Documentation Technique de Référence

Chapitre 8 – Trames Types

Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

Version 3.6 applicable à compter du ~~13/10/2025~~jj/mm/2026

388 pages

consultation

PREAMBULE

Ce document présente les étapes du contrôle de conformité réalisé avant l'accès au réseau définitif d'une installation de production ou de stockage nouvelle ou modifiée substantiellement, ainsi que les fiches techniques permettant la réalisation de ce contrôle de conformité.

Il est annexé à la convention de raccordement, et adapté pour prendre en compte les exigences techniques applicables au projet, contractualisées avec le Client.

Les données notées [..] sont définies dans les conditions particulières du projet.

Indice	Date	
1.0	28/11/2019	Prise en compte des remarques transmises suite à la concertation Mise à jour des références à l'arrêté
2.0	08/04/2020	Transfert du contenu du §3.11 sur les échanges d'informations vers la trame-type de cahier des charges téléconduite
2.1	08/03/2021	Ajout des fiches : (i) I10 réseau séparé, (ii) I11 Validation du modèle EMT (simulations) et (iii) F 15 Validation du modèle EMT (essais)
3.0	02/08/2021	Prise en compte du stockage non synchrone
3.1	01/12/2021	Prise en compte des nouvelles règles des services systèmes pour le RSFP
3.2	28/12/2022	Introduction d'exigences pour les PPM raccordés via HVDC (PPM DC) et Prise en compte des tensions harmoniques
3.3	15/02/2024	Ajout des propriétés additionelles de la FCR, nouvelle fiche Phaseur, mise à jour de la fiche EMT
3.4	01/08/2025	Ajout de la procédure de controles de conformité des unités de type A selon la norme 50549-10
3.5	13/10/2025	Prise en compte des exigences sur l'amortissement des oscillations, les modèles de simulations et mise à jour de fiches
3.6	jj/mm/2026	Ajout de la fiche I18 Grid forming pour le stockage non synchrone Fiche I11 : PPM / Stockeur : Modification des conditions des scénarios 17 et 18 Stockeur : Ajout de 2 tests sur la zone 1 en lien avec le Grid Forming

consultation

SOMMAIRE

PREAMBULE 2

ETAPES DU CONTROLE INITIAL 6

ETAPE 1 : NOTIFICATION OPERATIONNELLE DE MISE SOUS TENSION (EON) 6
ETAPE 2 : NOTIFICATION OPERATIONNELLE PROVISOIRE (ION) 7
ETAPE 3 : NOTIFICATION OPERATIONNELLE FINALE (FON) 8

ANNEXE 1 - FICHES RELATIVES AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UNE UNITE DE PRODUCTION SYNCHRONE 11

SYNTHESE 11
FICHE E 1 : LISTE DES DONNEES (SPGM) 14
FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES 25
FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION 26
ANNEXE 1 : Descriptif du système de protection de l'installation 27
ANNEXE 2 – Kit d'aide à la description du système de protections contre les défauts 30
FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS 37
FICHE I 1 : CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF 38
FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS 40
FICHE I 3 : STABILITE SUR REPORT DE CHARGE 43
FICHE I 4 : STABILITE SUR COURT-CIRCUIT 46
FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION 49
FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS 54
FICHE I 8 : TENUE DE LA TENSION SUR VARIATION DE FREQUENCE 57
FICHE I 9 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS PAR INJECTION DE SIGNAUX 59
FICHE I 10 : RESEAU SEPARE 61
FICHE I 15 : ETUDE HARMONIQUE 62
FICHE I 17 : AMORTISSEMENT DES OSCILLATIONS 64
FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS 68
FICHE F 2: COUPLAGE AU RESEAU 69
FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE 71
FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE 74
FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM 76
FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE 81
FICHE F5-600 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE (VERSION PENTE 600 SEC) 84
FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE 87
FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF 88
FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF 92
FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF 94
FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O 95
FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U 98
FICHE F 12 : ILOTAGE 100
FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE 101
FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (VERSION PRODUCTION) 103
FICHE F 17 : AMORTISSEMENT DES OSCILLATIONS 109

ANNEXE 2 – FICHES RELATIVES AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UN PARC NON SYNCHRONE DE GENERATEURS 112

SYNTHESE 112
FICHE E 1 : LISTE DES DONNEES (PPM) 115
FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES 127

consultation

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION 128
ANNEXE 1 : Descriptif du système de protection de l'installation *129*
ANNEXE 2 – Kit d'aide à la description du système de protections contre les défauts *132*
FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS 140
FICHE I 1: CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF 141
FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS 143
FICHE I 5 : INJECTION DE COURANT REACTIF SUR DEFAUT 147
FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION 152
FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS 157
FICHE I 9: TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS PAR INJECTION DE SIGNAUX 161
FICHE I 10 : RESEAU SEPARE 163
FICHE I 11 : VALIDATION DU MODELE EMT 165
FICHE I 12 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE – MODE FSM 174
FICHE I 13 : COUPLAGE AU RESEAU 177
FICHE I14 : VALIDATION DU COMPORTEMENT DES SOLUTIONS DE SIMULATION TEMPS REEL DU CONTROLE-COMMANDE ET PROTECTIONS 179
FICHE I 15 : ETUDE HARMONIQUE 181
FICHE I 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT 183
FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS 191
FICHE F 2: COUPLAGE AU RESEAU 192
FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE 194
FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE 197
FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM 199
FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE 204
FICHE F5-600 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE (VERSION PENTE 600 SEC) 207
FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE 209
FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF 211
FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF 214
FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF 216
FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O 217
FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U 219
FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE 222
FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (VERSION PRODUCTION) 224
FICHE F 15 : VALIDATION DU MODELE EMT 230
FICHE F 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT 233

ANNEXE 3 – FICHES RELATIVES AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UNE UNITE DE STOCKAGE NON SYNCHRONE 236

SYNTHESE 236
FICHE E 1 : LISTE DES DONNEES (UNITE DE STOCKAGE) 239
FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES 250
FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION 251
ANNEXE 1 : Descriptif du système de protection de l'Installation *252*
ANNEXE 2 – Kit d'aide à la description du système de protections contre les défauts *255*
FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION 263
FICHE I 1 : CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF 264
FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS 267
FICHE I 5 : INJECTION DE COURANT REACTIF SUR DEFAUT 271
FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION 276
FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS 281
FICHE I 9 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION PAR INJECTION DE SIGNAUX 285
FICHE I 10 : RESEAU SEPARE 286
FICHE I 11 : VALIDATION DU MODELE EMT 288

Consultation

FICHE I 12 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE FREQUENCE ET DISPONIBILITE DE LA RESERVE 299298
FICHE I12 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE FREQUENCE ET DISPONIBILITE DE LA RESERVE 299298
ANNEXE 1 : Trame type pour restituer les données de simulation de la fiche I12 ..... *302301*
FICHE I 15 : ETUDE HARMONIQUES 305304
FICHE I 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT 307306
FICHE I18 : GRID FORMING 324315
FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS 325316
FICHE F 2 : COUPLAGE AU RESEAU 326317
FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE 328319
FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE 332323
FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM 334325
FICHE F4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM 334325
FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE 344335
FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE 344335
FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE 347338
FICHE F6 : REGLAGE DE FREQUENCE 347338
FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF 349340
FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF 353344
FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF 356347
FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O 358349
FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM – U ET LFSM-UI 361352
FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE 363354
FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (VERSION STOCKAGE) 365356
FICHE F 15 : VALIDATION DU MODELE EMT 371362
FICHE F 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT 374365

ANNEXE 4 – PROCES VERBAL DU CONTROLE DE CONFORMITE 377368

VALIDATION DE L'ETAPE 1 AVANT MISE EN SERVICE DES OUVRAGES RTE : DONNEES ET CONFORMITE. 380371
VALIDATION DE L'ETAPE 2 : SIMULATIONS AVANT LE PREMIER COUPLAGE DE L'INSTALLATION. 382373
VALIDATION DE L'ETAPE 3 : ESSAIS REELS EN VUE DE L'ACCES AU RESEAU DEFINITIF. 386377
CONCLUSIONS (ETAPE 1) 390381
CONCLUSIONS (ETAPE 2) 391382
CONCLUSIONS (ETAPE 3) 392383
ANNEXE 393384

ANNEXE 5 – FICHE RELATIVE AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UNE UNITE DE TYPE A (UNITE DE PRODUCTION SYNCHRONE, PARC NON SYNCHRONE DE GENERATEURS ET STOCKAGE NON SYNCHRONE) 398389

CERTIFICATION DES UNITES DE TYPE A 399390

consultation

ETAPES DU CONTROLE INITIAL

Les contrôles de conformité avant l'accès au réseau définitif sont réalisés à l'aide des fiches présentes en annexe 1, 2 et 3 du présent document selon les étapes décrites ci-après.

Ces contrôles permettent de vérifier la conformité de l'installation de production ou de stockage par rapport aux exigences techniques précisées dans les différents cahiers des charges. Le déroulement du contrôle initial est décrit dans la DTR, chapitre 5 – Article 5.3.1.

Dans le cas de phases de mise en service partielle de l'installation, préalablement convenues entre le producteur (ou le stockeur) et RTE, certaines fiches seront à mettre à jour ou à refaire, selon les indications des tableaux ci-après.

ETAPE 1 : NOTIFICATION OPERATIONNELLE DE MISE SOUS TENSION (EON)

Afin d'obtenir la notification opérationnelle de mise sous tension de l'installation de production ou de stockage, le Client doit obtenir l'approbation de RTE pour l'ensemble des attestations en réponse aux fiches relatives à l'étape 1 (fiches Exx).

Fiche	Nature du contrôle	Traitement en cas de mise en service progressive
Fiche E 1 : Liste des données	Données déclaratives	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase (éléments relatifs à la puissance installée)
Fiche E 2 : Qualification des matériels électriques	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin
Fiche E 3 : Conformité du système de protection	Données déclaratives / Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin
Fiche E 4 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin

Ces documents doivent être adressés à RTE au plus tard 2 mois avant la date souhaitée de 1ère Mise sous tension de l'Installation, à l'exception des documents nécessaires à la construction des modèles Phaseur , EMT, et fréquentiel, pour lesquels les éléments doivent être fournis à l'échéance indiquée dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives.

RTE s'engage à fournir une réponse au Client dans un délai d'1 mois maximum.

En cas de non-conformité ou de demande d'information complémentaire, toute nouvelle phase d'examen/validation par RTE fait courir un délai supplémentaire pour étude par RTE d'un mois à compter de la date de réception des nouvelles attestations ou éléments manquants.

consultation

L'obtention de la notification opérationnelle de mise sous tension de l'installation est nécessaire pour procéder à la première mise sous tension de l'installation de production ou de stockage.

ETAPE 2 : NOTIFICATION OPERATIONNELLE PROVISOIRE (ION)

Afin d'obtenir la notification opérationnelle provisoire, le Client doit obtenir de RTE l'approbation de l'ensemble des simulations réalisées en réponse aux fiches relatives à l'étape 2 (fiches Ixx).

Fiche	Nature du contrôle	Traitement en cas de mise en service progressive
Fiche I 1 : Capacité constructive en réactif	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I 2 : Comportement dynamique de la régulation de tension et stabilité en petits mouvements	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase
Fiche I 3 : Stabilité sur report de charge	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I 4 : Stabilité sur court-circuit	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I 5 : Injection de courant réactif	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I 6 : Tenue aux creux de tension	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase
Fiche I 7 : Tenue aux surtensions	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase
Fiche I 8 : Tenue de la tension sur variation de fréquence	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I9 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information par injection de signaux	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin
Fiche I10 : Réseau séparé	Simulation	Simulations ou attestation à chaque phase
Fiche I11 : Validation du modèle EMT	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin
Fiche I12 : Comportement dynamique de la régulation de fréquence et disponibilité de la réserve	Simulation	Simulation à chaque phase

consultation

Fiche I13 : Couplage au réseau	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I14 : Validation du comportement des répliques du contrôle-commande	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I15 : Etude harmonique	Simulation / attestation	Simulation à chaque phase
Fiche I16 : Validation du modèle phaseur	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin
Fiche I17 : Amortissement des oscillations	Simulation	Simulation à chaque phase
Fiche I18 : Grid Forming	Simulation	Simulation à chaque phase

Ces documents sont adressés à RTE au plus tard 2 mois avant la date souhaitée pour la 1ere injection.

RTE s'engage à fournir une réponse au Client dans un délai d'1 mois maximum. Pour les fiches I11 et I16, le délai de réponse tiendra compte du délai nécessaire à la construction du modèle à partir des données fournies par le producteur (ou le stockeur).
En cas de non-conformité ou de demande d'information complémentaire, toute nouvelle phase d'examen/validation par RTE fait courir un délai supplémentaire pour étude par RTE d'un mois à compter de la date de réception des nouvelles simulations ou éléments manquants.

L'obtention de la notification opérationnelle provisoire est nécessaire pour procéder à la première injection de l'installation de production ou de stockage.

ETAPE 3 : NOTIFICATION OPERATIONNELLE FINALE (FON)

Afin d'obtenir la notification opérationnelle finale, le Client doit obtenir de RTE l'approbation de l'ensemble des essais réalisés en réponse aux fiches relatives à l'étape 3 (fiches Fxx).

Fiche	Nature du contrôle	Traitement en cas de mise en service progressive
Fiche F 1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information	Essai réel	Première mise en service
Fiche F 2: Couplage au réseau	Essai réel	Première mise en service

consultation

Fiche F 3 : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 3 BIS : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 4 : Réglage primaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 5 (ou F5-600) : Réglage secondaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 6 : Réglage de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 7 : Réglage primaire de tension et capacité en réactif	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 8 : Réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 9 : Observation du réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 10 : Mode restreint de réglage à la sur-fréquence LFSM - O	Essai réel, simulation ou attestation	Essai, simulation ou attestation à chaque phase
Fiche F 11 : Mode restreint de réglage à la sous-fréquence LFSM - U	Essai réel, simulation ou attestation	Essai, simulation ou attestation à chaque phase
Fiche F 12 : Ilotage	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 13 : Resynchronisation	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F 14 : Automate de modulation	Essai réel	Mise en service de l'automate
Fiche F15 : Validation du modèle EMT	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F16 : Validation du modèle phaseur	Essai réel	Essais à chaque phase
Fiche F17 : Amortissement des oscillations	Essai réel	Essais à chaque phase

Les essais sont réalisés selon un programme d'essais défini avec RTE, tel que convenu dans la **Convention d'Exploitation en période d'essais pour l'installation de Production ou de Stockage (les essais sont décrits dans ce chapitre)**.

consultation

Pour la fiche F17, La procédure mise en œuvre pour l'ensemble des essais devra être transmise pour validation par RTE au plus tard 2 mois avant le début des essais réels.

Les comptes-rendus d'essais sont transmis au responsable des essais de RTE dans un délai maximum de 3 semaines après la réalisation des essais auxquels ils se rapportent.

RTE se prononce sur la validité de l'essai dans un délai n'excédant pas 1 mois après réception du compte-rendu et sous réserve que les données communiquées par le Client soient complètes, étant entendu qu'en cas de demande d'information complémentaire, toute nouvelle
phase d'examen/validation par RTE implique à ce titre un délai supplémentaire de 3 semaines à compter de la date de réception des éléments manquants.

Pour les fiche F15 et F16, le délai est également d'un mois dans le cas où un modèle EMT (respectivement phaseur) complet est disponible côté RTE, construit à partir des données fournis par le producteur (ou le stockeur). Ce délai de réponse tiendra compte du délai nécessaire à la construction du modèle à partir des données fournis par le producteur (ou le stockeur).

L'obtention de la notification opérationnelle finale de l'installation est nécessaire pour procéder à l'accès au réseau définitif de l'installation de production ou de stockage.

consultation

ANNEXE 1 - FICHES RELATIVES AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UNE UNITE DE PRODUCTION SYNCHRONE

SYNTHESE

Dans le cas d'une unité de type A, les exigences applicables figurent dans la convention de raccordement établie selon les normes norme EN 50549-1 et EN 50549-2 et le contrôle initial sera effectué selon la DTR établie selon la norme EN 50549-10 (voir ANNEXE 5 – Fiche relative au contrôle initial pour le raccordement d'une unite de TYPE A (unité de production synchrone, PARC NON synchrone de generateurs et stockage non synchrone)~~ANNEXE 5 – Fiche relative au contrôle initial pour le raccordement d'une unite de TYPE A (unité de production synchrone, PARC NON synchrone de generateurs et stockage non synchrone)~~).

Fiches applicables pour le raccordement d'une unité de production synchrone			
Nom	**Type de Fiche** (Attestation / Données déclaratives / Simulation / Essai réel)	**Traitement à chaque phase de mise en service progressive**	**Conditions d'application**
Etape 1 : Notification opérationnelle de mise sous tension (EON)			
Fiche E 1 : Liste des données	Données déclaratives	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase (éléments relatifs à la puissance installée)	Types B, C et D
Fiche E 2 : Qualification des matériels électriques	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C et D
Fiche E 3 : Conformité du système de protection	Données déclaratives / Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C et D
Fiche E 4 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C et D
Etape 2 : Notification opérationnelle provisoire (ION)			
Fiche I 1 : Capacité constructive en réactif	Simulation	Simulation à chaque phase	Types B, C et D
Fiche I 2 : Comportement dynamique de la régulation de tension et stabilité en petits mouvements	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase	Types B, C et D
Fiche I 3 : Stabilité sur report de charge	Simulation	Simulation à chaque phase	Types B (attestation),

consultation

			C et D (simulation)
Fiche I 4 : Stabilité sur court-circuit	Simulation	Simulation à chaque phase	Types B (attestation), C et D (simulation)
Fiche I 6 : Tenue de l'installation aux creux de tension	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase	Types B, C et D
Fiche I 7 : Tenue aux surtensions	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase	Types B, C et D
Fiche I 8 : Tenue de la tension sur variation de fréquence	Simulation	Simulation de chaque phase	Types B, C et D
Fiche I9 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information par injection de signaux	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C et D
Fiche I10 : Réseau séparé	Simulation	Simulations ou attestation à chaque phase	Types C et D
Fiche I15 : Etude harmonique	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase	Types B, C, D (sur demande de RTE)
Fiche I17 : Amortissement des oscillations	Simulation	Simulation à chaque phase	Types D ≥ 75 MW
Etape 3 : Notification opérationnelle finale (FON)			
Fiche F 1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information	Essai réel	Première mise en service	Types B, C et D
Fiche F 2: Couplage au réseau	Essai réel	Première mise en service	Types B, C et D
Fiche F 3 : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C et D
Fiche F 3 BIS : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase	Type B, C, D (sur demande de RTE)
Fiche F 4 : Réglage primaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C et D
Fiche F 5 (ou F5-600) : Réglage secondaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Type D
Fiche F 6 : Réglage de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C et D
Fiche F 7 : Réglage primaire de tension et capacité en réactif	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C et D

consultation

Fiche F 8 : Réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase	Type D
Fiche F 9 : Observation du réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase	Type D
Fiche F 10 : Mode restreint de réglage à la sur-fréquence LFSM - O	Essai réel, Simulation ou Attestation	Essais ou attestation à chaque phase	Types B, C et D
Fiche F 11 : Mode restreint de réglage à la sous-fréquence LFSM - U	Essai réel, Simulation ou Attestation	Essais ou attestation à chaque phase	Types C et D
Fiche F 12 : Ilotage	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C et D
Fiche F 13 : Resynchronisation	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C et D
Fiche F 14 : Automate de modulation	Essai réel	Mise en service de l'automate	Types B, C et D si automate demandé par RTE
Fiche F17 : Amortissement des oscillations	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D ≥ 75 MW
Certification des unités de type A	Attestation	Attestation	Type A

consultation

FICHE E 1 : LISTE DES DONNEES (SPGM)



Fiche E 1 spgm.xlsx

Condition d'application: Toutes les installations Type B,C,D, SPGM – Mettre à jour à chaque mise en service partielle					
Fiche E 1 : liste des données (SPGM)					
Informations **Dossier intermédiaire**					
Objectifs	Le producteur doit fournir des données techniques afin de permettre à RTE d'évaluer l'impact de l'unité de production d'électricité sur le RPT.				
Description	Liste des données techniques.				
Conditions particulières	Le producteur garantit, avec la précision appropriée, l'exactitude des données fournies à RTE. En cas de modification d'une ou plusieurs des données, pouvant survenir au cours de la durée de vie de l'unité de production d'électricité, il appartient au producteur de transmettre à RTE les nouvelles valeurs des données et de démontrer à RTE que les caractéristiques de son unité de production d'électricité restent conformes aux prescriptions réglementaires et contractuelles. Si l'unité de production d'électricité comporte plusieurs générateurs, les données seront détaillées dans la mesure du possible par générateur.				
Données d'entrée (RTE -> Producteur)	La liste des données définie dans la présente fiche.				
Résultats (Producteur -> RTE)	La liste des données complétée intégralement (valeurs et précisions). Si l'unité de production d'électricité n'est pas concernée, faire figurer la mention « Sans objet ». Le producteur doit renseigner : • Avant la première mise sous tension de chaque élément à partir du RPT : les données de ces éléments avec un statut « révisable », • Avant l'accès définitif au réseau : l'ensemble des données avec un statut « ferme ». Le statut « révisable » d'une donnée indique que la donnée peut être modifiée par le producteur. Le statut « ferme » d'une donnée indique que la donnée a valeur d'engagement du producteur et ne peut être modifiée sans remettre en cause la demande de raccordement correspondante.				
Critères de conformité	• Exhaustivité des données fournies par le producteur, • Valeur des données conforme à l'unité ou au format demandé, • Précision renseignée pour chaque donnée numérique.				
Référentiel	**Information**	**Nom**	**Unité**	**Valeur**	**Précision**
Données générales de l'unité de production d'électricité	Type d'énergie primaire ou de combustible et localisation du poste électrique de l'unité de production d'électricité.		Schéma, Texte, Plans cadastraux		
	Schéma électrique de l'unité de production d'électricité (schéma unifilaire de principe), vue du point de connexion au RPT, avec localisation des appareils essentiels : alternateur(s), auxiliaires, transformateur(s), organes de coupure, charges et moteurs (en distinguant les différents types de moteurs). **[Le cas échéant :]** Schéma électrique précisant le positionnement de l'unité de production dans l'installation.		Schéma		

consultation

Plan de masse de l'unité de production d'électricité.		Plan		
[Le cas échéant :] Schéma mettant en évidence les couplages mécaniques ou fonctionnels des générateurs de l'unité de production. **[Le cas échéant :]** Schéma mettant en évidence les couplages mécaniques et fonctionnels de l'unité de production avec les autres unités de production de l'installation.		Schéma		
Puissance active de production installée.	$P_{max\ installée}$	MW		
Puissance active maximale de l'unité de production d'électricité au point de raccordement. *Puissance active maximale que peut délivrer sans limitation de durée l'unité de production d'électricité, diminuée de toute consommation liée uniquement à la facilitation du fonctionnement de cette unité de production d'électricité et qui n'est pas injectée sur le réseau, telle que stipulée dans la convention de raccordement ou que convenue entre le gestionnaire de réseau compétent et le propriétaire de l'installation.* *Nota : cette Pmax est délivrée sans limitation de durée sous réserve de disponibilité de l'énergie primaire.*	$P_{max\ unité}$	MW		
Puissance active minimale à laquelle l'unité de production peut fonctionner (jusqu'à laquelle l'unité de production d'électricité peut fournir du réglage de puissance active).	$P_{min\ unité}$	MW		
Puissance active minimale à laquelle l'unité de production peut fonctionner de manière stable sans limitation de durée. Nota : ce minimum technique est délivré sans limitation de durée sous réserve de disponibilité de l'énergie primaire.	$P_{min\ technique}$	MW		
Puissance active maximale de soutirage (au niveau du point de raccordement de l'unité de production d'électricité).		kW ou MW		
Puissances active et réactive consommées (valeurs maximales, nominales et minimales agrégées) par les auxiliaires de l'unité de production d'électricité qui fonctionne alors à sa $P_{max\ unité}$ **[le cas échéant :]** et à d'autres puissances (en particulier à $P_{min\ unité}$, à l'arrêt et en phase de démarrage de l'ensemble des générateurs). **[Dans tous les cas :]** Préciser le type d'auxiliaire (moteurs synchrones, asynchrones ou à courant continu).		kW ou MW, kvar ou Mvar, texte		
Apport maximum de l'unité de production d'électricité en courant de court-circuit au Point de Raccordement (PdR) (valeur maximale d'engagement pour l'utilisateur et exigée par RTE correspondant au courant de court-circuit symétrique Ib, calculé conformément à la norme CEI 60-909).		kA		

Consultation

	Courbe d'évolution de la puissance active maximale produite par l'unité de production d'électricité (aux bornes de la machine et aux bornes HT du transformateur de groupe, consommation des auxiliaires déduite) en fonction des conditions externes.		Courbe		
Perturbation de l'onde de tension [le cas échéant]	Besoin de Pcc minimale afin d'obtenir un niveau de sévérité de courte durée du flicker (Pst) et un taux de déséquilibre moyen de tension n'excédant pas les valeurs limites définies dans le Cahier des charges des capacités constructives.		MVA		
Liaison [le cas échéant et pour chaque liaison de raccordement de longueur significative]	Impédance directe calculée conformément à la norme CEI 60-909		(a+jb) en Ω		
	Demi susceptance latérale		S		
Transformateur	Nom du transformateur, constructeur, modèle. *Ces données et celles-ci-dessous sont demandées pour chaque transformateur de l'unité de production : transformateur principal, transformateur de soutirage, transformateur auxiliaire, transformateur de groupe…*		Texte [TP, TS, TA, TG, …]		
	Procès-verbal de réception et plaque du transformateur principal		Documents		
	Nombre d'enroulements		Texte		
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Puissance apparente : S_{nt}		MVA		
	[Pour chaque enroulement secondaire, et pour chaque prise :] Tensions nominales primaire et secondaire **[et le cas échéant :]** et tertiaire.		Kv/Kv		
	[Pour chaque enroulement secondaire, et pour chaque prise :] Impédance directe.		(a+jb) % en base S_{nt}		
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Impédance homopolaire à la prise nominale.		(a+jb) % en base S_{nt}		
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Couplage des enroulements, type de circuit magnétique et indice horaire.		Texte		
	Mise à la terre du neutre HTB (type, valeur d'impédance …)		Texte		
Régleur à vide	Type de régleur à vide : préciser s'il faut mettre le transformateur hors tension, le consigner pour changer de prise à vide.		Texte [Sous tension / Hors tension / Consigné hors tension]		
	Nombre de prises du régleur à vide.				
Régleur en charge	Type de régleur en charge.		Automatique / Non automatique		
	Nombre de prises du régleur en charge.				
	Temporisation de changement de prise du régleur en charge.		s		
	Loi de réglage du régleur en charge.				

Consultation

Alternateur [pour chaque générateur]	Type de machine électrique (synchrone excitée ou à aimant permanent, asynchrone classique ou à électronique de puissance avec le type de convertisseur, ou synchrone avec interface toute électronique, …) Constructeur, modèle, options installées. Nombre d'unités de chaque type.		Texte		
	Documentation technique du constructeur.		Document		
	Puissance apparente nominale.	S_{na}	MVA		
	Puissance active nominale.	P_n	MW		
	Puissance mécanique maximale que restitue la turbine lorsque le générateur est à sa puissance active maximale $\prod_{max}$	$P_{max\ turbine}$	MW		
	Puissance fournie par le générateur au PdR lorsque l'unité de production est à $P_{max\ unité}$	$P_{max\ générateur}$	MW		
	Puissance minimale délivrée (Minimum technique) lorsque l'unité de production est à $P_{min\ unité}$	$P_{min\ générateur}$	MW		
	Tension stator nominale U_{sn}	U_{sn}	kV		
	Plages de tension stator (normale et exceptionnelle) avec leurs durées		kV		
	Nombre de paires de pôles de l'alternateur				
	Courant stator nominal		A		
	Plages de courant stator (normale et exceptionnelle) avec leurs durées		A		
	Constante d'inertie de la ligne d'arbre complète (alternateur + turbine + réducteur) ramenée au rotor de l'alternateur		MW.s / MVA		
	Fréquences propres (mode subsynchrone) ou de résonance de la ligne d'arbres complète. *Il s'agit des fréquences propres du système mécanique calculées avant que le stator du générateur soit connecté au réseau électrique. Par exemple, pour une ligne d'arbres comportant 6 éléments, on peut atteindre ± (6 – 1) fréquences mécaniques.*		Hz		
	Vitesse de rotation de la machine électrique		tr/min		
	Plage admissible de vitesse de rotation de l'alternateur (régimes permanent et exceptionnel)		tr/min		
	Plage admissible de vitesse de rotation de la turbine (régime permanent et exceptionnel)		tr/min		
	Réglage des paramètres de synchronisation : couplage et/ou lors de la resynchronisation après un îlotage…		%Un ou kV, Hz		
Alternateur synchrone excité [le cas échéant et pour chaque générateur]	Courant rotor nominal (à P_n, S_{na}, U_{sn})		A		
	Plage de courant rotor (normale et exceptionnelle) avec leurs durées		A		
	Résistance stator	R_s	% en base (S_{na}, U_{sn})		
	Résistance inverse	R_i	% en base (S_{na}, U_{sn})		

Consultation

Réactance synchrone non saturée d'axe direct	X_d	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance synchrone non saturée d'axe en quadrature	X_q	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance transitoire non saturée d'axe direct (si non fournie en données D2)	X'_d	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance sub-transitoire non saturée d'axe direct	X''_d	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance transitoire non saturée d'axe en quadrature	X'_q	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance sub-transitoire non saturée d'axe en quadrature	X''_q	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance de fuite non saturée du stator	X_s	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Réactance inverse	X_i	% en base (S_{na}, U_{sn})		
Courbes de saturation axe d, axe q		Courbes		
Constante transitoire non saturée d'axe direct à circuit ouvert	T'_{d0}	s		
Constante transitoire non saturée d'axe en quadrature à circuit ouvert	T'_{q0}	s		
Constante subtransitoire non saturée d'axe direct à circuit ouvert	T''_{d0}	s		
Constante subtransitoire non saturée d'axe en quadrature à circuit ouvert	T''_{q0}	s		
Type d'excitation (statique, alternateur inversé, …) + caractéristiques		Texte, diagramme		
Tension d'excitation nominale (à puissance, facteur de puissance, tension stator et vitesse nominaux)		V		
Tension d'excitation maximale en régime permanent		V		
Tension d'excitation minimale en régime permanent		V		
Plafond de surexcitation		%		
Réglage du limiteur de sous-excitation		Texte, diagramme		
Réglage du limiteur de sur-excitation		Texte, diagramme		
Temps maximal de sur-excitation		s		

consultation

Modèle mécanique de la ligne d'arbres [pour chaque générateur thermique raccordé en HTB2 ou HTB3]	Chaque ligne d'arbres sera représentée par un système masses-ressorts. Le nombre de masses-ressorts sera adapté à une représentation correcte de la déformée modale de chacun des modes de torsion ayant une amplitude de déformée non nulle au niveau de l'alternateur. Pour chaque masse, sera précisée ce qu'elle représente, son inertie J_i et la fraction de puissance mécanique S_i s'exerçant sur cette dernière. Les valeurs des raideurs entre masses K_{ij} ainsi que les amortissements DSD_i et DSM_i seront également fournis. Si possible, les amortissements DSR et les valeurs des amortissements modaux, inerties et raideurs modales seront également fournies.				
	Moment d'inertie de chaque masse, typiquement : J_1 (corps haute pression) J_2 (corps pression intermédiaire) J_3 (corps basse pression A) J_4 (corps basse pression B) J_5 (générateur) Au besoin, les constantes d'inertie peuvent être fournies en lieu et place des moments d'inertie : $H_i = J_i$ ⍰2/(2.S) (en MW.s/MVA) où ⍰ est exprimée en rad/s et S en MVA.	J_1 J_2 J_3 J_4 J_5	kg.m²		
	Constantes de raideur (élasticité) entre une masse donnée et celle d'indice immédiatement supérieur, typiquement : K12 (entre masse 1 et masse 2) K23 (entre masse 2 et masse 3) K34 (entre masse 3 et masse 4) K45 (entre masse 4 et masse 5)	K_{12} K_{23} K_{34} K_{45}	N.m/(rad.s^{-1})		
	Coefficients d'amortissement mécanique propre à une masse donnée (indiquer à chaque fois une plage min-max ou une moyenne ± incertitude). Le terme correspondant du couple amortisseur est défini par $Ti = DSD_i$ ⍰$_i$	DSD_1 DSD_2 DSD_3 DSD_4 DSD_5	N.m/(rad.s^{-1})		
	Coefficients d'amortissement mécanique mutuel entre la masse i considérée et la masse d'indice immédiatement supérieur i+1 (indiquer à chaque fois une plage min-max ou une moyenne ± incertitude). L'amortissement en question est défini par $T = D_{i,\,i+1}$ (⍰$_i$ – ⍰$_{i+1}$)	DSM_{12} DSM_{23} DSM_{34} DSM_{45}	N.m/(rad.s^{-1})		
	Fractions de la puissance mécanique totale associées aux différentes parties de la turbine, typiquement : S_1 (corps haute pression) S_2 (corps pression intermédiaire) S_3 (corps basse pression A) S_4 (corps basse pression B) avec $S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 1$	S_1 S_2 S_3 S_4	p. u.		

Consultation

	[Facultatif – en cas d'absence de ces données, elles seront prises à 0 dans la modélisation :] Coefficients absolus d'amortissement mécanique propre de chaque masse (indiquer à chaque fois une plage min-max ou une moyenne ± incertitude). L'écart entre la vitesse ⍰$_i$ de la masse i et la vitesse mécanique synchrone ⍰$_s$ de l'arbre est amorti par la masse i suivant la relation $T_i = DSR_i$ (⍰$_i$ – ⍰$_s$) où T_i est le terme correspondant du couple amortisseur pour la masse i.	DSR_1 DSR_2 DSR_3 DSR_4 DSR_5	N.m/(rad.s^{-1})		
Alternateur synchrone à aimant permanent [le cas échéant et pour chaque générateur]	Réactance synchrone d'axe direct	X_d	% en base (S_{na}, U_{sn})		
	Force électromotrice à vide		V		
Régulation de tension de l'alternateur ou du générateur [pour chaque alternateur ou générateur]	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique, de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées et des voies stabilisatrices comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.		Diagrammes et valeurs numériques		
Régulation de tension de l'unité de production	Valeur de la vitesse de variation maximale de la consigne Ucons dans le cadre du RST		kV/min		
	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique, de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées, des interactions éventuelles avec le régleur en charge comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.		Diagrammes et valeurs numériques		
Turbine, amont-turbine et régulation de vitesse [pour chaque générateur]	Type de turbine (vitesse de rotation des pales…), constructeur, modèle.		Texte		
	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique (fonctions de transfert et non-linéarités), de la turbine **[*le cas échéant* :]** et de l'amont-turbine ***[par exemple : la loi de transfert TAC-TAV dans le cas des CCG]*** incluant les baisses de puissance et les différents modes de fonctionnement (îlotage, réseau séparé, …) comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.		Diagrammes et valeurs numériques		
	Schéma de la régulation de vitesse sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et les valeurs des différents paramètres du réglage f/P.		Diagrammes et valeurs numériques		

consultation

Protections de l'unité de production et de la ligne d'évacuation contre les courts-circuits	**[Pour chaque protection installée]**		Tableau de l'onglet "Système de protection"		
Système de protection de l'unité de production contre les situations perturbées du réseau	**[Pour chaque matériel concerné (alternateur, turbine, onduleurs, auxiliaire, banc de condensateurs et turbine pour la partie vitesse… :]**		Note de réglage et tableau de l'onglet "Système de protection"		
Moyens de compensation [le cas échéant]	**[Le cas échéant :]** Batteries de condensateurs (puissance, nombre de gradins, critères et loi d'enclenchement et de mise hors tension) ou batterie de selfs		Mvar, texte		
	[Le cas échéant :] Filtres antiharmoniques (fréquence d'accord, type)		Hz, texte		
	[Le cas échéant :] Compensateurs statiques (caractéristiques, puissance, type)		MVA, texte		
	[Le cas échéant :] Diagramme détaillé du contrôle commande du compensateur statique sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas		
Performances de fonctionnement	**[Le cas échéant :]** Contraintes particulières de fonctionnement de l'unité de production d'électricité		Texte		
	[Le cas échéant :] Pente de montée en charge en régime normal		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de baisse de charge en régime normal		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de montée en charge rapide		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de baisse de charge rapide		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de montée en charge d'urgence		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de baisse de charge d'urgence		MW/min		
	[Le cas échéant :] Temps de démarrage de l'unité de production à chaud		min ou h		
	[Le cas échéant :] Temps de démarrage de l'unité de production à froid		min ou h		
	[Le cas échéant :] Temps minimum entre deux séquences de fonctionnement		min ou h		
	[Le cas échéant :] Nombre maximum d'arrêts par jour				
	[Le cas échéant :] Nombre maximum de suivi de charge (par jour / par an)				
	[Le cas échéant :] Puissance au moment du déclenchement des générateurs lors d'un découplage programmé.		MW		
	Délai minimum de recouplage après un déclenchement fortuit avec les conditions éventuelles.		min ou h		

Consultation

	Présence d'un dispositif de recouplage automatique **[et si oui :]** en précisant ses paramètres (durée, temporisation d'inhibition…)		Texte		
	[Si l'unité de production dispose de capacité de repli en état de disponibilité :] Délai minimum avant recouplage et de prise de charge après un îlotage.		min ou h		
	[Si l'unité de production dispose de capacité de repli en état de disponibilité :] Durée maximum d'îlotage (avec conditions éventuelles).		min ou h		
Performances de fonctionnement LFSM	Gain LFSM	K_{LFSM}	MW/Hz		
	Délai d'activation LFSM-O	$t_{a\ LFSM-O}$	ms		
	[Le cas échéant :] Choix de la loi de réglage LFSM-O : spécifique ou même loi que FSM		Texte		
	[Le cas échéant :] Choix de la loi de réglage LFSM-U : spécifique ou même loi que FSM		Texte		
	[Le cas échéant :] Délai d'activation LFSM-U	$t_{a\ LFSM-U}$	ms		
	[Le cas échéant :] Pente pour rejoindre la puissance de consigne après passage en dessous de f1 (LFSM-O) ou au-dessus de f2 (LFSM-U)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Indication de la possibilité de passer en-dessous de $P_{min\ unité}$ sous l'effet du LFSM-O et valeurs atteintes		Texte		
	[Dans le cas d'un aménagement contraint hydrauliquement :] Indication de la variation de puissance maximum que l'unité peut tenir pendant 10 minutes en tenant compte des contraintes hydrauliques liées à l'unité et à l'aménagement.	ΔPmax_LFSM	MW		
Performances de fonctionnement FSM	**[Le cas échéant :]** Réserve primaire de l'unité	R_p	MW		
	[Le cas échéant :] Pour une unité ayant la capacité en réglage secondaire de fréquence, réserve primaire maximum lorsque l'unité ne participe pas au réglage secondaire en MW.	$R_{p\ max}$	MW		
	[Le cas échéant :] Durée de maintien de la réserve primaire de fréquence.		min		
	[Le cas échéant :] Délai d'activation FSM.	$t_{1\ FSM}$	ms		
	Insensibilité de la régulation f/P.		mHz		
	Bande morte réglable de la régulation f/P.		mHz		
	[Le cas échéant, pour un CCG :] Détarage réglage primaire.	X_{Rp}	%		
	Description du dispositif utilisé pour la mesure de fréquence (modèle et emplacement du capteur, précision de mesure, résolution de mesure ...)				
Performances de fonctionnement RSFP	**[Le cas échéant :]** Demi-bande de réglage secondaire fréquence-puissance.	pr	MW		
	[Le cas échéant :] Durée de maintien de la réserve secondaire fréquence-puissance.	$t_{4\ RSFP}$	min		

Consultation

	[Le cas échéant, pour un CCG :] Détarage réglage secondaire.	X_{RS}	%		

consultation

[Champ d'application : toutes les installations – **Mettre à jour à chaque mise en service partielle**]

Fiche E 1 : système de protection

Equipement concerné : alternateur, TR, turbine…	**Protection contre :**		**Type de protection (avec Code ANSI)**	**Paramètres de réglage**		**Réducteur de mesure**		**Actions engagées**			
	Perturbation réseau	Court-circuit		Seuils de réglage *[vus du secondaire du réducteur de mesure]*	Temporisation	Identifiant *[d'après le schéma de protection]*	Caractéristiques	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*

consultation

FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES

Condition d'application : Type B, C, D à la maille de l'installation

FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs
Les installations de production raccordées au RPT doivent être conçues pour supporter les contraintes liées à l'exploitation de l'installation sur le RPT en régime normal et en régime exceptionnel.

Description
Vérification de la conformité des matériels électriques de l'installation de production aux normes en vigueur sur les matériels (en particulier les règles de compatibilité électromagnétique, de coordination d'isolement et de tenue au court-circuit). Cette vérification doit être réalisée pour tous les matériels électriques à l'interface entre l'installation de production et le RPT.

Conditions particulières
Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de production.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Résultats (Producteur -->RTE)
Le producteur doit fournir à RTE la liste des matériels HT à la tension de raccordement de l'installation de production, la liste de matériels BT du poste électrique en interface avec le RPT sous format de tableau tel que :

Liste matériel HT

Repère	Désignation	Constructeur	Réf. Constructeur	Caractéristiques	Quantité

Liste matériel BT

Repère	Désignation	Constructeur	Réf. Constructeur	Fonction	Quantité

Le producteur doit fournir une attestation de conformité qui couvre l'ensemble des matériels électriques aux normes réglementaires en vigueur sur les matériels.

Critères de conformité
Une attestation de conformité des matériels électriques aux normes réglementaires en vigueur doit être fournie par le producteur.

consultation

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION

Conditions d'applications : Type B, C, D, SPGM à la maille de l'installation

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Le producteur doit équiper son installation de production d'un système de protection. Ce système de protection de l'installation doit être compatible et cohérent avec les systèmes de protection mis en œuvre par RTE.

Description

Vérification de la conformité de l'installation avec les performances spécifiées par RTE dans le cahier des charges du système de protection annexé à la convention de raccordement.

Ces performances concernent notamment :

- le régime de neutre,
- la rapidité et la sélectivité d'élimination des défauts d'isolement,
- la sécurité des personnes et des biens,
- la sûreté de fonctionnement.
  les exigences de qualité garantissant le fonctionnement correct dans le temps de ces équipements.

Conditions particulières

Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de production.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Le cahier des charges du système de protection annexé à la convention de raccordement.

Résultats (Producteur -->RTE)

Le producteur doit fournir à RTE :

- Le descriptif des protections installées au poste d'évacuation de l'installation de production contribuant aux performances spécifiées (temps d'élimination des défauts sur les différentes zones - réseau amont, poste RTE de raccordement, liaison de raccordement, banc de transformation, réseau interne, ...).
  À cette fin, le producteur renseigne le tableau dont le modèle figure en annexe 1. En fonction du lieu du défaut, ce tableau précise la protection mise en œuvre, le disjoncteur actionné et le temps d'élimination (avec et sans défaillance).
- Un plan qualité précisant les dispositions retenues pour l'exploitation et la maintenance des dispositifs relatifs au régime de neutre et au système de protection de l'installation ainsi que le traitement des dysfonctionnements ;
- Une attestation de réalisation de l'installation de production en conformité avec le cahier des charges du système de protection.

Critères de conformité

- La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ».
- Les performances déclarées dans le descriptif du système de protection et le plan qualité doivent montrer que les dispositions prises par le producteur sont conformes au cahier des charges spécifié par RTE.

consultation

ANNEXE 1 : Descriptif du système de protection de l'installation

1. Régime de neutre

Données déclaratives :

Informations à fournir	Unité	Valeur(s)	Commentaire
Type de mise à la terre du neutre HTB (isolé, relié à la terre via impédance, directement, …)	Texte, schéma		
Valeur d'impédance	Ohms		

2. Protections contre les défauts

Données déclaratives :

Informations à fournir	Unité	Valeur(s)	Commentaire
Système de protections	Tableau	Remplir le tableau synthétique ci-dessous	
Apport maximum en courant de court-circuit au point de connexion Ib, calculé conformément à la norme CEI 60-909	kA		

Tableau synthétique :

Nota : pour faciliter le renseignement du tableau ci-dessous, des explications complémentaires et un exemple sont fournis en annexe 2.

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
Défaut sur le réseau « amont » RPT (ouvrages raccordés au poste RTE de raccordement)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
Défaut sur les jeux de barres RTE du poste HTB de raccordement (si piquage, traiter les deux postes encadrant A & B)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur la (les) liaison(s) de raccordement HTB (si piquage, il s'agit de la liaison de transit reliant les deux postes RTE)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur le réseau HTB de l'installation privée y compris le transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur le réseau interne du producteur, en aval du transformateur HTB / HTA				

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			

consultation

ANNEXE 2 – Kit d'aide à la description du système de protections contre les défauts

Aide au renseignement du tableau synthétique

Colonne : cas étudié

Pour chaque zone HTB (réseau amont, zone barre, liaison de raccordement, réseau HTB de installation privée), le producteur déclare pour son système de protection :

- un temps d'élimination normale des défauts d'isolement

- un temps d'élimination avec défaillance d'un élément de la chaîne de protection principale. Ce temps permet de savoir si les protections sont redondées, à performance identique ou non.

- un temps max d'élimination : il s'agit d'un temps de « secours réseau » ou « secours ultime » vis-à-vis de la sécurité des personnes et des biens.

Ces temps sont déclarés sans tenir compte du système de protection de RTE.

La fonction de « secours ultime » a pour objet l'élimination des défauts situés sur la liaison de raccordement ou au poste de raccordement, après le fonctionnement des protections du RPT conduisant à une situation de faible alimentation limitée à l'apport de l'installation. La couverture de la zone amont par cette fonction est généralement recherchée également. Cette fonction n'est pas limitée aux défauts francs (typiquement, elle peut être mise en œuvre par des protections max I homopolaire fortement temporisées, des protections de tension fortement temporisées, …) et offre généralement une sensibilité et un temps d'élimination supérieurs à ceux du scénario d'élimination normale. Il est nécessaire, pour vérifier la bonne coordination des protections en termes de sélectivité, de prendre en compte la sollicitation éventuelle du « secours ultime » pour des défauts sur la zone amont.

Pour la zone interne de l'installation privée en aval de son transformateur HTB/HTA, le producteur déclare le temps d'élimination normale des défauts d'isolement.

Nota 1 : La fonction de « secours ultime » ne peut être assurée par une protection de distance.

En cas de raccordement mettant en œuvre plusieurs ouvrages, la décomposition sera faite de manière adaptée à la situation en veillant à bien différencier chaque ouvrage.

Si, de manière provisoire ou dérogatoire, le raccordement nécessite que des schémas particuliers d'exploitation soient pris, avec un impact sur les performances spécifiées, un tableau spécifique propre à chaque schéma d'exploitation sera établi.

Les performances s'entendent quel que soit le niveau de production du groupe, y compris lorsqu'il est à l'arrêt. Elles concernent l'élimination de l'apport en courant de court-circuit (temps de disjoncteur compris) de l'installation raccordée au RPT, ainsi que le non-maintien de la tension au point de livraison à compter de l'apparition du défaut.

consultation

Colonne : Protections sollicitées

Les indications attendues dans la colonne « protections sollicitées » sont les seuils de réglages des différents relais et les temporisations associées, relative aux protections agissant sur les disjoncteurs HTB, en cas de défaut HTB. La codification des types de protections, norme ANSI [xx], peut être utilisée.

A titre d'exemple on donne ci-dessous pour les différents types de protections les principaux critères jugés utiles :

- Protection impédancemétrique [21]: Valeurs de zones en X(en Ω HT) et valeurs de résistance de défaut détectable (en Ω HT) ainsi que les temporisations affichées,
- Protection complémentaire de terre (Wattmétrique) [67N] : Coordination Sr.Ti en MVA.s + temps de base ainsi que le seuil de démarrage,
- Protections différentielles de liaison [87L] (si partagée avec une extrémité RTE) : Adressage transmission, Rapport TC, seuils de déclenchement,
- Protection à maximum de courant [51] : Valeur des seuils de courant (en A HT) et temporisations associées,
- Protection à minimum / maximum de tension [27], [29]: Valeur des seuils de Tension (en V HT) et temporisations associées,
- Protections défaut interne transformateur [63]: temps d'élimination de défaut,
- Automates : temps d'élimination par fonctionnement automate (ADD [50BF], par exemple).

Colonne : Disjoncteurs actionnés

Les indications attendues dans la colonne « disjoncteurs actionnés » sont complétées par la fourniture d'un schéma unifilaire indiquant, en tant que de besoin, l'implantation des TC & TT (captation des grandeurs électrotechniques), alimentant les protections ou automates (acquisition mesure et ordre de Déclenchement Enclenchement) et agissant sur les disjoncteurs repérés. Sans autre indication, la protection sollicitée est réputée être située dans la tranche rattachée au disjoncteur actionné.

Colonne : Performance « t_{client} »

Les indications attendues dans la colonne Performance t_{client} sont les **temps d'élimination de défaut maximaux**, défini par les équations suivantes :

$$\mathbf{t_{client} = t_{n\ protection} + t_{coupureDJ}}$$

Le temps de fonctionnement de la protection prend en compte l'acquisition de ses mesures et sa temporisation interne affichée avec les dispersions associées L'équation de fonctionnement est :

$$\mathbf{t_{n\ protection} = p(1+x) + T(1+y)}$$

avec :

- p temps propre ou temps de mise en route du relais (donnée constructeur ou mesure),
- x% dispersion des temps propres,
- T valeur de la temporisation affichée (statique) ou configurée (numérique),
- y% dispersion des temporisateurs (donnée constructeur ou mesure).

consultation

Le temps de coupure du disjoncteur, $t_{coupure}$, est défini par la durée d'ouverture additionnée de la durée d'arc. La durée d'ouverture est l'intervalle de temps entre l'émission de l'ordre de déclenchement sur la bobine du disjoncteur et la séparation des contacts d'arc.

Par définition les valeurs notées t, sont les temps de fonctionnement, les valeurs notées T, sont les valeurs des temporisations affichées ou configurées.

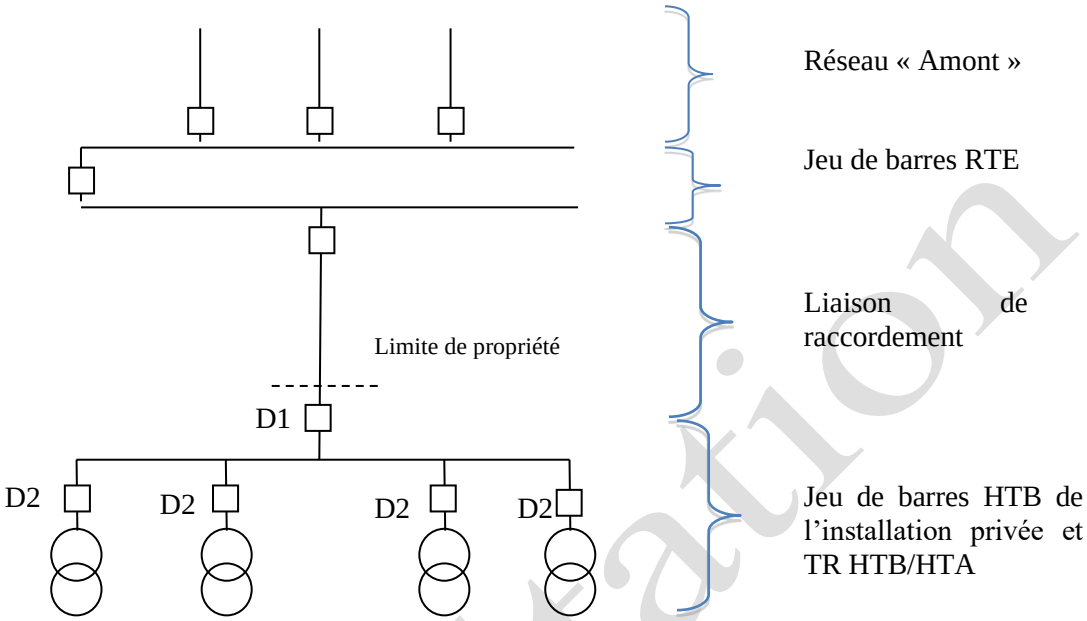
consultation

Codification des types de protections selon la norme ANSI (extrait)

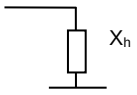
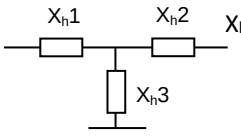
Code ANSI	Libellé de la fonction	Définition
12	Survitesse	Détection de survitesse des machines tournantes
14	Sous-vitesse	Détection de sous-vitesse des machines tournantes
21	Protection de distance	Détection de mesure d'impédance
21B	Minimum d'impédance	Protection de secours des générateurs contre les courts-circuits entre phases
24	Contrôle de flux	Contrôle de surfluxage
25	Contrôle de synchronisme	Contrôle d'autorisation de couplage de deux parties de réseau
26	Thermostat	Protection contre les surcharges
27	Minimum de tension	Protection pour contrôle d'une baisse de tension
27D	Minimum de tension directe	Protection des moteurs contre un fonctionnement à tension insuffisante
27R	Minimum de tension rémanente	Contrôle de disparition de la tension entretenue par les machines tournantes après déconnexion de l'alimentation
27TN	Minimum de tension résiduelle (harmonique 3)	Détection de défaut d'isolement à la terre d'enroulements statoriques (neutre impédant)
32P	Maximum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance active
32Q	Maximum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance réactive
37	Minimum de courant phase	Protection triphasée contre les minima de courant
37P	Minimum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance active
37Q	Minimum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance réactive
38	Surveillance de température de paliers	Protection contre les échauffements anormaux des paliers des machines tournantes
40	Perte d'excitation	Protection des machines synchrones contre défaut ou perte d'excitation
46	Maximum de composante inverse	Protection contre les déséquilibres des courants des phases
47	Maximum de tension inverse	Protection de tension inverse et détection du sens de rotation inverse de machine tournante
48 - 51LR	Démarrage trop long et blocage rotor	Protection des moteurs contre le démarrage en surcharge ou sous tension réduite, et pour charge pouvant se bloquer
49	Image thermique	Protection contre les surcharges
49T	Sonde de température	Protection contre les échauffements anormaux des enroulements des machines
50	Maximum de courant phase instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases
50BF	Défaillance disjoncteur	Protection de contrôle de la non-ouverture du disjoncteur après ordre de déclenchement
50N ou 50G	Maximum de courant terre instantanée	Protection contre les défauts à la terre : 50N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 50G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
50V	Maximum de courant phase à retenue de tension instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
50/27	Mise sous tension accidentelle générateur	Détection de mise sous tension accidentelle de générateur
51	Maximum de courant phase temporisée	Protection triphasée contre les surcharges et les courts-circuits entre phases
51N ou 51G	Maximum de courant terre temporisée	Protection contre les défauts à la terre : 51N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 51G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
51V	Maximum de courant phase à retenue de tension temporisée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
59	Maximum de tension	Protection de contrôle d'une tension trop élevée ou suffisante
59N	Maximum de tension résiduelle	Protection de détection de défaut d'isolement
63	Pression	Détection de défaut interne transformateur (gaz, pression)
64REF	Différentielle de terre restreinte	Protection contre les défauts à la terre d'enroulements triphasés couplés en étoile avec neutre relié à la terre
64G	100 % stator générateur	Détection de défauts d'isolement à la terre des enroulements statoriques (réseau à neutre impédant)
66	Limitation du nombre de démarrages	Protection contrôlant le nombre de démarrages des moteurs
67	Maximum de courant phase directionnelle	Protection triphasée contre les courts-circuits selon le sens d'écoulement du courant
67N/67NC	Maximum de courant terre directionnelle	Protection contre les défauts à la terre selon le sens d'écoulement du courant (NC : Neutre Compensé)
78	Saut de vecteur	Protection de découplage à saut de vecteur
78PS	Perte de synchronisme (pole slip)	Détection de perte de synchronisme des machines synchrones en réseau
79	Réenclencheur	Automatisme de refermeture de disjoncteur après déclenchement sur défaut fugitif de ligne
81H	Maximum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement élevée
81L	Minimum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement basse
81R	Dérivée de fréquence (rocof)	Protection de découplage rapide entre deux parties de réseau
87B	Différentielle jeu de barres	Protection triphasée contre les défauts internes de jeu de barres
87G	Différentielle générateur	Protection triphasée contre les défauts internes d'alternateurs
87L	Différentielle ligne	Protection triphasée contre les défauts internes de ligne
87M	Différentielle moteur	Protection triphasée contre les défauts internes de moteur
87T	Différentielle transformateur	Protection triphasée contre les défauts internes de transformateur

Exemple de renseignement du tableau synthétique

Sur l'installation suivante :



dont les caractéristiques de transformateurs HTB/HTA seraient les suivantes :

Transformateur n°: …			
Transformateur HTB/HTA	Couplage	Sn (MVA)	Ucc (%)
Mise à la terre du neutre HTB	☐ Réactance de Ω		☐ MALT directe
Impédances homopolaires cas YD	 X_h = Ω		
Impédances homopolaires cas YY	 X_h1 = Ω X_h2 = Ω X_h3 = Ω		*MALT du neutre HTA :* ☐ isolée ☐ directe ☐ résistance de Ω ☐ réactance de Ω
Réseau HTA	Réactance directe équivalente au réseau HTA raccordé au transformateur HTB/HTA (groupes : réactance transitoire) Xd_{HTA} = Ω (ramené à la tension HTB)		

consultation

Le tableau de performance des protections en cas de défaut HTB pourrait être le suivant :

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} »
Défaut sur le réseau « amont » RPT (ouvrages lignes et transformateurs raccordés au poste RTE de raccordement)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21 /2N : 0.6s (zone 2) Z2 = valeur de réglage…	D1 (départ ligne)	0.7s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N : 250A – *T = 2.45s* Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, tc de neutre) DJ groupe pour 51V	2.8s
Défaut sur les jeux de barres RTE du poste HTB de raccordement (si piquage, traiter les deux postes encadrant A & B)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21/2N : 0.6s (zone 2)	D1 (départ ligne)	0.7s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N: 250A – T = 2.45s Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, tc de neutre) DJ groupe pour 51V	2.8s
Défaut sur la (les) liaison(s) de raccordement HTB (si piquage distinguer les 3 parties : Poste A RTE – piquage, Poste B RTE-piquage, piquage - Poste Client)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21/2N : 0.1s (zone 1) Z1 = …	D1 (départ ligne)	0.2s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N: 250A – T = 2.45s Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, t_c de neutre) DJ groupe pour 51V	2.8s
Défaut sur le réseau HTB de l'installation privée y compris le transformateur HTB / HTA				

consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} »
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	défaut franc sur barres ANSI 21– 0.07s (zone amont) Zamont = …	D1 (départ ligne)	200ms
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	défaut Transformateur Buchholz – 0.05s	D2 (transformateurs)	200ms
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	défaut franc sur barres ANSI 51 : 4000 A – 0.05s ANSI 51N : 1200 A – 0.05s	D1 (départ ligne)	
		défaut Transformateur ANSI 67N type 2 – 0.05s	D2 (transformateurs, tc de neutre)	
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	Pour mémoire : (découplage du site) ANSI 27 80% Un – T = 1000ms		1,1 s
Défaut sur le réseau interne du producteur, en aval du transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	…		
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	…		
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	…		

consultation

FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Condition d'application : Type B, C, D, à la maille de l'installation

FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Les échanges d'informations sont nécessaires pour une bonne intégration de l'installation de production dans le système électrique, et ceci aux différentes échéances de temps. Les informations échangées, qui dépendent de l'importance de l'installation de production et de sa participation aux services auxiliaires, doivent être compatibles et cohérentes avec les systèmes de téléconduite et de communication qu'utilise RTE avec les différents acteurs.

Description

Vérification de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations avec les performances spécifiées par RTE dans le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE et le cahier des charges comptage annexés à la convention de raccordement. Ces systèmes dédiés aux échanges d'informations concernent en particulier :

- le téléphone,
- le système de téléconduite, (TS, TM, télévaleurs de consigne)
- le système de comptage,
- les autres systèmes d'information définis dans le cahier des charges,

Si l'unité est soumise au dispositif de sauvegarde :

- le système d'alerte et de sauvegarde,
- le système de téléphonie de sécurité (STS)

Conditions particulières

Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de production.
Cette fiche constitue la première des trois étapes (fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE et le cahier des charges comptage annexés à la convention de raccordement.

Résultats (Producteur -->RTE)

Le producteur doit fournir à RTE:

- un plan qualité des équipements, associés aux systèmes dédiés aux échanges d'informations, précisant les dispositions retenues pour l'exploitation, la maintenance ainsi que le traitement des dysfonctionnements de ces équipements.

- un schéma qui représente l'architecture technique de ces systèmes : équipements de sécurité, de télécommunication et de téléconduite (matériels et logiciels) : connexions éventuelles avec le système d'information du Client

- une attestation de réalisation des systèmes dédiés aux échanges d'informations en conformité avec les cahiers des charges intégrant notamment les règles de sécurité définies par RTE. Cette attestation est à fournir en plusieurs étapes :
  - A la première mise sous tension du poste d'évacuation : pour le soutirage uniquement
  - A la première synchronisation : pour les téléinformations de l'installation de production.

Si l'unité est soumise au dispositif de sauvegarde :

- Pour l'accès définitif au réseau : ajout du système d'alerte et de sauvegarde et du STS

Ces documents sont à fournir par le producteur quelle que soit l'entreprise réalisant le raccordement au système de téléconduite et de télécommunication de RTE.

Critères de conformité

La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats »

consultation

FICHE I 1 : CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF

Condition d'application : unités synchrones type B, C, D

FICHE I 1 : CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF

Simulations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Toute unité de production raccordée au RPT doit avoir la capacité constructive de contribuer au réglage de la tension en produisant ou en consommant de la puissance réactive.

L'objectif est de vérifier la capacité constructive en réactif de l'unité de production au point de raccordement.

Description

Le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de production au point de raccordement doit être déterminé pour quatre ou cinq niveaux de puissance active.

	P1	P2	P3	P4	P5
Unité sans capacité FSM	$[P_{max\ unité}]$	0.8 $[P_{max\ unité}]$	0.5 $[P_{max\ unité}]$	0.2 $[P_{max\ unité}]$	$P_{min\ unité}$
Unité avec capacité FSM (réglage primaire uniquement)	$[P_{max\ unité}]$	P_{cmax} $(=P_{max\ unité}$ -RP)	0.5 $[P_{max\ unité}]$	P_{cmin} $(= P_{min\ unité}$+RP)	$P_{min\ unité}$
Unité avec capacité FSM (réglage primaire et secondaire)	$[P_{max\ unité}]$	P_{comax} $(=P_{max\ unité}$ -RP-Pr)	0.5 $[P_{max\ unité}]$	P_{comin} $(= P_{min\ unité}$ +RP+Pr)	$P_{min\ unité}$

Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise à vide, les diagrammes sont fournis pour les prises max, min et nominale du transformateur principal.
Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise en charge, les diagrammes sont fournis en considérant le fonctionnement automatique du changeur de prise du transformateur.

Conditions particulières

- L'installation de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier la capacité constructive de l'unité de production et les caractéristiques des transformateurs).
- Dans le cas d'une installation constituée de plusieurs unités de production, un domaine de fonctionnement [U;Q] est à fournir pour chaque unité de production en supposant les autres unités non démarrées.
- Dans le cas d'un transformateur partagé par plusieurs unités de production synchrones, un domaine de fonctionnement [U ; Q] est à fournir au stator de chacun des groupes ainsi qu'au point de raccordement en considérant tous les groupes démarrés.
- Le domaine de fonctionnement sera défini aux conditions nominales de refroidissement de l'unité de production et à la fréquence de 50 Hz.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Critères de construction des diagrammes UQ, *voir article 4.2.3 de la Documentation Technique de Référence*.
- Format du fichier informatique associé aux diagrammes conforme aux spécificités définies dans *l'article 4.2.3 de la Documentation Technique de Référence*

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des niveaux de puissance active et chacune des prises du transformateur principal spécifiées plus haut :

- les diagrammes définissant le domaine de fonctionnement [U, Q] de l'unité de production seront fournis (tracés des diagrammes sous format pdf et sous format numérique selon les spécifications décrites dans l'article 4.2.3 de la Document Technique de Référence),
- les limites, avec ou sans dispositif automatique de limitation notamment implanté dans le régulateur de tension, associés aux diagrammes seront précisés.
- les hypothèses et le modèle utilisé pour déterminer les diagrammes seront précisés et justifiés.

Les diagrammes comprendront les zones suivantes :

- une Zone de Fonctionnement Normale, dite ZFN. Cette zone correspond au domaine de fonctionnement normal de l'unité de production et de la tension réseau. Le fonctionnement dans cette zone est autorisé sans limite de durée.
- une Zone de Fonctionnement Exceptionnelle, dite ZFE. Cette zone, à l'extérieur de la ZFN, correspond aux domaines de fonctionnement exceptionnel de l'unité de production et de la tension réseau. A la différence de la ZFN, le fonctionnement dans cette zone est à durée limitée. Les durées de fonctionnement et les contraintes associées pour l'unité de production seront indiquées.

consultation

- Si le producteur souhaite souscrire un contrat de participation aux services système avec RTE :
  Une Zone d'Engagement Contractualisée dite ZEC à la maille de l'entité de Réglage de la tension. Cette zone correspond au domaine de fonctionnement normal de l'Entité de Réglage de la Tension et de la tension réseau. Le fonctionnement dans cette zone est autorisé sans limite de durée. Comme il s'agit d'un engagement contractualisé, le Producteur ne peut s'engager que sur une zone pour laquelle ont été prises en compte les incertitudes liées au réglage définissant les limites de ce domaine de fonctionnement ainsi que les incertitudes liées aux modèles de calcul utilisés pour les tracés.

Les limites prises en compte dans les diagrammes incluront notamment et le cas échéant :
- la limite de courant rotor (LIR),
- la limite d'échauffement des parties frontales ou limite de stabilité (LAI),
- la limite de courant stator en fourniture et en absorption (LIS),
- la limite d'induction (LIN),
- la limite de sous-excitation (UEL)
- la limite de surexcitation (OEL)
- les limites de tension stator haute et basse,
- les limites de tension réseau haute et basse,
- les limites de tension auxiliaire haute et basse

Si le transformateur principal est dédié à l'unité de production, les tracés des diagrammes seront réalisés avec :
- en abscisse la tension réseau au point de raccordement exprimée en kV
- en ordonnée la puissance réactive au point de raccordement exprimée en Mvar

Si le transformateur principal est partagé avec une ou plusieurs unité(s) de production, les tracés des diagrammes seront réalisés avec :
- en abscisse la tension au stator exprimée en kV
- en ordonnée la puissance réactive au stator exprimée en Mvar

Les caractéristiques et données suivantes seront mentionnées en légende pour chaque tracé :
- le nom de l'unité de production,
- la valeur de puissance de l'unité de production ainsi que celles des auxiliaires,
- les conditions de refroidissement retenues,
- les caractéristiques des transformateurs impactant le résultat : transformateur principal, éventuel transformateur de soutirage, … : n° de la prise et rapport U_{HTA}/U_{HTB} en vigueur,
- *le cas échéant :* les caractéristiques électriques des liaisons internes de l'installation,
- les domaines de fonctionnement en tension alternateur et auxiliaires.

Critères de conformité
- Pour le diagramme à [$P_{max\ unité}$] et à la prise nominale, le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de production doit *a minima* englober les points de fonctionnement A, B et C définis dans le CdC capacités constructives.
- Pour les diagrammes aux autres puissances et à la prise nominale, le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de production doit *a minima* englober les points de fonctionnement A' et C' définis dans le CdC capacités constructives.

consultation

FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS

Condition d'application: Type B, C, D

FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

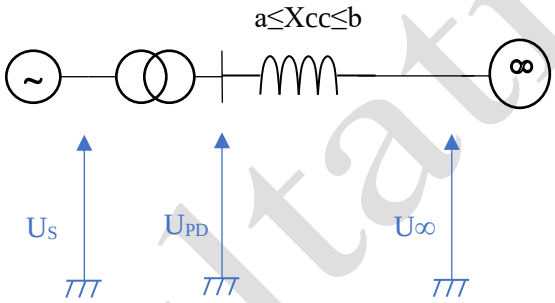
Objectifs

Pour toutes les configurations d'exploitation du réseau (réactance de liaison X_{cc} comprise entre a et b), l'unité de production doit rester stable quel que soit son régime de fonctionnement, dans les plages normales et exceptionnelles de tension et de fréquence, et quels que soient les niveaux de puissance active et réactive qu'elle produit.

Description

Modèle utilisé :

L'étude du comportement dynamique de la régulation de tension de chaque groupe ou installation et de la stabilité en petits mouvements est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau infini) au travers d'une réactance de liaison X_{cc} comprise entre a et b.



1. Evaluation de la robustesse :

Cas d'une unité de production de type D

Calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf. annexe 1 du présent cahier des charges) pour le point de fonctionnement $P=P_{max\ unité}$ Q=0 et U=Udim au point de raccordement ainsi que pour les trois points de fonctionnement suivants :

A : $P=P_{max\ unité}$, Q=0,32 $P_{max\ unité}$ et U=Udim

B : $P=P_{max\ unité}$, Q=0,3 $P_{max\ unité}$ et U=0,9Udim

C : $P=P_{max\ unité}$, Q=-0,35 $P_{max\ unité}$ et U=Udim

P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.

La valeur de la tension du réseau infini U doit rester dans les limites du régime exceptionnel. Au besoin, la puissance réactive de l'unité peut être modifiée pour respecter cette contrainte.

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST : L'évaluation de la robustesse est réalisée en supposant l'asservissement au RST hors service.

Cas d'une unité de production de type B ou C

Le calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf. annexe 1 du présent cahier des charges) n'est pas demandé. Une déclaration de performance concernant la tenue de la robustesse doit en revanche être fournie par le producteur.

2. Echelon de consigne du réglage primaire de tension :

Point de fonctionnement

Unité de production initialement à $P= P_{max\ unité,}$ Q=0 et $U=U_{dim}$ P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.

La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST : L'asservissement au RST est supposé hors service.

consultation

Evénement simulé
Echelon de +2 % de la consigne du réglage primaire de tension.

3. Echelon de la consigne RST Uref (si l'unité dispose d'un asservissement au RST)

Unité de production initialement à P= $P_{max\ unité}$, Q=0 et U= Udim. P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.
L'asservissement au RST est supposé en service. La consigne RST Uref initiale est déterminée par le point de fonctionnement de l'unité de production défini précédemment.

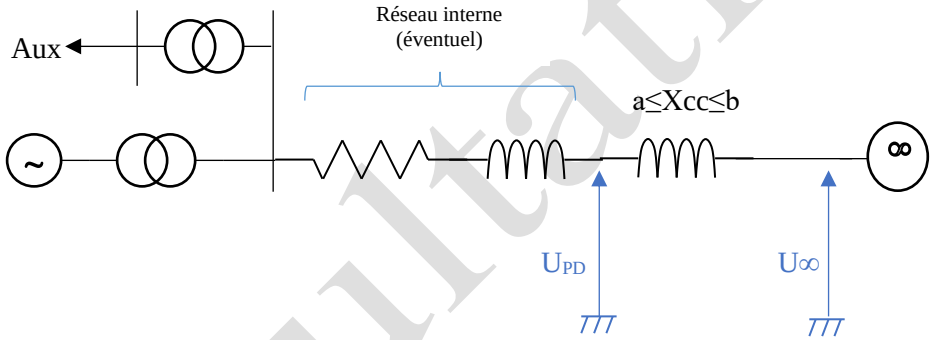
Evénement simulé :
Echelon de +1 % sur la consigne RST Uref de l'unité (ou de l'installation)

Conditions particulières

- La simulation est réalisée pour les deux valeurs extrêmes de réactance de liaison (X_{cc} = a et X_{cc} = b).

- L'unité de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier les protections de groupe, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système d'excitation et les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

unité synchrone (schéma réduit équivalent ou schéma complet)



- Le producteur peut démontrer le non déclenchement de l'installation par fonctionnement d'une protection en utilisant des outils de simulation.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Annexe 2 Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
[?] défini dans les CP

Rappel (cf. §3.7) :

- la réactance de liaison minimale a
- la réactance de liaison maximale b

Résultats (Producteur -->RTE)

1. Eléments à fournir

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Tension au point de raccordement,
- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Vitesse rotor,
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.
- Tension d'excitation
- Couple mécanique par turbine
- Sorties des boucles additionnelles des régulations de vitesse/turbine et de tension, OEL et UEL (limite excitation), limite courant stator, boucle stabilisatrice (PSS)

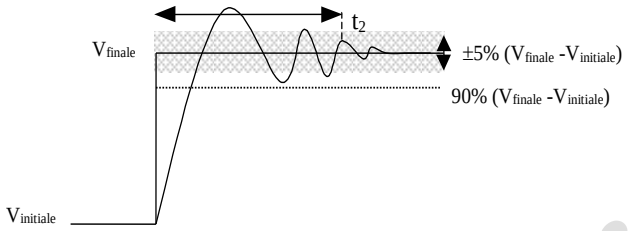
Consultation

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

2. Analyse à effectuer pour l'échelon de consigne du régulateur primaire

Les caractéristiques suivantes doivent être déterminées :

- Temps d'établissement t2 à ±5 % de la valeur finale (V correspondant à la grandeur asservie par le réglage primaire de tension et, suivant le type de régulateur de tension, égale à Q, ou $[U_{PROD}]+\lambda.[Q_{PROD}]=[U_{cons}]$, ou U_{stator})



- Ecart statique (noté ε%) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur primaire de tension et la consigne du réglage de tension :

$$\varepsilon_{\%} = 100\,\frac{V_{finale} - V_{consigne}}{V_{consigne}}$$

Cas d'une unité de production de type D

Les résultats des calculs des marges de stabilité et le modèle utilisé seront présentés.

Critères de conformité

1. Evaluation de la robustesse

Pour garantir une bonne robustesse, la régulation primaire de tension doit présenter pour l'ensemble des points de fonctionnement demandés :

- Une marge de module supérieure ou égale à 0,34 ;
- Une marge de module complémentaire supérieure à 0,33 ;
- Une marge de retard supérieure à 34 ms.

2. Echelon de consigne du réglage primaire de tension

Sur échelon de consigne de la régulation primaire de tension:

- Chaque groupe ou installation de production doit rester stable sur échelon de consigne (pas de perte de synchronisme et/ou pas de déclenchement sur une protection de groupe).
- Le temps d'établissement t2 doit être inférieur à 10 s
- ε% doit être inférieur à 0,2 %.

3. Echelon de la consigne RST Uref (Si l'unité dispose d'un asservissement au RST)

Sur échelon de la consigne RST Uref

L'unité de production doit rester stable (pas de perte de synchronisme et pas de déclenchement sur une protection de l'installation).

Consultation

FICHE I 3 : STABILITE SUR REPORT DE CHARGE

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE I 3 : STABILITE SUR REPORT DE CHARGE

Attestation ou Simulation pour une unité de type B
Simulation pour une unité de type C ou D
Dossier intermédiaire

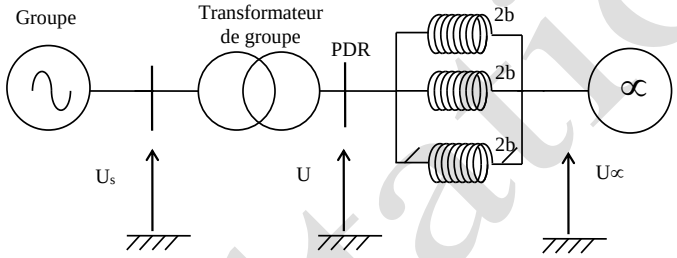
Objectifs

L'objectif est de vérifier que l'unité de production reste stable lors d'un report de charge de référence. Ce report de charge correspond à une variation de configuration du réseau.

Description

Modèle utilisé :

L'étude de stabilité sur report de charge est réalisée à l'aide d'un schéma simplifié du réseau où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau ⍰infini⍰) au travers de 3 lignes de réactance 2b en parallèle (voir figure suivante).



Evènement simulé :

Ouverture d'une ligne.

Conditions initiales de l'étude

La tension au point de raccordement et la fréquence sont à leurs valeurs normales (en exploitation) avant l'ouverture de la ligne.

L'étude doit être faite au point de fonctionnement P=[$P_{max\ unité}$], , Q=0 et U=[U_{dim}] au point de raccordement.
P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Cas d'une unité de production asservie au RST

- Cette simulation doit être réalisée avec l'asservissement au RST hors service.

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Sur le réseau interne de l'installation :

a. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (en particulier les auxiliaires, les protections de groupe, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système d'excitation et les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance, à minima.

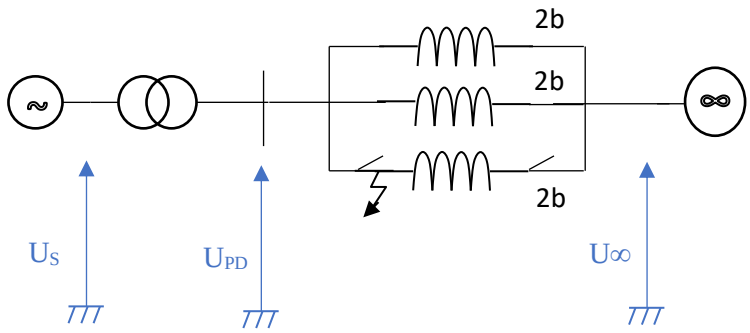
Cas d'une unité de production synchrone raccordée sur un niveau de tension inférieur au niveau de tension du point de raccordement

c. Réseau électrique interne

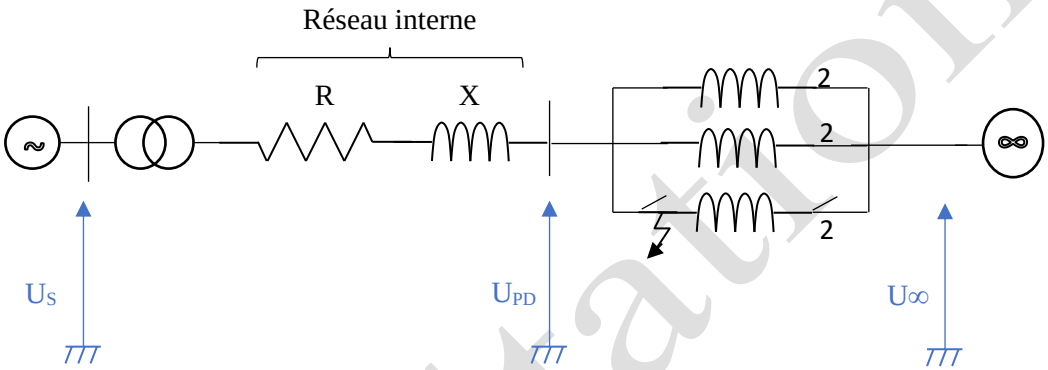
Il s'agit du réseau le plus impédant entre le Point de Raccordement et l'unité de production. Il est modélisé par une résistance et une inductance.

consultation

Cas général



Cas particulier (unité de production synchrone raccordée sur un niveau de tension inférieur au niveau de tension du point de raccordement)



R, X : impédance du réseau entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement

Le producteur peut démontrer le non déclenchement de l'unité de production par fonctionnement d'une protection en utilisant des outils de simulation.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Annexe 2 Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon

Rappel (cf. §3.6):

- la réactance de liaison maximale b

Résultats (Producteur -->RTE)

1. Eléments à fournir

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Tension au point de raccordement,
- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Vitesse rotor,
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis.. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

2. Analyse à effectuer

La donnée suivante doit être déterminée :

- Temps d'établissement de la puissance électrique à ±5 % de sa valeur finale.

Critères de conformité

- L'unité de production doit rester stable sur report de charge (pas de perte de synchronisme et/ou pas de déclenchement sur une protection de l'installation).
- Le temps d'établissement de la puissance électrique au point de raccordement à ±10% de sa valeur finale doit être inférieur à 5 secondes.

consultation

- Le temps d'établissement de la puissance électrique à ±5 % de sa valeur finale doit être inférieur à 10 secondes.

consultation

FICHE I 4 : STABILITE SUR COURT-CIRCUIT

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE I 4 : STABILITE SUR COURT-CIRCUIT

Attestation ou Simulation pour une unité de type B
Simulation pour une unité de type C ou D
Dossier intermédiaire

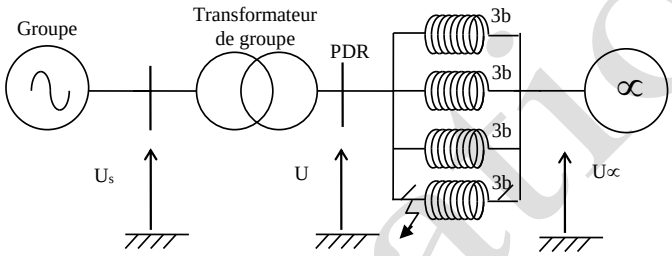
Objectifs

Il s'agit d'évaluer les risques de perte de stabilité et de découplage l'unité de production suite à un défaut triphasé (normalement éliminé) sur le réseau.

Description

Modèle utilisé :

L'étude de stabilité sur court-circuit est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau infini) au travers de 4 lignes de réactance 3b en parallèle (voir figure suivante).



Evènement simulé :

Défaut triphasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture des protections.

Conditions initiales de l'étude

La tension au point de raccordement et la fréquence sont à leurs valeurs normales (en exploitation) avant l'occurrence du défaut.

L'étude doit être faite au point de fonctionnement P=[$P_{max\ unité}$], , Q=0 et U=[U_{dim}] au point de raccordement.
P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST

- L'asservissement au RST est hors service.

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs normales après le défaut.

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

d. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (en particulier les auxiliaires, les protections de groupe, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système d'excitation et les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

e. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance, à minima.

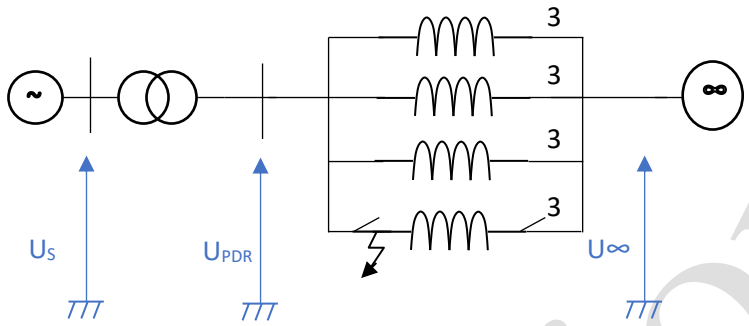
consultation

Cas d'une unité de production synchrone raccordée sur un niveau de tension inférieur au niveau de tension du point de raccordement

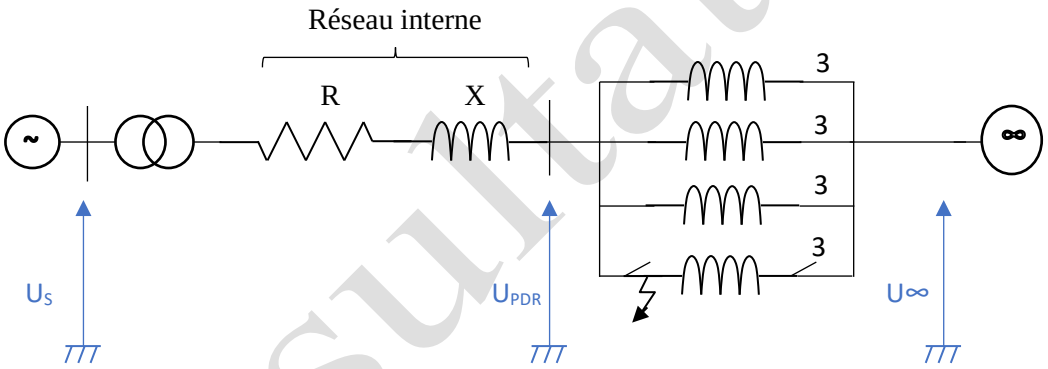
f. Réseau électrique interne

Il s'agit du réseau le plus impédant entre le Point de Raccordement et l'unité de production. Il est modélisé par une résistance et une inductance.

<u>Cas général</u>



<u>Cas particulier</u> (unité de production synchrone raccordée sur un niveau de tension inférieur au niveau de tension du point de raccordement)



R, X : impédance du réseau entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement

Le producteur peut démontrer le non déclenchement de l'installation par fonctionnement d'une protection en utilisant des outils de simulation.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Annexe 2 Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon

Rappel (cf. §3.6) :

- la réactance de liaison maximale [b]

Dans les Conditions Particulières

- [$T_{défaut\ simulé}$]

Résultats (Producteur -->RTE)

1. Eléments à fournir pour chacun des essais

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Tension au point de raccordement,
- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Vitesse rotor,
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.

consultation

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

2. Analyse à effectuer pour chacun des essais

- Temps d'établissement de la puissance électrique à ±5 % de sa valeur finale.
- Calcul du temps limite d'élimination des défauts à partir duquel le court-circuit n'entraîne pas la perte de stabilité (précision de 5 ms).

Critères de conformité

- L'unité de production doit rester stable (pas de perte de synchronisme et pas de déclenchement sur une protection de l'installation).
- Le rétablissement de la puissance doit être aussi rapide que possible : Après le retour de la tension au-dessus de 0,85 pu (U ≥ 0,85 pu), le temps d'établissement de la puissance électrique au point de raccordement à ±10% de sa valeur finale doit être inférieur à 5 secondes.
- Le temps d'établissement de la puissance électrique à ±5 % de sa valeur finale doit être inférieur à 10 secondes.

consultation

FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs

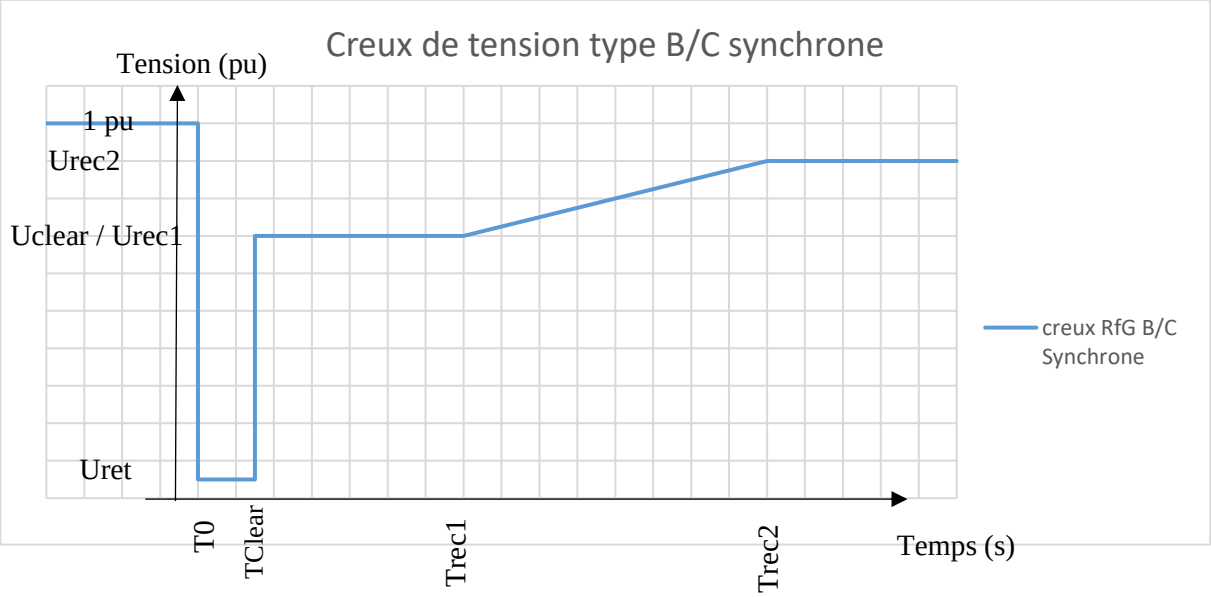
L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'unité de production est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable en cas de creux de tension, résultant d'un défaut sur le réseau.
Cette fiche est complémentaire aux fiches I4 et I7

Description

Gabarit de creux de tension

Pour tout creux de tension symétrique ou dissymétrique d'amplitude supérieure ou égale au gabarit ci-dessous (composante directe de la tension phase-phase donnée au point de raccordement de l'installation), l'unité de production ne doit pas déclencher. Seule la simulation d'un creux de tension triphasé est exigée dans cette fiche.

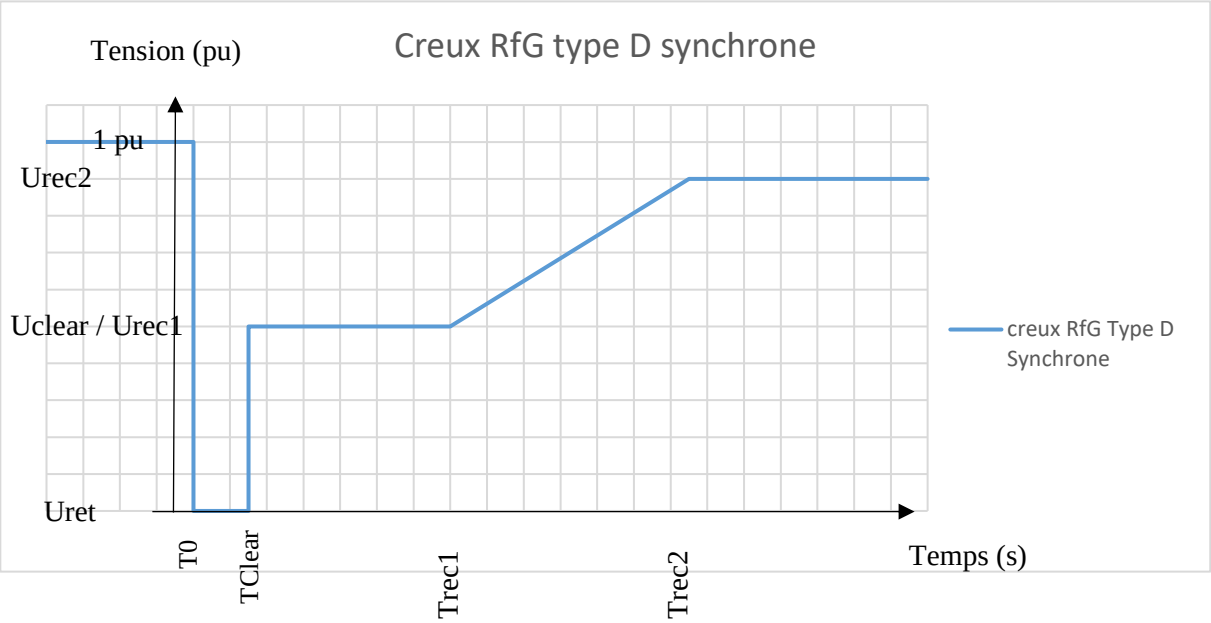
Condition d'application : Types B, C



Paramètres de tension (p.u)		Paramètres de temps (s)	
Uret	0.05	Tclear	0
Uret	0.05	Tclear	0.15
Uclear	0.7	Tclear	0.15
Urec1	0.7	Trec1	0.7
Urec2	0.9	Trec2	1.5

- creux de tension de 95 % pendant 150 ms (cas particuliers HTB1 200 ou 250 ms),
- palier à 0,7 U_n pendant les 550 ms suivantes (cas particuliers HTB1 500 ou 450 ms),
- retour linéaire à 0,9 U_n pendant les 800 ms suivantes.

Condition d'application : Type D



Paramètres de tension (p.u)		**Paramètres de temps (s)**	
Uret	0	Tclear	0
Uret	0	Tclear	0.15
Uclear	0.5	Tclear	0.15
Urec1	0.5	Trec1	0.7
Urec2	0.9	Trec2	1.35

- creux de tension de 100 % pendant 150 ms (cas particuliers HTB2 200 ou 250 ms),
- palier à 0,5 U_n pendant les 550 ms suivantes (cas particuliers HTB2 500 ou 450 ms),
- retour linéaire à 0,9 U_n pendant les 650 ms suivantes.

Les principales contraintes à étudier lors de l'apparition du creux de tension sont :

- la stabilité des unités de production,
- la tenue des auxiliaires sans déclenchement de l'unité,
- la Puissance active et réactive produite après le creux de tension.

Evènement simulé:

Sous-tension triphasée, préférentiellement générée en contrôlant l'impédance Zv du schéma du modèle électrique.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Conditions initiales de l'étude :

La fréquence est à sa valeur normale avant l'occurrence du creux de tension.
L'étude doit être faite au point de fonctionnement P=[$P_{max_unité}$], Q = 0 et U = [Un]
P est la puissance active de l'unité au point de raccordement, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.
L'apport en puissance de court-circuit du Réseau est modélisé par l'impédance de court-circuit calculée de la manière suivante :

$$Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$$

Niveau de tension de raccordement	HTB1	HTB2	HT3
Un	63 kV / 90 kV	225 kV	400 kV
Scc	Scc ref = 400 MVA	Scc ref = 1500 MVA	Scc ref = 7000 MVA
	Scc ref ou Scc minimale (fournie dans le CdC Protections) si Scc min < Scc ref		

Conditions particulières de l'étude :

- Le réglage primaire de tension est en service avec les paramètres définis par RTE

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST

- L'asservissement au RST est hors service.

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs initiales après le creux de tension.
(Pour la simulation relative au contrôle de conformité, la tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs normales dans un délai au plus égal à 5s).

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

g. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (en particulier les auxiliaires, les protections de groupe, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système d'excitation et les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

h. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, a minima.

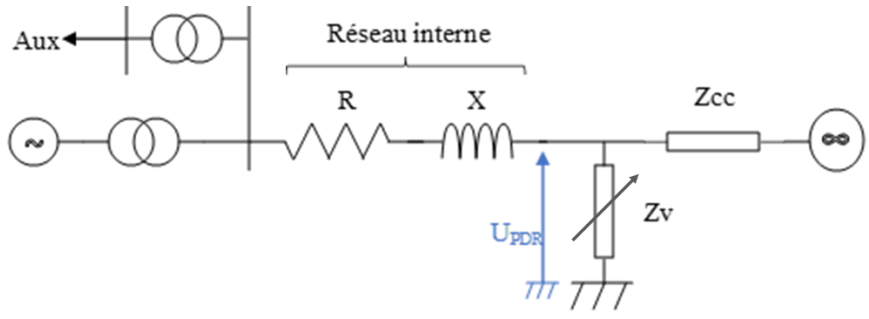
i. Réseau électrique interne

Il s'agit du réseau le plus impédant entre le Point de Raccordement et l'unité de production. Il est modélisé par une résistance et une inductance.

Le réseau public de transport :

Le réseau est préférentiellement modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement. Le creux de tension sera simulé à l'aide d'une impédance variable de défaut Zv au Point de Raccordement.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Le modèle électrique global sera donc schématisé comme suit (à adapter selon la configuration de l'unité) :



R, X : impédance du réseau entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement
Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant respectant le gabarit au Point de Raccordement
Zcc : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement. Elle peut être modélisée par une inductance dans le cadre

consultation

de la simulation.

Le producteur doit également vérifier la tenue des auxiliaires, alimentés par la tension du réseau, et s'assurer qu'ils sont insensibilisés au creux de tension.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- [Scc] (Scc ref ou Scc min issue du CdC Protections si Scc min < Scc ref)

Résultats (Producteur -->RTE)

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Puissance active P au point de raccordement,
- Puissance réactive Q au point de raccordement,
- Angle interne δ pour les machines synchrones,
- Vitesse de rotation de la machine,
- Tension au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension,
- Numéro de prise du transformateur principal,
- Valeur de Zv en fonction du temps.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport et doivent couvrir un temps de fonctionnement d'au moins 10 secondes après le début du creux de tension, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

En cas de non-respect du gabarit ci-dessus :

- Cas d'une unité synchrone perdant le synchronisme :
  - *L'unité tient au moins 3 tours électriques et se stabilise => OK*
  - *Présentation de l'adaptation des conditions initiales qui permettent de tenir le gabarit.*
  - *Présentation du gabarit de creux de tension que peut supporter l'unité (sur la base des conditions initiales de cette fiche) sans perdre le synchronisme et* ***description du réglage des protections limitant ce gabarit (le cas échéant).***

Réglages

La protection contre les sous-tensions (tenue aux creux de tension ou tension minimale spécifiée au point de raccordement) est réglée par le propriétaire de l'installation de production d'électricité conformément à la capacité technique la plus élevée possible de l'unité de production d'électricité.

Les réglages doivent être transmis à RTE par l'intermédiaire de la fiche E1.
Nota : ces réglages ne doivent pas conduire au découplage de l'unité dans une situation tellement dégradée qu'elle ne puisse pas réussir ensuite l'ilotage ou le recouplage rapide.

Critères de conformité

Les résultats de simulation (ou d'essai) et d'étude doivent permettre de garantir que l'unité de production supporte le gabarit de creux de tension et respecte ces critères :

- L'unité de production doit rester stable et couplée au réseau pendant et après le creux de tension (pas de perte de synchronisme et pas de déclenchement sur une protection de groupe). En cas de perte de synchronisme de l'unité synchrone, les critères de conformité sont ceux mentionnés dans la partie précédente sur les résultats (tenue de 3 tours électriques, présentation de l'adaptation des conditions initiales qui permettent de tenir le gabarit, présentation du gabarit maximale tenable et des protections limitant ce gabarit le cas échéant).Les auxiliaires doivent être « insensibilisés » au creux de tension.
- Le rétablissement de la puissance doit être aussi rapide que possible. Dès le retour de la tension au-dessus de 0,85 pu (U ≥ 0,85 pu), le temps d'établissement pour atteindre la valeur finale de la puissance électrique au point de raccordement à +/- 10% doit être inférieur à 5 secondes.

Dans le cas d'une attestation, le document doit spécifier que les critères de conformité précédent sont remplis.

consultation

consultation

FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS

Condition d'application : Type B, C, D (non obligatoire)

FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

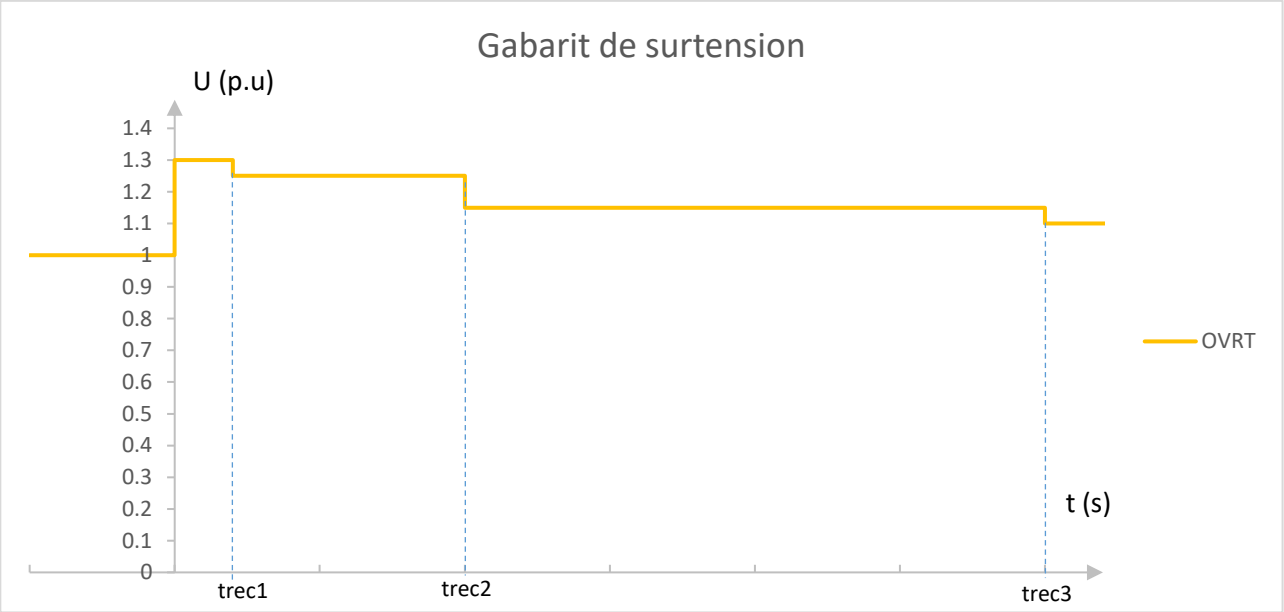
Objectifs

L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'unité de production est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable en cas de surtension, résultant de l'élimination d'un défaut sur le réseau. Cette fiche est complémentaire à la fiche I4 et I6.

Description

Gabarit de surtension

Pour toute surtension symétrique ou dissymétrique d'amplitude inférieure ou égale au gabarit ci-dessous (la tension phase-phase à la fréquence fondamentale donnée au point de raccordement de l'installation), l'unité de production ne doit pas déclencher. Seule la simulation d'une surtension triphasée est exigée dans cette fiche.



Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Urec1	***1.3***	***T0***	***0***
Urec1	***1.3***	***Trec1***	***0.05***
Urec2	***1.25***	***Trec2***	***2.5***
Urec3	***1.15***	***Trec3***	***30***

Les principaux éléments à étudier lors de l'apparition de la surtension sont :

- la stabilité de l'unité de production,
- le non-déclenchement de l'unité,
- la Puissance active et réactive produite après la surtension.

Evènement simulé:

Surtension triphasée, préférentiellement générée en contrôlant l'impédance Zv du schéma du modèle électrique.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Conditions initiales de l'étude :

La fréquence est à sa valeur normale avant l'occurrence de la surtension.

L'étude doit être faite au point de fonctionnement P=[$P_{max_unité}$], Q = 0 et U = [Un]

P est la puissance active de l'unité au point de raccordement, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

L'apport en puissance de court-circuit du Réseau est modélisé par l'impédance de court-circuit calculée de la manière suivante :

$$Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$$

Niveau de tension de raccordement	HTB1	HTB2	HT3
Un	63 kV / 90 kV	225 kV	400 kV
Scc	Scc ref = 400 MVA	Scc ref = 1500 MVA	Scc ref = 7000 MVA
	Scc ref ou Scc minimale (fournie dans le CdC Protections) si Scc min < Scc ref		

Conditions particulières l'étude :

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST, l'étude doit être réalisée dans les conditions suivantes :

- Cas d'un asservissement RST-Uref (RST commandé en consigne de tension): L'asservissement au RST est hors service
- Cas d'un asservissement RST-APR (RST commandé en niveau de réactif): L'asservissement au RST est en service (avec la consigne K.Qr constante).

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs initiales après la surtension.

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

j. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (en particulier les auxiliaires, les protections de groupe, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système d'excitation et les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

k. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance, à minima.

l. Réseau électrique interne

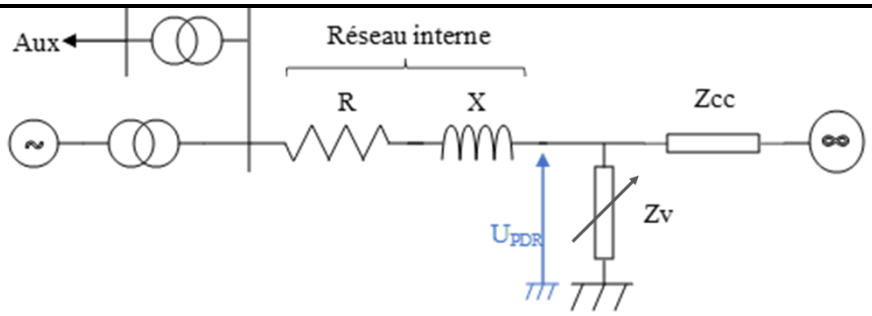
Il s'agit du réseau le plus impédant entre le Point de Raccordement et l'unité de production. Il est modélisé par une résistance et une inductance.

Le réseau public de transport :
Le réseau est préférentiellement modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement. Le creux de tension sera simulé à l'aide d'une impédance variable de défaut Zv au Point de Raccordement.

L''utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Le modèle électrique global sera donc schématisé comme suit (à adapter selon la configuration de l'unité) :

consultation



R, X : impédance du réseau entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement
Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant respectant le gabarit au Point de Raccordement
Zcc : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement. Elle peut être modélisée par une inductance dans le cadre de la simulation.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Résultats (Producteur -->RTE)

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Puissance active P au point de raccordement,
- Puissance réactive Q au point de raccordement,
- Angle interne δ pour les machines synchrones,
- Vitesse de rotation de la machine,
- Tension au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension,
- Numéro de prise du transformateur principal,
- Valeur de Zv en fonction du temps.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport et doivent couvrir un temps de fonctionnement d'au moins 10 secondes après le retour de la tension à sa valeur normale (Udim), et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

Réglages

La protection contre les surtensions est réglée par le propriétaire de l'unité de production d'électricité conformément à la capacité technique la plus élevée possible de l'unité de production d'électricité, tout en ne nuisant pas à la capacité de recouplage rapide ou d'ilotage.

Les réglages doivent être transmis à RTE par l'intermédiaire de la fiche E1.

Critères de conformité

L'attestation ou les résultats de simulation (ou d'essai) et d'étude doivent permettre garantir que l'unité de production supporte le gabarit de surtension et respecte ces critères :

- L'unité de production doit rester stable et continuer à fonctionner pendant et après la surtension (pas de perte de synchronisme et pas de déclenchement sur une protection de groupe, une protection du transformateur principal, ni des transformateurs machines).
- L'unité de production n'a pas été déconnectée du réseau par une protection interne à l'installation.
- L'unité de production retrouve sa production de puissance active aussi rapidement que possible.
- La fourniture de puissance réactive est cohérente avec le profil de tension supporté

consultation

FICHE I 8 : TENUE DE LA TENSION SUR VARIATION DE FREQUENCE

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE I 8 : TENUE DE LA TENSION SUR VARIATION DE FREQUENCE

Simulations
Dossier intermédiaire

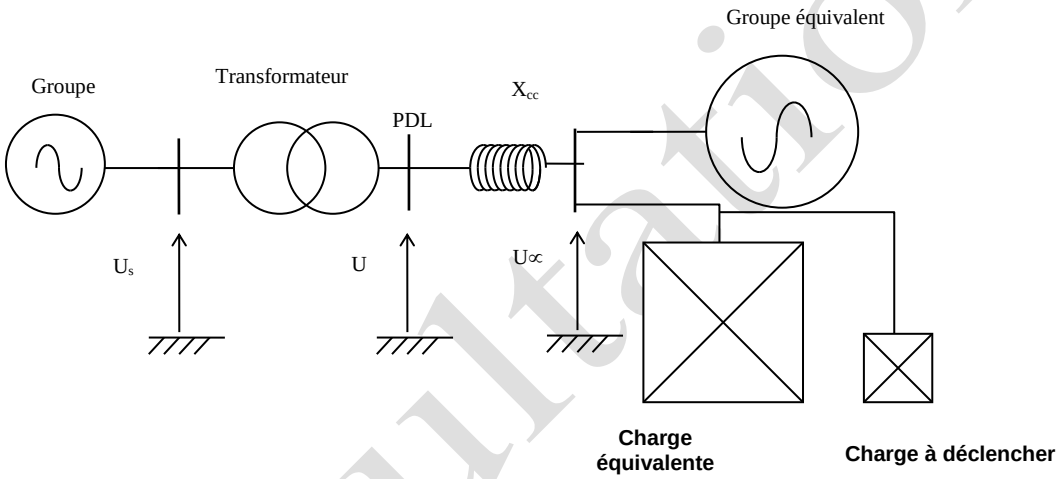
Objectifs

L'objectif est de vérifier que la tension aux bornes de l'unité de production reste bien réglée lors d'une variation importante de fréquence.

Description

Modèle utilisé :

L'étude de tenue de la tension sur variation de fréquence est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau très puissant de fréquence et de tension variable au travers d'une réactance de liaison X_{cc} = a.



- La charge équivalente est de 300 000 MW et est indépendante de la tension et de la fréquence
- La charge à déclencher est de 7 000 MW
- **Alternateur Groupe équivalent :**

  S_n = 340000 MVA
  P_n = 320000 MW
  R_s = 0.003 p.u.
  X_s = 0,18 p.u.
  X_d = 1,09 p.u.
  X'_d = 0,28 p.u.
  X''_d = 0,185 p.u.
  T'_d = 11,1 s
  T''_d = 0,073 s
  X_q = 0,65 p.u.
  $X »_q$ = 0,25 p.u.
  $T »_q$ = 0,11 s
  Aucune saturation ne sera prise en compte pour la modélisation du groupe équivalent.
  H = 8 MW.s/MVA

- Régulation de tension : $E_f/E_{fn} = (U_c-U_\infty)/ U_{\infty n} * 15/(1+0,3p)$

- **Turbine groupe équivalent :**

  P_n = 340000 MW
  régulation de turbine : $P/P_n = (P_o/P_n+1/0,2*Delta.f/f_n) /(1+2,5p)$

Point de fonctionnement :

L'unité de production est initialement à P= [$P_{max_unité}$], Q=0 et U=[U_{dim}]. La puissance active, P, est la puissance brute du groupe, la puissance réactive, Q, est la puissance réactive nette du groupe au point de raccordement, et la tension, U, est la tension au point

Consultation

de raccordement. La valeur de la tension du réseau infini U doit rester dans les limites du régime normal. Au besoin, la puissance réactive de l'unité de production peut être modifiée pour respecter cette contrainte.

Evénement simulé :

Déclenchement de la charge à déclencher conduisant à une hausse maximale de fréquence transitoire d'environ 250 mHz et à une hausse de fréquence en régime permanent d'environ 200 mHz

Conditions particulières

- L'unité de production est modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (en particulier les auxiliaires, les protections de groupe, le modèle de régulation de tension, le modèle du système d'excitation, les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine)
- Le réglage primaire de tension est en service avec les paramètres définis par RTE

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST

- L'asservissement au RST est hors service.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Résultats (Producteur -->RTE)

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.

Les grandeurs nécessaires à la vérification sont listées ci-dessous:

- Puissance active P au point de raccordement,
- Puissance réactive Q au point de raccordement,
- Vitesse de rotation de la machine,
- Tension au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

Critères de conformité

- Sur le transitoire, la grandeur régulée par le régulateur primaire de tension est maintenue à moins de 5 % de sa valeur de consigne.
- L'unité de production garde le synchronisme.

consultation

FICHE I 9 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS PAR INJECTION DE SIGNAUX

*[**Champ d'application :** toutes les installations]*

FICHE I 9: TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS PAR INJECTION DE SIGNAUX
Injection de signaux fictifs ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'objectif est de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements associés aux systèmes dédiés aux échanges d'informations avant la première injection de l'unité de production. **Cette fiche doit être réalisée en premier lors de la mise sous tension de l'installation du producteur**. Elle peut être réalisée lors de la mise en conduite. RTE recommande cependant d'anticiper au maximum la réalisation de cette fiche, notamment en menant les tests (dans la mesure du possible) dès la première étape du processus de notification opérationnelle. Cette fiche constitue la seconde des trois étapes (fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.
Description *[**Champ d'application :** le site n'est **pas** un site mixte]* Validation de la couche IP de communication entre le routeur de propriété et responsabilité producteur installé sur le site du producteur, et celui du centre de conduite RTE. *[**Champ d'application :** dans tous les cas]* Validation de la couche applicative, via l'échange de signaux fictifs entre le SCADA ou la passerelle de communication du producteur et le SCADA ou la passerelle de communication de RTE. Les signaux sont vérifiés à leur arrivée dans la passerelle de communication ou le SCADA cible. Chaque TI décrite dans le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE sera testée dans le respect des protocoles d'échange.
Conditions particulières L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE -->Producteur) Le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE annexé à la convention de raccordement.
Résultats (Producteur → RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échanges. La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ».

consultation

ANNEXE : Exemple de tableau utilisé pour la validation des TI.

Ce tableau pourra être utilisé lors des tests basés sur l'injection de signaux fictifs (fiche I9) ainsi que pour les tests basés sur des signaux réels (fiche F1).

					Etape essais signaux fictifs - Fiche I9				Etape essais en réel - Fiche F1			
Libellé court	Unité	Résolution	Interface bornier RTE		Producteur Valeur injectée		RTE	Validation de l'essai du Date (OK/NOK)	Producteur	RTE	Validation de l'essai du Date (OK/NOK)	Réserves / Commentaires
			Signal	Plage Mesure	Localisation	Valeur	Valeur reçue		Valeur	Valeur		
Domaine de rattachement de la TI												
Nom TI_1												
Nom TI_2												
…												

consultation

FICHE I 10 : RESEAU SEPARE

Condition d'application : Type C et D

Fiche I10 : réseau séparé

Simulations ou attestation
Dossier intermédiaire

Objectifs

L'objectif est de déterminer si l'unité est capable de fonctionner en réseau séparé. Elle doit pouvoir participer au maintien à l'équilibre des réseaux séparés suite à un incident ou pendant le processus de reconstitution.

Description

Modèle utilisé :

Pour chaque unité de production de l'installation, on considère un réseau séparé fictif de référence constitué par :

- L'unité de production considérée :
  - Point de fonctionnement initial [80 % de Pmaxunité ; Q =0 ; U=Udim ; f=50 Hz], Q étant la puissance réactive nette vue du réseau,
  - Est en réglage primaire de fréquence et tension
  - Le LFSM doit rester activé lors des simulations.
- Le réseau de transport ne sera pas modélisé.
- Consommation initiale :
  - C=[P=(80 % de Pmaxunité) ; Q=0],
  - Modélisation de la charge :

$$P(t) = P_0.\left(\frac{V(t)}{V_0}\right)^{\alpha} \quad Q(t) = Q_0.\left(\frac{V(t)}{V_0}\right)^{\beta}$$

P(t), Q(t) : Puissance active et réactive à l'instant t
V(t) : tension à l'instant t
P_0, Q_0 ,V_0 : Puissance active, réactive et tension à l'instant initial de la simulation

Rq : la charge ne dépend pas de la fréquence

Evénement simulé :

échelon de puissance active consommée de 10% de la Pmaxunité du l'unité de production accompagné d'une variation de puissance réactive avec 4% de Pmaxunité

Conditions particulières

- L'unité de production est modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (Fiche E1).
- La mise en œuvre des paramètres spécifiques « réseau séparé » de la régulation de vitesse, s'ils existent, doit être effectué et signalé à RTE
- La mise hors service des boucles stabilisatrices du régulateur de tension utilisant par exemple la puissance ou la fréquence, si elles existent, doit être effectuée et signalée à RTE

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Modèle de charge : : α=0, β=0

Résultats (Producteur → RTE)

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Les grandeurs nécessaires à la vérification sont listées ci-dessous:

- Puissance active P au point de raccordement,
- Puissance réactive Q au point de raccordement,
- Vitesse de rotation de la machine,
- Tension au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

Critères de conformité

L'unité de production objet de l'étude :

- Ne doit pas déclencher par ses protections.
- Doit conserver un fonctionnement stable sans oscillations de fréquence ou tension entretenues.

Consultation

- Doit maintenir à tout instant une fréquence du réseau séparé strictement supérieure à 49Hz, pour se prémunir de tout délestage fréquence-métrique de la consommation, lequel déstabiliserait le réseau séparé et pourrait provoquer son écroulement en fréquence.
- Doit maintenir à tout instant une fréquence du réseau séparé strictement inférieure à 51Hz.

FICHE I 15 : Etude harmonique

Condition d'application :

- Unités de type B, C, D (sur demande de RTE),

Fiche I15 : étude harmonique

Simulations ou attestation
Dossier intermédiaire

Objectifs

Les perturbations produites par l'unité de production, étudiées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites définies dans le cahier des charges des capacités constructives.

Description

Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont :

- Harmoniques en tension
  - Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) V_h en % du fondamental
  - Taux global d'harmoniques $THD_{tension} = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} V_h^2}$
  - Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} = \sqrt{\sum_{h=1}^{25} V_{2h}^2}$
  - Inter harmoniques (si étudiées) de 50 à 2500 Hz par défaut, 50 à 5000 Hz pour un raccordement HVDC

Conditions particulières

Si le client considère que son installation respecte les critères de conformité, le rapport d'étude peut se limiter à une attestation de conformité.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Les données ci-dessous sont définies dans l'article 8.3.2 de la DTR

- LIH
- hx_{LIMITE},
- THD_{LIMITE},
- $THD_{pair\ LIMITE}$,
- $interhx_{LIMITE}$

Résultats (Producteur → RTE)

Rapport d'étude décrivant :

- les scénarios étudiés (utilisation normale de l'unité de production, scénario de maintenance de transformateur/générateur/liaison…),
- les données d'entrée, (schéma unifilaire du raccordement, impédance fréquentielle et émission harmonique d'un générateur, PV d'essai des transformateurs de puissance, caractéristiques des liaisons…),
- les méthodes utilisées (calcul des facteurs d'amplification, prise en compte des émissions RTE, des émissions client…),
- les résultats obtenus (tracés des facteurs d'amplification, niveaux harmoniques, THDs et inter harmoniques au PDR…),
- la conformité des résultats obtenus.

Les simulations doivent couvrir le maximum de scénarios de fonctionnement du site.

Le rapport doit se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple)
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités)
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées

Consultation

Critères de conformité

Les grandeurs calculées doivent être inférieures aux seuils communiqués par RTE au client

Les grandeurs à vérifier sont :

- Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) : $V_h < hx_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques $THD_{tension} < THD_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} < THD_{pair\ LIMITE}$
- Inter harmoniques (si mesurées) $interhx < interhx_{LIMITE}$

consultation

FICHE I 17 : AMORTISSEMENT DES OSCILLATIONS

Condition d'application : Type D ≥ 75 MW

Fiche I17 : AMORTISSEMENT DES OSCILLATIONS

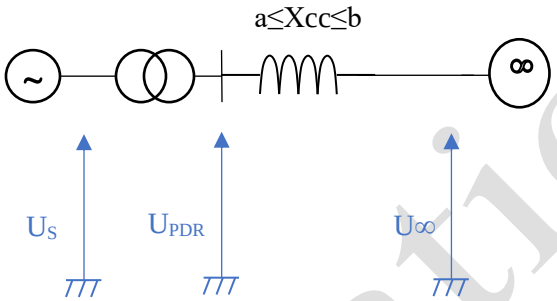
Simulations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Pour toutes les configurations d'exploitation du réseau (réactance de liaison Xcc comprise entre a et b), le PSS de l'unité de production doit apporter de l'amortissement quel que soit son régime de fonctionnement, dans les plages normales et exceptionnelles de tension et de fréquence, et quels que soient les niveaux de puissance active (entre Pmin et Pmax) et réactive qu'elle produit.

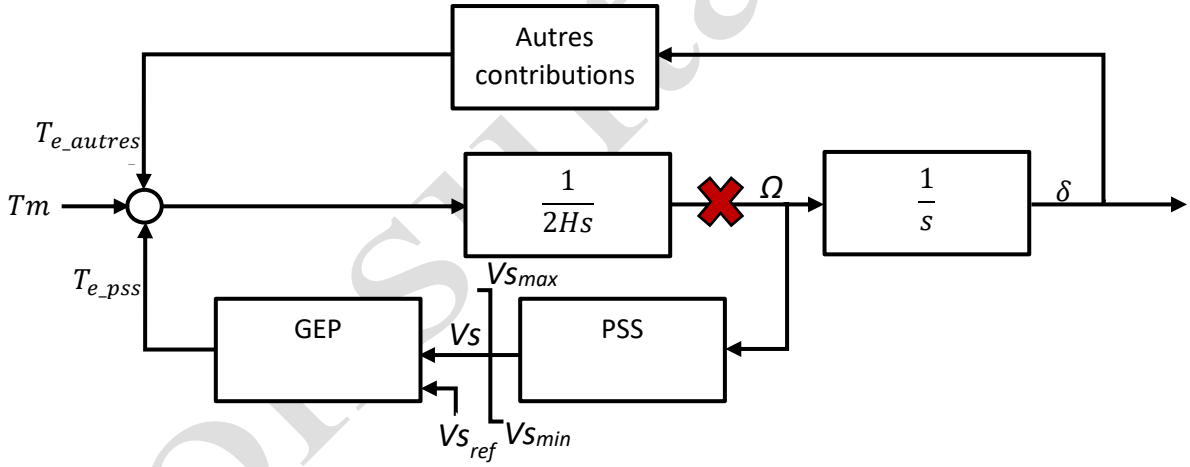
Description

L'étude de réglage du PSS est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau infini) au travers d'une ligne à impédance Xcc comprise entre a et b.



Réponses fréquentielles

Schématiquement, on peut représenter la machine synchrone et ses régulations de la manière suivante :



- T_{e_PSS} : couple électrique dû à l'action de la boucle PSS
- T_{e_autres} : couple électrique dû aux autres contributions de la machine synchrone et de son régulateur de tension
- T_e : couple électrique total de la machine synchrone. $T_e = T_{e_PSS} + T_{e_autres}$
- Tm : couple mécanique
- H : inertie
- s : opérateur de Laplace
- GEP : Generator, Exciter and Power system. Abréviation anglophone pour designer la fonction de transfert par laquelle agit le PSS. Cette fonction de transfert représente la régulation de tension, l'excitatrice, l'alternateur et le réseau électrique.
- PSS : Power System Stabilizer. Ici l'entrée est choisie arbitrairement comme étant la vitesse, mais d'autres entrées peuvent être utilisées.
- Vs : signal de sortie du PSS, limité par Vs_{max} et Vs_{min}
- Vs_{ref} : entrée se sommant au point de connexion de Vs avec le régulateur de tension. Cette entrée peut se confondre avec la consigne du régulateur primaire de tension si le signal Vs est connecté au même sommateur.

Pour certains des calculs de fonction de transfert ci-après, il est demandé d'éliminer la dynamique de l'arbre de la machine, ce qui revient à ouvrir le système au niveau de la croix rouge du schéma ci-dessus. Cela permet d'isoler la contribution du PSS dans le couple/la puissance électrique. Pratiquement, ceci peut être réalisé en considérant une inertie H=∞.

consultation

Simulations 1 à 12 : Les diagrammes de Bode (amplitude et phase) des fonctions de transfert suivantes seront fournis pour tous les cas définis dans les conditions initiales.

1. $\frac{T_e}{Vs_{ref}}$ avec les conditions suivantes :
   -élimination de la dynamique de l'arbre de la machine
   -PSS en boucle ouverte (non connecté à GEP)
2. $\frac{T_{e_pss}}{\Omega} = \frac{T_e}{Vs_{ref}} \cdot \frac{V_s}{\Omega}$ avec les conditions suivantes :
   -élimination de la dynamique de l'arbre de la machine
   -PSS en boucle fermée (connecté à GEP)
3. $\frac{V_s}{Vs_{ref}}$ avec les conditions suivantes :
   -modèle complet de la machine
   -PSS en boucle ouverte (non connecté à GEP)
4. $\frac{T_e}{Vs_{ref}}$ avec les conditions suivantes :
   -modèle complet de la machine
   -PSS en boucle fermée (connecté à GEP)
5. $\frac{T_e}{Vs_{ref}}$ avec les conditions suivantes :
   -modèle complet de la machine
   -PSS en boucle ouverte (non connecté à GEP)

En complément des diagrammes de Bode, il est demandé de fournir le tracé des lieux des racines du système (root locus en anglais) en indiquant la valeur minimum du gain menant à l'instabilité (pôle avec partie réelle nulle) pour chaque cas.
Le minimum de tous les gains menant à l'instabilité, calculés sur l'ensemble des cas, est appelé K_{max}.

La puissance électrique pourra être utilisée à la place du couple électrique pour l'évaluation des fonctions de transfert.

Réponses temporelles

Simulation 1 à 12 : les simulations suivantes doivent être réalisées pour tous les cas décrits dans les conditions initiales :

- Si Q=0 ou Qmin : échelon de +2% sur la consigne du réglage primaire de tension, avec PSS activé et PSS désactivé
- Si Q=Qmax : échelon de -2% sur la consigne du réglage primaire de tension, avec PSS activé et PSS désactivé

Une valeur différente de 2% peut être utilisée. Dans ce cas, la valeur retenue sera aussi utilisée pour les essais réels de la fiche F17.
Sur l'ensemble des simulations 1 à 12, si une instabilité est détectée (amortissement ≤ 0%) dans les simulations temporelles avec PSS désactivé, déterminer avec PSS activé le gain K_{PSS} minimum permettant de stabiliser les simulations. Ce gain est appelé K_{min}.
Ce gain sera nécessaire pour les essais de la fiche F17.

Simulation 13 : l'essai suivant doit être réalisé pour le cas 4 (P=Pmax, Q=0, Xcc= « b ») :
Baisse instantanée du couple mécanique de sa valeur initiale à 0.6 pu.
Pour ce test, la régulation de vitesse de la machine peut être remplacée par un couple mécanique constant.

Conditions initiales de l'étude

La tension au point de raccordement et la fréquence sont à leurs valeurs normales ($U_{PDR}=U_{dim}$ et 50 Hz).
L'étude doit être faite aux points de fonctionnement du tableau suivant :

Cas	P	Q	Xcc
1	Pmax	Qmax à Pmax	a
2	Pmax	Qmax à Pmax	b
3	Pmax	0	a
4	Pmax	0	b
5	Pmax	Qmin à Pmax	a
6	Pmax	Qmin à Pmax	b
7	Pminpss	Qmax à Pmin	a
8	Pminpss	Qmax à Pmin	b
9	Pminpss	0	a
10	Pminpss	0	b
11	Pminpss	Qmin à Pmin	a
12	Pminpss	Qmin à Pmin	b

Qmax=0.32 Pmax à Pmax et 0.3 Pmax à Pmin
Qmin=-0.35 Pmax à Pmax et -0.28 Pmax à Pmin
Pour les installations de pompage-turbinage, Pmin correspond à la puissance maximale en pompage.

consultation

Pminpss=Pmin, sauf si le producteur démontre que, pour des contraintes techniques justifiées, le PSS ne peut être activé qu'à partir d'une puissance supérieure Pmin.

Modélisation

L'unité de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier les protections de groupe, le modèle du régulateur de tension dont le PSS, le modèle du système d'excitation et les limitations associées, le modèle de régulation de vitesse et le modèle de la turbine). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

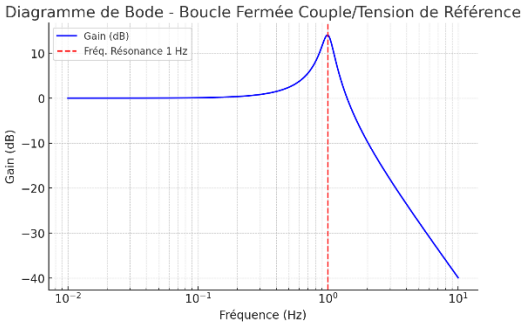
Résultats (Producteur -> RTE)

Si Pminpss>Pmin : rapport détaillé démontrant les contraintes techniques imposant que le PSS ne peut être activé que pour une puissance active Pminpss supérieure à Pmin.

<u>Réponses fréquentielles</u>

Tous les diagrammes des fonctions de transfert demandées seront fournis.

Fournir la fréquence Fmax. Celle-ci est déterminée à partir de l'obtention de la fréquence de résonance sur la fonction de transfert 5 ($\frac{T_e}{Vs_{ref}}$), pour le cas 4 (P=Pmax,Q=0,Xcc=b), comme dans l'exemple ci-dessous :



Fmax=max(2 Hz, fréquence de résonance obtenue ci-dessus + 1 Hz).

Ex : Si fréquence de résonance=1.5 Hz, Fmax=2.5 Hz.

Les diagrammes des fonctions de transfert 4 et 5 seront superposés.

Tous les diagrammes seront tracés à minima entre 10^{-2} Hz et 10 Hz, en utilisant une échelle logarithmique.

Les diagrammes seront transmis au format pdf et numérique (xls, csv ou comtrade).

<u>Réponses temporelles</u>

Les graphiques suivants sont demandés :

- Tension de consigne
- Tension stator
- Puissance active
- Puissance réactive
- Vs (sortie PSS)
- Tension d'excitation
- Vitesse de la machine

Pour chaque cas de simulation, les graphiques avec PSS activé et PSS désactivé seront superposés.

La plage de temps des courbes doit être suffisamment grande pour permettre d'observer leur amortissement. Les unités des grandeurs seront précisées.

Les graphiques seront transmis au format pdf et numérique (xls, csv ou comtrade).

Critères de conformité

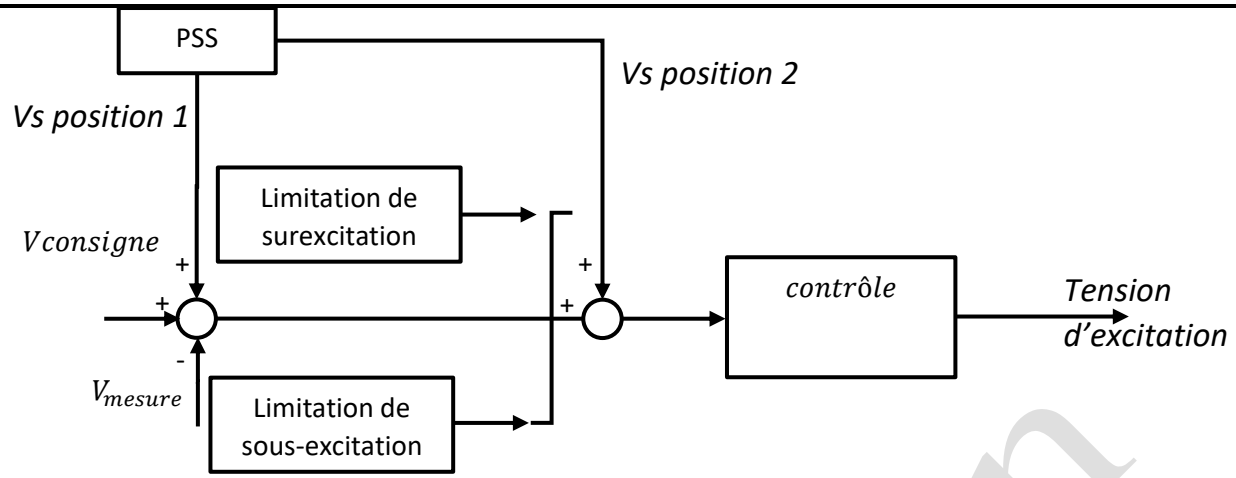
<u>Fonction PSS</u>

Si les limites du signal de sortie du PSS, Vs_{min} et Vs_{max}, sont inférieures à 5%, une justification détaillée et argumentée devra être fournie afin d'expliquer pourquoi elles ne peuvent pas être supérieures.

Si les constantes de temps des filtres passe-haut (washout en anglais) sont inférieures à 2 s, une justification détaillée et argumentée devra être fournie afin d'expliquer pourquoi elles ne peuvent pas être supérieures.

Si l'analyse du schéma de régulation de tension fournit dans la fiche E1 montre que le signal de sortie du PSS ne modifie pas la tension d'excitation lorsque le groupe fonctionne en limitation (limiteur de surexcitation, de sous-excitation, de courant stator, ...), c'est-à-dire que le PSS est inactif, une justification détaillée et argumentée devra être fournie afin d'expliquer pourquoi le choix a été fait d'avoir un PSS inactif dans ces conditions. A titre d'illustration :

Consultation



Lorsque le groupe est en limitation de sur ou sous excitation, si Vs est en position 1, le signal PSS est bloqué par le limiteur. Si Vs est en position 2, le limiteur n'a pas d'impact sur la transmission du signal PSS.

Réponses fréquentielles

Les phases des réponses fréquentielles des fonctions de transfert 2 : $\frac{T_{e_pss}}{\Omega} = \frac{T_e}{Vs_{ref}} \cdot \frac{V_s}{\Omega}$ doivent être comprises entre + 30º et -30° dans la bande de fréquence [$F_{min,}$ F_{max}], pour tous les cas de simulations. Si le respect de cette contrainte n'est pas possible ,pour des raisons de contraintes opposées entre la performance de la régulation de tension et le réglage du PSS notamment, le producteur devra le justifier et l'argumenter. Il devra aussi expliquer comment a été fait le choix de compensation de phase.
Le gain du PSS doit être inférieur à $K_{max}/3$ (marge de gain de 10 dB).
Si le gain du PSS est inférieur à $K_{max}/5$ (marge de gain de 14 dB), le calcul du gain du PSS sera justifié et argumenté afin de démontrer pourquoi le gain ne peut pas être plus élevé.
Le gain de la fonction de transfert 4 doit être inférieur à celui de la fonction de transfert 5.

Réponses temporelles

Simulation 1 à 12 : l'amortissement des courbes avec PSS activé doit être meilleur que les courbes avec PSS désactivé.
Le gain K_{min} doit être fourni si une instabilité est détectée dans les simulations avec PSS désactivé.
Simulation 13 : le groupe ne doit pas subir d'oscillations non amorties.

consultation

FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Condition d'application : Type B, C, D à la maille de l'installation

FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS
Essais réels ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'essai vise à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements de l'installation associés aux systèmes dédiés aux échanges d'informations. Cette fiche est à réaliser en premier. Elle constitue la troisième et dernière étape (fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.
Description La totalité de la chaîne dédiée aux échanges d'informations entre l'installation du producteur et le centre de conduite de RTE sera testée sur la base de signaux réels et dans le respect des protocoles d'échange. Chaque téléinformation décrite dans le cahier de charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE sera testée.
Conditions particulières Tous les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE → Producteur)
Résultats (Producteur → RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échange.

consultation

FICHE F 2: COUPLAGE AU RESEAU

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE F 2: COUPLAGE AU RESEAU

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Le couplage au RPT doit être assuré par un organe de coupure appartenant au producteur. Le couplage doit être possible dans la plage de fréquence 49 Hz – 51 Hz, et lorsque la tension au point de raccordement se situe dans une plage de tension correspondant au domaine normal de fonctionnement du réseau.

Dans le cas d'un couplage synchrone, l'unité de production ne doit être couplée au RPT que lorsque les conditions suivantes sont respectées :

- écart de fréquence inférieur à 0,1 Hz,
- écart de tension inférieur à 10 %,
- écart de phase inférieur à 10°.

Description

- **Essai 1 :** enclenchement du transformateur principal.
- **Essai 2 :** couplage de l'unité de production au réseau.
- **Essai 3 :** montée en puissance de $P_{min\ unité}$ à sa $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures) et maintien à cette $P_{max\ unité}$ pendant 15 minutes.
- **Essai 4** : baisse de puissance de $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures) à $P_{min\ unité}$ et maintien à $P_{min\ unité}$ pendant 15 minutes.

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- L'unité de production ne participe ni aux réglages primaire et secondaire de la fréquence, ni au réglage secondaire de la tension au moment des essais.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

S_{cc} du jour de l'essai : $S_{cc\ essai}$
$S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières

Résultats (Producteur → RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements des signaux temporels suivants pour chacun des essais :
  - Tension composée efficace au point de raccordement.
  - Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement.
  - Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement.
  - Vitesse

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz pour les essais 3 et 4, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.
Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour tous les essais:

- Pas de déclenchement lors des mises sous tension.
- Pour l'à-coup de tension au point de raccordement :
  - la limite acceptable de l'à-coup de tension, $lim_{à\text{-}coup}$ est égale à :

Condition d'application : Unité raccordée en HTB 1 ou 2
Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 5%
Si Scc min < [Scc de référence] : 5% . [Scc de référence]/ Scc min

Condition d'application : Unité raccordée en HTB 3
Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 3%

Consultation

Si Scc min < [Scc de référence] : 3% . [Scc de référence]/ Scc min

- A-coup de tension ΔU au point de raccordement le jour de l'essai :

  $\Delta U \leq lim_{à\text{-}coup} . S_{cc\ min} / S_{cc\ essai}$

  Avec $S_{cc\ essai}$= valeur de la puissance de court-circuit le jour de l'essai.

  $S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières

Pour l'essai 3 :

- L'unité réussit à monter en puissance sans perturbation de la tension (les enregistrements doivent corroborer cela).

Pour les essais 3 et 4 :

- la pente de montée ou de baisse de charge mesurée lors de l'essai est cohérente avec celle renseignée par le producteur pour chacune des configurations possibles dans la liste des données (fiche E1).

consultation

FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Condition d'application Type B,C,D

FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Essais réels
Dossier final

Objectifs
Les perturbations produites par l'unité de production, mesurées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites autorisées.

Description
Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité de production sont :

- Fluctuations rapides de la tension (flicker)
  - Valeur du Pst (tel que défini dans la publication CEI 61000-4-15)
- Déséquilibre
  - Taux de déséquilibre de la tension en %
- Harmoniques
  - Valeur des injections harmoniques (rangs 2 à 40) I_{hn} en A
  - Taux global d'harmonique = $?_g = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_{hn}^{\,2}} \cdot \frac{\sqrt{3}U_n}{S}$

    où U_n est la valeur de la tension nominale au point de connexion
    S est la puissance apparente maximale de l'unité de production tant que celle-ci reste inférieure à 5% de S_{cc}. Sinon elle est considérée égale à 5% de S_{cc}.

Conditions particulières
Les essais doivent être réalisés en coordination avec RTE, sur plusieurs jours afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'unité de production, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de charge, …).

Puissance de court-circuit au point de raccordement

Si la puissance de court-circuit du RPT au point de raccordement est inférieure à la [Scc de référence], les limites de perturbations de tension (à-coup, flicker et déséquilibre) indiquées ci-dessous dans le paragraphe **Critères de conformité** sont à modifier en les multipliant par le rapport entre la valeur de puissance de court-circuit de référence correspondante indiquée ci-dessus et la puissance de court-circuit effectivement fournie par le RPT au PDR et donnée par RTE.

Niveau de tension	HTB 1	HTB 2	HTB 3
Scc de référence	400 MVA	1500 MVA	7000MVA

Données d'entrée (RTE -->Producteur)
S_{cc} du jour de l'essai : $S_{cc\ essai}$
$S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières

consultation

Résultats (Producteur → RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements au point de raccordement de l'unité de production des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes (pour la tension, on considère les tensions composées).

Ces enregistrements doivent être réalisés sur plusieurs jours et être représentatifs d'un fonctionnement normal du site. Ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité de production n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes.
Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

consultation

Critères de conformité

Unité de production raccordée en HTB 1 ou HTB 2

- Papillotement : Pst_{max} = **1** (se référer aux conditions particulières ci-dessus si Scc min < Scc de référence)

papillotement au point de connexion le jour de l'essai :
Pst ≤ Pst_{max}. Scc min /Scc essai

- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = **1** % (se référer aux conditions particulières ci-dessus si Scc min < Scc de référence)

déséquilibre au point de connexion le jour de l'essai :
taux de déséquilibre ≤ taux de déséquilibre max . Scc min /Scc essai

- Harmoniques : courants harmoniques maximaux

$$I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	6,5	2	3
5 et 7	8	4	1,5
9	3	> 4	1
11 et 13	5		
> 13	3		

Taux global max : $\eta_{g\ max}$ = 8 %

Unité de production raccordée en HTB 3

- Papillotement : Pst_{max} = **0,6** (à modifier si Scc min < Scc de référence)

papillotement au point de connexion le jour de l'essai :
Pst ≤ limpapillotement . Scc min /Scc essai

- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = **0,6** % (à modifier si Scc min < Scc de référence)

déséquilibre au point de connexion le jour de l'essai :
taux de déséquilibre ≤ limdéséquilibre . Scc min /Scc essai

- Harmoniques : courants harmoniques maximaux

$$I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	3,9	2	1,8
5 et 7	4,8	4	0,9
9	1,8	> 4	0,6
11 et 13	3		
> 13	1,8		

Taux global max : $\eta_{g\ max}$ = **4,8** %

consultation

FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Condition d'application :

- Unités de type B, C, D (sur demande de RTE),

FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Essais réels
Dossier final

Objectifs
Les perturbations produites par l'unité de production, mesurées au point de connexion, ne doivent pas excéder les valeurs limites définies dans le cahier des charges des capacités constructives.

Prérequis :
RTE réalise une campagne de mesure au PDR, avec raccordement à vide et s'assure de la conformité des niveaux mesurés par rapport à ceux estimés dans l'étude RTE.

Description
Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont :

- Harmoniques en tension
  - Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) V_h en % du fondamental
  - Taux global d'harmoniques $THD_{tension} = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} V_h^2}$
  - Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} = \sqrt{\sum_{h=1}^{25} V_{2h}^2}$
  - Inter harmoniques (si mesurées) de 50 à 2500 Hz par défaut, 50 à 5000 Hz pour un raccordement HVDC

Conditions particulières
Les essais doivent être réalisés en coordination avec RTE, au moins pendant une semaine (nuit et jour), afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'unité de production, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de charge, …). Pour les ENR une phase de couplage découplage est requise. Si possible, ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes
Les mesures harmoniques sont réalisées conformément à la classe 1 de l'IEC 61000-4-7

Données d'entrée (RTE → Producteur)
Les données ci-dessous sont définies dans l'article 8.3.2 de la DTR

- hx_{LIMITE},
- THD_{LIMITE},
- $THD_{pair\ LIMITE}$,
- $interhx_{LIMITE}$

Résultats (Producteur → RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements au point de raccordement de l'unité des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes (pour la tension, on considère les tensions simples).

Ces enregistrements doivent être réalisés au moins pendant une semaine (nuit et jour) et être représentatifs d'un fonctionnement normal du site. Ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes.
Les enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

consultation

Critères de conformité

Le prérequis décrit dans les objectifs de la présente fiche doit être respecté.

Les grandeurs mesurées doivent être inférieures aux seuils calculés et communiqués par RTE au client selon le processus décrit dans l'article 8.3.2 de la DTR.

Les grandeurs à vérifier sont :

- Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) : $V_h < hx_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques $THD_{tension} < THD_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} < THD_{pair\ LIMITE}$
- Inter harmoniques (si mesurées) $interhx < interhx_{LIMITE}$

consultation

FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Condition d'application : Type C, D

FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Essais réels
Dossier final

Objectifs

En cas de déséquilibre entre puissance injectée et soutirée sur le réseau (aléas, montée de charge,…), toute unité de production participant au réglage fréquence-puissance doit adapter la puissance produite par dans un laps de temps suffisamment court, dans les proportions voulues et une durée suffisante.

Description

L'unité étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

- **Essai 1 : Cas d'une baisse de fréquence : vérification volume et maintien Rp et dynamique temporelle :** Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du régulateur de vitesse.
  Unité à la puissance P_{essai1} correspondant à la puissance maximale $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait la réserve primaire Rp

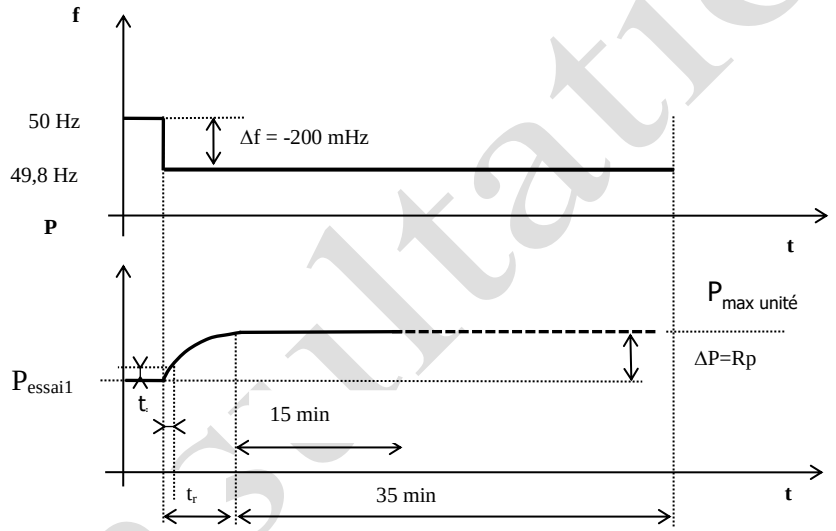


Figure 1

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de la réserve primaire Rp.

consultation

- **Essai 2 : Cas d'une hausse de fréquence : vérification volume et maintien Rp et dynamique temporelle** : Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du régulateur de vitesse.
  Unité à la puissance P_{essai2} correspondant à la puissance maximale $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures)

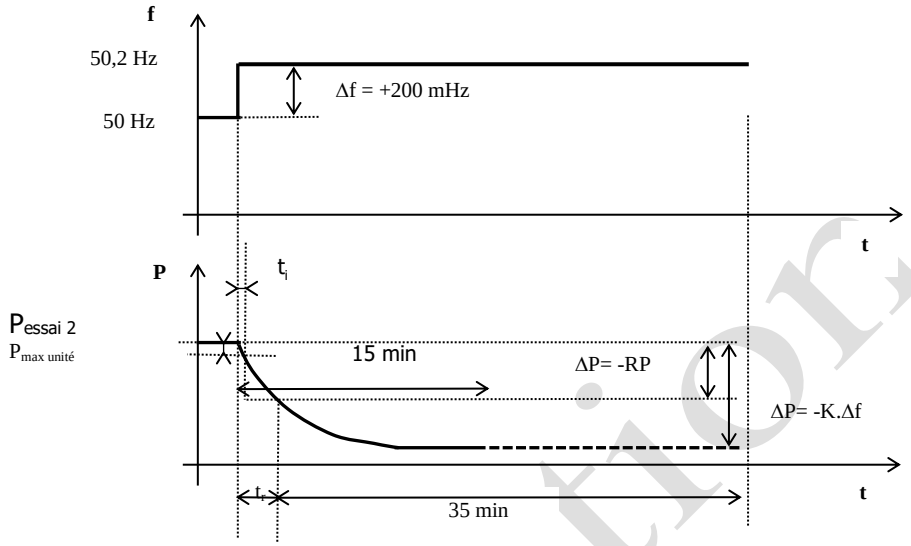


Figure 2

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % -RP.

- **Essai 3 : Cas d'une baisse de fréquence ; dynamique temporelle sur petit échelon** : Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 50 mHz au niveau du régulateur de vitesse pendant 5 minutes.
  Unité à la puissance P_{essai3} correspondant à la puissance maximale $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait la réserve primaire Rp

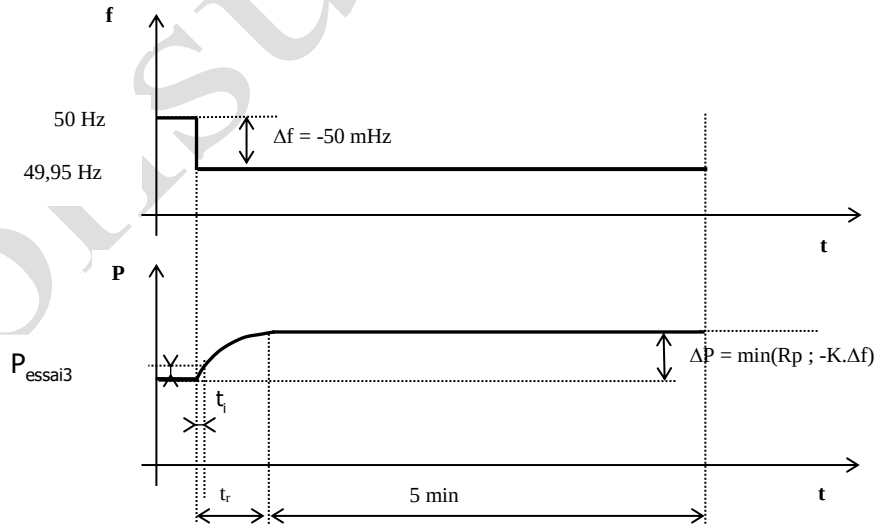


Figure 3

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de min(Rp ; -K.Δf).

- **Essai 4 : Cas d'une hausse de fréquence : dynamique temporelle sur petit échelon** Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 50 mHz au niveau du régulateur de vitesse pendant 5 minutes
  Unité à la puissance P_{essai4} correspondant à la puissance maximale $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures)

consultation

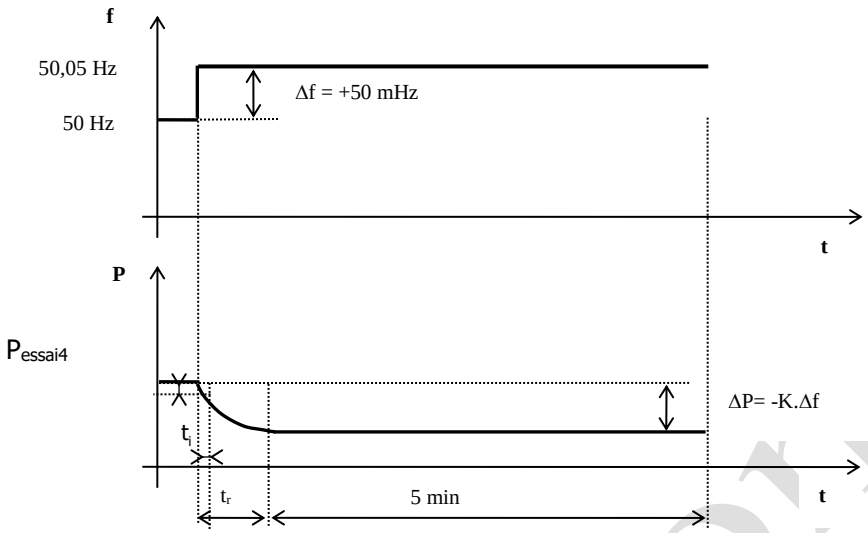


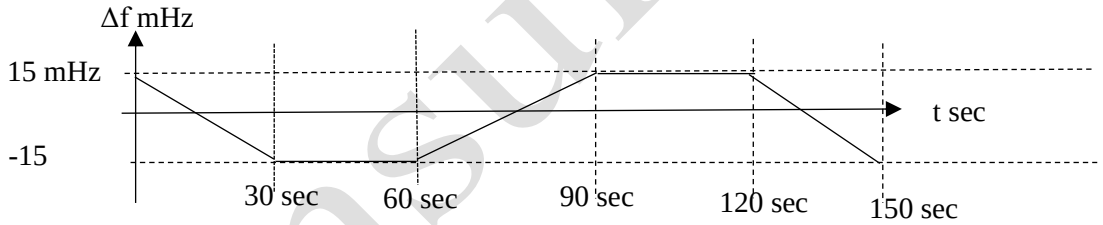
Figure 4

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci

t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de -K.⍰f.

- **Essai 5 : Cas d'une baisse de fréquence à $P_{min\ unité}$: vérification volume et maintien Rp et dynamique temporelle** : Injection artificielle d'un échelon de fréquence de Δf = - 200mHz pendant 15 minutes au niveau du régulateur de vitesse. L'unité est à sa puissance minimale $P_{min\ unité}$.
  Sur Demande RTE dans le cas d'une unité contrainte à $P_{min\ unité}$.
  Pour les autres unités une déclaration de conformité des essais sur la base des essais précédents sera demandée

- **Essai 6 : Vérification de l'absence de bande morte et de l'insensibilité :** Injection artificielle d'un profil de fréquence suivant le profil suivant :
  Unité à la puissance maximale $P_{max\ unité}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait la réserve primaire Rp.



Conditions particulières

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage primaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Pour les essais réalisés à $P_{max\ unité}$, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le producteur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette Pessai est supérieure ou égale à 70% Pmax
- L'unité de production ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.

Consultation

Données d'entrée (RTE → Producteur)
$Rp \geq Rp_{min}$ (cf. CdC capacités constructives)

Résultats (Producteur → RTE)

- K (MW/Hz)
- Rp (MW)
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_i,
- t_r
- ΔP
- P_{essai}
- $P_{maximum\ unité}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.
Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

De plus on calculera pour chacun des essais le gain K et le statisme ∂ du régulateur à partir de la valeur de ΔP mesurée dans les essais 1, 2, 3, 4 et 5 sauf si K.Δf > Rp et des formules suivantes :

$$K = \frac{P - P_{essai}}{f_n - f}$$

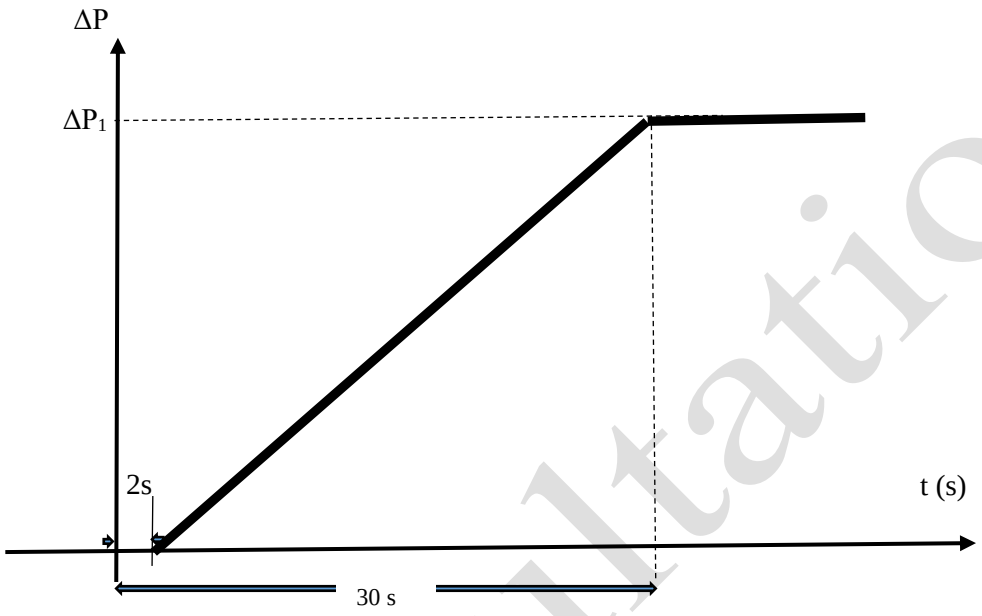
$$\partial = \frac{P_{\max\ unité}}{f_n} \cdot \frac{f_n - f}{P - P_{essai}}$$

consultation

Critères de conformité

Pour tous les essais 1, 2, 3, 4 et 5, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- $K_{min} < K\ (MW/Hz) < K_{max}$
- Forme d'onde non oscillante.
- Temps t_r inférieur à 30 s
- Temps t_i inférieur à 2 s (en cas de difficulté à mesurer t_i fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence).
  Un délai d'activation supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques
- La réponse en puissance active sera supérieure au gabarit ci-dessous pendant 95 % du temps, hors période temps d'activation.



ΔP_1 correspond à la variation de puissance de l'essai 1

Pour l'essai 1 :

- Variation ΔP ≈ Rp maintenue 15 min (après t_r).

Pour l'essai 2 :

- Variation ΔP ≤ -Rp maintenue 15 min (après t_r).

Pour les essais 1 et 2 dans le cas où la puissance n'était pas maintenue après 15 min, les phénomènes mis en jeu devront être explicités

Pour les essais 3, 4, 5 :

- Variation ΔP ≈ min(Rp ; -K.Δf) maintenue 5 min (après t_r).

Pour les essais permettant de calculer le gain K, les enregistrements doivent montrer que :

- K mesuré = K préréglé à ±5 % près.

Pour l'essai 6 :

- L'essai doit démontrer l'absence de bande morte.
- L'essai doit démontrer une insensibilité de la régulation primaire de fréquence < 10 mHz

consultation

FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Condition d'application : Type D

NB : Le producteur peut choisir de mettre en œuvre la fiche F5 ou F5-600. Cependant, à partir du 18 décembre 2024, les règles Services Système fréquence imposeront une rampe en 600 secondes au lieu de 800. La présente fiche ne devra plus être utilisée et seule la fiche F5-600 sera conservée.

FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La réponse en puissance de l'unité à une modification du niveau N du réglage secondaire de fréquence, doit être conforme aux engagements du producteur, en termes de quantité et de rapidité.

Description

L'unité de production étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

dans le cas d'une mise en service partielle : Pour les besoins de cette fiche, le terme $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale à chaque étape de mise en service partielle.

Pente normale

- **Essai 1 :** Unité de production à P_{essai1} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) à laquelle on soustrait la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes au niveau de la platine de téléréglage et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 2 :** Unité de production à P_{essai2} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.
- **Essai 3 :** Unité de production à $P_{min\ unité}$: Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 4 :** Unité de production à $P_{min\ unité}$ à laquelle on ajoute la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.

Essais en pente rapide : vérification volume pr et dynamique

- **Essai 5 :** identique à l'essai 1 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.
- **Essai 6 :** identique à l'essai 2 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.
- **Essai 7 :** identique à l'essai 3 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.
- **Essai 8 :** identique à l'essai 4 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.

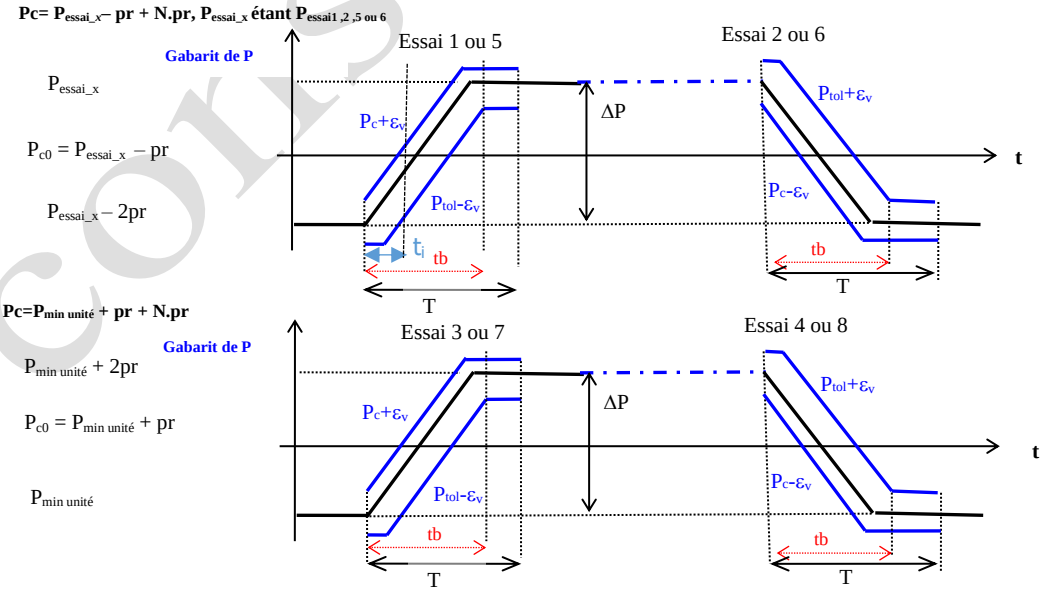


Figure 1

consultation

tb : temps de réponse au bout duquel la bande de réserve secondaire est libérée.
t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
ε_V : incertitude sur la mesure de puissance active
P_{tol} : P_c /(1+ T_{max} .p) (filtrage de la consigne par une constante de temps)
T : durée de la rampe augmentée de 100s

Conditions particulières

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage secondaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'unité ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- Pour les essais 1, 2, 5 et 6 : l'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est supérieure ou égale à 70% $P_{max\ unité}$.

consultation

Données d'entrée (RTE → Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- $pr \geq pr_{min}$ MW (cf. CdC capacités constructives)
- La constante de temps Tmax est égale à 20s.
- Le temps T est égal à la durée de la rampe augmentée de 100s.
- La valeur de ε_V est prise égale à ε_V = max (1MW, 5%Pr).

Résultats (Producteur → RTE)

- pr (MW)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Signal de niveau N injecté artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active au point de raccordement fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- T
- tb
- ti
- ΔP
- Pc±ΔP_V, Ptol±ΔP_V
- $P_{max\ unité}$
- Pc0
- $P_{min\ unité}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante analogue à la figure 1.
- Variation ΔP = 2.pr.
- Temps t_i inférieur à 2 s ;
  En cas de difficulté à mesurer t_i fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence.
  Un délai d'activation supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques
- Réserve libérée maintenue pendant la durée de l'essai.

Pour les essais 1, 3, 5 et 7 (rampes positives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes Pc + ε_V et Ptol - ε_V avec Pc= P_0 + N.Pr et Ptol =Pc/(1+Tmax.p)

Pour les essais 2, 4, 6 et 8 (rampes négatives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes Pc - ε_V et Ptol + ε_V avec Pc= P_0 + N.Pr et Ptol =Pc/(1+Tmax.p)

consultation

FICHE F5-600 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE (VERSION PENTE 600 SEC)

Condition d'application : Type D

NB : Le producteur peut choisir de mettre en œuvre la fiche F5 ou F5-600. Cependant, à partir du 18 décembre 2024, les règles Services Système fréquence imposeront une rampe en 600 secondes au lieu de 800. La fiche F5 ne devra plus être utilisée et seule la présente fiche sera conservée.

FICHE F5-600 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE (Version pente 600s)

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La réponse en puissance de l'unité à une modification du niveau N du réglage secondaire de fréquence, doit être conforme aux engagements du producteur, en termes de quantité et de rapidité.

Description

L'unité de production étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

dans le cas d'une mise en service partielle : Pour les besoins de cette fiche, le terme $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale à chaque étape de mise en service partielle.

- **Essai 1 :** Unité de production à P_{essai1} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) à laquelle on soustrait la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes au niveau de la platine de téléréglage et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 2 :** Unité de production à P_{essai2} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.
- **Essai 3 :** Unité de production à $P_{min\ unité}$: Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 4 :** Unité de production à $P_{min\ unité}$ à laquelle on ajoute la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.

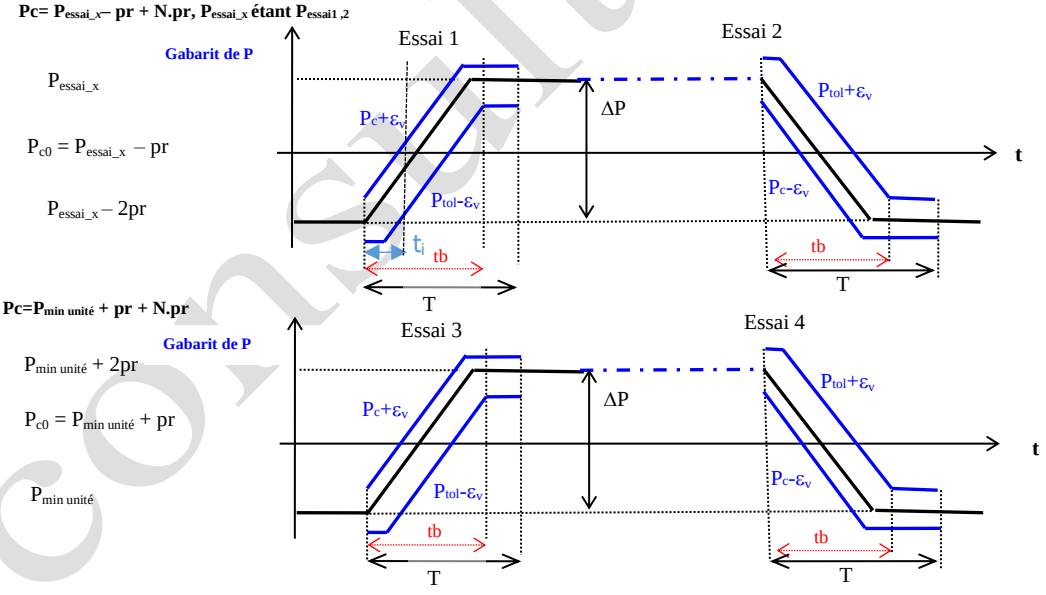


Figure 1

tb : temps de réponse au bout duquel la bande de réserve secondaire est libérée.
t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
ε_V : incertitude sur la mesure de puissance active
Ptol : P_C /(1+ T_{max} .p) (filtrage de la consigne par une constante de temps)
T : durée de la rampe augmentée de 100s

consultation

Conditions particulières

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage secondaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'unité ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- Pour les essais 1 et 2 : l'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est supérieure ou égale à 70% $P_{max\ unité}$.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- pr ≥ pr_{min} MW (cf. CdC capacités constructives)
- La constante de temps Tmax est égale à 20s.
- Le temps T est égal à la durée de la rampe augmentée de 100s.
- La valeur de ε_V est prise égale à ε_V = max (1MW, 5%Pr).

Résultats (Producteur → RTE)

- pr (MW)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Signal de niveau N injecté artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active au point de raccordement fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- T
- tb
- ti
- ?P
- Pc±?$_V$, Ptol±?$_V$
- $P_{max\ unité}$
- Pc0
- $P_{min\ unité}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante analogue à la figure 1.
- Variation ΔP = 2.pr.
- Temps t_i inférieur à 2 s ;
  En cas de difficulté à mesurer t_i fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence.
  Un délai d'activation supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques
- Réserve libérée maintenue pendant la durée de l'essai.

Pour les essais 1 et 3 (rampes positives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes Pc + ε_V et Ptol - ε_V avec Pc= P_0 + N.Pr et Ptol =Pc/(1+Tmax.p)

Pour les essais 2 et 4 (rampes négatives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes Pc - ε_V et Ptol + ε_V avec Pc= P_0 + N.Pr et Ptol =Pc/(1+Tmax.p)

Consultation

consultation

FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE

Condition d'application : Type C, D

FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Observation du réglage de fréquence lorsque l'unité est en réglage primaire de fréquence, et si l'unité a les capacités constructives de réglage secondaire de fréquence lorsqu'elle est en réglage primaire et secondaire de fréquence.
Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation (gain dissymétrique par exemple), les essais réalisés peuvent être adaptés afin de permettre de valider le fonctionnement de l'unité et si l'installation comporte plusieurs unités afin de permettre de valider le fonctionnement de l'ensemble des unités.

Description

L'unité couplée pendant huit heures.
Le fonctionnement global de l'unité au réglage de fréquence est contrôlé.
Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés :
Essai 1 : Passage de l'unité de hors FSM à en FSM (et réciproquement).
Essai 2 : Passage de l'unité de hors RSFP à en RSFP (et réciproquement).
Essai 3 : Perte (ou invalidité) du signal N et retour du signal N.
Essai 4 : Test de fiabilité pendant 8 heures

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Si l'installation comporte plusieurs unités : l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation.
- L'unité participe aux réglages primaire et secondaire de fréquence.
- Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'unité, par exemple pour une unité en fonctionnement de base : fonctionnement à $P_{max\ unité}$, à $P_{inter\ unité}$ et Minimum technique ou par exemple pour une unité en fonctionnement de pointe ou semi-base : couplage ; fonctionnement à $P_{max\ unité}$, puis minimum technique et découplage
- Les conditions de participation au réglage primaire doivent être conformes à celles choisies dans les fiches F4 et F5 (ou F5-600).
- Si l'unité participe au RST, la fiche F9 devra être réalisée sur la même période de fonctionnement.
- Les essais 1 et 2 doivent comporter plusieurs passages de l'état hors FSM (respectivement RSFP) à en FSM (resp RSFP) (et réciproquement) en laissant plusieurs minutes s'écouler entre chaque changement d'état.
- L'essai 3 doit comporter plusieurs passages en invalidité tout en laissant le signal invalide pendant 10 minutes lors de ces passages.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation primaire de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

- $Rp \geq Rp_{min}$
- $pr \geq pr_{min}$ MW

Résultats (Producteur → RTE)

- K (MW/Hz)
- Rp (MW)
- pr (MW)
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Si des interactions existent entre les différentes unités, celles-ci-seront décrites.

Grâce aux téléinformations disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'unité lors de l'évolution de la fréquence et si l'unité dispose des capacités de réglage secondaire examen par RTE de la réponse à l'évolution du signal N.

Critères de conformité

Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu.
Le comportement de l'unité doit être conforme aux exigences décrites dans les conditions générales.

- TS conformes à l'état de l'unité de production

Consultation

- K_{min} <K (MW/Hz) <K_{max}
- Bande morte fixée à 0 mHz
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence ≤10 mHz

Si l'unité dispose des capacités de réglage secondaire :

- Absence de variation de puissance lors de la perte du signal (essai 3)

FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF

Condition d'application : unités type B,C,D

FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La participation d'une unité de production au réglage primaire de la tension implique :

1. D'un point de vue dynamique, la capacité d'assurer au moins la stabilité en petits mouvements de l'alternateur.
2. La capacité de fourniture ou d'absorption de puissance réactive au point de raccordement dans l'intervalle [Q_{min} ; Q_{max}] ;
3. Le respect de la caractéristique statique de la loi de réglage U(Q) au point de raccordement contractualisée avec RTE.

L'objectif est de vérifier les trois points précédents.

Description

- **Essais 1 - dynamique du réglage primaire de tension:**
- **Essai 1.a – hausse :** Unité de production à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ unité}$ et Q = 0 au [point de consigne] dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de +2 % sur la consigne du réglage primaire de tension ou 10 à 20% de Pmax unité pour une régulation de tension type facteur de puissance.
- **Essai 1.b – baisse :** Unité de production à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ unité}$ et Q = 0 au [point de consigne] dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de -2 % sur la consigne du réglage primaire de tension ou 10 à 20% de Pmax unité pour une régulation de tension type facteur de puissance.

- **Essais 2 - limitation à Pmax unité :**
- **Essai 2.a - Qmin à Pmax unité :** Unité de production à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ unité}$ et maintien à Q = Q_{min} pendant 30 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 2.b - Qmax à Pmax unité :** Unité de production à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ unité}$ et maintien à Q = Q_{max} pendant 30 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

- **Essais 3 - limitation à Pmin unité:**
- **Essai 3.a - Qmin à $P_{min\ unité}$:** Unité de production à puissance minimale $P_{min\ unité}$ et maintien à Q = Q_{min} pendant 10 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 3.b - Qmax à $P_{min\ unité}$:** Unité de production à puissance minimale $P_{min\ unité}$ et maintien à Q = Q_{max} pendant 10 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

Pour les Essais 2.a, 2.b, 3.a et 3.b, la durée de l'essai pourra être étendue à 1 heure sur demande de RTE.

Sur demande de RTE, deux essais complémentaires à puissance intermédiaire pourront être réalisés :

- **Essais 4 – limitation à Pinter unité:**
- **Essai 4.a – Qmin à Pinter unité :** Unité de production à puissance intermédiaire comprise entre $P_{min\ unité}$ et $P_{max\ unité}$ et maintien à Q = Q_{min} au point de raccordement pendant 1 heure. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 4.b – Qmax à Pinter unité:** Unité de production à puissance intermédiaire comprise entre $P_{min\ unité}$ et $P_{max\ unité}$ et maintien à Q = Q_{max} au point de raccordement pendant 1 heure. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par paliers la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

Remarque pour les essais 1.a et 1.b :
Les échelons de consigne ne doivent pas entraîner un dépassement de la tension au point de raccordement au-delà de la plage normale.

Conditions particulières

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE, notamment pour le maintien de l'unité de production en fourniture et en absorption maximales de puissance réactive.
- ***Unité de type C, D:*** L'unité de production ne participe pas au réglage primaire et secondaire de fréquence (FSM en service mais transparente pour les petits mouvements, par exemple fonctionnement sur limiteur),
- ***Unité de type D:*** L'unité de production ne participe pas au réglage secondaire de tension.
- Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Loi de réglage U(Q) (cf. CdC capacités constructives) : type, paramètre et point de consigne
- Le nombre de palier de modification de tension de consigne sera défini avec RTE selon les conditions réseau, avec un minimum de 3 paliers.

consultation

Résultats (Producteur → RTE)

- Pour chacun des essais, enregistrement des signaux temporels suivants :
  - Tension efficace au point de raccordement,
  - Puissance réactive au point de raccordement,
  - Puissance active au point de raccordement,
  - Puissance active au point de consigne,
  - Puissance réactive au point de consigne,
  - Consigne du réglage primaire de tension injectée,
  - Grandeur asservie par le réglage primaire de tension,
  - Gain de réglage primaire,
  - TS « groupe en/hors butée UQ- » et TS « groupe en/hors butée UQ +»

Si la régulation de tension est de type facteur de puissance :

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension : tan phi

Si régulation de tension stator $U_{PROD}=U_{CONS}$:

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension : U_{PROD}
- Gain de réglage primaire : $G_{RPT} = U_{PROD}/U_{CONS}$

Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$:

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension égale $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD}$
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{CONS}$

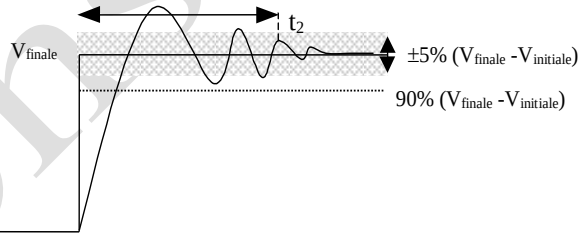
- Echantillonnage souhaité

Vision globale de chaque essai.
Echantillonnage minimum de 50 Hz pour les essais 1.a et 1.b
Echantillonnage minimum de 10 Hz pour les essais 2 à 4.

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

- Pour les essais 1a et 1.b, calcul des données suivantes : art 21.3.d
  - Temps d'établissement t2 à +/- 5 % de la valeur finale



  - Ecart statique (noté $\varepsilon'_{\%}$) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur de tension et la consigne du régulateur de tension : $\varepsilon'_{\%} = 100 \frac{V_{finale} - V_{consigne}}{V_{consigne}}$

- Pour les essais 2 à 4, fournir la nature et la valeur des limitations atteintes à Q_{min} et Q_{max}.

Critères de conformité

- Pour les essais 1.a et 1.b (échelons de consigne de tension) :
  - L'unité de production ne doit pas perdre la stabilité pour les essais d'échelon de consigne ;
  - Le temps d'établissement t2 doit être inférieur à 10 s
  - L'amortissement du régime oscillatoire de la puissance électrique doit être inférieur à 10 s ;
  - L'écart statique $\varepsilon'_{\%}$ doit être inférieur à 0,2 %.
  - La loi de réglage doit être vérifiée en régime établi (avant et après les échelons de consigne).
- Pour les essais 2 à 4 (fourniture et absorption maximales de puissance réactive) :
  l'unité de production peut fonctionner à Q_{min} et Q_{max} pendant 30 minutes à Pmax unité et 10 minutes à Pmin unité(ou 1h sur demande de RTE). Les valeurs de Q_{min} et Q_{max} doivent être conformes aux diagrammes [U, Q] fournis en réponse à la

consultation

fiche I1, et les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur ces mêmes diagrammes [U, Q]. La sortie des butées éventuellement atteintes doit s'effectuer en moins de 10s (à l'hystérésis près).

- Pour les essais avec une variation de puissance réactive :
  La loi de réglage est bien vérifiée avec la dynamique attendue, et le grain de réglage primaire est égale à 1 avec une tolérance de +/-5% hors période transitoire et de limitation.

consultation

FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Condition d'application : Type D

FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Vérifier et éventuellement calibrer la chaîne de commande du RST afin de valider le fonctionnement dynamique en RST U_{REF}.
La série de tests consiste à envoyer les commandes Uref par le centre de conduite RTE vers l'unité de production afin de vérifier la commandabilité de l'unité de production, ainsi que la dynamique du réglage.

Nota : RTE émet le signal Uref que le producteur traduit en Ucons

Description

L'unité de production est démarrée entre [Pmin unité] et [Pmax unité].

Application des commandes U_{REF}

Pour limiter l'effet des imprécisions de mesure sur les résultats, l'excursion du point de fonctionnement U/Q devra être suffisamment importante. Si nécessaire, RTE demandera d'ajuster le point de fonctionnement initial pour permettre cette excursion en modifiant la valeur de Ucons

- **Essai 1 mise en service du RST:** RTE envoie un signal U_{REF} égal à U_{CONS} initial, et demande la mise en service du RST, observation des données pendant au moins 5 minutes et jusqu'à stabilisation du point de fonctionnement.
- **Essai 2 non renouvellement Uref:** RTE ne renouvelle pas la commande U_{ref} .
- **Essai 3 rampe positive Uref:** augmentation de U_{REF} en appliquant une rampe variant à la vitesse 50% de V_0 jusqu'à variation de U_{REF} de 2%[Un], attendre 2min pour vérifier la stabilisation du point de fonctionnement
- **Essai 4 rampe négative Uref :** diminution de U_{REF} avec une rampe de 50% de V_0 jusqu'à variation de U_{REF} de -2%Un, attendre 2min pour vérifier la stabilisation du point de fonctionnement
- **Essai 5-TS de butées et vérification vitesse de variation maximale (dUcons/dt)max :** si les conditions d'exploitation du réseau le permettent,
  - 5-a) Depuis le point de fonctionnement atteint à la fin de l'essai 4, augmentation de U_{ref} en appliquant une rampe de 150% de V_0 jusqu'à atteindre une limite du diagramme et vérifier la montée de la TS butée UQ+. Rester 5min sur ce point de fonctionnement (unité de production en limitation).
  - 5-b) Puis diminution de U_{ref} en appliquant une rampe de -150% de V_0 jusqu'à atteindre une limite du diagramme et vérifier la montée de la TS butée UQ-. Rester 5min sur ce point de fonctionnement (unité de production en limitation).
  - 5-c) Puis augmentation de U_{ref} en appliquant une rampe de 150% de V_0 jusqu'à atteindre l'état initial de l'essai 5.
- **Essai 6 - Vérification des mises hors RST automatiques :**
  - 6-a) L'unité de production étant en RST, réception d'une valeur U_{REF} inférieure à $U_{CONSmin.}$ L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de production en RST.
  - 6-b) L'unité de production étant en RST, réception d'une valeur U_{REF} supérieure à $U_{CONSmax.}$ L'unité de production doit sortir du RST automatiquement en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de production en RST.

Conditions particulières

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Si la consigne est envoyée globalement pour l'installation, l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation.
- Les commandes U_{REF} sont envoyées par le centre de conduite RTE vers l'unité de production.
- Les variations de U_{CONS} et par conséquent de réactif ne devront pas entraîner un dépassement de la tension au point de raccordement au-delà de la plage normale.
- Le programme en actif n'est pas modifié.
  Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur de principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE

Données d'entrée (RTE -> Producteur)

- Vitesse [V0] de variation de Uref correspondant à l'estimation de la vitesse de variation de réactif de l'unité de production de 12%Qn/min.
  V0 sera communiquée par RTE le jour de l'essai.
- Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$, [⍰] sera mis à jour à partir des résultats de la fiche F7.

Données d'entrée (Producteur -> RTE)

- $U_{CONS\ min}$ et $U_{CONS\ max}$

Consultation

- $Q_n = \sqrt{{S_n}^2 - {P_n}^2}$
- Vitesse maximale de variation de la consigne $(dU_{CONS}/dt)_{max}$ en kV/min
- Vitesse maximale de variation de réactif $(dQ/dt)_{max}$ en Mvar/min.
- Diagrammes (U,Q)

Résultats (Producteur -->RTE)

Enregistrements temporels des signaux suivants :

- Consigne RST U_{REF}.
- Tension efficace U_{PROD}.
- Puissances active et réactive P_{PROD}, Q_{PROD}.
- Consigne U_{CONS} du régulateur primaire de tension.

et des télésignalisations suivantes :

- TS PART.RST « RST/ Hors RST ».
- TS « groupe en/hors butée UQ- », TS « groupe en/hors butée UQ+ »

Si régulation de tension stator $U_{PROD}=U_{CONS}$, restitution des signaux suivants :

- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension : U_{PROD}
- Gain de réglage primaire : $G_{RPT} = U_{PROD}/U_{CONS}$
- Gain : $G = U_{PROD}/U_{REF}$

Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$, restitution des signaux suivants :

- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension égale $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD}$
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{CONS}$
- Gain : $G = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{REF}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Ces enregistrements doivent correspondre aux grandeurs non filtrées, et se distinguent des télémesures transmises à RTE (cf. §3.1.5).

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

- Absence de variation de la tension lors de la mise en ou hors service du RST
- L'unité de production doit rester stable quelle que soit la variation de la consigne RST
- Télésignalisations « En/Hors RST »conformes à l'état de fonctionnement de l'unité de production.
- Le gain G est constant et égal à 1 (tolérance +/-10%), quand la vitesse de variation de la consigne RST U_{REF} ne dépasse pas $(dUcons/dt)_{max}$
- Le gain G_{RPT} est constant et égal à 1 (tolérance +/-5%).
- **Essai 2** : Vérification du maintien du point de fonctionnement et du maintien de l'unité de production en RST
- **Essais 3,4 et 5 :**
  - Quand la vitesse de variation de la consigne RST U_{REF} ne dépasse pas $(dUcons/dt)_{max}$, la dynamique attendue est celle du réglage primaire de tension. Le retard dans l'application des commandes U_{REF} respecte les exigences sur le délai d'application de commande.
- **Essai 5** :
  - L'unité de production reste en RST lors de l'atteinte des butées UQ+/UQ-
  - Les entrées et sorties des limitations atteintes doivent entrainer un changement d'état des TS correspondantes en moins de 10s (à l'hystérésis près). Ces TS doivent être stables;
  - Les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur les diagrammes [U, Q]...
  - La mesure (dUcons/dt)=(Ucons final-Ucons initial)/durée est conforme à la valeur (dUcons/dt)max déclarée par le producteur et la mesure $(dQ/dt)=(Q_{final}-Q_{initial})$/durée ≥ 12% Qn/min
- **Essai 6** : l'unité de production sort automatiquement du RST

Consultation

FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Condition d'application : Type D

FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Observation du réglage secondaire de tension lorsque l'unité de production est en réglage secondaire de tension en U_{REF}.

Description

L'unité de production couplée pendant huit heures.
Le fonctionnement global de l'unité de production de production en réglage secondaire de tension est contrôlé.
Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés :

Essai 1 :

Passage de l'unité de production de hors RST à en RST (et réciproquement).

Essai 2 :

- 2-a) L'unité de production étant en RST, le producteur doit modifier la consigne du régulateur primaire de tension U_{CONS}. L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de production en RST.
- 2-b) Réception par l'unité de production d'un U_{REF} invalide
  - 2-b-1) RTE envoie un U_{REF} invalide. L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Quand le signal Uref redevient valide, l'unité de production se remet automatiquement ou manuellement en RST, selon le fonctionnement convenu avec RTE.
  - 2-b-2) Le producteur simule une « coupure de fil ». L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Quand le signal Uref redevient valide, l'unité de production se remet automatiquement ou manuellement en RST, selon le fonctionnement convenu avec RTE.

Essai 3 :

Test de fiabilité

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Si la consigne est envoyée globalement pour l'installation, l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation.
- L'unité de production participe aux réglages primaire et secondaire de tension.
- Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'unité de production : couplage ; fonctionnement à P > 75% [Pmax unité], à des puissances intermédiaires et découplage.
  Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur de groupe ou principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE.

Données d'entrée (Producteur -->RTE)

Mêmes données que pour la fiche F8

Résultats (Producteur -->RTE)

Rapport d'essai décrivant les évènements survenus
Grâce aux télémesures disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'unité de production lors de l'évolution de U_{REF}.

Critères de conformité

Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu :
Le comportement de l'unité de production doit être conforme aux exigences décrites dans le § 3.1.5

- TS conformes à l'état de l'unité de production.
- Sorties, entrées et maintien en RST conformes à la spécification, en fonction des évènements survenus pendant l'essai (commande invalide, non renouvellement, ….)

Consultation

FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE F10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O

Simulation ou Essais réels ou Attestation de conformité
Dossier final

Objectifs du test
L'objectif de ce test est de vérifier que l'unité est bien conforme au présent cahier des charges concernant la baisse de puissance sur augmentation de fréquence.

Description du test (pour l'essai)
L'unité de production étant couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :
La valeur $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale (en fonction des conditions extérieures)
La valeur $P_{min\ unité}$ correspond à la puissance minimale identifiée dans la fiche E1.

- **Essai 1 :** Injection artificielle pendant 10 minutes d'un échelon de fréquence Δf_{essai1} au niveau du contrôle-commande de façon à obtenir un ΔP de 20 % $P_{max\ unité}$,

  Ex : Δf_{essai1} = 0,7 Hz avec un statisme de 5 % et une activation à f = f_1

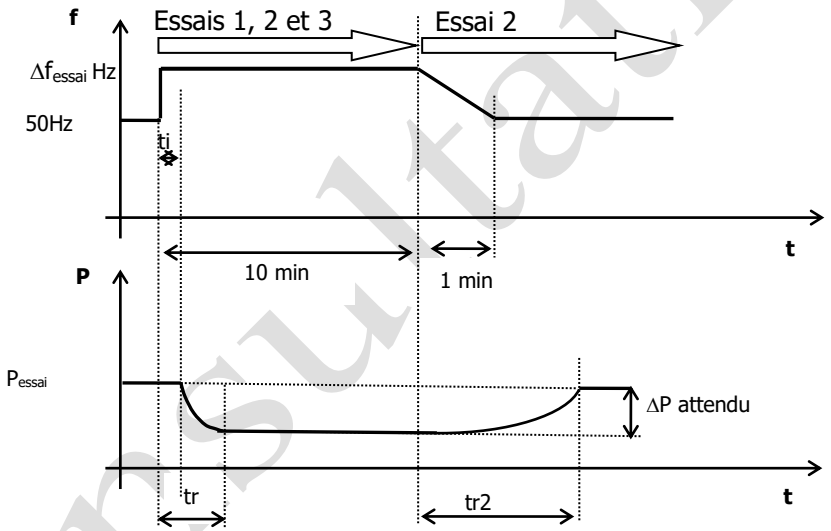


figure 1

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue.
t_{r2} : temps de réponse au bout duquel l'unité retrouve 95% de la valeur de puissance avant incident.

- **Essai 2 :** idem essai 1 avec un échelon de fréquence Δf_{essai2} équivalent à une commande de réduction de puissance jusqu'à $P_{min\ unité}$ puis retour linéaire à 50 Hz en 1 minute.

  ΔP attendu = baisse de puissance jusqu'à $P_{min\ unité}$

- **Essai 3 :** idem essai 1 avec un échelon Δf_{essai3} visant une puissance inférieure à $P_{min\ unité}$

consultation

Conditions particulières

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Pour les essais réalisés à $P_{max\ unité}$, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le producteur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette P_{essai} est supérieure ou égale à 70% Pmax
- Dans le cas d'unités de production synchrones identiques, l'essai pourra être réalisé sur une seule unité de production
- *Cas de l'hydraulique* : Si l'aménagement est contraint hydrauliquement, les essais seront adaptés pour tenir compte de ΔPmax_LFSM, définissant la variation de puissance maximum que l'unité peut tenir pendant 10 minutes en tenant compte des contraintes hydrauliques liées à l'unité et à l'aménagement. Cette valeur sera précisée par le producteur. La valeur et l'implémentation de l'écrêtage mis en service pour limiter la participation et protéger l'unité et l'installation seront précisés.
  A défaut de valeur précisée, pour les aménagements non contraints, ΔPmax_LFSM sera considéré égal à 100% de $P_{max\ unité}$

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Valeur du seuil (réglable) : 50,2 Hz (f_1)
- Valeur du statisme réglable : Δ_{LFSM} 5% ou valeur de statisme correspondant au FSM

Données d'entrée (Producteur-->RTE)

- *Cas d'une unité de production hydraulique* : ΔPmax_LFSM

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1:

- Consigne injectée artificiellement dans le dispositif
- Puissance active fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_r,
- ti
- t_{r2}
- ΔP
- Δf_{essai1} ; Δf_{essai2} ; et Δf_{essai3}

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 1 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

consultation

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- t_i doit être inférieur à 2 s.
  En cas de difficulté à mesurer t_i fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence.
  Un délai d'activation supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques

- Variation ΔP = ΔP attendu ou ΔP = P_{essai} - $P_{min\ unité}$ si ΔP > P_{essai} - $P_{min\ unité}$
  Cas de l'hydraulique : Variation ΔP = ΔP attendu ou ΔPmax_LFSM si ΔPmax_LFSM < ΔP attendu

Pour les essais 1, 2, 3 :

- Temps tr doit être aussi rapide que possible en étant inférieur ou égal à $\frac{-K\,\Delta f}{pente\ baisse\ LFSM\ en\ MW/min}.60\ s$, avec la pente de baisse en LFSM déclarée dans la fiche E1 par le producteur.

Pour l'essai 2 :

- Temps tr_2 doit être inférieur à 6 min
- Après le passage en dessous de f1, pente pour revenir à P_{essai} inférieure à 10 % Pmax unité / min

Pour l'essai 3 :

- L'unité de production atteint sa $P_{min\ unité}$ et continue de fonctionner à cette valeur de $P_{min\ unité}$
  Si la machine autorise le statisme à agir sous $P_{min\ unité}$, l'unité de production peut continuer à réduire sa puissance (si l'unité ne passe pas en mode d'arrêt, car elle serait alors plus lente à redémarrer avec un possible effet sur la tension).

consultation

FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U

Condition d'application : Type C, D

FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U

Simulation ou Essais réels
Dossier final

Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que l'unité est bien conforme au présent cahier des charges concernant l'augmentation de puissance sur baisse de fréquence.

Description du test

L'unité étant couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :
La valeur $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale (en fonction des conditions extérieures) pour une unité synchrone
La valeur $P_{min\ unité}$ correspond à la puissance minimale identifiée dans la fiche E1

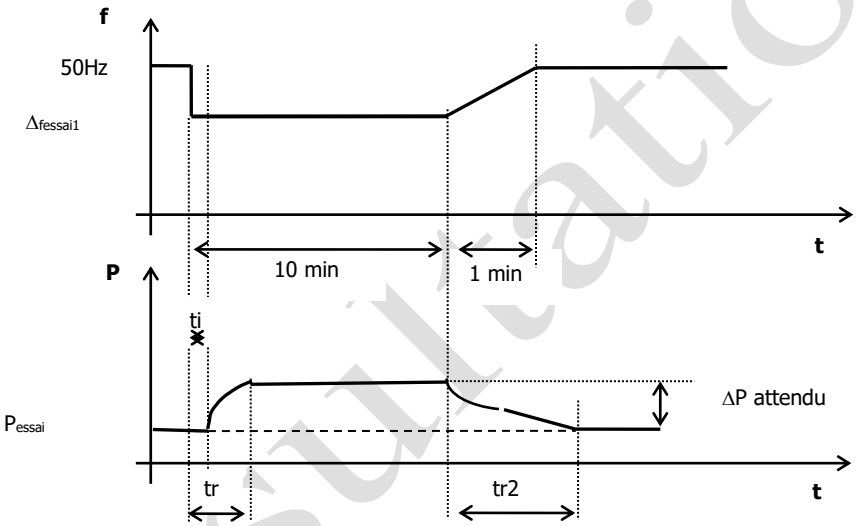


figure 1

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de l'augmentation de puissance attendue.
t_{r2} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant incident.

- **Essai 1 :** Injection artificielle pendant 10 minutes d'un échelon de fréquence Δf_{essai1} au niveau du contrôle-commande de façon à obtenir un ΔP de 20 % $P_{max\ unité}$, (l'unité de production étant à une valeur de puissance permettant de dégager 20 % $P_{max\ unité}$). Puis retour linéaire à 50 Hz en 1 minute.

  Ex : Δf_{essai1} = - 0,7 Hz avec un statisme de 5 % et une activation à f = f_2

  ΔP attendu = 20% $P_{max\ unité}$

Consultation

Conditions particulières

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Pour les essais réalisés à $P_{max\ unité}$, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le producteur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette P_{essai} est supérieure ou égale à 70% Pmax
- Dans le cas d'unités de production synchrones identiques, l'essai pourra être réalisé sur une seule unité de production
- *Cas de l'hydraulique :* Si l'aménagement est contraint hydrauliquement, les essais seront adaptés pour tenir compte de ΔPmax_LFSM, définissant la variation de puissance maximum que l'unité peut tenir pendant 10 minutes en tenant compte des contraintes hydrauliques liées à l'unité et à l'aménagement. Cette valeur sera précisée par le producteur. La valeur et l'implémentation de l'écrêtage mis en service pour limiter la participation et protéger l'unité et l'installation seront précisés. A défaut de valeur précisée, pour les aménagements non contraints, ΔPmax_LFSM sera considéré égal à 100% de $P_{max\ unité}$

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Valeur du seuil (réglable) : 49,8 Hz (f_2) ou 50 Hz (mode FSM *prolongé à la hausse*)
Valeur du statisme (réglable) : Δ_{LFSM} 5% ou valeur de statisme correspondant au FSM (Δ_{FSM})

Données d'entrée (Producteur-->RTE)

Cas d'une unité de production hydraulique : ΔPmax_LFSM

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le dispositif
- Puissance active fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_r,
- t_i
- tr2
- ΔP
- Δf_{essai1}

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 1 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

Pour l'essai 1 :

- ti doit être inférieur à 2 s.
  En cas de difficulté à mesurer ti fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence.
  Un délai d'activation supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques

- Variation ΔP = ΔP attendu
  Cas de l'hydraulique : Variation ΔP = ΔP attendu ou ΔPmax_LFSM si ΔPmax_LFSM < ΔP attendu

- Temps tr doit être aussi rapide que possible en étant inférieur ou égal à $\frac{-K\,\Delta f}{pente\ hausse\ LFSM\ en\ MW/min}.60\ s$, avec la pente de hausse en LFSM déclarée dans la fiche E1 par le producteur
- Temps tr2 doit être inférieur ou égal à 3 minutes.

consultation

FICHE F 12 : ILOTAGE

Conditions d'application : Types C, D

FICHE F 12 : ILOTAGE

Essais réels
Dossier final

Objectifs
L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'unité de production à réussir son îlotage et à se recoupler rapidement au RPT sur demande de RTE. Cette fiche est exclusive de la fiche F 13.

Description
Ilotage programmé à partir de $P_{maximum}$ avec participation réduite au réglage de la fréquence (à convenir avec RTE), puis recouplage après 30 minutes ou plus et montée au minimum technique de l'unité de production

Cas d'une unité de type C ou D et participant à la reconstitution de réseau
Emission de la télésignalisation « TS1: disponible pour les besoins du réseau » pendant l'essai.

Conditions particulières
- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- L'unité de production ne participe pas aux réglages secondaires de fréquence et de tension au moment des essais.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)
Règlement technique définissant les besoins de RTE.
Participation réduite au réglage de la fréquence (pour rester proche de Pmaximum)

Résultats (Producteur -->RTE)
- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.

- Enregistrements des signaux temporels suivants :
  - Puissance active stator
  - Puissance réactive stator
  - Tension stator
  - Vitesse

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité
Les enregistrements doivent prouver que l'unité de production a été séparée du réseau et recouplée postérieurement avec atteinte du régime permanent.
Les télésignalisations doivent être conformes à l'état de fonctionnement de l'unité de production.

consultation

FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE

Conditions d'application : Types B, C, D

FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'unité de production à se reconnecter rapidement au RPT, au retour de la tension, suite à une déconnexion consécutive à l'absence d'alimentation électrique extérieure. Cette fiche est exclusive de la fiche F 12.

Si l'unité a la capacité de reconnexion automatique :

Données d'entrée (Producteur -->RTE)

$d_{inhibition}$ (minutes) : l'unité de production dispose d'une fonctionnalité de reconnexion automatique dès le retour de la tension sur son poste de raccordement au RPT. Cette fonctionnalité doit être inhibée automatiquement si l'absence d'alimentation électrique extérieure est supérieure à $d_{inhibition}$ minutes. $d_{inhibition}$ doit être inférieur à 3 minutes.

Description

Si l'unité n'a pas de capacité de reconnexion automatique :

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de production par mise hors tension du jeu de barre (ou section, tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1 : Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon)
- T2<T1+15mn : Reconnexion manuelle
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Si l'unité a la capacité de reconnexion automatique :

Essai 1

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de production par mise hors tension du jeu de barre (ou section, tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1<T0+ $d_{inhibition}$: Remise sous tension du jeu de barre (ou section, tronçon).
- T2<T1+15mn : Reconnexion automatique. Le délai de reconnexion $d_{re.auto}$ = T2-T1 sera mesuré.
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Essai 2

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de production par mise hors tension du jeu de barre (ou section, tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1>T0+ $d_{inhibition}$: Remise sous tension du jeu de barre (ou section, tronçon).
- Attente durant un délai supérieur à $d_{re.auto}$ pour vérifier l'absence de reconnexion automatique.
- T1+ $d_{re.auto}$ <T2<T1+15mn : Reconnexion manuelle.
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Conditions particulières

- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Pour les essais réalisés à $P_{max\ unité}$, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le producteur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette Pessai est supérieure ou égale à 70% Pmax

Consultation

Résultats (Producteur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements des signaux temporels suivants :
    - Puissance active au point de connexion
    - Puissance réactive au point de connexion
    - Tension stator ou Tension au point de connexion
    - Télésignalisation matérialisant la connexion/déconnexion au RPT

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 1 Hz pour les puissances et tension.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver que les séquences définies dans le § Description sont conformes à l'attendu.

consultation

FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (VERSION PRODUCTION)

Condition d'application : Type B, C, D pour lesquels un automate a été demandé par RTE, fiche réalisée à la maille de l'unité

FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (version PRODUCTION)
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'installation à effacer tout ou partie de l'injection des unités de l'installation sur réception d'un ordre issu de RTE via une télécommande. Cet ordre peut être envoyé de façon automatique ou via un opérateur. L'automate fait partie des dispositifs accompagnant les flexibilités, permettant de surveiller, contrôler, et gérer les opérations du réseau en interface avec les unités raccordées de manière automatique ou sans intervention humaine directe. Ces automates jouent un rôle crucial pour assurer (i) un fonctionnement efficient du système électrique, (ii) la sureté système et (iii) la sécurité des biens et des personnes. Cette fiche s'inscrit dans ce cadre et a comme objectif de décrire les procédures d'essais et de validation d'un automate à l'interface de RTE et d'un client producteur.

consultation

Description

Pour les essais de cette fiche :

- P_{ref0} est définie comme la valeur effective de puissance active à la réception de l'ordre d'effacement ou de limitation.
- P_{ref1} est définie comme la valeur effective de puissance active à la fin de l'ordre d'effacement ou de limitation.
- Plim_convention est définie comme la valeur de limitation de l'installation définie dans la convention de raccordement ou la convention d'exploitation et de conduite. Pour certaines unités, plusieurs valeurs de limitations pourront être définies dans la convention d'exploitation.

Quel que soit le choix du producteur pour P_{ref0}, celui-ci devra être supérieur à 50% Pmax afin de garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

Les limitations peuvent être transmises, en fonction du type d'automate demandé par RTE, sous forme d'une :

- TVC : dans ce cas la limitation est envoyée et peut changer en fonction des conditions d'exploitation
- TC : la valeur de limitation est fixe et est préalablement définie dans un document contractuel (convention d'exploitation ou la convention de raccordement).

L'unité de production est couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :

Prérequis essai 1 – TVC/TC :
Si aucune limitation manuelle n'est en cours côté producteur, demander au producteur la mise en place d'une limitation à 30% de Pmax.

Essai 1 – TVC : Test de priorisation des limitations.
Envoi d'un ordre sous forme d'une TVC avec une limitation manuelle en cours sur l'unité de production en phase d'essai.

1. Envoyer une TVC supérieure à la limitation manuelle ($PLIM.TVC_1$)
   Critère de réussite : Le producteur doit conserver la valeur de limitation manuelle.

2. Envoyer une TVC inférieure à la limitation manuelle ($PLIM.TVC_2$)
   Critère de réussite : Le producteur applique la TVC envoyée.

3. Lever la TVC
   Critère de réussite :
   - *Le producteur vérifie qu'il applique à nouveau la valeur de limitation manuelle préalablement mise en place.*
   - *Constat que le producteur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement .*

4. Demander au producteur de lever la limitation manuelle si celle-ci a été mise en place pour les essais (prérequis essai 1)

consultation

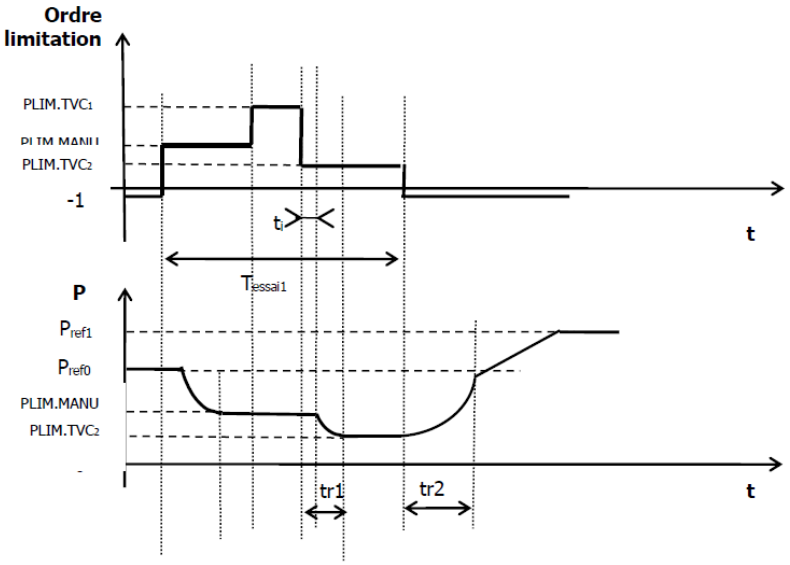


Figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_{r1} : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue. Le t_0 de la mesure correspond à la réception de l'ordre par les installations du client.
t_{r2} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant limitation.

Essai 1 – TC : **Test de priorisation des limitations.**
Envoi d'un ordre sous forme d'une TC avec une limitation manuelle en cours sur l'unité de production en phase d'essai.

A. Le producteur met en place une limitation manuelle inferieure à Plim_convention

1. Envoyer une TC pour la limitation de l'unité de production
Critère de réussite : Le producteur doit conserver la valeur de limitation manuelle.

2. Lever la TC
Critère de réussite :
- *Le producteur vérifie qu'il applique à nouveau la valeur de limitation manuelle préalablement mise en place.*
- *Constat que le producteur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement.*

B. Le producteur met en place une limitation manuelle supérieure à Plim_convention
1. Envoyer une TC pour la limitation de l'unité de production
Critère de réussite : Le producteur applique la TC envoyée.

2. Lever la TC
Critère de réussite :
- *Le producteur vérifie qu'il applique à nouveau la valeur de limitation manuelle préalablement mise en place.*
- *Constat que le producteur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement.*

Essai 2 – TVC/TC :

A. Dans le cas d'une limitation par TVC : envoi par RTE d'ordres de limitation de la production par palier de 20% Pref0 avec actualisation lente puis retrait progressif des limitations.

Avec durée de palier T3 = 2 min

Consulta

Avec les valeurs de limitations par défaut suivantes de Plim1 = 80% Pref0, Plim2 = 60% Pref0.
Les valeurs de Plim pourront être réévaluées en fonction de Pref0.

B. <u>Dans le cas d'une limitation par TC</u> : envoi par RTE de l'ordre de limitation de la production pour toutes les valeurs de Plim_convention

Pref0=
Date et heure :

Heure d'envoi de la TVC	Plim	% de P_{ref0}	Temps de mise en œuvre (secondes) = temps au bout duquel la réponse atteint 95% de baisse de puissance attendue

Critères de réussite :
• A chaque nouvelle consigne, le producteur prend en compte immédiatement la nouvelle consigne à respecter.
• Remarque : Conformément au cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE, un DMO de 1 min devra par défaut être respecté. RTE et le client pourront convenir d'une autre valeur en fonction des situations et des contraintes à lever.

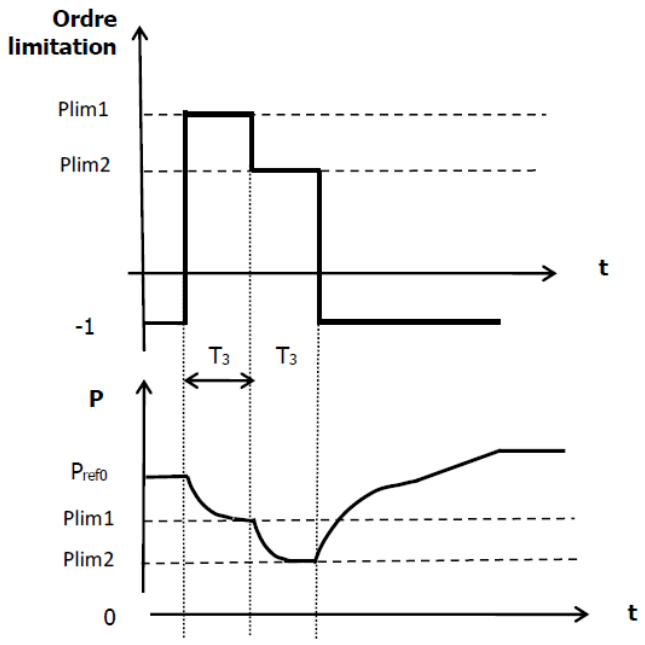


Figure 2

Essai 2bis - TVC (non nécessaire pour limitation par TC) : envoi par RTE d'ordres de limitation par palier de 20% Pmax avec actualisation rapide puis retrait progressif des limitations.

Avec durée de palier T4 = 10 à 15 secondes
Avec des limitations de Plim1 = 80% Pref0, Plim2 = 60% Pref0.
Les valeurs de Plim pourront être réévaluées en fonction de Pref0.

Pref0=
Date et heure :

Consultation

Heure d'envoi de la TVC	Plim	% de P_{ref0}	Temps de mise en œuvre (secondes) = temps au bout duquel la réponse atteint 95% de baisse de puissance attendue

Critères de réussite :

• A chaque nouvelle consigne, le producteur prend en compte immédiatement la nouvelle consigne à respecter même s'il n'a pas encore atteint la consigne précédente.

• Remarque : Conformément au cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE, un DMO de 1 min devra par défaut être respecté. RTE et le client pourront convenir d'une autre valeur en fonction des situations et des contraintes à lever.

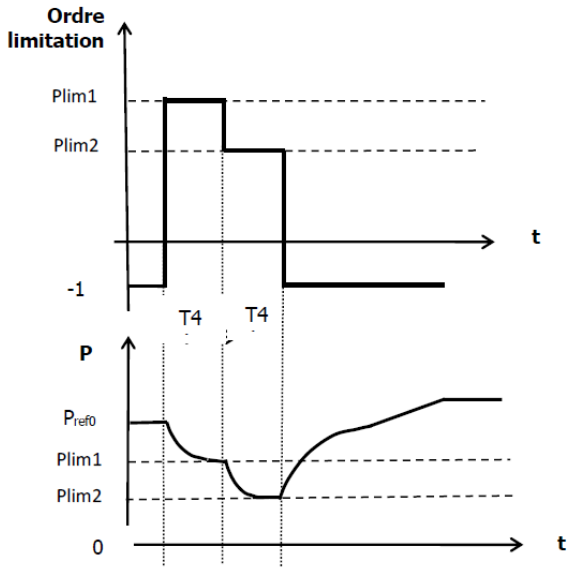


Figure 3

Essai 3 - TVC (non nécessaire pour limitation par TC) : envoi par RTE d'un ordre de limitation de production via TVC et maintien pendant T_{essai4} = 2 min

Objectif : Le but de l'essai est de vérifier que le producteur est en mesure d'appliquer des TVC à 20% Pmax et à 0% Pmax et vérifier l'absence du découplage potentiel de l'installation du réseau.

Essai 3.1 : Limitation de PLIM.TVC = 20% Pmax
Essai 3.2 : Limitation de PLIM.TVC = 0% Pmax

Critère de réussite :

- *Le producteur applique la consigne demandée.*

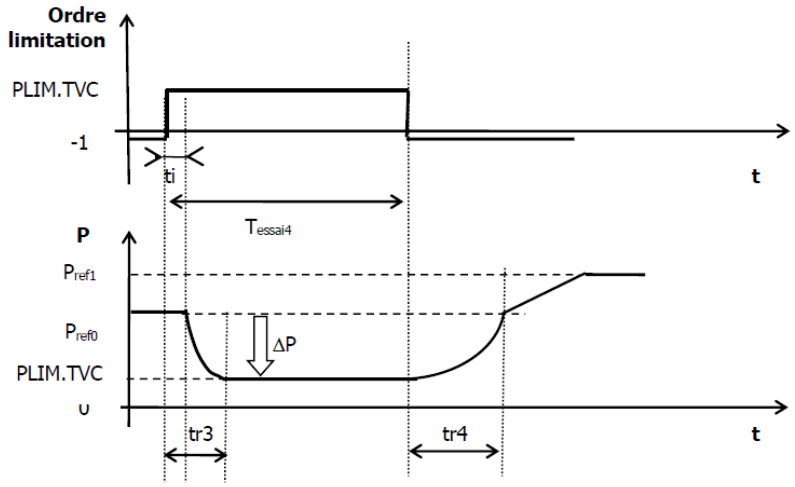


Figure 4

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_{r3} : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue. Le t_0 de la mesure correspond à la réception de l'ordre par les installations du client.
t_{r4} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant limitation.

Conditions particulières

- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- La puissance au début des essais P_{ref0} doit être supérieure à 50% P_{max} afin de garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

Données d'entrée (RTE --> Producteur)

Dans le cas d'une Pref0 <80% Pmax, nécessitant l'adaptation des limitations pour l'essai 2, RTE fournira les nouveaux paliers.

Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver que les fonctionnalités attendues de l'automate sur l'installation ont bien été réalisées.

L'ensemble de ces essais ne doit pas remettre en cause les autres exigences applicables à l'unité de production (par exemple le réglage de la tension doit rester effectif conformément au cadre contractuel).

Pour chacun des essais les enregistrements (Puissance active, Puissance réactive, Tension HTA et la Tension au point de consigne du réglage de tension) doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- La puissance P est inférieure à limitation PLIM.TVC en cours (tolérance 0,5 MW)
- Les temps de réponse tr1, tr2, tr3 et tr4, pour atteindre les valeurs demandées après réception d'une TVC ou d'une TC, doivent être conformes aux prescriptions décrites dans les capacités constructives du mode de réglage restreint à la sur-fréquence (mode LFSM-O)

consultation

FICHE F 17 : AMORTISSEMENT DES OSCILLATIONS

Condition d'application : Type D ≥ 75 MW

Fiche F17 : AMORTISSEMENT DES OSCILLATIONS

Essais réels
Dossier final

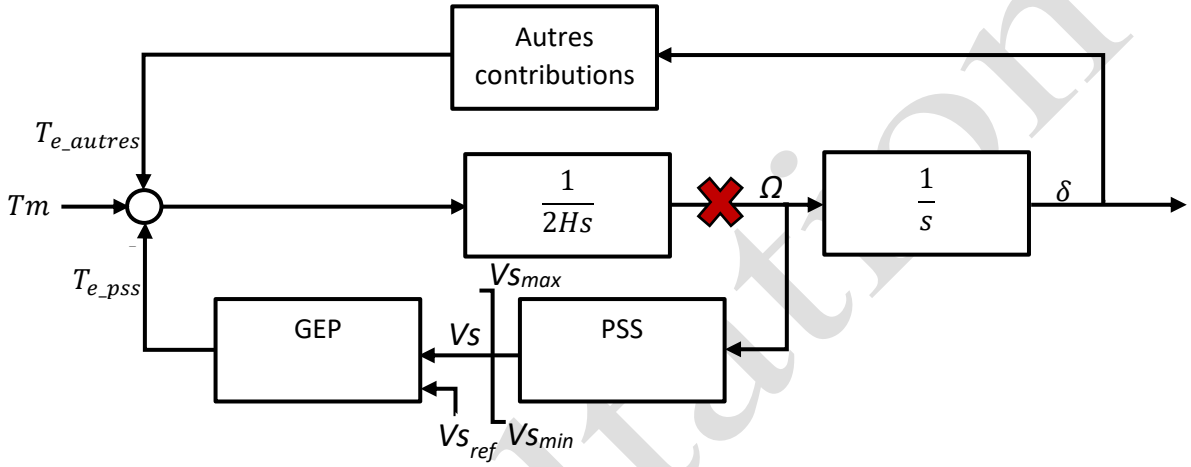
Objectifs

Vérifier que le PSS apporte de l'amortissement sur essais réels.

La procédure mise en œuvre pour l'ensemble des essais de la fiche F17 devra être transmise pour validation par RTE au plus tard 2 mois avant le début des essais réels.

Description

Schématiquement, on peut représenter la machine synchrone et ses régulations de la manière suivante :



- T_{e_PSS} : couple électrique dû à l'action de la boucle PSS
- T_{e_autres} : couple électrique dû aux autres contributions de la machine synchrone et de son régulateur de tension
- T_e : couple électrique total de la machine synchrone. $T_e = T_{e_PSS} + T_{e_autres}$
- P_e : puissance électrique totale de la machine synchrone.
- Tm : couple mécanique
- H : inertie
- s : opérateur de Laplace
- GEP : Generator, Exciter and Power system. Abréviation anglophone pour designer la fonction de transfert par laquelle agit le PSS. Cette fonction de transfert représente la régulation de tension, l'excitatrice, l'alternateur et le réseau électrique.
- PSS : Power System Stabilizer. Ici l'entrée est choisie arbitrairement comme étant la vitesse, mais d'autres entrées peuvent être utilisées.
- Vs : signal de sortie du PSS, limité par Vs_{max} et Vs_{min}
- Vs_{ref} : entrée se sommant au point de connexion de Vs avec le régulateur de tension. Cette entrée peut se confondre avec la consigne du régulateur primaire de tension si le signal Vs est connecté au même sommateur.

Si les simulations avec PSS désactivé de la fiche I17 montrent des instabilités, les essais avec PSS désactivé décrits ci-dessous sont remplacés par des essais avec PSS activé mais avec $K_{pss}=K_{min}$ provenant de la fiche I17.

Réponses fréquentielles

A P=Pmax et Q=0, tracer les diagrammes de Bode de la fonction de transfert $\frac{P_e}{Vs_{ref}}$ avec et sans PSS.

En complément pour les STEP, tracer les diagrammes de Bode de la fonction de transfert $\frac{P_e}{Vs_{ref}}$ avec et sans PSS, à P=Pmin et Q=0.

Le signal injecté ne devra pas dépasser une fréquence de Fmax [1]+ 1 Hz pour ne pas exciter inutilement des modes d'oscillations du système électrique.

Le signal injecté ne devra pas mener à la saturation du signal Vs, c'est-à-dire que Vs doit rester entre Vsmin et Vsmax.

L'obtention des fonctions de transfert sur essai réel nécessite l'injection d'un signal au niveau de Vsref. Ce signal peut être une sinusoïde simple dont on fait varier la fréquence entre chaque mesure, un signal type chirp, un bruit blanc, … Le choix de la méthode est laissé au producteur.

Réponses temporelles

[1] Provient de la fiche I17

consultation

Les essais suivants doivent être menés avec PSS activé et avec PSS désactivé :

Essai	P	Q	Essai
1	Pmax	0	échelon de +2%
2	Pminpss	0	échelon de +2%

Remarque : la valeur de l'échelon retenue doit être identique à ce qui a été fait dans la fiche I17.
Pour les installations de pompage-turbinage, Pmin correspond à la puissance maximale en pompage.
Pminpss est identique à la valeur retenue dans la fiche I17.
Les échelons peuvent être réalisés au niveau de la consigne du réglage primaire de tension ou au niveau de Vs_{ref}.

Essai 3 : Vérification de la marge de gain du PSS
A P=Pmax, Q=0, et PSS activé, augmenter la valeur du gain du PSS par palier pour atteindre K_{PSS}=2 x $K_{PSS_fiche_E1}$. Maintenir pendant 1 minute minimum avant de revenir à la valeur de gain initiale.
$K_{PSS_fiche_E1}$ est la valeur du gain K_{PSS} donnée dans la fiche E1.

Conditions particulières

- **La procédure mise en œuvre pour l'ensemble des essais de la fiche F17 devra être transmise pour validation par RTE au plus tard 2 mois avant le début des essais réels.**
- Pour les essais réalisés à Pmax, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le producteur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette Pessai est supérieure ou égale à 70% Pmax

Résultats (Producteur -> RTE)

Pour tous les essais, les signaux suivants doivent être enregistrés :
- Tension de consigne
- Tension stator
- Puissance active
- Puissance réactive
- Vs (sortie PSS)
- Tension d'excitation
- Vitesse de la machine
- Signal injecté au niveau de Vsref ou du réglage primaire de tension

Réponses fréquentielles

La méthode de mesure de la réponse fréquentielle sera décrite précisément.
Tous les diagrammes des fonctions de transfert demandées seront fournis, les diagrammes avec et sans PSS seront superposés.
Les diagrammes seront tracés entre 0.1 Hz et Fmax[2] +1 Hz, en utilisant une échelle logarithmique, avec à minima une mesure tous les 100 mHz.
Les diagrammes seront transmis au format pdf et numérique (xls, csv ou comtrade).

Réponses temporelles

Pour chaque cas d'essai les graphiques avec PSS activé et PSS désactivé seront superposés.
Les signaux listés ci-dessus seront transmis au format pdf et numérique (xls, csv ou comtrade).

Critères de conformité

Réponses fréquentielles

Le gain de la fonction de transfert avec PSS activé doit être inférieur à celui de la fonction de transfert avec PSS désactivé.
Si malgré l'utilisation de technique de mesure à l'état de l'art (filtrage, moyennage, utilisation des correlations entrée/sortie, …) la présence de bruit ne permet pas une mesure fiable des écarts entre ces 2 fonctions de transferts, le producteur se rapprochera de RTE pour déterminer la marche à suivre : tests supplémentaires par injection de sinus à fréquences fixes plutôt que balayage par bruit blanc ou chirp pour obtenir les points impactés par le bruit, vérification de la conformité au-delà d'une fréquence à définir (200 mHz par exemple), acceptation d'une marge sur l'application de la prescription (3 dB par exemple),…

Réponses temporelles

Essais 1 et 2 : meilleur amortissement avec PSS que sans PSS. Les amortissements observés devront être comparables à ceux obtenus en simulation.
Essai 3 : aucune instabilité ne doit se produire. **Si une instabilité se produit, on note $K_{PSS_instable}$ le gain à partir duquel une instabilité est apparue. Le gain du PSS sera modifié tel que K_{PSS}= $K_{PSS_instable}$/3. Les simulations et les essais devront être refaits pour intégrer ce nouveau gain.**

[2] Provient de la fiche I17

consultation

consultation

ANNEXE 2 – FICHES RELATIVES AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UN PARC NON SYNCHRONE DE GENERATEURS

SYNTHESE

Fiches applicables pour le raccordement d'un parc non synchrone de générateurs			
Nom	**Type de Fiche** (Attestation / Données déclaratives / Simulation / Essai réel)	**Traitement lors des étapes de mises en service partielles**	**Conditions d'application**
Etape 1: Notification opérationnelle de mise sous tension (EON)			
Fiche E 1 : Liste des données	Données déclaratives	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase (éléments relatifs à la puissance installée)	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche E 2 : Qualification des matériels électriques	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche E 3 : Conformité du système de protection	Données déclaratives / Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche E 4 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C, D et offshore PPM
Etape 2 : Notification opérationnelle provisoire (ION)			
Fiche I 1 : Capacité constructive en réactif	Simulation	Simulation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche I 2 : Comportement dynamique de la régulation de tension et stabilité en petits mouvements	Simulation / attestation	Simulation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche I 5 : Injection de courant réactif	Simulation	Simulation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM

consultation

Fiche I 6 : Tenue de l'installation aux creux de tension	Simulation / attestation	Simulation puis attestation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche I 7 : Tenue aux surtensions	Simulation / attestation	Simulation puis attestation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche I9 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'informations par injection de signaux	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C et D et offshore PPM
Fiche I10 : Réseau séparé	Simulation	Simulations ou attestation à chaque phase	Types C et D et offshore PPM AC
Fiche I11 : Validation du modèle EMT	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Type C et D sur demande RTE, Offshore PPM
Fiche I12 : Réglage primaire de fréquence mode FSM, LFSM O et LFSM U	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Type C et D sur demande RTE, Offshore PPM
Fiche I13 : Couplage réseau	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Type B, C et D sur demande RTE, Offshore PPM
Fiche I14 : Validation du comportement des répliques du contrôle-commande	Simulation	Simulation à chaque phase	Types D et offshore PPM sur demande RTE
Fiche I15 : Etude harmonique	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase	Type B, C, D (sur demande de RTE) et Offshore PPM
Fiche I16 : Validation du modèle phaseur ouvert	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Type C et D sur demande RTE, Offshore PPM
Etape 3 : Notification opérationnelle finale (FON)			
Fiche F 1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information	Essai réel	Première mise en service	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 2 : Couplage au réseau	Essai réel	Première mise en service	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 3 : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 3 BIS : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase	type B, C, D (sur demande de RTE) et Offshore PPM
Fiche F 4 : Réglage primaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C, D et offshore PPM

consultation

Fiche F 5 (ou F5-600) : Réglage secondaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D et offshore PPM
Fiche F 6 : Réglage de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C, D et offshore PPM
Fiche F 7 : Réglage primaire de tension et capacité en réactif	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 8 : Réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D et offshore PPM
Fiche F 9 : Observation du réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D et offshore PPM
Fiche F 10 : Mode restreint de réglage à la sur-fréquence LFSM - O	Essai réel	Essais ou attestation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 11 : Mode restreint de réglage à la sous-fréquence LFSM - U	Essai réel	Essais ou attestation à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 13 : Redémarrage rapide	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C, D et offshore PPM
Fiche F 14 : Automate modulation de production	Essai réel	Mise en service de l'automate	Types B, C et D si automate demandé par RTE
Fiche F15 : Validation du modèle EMT	Essai réel	Essais à chaque phase	Type C et D sur demande RTE, Offshore PPM
Fiche F16 : Validation du modèle Phaseur ouvert	Essai réel	Essais à chaque phase	Type C et D sur demande RTE, Offshore PPM

consultatif

FICHE E 1 : LISTE DES DONNEES (PPM)



Fiche E 1 ppm.xlsx

Condition d'application: Toutes les installations Type B,C,D, OffShore PPM – Mettre à jour à chaque mise en service partielle

Fiche E1 : liste des données (PPM)						
Informations **Dossier intermédiaire**						
Objectifs	Le producteur doit fournir des données techniques afin de permettre à RTE d'évaluer l'impact de l'unité de production d'électricité sur le RPT.					
Description	Liste des données techniques.					
Conditions particulières	Le producteur garantit, avec la précision appropriée, l'exactitude des données fournies à RTE. En cas de modification d'une ou plusieurs des données, pouvant survenir au cours de la durée de vie de l'unité de production d'électricité, il appartient au producteur de transmettre à RTE les nouvelles valeurs des données et de démontrer à RTE que les caractéristiques de son unité de production d'électricité restent conformes aux prescriptions réglementaires et contractuelles. Si l'unité de production d'électricité comporte plusieurs générateurs, les données seront détaillées dans la mesure du possible par générateur.					
Données d'entrée (RTE -> Producteur)	La liste des données définie dans la présente fiche.					
Résultats (Producteur -> RTE)	La liste des données complétée intégralement (valeurs et précisions). Si l'unité de production d'électricité n'est pas concernée, faire figurer la mention « Sans objet ». Le producteur doit renseigner : • Avant la première mise sous tension de chaque élément à partir du RPT : les données de ces éléments avec un statut « révisable », • Avant l'accès définitif au réseau : l'ensemble des données avec un statut « ferme ». Le statut « révisable » d'une donnée indique que la donnée peut être modifiée par le producteur. Le statut « ferme » d'une donnée indique que la donnée a valeur d'engagement du producteur et ne peut être modifiée sans remettre en cause la demande de raccordement correspondante.					
Critères de conformité	• Exhaustivité des données fournies par le producteur, • Valeur des données conforme à l'unité ou au format demandé, • Précision renseignée pour chaque donnée numérique.					
Référentiel	**Information**	**Nom**	**Unité**	**Valeur**	**Précision**	**Unité de production concernée**
Données générales de l'unité de	Type d'énergie primaire ou de combustible et localisation du poste électrique de l'unité de production d'électricité.		Schéma, Texte, Plans cadastraux			Toutes

Consultation

production d'électricité	Schéma électrique de l'unité de production d'électricité (schéma unifilaire de principe), vue du point de connexion au RPT, avec localisation des appareils essentiels : générateur(s)/onduleur(s), auxiliaires, transformateur(s), organes de coupure, ... **[Le cas échéant :]** Schéma électrique précisant le positionnement de l'unité de production dans l'installation.		Schéma			Toutes
	Plan de masse de l'unité de production d'électricité.		Plan			Toutes
	Schéma mettant en évidence les couplages mécaniques ou fonctionnels des générateurs. **[Le cas échéant :]** Schéma mettant en évidence les couplages mécaniques et fonctionnels de l'unité de production avec les autres unités de production de l'installation.		Schéma			Toutes
	Puissance active de production installée.	$P_{max\ installée}$	MW			Toutes
	Puissance active maximale de l'unité de production d'électricité au point de raccordement. *Puissance active maximale que peut délivrer sans limitation de durée l'unité de production d'électricité, diminuée de toute consommation liée uniquement à la facilitation du fonctionnement de cette unité de production d'électricité et qui n'est pas injectée sur le réseau, telle que stipulée dans la convention de raccordement ou que convenue entre le gestionnaire de réseau compétent et le propriétaire de l'installation.* *Nota : cette Pmax est délivrée sans limitation de durée sous réserve de disponibilité de l'énergie primaire.* **[Énergie éolienne :]** Puissance maximale autorisée en régime permanent (Pmc au sens de la norme CEI 61400-21).	$P_{max\ unité}$	MW			Toutes
	Puissance apparente nominale.	S_{na}	MVA			
	Puissance active minimale à laquelle l'unité de production peut fonctionner (jusqu'à laquelle l'unité de production d'électricité peut fournir du réglage de puissance active).	$P_{min\ unité}$	MW			Toutes

Consultation

	Puissance active minimale à laquelle l'unité de production peut fonctionner de manière stable sans limitation de durée. Nota : ce minimum technique est délivré sans limitation de durée sous réserve de disponibilité de l'énergie primaire.	$P_{min\ technique}$	MW			Toutes
	Puissance active maximale de soutirage (au niveau du point de raccordement de l'unité de production d'électricité).		kW ou MW			Toutes
	Puissances active et réactive consommées (valeurs maximales, nominales et minimales agrégées) par les auxiliaires de l'unité de production d'électricité qui fonctionne alors à sa $P_{max\ unité}$ **[Le cas échéant :]** et à d'autres puissances (en particulier à $P_{min\ unité}$, à l'arrêt et en phase de démarrage de l'ensemble des générateurs). **[Dans tous les cas :]** Préciser le type d'auxiliaire (moteurs synchrones, asynchrones ou à courant continu).		kW ou MW, kvar ou Mvar, texte			Toutes
	Apport maximum de l'unité de production d'électricité en courant de court-circuit au Point de Raccordement (valeur maximale d'engagement pour l'utilisateur et exigée par RTE correspondant au courant de court-circuit symétrique Ib, courant de court-circuit crête et permanant calculés conformément à la norme CEI 60-909).		kA			Toutes
	Courbe d'évolution de la puissance active maximale produite par l'unité de production d'électricité (aux bornes de chaque générateur et aux bornes HT du transformateur principal, consommation des auxiliaires déduite) en fonction des conditions externes.		Courbe			Toutes
	Puissance apparente maximale de l'unité de production	S_{na}	MVA			Toutes
Données générales complémentaires pour une unité de production d'électricité éolienne	Plan général d'implantation de l'unité de production d'électricité		Document			Eolien
	[Pour chaque générateur :] Code INSEE, Commune, Coordonnées GPS.		Texte			Eolien
	Hauteur des moyeux.		Texte			Eolien
	[Le cas échéant :] Pour les informations VITVENT et DIRVENT transmises à RTE,		Texte			Eolien

Consultation

	description des points de mesures et de leur type.					
Données générales complémentaires pour une unité de production d'électricité photovoltaïque	Plan général d'implantation de l'unité de production d'électricité		Document			PV
	[Pour chaque générateur :] Code INSEE, Commune, Coordonnées GPS.		Texte			PV
	Type de cellules (technologie), constructeur, modèle, type de raccordement des panneaux à l'onduleur.		Texte			PV
	Pour les informations RAYON et TEMP.AIR transmises à RTE, description des points de mesures et de leur type.		Texte			PV
	[Pour chaque parc :] Type de parc, rôle et caractéristiques, constructeur, modèle. Préciser si plan fixe, ou plan avec tracker ou à concentration.		Texte			PV
	[Pour chaque parc :] Inclinaison et orientation moyennes des panneaux.		Texte			PV
	[Pour chaque parc :] Surface des panneaux.		m²			PV
	[Pour chaque parc :] Puissance-crête.		MWc			PV
Perturbation de l'onde de tension [le cas échéant]	Besoin de Pcc minimale afin d'obtenir un niveau de sévérité de courte durée du flicker (Pst) et un taux de déséquilibre moyen de tension n'excédant pas les valeurs limites définies dans le Cahier des charges des capacités constructives.		MVA			Toutes
Liaison [le cas échéant et pour chaque liaison de raccordement de longueur significative]	Impédance directe calculée conformément à la norme CEI 60-909		(a+jb) en Ω			Toutes
	Demi susceptance latérale		S			Toutes
Transformateur	Nom du transformateur, constructeur, modèle. *Ces données et celles-ci-dessous sont demandées pour chaque transformateur de l'unité de production : transformateur principal, transformateur de soutirage, transformateur auxiliaire, transformateur machine…*		Texte [TP, TS, TA, TM…]			Toutes
	Procès-verbal de réception (intégrant le PV d'essai des essais à vide et en court-circuit) et plaque du transformateur principal		Documents			Toutes

consultation

	Nombre d'enroulements		Texte			Toutes
	Caractéristiques de saturations des transformateurs		Tableaux de valeurs du flux (Wb) en fonction du courant (A)			Toutes
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Puissance apparente : S_{nt}		MVA			Toutes
	[Pour chaque enroulement secondaire, et pour chaque prise :] Tensions nominales primaire et secondaire **[Le cas échéant :]** et tertiaire.		Kv/Kv			Toutes
	[Pour chaque enroulement secondaire, et pour chaque prise :] Impédance directe.		(a+jb) % en base S_{nt}			Toutes
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Impédance homopolaire à la prise nominale.		(a+jb) % en base S_{nt}			Toutes
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Couplage des enroulements, type de circuit magnétique et indice horaire.		Texte			Toutes
	Mise à la terre du neutre HTB (type, valeur d'impédance …)		Texte			Toutes
Régleur à vide	Type de régleur à vide : préciser s'il faut mettre le transformateur hors tension, le consigner pour changer de prise à vide.		Texte [Sous tension / Hors tension / Consigné hors tension]			Toutes
	Nombre de prises du régleur à vide.					Toutes
Régleur en charge	Type de régleur en charge.		Automatique / Non automatique			Toutes
	Nombre de prises du régleur en charge.					Toutes
	Temporisation de changement de prise du régleur en charge.		s			Toutes
	Loi de réglage du régleur en charge.					Toutes
Unité de production d'énergie éolienne **Alternateur** [pour chaque générateur]	Type de machine électrique (synchrone excitée ou à aimant permanent, asynchrone classique ou à électronique de puissance avec le type de convertisseur, ou synchrone avec interface toute électronique, …) Constructeur, modèle, options installées. Nombre d'unités de chaque type.		Texte			Eolien
	Documentation technique du constructeur.		Document			Eolien
	Puissance apparente nominale.	S_{na}	MVA			Eolien

Consultation

	Puissance active nominale.	P_n	MW			Eolien
	Puissance fournie par le générateur au PdR lorsque l'unité de production est à $P_{max\ unité}$	$P_{max\ générateur}$	MW			Eolien
	Puissance mécanique maximale que restitue la turbine lorsque le générateur est à sa puissance active maximale $P_{max\ générateur}$	$P_{max\ turbine}$	MW			Eolien
	Puissance minimale délivrée lorsque l'unité de production est à $P_{min\ unité}$	$P_{min\ générateur}$	MW			Eolien
	Tension stator nominale U_{sn}	U_{sn}	kV			Eolien
	Plages de tension stator (normale et exceptionnelle) avec leurs durées		kV			Eolien
	Nombre de paires de pôles de l'alternateur					Eolien
	Courant stator nominal		A			Eolien
	Plages de courant stator (normale et exceptionnelle) avec leurs durées		A			Eolien
	Constante d'inertie de la ligne d'arbre complète (alternateur + turbine + réducteur) ramenée au rotor de l'alternateur		MW.s / MVA			Eolien
	Fréquences propres (mode subsynchrone) ou de résonance de la ligne d'arbres complète. *Il s'agit des fréquences propres du système mécanique calculées avant que le stator du générateur soit connecté au réseau électrique. Par exemple, pour une ligne d'arbres comportant 6 éléments, on peut atteindre ± (6 – 1) fréquences mécaniques.*		Hz			Eolien
	Vitesse de rotation de la machine électrique		tr/min			Eolien
	Plage admissible de vitesse de rotation de l'alternateur (régimes permanent et exceptionnel)		tr/min			Eolien
	Plage admissible de vitesse de rotation de la turbine (régime permanent et exceptionnel)		tr/min			Eolien
	Réglage des paramètres de synchronisation : couplage et/ou lors de la resynchronisation après un îlotage…		%Un ou kV, Hz			Eolien
Alternateur asynchrone [le cas échéant et	Puissance réactive consommée à vide		Mvar			Eolien
	Puissance réactive consommée à pleine charge		Mvar			Eolien
	Courant à rotor bloqué		A			Eolien
	Glissement nominal		%			Eolien

Consultation

pour chaque générateur]	Plage admissible du glissement (régimes normal et exceptionnel)		%			Eolien
	Résistance stator	R_s	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Résistance des enroulements rotor	R_r	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Résistance mutuelle stator-rotor	R_m	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Résistance inverse	R_i	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Réactance de fuites stator	X_s	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Réactance de fuite des enroulements rotor	X_r	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Réactance mutuelle stator-rotor	X_m	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Réactance inverse	X_i	% en base (S_{na}, U_{sn})			Eolien
	Type de convertisseur, rôle et caractéristiques, constructeur, modèle, options installées. Nombre d'unités de chaque type.		Texte			Eolien
Unité de production d'énergie éolienne	Diagramme détaillé du contrôle commande du convertisseur sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas			Eolien
Convertisseur [le cas échéant et pour chaque convertisseur]	**[Le cas échéant :]** Crowbar : description de son fonctionnement avec notamment valeur de la résistance et seuil de déclenchement.					Eolien
	[Le cas échéant :] Chopper : description de son fonctionnement avec notamment valeur de la résistance et seuil de déclenchement.					Eolien
	[Le cas échéant :] Apport en I_{cc} en régime déséquilibré.					Eolien
Unité de production photovoltaïque	Puissance apparente nominale de l'onduleur	S_{na}	MVA			PV
	Puissance active nominale de l'onduleur.	P_n	MW			PV
Onduleur(s) [pour chaque onduleur]	Puissance fournie par le générateur (onduleur) au PdR lorsque l'unité de production est à $P_{max\ unité}$	$P_{max\ générateur}$	MW			PV
	Puissance minimale délivrée lorsque l'unité de production est à $P_{min\ unité}$	$P_{min\ générateur}$	MW			PV

Consultation

	Tension en sortie d'onduleur nominale U_{sn}	U_{sn}	kV			PV
	Plages de tension en sortie d'onduleur (normale et exceptionnelle) avec leurs durées		kV			PV
	Type d'onduleur, rôle et caractéristiques, constructeur, modèle, options installées. Nombre d'unités de chaque type.		Texte			PV
	Documentation technique du constructeur.		Document			PV
	Diagramme détaillé du contrôle commande de l'onduleur sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas			PV
	[Le cas échéant :] Apport en I_{cc} en régime déséquilibré.					PV
Régulation de tension du générateur [le cas échéant pour chaque type de générateur]	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique, de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées et des voies stabilisatrices comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.		Diagrammes et valeurs numériques			Toutes
Turbine et régulation fréquence-puissance du générateur [le cas échéant pour chaque type de générateur]	Type de turbine (vitesse de rotation des pales…), constructeur, modèle.		Texte			Toutes
	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique (fonctions de transfert et non-linéarités), de la turbine incluant les baisses de puissance et les différents modes de fonctionnement comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.		Diagrammes et valeurs numériques			Toutes
	Schéma de la régulation fréquence-puissance sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et les valeurs des différents paramètres du réglage f/P.		Diagrammes et valeurs numériques			Toutes
	Valeur de la vitesse de variation maximale de la consigne Ucons dans le cadre du RST		kV/min			Toutes
Régulation de tension de l'unité	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique, de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées, des interactions éventuelles avec le régleur en charge comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et		Diagrammes et valeurs numériques			Toutes

consultation

	les valeurs des différents paramètres de ce schéma.					
Régulation fréquence-puissance de l'unité	Schéma de la régulation fréquence-puissance sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et les valeurs des différents paramètres du réglage f/P.		Diagrammes et valeurs numériques			Toutes
Données EMT	Données et formats listés au paragraphe correspondant des cahiers des charges des capacités constructives (Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM).		Document Et fichier de données			Toutes
Données fréquentielles	Données et formats listés au paragraphe correspondant des cahiers des charges des capacités constructives (Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM).		Document Et fichier de données			Toutes
Résultats des études d'insertion du producteur	Résultats des études modèle EMT et modèle PHASEUR (pour les PPM DC cf paragraphe 3.10.4 du cahier des charges des capacités constructives : Insertion dans le réseau existant).		Document et fichier de données			PPM
Protections de l'unité de production et de la ligne d'évacuation contre les courts-circuits	**[Pour chaque protection installée]**		Tableau de l'onglet "Système de protection"			Toutes
Système de protection de l'unité de production contre les situations perturbées du réseau	**[Pour chaque matériel concerné (générateurs, poste d'évacuation HTA HTB, TR, onduleurs, auxiliaire, moyens de compensation…) :]**		Note de réglage et tableau de l'onglet "Système de protection"			Toutes
Moyens de compensation [le cas échéant]	**[Le cas échéant :]** Batteries de condensateurs (puissance, nombre de gradins, critères et loi d'enclenchement et de mise hors tension) ou batteries de selfs.		Texte			Toutes
	[Le cas échéant :] Filtres antiharmoniques (fréquence d'accord, type)		Hz, texte			Toutes

consultation

	[Le cas échéant :] Compensateurs statiques (caractéristiques, puissance, type)		MVA, texte			Toutes
	[Le cas échéant :] Diagramme détaillé du contrôle commande du compensateur statique sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas			Toutes
	[Le cas échéant :] Contraintes particulières de fonctionnement de l'unité de production d'électricité		Texte			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente de montée en charge en régime normal		MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente de baisse de charge en régime normal		MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente de montée en charge rapide		MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente de baisse de charge rapide		MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente de montée en charge d'urgence		MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente de baisse de charge d'urgence		MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Temps de démarrage de l'unité de production		min			Toutes
Performances de fonctionnement	**[Le cas échéant :]** Temps minimum entre deux séquences de fonctionnement		min			Toutes
	[Le cas échéant :] Nombre maximum d'arrêts par jour					Toutes
	[Le cas échéant :] Puissance au moment du déclenchement des générateurs lors d'un découplage programmé		MW			Toutes
	Délai minimum de recouplage après un déclenchement fortuit avec les conditions éventuelles.		min			Toutes
	Présence d'un dispositif de recouplage automatique **[et si oui :]** en précisant ses paramètres (durée, temporisation d'inhibition…)		Texte			Toutes
	[Si l'unité de production dispose de capacité de repli en état de disponibilité :] Délai minimum avant recouplage et de prise de charge après un îlotage.		min			Toutes
	[Si l'unité de production dispose de capacité de repli en état de disponibilité :] Durée maximum d'îlotage (avec conditions éventuelles).		min			Toutes
Performances de	Choix de la puissance active de référence $P_{réf}$ utilisée lors des LFSM-U/O		Texte			Toutes

Consultation

fonctionnement LFSM	Gain LFSM	K_{LFSM}	MW/Hz			Toutes
	Délai d'activation LFSM-O	$t_{a\ LFSM-O}$	ms			Toutes
	[Le cas échéant :] Délai d'activation LFSM-U	$t_{a\ LFSM-U}$	ms			Toutes
	[Le cas échéant :] Pente pour rejoindre la nouvelle $P_{réf}$ après passage en dessous de f1 LFSM-O ou au-dessus de f2 LFSM-U	$Ramp_{LFSM}$	MW/min			Toutes
	[Le cas échéant :] Indication de la possibilité de passer en-dessous de $P_{min\ unité}$ sous l'effet du LFSM-O et valeurs atteintes		Texte			Toutes
	Choix de la puissance active de référence $P_{réf}$ utilisée lors du FSM					
Performances de fonctionnement FSM	**[Le cas échéant :]** Réserve primaire de l'unité	R_p	MW			Toutes
	[Le cas échéant :] Pour une unité ayant la capacité en réglage secondaire de fréquence, réserve primaire maximum lorsque l'unité ne participe pas au réglage secondaire en MW.	$R_{p\ max}$	MW			Toutes
	[Le cas échéant :] Durée de maintien de la réserve primaire de fréquence.		min			Toutes
	[Le cas échéant :] Délai d'activation FSM.	$t_{1\ FSM}$	ms			Toutes
	Insensibilité de la régulation f/P.		mHz			Toutes
	Bande morte réglable de la régulation f/P.		mHz			Toutes
	Description du dispositif utilisé pour la mesure de fréquence (modèle et emplacement du capteur, précision de mesure, résolution de mesure ...)					
Performances de fonctionnement RSFP	**[Le cas échéant :]** Demi-bande de réglage secondaire fréquence-puissance.	pr	MW			Toutes
	[Le cas échéant :] Durée de maintien de la réserve secondaire fréquence-puissance.	$t_{4\ RSFP}$	min			Toutes
Performances de l'injection de courant réactif	**Kd min** gradient configurable et possible pour l'unité de production (≤ 2)	Kdmin				Toutes
	Kd max gradient configurable et possible pour l'unité de production (≥6)	Kdmax				Toutes
	Ki min gradient configurable et possible pour l'unité de production(≤ 2)	Kimin				Toutes
	Ki max gradient configurable et possible pour l'unité de production(≥6)	Kimax				Toutes
	Intensité de courant maximale que peut injecter le PPM	IMax	KA			Toutes

consultation

[Champ d'application : toutes les installations – **Mettre à jour à chaque mise en service partielle**]

Fiche E1 : système de protection

Equipement concerné : générateur, TR, onduleur…	**Protection contre :**		**Type de protection (avec Code ANSI)**	**Paramètres de réglage**		**Réducteur de mesure**		**Actions engagées**			
	Perturbation réseau	Court-circuit		Seuils de réglage *[vus du secondaire du réducteur de mesure]*	Temporisation	Identifiant *[d'après le schéma de protection]*	Caractéristiques	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*

consultation

FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM, à la maille de l'installation

FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs
Les installations de production raccordées au RPT doivent être conçues pour supporter les contraintes liées à l'exploitation de l'installation sur le RPT en régime normal et en régime exceptionnel.

Description
Vérification de la conformité des matériels électriques de l'installation de production aux normes en vigueur sur les matériels (en particulier les règles de compatibilité électromagnétique, de coordination d'isolement et de tenue au court-circuit). Cette vérification doit être réalisée pour tous les matériels électriques à l'interface entre l'installation de production et le RPT.

Conditions particulières
Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de production.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Résultats (Producteur -->RTE)
Le producteur doit fournir à RTE la liste des matériels HT à la tension de raccordement de l'installation de production, la liste de matériels BT du poste électrique en interface avec le RPT sous format de tableau tel que :

Liste matériel HT

Repère	Désignation	Constructeur	Réf. Constructeur	Caractéristiques	Quantité

Liste matériel BT

Repère	Désignation	Constructeur	Réf. Constructeur	Fonction	Quantité

Le producteur doit fournir une attestation de conformité qui couvre l'ensemble des matériels électriques aux normes réglementaires en vigueur sur les matériels.

Critères de conformité
Une attestation de conformité des matériels électriques aux normes réglementaires en vigueur doit être fournie par le producteur.

consultation

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION

Conditions d'applications : Type B, C, D, OffShore PPM à la maille de l'installation

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Le producteur doit équiper son installation de production d'un système de protection. Ce système de protection de l'installation doit être compatible et cohérent avec les systèmes de protection mis en œuvre par RTE.

Description

Vérification de la conformité de l'installation avec les performances spécifiées par RTE dans le cahier des charges du système de protection annexé à la convention de raccordement.

Ces performances concernent notamment :

- le régime de neutre,
- la rapidité et la sélectivité d'élimination des défauts d'isolement,
- la sécurité des personnes et des biens,
- la sûreté de fonctionnement.
- les exigences de qualité garantissant le fonctionnement correct dans le temps de ces équipements.

Conditions particulières

Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de production.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Le cahier des charges du système de protection annexé à la convention de raccordement.

Résultats (Producteur -->RTE)

Le producteur doit fournir à RTE :

- Le descriptif des protections installées au poste d'évacuation de l'installation de production contribuant aux performances spécifiées (temps d'élimination des défauts sur les différentes zones - réseau amont, poste RTE de raccordement, liaison de raccordement, banc de transformation, réseau interne, ...).
  À cette fin, le producteur renseigne le tableau dont le modèle figure en annexe 1. En fonction du lieu du défaut, ce tableau précise la protection mise en œuvre, le disjoncteur actionné et le temps d'élimination (avec et sans défaillance).
- Un plan qualité précisant les dispositions retenues pour l'exploitation et la maintenance des dispositifs relatifs au régime de neutre et au système de protection de l'installation ainsi que le traitement des dysfonctionnements ;
- Une attestation de réalisation de l'installation de production en conformité avec le cahier des charges du système de protection.

Critères de conformité

- La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ».
- Les performances déclarées dans le descriptif du système de protection et le plan qualité doivent montrer que les dispositions prises par le producteur sont conformes au cahier des charges spécifié par RTE.

consultation

ANNEXE 1 : Descriptif du système de protection de l'installation

1.1 Régime de neutre

Données déclaratives :

Informations à fournir	Unité	Valeur(s)	Commentaire
Type de mise à la terre du neutre HTB (isolé, relié à la terre via impédance, directement, …)	Texte, schéma		
Valeur d'impédance	Ohms		

1.2 Protections contre les défauts

Données déclaratives :

Informations à fournir	Unité	Valeur(s)	Commentaire
Système de protections	Tableau	Remplir le tableau synthétique ci-dessous	
Apport maximum en courant de court-circuit au point de connexion Ib, calculé conformément à la norme CEI 60-909	kA		

Tableau synthétique :

Nota : pour faciliter le renseignement du tableau ci-dessous, des explications complémentaires et un exemple sont fournis en annexe 2.

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
Défaut sur le réseau « amont » RPT (ouvrages raccordés au poste RTE de raccordement)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
Défaut sur les jeux de barres RTE du poste HTB de raccordement (si piquage, traiter les deux postes encadrant A & B)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur la (les) liaison(s) de raccordement HTB (si piquage, il s'agit de la liaison de transit reliant les deux postes RTE)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur le réseau HTB de l'installation privée y compris le transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur le réseau interne du producteur, en aval du transformateur HTB / HTA				

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			

consultation

ANNEXE 2 – Kit d'aide à la description du système de protections contre les défauts

Aide au renseignement du tableau synthétique

Colonne : cas étudié

Pour chaque zone HTB (réseau amont, zone barre, liaison de raccordement, réseau HTB de installation privée), le producteur déclare pour son système de protection :

- un temps d'élimination normale des défauts d'isolement

- un temps d'élimination avec défaillance d'un élément de la chaîne de protection principale. Ce temps permet de savoir si les protections sont redondées, à performance identique ou non.

- un temps max d'élimination : il s'agit d'un temps de « secours réseau » ou « secours ultime » vis-à-vis de la sécurité des personnes et des biens.

Ces temps sont déclarés sans tenir compte du système de protection de RTE.

La fonction de « secours ultime » a pour objet l'élimination des défauts situés sur la liaison de raccordement ou au poste de raccordement, après le fonctionnement des protections du RPT conduisant à une situation de faible alimentation limitée à l'apport de l'installation. La couverture de la zone amont par cette fonction est généralement recherchée également. Cette fonction n'est pas limitée aux défauts francs (typiquement, elle peut être mise en œuvre par des protections max I homopolaire fortement temporisées, des protections de tension fortement temporisées, …) et offre généralement une sensibilité et un temps d'élimination supérieurs à ceux du scénario d'élimination normale. Il est nécessaire, pour vérifier la bonne coordination des protections en termes de sélectivité, de prendre en compte la sollicitation éventuelle du « secours ultime » pour des défauts sur la zone amont.

Pour la zone interne de l'installation privée en aval de son transformateur HTB/HTA, le producteur déclare le temps d'élimination normale des défauts d'isolement.

Nota 1 : La fonction de « secours ultime » ne peut être assurée par une protection de distance.

En cas de raccordement mettant en œuvre plusieurs ouvrages, la décomposition sera faite de manière adaptée à la situation en veillant à bien différencier chaque ouvrage.

Si, de manière provisoire ou dérogatoire, le raccordement nécessite que des schémas particuliers d'exploitation soient pris, avec un impact sur les performances spécifiées, un tableau spécifique propre à chaque schéma d'exploitation sera établi.

Les performances s'entendent quel que soit le niveau de production du groupe, y compris lorsqu'il est à l'arrêt. Elles concernent l'élimination de l'apport en courant de court-circuit (temps de disjoncteur compris) de l'installation raccordée au RPT, ainsi que le non-maintien de la tension au point de livraison à compter de l'apparition du défaut.

consultation

Colonne : Protections sollicitées

Les indications attendues dans la colonne « protections sollicitées » sont les seuils de réglages des différents relais et les temporisations associées, relative aux protections agissant sur les disjoncteurs HTB, en cas de défaut HTB. La codification des types de protections, norme ANSI [xx], peut être utilisée.

A titre d'exemple on donne ci-dessous pour les différents types de protections les principaux critères jugés utiles :

- Protection impédancemétrique [21]: Valeurs de zones en X(en Ω HT) et valeurs de résistance de défaut détectable (en Ω HT) ainsi que les temporisations affichées,
- Protection complémentaire de terre (Wattmétrique) [67N] : Coordination Sr.Ti en MVA.s + temps de base ainsi que le seuil de démarrage,
- Protections différentielles de liaison [87L] (si partagée avec une extrémité RTE) : Adressage transmission, Rapport TC, seuils de déclenchement,
- Protection à maximum de courant [51] : Valeur des seuils de courant (en A HT) et temporisations associées,
- Protection à minimum / maximum de tension [27], [29]: Valeur des seuils de Tension (en V HT) et temporisations associées,
- Protections défaut interne transformateur [63]: temps d'élimination de défaut,
- Automates : temps d'élimination par fonctionnement automate (ADD [50BF], par exemple).

Colonne : Disjoncteurs actionnés

Les indications attendues dans la colonne « disjoncteurs actionnés » sont complétées par la fourniture d'un schéma unifilaire indiquant, en tant que de besoin, l'implantation des TC & TT (captation des grandeurs électrotechniques), alimentant les protections ou automates (acquisition mesure et ordre de Déclenchement Enclenchement) et agissant sur les disjoncteurs repérés. Sans autre indication, la protection sollicitée est réputée être située dans la tranche rattachée au disjoncteur actionné.

Colonne : Performance « t_{client} »

Les indications attendues dans la colonne Performance t_{client} sont les **temps d'élimination de défaut maximaux**, défini par les équations suivantes :

$$\mathbf{t_{client} = t_{n\ protection} + t_{coupureDJ}}$$

Le temps de fonctionnement de la protection prend en compte l'acquisition de ses mesures et sa temporisation interne affichée avec les dispersions associées L'équation de fonctionnement est :

$$\mathbf{t_{n\ protection} = p(1+x) + T(1+y)}$$

avec :

- p temps propre ou temps de mise en route du relais (donnée constructeur ou mesure),
- x% dispersion des temps propres,
- T valeur de la temporisation affichée (statique) ou configurée (numérique),
- y% dispersion des temporisateurs (donnée constructeur ou mesure).

consultation

Le temps de coupure du disjoncteur, $t_{coupure}$, est défini par la durée d'ouverture additionnée de la durée d'arc. La durée d'ouverture est l'intervalle de temps entre l'émission de l'ordre de déclenchement sur la bobine du disjoncteur et la séparation des contacts d'arc.

Par définition les valeurs notées t, sont les temps de fonctionnement, les valeurs notées T, sont les valeurs des temporisations affichées ou configurées.

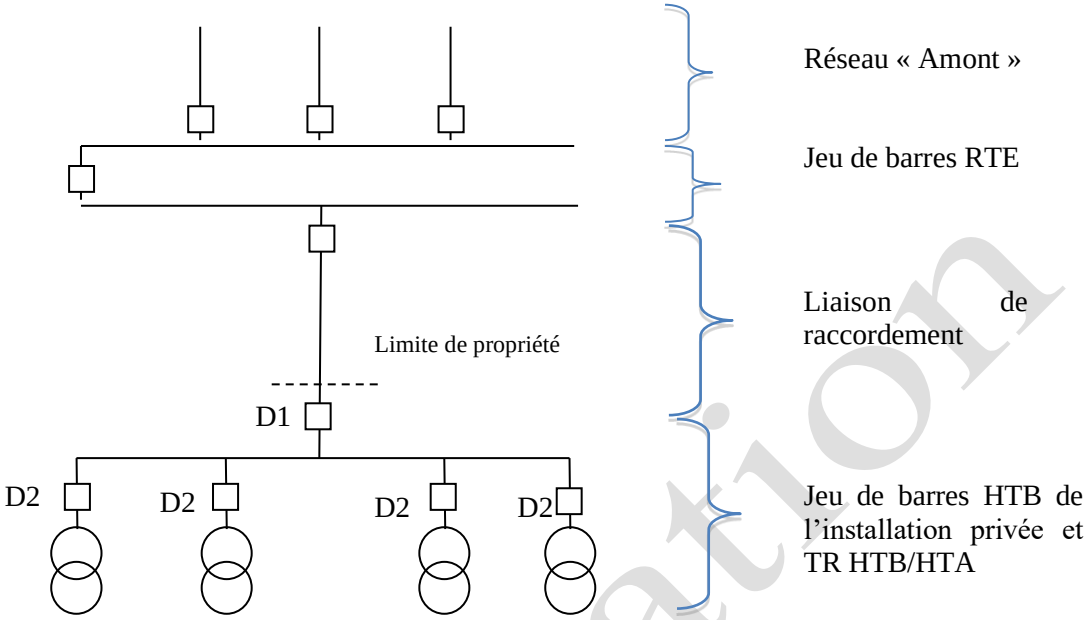
consultation

Codification des types de protections selon la norme ANSI (extrait)

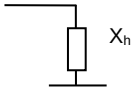
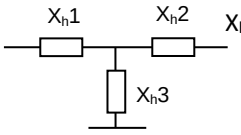
Code ANSI	Libellé de la fonction	Définition
12	Survitesse	Détection de survitesse des machines tournantes
14	Sous-vitesse	Détection de sous-vitesse des machines tournantes
21	Protection de distance	Détection de mesure d'impédance
21B	Minimum d'impédance	Protection de secours des générateurs contre les courts-circuits entre phases
24	Contrôle de flux	Contrôle de surfluxage
25	Contrôle de synchronisme	Contrôle d'autorisation de couplage de deux parties de réseau
26	Thermostat	Protection contre les surcharges
27	Minimum de tension	Protection pour contrôle d'une baisse de tension
27D	Minimum de tension directe	Protection des moteurs contre un fonctionnement à tension insuffisante
27R	Minimum de tension rémanente	Contrôle de disparition de la tension entretenue par les machines tournantes après déconnexion de l'alimentation
27TN	Minimum de tension résiduelle (harmonique 3)	Détection de défaut d'isolement à la terre d'enroulements statoriques (neutre impédant)
32P	Maximum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance active
32Q	Maximum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance réactive
37	Minimum de courant phase	Protection triphasée contre les minima de courant
37P	Minimum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance active
37Q	Minimum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance réactive
38	Surveillance de température de paliers	Protection contre les échauffements anormaux des paliers des machines tournantes
40	Perte d'excitation	Protection des machines synchrones contre défaut ou perte d'excitation
46	Maximum de composante inverse	Protection contre les déséquilibres des courants des phases
47	Maximum de tension inverse	Protection de tension inverse et détection du sens de rotation inverse de machine tournante
48 - 51LR	Démarrage trop long et blocage rotor	Protection des moteurs contre le démarrage en surcharge ou sous tension réduite, et pour charge pouvant se bloquer
49	Image thermique	Protection contre les surcharges
49T	Sonde de température	Protection contre les échauffements anormaux des enroulements des machines
50	Maximum de courant phase instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases
50BF	Défaillance disjoncteur	Protection de contrôle de la non-ouverture du disjoncteur après ordre de déclenchement
50N ou 50G	Maximum de courant terre instantanée	Protection contre les défauts à la terre : 50N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 50G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
50V	Maximum de courant phase à retenue de tension instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
50/27	Mise sous tension accidentelle générateur	Détection de mise sous tension accidentelle de générateur
51	Maximum de courant phase temporisée	Protection triphasée contre les surcharges et les courts-circuits entre phases
51N ou 51G	Maximum de courant terre temporisée	Protection contre les défauts à la terre : 51N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 51G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
51V	Maximum de courant phase à retenue de tension temporisée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
59	Maximum de tension	Protection de contrôle d'une tension trop élevée ou suffisante
59N	Maximum de tension résiduelle	Protection de détection de défaut d'isolement
63	Pression	Détection de défaut interne transformateur (gaz, pression)
64REF	Différentielle de terre restreinte	Protection contre les défauts à la terre d'enroulements triphasés couplés en étoile avec neutre relié à la terre
64G	100 % stator générateur	Détection de défauts d'isolement à la terre des enroulements statoriques (réseau à neutre impédant)
66	Limitation du nombre de démarrages	Protection contrôlant le nombre de démarrages des moteurs
67	Maximum de courant phase directionnelle	Protection triphasée contre les courts-circuits selon le sens d'écoulement du courant
67N/67NC	Maximum de courant terre directionnelle	Protection contre les défauts à la terre selon le sens d'écoulement du courant (NC : Neutre Compensé)
78	Saut de vecteur	Protection de découplage à saut de vecteur
78PS	Perte de synchronisme (pole slip)	Détection de perte de synchronisme des machines synchrones en réseau
79	Réenclencheur	Automatisme de refermeture de disjoncteur après déclenchement sur défaut fugitif de ligne
81H	Maximum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement élevée
81L	Minimum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement basse
81R	Dérivée de fréquence (rocof)	Protection de découplage rapide entre deux parties de réseau
87B	Différentielle jeu de barres	Protection triphasée contre les défauts internes de jeu de barres
87G	Différentielle générateur	Protection triphasée contre les défauts internes d'alternateurs
87L	Différentielle ligne	Protection triphasée contre les défauts internes de ligne
87M	Différentielle moteur	Protection triphasée contre les défauts internes de moteur
87T	Différentielle transformateur	Protection triphasée contre les défauts internes de transformateur

Exemple de renseignement du tableau synthétique

Sur l'installation suivante :



dont les caractéristiques de transformateurs HTB/HTA seraient les suivantes :

Transformateur n°: …			
Transformateur HTB/HTA	Couplage	Sn (MVA)	Ucc (%)
Mise à la terre du neutre HTB	☐ Réactance de Ω		☐ MALT directe
Impédances homopolaires cas YD	 X_h = Ω		
Impédances homopolaires cas YY	 X_h1 = Ω X_h2 = Ω X_h3 = Ω		*MALT du neutre HTA :* ☐ isolée ☐ directe ☐ résistance de Ω ☐ réactance de Ω
Réseau HTA	Réactance directe équivalente au réseau HTA raccordé au transformateur HTB/HTA (groupes : réactance transitoire) Xd_{HTA} = Ω (ramené à la tension HTB)		

consultation

consultation

Le tableau de performance des protections en cas de défaut HTB pourrait être le suivant :

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} »
Défaut sur le réseau « amont » RPT (ouvrages lignes et transformateurs raccordés au poste RTE de raccordement)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21 /2N : 0.6s (zone 2) Z2 = valeur de réglage…	D1 (départ ligne)	0.7s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N : 250A – *T = 2.45s* Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, tc de neutre) DJ groupe pour 51V	2.8s
Défaut sur les jeux de barres RTE du poste HTB de raccordement (si piquage, traiter les deux postes encadrant A & B)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21/2N : 0.6s (zone 2)	D1 (départ ligne)	0.7s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N: 250A – T = 2.45s Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, tc de neutre) DJ groupe pour 51V	2.8s
Défaut sur la (les) liaison(s) de raccordement HTB (si piquage distinguer les 3 parties : Poste A RTE – piquage, Poste B RTE-piquage, piquage - Poste Client)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21/2N : 0.1s (zone 1) Z1 = …	D1 (départ ligne)	0.2s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N: 250A – T = 2.45s Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, t_c de neutre) DJ groupe pour 51V	2.8s
Défaut sur le réseau HTB de l'installation privée y compris le transformateur HTB / HTA				

consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} »
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	défaut franc sur barres ANSI 21– 0.07s (zone amont) Zamont = …	D1 (départ ligne)	200ms
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	défaut Transformateur Buchholz – 0.05s	D2 (transformateurs)	200ms
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	défaut franc sur barres ANSI 51 : 4000 A – 0.05s ANSI 51N : 1200 A – 0.05s	D1 (départ ligne)	
		défaut Transformateur ANSI 67N type 2 – 0.05s	D2 (transformateurs, tc de neutre)	
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	Pour mémoire : (découplage du site) ANSI 27 80% Un – T = 1000ms		1,1 s
Défaut sur le réseau interne du producteur, en aval du transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	…		
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	…		
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	…		

consultation

FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Conditions d'application : Type B, C, D, OffShore PPM à la maille de l'installation

FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Les échanges d'informations sont nécessaires pour une bonne intégration de l'installation de production dans le système électrique, et ceci aux différentes échéances de temps. Les informations échangées, qui dépendent de l'importance de l'installation de production et de sa participation aux services auxiliaires, doivent être compatibles et cohérentes avec les systèmes de téléconduite et de communication qu'utilise RTE avec les différents acteurs.

Description

Vérification de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations avec les performances spécifiées par RTE dans le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE et le cahier des charges comptage annexés à la convention de raccordement. Ces systèmes dédiés aux échanges d'information concernent en particulier :

- le téléphone,
- le système de téléconduite, (TS, TM, télévaleurs de consignes),
- le système de comptage,
- les autres systèmes d'information définis dans le cahier des charges,

Si l'unité est soumise au dispositif de sauvegarde :

- le système d'alerte et de sauvegarde,
- le système de téléphonie de sécurité (STS)

Conditions particulières

Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de production.
Cette fiche constitue la première des trois étapes (Fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE et le cahier des charges comptage annexés à la convention de raccordement.

Résultats (Producteur -->RTE)

Le producteur doit fournir à RTE:

- un plan qualité des équipements, associés aux systèmes dédiés aux échanges d'informations, précisant les dispositions retenues pour l'exploitation, la maintenance ainsi que le traitement des dysfonctionnements de ces équipements.

- un schéma qui représente l'architecture technique de ces systèmes : équipements de sécurité, de télécommunication et de téléconduite (matériels et logiciels) : connexions éventuelles avec le système d'information du Client

- une attestation de réalisation des systèmes dédiés aux échanges d'informations en conformité avec les cahiers des charges intégrant notamment les règles de sécurité définies par RTE. Cette attestation est à fournir en plusieurs étapes :
  - A la première mise sous tension du poste d'évacuation : pour le soutirage uniquement
  - A la première synchronisation : pour les téléinformations de l'installation de production.

Si l'unité est soumise au dispositif de sauvegarde :

  - Pour l'accès définitif au réseau : ajout du système d'alerte et de sauvegarde et du STS

Ces documents sont à fournir par le producteur quelle que soit l'entreprise réalisant le raccordement au système de téléconduite et de télécommunication de RTE.

Critères de conformité

La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats »

consultation

FICHE I 1: CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF

Condition d'application : type B, C, D, OffShore PPM

FICHE I 1: CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF

Simulations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Toute unité de production raccordée au RPT doit avoir la capacité constructive de contribuer au réglage de la tension en produisant ou en consommant de la puissance réactive.

L'objectif est de vérifier au point de raccordement la capacité constructive en réactif de l'unité de production et, lorsque celle-ci est requise, la compensation du réactif du réseau interne de l'installation.

Description

- Le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de production au point de raccordement doit être déterminé pour plusieurs niveaux de puissance active tout en prenant en compte le fonctionnement du réglage de fréquence (primaire et secondaire) si l'unité de production est concernée :

P1	P2	P3	P4	P5 (si unité avec capacité FSM)
$[P_{max\ unité}]$	0.7 $[P_{max\ unité}]$	0.3 $[P_{max\ unité}]$	0.05 $[P_{max\ unité}]$	$[P_{min\ unité}]$

Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise à vide, les diagrammes sont fournis pour les prises max, min et nominale du transformateur principal.
Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise en charge, les diagrammes sont fournis en considérant le fonctionnement automatique du changeur de prise du transformateur.

Le cas échéant :

- Niveau de réactif de l'installation de production au point de raccordement lorsque l'installation est à l'arrêt et son réseau interne (réseau HTA de l'installation) restant connecté au RPT.

Conditions particulières

- L'installation de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier la capacité constructive de l'unité de production et les caractéristiques des transformateurs).
- Un domaine de fonctionnement [P ; Q] aux bornes du générateur est à fournir pour chaque type de générateur, ainsi qu'un domaine de fonctionnement [U ; Q] au point de raccordement avec tous les générateurs démarrés au même niveau de puissance active.
- Le domaine de fonctionnement sera défini aux conditions nominales de refroidissement de l'unité de production et à la fréquence de 50 Hz.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Critères de construction des diagrammes UQ, *voir article 4.2.3 de la Documentation Technique de Référence*.
- Format du fichier informatique associé aux diagrammes conforme aux spécificités définies dans *l'article 4.2.3 de la Documentation Technique de Référence*
- Scc min (en MVA) donnée dans l'étude de protégeabilité RTE

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des niveaux de puissance active et chacune des prises du transformateur principal spécifiées plus haut :

- les diagrammes définissant le domaine de fonctionnement [U, Q] de l'unité de production seront fournis (tracés des diagrammes sous format pdf et sous format numérique selon les spécifications décrites dans l'article 4.2.3 de la Document Technique de Référence),
- les limites, avec ou sans dispositif automatique de limitation notamment implanté dans le régulateur de tension, associés aux diagrammes seront précisés.
- les hypothèses et le modèle utilisé pour déterminer les diagrammes seront précisés et justifiés.

Les diagrammes comprendront les zones suivantes :

- une Zone de Fonctionnement Normale, dite ZFN. Cette zone correspond au domaine de fonctionnement normal de l'unité de production et de la tension réseau. Le fonctionnement dans cette zone est autorisé sans limite de durée.
- une Zone de Fonctionnement Exceptionnelle, dite ZFE. Cette zone, à l'extérieur de la ZFN, correspond aux domaines de fonctionnement exceptionnel de l'unité de production et de la tension réseau. A la différence de la ZFN, le fonctionnement dans cette zone est à durée limitée. Les durées de fonctionnement et les contraintes associées pour l'unité de production seront indiquées.
- Si souscription d'un contrat de participation aux services système avec RTE :
  Une Zone d'Engagement Contractualisée dite ZEC à la maille de l'entité de Réglage de la tension. Cette zone correspond au domaine de fonctionnement normal de l'Entité de Réglage de la Tension et de la tension réseau. Le fonctionnement dans cette zone est autorisé sans limite de durée. Comme il s'agit d'un engagement contractualisé, le Producteur ne peut

Consultation

s'engager que sur une zone pour laquelle ont été prises en compte les incertitudes liées au réglage définissant les limites de ce domaine de fonctionnement ainsi que les incertitudes liées aux modèles de calcul utilisés pour les tracés.

Les limites prises en compte dans les diagrammes incluront notamment et le cas échéant :
- la limite de courant rotor (LIR),
- la limite d'échauffement des parties frontales ou limite de stabilité (LAI),
- la limite de courant stator en fourniture et en absorption (LIS),
- la limite d'induction (LIN),
- la limite de sous-excitation (UEL)
- la limite de surexcitation (OEL)
- les limites de tension stator haute et basse,
- les limites de tension réseau haute et basse,
- les limites de tension auxiliaire haute et basse

Si le transformateur principal est dédié à l'unité de production, les tracés des diagrammes seront réalisés avec :
- en abscisse la tension réseau au point de raccordement exprimée en kV
- en ordonnée la puissance réactive au point de raccordement exprimée en MVAR

Si le transformateur principal est partagé avec une ou plusieurs unité(s) de production, les tracés des diagrammes seront réalisés avec :
- en abscisse la tension au point de connexion de l'unité exprimée en kV
- en ordonnée la puissance réactive au point de connexion de l'unité exprimée en MVAR

Les caractéristiques et données suivantes seront mentionnées en légende pour chaque tracé :
- le nom de l'unité de production,
- la valeur de puissance de l'unité de production ainsi que celles des auxiliaires,
- les conditions de refroidissement retenues,
- les caractéristiques des transformateurs impactant le résultat : transformateur principal, éventuel transformateur de soutirage, … : n° de la prise et rapport U_{HTA}/U_{HTB} en vigueur,
- les caractéristiques électriques des liaisons internes de l'installation,
- les domaines de fonctionnement en tension alternateur et auxiliaires.

Le cas échéant :
Pour la simulation de l'installation à l'arrêt avec le réseau interne restant connecté au RPT, tous les matériels électriques, hors unité de production, doivent être pris en compte (liaisons internes de l'installation, auxiliaires, transformateur de soutirage, …) dans l'étude.

Critères de conformité
- Pour le diagramme à [$P_{max\ unité}$] et à la prise nominale, le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de production doit a minima englober les points de fonctionnement A, B et C définis dans le CdC capacités constructives.
- Pour les diagrammes aux autres puissances et à la prise nominale, le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de production doit a minima englober les points de fonctionnement A' et C' définis dans le CdC capacités constructives.
- Pour les unités de production de types B et pour un niveau de puissance <10% [$P_{max\ unité}$], l'unité de production peut réduire sa plage de réactif dans le domaine de fonctionnement [U ; Q].
- Pour la simulation de l'installation à l'arrêt avec le réseau interne restant connecté au RPT, le réactif du réseau interne fourni/consommé doit être nul au point de raccordement avec une tolérance de +/- 1 MVAR.

consultation

FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM

FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs

Pour toutes les configurations d'exploitation du réseau (réactance de liaison X_{cc} comprise entre a et b), chaque unité de production doit rester stable quel que soit son régime de fonctionnement, dans les plages normales et exceptionnelles de tension et de fréquence, et quels que soient les niveaux de puissance active et réactive qu'elle produit.

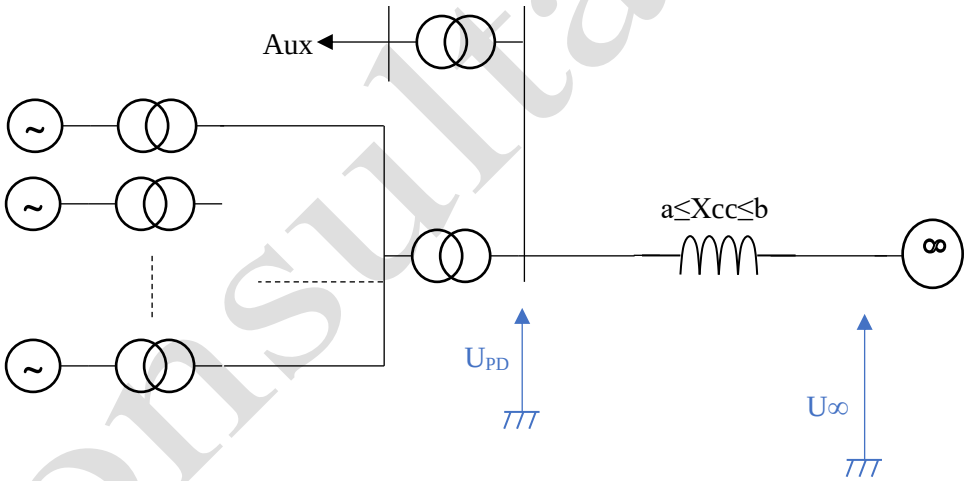
Description

Modèle utilisé :

L'étude du comportement dynamique de la régulation de tension de l'unité et de la stabilité en petits mouvements est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau « infini ») au travers d'une réactance de liaison X_{cc} comprise entre a et b.

dans le cas d'une mise en service partielle : Pour les besoins de cette fiche de simulation, le terme [$P_{max\ unité}$] correspond à la puissance maximale de l'unité à chaque étape de mise en service partielle.

Schéma réduit équivalent ou schéma complet unité de production PPM



1. *Evaluation de la robustesse :*

Cas d'une unité de production de type D et offshore PPM

Calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf. annexe I du cahier des charges) pour le point de fonctionnement P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [Udim] au point de raccordement ainsi que pour les trois points de fonctionnement suivants :

A : P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0,32 [$P_{max\ unité}$] et U = [Udim]

B : P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0,3 [$P_{max\ unité}$] et U = 0,9 [Udim]

C : P = [$P_{max\ unité}$], Q = -0,35 [$P_{max\ unité}$] et U = [Udim]

Pour chaque point A, B et C réduire la puissance active par pas de 10%, ces tests ne sont pas obligatoires s'il est démontré que la réponse fréquentielle ne change pas.

P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.

La valeur de la tension du réseau infini U∞ doit rester dans les limites du régime exceptionnel. Au besoin, la puissance réactive de l'unité peut être modifiée pour respecter cette contrainte.

consultation

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST : L'évaluation de la robustesse est réalisée en supposant l'asservissement au RST hors service.

Cas d'une unité de production de type B ou C

Le calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf. annexe I du cahier des charges) n'est pas demandé. Une déclaration de performance concernant la tenue de la robustesse doit en revanche être fournie par le producteur.

2. Echelon de consigne du réglage primaire de tension, de consigne de puissance réactive, et perturbations de tension réseau :

Point de fonctionnement

Unité de production initialement à P = [$P_{max\ unité}$], , Q = 0 et U = [U_{dim}]. P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.
La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST : L'asservissement au RST est supposé hors service.

Evénement simulé

Echelon de +2 % de la consigne du réglage primaire de tension.
Echelon de +2% du module de la tension au point de raccordement (pour les PPM DC)
Echelon de +10° de la phase du réseau au point de raccordement (pour les PPM DC)
Echelon de +2 % de la consigne de puissance réactive (pour les PPM DC).

3. Echelon de la consigne RST Uref si l'unité dispose d'un asservissement au RST

Unité de production initialement à P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [Udim]. P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.
L'asservissement au RST est supposé en service. La consigne RST Uref initiale est déterminée par le point de fonctionnement de l'unité de production défini précédemment.

Evénement simulé :

Echelon de +1 % sur la consigne RST Uref de l'unité (ou de l'installation)

Conditions particulières

- La simulation est réalisée pour les deux valeurs extrêmes de réactance de liaison (X_{cc} = a et X_{cc} = b).

- L'unité de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur, pour tous les points d'interface). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

Nota : pour un parc non synchrone de générateurs, tous les générateurs sont modélisés (le modèle n'est pas agrégé).

- Le producteur peut démontrer le non déclenchement de l'installation par fonctionnement d'une protection en utilisant des outils de simulation.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon.

λ en kV/MVAR (cf. § 3.1.5 de l'article 8.3.1 de la DTR)

Rappel (cf. §3.6 de l'article 8.3.1de la DTR) :

- la réactance de liaison minimale a
- la réactance de liaison maximale b

Résultats (Producteur → RTE)

1. Eléments à fournir

Les hypothèses (incluant les valeurs de a et b en Ohms) et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Tension au point de raccordement,
- Tension de la source de tension infinie,

consultation

- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement,
- Consigne du réglage primaire de tension ou de puissance réactive,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension ou de puissance réactive,
- Sorties des boucles additionnelles des régulations

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies (caractéristiques de l'énergie primaire de l'installation, numéro des prises des éventuels régleurs en charge de l'installation, etc...).

Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

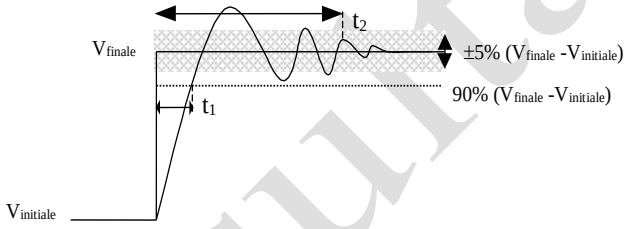
Cas d'une unité de production de type D ou offshore PPM

Les résultats des calculs des marges de stabilité et le modèle utilisé seront présentés.

2. Analyse à effectuer pour les échelons de consigne du régulateur primaire, et les perturbations réseau

Les caractéristiques suivantes doivent être déterminées :

- Temps de réponse t1 à ±10 % de la valeur finale (X correspondant à la grandeur asservie par le réglage primaire de tension et, suivant le type de régulateur de tension, égale à Q, ou $[U_{PROD}]+\lambda.[Q_{PROD}]$)
- Temps d'établissement t2 à ±5 % de la valeur finale (X correspondant à la grandeur asservie par le réglage primaire de tension et, suivant le type de régulateur de tension, égale à Q, ou $[U_{PROD}]+\lambda.[Q_{PROD}]$)



- Temps d'établissement de la puissance active au point de raccordement à ±1 % de sa valeur finale.
- Ecart statique (noté $\varepsilon_{\%}$) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur primaire de tension et la consigne du réglage de tension :

$$\varepsilon\% = 100\ \frac{X_{finale} - X_{consigne}}{X_{consigne}}$$

Critères de conformité

1. Evaluation de la robustesse

Pour garantir une bonne robustesse, la régulation primaire de tension doit présenter pour l'ensemble des points de fonctionnement demandés :

- Une marge de module supérieure ou égale à 0,34 ;
- Une marge de module complémentaire supérieure à 0,33 ;
- Une marge de retard supérieure à 34 ms.

2. Echelon de consigne du réglage primaire de tension ou de la puissance réactive

Sur échelon de consigne de la régulation primaire de tension ou de la puissance réactive:

- Chaque unité de production doit rester stable sur échelon de consigne (pas de déclenchement sur une protection).
- Le temps de réponse t1 doit être inférieur à 5s.
- Le temps d'établissement t2 doit être inférieur à 10 s.
- $\varepsilon_{\%}$ doit être inférieur à 0,2 %.

3. Echelon de la consigne RST Uref (si l'unité dispose d'un asservissement au RST)

Sur échelon de la consigne RST Uref

- L'unité de production doit rester stable (pas de déclenchement sur une protection).

consultation

4. Perturbations sur la tension du réseau :

Sur perturbations de la tension réseau :

- L'unité de production doit rester stable (pas de déclenchement sur une protection de l'installation).
- Le temps d'établissement de la puissance active au point de raccordement à ±1 % de sa valeur finale doit être inférieur à 10 secondes.

consultation

FICHE I 5 : INJECTION DE COURANT REACTIF SUR DEFAUT

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM

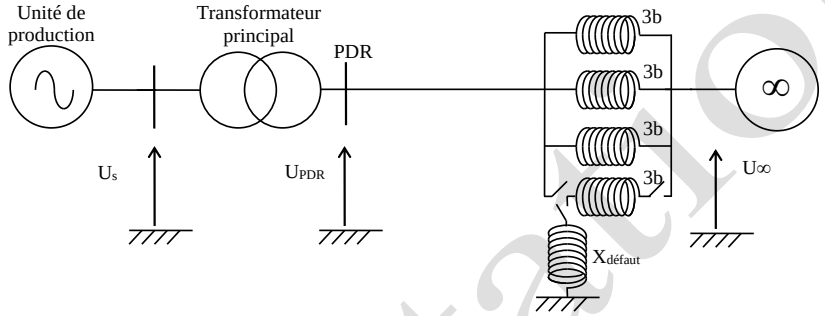
FICHE I 5 : INJECTION DE COURANT REACTIF SUR DEFAUT

Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs
L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'unité de production est capable de rester connectée au réseau et d'injecter un courant réactif lors d'un défaut sur le réseau.

Description

L'étude est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau infini) au travers de 4 lignes de réactance 3b en parallèle (voir figure suivante).



NB : Dans certains cas, le transformateur principal ne fait pas partie de l'unité de production (cf paragraphe 2 de l'article 8.3.1 de la DTR). Le Point de Raccordement est alors déplacé en conséquence.

Le temps du défaut sera conforme aux exigences de creux de tension.
Pour chaque ligne de réactance on a : impédance homopolaire = impédance inverse = impédance directe = 3b.

1er événement simulé : Défaut franc
Défaut triphasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture de la liaison. $X_{défaut}$=0 pu

2ème événement simulé : Défaut impédant
Défaut triphasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture de la liaison. L'impédance du défaut à retenir en fonction de b, Udim et Un est la suivante :

$$X_{défaut} = \frac{\frac{3}{4}b}{\frac{U\infty . Udim}{0.6 . Un} - 1} \text{ pu base Udim, Sn}$$

$$U\infty = \sqrt{1 + \left(\frac{3}{4}b.I\right)^2} \; pu\ base\ Udim, Sn\ et\ I = \frac{Pmax\ unité\ (MW)}{Sn\ (MVA)}\ pu\ base\ Udim, Sn$$

Remarque : le $X_{défaut}$ a été choisi pour que la tension soit d'environ 0.6 pu si l'unité produit Ip=Iq=0 durant le défaut.

3ème événement simulé : Défaut monophasé franc
Défaut monophasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture de la liaison. $X_{défaut}$=0 pu

consultation

Conditions initiales de l'étude :

L'étude doit être faite au point de fonctionnement P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U_{PDR} = [Udim] avec la valeur de Udim déterminée lors de l'étude de raccordement et fournie dans le CdC capacités constructives. La fréquence est de 50 Hz.
P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U_{PDR} la tension au point de raccordement.
La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Conditions particulières de l'étude :

- Le réglage primaire de tension est en service avec les paramètres définis par RTE.

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST
- L'asservissement au RST est hors service.

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement est stabilisée et conforme à la consigne du réglage primaire de tension et la fréquence est revenue à 50 Hz.

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

a. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche E1 relative aux données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise. Tous les générateurs sont modélisés (le modèle n'est pas agrégé).

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, à minima, en respectant le couplage et la mise à la terre pour la modélisation des défauts monophasés. Si l'outil de simulation le permet, la courbe de saturation des transformateurs doit être intégrée dans la modélisation.

c. Réseau électrique interne

Le réseau interne du parc est modélisé (câbles entre les générateurs, modélisés par une réactance et une résistance à minima).

Le producteur doit également vérifier la tenue des auxiliaires, alimentés par la tension du réseau, et s'assurer qu'ils sont insensibilisés au creux de tension.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

Dans les Conditions Générales
- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon

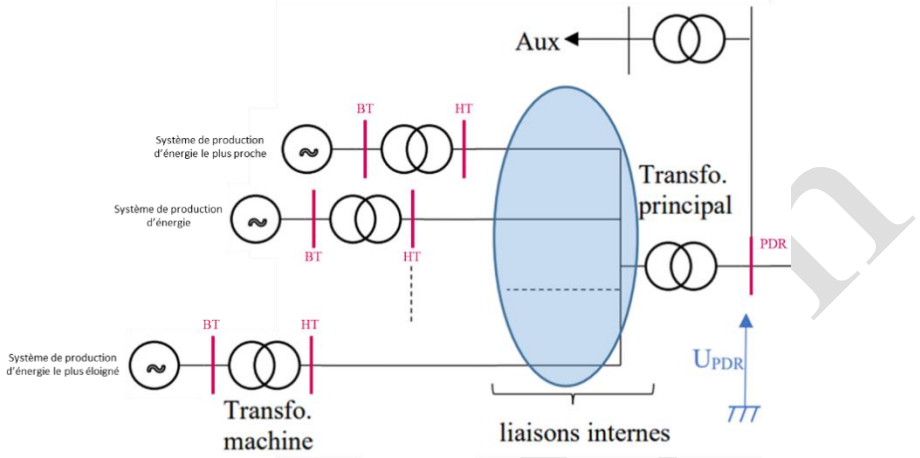
Dans les Conditions Particulières
- [$T_{défaut\ simulé}$]
- Rappel (cf. §3.6 du cahier des charges des capacités constructives) : la réactance de liaison maximale [b]
- Udim
- Gain cible k1
- Hors cas DFIG : Gain cible k2

Nota : Comme indiqué dans la norme NF EN 50549-2:2019/A1 2023 §4.7.4.2.1.1, les générateurs à double alimentation (DFIG), fournissent naturellement du courant inverse $\Delta I_{Q2} = k2 \times \Delta U2_i$, avec un gradient $k2_i$ considéré comme suffisant. k2 ne peut pas être modifié, étant donné qu'il est défini par les paramètres du générateur et le point de fonctionnement. Dans ce cas, k2 sera transmis par le producteur.

consultation

Résultats (Producteur → RTE)

Considérant le schéma d'installation suivant :



Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

Grandeur	Localisation	Unité	Base des per unit
Puissance active	PDR	MW	
	HT	MW	
	BT	MW	
Puissance réactive	PDR	MVar	
	HT	MVar	
	BT	MVar	
Tensions instantanées phase-terre	PDR	Pu	$\frac{Unominal\ réseau}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2}$
	BT	Pu	$\frac{Unominal\ BT}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2}$
Tensions instantanées phase-phase	PDR	Pu	$Unominal\ réseau \cdot \sqrt{2}$
	BT	Pu	$Unominal\ BT \cdot \sqrt{2}$
Tensions RMS phase-terre	PDR	Pu	$\frac{Unominal\ réseau}{\sqrt{3}}$
	HT	Pu	$\frac{Unominal\ HT}{\sqrt{3}}$
	BT	Pu	$\frac{Unominal\ BT}{\sqrt{3}}$
Tensions RMS phase-phase	PDR	Pu	$Unominal\ réseau$
	HT	Pu	$Unominal\ HT$
	BT	Pu	$Unominal\ BT$
Composantes symétriques (directe, inverse et homopolaire) des tensions phase-phase[3]	PDR	Pu	$Unominal\ réseau$
	HT	Pu	$Unominal\ HT$

[3] Se référer à la norme IEC 61400-21

consultation

	BT	Pu	$Unominal\ BT$
Courants instantanés par phase	PDR	Pu	$\frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ réseau} \cdot \sqrt{2}$
	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT} \cdot \sqrt{2}$
Courants RMS par phase	PDR	Pu	$\frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ réseau}$
	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT}$
Composantes symétriques (directe, inverse et homopolaire) des courants par phase[4]	PDR	Pu	$\frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ réseau}$
	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT}$
Courant actif (id) et réactif (iq) des composantes directe et inverse du courant par phase[44]	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT}$
Consigne du réglage primaire de tension		kV	
Grandeur asservie par le réglage primaire de tension		kV	
Tension de la source infinie		kV	
Numéro de prise du transformateur principal			

Les grandeurs BT et HT sont demandées pour :

- le système de production d'énergie le plus **proche** géographiquement du PDR
- le système de production d'énergie le plus **éloigné** géographiquement du PDR

Le Producteur indiquera dans le rapport la valeur (en kV) du terme « Unominal_BT » et (en MVA) « Sn_convertisseur ».

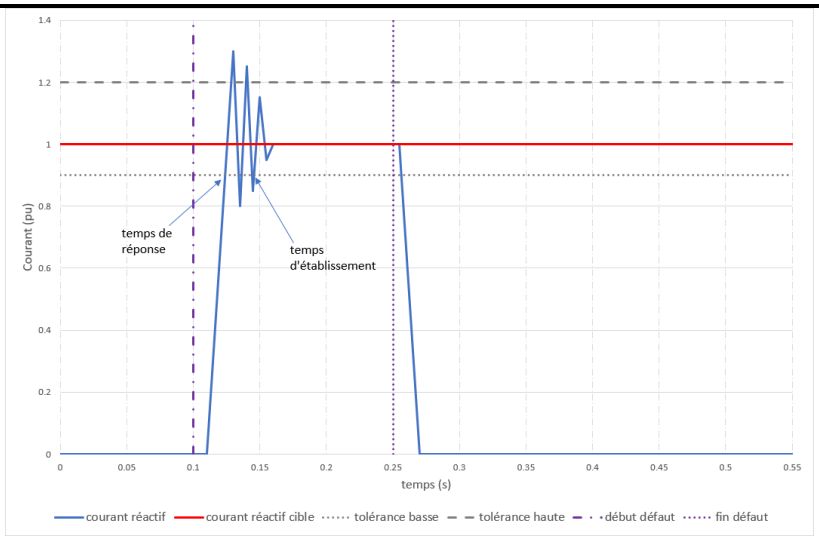
En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront être fournies fournies
Pour chaque simulation, la valeur (en Ohms) de $X_{défaut}$ devra être précisée.
Les simulations seront réalisées sur une période d'au moins 1 seconde avant le début du creux de tension et 10 secondes après le début du creux de tension. La simulation doit être réalisée avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps est de l'ordre de 1 ms (mais il peut être variable).
Un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les courbes demandées sera fourni.

Les tracés des courbes temporelles seront fournis dans le rapport pour les plages de temps suivantes :

- Entre 100 ms avant l'apparition du défaut et 300 ms après l'élimination du défaut.
  Sur les courbes des courants réactifs directs et inverses seront superposées la valeur de courant attendu pendant le creux de tension, et les bandes de tolérance autour de cette valeur telles qu'elles sont définies dans la norme NF EN 50549-2 :2019/A1 2023. Exemple :

[4] Se référer à la norme IEC 61400-21

consultation



Le temps de réponse et le temps d'établissement seront fournis.

- Entre juste après l'élimination du défaut et 10 s après l'élimination du défaut.
  Le temps de rétablissement de la puissance active vu du PDR à 90% de sa valeur initiale, à partir du moment où la tension est revenue au-dessus de 0.85 Un devra être fourni.

Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

Critères de conformité

Les résultats de simulation doivent permettre de respecter ces critères :

- L'unité de production doit continuer à fonctionner
- L'unité de production contribue à contenir le creux de tension durant le défaut grâce à la fonctionnalité d'injection de courant réactif sur défaut. Comme indiqué dans la norme NF EN 50549-2 :2019/A1 2023, le respect de l'exigence en termes de dynamique de l'injection de courant réactif (temps de réponse ≤ 30 ms et temps d'établissement ≤ 60ms) est vérifié à la sortie BT du système de production d'énergie. Si la simulation est réalisée à partir d'un logiciel EMT, une tolérance de 20 ms est autorisée pour prendre en compte le temps de calcul du phaseur et des composantes symétriques à partir des signaux instantanés, tel que défini dans la norme 50549-10 :2022 §5.3.3.8.
- Le rétablissement de la puissance active doit être aussi rapide que possible. Après le retour de la tension au-dessus de 0,85 pu (U ≥ 0,85 pu) au PDR, le temps d'établissement de la puissance électrique au PDR à 90% de sa valeur finale doit être inférieur à 2 secondes.
- Si la limite de courant Imax est atteinte, l'unité de production priorise le courant réactif en limitant le courant actif.

consultation

FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM

FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs

L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'unité de production est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable en cas de creux de tension, résultant d'un défaut sur le réseau.
Cette fiche est complémentaire de la fiche I7.

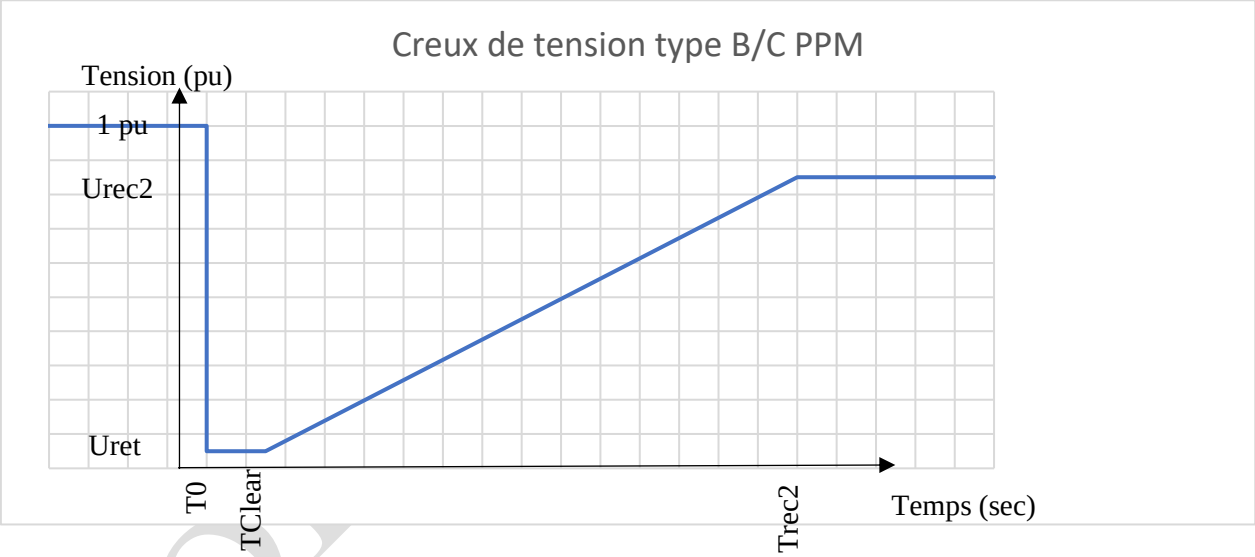
Description

Gabarit de creux de tension

Pour tout creux de tension symétrique ou dissymétrique d'amplitude supérieure ou égale au gabarit ci-dessous (composante directe de la tension phase-phase donnée au point de raccordement de l'installation), l'unité de production ne doit pas déclencher. Seule la simulation d'un creux de tension triphasé est exigée dans cette fiche.

Condition d'application : Types B, C, D raccordés en HTB1 et Offshore PPM raccordé en HTB1

Ce gabarit s'applique à un PPM offshore si la tension nominale du point de raccordement en mer est inférieure à 110 kV.

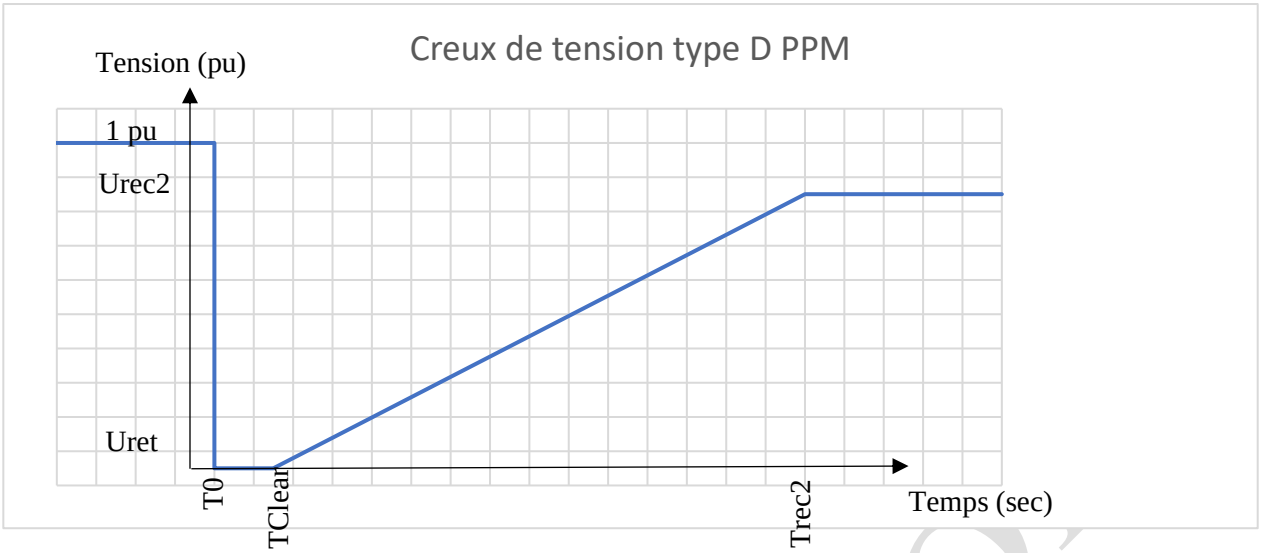


Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Uret	***0.05***	***T0***	***0***
Uret	***0.05***	***Tclear***	***0.15***
Urec2	***0.85***	***Trec2***	***1.15***

Condition d'application : Type D raccordés en HTB 2 ou 3, et Offshore PPM raccordé en HTB 2 ou 3

Ce gabarit s'applique à un PPM offshore si la tension nominale du point de raccordement en mer est supérieure ou égale à 110 kV.

consultation



Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Uret	***0.00***	***T0***	***0***
Uret	***0.00***	***Tclear***	***0.15***
Urec2	***0.85***	***Trec2***	***1.5***

Les principales contraintes à étudier lors de l'apparition du creux de tension sont :

- la stabilité des unités de production,
- la tenue des auxiliaires sans déclenchement de l'unité,
- la Puissance active et réactive produite après le creux de tension.

Evènement simulé:

Sous-tension triphasée, préférentiellement générée en contrôlant l'impédance Zv du schéma du modèle électrique.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

consultation

Conditions initiales de l'étude :

La fréquence est à sa valeur normale avant l''occurrence du creux de tension.

L'étude doit être faite au point de fonctionnement P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [Un]

P est la puissance active de l'unité au point de raccordement, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

L'apport en puissance de court-circuit du réseau est modélisé par l'impédance de court-circuit calculée de la manière suivante :

$$Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$$

Niveau de tension de raccordement	HTB1	HTB2	HT3
Un	63 kV / 90 kV	132 kV / 225 kV	400 kV
Scc	Scc ref = 400 MVA	Scc ref = 1500 MVA	Scc ref = 7000 MVA
	Scc ref ou Scc minimale (fournie dans le CdC Protections) si Scc min < Scc ref		

Conditions particulières de l'étude :

- Le réglage primaire de tension est en service avec les paramètres définis par RTE

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST

- L'asservissement au RST est hors service.

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs initiales après le creux de tension.

(Pour la simulation relative au contrôle de conformité, la tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs normales dans un délai au plus égal à 5s).

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.

Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

a. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise. Tous les générateurs sont modélisés (le modèle n'est pas agrégé).

b. Transformateur

Les transformateurs, s'ils existent, sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, a minima. Si l'outil de simulation le permet, la courbe de saturation des transformateurs doit être intégrée dans la modélisation.

c. Réseau électrique interne

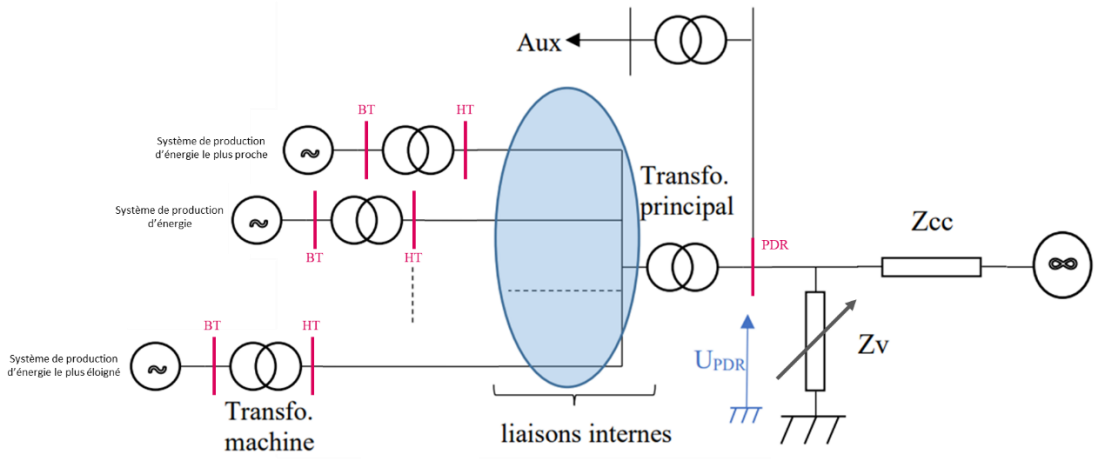
Le réseau interne du parc est modélisé (câbles entre les générateurs, modélisés par une réactance et une résistance à minima).

Le réseau public de transport :

Le réseau est préférentiellement modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement. Le creux de tension sera simulé à l'aide d'une impédance variable de défaut Zv au Point de Raccordement.

L'utilisation d'une source de tension contrôlée directement au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

consultation



Zv :

Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant respectant le gabarit au Point de Raccordement

Zcc : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement. Elle peut être modélisée par une inductance dans le cadre

de la simulation.

Le producteur doit également vérifier la tenue des auxiliaires, alimentés par la tension du réseau, et s'assurer qu'ils sont insensibilisés au creux de tension.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Scc (Scc ref ou Scc min issue du CdC Protections si Scc min < Scc ref)

Résultats (Producteur → RTE)

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

Grandeur	Localisation	Unité	Base des per unit
Puissance active	PDR	MW	
	HT	MW	
	BT	MW	
Puissance réactive	PDR	MVar	
	HT	MVar	
	BT	MVar	
Tension	PDR	Pu	Udim
	BT*	Pu	Unominal_BT
Courant actif (id) et réactif (iq) des composantes directe et inverse du courant par phase	BT*	Pu	(Sn_convertisseur)/ (√3·Unominal_BT)
Consigne du réglage primaire de tension		Pu	Udim
Grandeur asservie par le réglage primaire de tension		Pu	Udim
Numéro de prise du transformateur principal			
Valeur de Zv en fonction du temps			

*Les grandeurs BT sont à fournir pour l'unité de production la plus proche et celle la plus éloignée du PDR (se référer au schéma ci-dessus).

Le Producteur indiquera dans le rapport la valeur (en kV) du terme « Unominal_BT » et (en MVA) « Sn_convertisseur ».

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport et doivent couvrir un temps de fonctionnement d'au moins 10 secondes après le début du creux de tension, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies.

Consultation

Enfin, le Producteur explicitera de manière détaillée la méthode choisie pour générer les creux de tension.

Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

Réglages

La protection contre les sous-tensions (tenue aux creux de tension ou tension minimale spécifiée au point de raccordement) est réglée par le propriétaire de l'installation de production d'électricité conformément à la capacité technique la plus élevée possible de l'unité de production d'électricité.

Les réglages doivent être transmis à RTE par l'intermédiaire de la fiche E1.
Nota : ces réglages ne doivent pas conduire au découplage de l'unité dans une situation tellement dégradée qu'elle ne puisse pas réussir ensuite l'ilotage ou le recouplage rapide.

Critères de conformité

Les résultats de simulation et de l'étude doivent permettre de garantir que l'unité de production supporte le gabarit de creux de tension et de respecte ces critères :

- L'unité de production doit continuer à fonctionner (notamment pas de déclenchement sur une protection).
- L'unité de production reste stable et couplée au réseau pendant et après le creux de tension ;
- Les auxiliaires doivent être « insensibilisés » au creux de tension.
- Le rétablissement de la puissance doit être aussi rapide que possible. Après le retour de la tension au-dessus de 0,85 pu (U ≥ 0,85 pu), le temps d'établissement de la puissance électrique au point de raccordement à 90% de sa valeur finale doit être inférieur à 2 secondes.
- Les dynamiques d'injection de courant réactif doivent être conformes au §3.4.7 de l'article 8.3.1 de la DTR.

Dans le cas d'une attestation, le document doit spécifier que les critères de conformité précédents sont remplis.

consultation

FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM ***(non obligatoire)***

FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

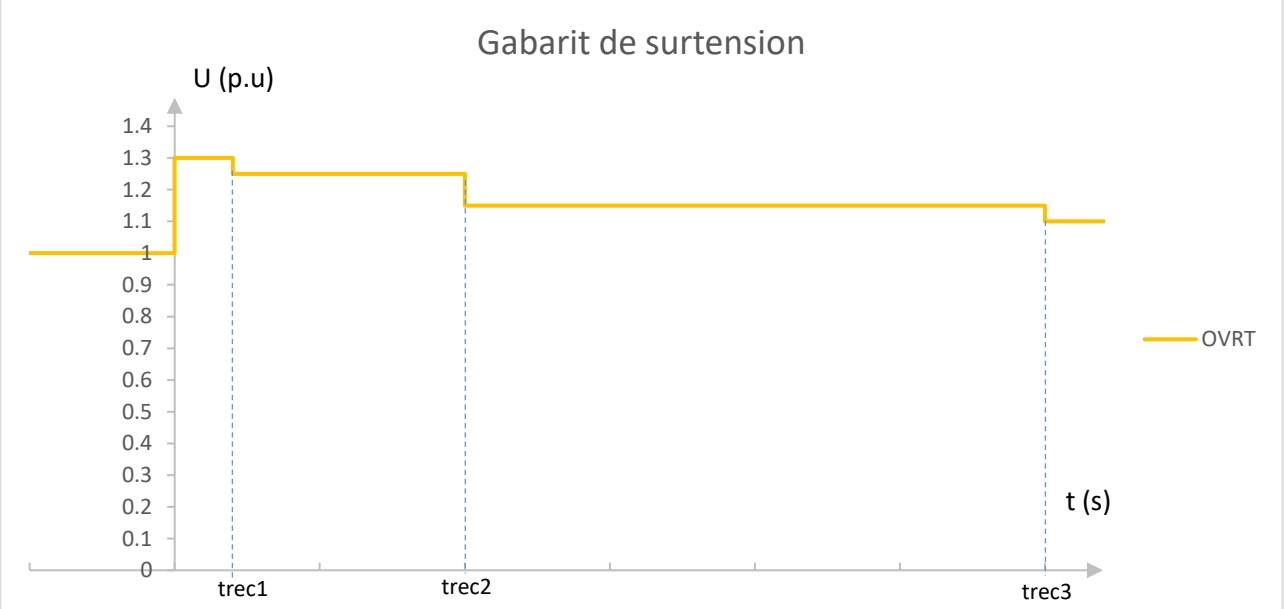
Objectifs

L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'installation de production est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable en cas de surtension, résultant de l'élimination d'un défaut sur le réseau. Cette fiche est complémentaire de la fiche I6.

Description

Gabarit de surtension

Pour toute surtension symétrique ou dissymétrique d'amplitude inférieure ou égale au gabarit ci-dessous (la tension phase-phase donnée à la fréquence fondamentale au point de raccordement de l'installation), l'unité de production ne doit pas déclencher. Seule la simulation d'une surtension triphasée est exigée dans cette fiche.



Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Urec1	***1.3***	***T0***	***0***
Urec1	***1.3***	***Trec1***	***0.10***
Urec2	***1.25***	***Trec2***	***2.5***
Urec3	***1.15***	***Trec3***	***30***

Les principaux éléments à étudier lors de l'apparition de la surtension sont :

- la stabilité de l'unité de production,
- le non déclenchement de l'unité,
- la Puissance active et réactive produite après la surtension.

Evènement simulé :

Surtension triphasée, préférentiellement générée en contrôlant l'impédance Zv du schéma du modèle électrique.

L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Conditions initiales de l'étude :

La fréquence est à sa valeur normale avant l'occurrence de la surtension.
L'étude doit être faite au point de fonctionnement P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [Un]

P est la puissance active de l'unité au point de raccordement, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

L'apport en puissance de court-circuit du Réseau est modélisé par l'impédance de court-circuit calculée de la manière suivante :

$$Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$$

Niveau de tension de raccordement	HTB1	HTB2	HT3
Un	63 kV / 90 kV	132 kV / 225 kV	400 kV
Scc	Scc ref = 400 MVA	Scc ref = 1500 MVA	Scc ref = 7000 MVA
	Scc ref ou Scc minimale (fournie dans le CdC Protections) si Scc min < Scc ref		

Conditions particulières l'étude :

Si l'unité de production dispose d'un asservissement au RST, l'étude doit être réalisée dans les conditions suivantes :

- Cas d'un asservissement RST-Uref (RST commandé en consigne de tension) : L'asservissement au RST est hors service
- Cas d'un asservissement RST-APR (RST commandé en niveau de réactif) : L'asservissement au RST est en service (avec la consigne K.Qr constante).

Conditions finales de l'étude :
La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs initiales après la surtension.

Modélisation :
Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

a. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.
Tous les générateurs sont modélisés (le modèle n'est pas agrégé).

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance. Si l'outil de simulation le permet, la courbe de saturation des transformateurs doit être intégrée dans la modélisation.

c. Réseau électrique interne

Le réseau interne du parc est modélisé (câbles entre les générateurs, modélisés par une réactance et une résistance à minima).

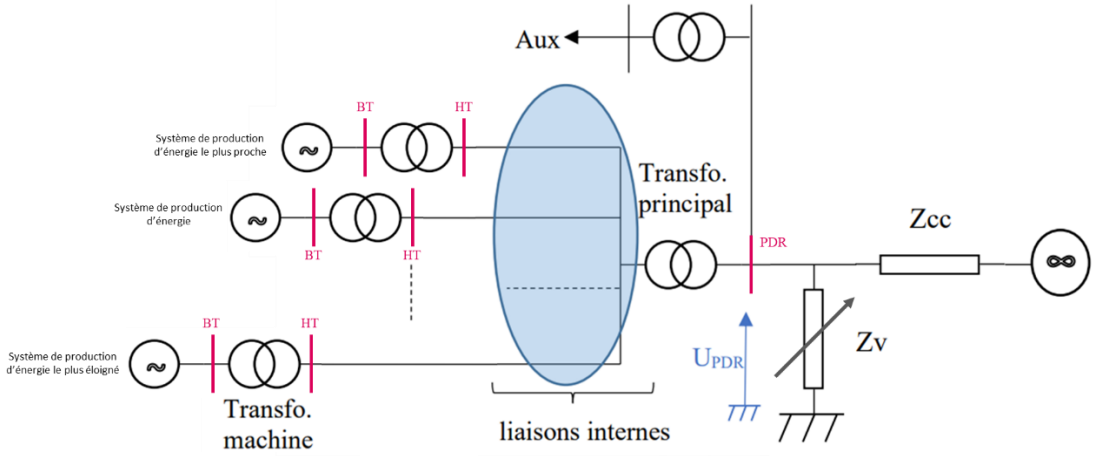
Le réseau public de transport :

Le réseau est préférentiellement modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement. La surtension sera simulé à l'aide d'une impédance variable de défaut Zv au Point de Raccordement.

Consultation

L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Le modèle électrique global sera donc schématisé comme suit (à adapter selon la configuration de l'unité) :



Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant respectant le gabarit au Point de Raccordement
Zcc : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement. Elle peut être modélisée par une inductance dans le cadre de la simulation.

Données d'entrée (RTE → Producteur)

Résultats (Producteur → RTE)

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

Grandeur	Localisation	Unité	Base des per unit
Puissance active	PDR	MW	
	HT	MW	
	BT	MW	
Puissance réactive	PDR	MVar	
	HT	MVar	
	BT	MVar	
Tension	PDR	Pu	Udim
	BT*	Pu	Unominal_BT
Courant actif (id) et réactif (iq) des composantes directe et inverse du courant par phase	BT*	Pu	(Sn_convertisseur)/ (v3·Unominal_BT)
Consigne du réglage primaire de tension		Pu	Udim
Grandeur asservie par le réglage primaire de tension		Pu	Udim
Numéro de prise du transformateur principal			
Valeur de Zv en fonction du temps			

*Les grandeurs BT sont à fournir pour l'unité de production la plus proche et celle la plus éloignée du PDR (se référer au schéma ci-dessus).

Le Producteur indiquera dans le rapport la valeur (en kV) du terme « Unominal_BT » et (en MVA) « Sn_convertisseur ».

consultation

En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies. Enfin, le Producteur explicitera de manière détaillée la méthode choisie pour générer les surtensions.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport et doivent couvrir un temps de fonctionnement d'au moins 10 secondes après le retour de la tension à sa valeur normale (Udim), et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

Réglages

La protection contre les surtensions est réglée par le propriétaire de l'installation de production d'électricité conformément à la capacité technique la plus élevée possible de l'unité de production d'électricité, tout en ne nuisant pas à la capacité de recouplage rapide ou d'ilotage.

Les réglages doivent être transmis à RTE par l'intermédiaire de la fiche E1.

Critères de conformité

L'attestation ou les résultats de simulation et d'étude doivent permettre garantir que l'unité de production supporte le gabarit de surtension et respecte ces critères :

- L'unité de production doit continuer à fonctionner (notamment pas de déclenchement sur une protection).
- L'unité de production reste stable et couplée au réseau pendant et après la surtension ;
- L'unité de production retrouve sa production de puissance active aussi rapidement que possible.
- La fourniture de puissance réactive est cohérente avec le profil de tension supporté
- L'unité de production contribue à contenir la surtension. Les dynamiques d'injection de courant réactif doivent être conformes aux exigences du paragraphe §3.4.7 de l'article 8.3.1 de la DTR.

consultation

FICHE I 9: TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS PAR INJECTION DE SIGNAUX

*[**Champ d'application :** toutes les installations]*

FICHE I 9: TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS PAR INJECTION DE SIGNAUX
Injection de signaux fictifs ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'objectif est de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements associés aux systèmes dédiés aux échanges d'informations avant la première injection de l'unité de production. **Cette fiche doit être réalisée en premier lors de la mise sous tension de l'installation du producteur**. Elle peut être réalisée lors de la mise en conduite. RTE recommande cependant d'anticiper au maximum la réalisation de cette fiche, notamment en menant les tests (dans la mesure du possible) dès la première étape du processus de notification opérationnelle. Cette fiche constitue la seconde des trois étapes (fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.
Description *[**Champ d'application :** le site n'est **pas** un site mixte]* Validation de la couche IP de communication entre le routeur de propriété et responsabilité producteur installé sur le site du producteur, et celui du centre de conduite RTE. *[**Champ d'application :** dans tous les cas]* Validation de la couche applicative, via l'échange de signaux fictifs entre le SCADA ou la passerelle de communication du producteur et le SCADA ou la passerelle de communication de RTE. Les signaux sont vérifiés à leur arrivée dans la passerelle de communication ou le SCADA cible. Chaque TI décrite dans le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE sera testée dans le respect des protocoles d'échange.
Conditions particulières L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE -->Producteur) Le cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE annexé à la convention de raccordement.
Résultats (Producteur -->RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échanges. La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ».

consultation

ANNEXE : Exemple de tableau utilisé pour la validation des TI.

Ce tableau pourra être utilisé lors des tests basés sur l'injection de signaux fictifs (fiche I9) ainsi que pour les tests basés sur des signaux réels (fiche F1).

					Etape essais signaux fictifs - Fiche I9				Etape essais en réel - Fiche F1			
Libellé court	Unité	Résolution	Interface bornier RTE		Producteur Valeur injectée		RTE	Validation de l'essai du Date (OK/NOK)	Producteur	RTE	Validation de l'essai du Date (OK/NOK)	Réserves / Commentaires
			Signal	Plage Mesure	Localisation	Valeur	Valeur reçue		Valeur	Valeur		
Domaine de rattachement de la TI												
Nom TI_1												
Nom TI_2												
…												

consultation

FICHE I 10 : RESEAU SEPARE

Condition d'application : Type C et D, offshore PPM_AC

Fiche I10 : réseau séparé

Simulations ou attestation
Dossier intermédiaire

Objectifs

L'objectif est de déterminer si l'unité est capable de fonctionner en réseau séparé. Elle doit pouvoir participer au maintien à l'équilibre des réseaux séparés suite à un incident ou pendant le processus de reconstitution.

Description

Modèle utilisé :

On considère un réseau séparé fictif de référence constitué par

- L'unité PPM considérée
  - Point de fonctionnement initial [80 % de Pmax unite ; Q=0 ; U=Udim, f=50 Hz], Q étant la puissance réactive nette vue du réseau
  - L'installation PPM en réglage primaire de fréquence et tension
  - Le LFSM doit rester activé lors des simulations.
- Une unité de production synchrone fictive en compensateur synchrone
- Le réseau de transport ne sera pas modélisé (PPM, unité synchrone et charge connectés au même nœud électrique)
- Consommation initiale :
  - C= [P= (80 % de Pmaxunite) ; Q=0],
  - Modélisation de la charge

$$P(t) = P_0.\left(\frac{V(t)}{V_0}\right)^{\alpha} \quad Q(t) = Q_0.\left(\frac{V(t)}{V_0}\right)^{\beta}$$

P(t), Q(t) : Puissance active et réactive à l'instant t
V(t) : tension à l'instant t
P_0, $Q_{0,\ V0}$: Puissance active, réactive et tension à l'instant initial de la simulation
Rq : la charge ne dépend pas de la fréquence

Evénement simulé : échelon de puissance consommée de 10% de la Pmax unite du groupe accompagné d'une variation de puissance réactive avec 4% de Pmax unité

Conditions particulières

- L'installation PPM et le groupe fictif de production sont modélisés conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (Fiche E1).
- La mise en œuvre des paramètres spécifiques « réseau séparé » de la régulation de vitesse, s'ils existent, doit être effectuée et signalée à RTE
- La mise hors service des boucles stabilisatrices du régulateur de tension utilisant par exemple la puissance ou la fréquence, si elles existent, doit être effectuée et signalée à RTE

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Unité synchrone fictive modélisée par le modèle « classique » de machine synchrone (E derrière X'd) avec :
  - Sn unité de production synchrone fictive=Sn de l'unité de production PPM
  - X'd=Xq=b, réactance maximale de liaison définie au §3.6 de l'article 8.3.1 de la DTR
  - Inertie $H = \frac{f_0.\Delta P}{2.ROCOF.Sn}$
    En considérant f_0=50 Hz, ΔP =10%. Pmaxunite et ROCOF=2 Hz/s, on obtient :
    $$H = 1.25\frac{\text{Pmaxunite}}{Sn}\ \text{MW.s/MVA}$$
  - sera à excitation constante et couple mécanique constant
- Modèle de charge : α=0, β=0

Résultats (Producteur → RTE)

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

- Puissance active P au point de raccordement,

consultation

- Puissance réactive Q au point de raccordement,
- Fréquence au point de raccordement
- Tension au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis.. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies. Également, le Producteur indiquera de manière détaillé le mode opératoire utilisé pour générer les perturbations demandées.

Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

Critères de conformité

L'unité PPM objet de l'étude :

- Ne doit pas déclencher par ses protections.
- Doit conserver un fonctionnement stable sans oscillations de fréquence ou tension entretenues.
- Doit maintenir une fréquence du réseau séparé strictement supérieure à 49Hz, pour se prémunir de tout délestage fréquence métrique de la consommation, lequel déstabiliserait le réseau séparé et pourrait provoquer son écroulement en fréquence.
- Doit maintenir une fréquence du réseau séparé strictement inférieure à 51 Hz

consultation

FICHE I 11 : VALIDATION DU MODELE EMT

Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM

Fiche I11 : Validation du modèle EMT

Essais
Dossier final

Objectifs

Le modèle numérique détaillé de type EMT (ElectroMagnetic Transient) fourni par le producteur doit permettre de simuler le comportement de l'unité de production dans les études de transitoires électromagnétiques menées par RTE.
La pertinence de ce modèle doit être validée par RTE.
Cette validation se fait en deux phases et sur deux fiches :

(i) Phase 1 (décrite dans cette fiche) : elle permet de comparer le modèle EMT développé par RTE au modèle utilisé par le producteur en confrontant les résultats de simulations des deux modèles

(ii) Phase 2 (fiche F15) : elle permet de comparer le modèle EMT de RTE aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service.

Des échanges entre le producteur, le(s) constructeur(s) et RTE seront nécessaires, dès le début du projet, pour élaborer et analyser l'acceptabilité des modèles décrits dans cette fiche.

Pour faciliter l'analyse de cette fiche, RTE recommande la fourniture par le producteur d'un modèle EMT (issu du logiciel EMTP ou PSCAD) de l'unité de production.
En cas de fourniture d'un modèle EMTP de la zone 1 par le producteur, l'étape 1 n'est pas à effectuer par le producteur.
En cas de fourniture d'un modèle EMT (EMTP ou PSCAD) de la zone 3, l'étape 2 n'est pas à effectuer par le producteur.

Description

Un schéma de principe du raccordement d'une unité de production utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance est présenté à la Figure 1. La description se veut la plus générique possible mais il est possible que certaines unités de production ne soient pas parfaitement représentées par ce schéma. Des échanges entre le producteur et RTE seront nécessaires pour analyser l'acceptabilité des modèles décrits ci-dessous.

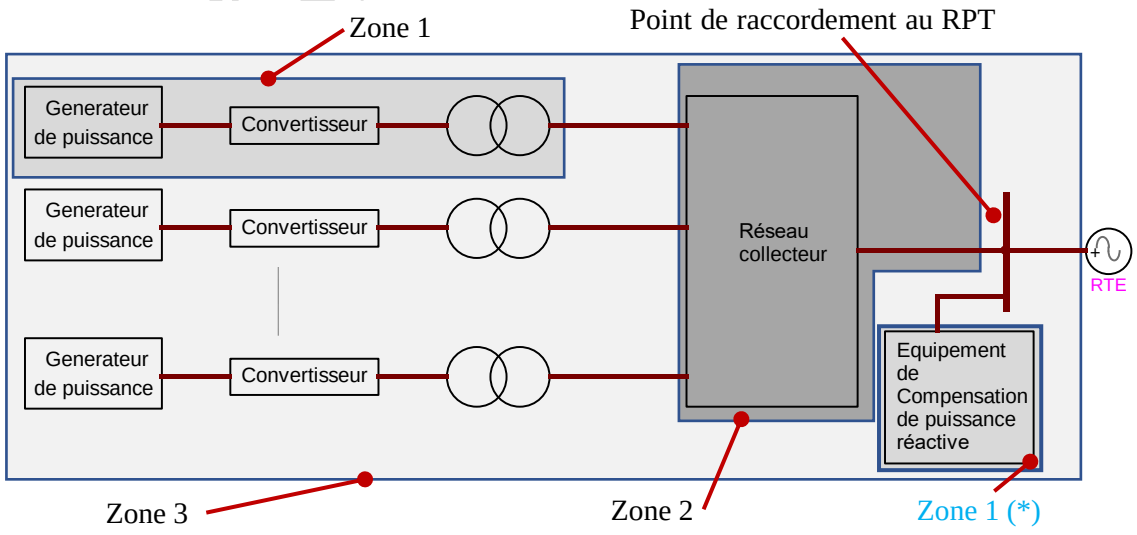


Figure 1

(*) : Si l'unité de production comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra être effectuée à l'étape 1. Les données et les cas de simulation considérés pour ce cas particulier seront à valider entre le producteur et RTE.

Consultation

La validation se fera à minima selon les 3 étapes, qui sont décrites dans ce document, afin de valider le modèle de chaque zone de l'unité de production. Elle s'effectuera avec le modèle EMT simulé avec des pas de temps, par exemple : 10, 20, 30, 40 et 50µs (la liste des pas de temps est à discuter avec les différentes parties). Finalement, le modèle doit s'initialiser en moins de 3s de simulation pour atteindre le point de fonctionnement (U,P,Q) en régime établi initial au point de raccordement au RPT.

Le producteur pourra également proposer une méthode complémentaire de validation de ce modèle détaillé.

Dans chaque étape, l'objectif est de comparer les résultats fournis par le modèle EMT (développé par RTE à l'aide des données fournies par le producteur lors de la fiche E1) avec des données de référence (résultats des modèles utilisés par le producteur pour étudier les performances finales de l'unité de production). Cette comparaison se fera par RTE.

Pour réaliser cette comparaison le producteur devra fournir, pour chaque étape, les données de référence sous un format numérique (COMTRADE, CSV, fichiers de sortie PSCAD…), ainsi que toutes données nécessaires à la réalisation des simulations. Ces données doivent contenir à minima pour chaque étape les signaux du tableau ci-dessous :

Données	Etape 1	Etape 2	Etape 3
Données temporelles			
Tensions et courants instantanées 3ph-gnd au point de raccordement au RPT			X
Puissance active et réactive RMS [5] au point de raccordement au RPT			X
Tensions et courants instantanées 3ph-gnd au node 1 (voir Figure 8~~Figure 8~~)	X		X
Tensions et courants instantanées 3ph-gnd au node 2 (voir Figure 8~~Figure 8~~)	X		
Tensions et courants instantanées au node 3 (voir Figure 8~~Figure 8~~) *Rq : si grandeurs électriques AC : toutes phases, si grandeurs électriques DC : Tension DC et courant(s) DC.*	X		
Consignes de puissance active, réactive, en tension et en fréquence des systèmes de commande de la zone 1	X		X
Consignes de puissance active, réactive, en tension et en fréquence des systèmes de commande de la zone 3			X
Position du régleur en charge du transformateur de la zone 1, si applicable	X		X
Position du régleur en charge du transformateur au point de raccordement au RPT, si applicable		X	X
Etat des systèmes de protection (déclenchement, protection à l'initiative du déclenchement)	X		X
Courant actifs et réactifs injectés [7] par chaque zone 1 et calculés par le système de mesure	X		
Courant actifs et réactifs injectés [7] par l'installation au point de raccordement au RPT et calculés par le système de mesure			X
Tension et courant DC dans les convertisseurs entre le réseau alternatif interne à l'installation (node 2 dans la Figure 8~~Figure 8~~) et le système de production d'énergie (ex : la machine tournante pour les éoliennes, les panneaux pour le photovoltaïque).	X		
Grandeur définissant la puissance maximale disponible pour les systèmes de production d'énergie (ex : vitesse du vent pour les éoliennes, quantité de lumière pour le photovoltaïque)	X		X
Pour l'éolien : angle d'inclinaison des pâles, vitesse mécanique du rotor de la machine tournante, couple mécanique de la machine tournante	X		X
Signaux d'activation des fonctions FRT et HVRT	X		X
Etat (ouvert / fermé) de tous les organes de séparation ou isolement modélisés	X		X
Données fréquentielles			
Impédances fréquentielles en composantes directe et homopolaire (amplitude et phase) au point de raccordement au RPT sans considérer les zones 1 (sur demande RTE selon dimension du réseau collecteur).		X	
Impédances fréquentielles en composantes directe et homopolaire (amplitude et phase) aux nœuds électriques internes à l'installation et définies dans la Figure 11~~Figure 11~~ (Node RC 1 à Node RC m) sans considérer les zones 1 (sur demande RTE selon dimension du réseau collecteur).		X	

[5] Se référer à la norme IEC 61400-21

Consultation

Tableau 1 : Liste des données de référence

Etape 1 – Validation du modèle de la Zone 1

L'objectif est de valider le modèle d'un système de production d'énergie (identifiée en Zone 1 sur la Figure 7~~Figure 7~~). Cette validation consiste à comparer les résultats obtenus par le producteur avec le modèle EMT utilisé pour étudier les performances finales du système à ceux issus du modèle EMT développé par RTE sur la base des données transmises par le producteur lors la fiche E1. RTE et le producteur devront donc réaliser les simulations ci-dessous pour en extraire les signaux attendus.

Les essais devront être réalisés sur le circuit réduit tel que présenté à la Figure 8~~Figure 8~~ :

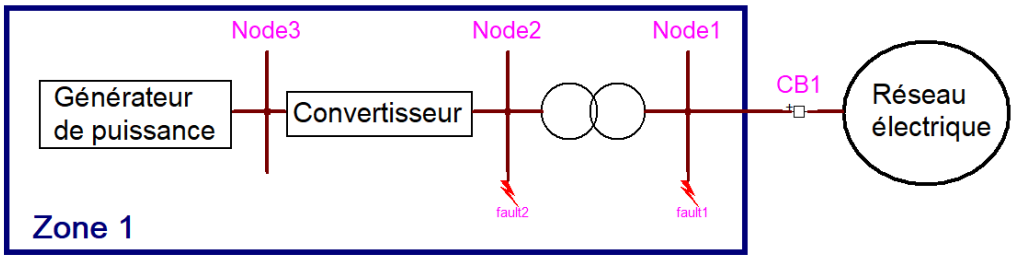


Figure 2

Le nombre de validation de zone 1 sera fonction du nombre « d'équipements caractéristiques » sur l'installation.
Par exemple, si l'installation comporte N zones 1, mais que chaque zone 1 est équipée du même matériel et que le contrôle-commande associé est identique sur chaque zone 1, alors 1 seule validation sera nécessaire.
Si l'installation comporte N zones 1, dont une zone 1 avec du matériel différent, alors 2 validations seront nécessaires.
Si l'installation comporte N zones 1 à équipements identiques, mais une zone 1 possède un contrôle-commande différent, alors 2 validations seront nécessaires.

Pour chaque simulation, le point de fonctionnement en régime établi initial sera défini par les paramètres ci-dessous. Le système est considéré équilibré.

- Unode1 : Composante directe de la tension au node 1
- Pnode1 : Puissance active au node 1
- Qnode1 : Puissance réactive au node 1

- Réseau électrique : Le réseau électrique sera modélisé conformément au modèle donné dans la brochure CIGRE TB 832 – Annexe B (voir détails ci-dessous). La fréquence du réseau « Freq » en régime établi initial et utilisée pour le calcul de Zcc sera fixée à 50Hz.

Pour chaque simulation, le producteur devra fournir tous les paramètres du modèle EMT nécessaires pour reproduire la simulation dans l'outil EMTP. En particulier, les différentes consignes nécessaires à l'initialisation du modèle seront calculées à partir des points de fonctionnement donnés et fournis par le producteur.

La liste des évènements à simuler est donnée dans le tableau ci-dessous.

Cas	Evènements à simuler	Unode1	Pnode1	Qnode1	RCC	Commentaire
Défauts fugitifs au node 1						
1	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	10	Durée du défaut : 150 ms
2	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 1	Un	Pn	Qmax	3	Durée du défaut : 150 ms
3	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 1	Un	0.5 Pn	Qmin	3	Fonction d'injection rapide de courant sur défaut désactivée. Durée du défaut : 150 ms
4	Défaut fugitif biphasé à la terre (2ph-gnd) au node 1	Un	0.5 Pn	Qmin	3	Durée du défaut : 150 ms

consultation

5	Défaut fugitif biphasé flottant (2ph).	Un	Pn	Qmax	3	Durée du défaut : 150 ms
6	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	3	Durée du défaut : 150 ms
7	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	10	Durée du défaut : 150 ms
8	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	Qmin	3	Durée du défaut : 150 ms
9	Défaut fugitif impédant triphasé (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	3	Durée de défaut 800 ms. Creux de tension de 0.5 pu.
10	Défaut fugitif impédant triphasé (3ph gnd) au node 1	Un	Pn	0	3	Durée de défaut 500 ms. Creux de tension de 0.7 pu *(Tension résiduelle de 0,3 pu)*
Défauts fugitifs au node 2						
11	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 2	Un	Pn	Qmin	10	Durée du défaut : 150 ms
12	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 2	Un	Pn	Qmax	10	Durée du défaut : 150 ms
Echelons et rampes						
13	Echelon de consigne de puissance active de -5%	Un	Pn	Qmin	3	
14	Rampe de fréquence de +500 mHz à 2 Hz/s sur la source AC	Un	Pn	0	3	
15	Echelon de consigne de tension de +5% Un si applicable	Un	Pn	0	3	
16	Echelon de consigne de puissance réactive de -5% Qmax si applicable	Un	Pn	0	3	
17	Echelon de tension de +10% sur la source AC	0.95 Un	0.5 Pn	~~Qmin~~Qmax	10	
18	Echelon de tension de -10% sur la source AC	1.05 Un	0.5 Pn	~~Qmax~~Qmin	10	
Séquences de fonctionnement						
19	Ouverture intempestive et définitive du disjoncteur CB1	Un	Pn	Qmax	10	L'instant d'ouverture du disjoncteur devra être fourni par le producteur.
20	Ouverture intempestive et définitive d'un seul pôle du disjoncteur CB1	Un	Pn	Qmax	10	L'instant d'ouverture du disjoncteur devra être fourni par le producteur.
21	Mise sous tension de l'unité de production	1.05 Un	N.A	N.A	3	
Défauts permanents						
22	Défaut permanent monophasé franc à la terre 1ph-gnd au node 1	Un	Pn	0	10	Défaut permanent
23	Défaut permanent triphasé impédant à la terre 3ph-gnd au node 1	Un	Pn	0	10	Défaut permanent. Creux de tension de 0.5 Un.

Tableau 2 : Liste des évènements

Hormis pour les évènements relatifs aux défauts permanents, en cas de déclenchement du système observé suite à l'application des événements ci-dessus, des échanges entre le producteur et RTE auront lieu pour définir de nouvelles conditions de simulations pour les évènements associés.

Consultation

Le producteur fournira les valeurs des paramètres au node 1 :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Pn : Puissance maximale de la zone 1
- Qmax : Puissance réactive maximale de la zone 1
- Qmin : Puissance réactive minimale de la zone 1

Modélisation du réseau équivalent :

Le réseau électrique sera modélisé conformément au modèle donné dans la brochure technique CIGRE TB 832 – Annexe B, et tel que présenté dans la figure suivante :

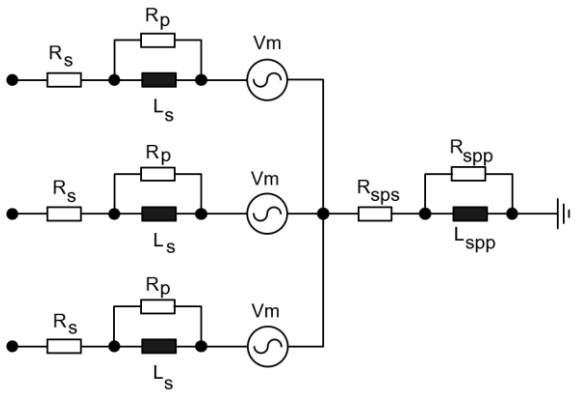


Figure 3

Les différents paramètres de la figure sont calculés de la façon suivante :

Données d'entrées :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Scc : La valeur de Scc est calculée à partir de la relation suivante : $SCC = Pn\ x\ RCC$,

  où
  Rcc signifie « Rapport de Court-circuit », et est défini dans le Tableau 4~~Tableau 4~~,
  Pn est la puissance maximale de la zone 1 au node 1
- $\frac{X}{R}$ = 10
- $\frac{Z_0}{Z_1}$ = 3
- Freq = 50

Calcul des paramètres

Variables intermédiaires à calculer :

- $\omega = 2\ .\pi\ .Freq$
- $Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$
- $Phi = \tan^{-1}(\frac{X}{R})$
- $A = Zcc\ .\ \sin(Phi)$
- $E = -1 * \ 6\sqrt{A}$

Calcul des impédances :

- $Ls = \frac{B^2 + A}{\omega}$
- $Rp = \frac{Ls\ .\ \omega\ .\ \sqrt{A}}{\sqrt{Ls.\omega - A}}$
- $Rs = \frac{\left(\frac{3.\omega.Ls}{Rp\ .\ \tan(Phi)}\right) - (\frac{3.\omega.Ls}{Rp})^2}{1 + (\frac{3.\omega.Ls}{Rp})^2}\ .Rp$
- $Lspp = Ls\ .\ k$

consulte.com

- $F = -8 \,.A\,.\tan(Phi)$
- $G = \ 2.A^{\frac{3}{2}}$
- $k = \frac{\frac{Z_0}{Z_1} - 1}{3}$
- $B1 = \frac{-F + \sqrt{F^2 - 4\,.\,E\,.\,G}}{2\,.\,E}$
- $B2 = \frac{-F - \sqrt{F^2 - 4\,.\,E\,.\,G}}{2\,.\,E}$

Puis :

- $B = B1 \quad si \quad B1 > 0$

ou

- $B = B2 \quad si \quad (B2 > 0)\ \&\&\ (B1 < 0)$

- $Rspp = Rp\,.\ k$
- $Rsps = Rs\,.\ k$

- Valeur de « Vm » : Les valeurs numériques de Vm devront être calculées pour atteindre le régime établi initial requis pour chaque simulation. Les valeurs de Vm utilisées pour chaque simulation devront être fournies.

Définition des creux de tension associés aux défauts fugitifs impédants :

Dans le Tableau 4~~Tableau 4~~ sont demandés de simuler des défauts fugitifs impédants associés à une valeur de creux de tension spécifiée à appliquer au node 1. Pour simuler un tel défaut, l'impédance de défaut devra être modélisée de la façon suivante :

$$\mathrm{Z_{fault}} = \mathrm{R_{fault}} + \mathrm{j}.\mathrm{X_{fault}} \quad , \text{ en considérant } \quad \mathrm{R_{fault}} = \frac{\mathrm{X_{fault}}}{10}$$

La tension retenue pour évaluer la valeur du creux de tension est la composante directe de la tension au node 1, et telle que définie dans la formule (C.26) de la norme IEC 61400-21-1 (juillet 2019).

Les valeurs numériques indiquées dans le Tableau 4~~Tableau 4~~ précisent l'amplitude du creux de tension à partir de sa valeur initiale également indiquée dans le même tableau. La valeur du creux de tension définie doit être atteinte avant l'élimination du défaut.

Les valeurs d'impédances de défaut utilisées pour les différentes simulations seront à fournir par le producteur.

La figure suivante donne un exemple d'un creux de tension requis de 0.7 Un d'une durée de 150 ms et à partir d'une tension Un. La perturbation est appliquée ici à t = 500 ms :

consultation

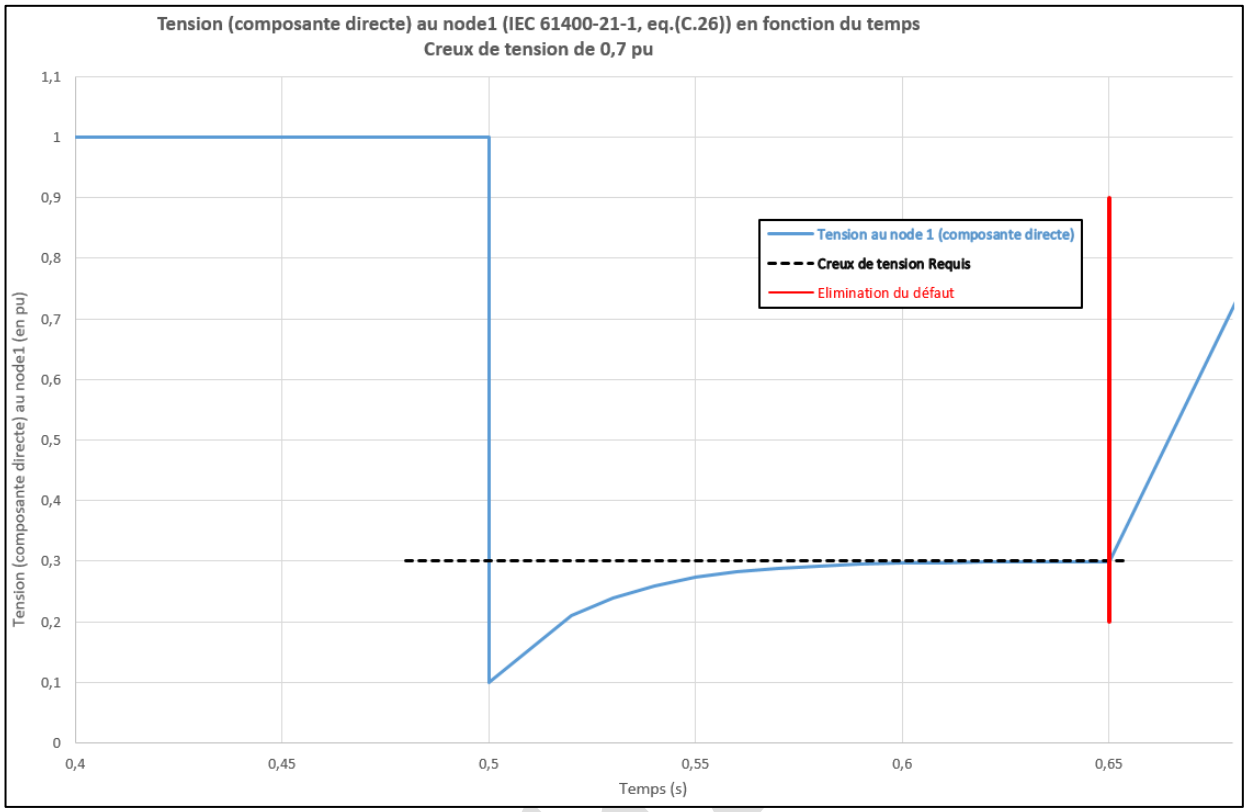


Figure 4

Critères de conformité

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions simples et courants instantanés (V, I) aux nœuds (Node1, Node2, et Node 3) identifiés sur la Figure 8~~Figure 8~~.

La différence relative entre les valeurs instantanées des résultats issus des deux processus de simulation (celui du producteur vs celui de RTE) ne devra pas excéder 5% en régime transitoire et 0,5% en régime établi, les signaux du producteur étant considérées comme référence. Soit, pour chaque pas de temps de simulation :

$$\left|\frac{X_{i-\,simulation\ RTE}(t) - X_{i-\,Référence\ Producteur}(t)}{X_{i-\,Référence\ Producteur}(t)}\right| < 5\%\ en\ régime\ transitoire\ ou\ 0{,}5\%\ en\ régime\ permanent$$

Tout dépassement de ces limites (5% et 0.5%) devra être justifié via un échange entre les parties. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Etape 2 – Validation du modèle du réseau interne (Zone 2)

L'objectif est de valider le modèle de réseau interne de l'unité de production (non propriété de RTE) constitué des transformateurs, câbles et possibles matériels de compensation passif se raccordant au RPT. Les modèles de la zone 1 ne sont pas inclus dans cette zone. Etant donné que l'ensemble des données seront fournies pour que RTE puisse développer le modèle EMT (pas de boîte noire dans cette partie), il est ici d'abord question de valider la complétude des données fournies par le producteur lors de la fiche E1.

La comparaison est effectuée entre le modèle développé par RTE à partir des éléments de la fiche E1 et des résultats qui seront fournis par le producteur avec le modèle utilisé pour étudier les performances finales de l'installation. Plusieurs calculs d'impédance dans le domaine fréquentiel sont à réaliser et sont décrits dans la suite du paragraphe.

Pour chaque calcul, le producteur donnera les informations nécessaires concernant notamment la topologie du réseau collecteur et le type de modélisation des lignes/câbles. Pour effectuer les calculs d'impédance, toutes les frontières électriques entre la zone 2 et les autres parties du système seront ouvertes pour ne conserver dans le calcul que les éléments de la zone 2 (voir représentation sur la

consultation

Figure 11
~~Figure 11~~).

Les calculs d'impédance seront effectués :

- aux nœuds électriques « Node PCC », « Node RC 1 », « Node RC 2, …., « Node RC m » (voir représentation sur la Figure 11
  ~~Figure 11~~),
- en composante directe et homopolaire,
- sur la gamme de fréquence [50 ; 5000 Hz], par pas de 1 Hz

et indiqueront pour chaque fréquence l'amplitude et la phase de l'impédance.

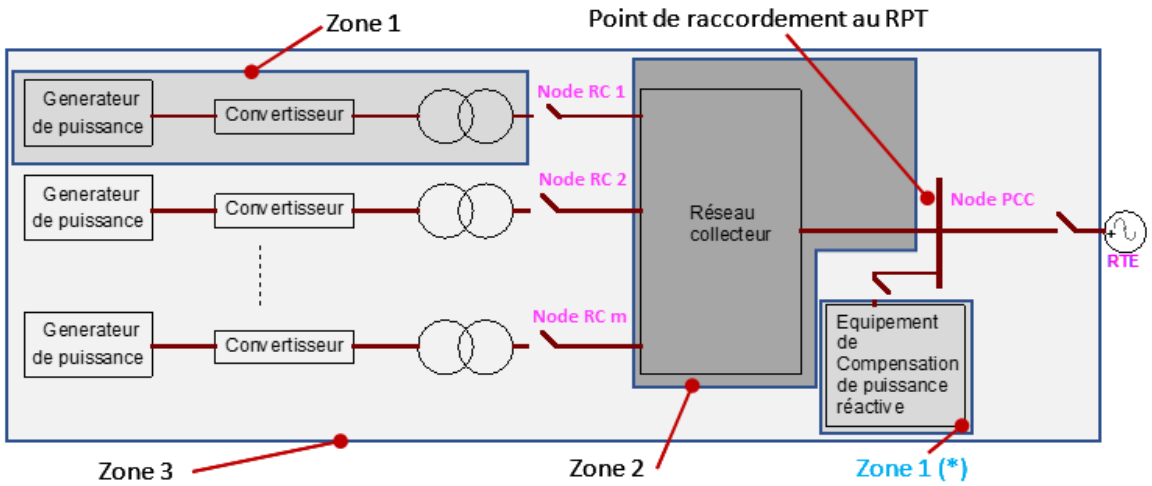


Figure 5

Critères de conformité

Les amplitudes et angles des impédances aux différents points de mesure demandés seront comparés sur une bande de fréquence entre 50Hz et 5kHz. Les différences relatives d'amplitude et de phase ne devront pas dépasser 5% chacune, les impédances du producteur étant considérées comme référence.

Tout dépassement de ces limites devra être justifié via un échange entre les parties. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Etape 3 – Validation du modèle complet EMT avec le modèle de référence

L'objectif est de valider le modèle EMT complet de l'unité de production. Cette validation consiste à comparer les résultats fournis par le Producteur pour faire ses études dynamiques lors de certaines fiches I, à ceux issus du modèle EMT développé par RTE sur la base des données transmises par le producteur lors de la fiche E1.

La comparaison et la validation du modèle EMT développé par RTE s'effectue sur la base des simulations déjà effectuées parmi les fiches I.

Les simulations concernées sont :

Fiches I2 :	Paragraphe "Echelon de consigne du réglage primaire de tension"
Fiches I5 :	Fiche complète
Fiche I6 :	Fiche complète
Fiche I7 :	Fiche complète
Fiches I10 :	Fiche complète (hors PPM_DC)

En complément, des tests supplémentaires sont requis pour valider le modèle du régulateur du parc. Ces simulations supplémentaires seront effectuées dans les mêmes conditions de modélisation et de point de fonctionnement initial que celles indiquées dans la fiche I2, limitées à une impédance de réseau de valeur « b ». Les évènements à simuler sont les suivants (avec limitations de rampe désactivées ou paramétrées au maximum s'il est impossible de les désactiver) :

Consultation

- Echelons de consigne de puissance active :
  - ✓ Un échelon de consigne de puissance active de -40% Pmax. Puis,
  - ✓ Une fois le régime établi atteint sur une durée suffisamment longue (de l'ordre de la minute), échelon de consigne de puissance active de +40% Pmax.
- Echelon de consigne de puissance réactive (pour ces tests, la loi de réglage de l'unité de production est le réglage de puissance réactive, Qprod = Qcons, tel que définie dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives) :
  - ✓ Un échelon de consigne de puissance réactive de +10% Pmax. Puis,
  - ✓ Une fois le régime établi atteint sur une durée suffisamment longue (de l'ordre de la minute), un échelon de consigne de puissance réactive de -20 % Pmax

Remarque : Concernant les tests d'échelon de puissance active et réactive, pour des contraintes de simulation, les échelons successifs peuvent être effectués via des simulations différentes en considérant le régime établi initial de la 2ème simulation comme le régime établi finale de la 1ère simulation.

Critères de conformité

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants efficaces (Vrms, Irms, (calculés à 50Hz)) aux nœuds identifiés sur la Figure 11~~Figure 11~~ (Node RC 1 à Node RC m, et au point de raccordement du RPT (Node PCC)), excepté dans le cas du défaut monophasé de la fiche I5 « Injection de courant réactif sur défaut ». Dans ce dernier cas spécifiquement, les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants instantanés (V, I) aux nœuds identifiés dans la Figure 11~~Figure 11~~ (Node RC 1 à Node RC m, et au point de raccordement du RPT (Node PCC)).

Ces critères sont:

- En régime transitoire la différence relative entre les valeurs efficaces des résultats issus des deux processus de simulation ne devra pas excéder 10%, les signaux du producteur étant considérés comme référence.
- En régime établi cette différence ne devra pas excéder 1%.

Tout dépassement de ces limites devra être justifié via un échange entre les parties. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Résultats (Producteur -->RTE)

1. *Données de référence pour la validation de l'étape 1 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles
2. *Données de référence pour la validation de l'étape 2 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles
3. *Données de référence pour la validation de l'étape 3 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles

Les données de référence doivent inclure les phases de régime établi initial avant l'évènement (à minima pendant 0.5 seconde) et de régime établi final (à minima pendant 1 seconde), et seront données pour chaque pas de temps des simulations effectuées.

Critère de conformité :

Ils sont décrits dans chaque étape

consultation

FICHE I 12 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE – MODE FSM

Conditions d'application : Types C, D, OffShore PPM

FICHE I 12 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE – MODE FSM

Simulations
Dossier intermédiaire

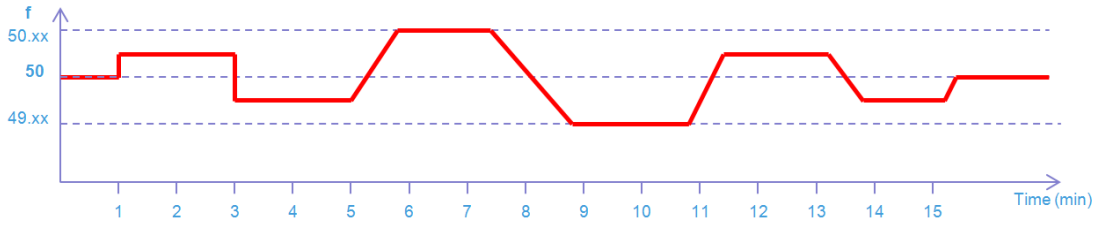
Objectifs

En cas de déséquilibre entre puissances injectée et soutirée sur le réseau (aléas, montée de charge,…), toute unité de production participant au réglage fréquence-puissance doit adapter la puissance produite par l'unité dans un laps de temps suffisamment court, dans les proportions voulues et sur une durée suffisante.

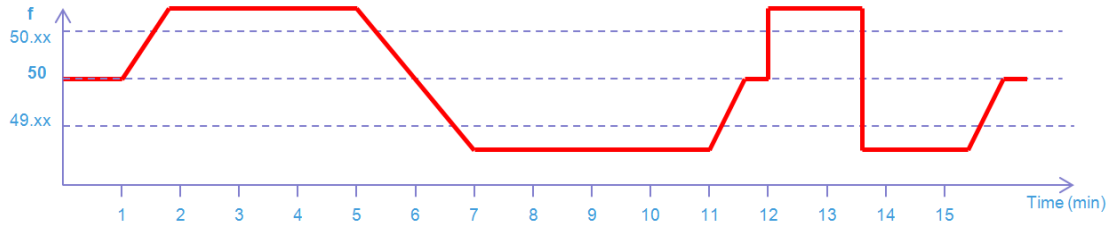
Description

Les simulations avec les profils suivants seront réalisées :

- **Test 1 : Variation de fréquence en deça de la limite de réserve primaire Rp**

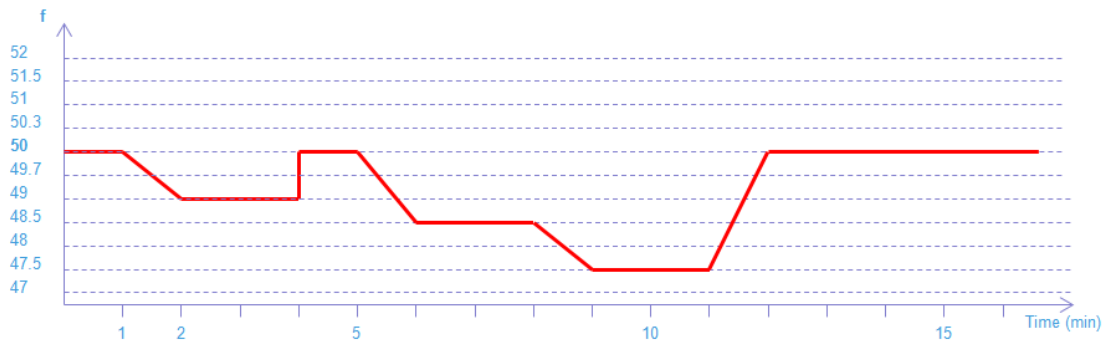


Test 2 : Variation de fréquence au-delà de la limite de réserve primaire Rp

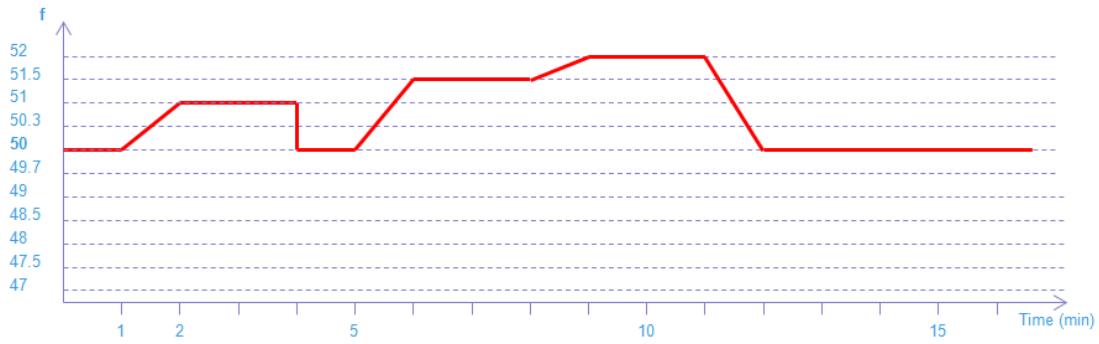


Les valeurs 50.xx et 49.xx sont les fréquences pour lesquelles la totalité de la réserve primaire Rp est libérée (par défaut 50.2 Hz et 49.8 Hz).

- **Test3 : Cas d'une baisse de fréquence déclenchant le LFSM-U**



- **Test4 : Cas d'une hausse de fréquence déclenchant le LFSM-O**



Les simulations pourront être faites sur des durées plus courtes si le régime permanent est atteint à chaque fois.

Conditions initiales de l'étude

- La tension au point de raccordement et la fréquence sont à leurs valeurs nominales avant l'occurrence du changement de fréquence.
- L'étude est faite avec le point de fonctionnement suivant : (P=Pmax_unité/2, Q=0) ; (P=Pmax_unité -Rp, Q=0)
-

La simulation doit être représentative du comportement en réglage primaire de l'unité
La bande morte sera fixée à 0
Le pas de temps des simulations est de 10 secondes au maximum

Modélisation

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

a. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche E1 sur les données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.
Tous les générateurs sont modélisés (le modèle n'est pas agrégé).

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance, a minima.

c. Réseau électrique interne

Le réseau interne du parc est modélisé (câbles entre les générateurs, modélisés par une réactance et une résistance a minima).

d. Le réseau public de transport :

Deux modélisations de réseau sont considérées :

- Le réseau est modélisé par un réseau infini (fréquence variable) au point de raccordement.
- Le réseau est modélisé avec la liaison HVDC par un modèle de contrôle commande, fourni par RTE (pour les PPM DC).

consultation

Données d'entrée (RTE -->Producteur)
Modèle de contrôle commande du convertisseur de la liaison HVDC (pour PPM DC).

Résultats (Producteur -->RTE)

- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Fournir la valeur K (MW/Hz)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'Installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacunes des simulations, enregistrements des signaux temporels :

- Fréquence mesurée
- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement
- Réserve libérée par l'unité de production au point de raccordement
- Tensions et courants au point de raccordement

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_i, temps d'activation de la réponse
- t_r, temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de min(Rp ; -K.Δf).

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement.
Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Fichiers au format COMTRADE, ASCII ou tout fichier numérique qui peut être lu par un logiciel libre.

Critères de conformité

- Les critères de dynamiques temporelles du paragraphe §3.2 de l'article 8.3.1 de la DTR doivent être respectés. L'installation ne doit pas déclencher.

consultation

FICHE I 13 : COUPLAGE AU RESEAU

Condition d'application : Type B, C, D sur demande de RTE, OffShore PPM

FICHE I 13: COUPLAGE AU RESEAU

Simulations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Le couplage doit être possible dans la plage de fréquence 49 Hz – 51 Hz, et lorsque la tension au point de raccordement se situe dans une plage de tension correspondant au domaine normal de fonctionnement du réseau.

Description

- **Essai 1 :** Couplage des générateurs au réseau en étant représentatif de l'exploitation définitive de l'unité de production.
- **Essai 2 :** Montée en puissance de l'unité de production
- **Essai 3 :** Arrêt rapide de l'unité de production

Modélisation

Les équipements entre l'unité de production et le point de raccordement seront modélisés.
Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

a. Unité de production

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur).
Tous les générateurs sont modélisés (le modèle n'est pas agrégé).

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance, a minima.

c. Réseau électrique interne

Le réseau interne du parc est modélisé (câbles entre les générateurs, modélisés par une réactance et une résistance a minima).

d. Le réseau public de transport :

Deux modélisations de réseau sont considérées :

- Le réseau est modélisé par un réseau infini (fréquence variable) au point de raccordement.
- Le réseau est modélisé avec la liaison HVDC par un modèle de contrôle commande, fourni par RTE.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Modèle de contrôle commande du convertisseur de la liaison HVDC (pour les PPM DC)
Valeur de la fréquence nominale et de la tension nominale au point de raccordement.

Résultats (Producteur -->RTE)

- Procédure décrivant les étapes réalisées pour le démarrage de l'installation et la montée en puissance.
- Enregistrements des signaux temporels suivants pour chacun des essais :
  - Tension composée et courant au point de raccordement.
  - Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement.
  - Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement.

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement.
Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Graphes avec légende (grandeurs mesurées et unités).
- Fichiers au format COMTRADE, ASCII ou tout fichier numérique qui peut être lu par un logiciel libre.

Critères de conformité

Pour tous les essais:

- Pas de déclenchement lors des mises sous tension.

consultation

- Pour l'à-coup de tension au point de raccordement :
  - la limite acceptable de l'à-coup de tension, $lim_{à\text{-}coup}$ est égale à :

    Condition d'application : Unité raccordée en HTB 1 ou 2

    Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 5%

    Si Scc min < [Scc de référence] : 5% . [Scc de référence]/ Scc min

    Condition d'application : Unité raccordée en HTB 3

    Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 3%

    Si Scc min < [Scc de référence] : 3% . [Scc de référence]/ Scc min

Pour l'essai 2 :

- L'unité réussit à monter en puissance sans perturbation de la tension (les enregistrements doivent corroborer cela).

Pour les essais 2 et 3 :

- la pente de montée ou de baisse de charge mesurée lors des simulations est cohérente avec celle renseignée par le producteur pour chacune des configurations possibles dans la liste des données (fiche E1).

consultation

FICHE I14 : VALIDATION DU COMPORTEMENT DES SOLUTIONS DE SIMULATION TEMPS REEL DU CONTROLE-COMMANDE ET PROTECTIONS

Condition d'application : Unités D, Offshore PPM sur demande RTE

Simulation et essais usine
Dossier intermédiaire

Objectifs

Cette fiche permet à RTE de valider le comportement des solutions de simulation temps réel du contrôle commande et protections par rapport au comportement du système de contrôle commande réel.

Les solutions de simulation temps réel du contrôle commande doivent être fonctionnelles dans le laboratoire de RTE avant l'échéance notée dans le cahier des charges des capacités constructives.

Description

Si des essais usine sont réalisés avec le contrôle commande réel, un sous-ensemble de ces essais sera répété sur les solutions temps réel avec les mêmes modélisations afin de valider le comportement de la réplique.
Le réseau sera modélisé avec une source de Thévenin.
A minima les tests suivants seront inclus dans le sous-ensemble de validation :
Fiche I6 : Tenue aux creux de tension
Fiche I11 : Tests de l'étape 1

Si des essais usine ne sont pas réalisés avec le contrôle commande réel, le producteur devra proposer une méthode de validation des solutions temps réel fondée sur des essais réels d'une installation ayant le même contrôle, ou sur des essais sur un banc de test. L'objectif est de comparer le comportement dynamique des solutions temps réel au contrôle réel sur les évènements listés dans les fiches I6, I7 et I11. La méthode de validation devra être validée par RTE.

Conditions particulières

Données d'entrée (RTE → Producteur)

- Pour la validation des solutions temps réel, les données sont dans les fiches citées ci-avant, mais un réseau plus complexe peut être fourni éventuellement.

Données d'entrée (Producteur → RTE)

Une documentation des solutions temps réel devra être fournie : les interfaces entre le modèle des systèmes de contrôle commande et de protection seront documentées (voir § 3.10.2).

Résultats (Producteur → RTE)

Un rapport doit être fourni, incluant pour chaque test :

- Résumé de tous les tests indiquant si les critères de conformité sont respectés (oui / non / explication)
- Enregistrements et figures des signaux temporels suivants, pour chacun des essais :
  - Courants et tensions phase-terre instantanés aux nœuds considérés dans les fiches (amont et aval du convertisseur, après le transformateur du generateur, au point d'interface).
  - Courant et tension DC du convertisseur d'interface.
  - Courants actifs et réactifs injectés par chaque unité de production et calculés par le système de mesure
  - Le cas échéant vitesse mécanique du rotor/des machines, angle d'inclinaison, couple mécanique
  - Tout autre signal disponible et nécessaire pour l'interfaçage avec le simulateur temps réel.

Les signaux seront fournis au format COMTRADE, ASCII ou tout fichier numérique qui peut être lu par un logiciel libre.

- des figures superposant les courbes générées sur le même test par les solutions de simulation temps réel du contrôle commande et les essais doivent être fournies.
- les enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant chaque événement. Ils doivent se présenter sous la forme suivante :
  - Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel, .csv, par exemple).
  - Tracés avec légendes (grandeur mesurée et unités).

Consultation

- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

- Le comportement des solutions temps réel **doit être conforme aux résultats obtenus pour le comportement du système de contrôle commande réel utilisé sur site**. Les courbes fournies par les constructeurs lors des essais usine, en temps réel ou sur banc de test seront donc superposées avec celles générées avec les solutions de simulation temps réle fournies à RTE.

consultation

FICHE I 15 : ETUDE HARMONIQUE

Condition d'application :

- **Unités de type B, C, D (sur demande de RTE),**
- **Offshore PPM**

Fiche I15 : étude harmonique
Simulations ou attestation ***Dossier intermédiaire***
Objectifs Les perturbations produites par l'unité de production, étudiées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites définies dans le cahier des charges des capacités constructives.
Description Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont : ▫ <u>Harmoniques en tension</u> • Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) V_h en % du fondamental • Taux global d'harmoniques $THD_{tension} = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} V_h^2}$ • Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} = \sqrt{\sum_{h=1}^{25} V_{2h}^2}$ • Inter harmoniques (si étudiées) de 50 à 2500 Hz par défaut, 50 à 5000 Hz pour un raccordement HVDC
Conditions particulières Si le client considère que son installation respecte les critères de conformités, le rapport d'étude peut se limiter à une attestation de conformité.
Données d'entrée (RTE -->Producteur) Les données ci-dessous sont définies dans l'article 8.3.1 de la DTR • LIH • hx_{LIMITE}, • THD_{LIMITE}, • $THD_{pair\ LIMITE}$, • $interhx_{LIMITE}$
Résultats (Producteur -->RTE) Rapport d'étude décrivant : ▫ les scénarios étudiés (utilisation normale de l'unité de production, scénario de maintenance de transformateur / générateur / liaison…), ▫ les données d'entrée, (schéma unifilaire du raccordement, impédance fréquentielle et émission harmonique d'un générateur, PV d'essai des transformateurs de puissance, caractéristiques des liaisons…), ▫ les méthodes utilisées (calcul des facteurs d'amplification, prise en compte des émissions RTE, des émissions client…), ▫ les résultats obtenus (tracés des facteurs d'amplification, niveaux harmoniques, THDs et inter harmoniques au PDR…), ▫ la conformité des résultats obtenus. Les simulations doivent couvrir le maximum de scénarios de fonctionnement du site. Le rapport doit se présenter sous la forme suivante : ▫ Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple) ▫ Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités) ▫ Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées

consultation

Critères de conformité

Les grandeurs calculées doivent être inférieures aux seuils communiqués par RTE au client

Les grandeurs à vérifier sont :

- Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) : $V_h < hx_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques $THD_{tension} < THD_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} < THD_{pair\ LIMITE}$
- Inter harmoniques (si mesurées) $interhx < interhx_{LIMITE}$

consultation

Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM

Fiche I16 : Validation du modèle phaseur ouvert

Simulations et essais usine
Dossier intermédiaire

Contexte

Le modèle de type phaseur (ou RMS) et dit « ouvert » doit permettre de simuler le comportement de l'unité de production dans les études de transitoires électromécaniques menées par RTE (stabilité transitoire, de fréquence et de tension).
La description du modèle phaseur ouvert correspond aux informations fournies par le producteur dans la fiche E1 afin de permettre à RTE de l'implémenter dans son logiciel de simulation RMS de référence. L'adjectif « ouvert » rappelle qu'une boîte-noire (fichier compilé) ou un modèle digital sur un logiciel commercial n'est pas recevable à titre de livraison du modèle phaseur.
Le processus de validation du modèle phaseur ouvert fournit par le producteur à RTE se fait en deux phases, d'abord lors d'études pour l'obtention de l'ION (Phase 1), et ensuite dans la phase d'essais pour l'obtention de la FON (Phase 2). Cette fiche porte sur la Phase 1.

Objectifs

Afin d'assurer la qualité et la précision du modèle phaseur ouvert fourni à RTE, le producteur doit démontrer que le comportement « réel » de l'unité de production peut être reproduit en simulation avec ce modèle sur un cadre précis.
Cette fiche précise les conditions, périmètre et critères de conformités associés à la Phase 1 du processus de validation du modèle phaseur ouvert dans lesquelles le producteur doit comparer les résultats de simulations qu'il obtient avec ce modèle aux grandeurs électriques de « référence » (qui représentent le comportement réel de l'unité de production).
En général, à ce stade les signaux de référence sont issus des essais en usine ou de simulations plus fines, avec par exemple un modèle EMT ou un modèle phaseur « détaillé » développé par le producteur dans la phase de conception.
En cas de non-conformité aux exigences de validation du modèle phaseur (cf. section Critères de conformités), le producteur est tenu de fournir des justifications à RTE. Si nécessaire, le producteur devra envoyer une mise à jour de la description du modèle phaseur ouvert à RTE qui garantit le respect des critères de conformité ici exigés.

Description

La Figure 1 montre un schéma de principe du raccordement d'une unité de production utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance qui rappelle le périmètre de la modélisation à considérer dans cette étude. Il se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE.

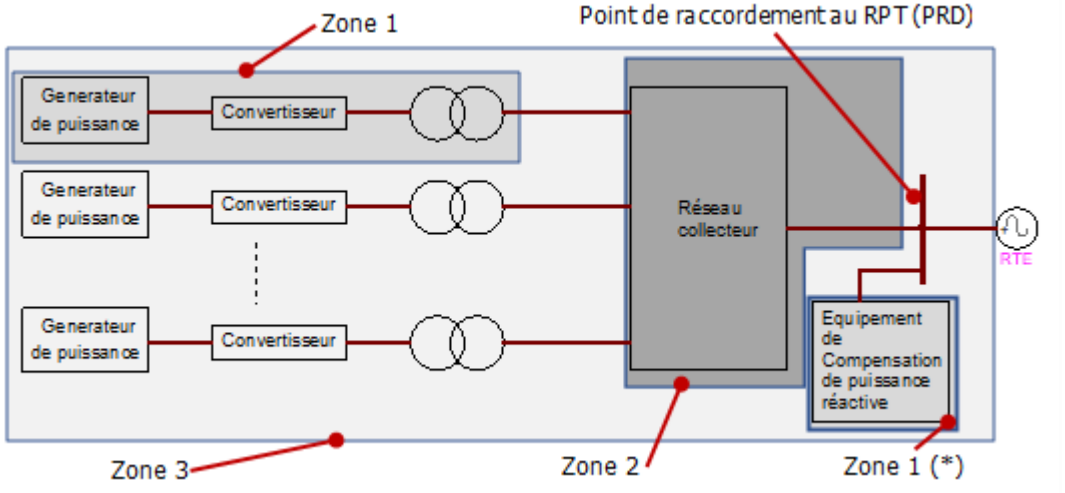


Figure 1. Schéma de principe du raccordement de l'unité de production

(*) : Si l'unité de production comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra aussi être effectuée à la Phase 1 d'une façon analogue à la validation de la Zone 1. Les données et les cas de simulation considérés pour ce cas particulier seront à convenir entre le producteur et RTE.

La validation du modèle phaseur ouvert se fera à minima sur 2 périmètres :

i. A la maille d'un système de production d'énergie de référence (i.e. Zone 1 dans Figure 1) et
ii. A la maille de l'unité de production (au point de raccordement, PDR, défini par la Zone 3 dans la Figure 1).

Publication

Les résultats obtenus avec le modèle phaseur ouvert implémenté par le producteur et correspondant aux informations fournies à RTE doivent être comparés aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de production. Seule la composante directe est considérée en cohérence avec les hypothèses de modélisation.

Il est à noter, qu'à test équivalent sur la Zone 3, les signaux de référence correspondent aux résultats fournis à RTE dans certaines fiches de performances dynamiques (I2, I5, I6, I7 et I10) pour les différentes grandeurs observées au PDR ou pour les grandeurs de consigne.

Les écarts entre les résultats de simulation obtenus par le producteur en utilisant le modèle phaseur ouvert fourni à RTE et les signaux de référence reflétant le comportement réel de l'unité de production doivent être évalués sur la base de deux types d'indicateurs conformément aux normes IEC 61400-21-1:2019 et IEC 61400-27-2:2020 :

i. Les indicateurs de performance dynamique classiques : temps d'activation, de montée et d'établissement. Dans cette Fiche on évaluera aussi le dépassement.

ii. Trois type d'erreurs calculées à partir de l'écart point à point des séries temporelles ($x_e(n)= x_{sim}(n)- x_{mes}(n)$):

- l'erreur moyenne (*Mean Error, ME*),
- l'erreur moyenne absolue (*MAE, Mean Absolute Error*) et
- l'erreur maximale (*MXE, Maximum Error*).

Les équations qui définissent ces erreurs sont rappelées dans le CdC CC (Article 8.3.1). Ici, seront précisées les hypothèses de filtrage et ré-échantillonage des signaux sur la base de préconisations des deux normes IEC indiquées. La Figure 2 montre l'implémentation retenue par RTE pour le contrôle de conformité.

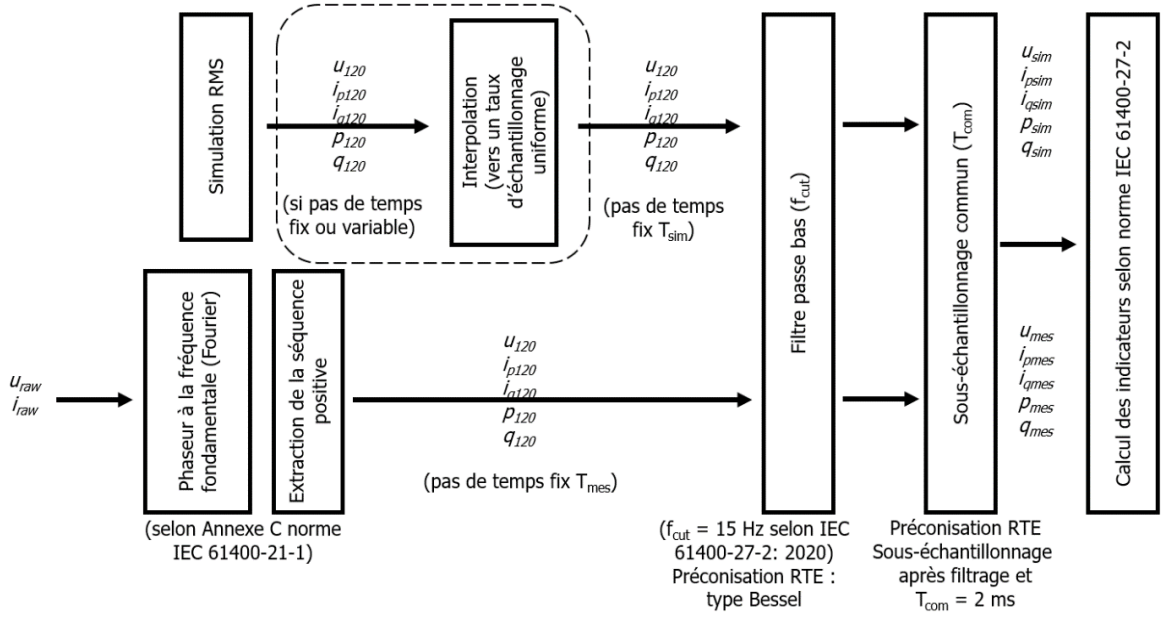


Figure 2. Schéma de principe du raccordement de l'unité de production

Une fréquence de coupure à 15 Hz est exigée conformément aux préconisations de la norme IEC 61600-27-2 et un pas commun d'échantillonnage (Tcom) de 2 ms est conseillé[1] par RTE.

Pour les signaux à pas variables, la fonction de ré-échantillonage sera implémentée préférentiellement par une méthode d'interpolation, en prenant garde à ne pas introduire de déformation du signal d'origine dans l''interpolation (notamment en utilisant des méthodes d'interpolation qui ne font pas apparaître de phénomènes de Gibbs au niveau des discontinuités).

Concernant le type de filtre, la norme préconise l'utilisation d'un filtre passe-bas d'ordre deux. RTE conseille en particulier l'utilisation d'un filtre de Bessel, ou d'un filtre de *Butterworth* en deuxième choix, qui donne des résultats plus stables sur le calcul des indicateurs. Le sous-échantillonnage de mesures devra être effectué après le filtrage à 15 Hz. Le sous-échantillonnage peut être implémenté par un filtre anti-repliement numérique, en s'assurant des hypothèses de validité de celui-ci (utilisation possible sur des signaux d'entrée non sinusoïdaux par exemple).

Les fenêtres d'observation doivent être adaptées. Conformément à la norme IEC 61400-27-2 nous préconisons 1 secondes pour la période avant événement (régime établi initial) et 5 secondes après événement.

En cas d'impossibilité d'appliquer l'un ou la totalité de ces critères au système de production d'énergie (zone 1) et/ou à l'unité de production (zone 3), le producteur pourra proposer une autre méthode de validation. RTE se réserve le droit de refuser la proposition si les justifications techniques présentées sont jugées insuffisantes.

Tests à réaliser sur la Zone 1 (système de production d'énergie)

Les simulations devront être réalisées sur le circuit réduit montré dans la Figure 2. Le tableau 1 liste les tests à réaliser.

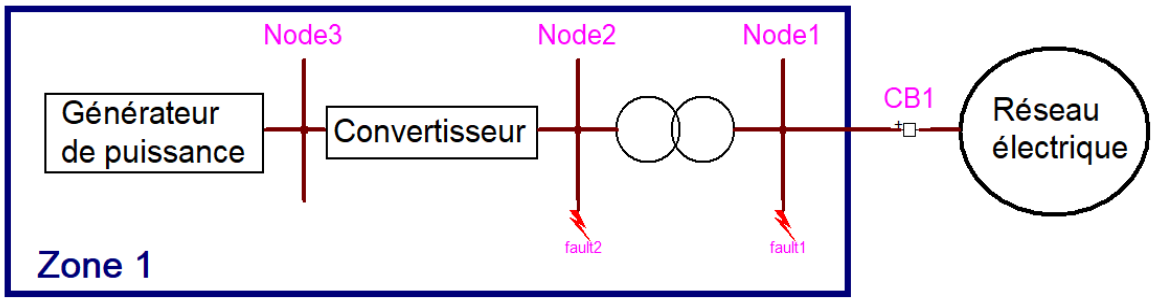


Figure 2. Points de mesure internes à la Zone 1 (au niveau d'un système de production d'énergie)

Tableau 1. Test à réaliser pour validation du modèle phaseur ouvert de la Zone 1

Cas	Evènements à simuler	Unode1	Pnode1	Qnode1	SCR[2]	Commentaire
Défauts fugitifs au nœud 1						
6	Défaut fugitif triphasé à la terre	Un	Pn	0	3	Durée du défaut : 150 ms
7	Défaut fugitif triphasé à la terre	Un	Pn	0	10	Durée du défaut : 150 ms
8	Défaut fugitif triphasé à la terre	Un	Pn	Qmin	3	Durée du défaut : 150 ms
9	Défaut fugitif impédant triphasé	Un	Pn	0	3	Creux de tension de 0.5 Un. Durée 800 ms
10	Défaut fugitif impédant triphasé	Un	Pn	0	3	Creux de tension de 0.7 Un. Durée 500 ms
Echelons et rampes						
13	Echelon de consigne de puissance active de -5%	Un	Pn	Qmin	3	
14	Rampe de fréquence de +500 mHz à 2 Hz/s sur la source AC	Un	Pn	0	3	
15	Echelon consigne de tension +5%Un si applicable	Un	Pn	0	3	
16	Echelon de consigne de puissance réactive de -5%Qmax si applicable	Un	Pn	0	3	
17	Echelon de tension de +10% sur la source AC	0.95 Un	0.5 Pn	Qmin	10	
18	Echelon de tension de -10% sur la source AC	1.05 Un	0.5 Pn	Qmax	10	
Défauts permanents au nœud 1						
23	Défaut permanent triphasé impédant à la terre (3ph-gnd)	Un	Pn	0	10	Défaut permanent. Creux de tension de 0.5 Un.
24	Défaut permanent triphasé franc à la terre (3ph-gnd)	Un	Pn	0	10	Défaut permanent (si déclenchement, le producteur indique l'instant)

[2]SCR signifie *Short Circuit Ratio* qui se traduit par « Rapport de Court-circuit » (cf. section Modélisation).

Pour chaque simulation, le producteur fournira les valeurs des paramètres au nœud 1 :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Pn : Puissance maximale de la zone 1
- Qmax : Puissance réactive maximale de la zone 1
- Qmin : Puissance réactive minimale de la zone 1

Ainsi que le point de fonctionnement en régime établi initial, défini par les paramètres ci-dessous :

- Unode1 : Composante directe de la tension au nœud 1
- Pnode1 : Puissance active au nœud 1
- Qnode1 : Puissance réactive au nœud 1

Le système est considéré toujours équilibré et il est en régime établi avant l'insertion de l'évènement.

Nota : le régime établi est défini comme l'état de fonctionnement dans lequel les variables d'état peuvent être considérées comme sensiblement constantes (IEC 60050-603:1986, 603-02-0). Numériquement, un seuil de variation (typiquement 0.1-0.2 % Xnominal) sur une fenêtre d'observation (typiquement 1 s), peut être utilisé comme référence.

Tests à réaliser sur la Zone 3 (unité de production)

consultation

La validation du modèle phaseur ouvert développé par le producteur et fourni à RTE sur le périmètre Zone 3 (unité de production complète vue du point de raccordement) s'effectue principalement sur la base des cas tests déjà considérés pour le contrôle de conformité des performances dynamiques (certaines fiches I). Par conséquent, les signaux de référence doivent correspondre aux résultats fournis à RTE dans les fiches de performance dynamique à test équivalent pour les différentes grandeurs observées au PDR et les grandeurs de consigne. Les simulations suivantes doivent maintenant être réalisées par le producteur avec le modèle phaseur ouvert :

Fiches I2 :	Paragraphe « Echelon de consigne du réglage primaire de tension »
Fiches I5 :	Fiche complète
Fiche I6 :	Fiche complète
Fiche I7 :	Fiche complète
Fiches I10 :	Fiche complète (Hors PPM DC)

En complément, des tests supplémentaires sont requis pour valider le modèle du régulateur du parc. Ces simulations seront effectuées dans les mêmes conditions de modélisation et de point de fonctionnement initial que celles indiquées dans la fiche I2, limitées à une impédance de réseau de valeur « b » (défini par RTE dans le CdC de CC). Les évènements à simuler sont les suivants (avec limitations de rampe désactivées ou paramétrées au maximum s'il est impossible de les désactiver) :

- Modification de la consigne de puissance active -40%Pmax.
- A partir du point du fonctionnement du test précèdent (une fois le régime établi atteint), modification de consigne puissance active 40%Pmax.
- Modification de la consigne de puissance réactive 10%Pmax.
- A partir du point du fonctionnement du test précèdent (une fois le régime établi atteint), modification de la consigne de puissance réactive -20%Pmax.

Pour les deux derniers tests, si applicable, la loi de réglage de l'unité de production est le réglage de puissance réactive, Qprod = Qcons, tel que défini dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives.

Données à stocker et fournir (nécessaires à la validation du modèle phaseur implémenté par RTE)

Pour chaque simulation (incluant les deux périmètres différentiés ci-dessus), le producteur devra inclure dans son rapport de validation du modèle phaseur ouvert (cf. section Résultats) tous les paramètres nécessaires pour reproduire chaque simulation par RTE. En particulier, le producteur indiquera les différentes consignes, calculées à partir des points de fonctionnement donnés, nécessaires à l'initialisation du modèle, ainsi que les modes de contrôle sélectionnés au départ de la simulation et ceux activés au cours du test.

Le producteur devra aussi livrer en format numérique les signaux de simulation et de référence utilisés dans le rapport de validation (cf. section Résultats) et préciser les traitements numériques (filtrage, ré-échantillonage, fenêtre d'observation…) réalisés pour le calcul des indicateurs. Ils doivent être conformes aux préconisations de cette fiche.

Ces données seront utilisées par RTE pour valider son implémentation du modèle phaseur ouvert (dans son logiciel phaseur de référence) effectué à partir de la description fournie par le producteur. Ainsi, cette « deuxième » validation est effectuée par RTE. Elle consiste à reproduire les résultats obtenus par le producteur sur la base de résultats de simulations obtenues par RTE en les comparant aux signaux de simulations et de référence utilisés par le producteur.

Modélisation

L'unité de production vue du point de raccordement est modélisée tel qu'illustré dans la Figure 1, incluant les systèmes de production d'énergie (zone 1), le réseau collecteur pouvant inclure typiquement un transformateur et éventuellement des lignes et/ou câbles (zone 2), ainsi que les systèmes de contrôle et protection au niveau du parc (zone 3).

a. Unité de production et système de production d'énergie

L'unité de production doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (E1). Ce modèle doit inclure à minima : la turbine (le cas échéant), le convertisseur, les auxiliaires (simplifiés), les protections du système de production d'énergie et du parc, les régulateurs de tension, de fréquence et de puissance, ainsi que les limitations et délais de communications associées. Des modèles standards tels que le WECC ou l'IEC 61400-27-1 :2020 (applicable aux parcs de production éoliens) sont à privilégier. Cependant les paramètres doivent être spécifiquement définis pour le système de production d'énergie (turbine/convertisseur) et l'unité de production (parc) à raccorder. Une représentation agrégée des différents systèmes de production d'énergie basés sur la même technologie est requise.

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, à minima. Si le transformateur côté réseau dispose d'un régleur en charge, son fonctionnement doit aussi être modélisé. Des échanges entre le producteur et RTE seront nécessaires pour convenir du processus de validation de cette partie de modèle.

Consultation

c. **Réseau collecteur**

Il s'agit du réseau équivalent entre le point de raccordement et les différents systèmes de production d'énergie. Il peut être modélisé par une résistance et une inductance équivalente comme montré dans la Figure 3.

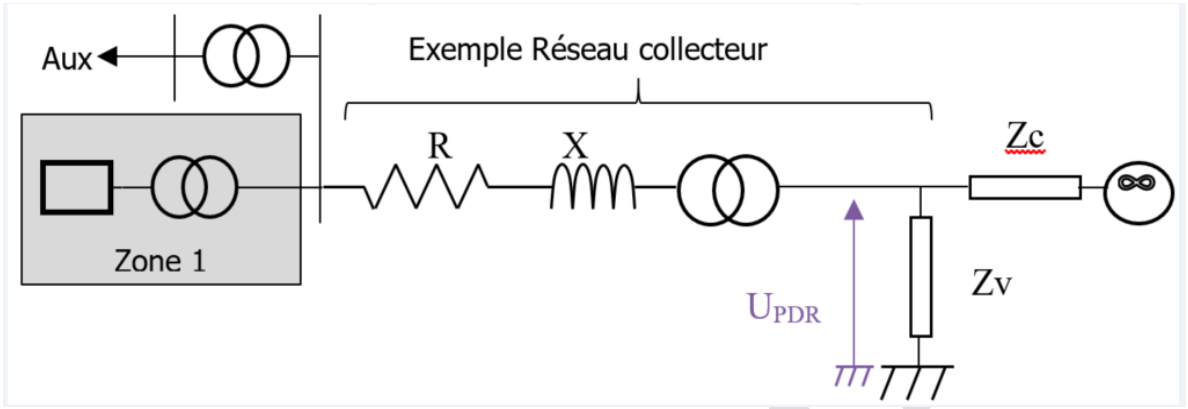


Figure 3. Modélisation phaseur du réseau interne

d. **Le réseau public de transport**

Le réseau est modélisé par un réseau infini (Tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement (Zcc).
R, X : impédance du réseau collecteur entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement
Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant au Point de Raccordement
Zcc (Rcc + jXcc) : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement.
Xcc/Rcc doit être égal à 10.
Xcc = $Un^2/(SCR * Pn)$ et source de tension AC à définir selon les conditions indiquées dans chaque test.
Si défaut impédant : Zv = Rv + j Xv, en considérant Rv = Xv/10.
La valeur des impédances utilisées sera à fournir par le producteur, et sera définie pour obtenir la valeur du creux de tension demandé en fin du régime de défaut.

Résultats ([nom Client] ® RTE)

1. Un rapport démontrant la validité du modèle phaseur ouvert implémenté par le producteur et fourni à RTE par rapport aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de production et aux critères de conformité ici indiqués, doit être livré, en incluant pour chaque test :
   - ○ Tracés (figures) des enregistrements (détaillés ci-après) avec légendes (grandeur mesurée et unités, signaux simulé vs. référence) et échelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées. Les tracés doivent inclure les phases de régime établi précédant et suivant chaque événement (quelques secondes, au moins 1 s et 5 s respectivement).
   - ○ Un tableau avec les résultats des indicateurs prescrits par le contrôle de conformité : le dépassement, temps d'activation, montée et établissement (si applicable), ainsi que les erreurs ME, MAE et MXE entre les signaux de simulation (avec modèle phaseur ouvert) et de référence. Les hypothèses de calcul doivent être explicitées
   - ○ Résumé de tous les tests indiquant si les critères de conformité sont respectés (oui / non / explication).
   - ○ Tous les paramètres nécessaires pour reproduire chaque simulation par RTE.

2. Enregistrements (fichier numériques) avec une fréquence d'échantillonnage minimale des signaux temporels RMS (mesures et consignes, si applicable) de puissance active et réactive, tensions et courants. Ces signaux sont fournis au point de raccordement et aux différents nœuds d'intérêt montrés dans la Figure 1 et 2. Ils sont de 2 types :
   - ○ Les signaux de « simulation » du modèle phaseur ouvert,
   - ○ Les signaux de « référence ».

Ces signaux peuvent être de nature différente et doivent être les plus « purs » possible (moindre post-traitement)

Consultation

- Lorsque les signaux de référence sont obtenus à partir d'un outil de simulation EMT ou par des essais réels sur l'équipement : alors les données listées dans le tableau 1 de la Fiche I11 (validation du modèle EMT) pour les Etapes 1 et 3 doivent être fournies avec une fréquence d'échantillonnage minimale de **2 kHz** (en incluant des tensions et courants instantanées, cf. norme IEC 61400-21-1 :2019).
- Lorsque les signaux de référence sont obtenus à partir d'un outil de simulation phaseur (ex. Eurostag, DigSilent, PSS/E, etc., comme pour les signaux de « simulation »), alors la fréquence d'échantillonnage préconisé par RTE est de 500 Hz (i.e. Tsim maximum de 2 ms si le solveur utilisé est à pas fixe). Si les résultats de simulations sont obtenus avec un solveur à pas variable, ils doivent être ainsi fournis.

Le traitement requis (filtrage et ré-échantillonnage) pour la comparaison avec les signaux RMS produits par RTE sera réalisé par RTE selon à la norme IEC 61400-21-1.

Enfin, une synchronisation entre les signaux de simulation et de référence est requise.

Concernant le format numérique accepté pour des signaux de référence fournis par le producteur, nous avons :

- COMTRADE : toutes les versions de la norme COMTRADE jusqu'à la version C37.111-2013 sont recevables. Les signaux de référence peuvent au choix être fournis sous forme d'une paire de fichiers aux formats DAT+CFG (les deux fichiers doivent dans ce cas avoir le même nom et ne différaient que par leur extension) ou d'un seul fichier au format CFF.
- EUROSTAG : le format EXP ASCII est supporté.
- CSV : le séparateur utilisé doit être le ";". Une colonne "temps" est requise.

La nature des enregistrements doit être précisée comme suit. En effet, des informations supplémentaires obligatoires doivent être fournies dans un fichier 'DICT' indépendamment du format du fichier de signaux de références.

Il doit avoir le même nom de fichier, mais avec l'extension .DICT. Ce fichier donne deux types d'informations qu'il est impossible de deviner par ailleurs :

- La correspondance entre les colonnes du fichier et les grandeurs attendues dans cette fiche.
- Les paramètres de simulation utilisées pour obtenir les courbes (dépendants de la fiche).

Le fichier DICT doit être écrit dans le format "INI". Plus précisément, ce fichier est interprété en utilisant le module suivant *configparser* de la librairie standard Python. La syntaxe précise est documentée dans le fichier suivant : https://docs.python.org/3/library/configparser.html#supported-ini-file-structure.

Le fichier DICT est constitué des deux parties décrites ci-dessous :

- Curves-Metadata : définit les paramètres utilisés pour l'obtention des signaux de référence et qui sont requis pour reproduire en simulation le test. Leur nombre varie suivant le test considéré. Par exemple:

'sim_type' : nature des signaux de référence (type EMT ou RMS).
'sim_t_event' : instant de l'évènement
'fault_duration' : durée du court-circuit en ms (si l'évènement est un court-circuit)
'frequency_sampling' : fréquence d'échantillonnage des signaux de référence

- Curves-Dictionary : définit la correspondance entre les grandeurs attendues (partie gauche de l'égalité) et les colonnes présentes dans le fichier de signaux de référence (partie droite de l'égalité). Par exemple :

[Curves-Metadata]	[Curves-Dictionary]
sim_type = emt	time = time
sim_t_event = 20.0	LineAll_line_P2Pu = Line_P
fault_duration = 0.0	LineAll_line_Q2Pu = Line_Q
frequency_sampling = 15	BusPDR_bus_terminal_V_a = Bus_V_a
	BusPDR_bus_terminal_V_b = Bus_V_b
	BusPDR_bus_terminal_V_c = Bus_V_c

Des modèles (*template*) des fichiers DICT, comprenant des commentaires, peuvent être fournies par RTE à la demande du producteur pour l'aider à soumettre à RTE les informations nécessaires dans le format demandé.

Critères de conformité

1. Le modèle phaseur doit au moins inclure les fonctionnalités suivantes avec des comportements statiques et transitoires proches de ceux obtenus par le constructeur (Zone 1)/producteur (Zone 3) dans ses outils de référence :
   - Réponse de la régulation de puissance active et de fréquence si applicable
   - Réponse du régulateur primaire de tension et de la régulation de puissance réactive si applicable
   - Limites et rampes statiques sur le courant et la puissance (active et réactive) pour toute la plage de tension
   - Comportement en cas de défaut : injection du courant réactif, priorisation de réactif et retour rapide de la puissance après défaut.
   - Tenue aux gabarits de creux de tension et surtension si applicable
   - Comportement de l'unité de production lors des oscillations de puissance et battements de tension
   - Système de protection avec blocage et déclenchement le cas échant

consultation

- Respect des capacités constructives applicables
- Les transitions entre les différents modes de contrôle disponibles doivent se faire sans à-coup.

2. Fourniture des signaux de référence pour la validation du modèle en format numérique exploitable par RTE avec une description complète et claire (modèle DICT proposé par RTE décrit dans la section Résultats à privilégier) des signaux fournis : grandeur, point de mesure, filtrage si appliqué, instant d'occurrence de l'évènement…
   - L'échantillonnage et durée de l'enregistrement des sorties du modèle phaseur ouvert et des signaux de référence doivent être adaptés au phénomène observé et conforme à l'exigence (>2 kHz pour les signaux instantanés de référence si disponibles et autour de 500 Hz pour les signaux produits par des outils RMS – si pas fixe).
   - Ils incluent à minima les grandeurs RMS (tension, courant, puissance active et réactive) ainsi que les données demandées dans la Fiche I11 pour la validation du modèle EMT si applicable (grandeurs instantanées).
   - Les enregistrements doivent inclure les phases de régime établi précédant et suivant chaque événement (quelques secondes, a minima 1 s et 5 s respectivement).
3. Fourniture du rapport de validation conformément aux spécifications indiquées dans cette fiche. Pour chaque test :
   - Les courbes obtenues avec le modèle phaseur ouvert doivent être superposées aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de production avec des échelles et légendes adaptés.
   - Un tableau avec les résultats de calcul des indicateurs prescrit par le contrôle de conformité : dépassement, temps d'activation montée et établissement (si applicable), ainsi que le calcul des erreurs ME, MAE et MXE entre les résultats de simulation et les signaux de référence. Les hypothèses de calcul et traitement de signaux doivent être indiqués.
   - Un récapitulatif des résultats conforme/non-conforme par rapport aux seuils définis ci-après.

4. Pour les creux de tension : les seuils suivants s'appliquent pour les erreurs entre les signaux de simulation et de référence. Des fenêtres d'exclusion sur les transitoires à l'insertion (20 ms) et élimination du défaut (60 ms) peuvent être appliquées. Pour les éoliens de type 3, le producteur peut demander une exclusion plus large (il est reconnu que le comportement du *Crow bar* est difficilement représentable avec des modèles standard). Dans aucun cas elles n'excéderont les 140 ms à l'insertion du défaut ni les 500 ms à l'élimination du défaut (cf. IEC 61400-27-2).

Lorsque les signaux de référence sont des résultats de simulation les erreurs maximales admissibles en pu (base Sn et In) sont les suivantes :

Description du test	Fenêtre	Puissance active			Puissance réactive			Courant actif			Curant réactif		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03
	Pendant événement	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03

Lorsque les signaux de référence sont des résultats d'essais les erreurs maximales admissibles en pu (base Sn et In) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Puissance active			Puissance réactive			Courant actif			Curant réactif		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07
	Pendant événement	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08
	Apres événement	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07

Concernant le retour de la puissance active après défaut, les recommandations de l'annexe F de la norme IEC-61400-27-2 s'appliquent. L'écart entre le temps pour retrouver 90% de la puissance avant défaut simulé et de référence ne doit pas dépasser le minimum entre 10% de sa valeur de référence et 100 ms, tenant compte des éventuelles rampes prévu en exploitation.

5. Pour les tests de suivi de consigne : indépendamment de la nature du signal de référence, les erreurs maximales admissibles sur grandeur poursuivie en pu (base niveau de variation de consigne) sont les suivantes :

Consultation

Description du test	fenêtre	Grandeur asservie		
		MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.02	0.03
	Pendant événement	0.08	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.02	0.03

En ce qui concerne le temps de réaction, il devra être fourni – ainsi que l'écart à la référence - mais ne fera pas l'objet d'une validation par écart relatif.

Description du test	Temps de monté $\Delta\tau_r$ (%)	Temps de réaction $\Delta\tau_a$ (%)	Temps d'établissement $\Delta\tau_s$ (%)	Dépassement ΔD (%)
	10	-	10	15

6. En régime établi après l'évènement, l'erreur moyenne absolue ne devra pas excéder 1%. Elle sera calculée en utilisant l'indicateur MAE. Il est supposé que ce critère est respecté à l'initialisation.

En cas d'écart non justifié par le producteur ou refusé par RTE, le producteur devra fournir une mise à jour du modèle qui respecte les critères de conformité indiqués ici.

consultation

FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM à la maille de l'installation

FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS
Essais réels ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'essai vise à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements de l'installation associés aux systèmes dédiés aux échanges d'informations. Cette fiche est à réaliser en premier. Elle constitue la dernière des trois étapes (fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.
Description La totalité de la chaîne dédiée aux échanges d'informations entre l'installation du producteur et le centre de conduite de RTE sera testée sur la base de signaux réels et dans le respect des protocoles d'échange. Chaque téléinformation décrite dans le cahier de charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE sera testée.
Conditions particulières Tous les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE -->Producteur)
Résultats (Producteur -->RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échanges.

consultation

FICHE F 2: COUPLAGE AU RESEAU

Condition d'application : Type B, C, D, OffShore PPM

FICHE F 2: COUPLAGE AU RESEAU

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Le couplage au RPT doit être assuré par un organe de coupure appartenant au producteur. Le couplage doit être possible dans la plage de fréquence 49 Hz – 51 Hz, et lorsque la tension au point de raccordement se situe dans une plage de tension correspondant au domaine normal de fonctionnement du réseau.

Dans le cas d'un couplage synchrone, l'unité de production ne doit être couplée au RPT que lorsque les conditions suivantes sont respectées :

- écart de fréquence inférieur à 0,1 Hz,
- écart de tension inférieur à 10 %,
- écart de phase inférieur à 10°.

Description

- **Essai 1 :** enclenchement du transformateur principal s'il est propriété du producteur.
- **Essai 2 :** couplage des générateurs au réseau en étant representatif de l'exploitation définitive de l'unité de production.
- **Essai 3 :** montée en puissance de l'unité de production
- **Essai 4 :** arrêt rapide de l'unité de production

Les essais 3 et 4 seront réalisés si nécessaire avec les différentes pentes de fonctionnement déclarées dans la fiche E1.

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- L'unité de production ne participe ni aux réglages primaire et secondaire de la fréquence, ni au réglage secondaire de la tension au moment des essais.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

S_{cc} du jour de l'essai : $S_{cc\ essai}$
$S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières

Résultats (Producteur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements des signaux temporels suivants pour chacun des essais :
    - Tension composée efficace au point de raccordement.
    - Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement.
    - Puissance réactive fournie par l'unité de production au point de raccordement.
    - Vitesse

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz pour les essais 3 et 4, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.
Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour tous les essais:

- Pas de déclenchement lors des mises sous tension.
- Pour l'à-coup de tension au point de raccordement :
    - la limite acceptable de l'à-coup de tension, $lim_{à\text{-}coup}$ est égale à :

Condition d'application : Unité raccordée en HTB 1 ou 2
Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 5%
Si Scc min < [Scc de référence] : 5% . [Scc de référence]/ Scc min

Condition d'application : Unité raccordée en HTB 3
Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 3%
Si Scc min < [Scc de référence] : 3% . [Scc de référence]/ Scc min

Consultation

- A-coup de tension ΔU au point de raccordement le jour de l'essai :

  $\Delta U \leq lim_{à\text{-}coup} . S_{cc\ min} / S_{cc\ essai}$

  Avec $S_{cc\ essai}$= valeur de la puissance de court-circuit le jour de l'essai.

  $S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières

Pour l'essai 3 :

- L'unité réussit à monter en puissance sans perturbation de la tension (les enregistrements doivent corroborer cela).

Pour les essais 3 et 4 :

- la pente de montée ou de baisse de charge mesurée lors de l'essai est cohérente avec celle renseignée par le producteur pour chacune des configurations possibles dans la liste des données (fiche E1).

consultation

FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Condition d'application : Types B, C, D, OffShore PPM

FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Essais réels
Dossier final

Objectifs
Les perturbations produites par l'unité de production, mesurées au point de connexion, ne doivent pas excéder les valeurs limites autorisées.

Description
Les perturbations qui seront étudiées au point de connexion de l'unité sont :

- Fluctuations rapides de la tension (flicker)
  - Valeur du Pst (tel que défini dans la publication CEI 61000-4-15)
- Déséquilibre
  - Taux de déséquilibre de la tension en %
- Harmoniques
  - Valeur des injections harmoniques (rangs 2 à 40) I_{hn} en A
  - Taux global d'harmonique = $\tau_g = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_{hn}^{\,2}} \cdot \frac{\sqrt{3}U_n}{S}$

    où U_n est la valeur de la tension nominale au point de raccordement
    S est la puissance apparente maximale de l'unité de production tant que celle-ci reste inférieure à 5% de S_{cc}. Sinon elle est considérée égale à 5% de S_{cc}.

Conditions particulières
Les essais doivent être réalisés en coordination avec RTE, sur plusieurs jours afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'unité, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de charge, …). Pour les ENR une phase de couplage découplage est requise.
Par exemple : 2 jours à minima afin d'avoir des mesures lorsque l'unité est démarrée et fournissant plus de 50 % de sa puissance nominale.

Puissance de court-circuit au point de raccordement

Si la puissance de court-circuit du RPT au point de raccordement est inférieure à la [Scc de référence], les limites de perturbations de tension (à-coup, flicker et déséquilibre) indiquées ci-dessous dans le paragraphe **Critères de conformité** sont à modifier en les multipliant par le rapport entre la valeur de puissance de court-circuit de référence correspondante indiquée ci-dessus et la puissance de court-circuit effectivement fournie par le RPT au PDR et donnée par RTE.

Niveau de tension	HTB 1	HTB 2	HTB 3
Scc de référence	400 MVA	1500 MVA	7000MVA

Données d'entrée (RTE -->Producteur)
S_{cc} du jour de l'essai : $S_{cc\ essai}$
$S_{cc\ min}$ donnée dans les conditions particulières

consultation

Résultats (Producteur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements au point de raccordement de l'unité des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes (pour la tension, on considère les tensions composées).

Ces enregistrements doivent être réalisés sur plusieurs jours et être représentatifs d'un fonctionnement normal du site. Ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes.

Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

consultation

Critères de conformité

Unité de production raccordée en HTB 1 ou HTB 2

- Papillotement : Pst_{max} = **1** (à modifier si Scc min < Scc de référence)

papillotement au point de connexion le jour de l'essai :
Pst ≤ Pst_{max}. Scc min /Scc essai

- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = **1** % (à modifier si Scc min < Scc de référence)

déséquilibre au point de connexion le jour de l'essai :
taux de déséquilibre ≤ taux de déséquilibre max . Scc min /Scc essai

- Harmoniques : courants harmoniques maximaux

$$I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	6,5	2	3
5 et 7	8	4	1,5
9	3	> 4	1
11 et 13	5		
> 13	3		

Taux global max : $\eta_{g\ max}$ = 8 %

Unité de production raccordée en HTB 3

- Papillotement : Pst_{max} = **0,6** (à modifier si Scc min < Scc de référence)

papillotement au point de connexion le jour de l'essai :
Pst ≤ limpapillotement . Scc min /Scc essai

- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = **0,6** % (à modifier si Scc min < Scc de référence)

déséquilibre au point de connexion le jour de l'essai :
taux de déséquilibre ≤ limdéséquilibre . Scc min /Scc essai

- Harmoniques : courants harmoniques maximaux

$$I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	3,9	2	1,8
5 et 7	4,8	4	0,9
9	1,8	> 4	0,6
11 et 13	3		
> 13	1,8		

Taux global max : $\eta_{g\ max}$ = **4,8** %

consultation

FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Condition d'application :

- Unités de type B, C, D (sur demande de RTE),
- Offshore PPM

FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Essais réels
Dossier final

Objectifs
Les perturbations produites par l'unité de production, mesurées au point de connexion, ne doivent pas excéder les valeurs limites définies dans le cahier des charges des capacités constructives.

Prérequis :
RTE réalise une campagne de mesure au PDR, avec raccordement à vide et s'assure de la conformité des niveaux mesurés par rapport à ceux estimés dans l'étude RTE.

Description
Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont :

- Harmoniques en tension
  - Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) V_h en % du fondamental
  - Taux global d'harmonique $THD_{tension} = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} V_h^2}$
  - Taux global d'harmonique pair $THD_{tension\ pair} = \sqrt{\sum_{h=1}^{25} V_{2h}^2}$
  - Inter harmoniques (si mesurés) de 50 à 2500Hz par défaut, 50 à 5000Hz pour un raccordement HVDC

Conditions particulières
Les essais doivent être réalisés en coordination avec RTE, au moins pendant une semaine (nuit et jour), afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'unité de production, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de charge, …). Pour les ENR une phase de couplage découplage est requise. Si possible, ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes
Les mesures harmoniques sont réalisées conformément à la classe 1 de l'IEC 61000-4-7

Données d'entrée (RTE -->Producteur)
Les données ci-dessous sont définies dans l'article 8.3.1 de la DTR

- hx_{LIMITE},
- THD_{LIMITE},
- $THD_{pair\ LIMITE}$,
- $interhx_{LIMITE}$

Résultats (Producteur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements au point de raccordement de l'unité des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes (pour la tension, on considère les tensions simples).

Ces enregistrements doivent être réalisés au moins pendant une semaine (nuit et jour) et être représentatifs d'un fonctionnement normal du site. Ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes.
Les enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

consultation

Critères de conformité

Le prérequis décrit dans les objectifs de la présente fiche doit être respecté.

Les grandeurs mesurées doivent être inférieures aux seuils calculés et communiqués par RTE au client selon le processus décrit dansl'article 8.3.1 de la DTR.

Les grandeurs à vérifier sont :

- Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) : $V_h < hx_{LIMITE}$
- Taux global d'harmonique $THD_{tension} < THD_{LIMITE}$
- Taux global d'harmonique pair $THD_{tension\ pair} < THD_{pair\ LIMITE}$
- Inter harmoniques (si mesurés) $interhx < interhx_{LIMITE}$

consultation

FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Conditions d'application : Types C, D, OffShore PPM

FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Essais réels
Dossier final

Objectifs

En cas de déséquilibre entre puissance injectée et soutirée sur le réseau (aléas, montée de charge,…), toute unité de production participant au réglage fréquence-puissance doit adapter la puissance produite par dans un laps de temps suffisamment court, dans les proportions voulues et une durée suffisante.

Description

L'unité étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :
Pour les essais de cette fiche,

- la valeur P_{ref} est définie soit comme la valeur au moment où survient la variation de fréquence soit comme la $P_{max\ unité}$,
- la valeur $P_{min\ unité}$ correspond à la puissance minimale identifiée dans la fiche E1.

Quel que soit le choix du producteur pour P_{ref}, celui-ci devra garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

- **Essai 1 : Cas d'une baisse de fréquence : vérification volume et maintien Rp et dynamique temporelle :** Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du régulateur de vitesse.
  Unité à la puissance P_{essai1} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex P<50 % pour l'éolien,...) à laquelle on soustrait la réserve primaire Rp

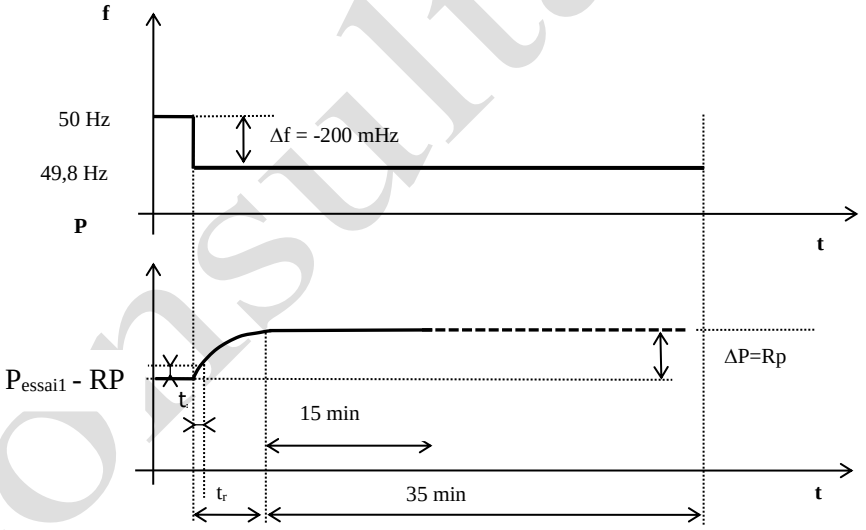


Figure 1

consultation

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de la réserve primaire Rp.

Dans le cas d'un PPM DC, cet essai doit être effectué avec une injection artificielle d'un signal de fréquence depuis les deux points de mesures (local et en zone synchrone). Ces injections se font d'une manière consécutive. En zone synchrone, c'est RTE qui injectera le signal.

- **Essai 2 : Cas d'une hausse de fréquence : vérification volume et maintien Rp et dynamique temporelle** : Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du régulateur de vitesse.
  Unité à la puissance P_{essai2} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex P<50 % pour l'éolien,...)

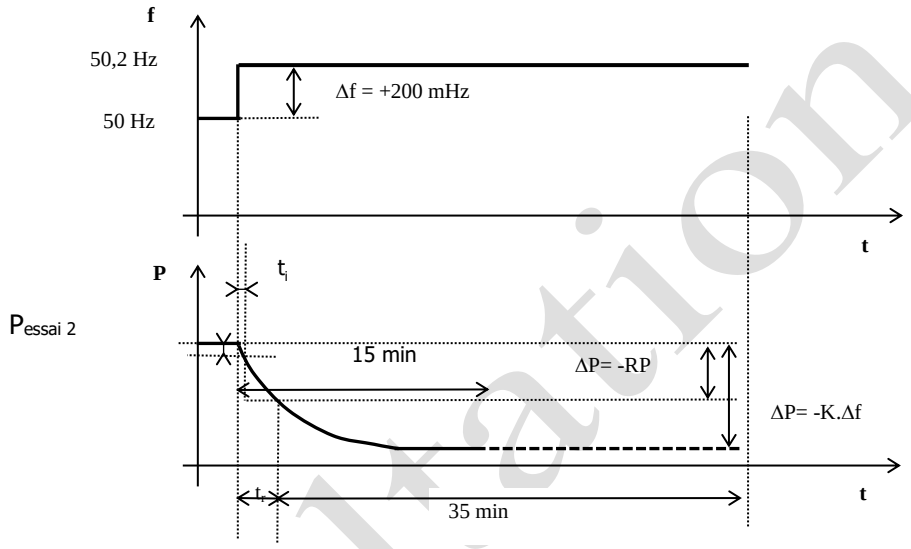


Figure 2

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % -RP.

Dans le cas d'un PPM DC, cet essai doit être effectué avec une injection artificielle d'un signal de fréquence depuis les deux points de mesures (local et en zone synchrone). Ces injections se font d'une manière consecutive.

- **Essai 3 : Cas d'une baisse de fréquence ; dynamique temporelle sur petit échelon** : Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 50 mHz au niveau du régulateur de vitesse pendant 5 minutes.
  Unité à la puissance P_{essai3} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex P<50 % pour l'éolien,...) à laquelle on soustrait la réserve primaire Rp

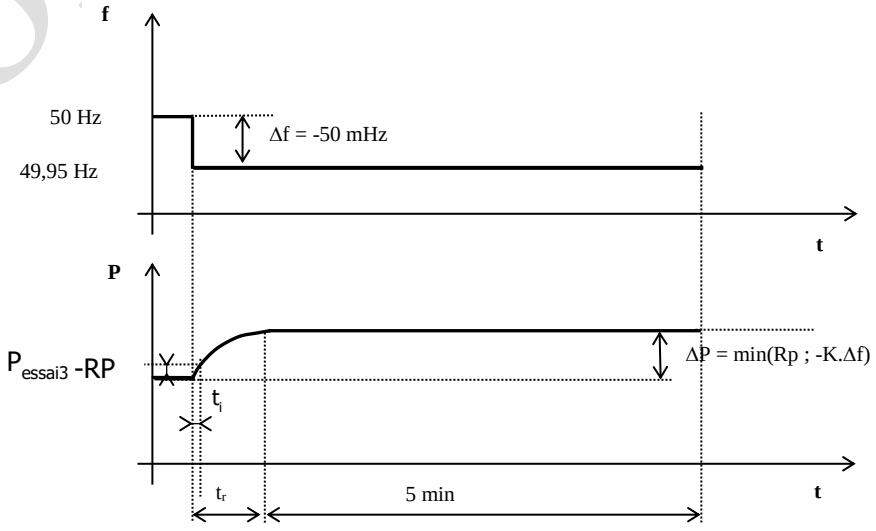


Figure 3

consultation

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de min(Rp ; -K.Δf).

- **Essai 4 : Cas d'une hausse de fréquence : dynamique temporelle sur petit échelon** Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 50 mHz au niveau du régulateur de vitesse pendant 5 minutes
  Unité à la puissance P_{essai4} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex P<50 % pour l'éolien,...)

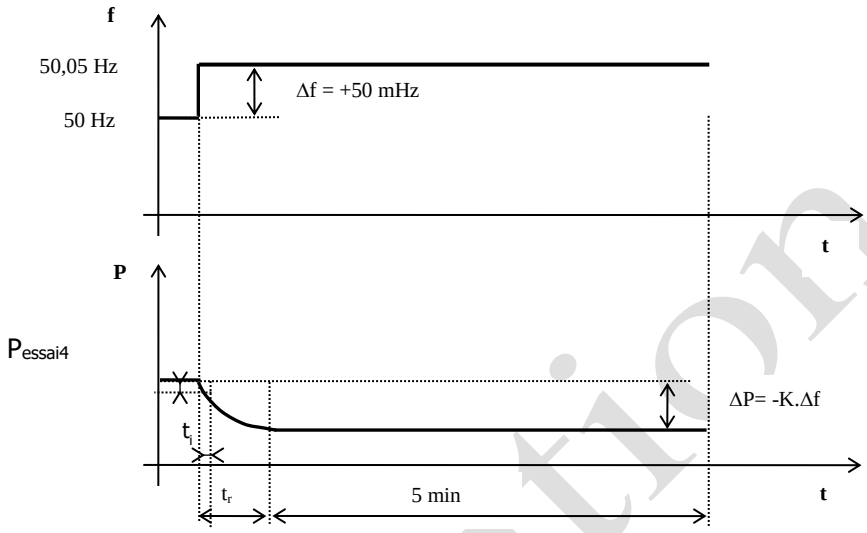
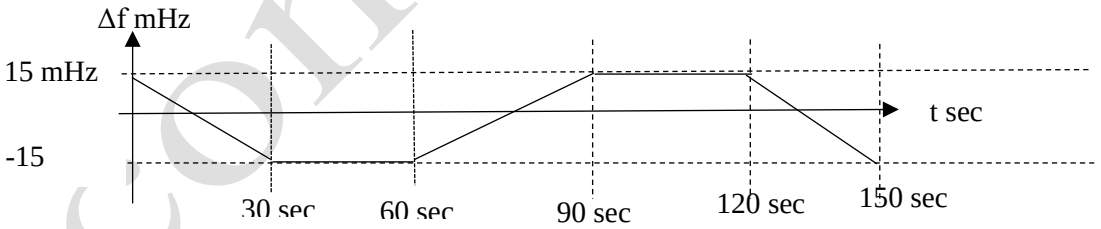


Figure 4

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de -K.Δf.

- **Essai 5 : Cas d'une baisse de fréquence à P_{min} unité : vérification volume et maintien Rp et dynamique temporelle** : Injection artificielle d'un échelon de fréquence de Δf = - 200mHz pendant 15 minutes au niveau du régulateur de vitesse. L'unité est à sa puissance minimale $P_{min\ unité}$.
  - ➔ Essai réalisé sur demande RTE dans le cas d'une unité contrainte à $P_{min\ unité}$.
  - ➔ Pour les autres unités une déclaration de conformité des essais sur la base des essais précédents sera demandée

- **Essai 6 : Vérification de l'absence de bande morte et de l'insensibilité :** Injection artificielle d'un profil de fréquence suivant le profil suivant :
  Unité à la puissance P_{essai6} à laquelle on soustrait la réserve primaire Rp.



Conditions particulières

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage primaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'installation ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.

consultation

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

$Rp \geq [Rp_{min}]$

Le Producteur peut choisir des valeurs dissymétriques de réserve à la hausse et à la baisse. Ces valeurs doivent être supérieures à $[Rp_{min}]$.

Résultats (Producteur -->RTE)

- K (MW/Hz)
- Rp (MW)
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'Installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active fournie par l'unité de production au point de raccordement

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_i,
- t_r
- ?P
- P_{essai}
- P_{ref}

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

De plus on calculera pour chacun des essais le gain K et le statisme ∂ du régulateur à partir de la valeur de ΔP mesurée dans les essais 1, 2, 3, 4 et 5 sauf si K.?f > Rp et des formules suivantes :

$$K = \frac{P - P_{essai}}{fn - f}$$

$$\partial = \frac{\mathrm{Pref}}{f_n} \cdot \frac{f_n - f}{P - P_{essai}}$$

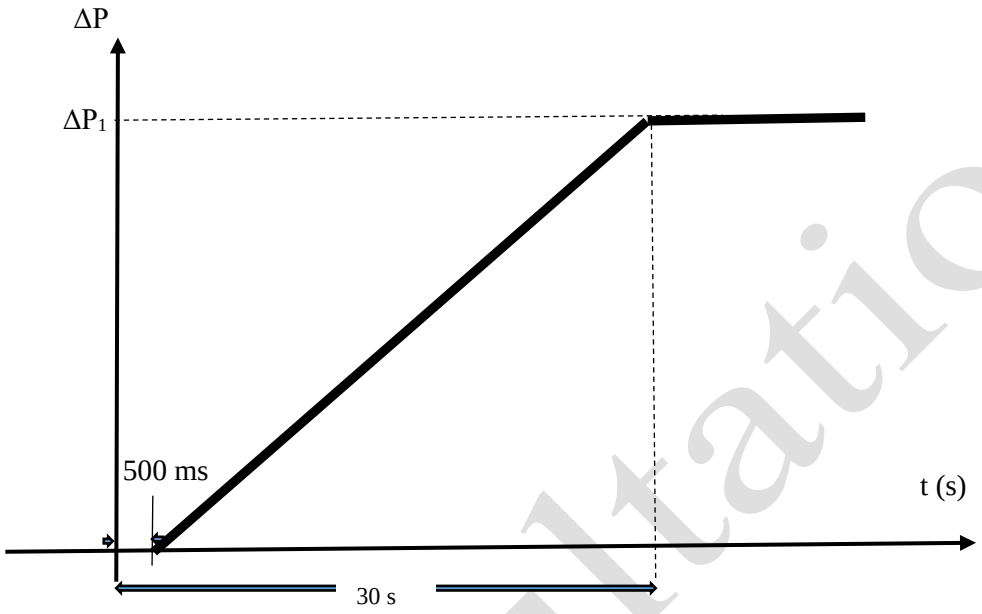
Le choix de la consigne la plus défavorable sera explicité.

consultation

Critères de conformité

Pour tous les essais 1, 2, 3, 4 et 5, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- $K_{min} < K\ (MW/Hz) < K_{max}$
- Forme d'onde non oscillante.
- Temps t_r inférieur à 30 s
- Temps t_i inférieur à 500ms
  Un délai d'activation supérieur à 500ms devra être justifié par des éléments techniques
- La réponse en puissance active sera supérieure au gabarit ci-dessous pendant 95 % du temps, hors période temps d'activation.



ΔP_1 correspond à la variation de puissance de l'essai 1

Pour l'essai 1 :

- Variation ΔP ⍰ Rp maintenue 15 min (après t_r).

Pour l'essai 2 :

- Variation ΔP ≤ -Rp maintenue 15 min (après t_r).

Pour les essais 1 et 2 dans le cas où la puissance n'était pas maintenue après 15 min, les phénomènes mis en jeu devront être explicités

Pour les essais 3, 4 et 5 :

- Variation ΔP ⍰ min(Rp ; -K.Δf) maintenue 5 min (après t_r).

Pour les essais permettant de calculer le gain K, les enregistrements doivent montrer que :

- K mesuré = K préréglé à ±5 % près.

Pour l'essai 6 :

- L'essai doit démontrer l'absence de bande morte.
- L'essai doit démontrer une insensibilité de la régulation primaire de fréquence < 10 mHz

consultation

FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Condition d'application : Type D et OffShore PPM

NB : Le producteur peut choisir de mettre en œuvre la fiche F5 ou F5-600. Cependant, à partir du 18 décembre 2024, les règles Services Système fréquence imposeront une rampe en 600 secondes au lieu de 800. La présente fiche ne devra plus être utilisée et seule la fiche F5-600 sera conservée.

FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La réponse en puissance de l'unité de production à une modification du niveau N du réglage secondaire de fréquence, doit être conforme aux engagements du producteur, en termes de quantité et de rapidité.

Description

L'unité de production étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

Essais en pente normale : vérification volume pr et dynamique

- **Essai 1 :** Unité de production à P_{essai1} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) à laquelle on soustrait la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes au niveau de la platine de téléréglage et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 2 :** Unité de production à P_{essai2} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai): Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.
- **Essai 3 :** Unité de production à P_{essai3} (puissance minimale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 4 :** Unité de production à P_{essai4} (puissance minimale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) à laquelle on ajoute la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 800 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.

Essais en pente rapide : vérification volume pr et dynamique

- **Essai 5 :** identique à l'essai 1 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.
- **Essai 6 :** identique à l'essai 2 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.
- **Essai 7 :** identique à l'essai 3 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.
- **Essai 8 :** identique à l'essai 4 mais avec une variation de niveau en 133 s au lieu de 800 s avec maintien 5 min.

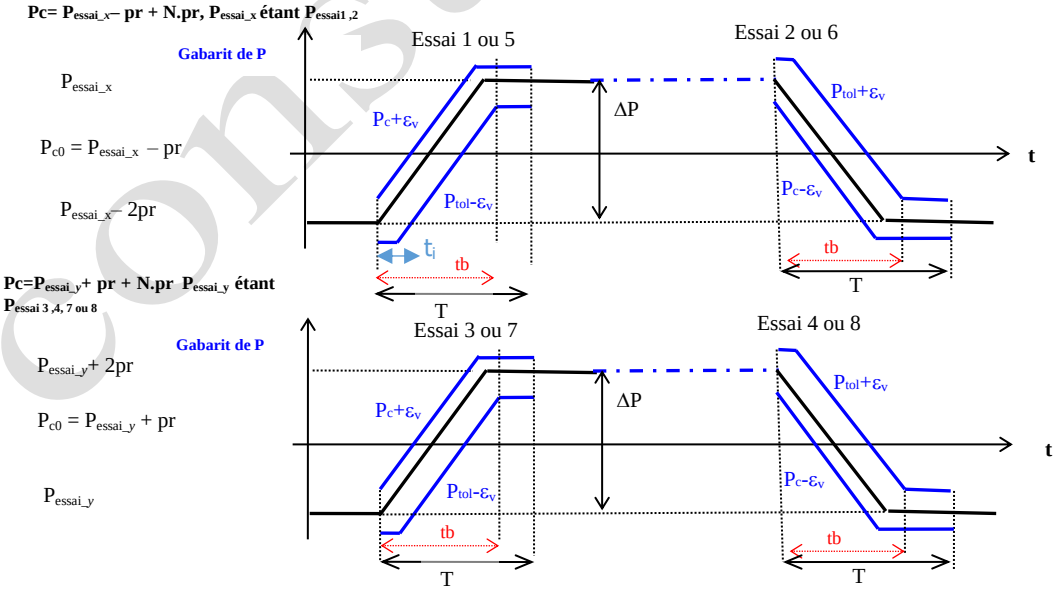


Figure 1

consultation

tb : temps de réponse au bout duquel la bande de réserve secondaire est libérée.
t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
ε_V : incertitude sur la mesure de puissance active
P_{tol} : P_c /(1+ T_{max} .p) (filtrage de la consigne par une constante de temps)
T : durée de la rampe augmentée de 100s

Conditions particulières

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage secondaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'unité ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- Pour les essais 1, 2, 5 et 6 : l'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est supérieure ou égale à 70% $P_{max\ unité}$.
- Pour les essais 3, 4, 7 et 8 : l'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est inférieure ou égale à 30% $P_{max\ unité}$.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- pr ≥ pr_{min} MW (cf. CdC capacités constructives)
- La constante de temps Tmax est égale à 20s.
- Le temps T est égal à la durée de la rampe augmentée de 100s.
- La valeur de ε_V est prise égale à ε_V = max (1MW, 5%Pr).

Résultats (Producteur -->RTE)

- pr (MW)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Signal de niveau N injecté artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active au point de raccordement fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- T
- tb
- ti
- ?P
- Pc±?$_V$, Ptol±?$_V$
- $P_{max\ unité}$
- Pc0
- $P_{min\ unité}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Consultation

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante analogue à la figure 1.
- Temps t_i inférieur à 500ms
  Un délai d'activation supérieur à 500ms devra être justifié par des éléments techniques
- Variation ΔP = 2.pr.
- Réserve libérée maintenue pendant la durée de l'essai.

Pour les essais 1, 3, 5 et 7 (rampes positives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $Pc + \varepsilon_V$ et $Ptol - \varepsilon_V$ avec $Pc = P_0 + N.Pr$ et $Ptol = Pc/(1+Tmax.p)$

Pour les essais 2, 4, 6 et 8 (rampes négatives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $Pc - \varepsilon_V$ et $Ptol + \varepsilon_V$ avec $Pc = P_0 + N.Pr$ et $Ptol = Pc/(1+Tmax.p)$

consultation

FICHE F5-600 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE (VERSION PENTE 600 SEC)

Condition d'application : Type D et OffShore PPM

NB : Le producteur peut choisir de mettre en œuvre la fiche F5 ou F5-600. Cependant, à partir du 18 décembre 2024, les règles Services Système fréquence imposeront une rampe en 600 secondes au lieu de 800. La fiche F5 ne devra plus être utilisée et seule la présente fiche sera conservée.

FICHE F5-600 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE (Version pente 600s)

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La réponse en puissance de l'unité de production à une modification du niveau N du réglage secondaire de fréquence, doit être conforme aux engagements du producteur, en termes de quantité et de rapidité.

Description

L'unité de production étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

- **Essai 1 :** Unité de production à P_{essai1} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) à laquelle on soustrait la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes au niveau de la platine de téléréglage et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 2 :** Unité de production à P_{essai2} (puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai): Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.
- **Essai 3 :** Unité de production à P_{essai3} (puissance minimale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 4 :** Unité de production à P_{essai4} (puissance minimale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai) à laquelle on ajoute la bande de réserve secondaire 2pr : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.

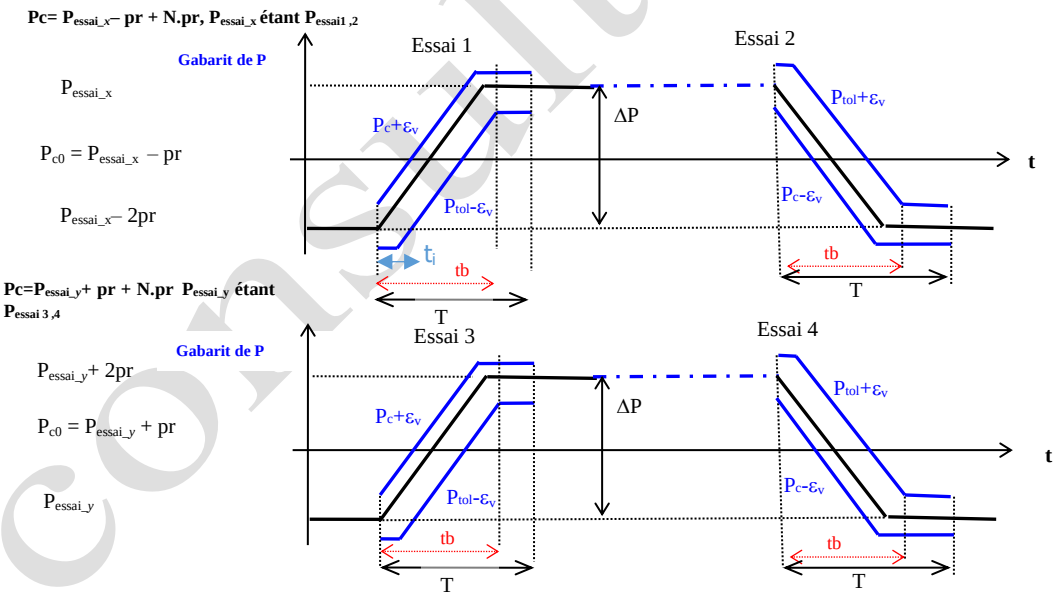


Figure 1

tb : temps de réponse au bout duquel la bande de réserve secondaire est libérée.
t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
ε_V : incertitude sur la mesure de puissance active
P_{tol} : $P_C/(1+ T_{max} .p)$ (filtrage de la consigne par une constante de temps)
T : durée de la rampe augmentée de 100s

consultation

Conditions particulières

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage secondaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'unité ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- Pour les essais 1 et 2 : l'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est supérieure ou égale à 70% $P_{max\ unité}$.
- Pour les essais 3 et 4 : l'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est inférieure ou égale à 30% $P_{max\ unité}$.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- $pr \geq pr_{min}$ MW (cf. CdC capacités constructives)
- La constante de temps Tmax est égale à 20s.
- Le temps T est égal à la durée de la rampe augmentée de 100s.
- La valeur de ε_V est prise égale à ε_V = max (1MW, 5%Pr).

Résultats (Producteur -->RTE)

- pr (MW)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Signal de niveau N injecté artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active au point de raccordement fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- T
- tb
- ti
- ?P
- Pc±?$_V$, Ptol±?$_V$
- $P_{max\ unité}$
- Pc0
- $P_{min\ unité}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante analogue à la figure 1.
- Temps t_i inférieur à 500ms
  Un délai d'activation supérieur à 500ms devra être justifié par des éléments techniques
- Variation $\Delta P = 2.pr$.
- Réserve libérée maintenue pendant la durée de l'essai.

Pour les essais 1, 3, 5 et 7 (rampes positives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $Pc + \varepsilon_V$ et $Ptol - \varepsilon_V$ avec $Pc = P_0 + N.Pr$ et $Ptol = Pc/(1+Tmax.p)$

Pour les essais 2, 4, 6 et 8 (rampes négatives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $Pc - \varepsilon_V$ et $Ptol + \varepsilon_V$ avec $Pc = P_0 + N.Pr$ et $Ptol = Pc/(1+Tmax.p)$

Consultation

FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE

Conditions d'application : Types C, D, OffShore PPM

FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Observation du réglage de fréquence lorsque l'unité est en réglage primaire de fréquence, et si l'unité a les capacités constructives de réglage secondaire de fréquence lorsqu'elle est en réglage primaire et secondaire de fréquence.
Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation (gain dissymétrique par exemple), les essais réalisés peuvent être adaptés afin de permettre de valider le fonctionnement de l'unité et si l'installation comporte plusieurs unités afin de permettre de valider le fonctionnement de l'ensemble des unités.

Description

L'unité couplée pendant huit heures.
Le fonctionnement global de l'unité au réglage de fréquence est contrôlé.
Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés :
Essai 1 : Passage de l'unité de hors FSM à en FSM (et réciproquement)
Essai 2 : Passage de l'unité de hors RSFP à en RSFP (et réciproquement).
Essai 3 : Perte (ou invalidité) du signal N et retour du signal N.
Essai 4 : Test de fiabilité pendant 8 heures. Dans le cas d'une unité PPM DC, l'essai sera effectué avec les deux mesures de fréquence (4 heures avec la mesure locale et 4 heures avec la mesure en zone synchrone).

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Si l'installation comporte plusieurs unités : l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation.
- L'unité participe aux réglages primaire et secondaire de fréquence.
- Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'unité,
- Les conditions de participation au réglage primaire doivent être conformes à celles choisies dans les fiches F4 et F5 (ou F5-600).
- Si l'unité participe au RST, la fiche F9 devra être réalisée sur la même période de fonctionnement.
- Les essais 1 et 2 doivent comporter plusieurs passages de l'état hors FSM (respectivement RSFP) à en FSM (resp RSFP) (et réciproquement) en laissant plusieurs minutes s'écouler entre chaque changement d'état.
- L'essai 3 doit comporter plusieurs passages en invalidité tout en laissant le signal invalide pendant 10 minutes lors de ces passages.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation primaire de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- $Rp \geq Rp_{min}$
- $pr \geq pr_{min}$ MW

Résultats (Producteur -->RTE)

- K (MW/Hz)
- Rp (MW)
- pr (MW)
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Si des interactions existent entre les différentes unités celles-ci-seront décrites.

Grâce aux téléinformations disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'unité lors de l'évolution de la fréquence et si l'unité dispose des capacités de réglage secondaire examen par RTE de la réponse à l'évolution du signal N.

Critères de conformité

Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu.
Le comportement de l'unité doit être conforme aux exigences décrites dans les conditions générales.

- TS conformes à l'état de l'unité de production

consultation

- K_{min} <K (MW/Hz) <K_{max}
- Bande morte fixée à 0 mHz
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence < 10 mHz

Si l'unité dispose des capacités de réglage secondaire :

- Absence de variation de puissance lors de la perte du signal (essai 3)

consultation

FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF

Condition d'application : unités type B, C, D, OffShore PPM

FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La participation d'une unité de production au réglage primaire de la tension implique :

1. D'un point de vue dynamique, la capacité d'assurer au moins la stabilité en petits mouvements des générateurs;
2. La capacité de fourniture ou d'absorption de puissance réactive au point de raccordement dans l'intervalle [Q_{min} ; Q_{max}] ;
3. Le respect de la caractéristique statique de la loi de réglage U(Q) au point de raccordement contractualisée avec RTE.

L'objectif est de vérifier les trois points précédents.

Description

- **Essais 1 - dynamique du réglage primaire de tension:**
- **Essai 1.a – hausse :** Unité de production à P > 60 % de $P_{max\ unité}$ et Q = 0 au point de raccordement dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de +2 % sur la consigne du réglage primaire de tension.
- **Essai 1.b – baisse :** Unité de production à P > 60 % de $P_{max\ unité}$ et Q = 0 au point de raccordement dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de -2 % sur la consigne du réglage primaire de tension.

Cas d'une unité PPM DC – essais complémentaires à réaliser :

- **Essai 1.c – hausse :** Unité de production à P > 60 % de $P_{max\ unité}$: échelon de +2 % sur la consigne de réactif.
- **Essai 1.d – baisse :** Unité de production à P > 60 % de $P_{max\ unité}$: échelon de -2 % sur la consigne de réactif.

- **Essais 2 - limitation à P > 60% Pmax unité :**
- **Essai 2.a - Qmin à P > 60%Pmax unité :** Unité de production à P > 60 % de $P_{max\ unité}$ et variation de la consigne du réglage primaire de tension de Q = 0 à Q = Q_{min}. Maintien à Q = Q_{min} au point de raccordement pendant 30 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 2.b - Qmax à P > 60%Pmax unité :** Unité de production à P > 60 % de $P_{max\ unité}$ et variation de la consigne du réglage primaire de tension de Q = 0 à Q = Q_{max}. Maintien à Q = Q_{max} au point de raccordement pendant 30 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

- **Essais 3 - limitation à P compris entre 30% et 50%Pmax unité :**
- **Essai 3.a - Qmin à P compris entre 30% et 50%Pmax unité :** Unité de production à puissance P compris entre 30% et 50% de $P_{max\ unité}$ (avec tous les générateurs démarrés à la même puissance) et variation de la consigne du réglage primaire de tension de Q = 0 à Q = Q_{min}. Maintien à Q = Q_{min} au point de raccordement pendant 30 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 3.b - Qmax à P compris entre 30% et 50%Pmax unité :** Unité de production à puissance P compris entre 30% et 50% de $P_{max\ unité}$ (avec tous les générateurs démarrés à la même puissance) et variation de la consigne du réglage primaire de tension de Q = 0 à Q = Q_{max}. Maintien à Q = Q_{max} au point de raccordement pendant 30 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

- **Essais 4 – limitation à P compris entre 10% et 20%Pmax unité :**
- **Essai 4.a – Qmin à P compris entre 10% et 20%Pmax unité :** Unité de production à puissance P compris entre 10% et 20% de $P_{max\ unité}$ (avec tous les générateurs démarrés à la même puissance) et variation de la consigne du réglage primaire de tension de Q = 0 à Q = Q_{min}. Maintien à Q = Q_{min} au point de raccordement pendant 10 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 4.b – Qmax à P compris entre 10% et 20%Pmax unité :** Unité de production à puissance P compris entre 10% et 20% de $P_{max\ unité}$ (avec tous les générateurs démarrés à la même puissance) et variation de la consigne du réglage primaire de tension de Q = 0 à Q = Q_{max}. Maintien à Q = Q_{max} au point de raccordement pendant 10 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

Remarque pour les Essais 2.a, 2.b, 3.a, 3.b, 4.a et 4.b :
La durée de l'essai pourra être étendue à 1 heure sur demande de RTE.
Remarque pour les essais 1.a, 1.b, 1.c et 1.d :
Les échelons de consigne ne doivent pas entraîner un dépassement de la tension au point de raccordement au-delà de la plage normale.

Conditions particulières

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE, notamment pour le maintien de l'unité de production en fourniture et en absorption maximales de puissance réactive.
- ***Unité de type C, D, OffShore PPM :*** L'unité de production ne participe pas au réglage primaire et secondaire de fréquence (FSM en service mais transparente pour les petits mouvements, par exemple fonctionnement sur limiteur),
- ***Unité de type D, OffShore PPM :*** L'unité de production ne participe pas au réglage secondaire de la tension.
- Le transformateur principal du producteur, s'il existe, est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Loi de réglage U(Q) (cf. CdC capacités constructives) : type, paramètre et point de consigne définis dans les conditions particulières
- Le nombre de palier de modification de tension de consigne sera défini avec RTE selon les conditions réseau, avec un minimum de 3 paliers.

consultation

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrement des signaux temporels suivants :

- Tension efficace au point de raccordement.
- Puissance réactive au point de raccordement.
- Puissance active au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension injectée.
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension,
- Gain de réglage primaire,
- TS « groupe en/hors butée UQ- » et TS « groupe en/hors butée UQ +»

Si la régulation de tension est de type facteur de puissance :

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension : tan phi

Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$:

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension égale $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD}$
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{CONS}$

Si réglage de la puissance réactive i.e $Q_{PROD} = Q_{CONS}$

- Grandeur asservie (Q) égale à Q_{PROD}
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = Q_{PROD}/Q_{CONS}$

Echantillonnage souhaité

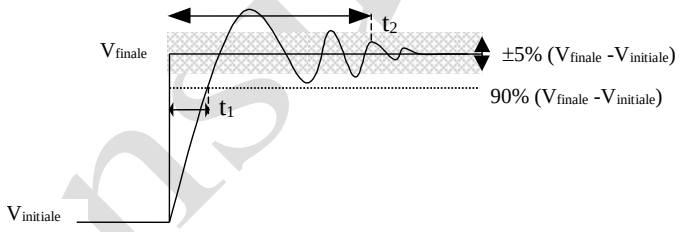
- Vision globale de chaque essai.
- Echantillonnage minimum de 50 Hz pour les essais 1.a et 1.b
- Echantillonnage minimum de 10 Hz pour les essais 2 à 4

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Pour les essais 1.a, 1.b, 1.c et 1.d, calcul des données suivantes : art 21.3.d

- Temps d'établissement t2 à +/- 5 % de la valeur finale
- Temps de réponse t1 à ±10 % de la valeur finale



Ecart statique (noté ε%) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur de tension et la consigne du régulateur de tension $\varepsilon\% = 100\ \frac{X_{finale} - X_{consigne}}{X_{consigne}}$

- X correspond à la grandeur électrique tension ou puissance réactive à asservir
- Pour les essais 2 à 4, fournir la nature et la valeur des limitations atteintes à Q_{min} et Q_{max}.

Critères de conformité

- Pour les essais 1.a,1.b, 1.c et 1.d (échelons de consigne de tension ou de réactif) :
  - L'unité de production ne doit pas perdre la stabilité pour les essais d'échelon de consigne ;
  - Le temps d'établissement t2 doit être inférieur à 10 s
  - Le temps de réponse t1 doit être inférieur à 5 s
  - L'amortissement du régime oscillatoire de la puissance électrique doit être inférieur à 10 s ;
  - L'écart statique ε% doit être inférieur à 0,2 %.
  - La loi de réglage doit être vérifiée en régime établi (avant et après les échelons de consigne).
- Pour les essais 2 à 4 (fourniture et absorption maximales de puissance réactive) :
  L'unité de production peut fonctionner à Q_{min} et Q_{max} pendant 30 minutes à P>60% $P_{max\ unité}$ et à P compris entre 30% et 50% $P_{max\ unité}$ puis 10 minutes à P compris entre 10% et 20%$P_{max\ unité}$ (ou 1h sur demande de RTE). Les valeurs de Q_{min} et Q_{max} doivent être conformes aux diagrammes [U, Q] fournis en réponse à la fiche I1, et les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur ces mêmes diagrammes [U, Q]. La sortie des butées éventuellement atteintes doit s'effectuer en moins de 10s (à l'hystérésis près).
- Pour les essais avec une variation de puissance réactive :

Consultation

La loi de réglage est bien vérifiée avec la dynamique attendue et le grain de réglage primaire est égale à 1 avec une tolérance de +/-5% hors période transitoire et de limitation.

FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Condition d'application : Type D, OffShore PPM

FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Vérifier et éventuellement calibrer la chaîne de commande du RST afin de valider le fonctionnement dynamique en RST U_{REF}.
La série de tests consiste à envoyer les commandes Uref par le centre de conduite RTE vers l'unité de production afin de vérifier la commandabilité de l'unité de production, ainsi que la dynamique du réglage.

Nota : RTE émet le signal Uref que le producteur traduit en Ucons

Description

Tous les générateurs sont démarrés

Application des commandes U_{REF}

Pour limiter l'effet des imprécisions de mesure sur les résultats, l'excursion du point de fonctionnement U/Q devra être suffisamment importante. Si nécessaire, RTE demandera d'ajuster le point de fonctionnement initial pour permettre cette excursion en modifiant la valeur de Ucons

- **Essai 1 mise en service du RST:** RTE envoie un signal U_{REF} égal à U_{CONS} initial, et demande la mise en service du RST, observation des données pendant au moins 5 minutes et jusqu'à stabilisation du point de fonctionnement.
- **Essai 2 non renouvellement Uref:** RTE ne renouvelle pas la commande U_{ref} .
- **Essai 3 rampe positive Uref:** augmentation de U_{REF} en appliquant une rampe variant à la vitesse 50% de V_0 jusqu'à variation de U_{REF} de 2%[Un], attendre 2min pour vérifier la stabilisation du point de fonctionnement
- **Essai 4 rampe négative Uref :** diminution de U_{REF} avec une rampe de 50% de V_0 jusqu'à variation de U_{REF} de -2%Un, attendre 2min pour vérifier la stabilisation du point de fonctionnement
- **Essai 5-TS de butées et vérification vitesse de variation maximale (dUcons/dt)max :** si les conditions d'exploitation du réseau le permettent,
  - 5-a) Depuis le point de fonctionnement atteint à la fin de l'essai 4, augmentation de U_{ref} en appliquant une rampe de 150% de V_0 jusqu'à atteindre une limite du diagramme et vérifier la montée de la TS butée UQ+. Rester 5min sur ce point de fonctionnement (unité de production en limitation).
  - 5-b) Puis diminution de U_{ref} en appliquant une rampe de -150% de V_0 jusqu'à atteindre une limite du diagramme et vérifier la montée de la TS butée UQ-. Rester 5min sur ce point de fonctionnement (unité de production en limitation).
  - 5-c) Puis augmentation de U_{ref} en appliquant une rampe de 150% de V_0 jusqu'à atteindre l'état initial de l'essai 5.
- **Essai 6 - Vérification des mises hors RST automatiques :**
  - 6-a) L'unité de production étant en RST, réception d'une valeur U_{REF} inférieure à $U_{CONSmin.}$ L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de production en RST.
  - 6-b) L'unité de production étant en RST, réception d'une valeur U_{REF} supérieure à $U_{CONSmax.}$ L'unité de production doit sortir du RST automatiquement en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de production en RST.

Conditions particulières

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Si la consigne est envoyée globalement pour l'installation, l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation.
- Les commandes U_{REF} sont envoyées par le centre de conduite RTE vers l'unité de production.
- Les variations de U_{CONS} et par conséquent de réactif ne devront pas entraîner un dépassement de la tension au point de raccordement au-delà de la plage normale.
- Le programme en actif n'est pas modifié.
- Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur de principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE

Données d'entrée (RTE -> Producteur)

- Vitesse [V0] de variation de Uref correspondant à l'estimation de la vitesse de variation de réactif de l'unité de production pour 12%Qn/min.
  V0 sera communiquée par RTE le jour de l'essai.

Consultation

- Si la régulation de tension au point de consigne est de type : $U_{PROD} + \lambda . Q_{PROD} = U_{cons}$,
  λ sera mis à jour à partir des résultats de la fiche F7.

Données d'entrée (Producteur -> RTE)

- $U_{CONS\ min}$ et $U_{CONS\ max}$
- $Q_n = \sqrt{\Sigma {S_n}^2 - \Sigma {P_n}^2}$
- Vitesse maximale de variation de la consigne $(dU_{CONS}/dt)_{max}$ en kV/min
- Vitesse maximale de variation de réactif $(dQ/dt)_{max}$ en Mvar/min.
- Diagrammes (U,Q)

Résultats (Producteur -->RTE)

Enregistrements temporels des signaux suivants :

- Consigne RST U_{REF}.
- Tension efficace U_{PROD}.
- Puissances active et réactive P_{PROD}, Q_{PROD}.
- Consigne U_{CONS} du régulateur primaire de tension.

et des télésignalisations suivantes :

- TS PART.RST « RST/ Hors RST ».
- TS « groupe en/hors butée UQ- », TS « groupe en/hors butée UQ+ »

Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda . Q_{PROD} = U_{cons}$, restitution des signaux suivants :

- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension égale $U_{PROD} + \lambda . Q_{PROD}$
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = (U_{PROD} + \lambda . Q_{PROD})/U_{CONS}$
- Gain : $G = (U_{PROD} + \lambda . Q_{PROD})/U_{REF}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.
Ces enregistrements doivent correspondre aux grandeurs non filtrées, et se distinguent des télémesures transmises à RTE (cf. §3.1.5 de l'article 8.3.1).

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

- Absence de variation de la tension lors de la mise en ou hors service du RST
- L'unité de production doit rester stable quelle que soit la variation de la consigne RST
- Télésignalisations « En/Hors RST »conformes à l'état de fonctionnement de l'unité de production.
- Le gain G est constant et égal à 1 (tolérance +/-10%), quand la vitesse de variation de la consigne RST U_{REF} ne dépasse pas $(dUcons/dt)_{max}$
- Le gain G_{RPT} est constant et égal à 1 (tolérance +/-5%).
- **Essai 2** : Vérification du maintien du point de fonctionnement et du maintien de l'unité de production en RST
- **Essais 3, 4 et 5 :**
  - Quand la vitesse de variation de la consigne RST U_{REF} ne dépasse pas $(dUcons/dt)_{max}$, la dynamique attendue est celle du réglage primaire de tension. Le retard dans l'application des commandes U_{REF} respecte les exigences sur le délai d'application de commande.
- **Essai 5** :
  - L'unité de production reste en RST lors de l'atteinte des butées UQ+/UQ-
  - Les entrées et sorties des limitations atteintes doivent entrainer un changement d'état des TS correspondantes en moins de 10s (à l'hystérésis près). Ces TS doivent être stables;
  - Les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur les diagrammes [U, Q]...
  - La mesure (dUcons/dt)=(Ucons final-Ucons initial)/durée est conforme à la valeur (dUcons/dt)max déclarée par le producteur et la mesure $(dQ/dt)=(Q_{final}-Q_{initial})$/durée ≥ 12% Qn/min
- **Essai 6** : l'unité de production sort automatiquement du RST

Consultation

FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Condition d'application : Type D, OffShore PPM

FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Observation du réglage secondaire de tension lorsque l'unité de production est en réglage secondaire de tension en U_{REF}.

Description

L'unité de production couplée pendant huit heures.
Le fonctionnement global de l'unité de production de production en réglage secondaire de tension est contrôlé.
Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés :

Essai 1 :

Passage de l'unité de production de hors RST à en RST (et réciproquement).

Essai 2 :

- 2-a) L'unité de production étant en RST, le producteur doit modifier la consigne du régulateur primaire de tension U_{CONS}. L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de production en RST.
- 2-b) Réception par l'unité de production d'un U_{REF} invalide
  - 2-b-1) RTE envoie un U_{REF} invalide. L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Quand le signal Uref redevient valide, l'unité de production se remet automatiquement ou manuellement en RST, selon le fonctionnement convenu avec RTE.
  - 2-b-2) Le producteur simule une « coupure de fil ». L'unité de production doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Quand le signal Uref redevient valide, l'unité de production se remet automatiquement ou manuellement en RST, selon le fonctionnement convenu avec RTE.

Essai 3 :

Test de fiabilité

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- L'unité de production participe aux réglages primaire et secondaire de tension.
- Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'unité de production : couplage ; fonctionnement à P > 70% [$P_{max\ unité}$], à des puissances intermédiaires et découplage.
- Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur de groupe ou principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE.

Données d'entrée (Producteur -->RTE)

Mêmes données que pour la fiche F8

Résultats (Producteur -->RTE)

Rapport d'essai décrivant les évènements survenus
Grâce aux télémesures disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'unité de production lors de l'évolution de U_{REF}.

Critères de conformité

Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu :
Le comportement de l'unité de production doit être conforme aux exigences décrites dans le § 3.1.5 de l'article 8.3.1 de la DTR

- TS conformes à l'état de l'unité de production.
- Sorties, entrées et maintien en RST conformes à la spécification, en fonction des évènements survenus pendant l'essai (commande invalide, non renouvellement, ….)

Consultation

FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O

Conditions d'application : Types B, C, D, OffShore PPM

FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O

Simulation ou Essais réels ou Attestation de conformité
Dossier final

Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que l'unité est bien conforme au présent cahier des charges concernant la baisse de puissance sur augmentation de fréquence.

Description du test (pour l'essai)

L'unité de production étant couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :

Pour les essais de cette fiche, la valeur P_{ref} est définie comme :

- la valeur effective de puissance active au moment où le seuil de LFSM-O est atteint,

ou

- la $P_{max\ unité}$, la valeur $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale identifiée dans la fiche E1.

Quel que soit le choix du producteur pour P_{ref}, celui-ci devra garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

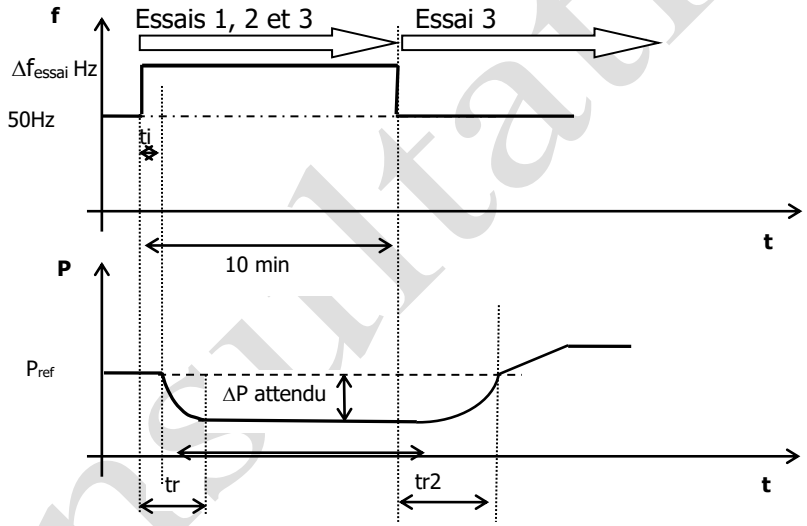


figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue.
t_{r2} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant incident.

- **Essai 1 :** Injection artificielle pendant 10 minutes d'un échelon de fréquence ⍰fessai1 au niveau du contrôle-commande de façon à obtenir un ⍰P de 20 % P_{ref}.

  Ex : $⍰f_{essai1}$ = 0,7 Hz avec un statisme de 5%

- **Essai 2:** idem essai 1 avec un échelon $⍰f_{essai2}$ de façon à obtenir un ⍰P de 50 % P_{ref}

- **Essai 3 :** idem essai 1 avec un échelon $⍰f_{essai3}$ permettant d'atteindre une puissance inférieure à $P_{min\ unité}$ puis un échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz.

consultation

Conditions particulières

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'essai pourra être réalisé sur un seul générateur de l'unité.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Valeur du seuil (réglable) : 50,2 Hz (f_1)

Valeur du statisme (réglable) : $\square_{LFSM}$ 5%

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le dispositif
- Puissance active fournie par l'installation

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_r,
- t_i
- t_{r2}
- P_{ref}
- $\square P$
- $\square f_{essai1}$; $\square f_{essai2}$; et $\square f_{essai3}$
- Pente pour rejoindre la nouvelle P_{ref} après passage en dessous de f_1

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 1 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Dans le cas où l'essai est réalisé sur un seul générateur, le producteur fournit une attestation de conformité pour les autres générateurs de l'unité.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Les résultats d'essai (ou de simulation) doivent permettre de respecter ces critères :

Pour chacun des essais 1, 2 et 3, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- ti doit être inférieur à 500 ms
  Un délai d'activation supérieur à 500ms devra être justifié par des éléments techniques

- Variation $\square P = \square P$ attendu ou $\square P = P_{ref} - P_{min\ unité}$ MW si $\square P > P_{ref} - P_{min\ unité}$

Pour les essais 1 et 2 :

- Temps tr doit être inférieur ou égal à 2 sec

Pour l'essai 3 :

- Si le temps tr est supérieur à 2 sec, fournir les justifications techniques
- Temps t_{r2} doit être inférieur ou égal à 30 sec
- Pente pour rejoindre la nouvelle P_{ref} après passage en dessous de f_1 inférieure à 10 % $P_{max\ unité}$ / min
- Si l'unité autorise le statisme à agir sous $P_{min\ unité}$, l'unité peut continuer à réduire sa puissance (si l'unité ne passe pas en mode d'arrêt, car elle serait alors plus lente à redémarrer avec un possible effet sur la tension).

Dans le cas d'une attestation, le document doit spécifier que les critères de conformité précédent sont remplis.

consultation

FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U

Conditions d'application : Types C, D, OffShore PPM

FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U

Simulation ou Essais réels
Dossier final

Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que l'unité est bien conforme au présent cahier des charges concernant l'augmentation de puissance sur baisse de fréquence.

Description du test

L'unité étant couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :

Pour les essais de cette fiche, la valeur P_{ref} est définie comme :

- la valeur effective de puissance active au moment où le seuil de LFSM-U est atteint

ou

- la $P_{max\ unité}$, la valeur $P_{min\ unité}$ correspond à la puissance minimale identifiée dans la fiche E1.

Quel que soit le choix du producteur, celui-ci devra garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

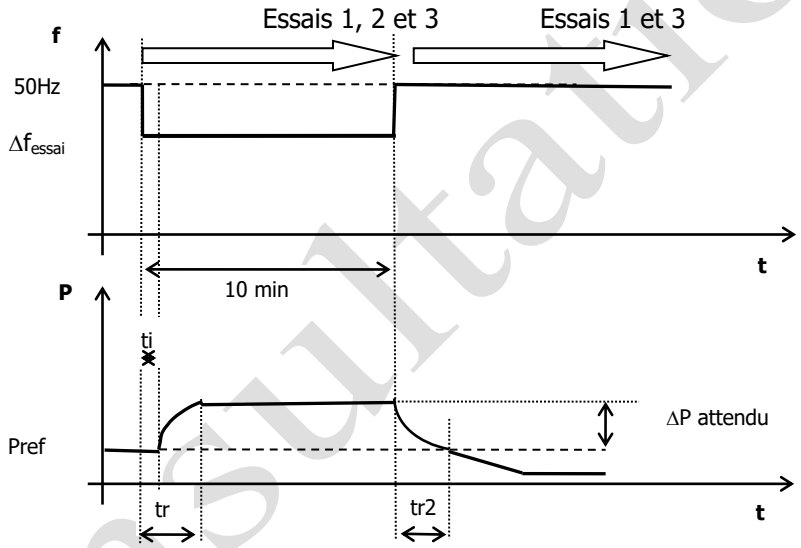


figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de l'augmentation de puissance attendue.
t_{r2} : temps au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant incident.

- **Essai 1 :** L'unité est à une puissance Pref > 50% $P_{max\ unité}$, injection artificielle pendant 10 minutes d'un échelon de fréquence Δf_{essai1} au niveau du contrôle-commande de façon à obtenir un ΔP de 20 % P_{ref}, puis un échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz (l'unité de production étant à une valeur de puissance permettant de dégager 20 % de P_{ref})

  Ex : Δf_{essai1} = - 0,7 Hz avec un statisme de 5 %

- **Essai 2 :** idem essai 1, l'unité est à une puissance P_{ref} < 50% $P_{max\ unité}$ avec un échelon Δf_{essai2} permettant d'atteindre ΔP attendu = 20% P_{ref}

- **Essai 3 :** idem essai 1, l'unité est à une puissance P_{ref} > 50% $P_{max\ unité}$, avec un échelon Δf_{essai3} permettant d'atteindre ΔP attendu = 50% P_{ref}, puis un échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz

consultation

Conditions particulières

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'essai pourra être réalisé sur un seul groupe ou générateur.
- Pour un PPM de type éolien, réalisation des essais 1 et 2 uniquement.
- Pour un PPM d'un autre type, réalisation de l'essai 3 uniquement.

Données d'entrée (RTE -->Producteur)

Valeur du seuil (réglable) : 49,8 Hz (f_2)

Valeur du statisme (réglable) : $\square_{LFSM}$ 5%

Résultats (Producteur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le dispositif
- Puissance active fournie par l'installation P_{ref}

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_r,
- t_i
- t_{r2}
- P_{ref}
- $\square P$
- $\square f_{essai1}$, $\square f_{essai2}$, $\square f_{essai3}$
- Pente pour rejoindre la nouvelle P_{ref} après passage au-dessus de f_2

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 1 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Dans le cas où l'essai est réalisé sur un seul générateur, le producteur fournit une attestation de conformité pour les autres générateurs de l'unité.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Les résultats d'essai (ou de simulation) doivent permettre de respecter ces critères :

Pour chacun des essais 1,2 et 3, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- ti doit être inférieur 500 ms
- Variation $\square P = \square P$ attendu ou unité de production à $P_{max\ unité}$ (si $\square P > P_{max\ unité} - P_{ref}$)

Pour l'essai 1 :

- Temps tr doit être inférieur ou égal à 5 sec
- Temps tr2 doit être inférieur ou égal à 20 sec
- Pente pour rejoindre la nouvelle P_{ref} après passage au-dessus de f_2 inférieure à 10 % $P_{max\ unité}$ / min

Pour l'essai 2 :

- Temps tr doit être aussi rapide que possible (expliciter les phénomènes si tr > 5s)

Pour l'essai 3 :

- Temps tr doit être inférieur ou égal à 10 sec
- Temps tr2 doit être inférieur ou égal à 20 sec
- Pente pour rejoindre la nouvelle P_{ref} après passage au-dessus de f_2 inférieure à 10 % $P_{max\ unité}$ / min

Dans le cas d'une attestation, le document doit spécifier que les critères de conformité précédent sont remplis.

Consultation

consultation

FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE

Conditions d'application : Types B, C, D, OffShore PPM

FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'unité de production à se reconnecter rapidement au RPT, au retour de la tension, suite à une déconnexion consécutive à l'absence d'alimentation électrique extérieure.

Données d'entrée (Producteur -->RTE)

Si l'unité a la capacité de reconnexion automatique :

$d_{inhibition}$ (minutes) : l'unité de production dispose d'une fonctionnalité de reconnexion automatique dès le retour de la tension sur son poste de raccordement au RPT. Cette fonctionnalité doit être inhibée automatiquement si l'absence d'alimentation électrique extérieure est supérieure à $d_{inhibition}$ minutes. $d_{inhibition}$ doit être inférieur à 3 minutes.

Description

Pour les essais de cette fiche, la valeur $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale au moment de chaque étape de mise en service partielle.

Si l'unité n'a pas de capacité de reconnexion automatique :

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de production par mise hors tension du jeu de barre (ou section / tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1 : Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon)
- T2<T1+15mn : Reconnexion manuelle
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Si l'unité a la capacité de reconnexion automatique :

Essai 1

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de production par mise hors tension du jeu de barre (ou section / tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1<T0+ $d_{inhibition}$: Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon).
- T2<T1+15mn : Reconnexion automatique. Le délai de reconnexion $d_{re.auto}$ = T2-T1 sera mesuré.
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Essai 2

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de production par mise hors tension du jeu de barre (ou section / tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1>T0+ $d_{inhibition}$: Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon).
- Attente durant un délai supérieur à $d_{re.auto}$ pour vérifier l'absence de reconnexion automatique.
- T1+ $d_{re.auto}$ <T2<T1+15mn : Reconnexion manuelle.
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Conditions particulières

- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Pour les essais réalisés à $P_{max\ unité}$, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le producteur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette Pessai est supérieure ou égale à 70% Pmax

Consultation

Résultats (Producteur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements des signaux temporels suivants :
    - Puissance active au point de connexion
    - Puissance réactive au point de connexion
    - Tension stator ou Tension au point de connexion
    - Télésignalisation matérialisant la connexion/déconnexion au RPT

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 1 Hz pour les puissances et tension.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver que les séquences définies dans le § Description sont conformes à l'attendu.

consultation

FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (VERSION PRODUCTION)

Condition d'application : Installation pour laquelle un automate a été spécifié par RTE, fiche réalisée à la maille de l'unité

FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (version PRODUCTION)
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'installation à effacer tout ou partie de l'injection des unités de l'installation sur réception d'un ordre issu de RTE via une télécommande. Cet ordre peut être envoyé de façon automatique ou via un opérateur. L'automate fait partie des dispositifs accompagnant les flexibilités, permettant de surveiller, contrôler, et gérer les opérations du réseau en interface avec les unités raccordées de manière automatique ou sans intervention humaine directe. Ces automates jouent un rôle crucial pour assurer (i) un fonctionnement efficient du système électrique, (ii) la sureté système et (iii) la sécurité des biens et des personnes. Cette fiche s'inscrit dans ce cadre et a comme objectif de décrire les procédures d'essais et de validation d'un automate à l'interface de RTE et d'un client producteur.

consultation

Description

Pour les essais de cette fiche :

- P_{ref0} est définie comme la valeur effective de puissance active à la réception de l'ordre d'effacement ou de limitation.
- P_{ref1} est définie comme la valeur effective de puissance active à la fin de l'ordre d'effacement ou de limitation.
- Plim_convention est définie comme la valeur de limitation de l'installation définie dans la convention de raccordement ou la convention d'exploitation et de conduite. Pour certaines unités, plusieurs valeurs de limitations pourront être définies dans la convention d'exploitation.

Quel que soit le choix du producteur pour P_{ref0}, celui-ci devra être supérieur à 50% Pmax afin de garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

Les limitations peuvent être transmises, en fonction du type d'automate demandé par RTE, sous forme d'une :

- TVC : dans ce cas la limitation est envoyée et peut changer en fonction des conditions d'exploitation
- TC : la valeur de limitation est fixe et est préalablement définie dans un document contractuel (convention d'exploitation ou la convention de raccordement).

L'unité de production est couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :

Prérequis essai 1 – TVC/TC :
Si aucune limitation manuelle n'est en cours côté producteur, demander au producteur la mise en place d'une limitation à 30% de Pmax.

Essai 1 – TVC : Test de priorisation des limitations.
Envoi d'un ordre sous forme d'une TVC avec une limitation manuelle en cours sur l'unité de production en phase d'essai.

5. Envoyer une TVC supérieure à la limitation manuelle ($PLIM.TVC_1$)
   Critère de réussite : Le producteur doit conserver la valeur de limitation manuelle.

6. Envoyer une TVC inférieure à la limitation manuelle ($PLIM.TVC_2$)
   Critère de réussite : Le producteur applique la TVC envoyée.

7. Lever la TVC
   Critère de réussite :
   - *Le producteur vérifie qu'il applique à nouveau la valeur de limitation manuelle préalablement mise en place.*
   - *Constat que le producteur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement .*

8. Demander au producteur de lever la limitation manuelle si celle-ci a été mise en place pour les essais (prérequis essai 1)

consultation

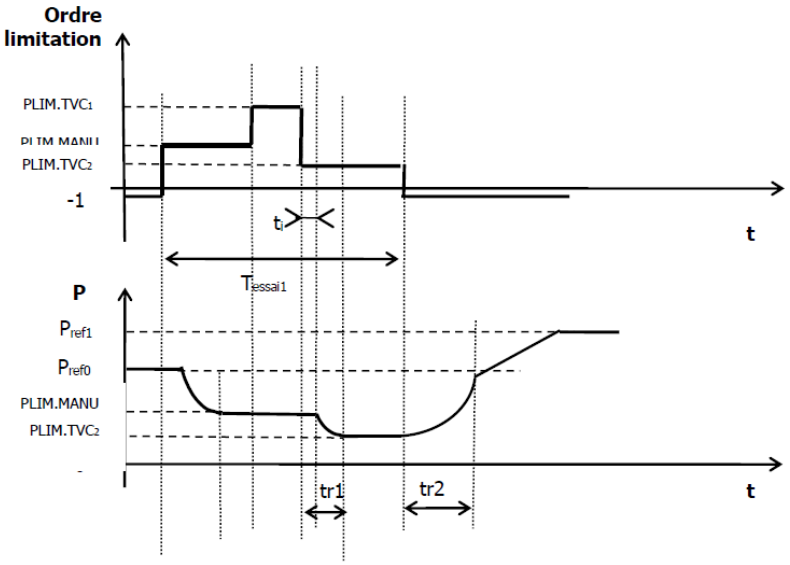


Figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_{r1} : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue. Le t_0 de la mesure correspond à la réception de l'ordre par les installations du client.
t_{r2} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant limitation.

Essai 1 – TC : **Test de priorisation des limitations.**
Envoi d'un ordre sous forme d'une TC avec une limitation manuelle en cours sur l'unité de production en phase d'essai.

C. Le producteur met en place une limitation manuelle inferieure à Plim_convention

3. Envoyer une TC pour la limitation de l'unité de production
Critère de réussite : Le producteur doit conserver la valeur de limitation manuelle.

4. Lever la TC
Critère de réussite :
- *Le producteur vérifie qu'il applique à nouveau la valeur de limitation manuelle préalablement mise en place.*
- *Constat que le producteur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement.*

D. Le producteur met en place une limitation manuelle supérieure à Plim_convention
3. Envoyer une TC pour la limitation de l'unité de production
Critère de réussite : Le producteur applique la TC envoyée.

4. Lever la TC
Critère de réussite :
- *Le producteur vérifie qu'il applique à nouveau la valeur de limitation manuelle préalablement mise en place.*
- *Constat que le producteur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement.*

Essai 2 – TVC/TC :

C. Dans le cas d'une limitation par TVC : envoi par RTE d'ordres de limitation de la production par palier de 20% Pref0 avec actualisation lente puis retrait progressif des limitations.

Avec durée de palier T3 = 2 min

Consulta

Avec les valeurs de limitations par défaut suivantes de Plim1 = 80% Pref0, Plim2 = 60% Pref0.
Les valeurs de Plim pourront être réévaluées en fonction de Pref0.

D. Dans le cas d'une limitation par TC : envoi par RTE de l'ordre de limitation de la production pour toutes les valeurs de Plim_convention

Pref0=
Date et heure :

Heure d'envoi de la TVC	Plim	% de P_{ref0}	Temps de mise en œuvre (secondes) = temps au bout duquel la réponse atteint 95% de baisse de puissance attendue

Critères de réussite :
• A chaque nouvelle consigne, le producteur prend en compte immédiatement la nouvelle consigne à respecter.
• Remarque : Conformément au cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE, un DMO de 1 min devra par défaut être respecté. RTE et le client pourront convenir d'une autre valeur en fonction des situations et des contraintes à lever.

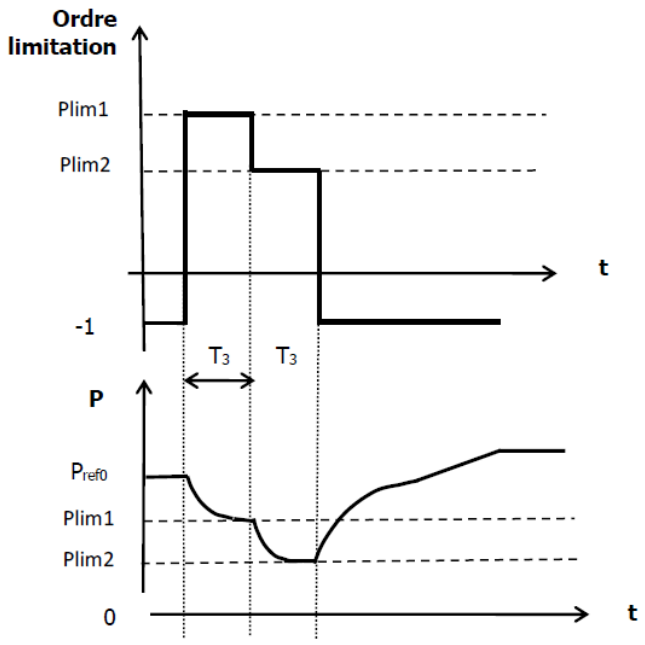


Figure 2

Essai 2bis - TVC (non nécessaire pour limitation par TC) : envoi par RTE d'ordres de limitation par palier de 20% Pmax avec actualisation rapide puis retrait progressif des limitations.

Avec durée de palier T4 = 10 à 15 secondes
Avec des limitations de Plim1 = 80% Pref0, Plim2 = 60% Pref0.
Les valeurs de Plim pourront être réévaluées en fonction de Pref0.

Pref0=
Date et heure :

Consultation

Heure d'envoi de la TVC	Plim	% de P_{ref0}	Temps de mise en œuvre (secondes) = temps au bout duquel la réponse atteint 95% de baisse de puissance attendue

Critères de réussite :

• A chaque nouvelle consigne, le producteur prend en compte immédiatement la nouvelle consigne à respecter même s'il n'a pas encore atteint la consigne précédente.

• Remarque : Conformément au cahier des charges pour le raccordement au système de téléconduite de RTE, un DMO de 1 min devra par défaut être respecté. RTE et le client pourront convenir d'une autre valeur en fonction des situations et des contraintes à lever.

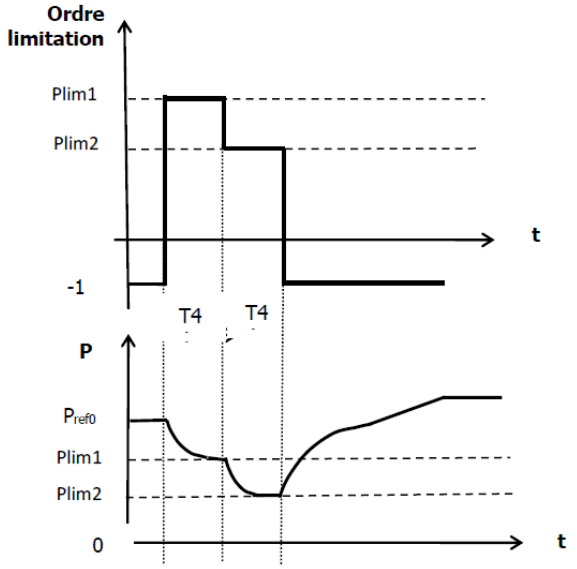


Figure 3

Essai 3 - TVC (non nécessaire pour limitation par TC) : envoi par RTE d'un ordre de limitation de production via TVC et maintien pendant T_{essai4} = 2 min

Objectif : Le but de l'essai est de vérifier que le producteur est en mesure d'appliquer des TVC à 20% Pmax et à 0% Pmax et vérifier l'absence du découplage potentiel de l'installation du réseau.

Essai 3.1 : Limitation de PLIM.TVC = 20% Pmax
Essai 3.2 : Limitation de PLIM.TVC = 0% Pmax

Critère de réussite :

- *Le producteur applique la consigne demandée.*

consultation

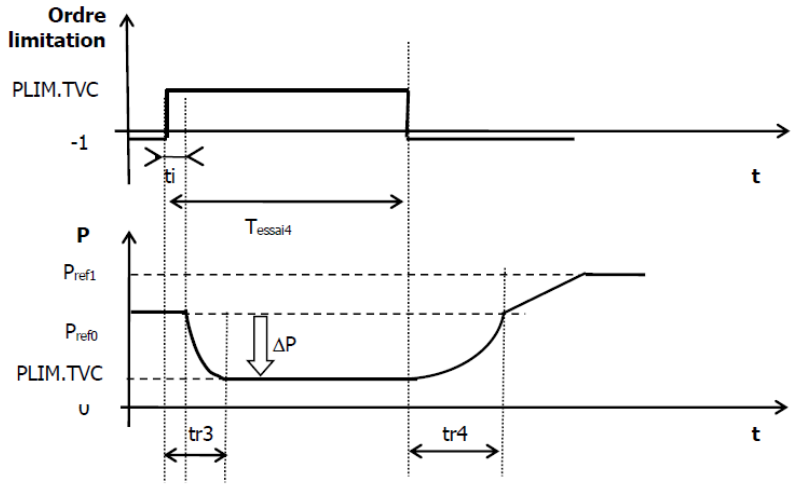


Figure 4

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_{r3} : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue. Le t_0 de la mesure correspond à la réception de l'ordre par les installations du client.
t_{r4} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant limitation.

Conditions particulières

- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- La puissance au début des essais P_{ref0} doit être supérieure à 50% P_{max} afin de garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

Données d'entrée (RTE -> Producteur)

Dans le cas d'une Pref0 <80% Pmax, nécessitant l'adaptation des limitations pour l'essai 2, RTE fournira les nouveaux paliers.

Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver que les fonctionnalités attendues de l'automate sur l'installation ont bien été réalisées.

L'ensemble de ces essais ne doit pas remettre en cause les autres exigences applicables à l'unité de production (par exemple le réglage de la tension doit rester effectif conformément au cadre contractuel).

Pour chacun des essais les enregistrements (Puissance active, Puissance réactive, Tension HTA et la Tension au point de consigne du réglage de tension) doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- La puissance P est inférieure à limitation PLIM.TVC en cours (tolérance 0,5 MW)
- Les temps de réponse tr1, tr2, tr3 et tr4, pour atteindre les valeurs demandées après réception d'une TVC ou d'une TC, doivent être conformes aux prescriptions décrites dans les capacités constructives du mode de réglage restreint à la sur-fréquence (mode LFSM-O)

consultation

FICHE F 15 : VALIDATION DU MODELE EMT

Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM

Fiche F15 : Validation du modèle EMT

Essais
Dossier final

Objectifs

Le modèle numérique détaillé de type EMT (ElectroMagnetic Transient) fourni par le producteur doit permettre de simuler le comportement de l'unité de production dans les études de transitoires électromagnétiques menées par RTE. La pertinence de ce modèle doit être validée par RTE.

Cette validation se fait en deux phases et sur deux fiches :

(iii) Phase 1 (décrite dans la fiche I11) : elle permet de comparer le modèle EMT développé par RTE au modèle utilisé par l'unité de production en confrontant les résultats de simulations des deux modèles

(iv) Phase 2 (dans cette fiche) : elle permet de comparer les données générées par le modèle EMT de RTE aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service.

Des échanges entre le producteur, le constructeur et RTE seront nécessaires, dès le début du projet, pour élaborer et analyser l'acceptabilité des modèles décrits dans cette fiche.

Description

Un schéma de principe du raccordement d'un site de production utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance est présenté à la Figure 1. Cette description se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE. La description se veut la plus générique possible mais il est possible que certaines installations ne soient pas parfaitement représentées par ce schéma. Des échanges entre le producteur et RTE seront nécessaires pour analyser l'acceptabilité des modèles décrits ci-dessous.

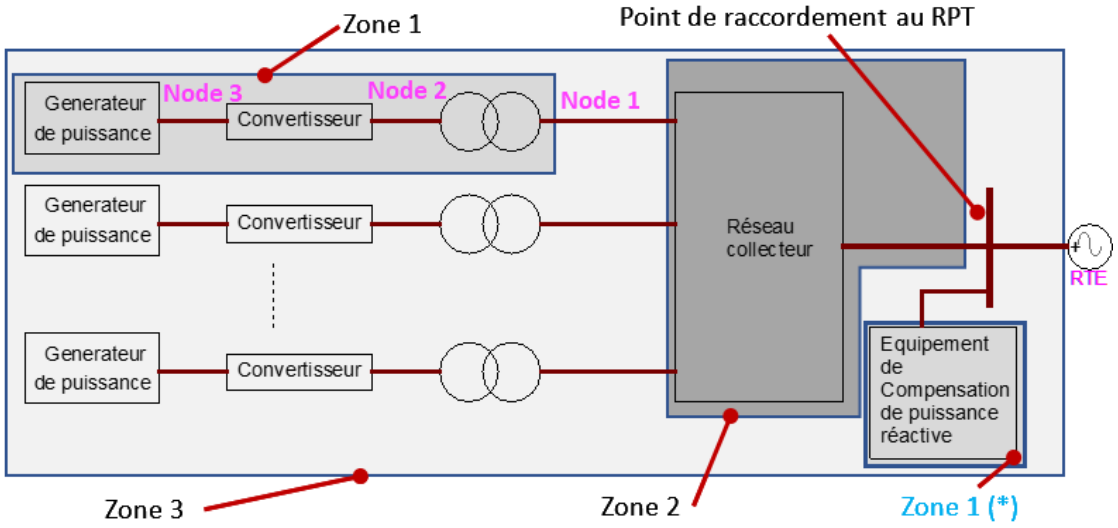


Figure 6

(*) : Si l'unité de production comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, les données à fournir seront à valider entre le producteur et RTE.

La validation de la phase 2 se fera à minima en une étape (identifiée comme Etape 4 ci-dessous). Le producteur pourra également proposer une méthode complémentaire de validation de ce modèle détaillé.

L'objectif est de comparer les résultats fournis par le modèle EMT (développé par RTE à l'aide des données fournies par le producteur) avec des données de référence (mesures sur site) fournies par le producteur. Cette comparaison se fera par RTE. Pour réaliser cette comparaison le producteur devra fournir les données de référence sous un format numérique (COMTRADE, CSV …)..

Etape 4 – Validation du modèle complet avec essais sur site (après première injection)

Les résultats obtenus par le modèle EMT de l'unité de production complet tel que présenté à la Figure 6~~Figure 6~~ seront comparés aux mesures sur site réalisées lors des essais de contrôle de conformité. Aucun essai spécifique n'est sélectionné dans cette fiche. La sélection des essais pour la validation du modèle sera proposée 3 mois avant leur réalisation par le producteur et devra être approuvée par RTE 2 semaines avant leur réalisation, un autre planning peut être convenu tenant compte des contraintes opérationnelles.

Trois points de fonctionnement seront nécessaires pour compléter cette phase de validation :

- 1 ou plusieurs essais avec un niveau d'injection de puissance active minimale,
- 1 ou plusieurs essais avec un niveau d'injection de puissance active à 50% de la puissance maximale de l'unité de production,
- 1 ou plusieurs essais avec un niveau d'injection en de puissance active maximale (ou à puissance maximale atteignable pendant la période de mise en service).

Les mesures incluent à minima les tensions et courants instantanés aux nœuds identifiés sur la Figure 6~~Figure 6~~ et au point de raccordement. Toutes les consignes, mode de fonctionnement et retour d'états, pertinents dans le cadre de ces essais et nécessaires pour la validation du modèle EMT, seront fournis.
Afin de synchroniser les relevés d'essais et les résultats de simulation, le producteur devra indiquer dans ses données de référence l'instant d'application de la perturbation.

Les signaux de mesure doivent avoir un échantillonnage minimum de 5kHz. La durée de la mesure doit permettre d'observer l'état initial, la perturbation et l'établissement du régime établi.

Les mesures relatives aux différentes zones 1 peuvent être réalisées sur un seul système de production d'énergie (identifiée sur la Figure 6~~Figure 6~~) représentatif de l'unité de production. Si l'unité de production comporte plusieurs zones 1 possédant des caractéristiques différentes (que ce soit d'un point de vue matériel ou de contrôle-commande), des mesures devront être placées sur chaque système représentatif.

Le producteur fournira un rapport spécifique pour cette fiche dans lequel sera mentionné :

- Les essais sélectionnés pour la validation du modèle EMT,
- La description des points de mesure, des appareils associés et leurs caractéristiques techniques,
- Tout élément permettant la réalisation des simulations relatives aux essais sur le modèle EMT développé par RTE pour sa validation.

L'objectif de ce rapport est faire valider par RTE la faisabilité et la conformité des essais et des conditions de test avant la réalisation des essais selon les spécifications de cette fiche.

Critère de conformité :

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants aux nœuds identifiés sur la Figure 7~~Figure 7~~ et au point de raccordement.
En régime transitoire la différence relative entre les valeurs instantanées données par la simulation et celle provenant des mesures ne devra pas excéder 10%, les signaux fournis par le producteur étant considérées comme référence.

En régime établi cette différence ne devra pas excéder 5%.

Tout écart, par rapport aux seuils 5% et 10%, devra être expliqué et justifié via un échange entre les parties. A défaut d'accord, le modèle ne pourra pas être validé.

Les détails de ces essais seront adaptés en fonction des spécificités techniques des équipements installés ainsi que des essais sur site qui seront réalisés.

Résultats (Producteur -->RTE)

4. *Données de référence pour la validation de l'étape 4 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles

consultation

Les données de référence doivent inclure les phases de régime établi initial avant l'évènement (à minima pendant 1 seconde) et de régime établi final (à minima pendant 2 secondes).
Critère de conformité : Ils sont décrits dans chaque étape

consultation

FICHE F 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT

Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM

Fiche F16 : Validation du modèle phaseur ouvert

Essais
Dossier final

Contexte

Le modèle de type phaseur (ou RMS) et dit « ouvert » doit permettre de simuler le comportement de l'unité de production dans les études de transitoires électromécaniques menées par RTE (stabilité transitoire, de fréquence et de tension).

La description du modèle phaseur ouvert correspond aux informations fournies par le producteur dans la fiche E1 afin de permettre à RTE de l'implémenter dans son logiciel de simulation RMS de référence. L'adjectif « ouvert » rappelle qu'une boîte-noire (fichier compilé) ou un modèle digital sur un logiciel commercial n'est pas recevable à titre de livraison du modèle phaseur.

Le processus de validation du modèle phaseur ouvert fournit par le producteur à RTE se fait en deux phases, d'abord lors d'études pour l'obtention de l'ION (Phase 1), et ensuite dans la phase d'essais pour l'obtention de la FON (Phase 2). Cette fiche porte sur la Phase 2.

Objectifs

Afin d'assurer la qualité et la précision du modèle phaseur ouvert fourni à RTE, il doit être possible de démontrer que le comportement « réel » de l'unité de production peut être reproduit en simulation avec ce modèle sur un cadre précis.

Cette fiche précise les conditions, périmètre et critères de conformités associés à la Phase 2 du processus de validation du modèle phaseur ouvert dans laquelle RTE compare les résultats de simulations obtenues avec ce modèle aux mesures sur site obtenues lors des essais de mise en service.

En cas de non-conformité aux exigences de validation du modèle phaseur (cf. section Critères de conformités), le producteur est tenu de fournir des justifications à RTE. Si nécessaire, le producteur devra envoyer une mise à jour de la description du modèle phaseur ouvert à RTE qui garantit le respect des critères de conformité ici exigés.

Cette étape est donc effectuée par RTE sur la base des informations fournies par le producteur : la description du modèle et les signaux numériques des résultats des essais sur site.

Le producteur est encouragé à effectuer aussi cette étude afin d'être en mesure d'identifier plus facilement la mise à jour du modèle nécessaire pour assurer la conformité, mais il n'est pas obligé s'il considère que les éventuels écarts soulevés par RTE peuvent être résolus sur la base des travaux effectués en Phase 1.

Description

La Figure 1 montre un schéma de principe du raccordement d'une unité de production utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance qui rappelle le périmètre de la modélisation à considérer dans cette étude. Il se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE.

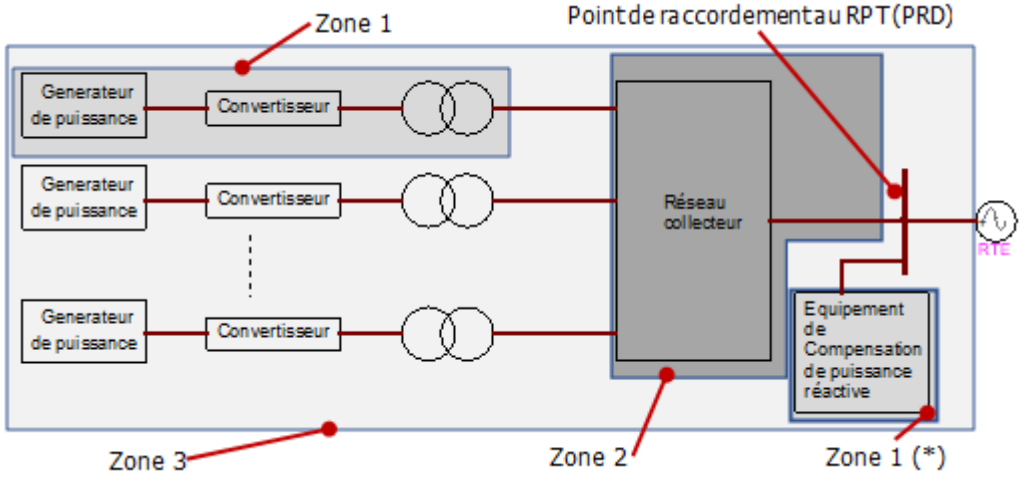


Figure 1. Schéma de principe du raccordement de l'unité de production

(*) : Si l'unité de production comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra aussi être effectuée d'une façon analogue à la validation de la Zone 1. Les données et tests considérés pour ce cas particulier seront à convenir entre le producteur et RTE.

La validation du modèle phaseur ouvert se fera à minima sur 2 périmètres :

i. A la maille d'un système de production d'énergie de référence (i.e. Zone 1 dans Figure 1) et
ii. A la maille de l'unité de production (au point de raccordement, PDR, défini par la Zone 3 dans la Figure 1).

Validation

Les résultats obtenus avec le modèle phaseur ouvert implémenté par RTE et correspondant aux informations fournies par le producteur seront comparés aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service. Seule la composante directe est considérée en cohérence avec les hypothèses de modélisation.
Les écarts entre les résultats de simulation et les mesures utilisées comme référence sont évalués sur la base des indicateurs définis dans la Phase 1 (cf. Fiche I16) : l'erreur moyenne (*Mean Error, ME*), l'erreur moyenne absolue (*MAE, Mean Absolute Error*) et l'erreur maximale (*MXE, Maximum Error*) tel que définis dans le standard IEC 61400-27-2:2020 à partir de l'erreur de la série temporelle : $x_\varepsilon(n)= x_{sim}(n)- x_{mes}(n)$. De plus, l'écart sur les indicateurs de performance dynamique classiques : dépassement, temps d'activation, de montée et d'établissement sera aussi évalué.
En cas d'impossibilité d'appliquer l'un ou la totalité de ces critères au système de production d'énergie (zone 1) et/ou à l'unité de production (zone 3), une autre méthode de validation sera convenue entre le producteur et RTE.

Résultats (Producteur ® RTE)

Aucun essai spécifique n'est sélectionné dans cette fiche. Le processus de validation se basera sur la sélection des essais prévus pour la validation du modèle EMT conformément à la fiche F15 (si applicable). Cette sélection est proposée par le producteur 3 mois avant leur réalisation et soumise à l'approbation de RTE 2 semaines avant leur réalisation. Un autre planning peut être convenu tenant compte des contraintes opérationnelles. Trois points de fonctionnement doivent néanmoins être prévus pour compléter le processus de validation du modèle phaseur :

- essais avec un niveau d'injection de puissance active minimale,
- essais avec un niveau d'injection de puissance active à 50% de la puissance maximale de l'unité de production,
- essais avec un niveau d'injection de puissance active maximale (ou à puissance maximale atteignable pendant la période de mise en service).

Sur la base de ces essais, RTE réalise une validation de son implémentation du modèle phaseur ouvert. En cas d'écart au-delà des critères de conformité dont la justification reste non recevable par RTE, une mise à jour du modèle permettant d'atteindre les critères de conformité devra être fournie. Afin de fluidifier ces échanges, le producteur peut fournir un rapport de validation de son modèle phaseur ouvert (utilisé pour la fourniture des données de la fiche I16) par rapport aux essais. Dans ce cas, les paramètres utilisés pour la réalisation de ces simulations devront être fournis.
Les mesures incluent à minima les tensions et courants instantanés et RMS, ainsi que les puissances active et réactive et les composantes active et réactive du courant aux nœuds identifiés sur la Figure 2 (internes à la Zone 1) et au point de raccordement (Zone 3). L'origine des grandeurs RMS devra être précisée (recalculées selon une norme, issues d'instrument de mesure, entrée/sortie du contrôle…). Toutes les consignes, mode de fonctionnement et retour d'états, pertinents dans le cadre de ces essais pour la validation du modèle phaseur devront être fournies.

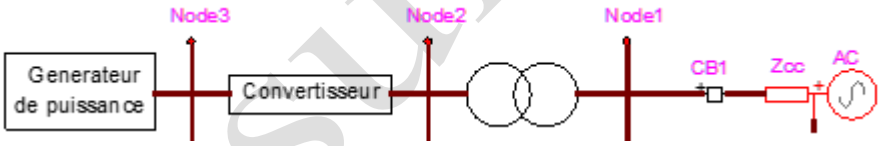


Figure 2. Points de mesures internes à la Zone 1 (au niveau d'une unité de génération)

Les signaux de mesure doivent avoir un échantillonnage minimum de 2kHz. La durée de la mesure doit permettre d'observer l'état initial (au moins 1 s avant essai), le transitoire et l'établissement du régime permanent (au moins 5 s après la fin de l'essai). Concernant la Zone 1, les mesures peuvent être réalisées sur une unité de génération unique, représentatif des moyens de production du site. Si l'unité de production comporte plusieurs zones 1 possédant des caractéristiques différentes (que ce soit d'un point de vue matériel ou de contrôle-commande), des mesures devront être placées sur chaque système représentatif.
Afin de synchroniser les relevés d'essais et les résultats de simulation, le consommateur devra indiquer dans ses données de référence l'instant d'application de la perturbation.

Critères de conformité :

1. Fourniture des signaux de référence pour la validation en format numérique exploitable par RTE (COMTRADE, CSV...) avec une description claire des signaux : grandeur, point de mesure, filtrage si appliqué, instant d'occurrence de l'évènement. L'échantillonnage et la durée de l'enregistrement doivent être adéquats au phénomène observé (elle doit permettre d'observer l'état initial, la perturbation et l'établissement du régime permanent).

2. Pour les tests de suivi de consigne : les erreurs maximales admissibles sur grandeur poursuivie en pu (base niveau de variation de consigne) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Grandeur asservie		
		MXE	ME	MAE

Consultation

Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.03	0.04
	Pendant événement	0.1	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.03	0.04

En ce qui concerne le temps de réaction, il devra être fourni – ainsi que l'écart à la référence - mais ne fera pas l'objet d'une validation par écart relatif.

Description du test	Temps de montée $\Delta\tau_r$ (%)	Temps de réaction $\Delta\tau_a$ (%)	Temps d'établissement $\Delta\tau_s$ (%)	Dépassement ΔD (%)
	10	-	10	15

3. En régime établi, après l'évènement, l'erreur moyenne absolue ne devra pas excéder 1%. Elle sera calculée en utilisant l'indicateur MAE. Il est supposé que ce critère est respecté à l'initialisation.

En cas d'écart non justifié par le producteur ou refusé par RTE, le producteur devra fournir une mise à jour du modèle qui respecte les critères de conformité indiqués ici.

consultation

ANNEXE 3 – FICHES RELATIVES AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UNE UNITE DE STOCKAGE NON SYNCHRONE

SYNTHESE

Dans le cas d'une unité de type A, les exigences applicables figurent dans la norme EN 50549-1 et EN 50549-2 et le contrôle initial sera effectué selon la norme EN 50549-10.
Dans le cas d'une unité de stockage non synchrone de type A, les exigences du Cahier des Charges des Capacités Constructives d'une unité de stockage non synchrone viennent en complément des normes ci-dessus.

Fiches applicables pour le raccordement d'une unité de stockage non synchrone			
Nom	**Type de Fiche** (Attestation / Données déclaratives / Simulation / Essai réel)	**Traitement lors des étapes de mises en service partielles**	**Conditions d'application**
Etape 1: Notification opérationnelle de mise sous tension (EON)			
Fiche E 1 : Liste des données	Données déclaratives	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase (éléments relatifs à la puissance installée)	Types B, C, D
Fiche E 2 : Qualification des matériels électriques	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C, D
Fiche E 3 : Conformité du système de protection	Données déclaratives / Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C, D
Fiche E 4 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information	Attestation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C, D
Etape 2 : Notification opérationnelle provisoire (ION)			
Fiche I 1 : Capacité constructive en réactif	Simulation	Simulation à chaque phase	Types B, C, D
Fiche I 2 : Comportement dynamique de la régulation de tension et stabilité en petits mouvements	Simulation / attestation	Simulation à chaque phase	Types B, C, D
Fiche I 5 : Injection de courant réactif	Simulation	Simulation à chaque phase	Type~~s~~ B~~, C, D~~

consultation

Fiche I 6 : Tenue de l'installation aux creux de tension	Simulation / attestation	Simulation puis attestation à chaque phase	Types B, C, D
Fiche I 7 : Tenue aux surtensions	Simulation / attestation	Simulation puis attestation à chaque phase	Types B, C, D
Fiche I9 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information par injection de signaux	Simulation	Première mise en service puis mise à jour à chaque phase si besoin	Types B, C et D
Fiche I10 : Réseau séparé	Simulation	Simulations ou attestation à chaque phase	Types C et D
Fiche I11 : Validation du modèle EMTP	Simulation	Simulation à chaque phase	Types C et D
Fiche I12 : Comportement dynamique de la régulation de fréquence et disponibilité de la réserve	Simulation	Simulation à chaque phase	Types C et D
Fiche I15 : Etude harmonique	Simulation / attestation	Simulation ou attestation à chaque phase	Types B, C, D (sur demande de RTE)
Fiche I16 : Validation du modèle phaseur ouvert	Simulation	Simulation à chaque phase	Types C et D
Fiche I18 : Grid Forming	Simulation	Simulation à chaque phase	Types C et D
Etape 3 : Notification opérationnelle finale (FON)			
Fiche F 1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information	Essai réel	Première mise en service	Types B, C, D
Fiche F 2 : Couplage au réseau	Essai réel	Première mise en service	Types B, C, D
Fiche F 3 : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C, D
Fiche F 3 BIS : Qualité de l'électricité	Essai réel	Essais à chaque phase	Type B, C, D (sur demande de RTE)
Fiche F 4 : Réglage primaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C, D
Fiche F 5 : Réglage secondaire de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D
Fiche F 6 : Réglage de fréquence	Essai réel	Essais à chaque phase	Types C, D
Fiche F 7 : Réglage primaire de tension et capacité en réactif	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C, D
Fiche F 8 : Réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D
Fiche F 9 : Observation du réglage secondaire de tension commandé en UREF	Essai réel	Essais à chaque phase	Types D
Fiche F 10 : Mode restreint de réglage à la sur-fréquence LFSM - O	Essai réel	Essais ou attestation à chaque phase	Types B, C, D

Consultation

Fiche F 11 : Mode restreint de réglage à la sous-fréquence LFSM - U	Essai réel	Essais ou attestation à chaque phase	Types B, C, D
Fiche F 13 : Redémarrage rapide	Essai réel	Essais à chaque phase	Types B, C, D
Fiche F 14 : Automate	Essai réel	Mise en service de l'automate	Types B, C et D si automate demandé par RTE
Fiche F 15 : Validation du modèle EMTP	Essai réel		Types C et D
Fiche F 16 : Validation du modèle phaseur ouvert	Essai réel		Types C et D

consultation

Documentation Technique de Référence

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

FICHE E 1 : LISTE DES DONNEES (UNITE DE STOCKAGE)

Fiche E1
stockage.xlsx

Condition d'application: Toutes les installations Type B,C,D – Mettre à jour à chaque mise en service partielle

Fiche E1 : liste des données (unité de stockage non synchrone)					
Le "mode plan" marge de gauche permet de faciliter la lecture	*Informations* *Dossier intermédiaire*				
Objectifs	Le stockeur doit fournir des données techniques afin de permettre à RTE d'évaluer l'impact de l'unité de stockage d'électricité sur le RPT.				
Description	Liste des données techniques.				
Conditions particulières	Le stockeur garantit, avec la précision appropriée, l'exactitude des données fournies à RTE. En cas de modification d'une ou plusieurs des données, pouvant survenir au cours de la durée de vie de l'unité de stockage d'électricité, il appartient au stockeur de transmettre à RTE les nouvelles valeurs des données et de démontrer à RTE que les caractéristiques de son unité de stockage d'électricité restent conformes aux prescriptions réglementaires et contractuelles. Si l'unité de stockage d'électricité comporte plusieurs modules, les données seront détaillées dans la mesure du possible par module.				
Données d'entrée (RTE -> Stockeur)	La liste des données définie dans la présente fiche.				
Résultats (Stockeur -> RTE)	La liste des données complétée intégralement (valeurs et précisions). Si l'unité de stockage d'électricité n'est pas concernée, faire figurer la mention « Sans objet ». Le stockeur doit renseigner : • Avant la première mise sous tension de chaque élément à partir du RPT : les données de ces éléments avec un statut « révisable », • Avant l'accès définitif au réseau : l'ensemble des données avec un statut « ferme ». Le statut « révisable » d'une donnée indique que la donnée peut être modifiée par le stockeur. Le statut « ferme » d'une donnée indique que la donnée a valeur d'engagement du stockeur et ne peut être modifiée sans remettre en cause la demande de raccordement correspondante.				
Critères de conformité	• Exhaustivité des données fournies par le stockeur, • Valeur des données conforme à l'unité ou au format demandé, • Précision renseignée pour chaque donnée numérique.				
Référentiel	Information	Nom	Unité	Valeur	Précision

consultation

	Type de technologie, type énergie primaire, rôle et caractéristiques, constructeur, modèle, options installées, Nombre de modules de chaque type. Intégrateur de la partie stockage et électronique de puissance DC/AC de l'unité de stockage		Texte		
	Localisation du poste électrique de l'unité de stockage d'électricité.		Schéma, Texte, Plans cadastraux		
	Code INSEE, Commune, Coordonnées GPS.		Texte		
	Plan de masse de l'unité de stockage d'électricité.		Plan		
Données générales de l'unité de stockage d'électricité Indiquer les seuils d'Etat de charge tels que définis dans les Conditions Générales en Annexe 3 Indiquer dans la colonne valeur si la valeur est côté AC ou DC	Schéma électrique de l'unité de stockage d'électricité (schéma unifilaire de principe), vue du point de raccordement au RPT, avec localisation des appareils essentiels : générateur(s)/onduleur(s), batterie(s), auxiliaires, transformateur(s), organes de coupure, ... [Le cas échéant :] Schéma électrique précisant le positionnement de l'unité de stockage dans l'installation.		Schéma		
	Unifilaire de raccordement de l'unité de Stockage		schéma		
	Puissance active de stockage installée.	$P_{max\ installée}$	MW		
	Puissance active maximale de l'unité de stockage d'électricité au point de raccordement.	$P_{max\ injection\ unité}$	MW		
	Puissance active maximale que peut soutirer, sans limitation de durée, l'unité de stockage d'électricité, au point de raccordement.	$P_{max\ soutirage\ unité}$	MW		
	Puissance apparente nominale.	S_{na}	MVA		
	Puissance active maximale de soutirage (au niveau du point de raccordement de l'unité de stockage d'électricité).		kW ou MW		

consultation

Puissances active et réactive consommées (valeurs maximales, nominales et minimales agrégées) par les auxiliaires de l'unité de stockage d'électricité qui fonctionne alors à sa $P_{max\ injection\ unité}$ [Le cas échéant :] et à d'autres puissances (en particulier à $P_{max\ soutirage\ unité}$, à l'arrêt et en phase de démarrage de l'ensemble des générateurs). [Dans tous les cas :] Préciser le type d'auxiliaire (moteurs synchrones, asynchrones ou à courant continu).		kW ou MW, kvar ou Mvar, texte		
Apport maximum en puissance réactive au Point de Raccordement de l'unité de stockage lorsqu'elle est à l'arrêt		kVAr ou MVAr		
Apport maximum de l'unité de stockage d'électricité en courant de court-circuit au Point de Raccordement (valeur maximale d'engagement pour l'utilisateur et exigée par RTE correspondant au courant de court-circuit symétrique Ib, calculé conformément à la norme CEI 60-909).		kA		
Courant maximum qui peut être généré par l'installation sans limitation de durée		kA		
Courant maximum qui peut être généré par l'installation en fonction de la durée.		Courbe		
Courbe d'évolution de la puissance active maximale produite par l'unité de stockage d'électricité (en HTA et aux bornes HT du transformateur principal, consommation des auxiliaires déduite) en fonction des conditions externes (température, …).		Courbe		
Capacité totale du stock (E)		MWh		
Capacité utile du stock (E_{utile})	E_{utile}	MWh		
Seuil supérieur d'état de charge en exploitation normale, garantissant la disponibilité du maintien 15 min à –RP (SoC_{sup})	SoC_{sup}	MWh		
Seuil inférieur d'état de charge en exploitation normale, garantissant la disponibilité du maintien 15 min à +RP (SoC_{inf})	SoC_{inf}	MWh		
Seuil supérieur d'état de charge en exploitation, contrainte technique (SoC_{max})	SoC_{max}	MWh		
Seuil inférieur d'état de charge en exploitation, contrainte technique (SoC_{min})	SoC_{min}	MWh		

consultation

	Seuil au-dessus duquel le Mode Réserve est activé pour gérer la saturation du stock ($SoC_{reserve\ sup}$)	$SoC_{reserve\ sup}$	MWh		
	Seuil au-dessous duquel le Mode Réserve est activé pour gérer l'épuisement du stock ($SoC_{reserve\ inf}$)	$SoC_{reserve\ inf}$	MWh		
	Rendement en charge et en décharge de l'unité de stockage		%		
	Plages de fonctionnement (normale et exceptionnelle) en tension côté HTA, avec leurs durées, de l'unité de stockage et protections associées		tableau		
	Plages de fonctionnement (normale et exceptionnelle) en fréquence, avec leurs durées, de l'unité de stockage et protections associées		tableau		
Convertisseur [le cas échéant et pour chaque convertisseur]	Type de convertisseur, rôle et caractéristiques, constructeur, modèle, options installées. Nombre d'unités de chaque type.		Texte		
	Diagramme détaillé du contrôle commande du convertisseur sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas		
	[Le cas échéant :] Crowbar : description de son fonctionnement avec notamment valeur de la résistance et seuil de déclenchement.				
	[Le cas échéant :] Chopper : description de son fonctionnement avec notamment valeur de la résistance et seuil de déclenchement.				
	[Le cas échéant :] Apport en I_{cc} en régime déséquilibré.				
Données générales complémentaires unité de stockage	Puissance apparente maximale de l'unité de stockage	S_{na}	MVA		
	Tension nominale en sortie d'unité de stockage U_{sn}	U_{sn}	kV		
	Pour l'information SOC.BESS transmise à RTE, description de la méthode d'estimation ou de mesure de l'état de charge de l'unité de stockage		Texte		
	Diagramme détaillé du contrôle commande de l'unité de stockage sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas		
	[Le cas échéant :] Apport en Icc en régime déséquilibré.		A		
Perturbation de l'onde de tension [le cas échéant]	Besoin de Pcc minimale afin d'obtenir un niveau de sévérité de courte durée du flicker (Pst) et un taux de déséquilibre moyen de tension n'excédant pas les valeurs limites définies dans le Cahier des charges des capacités constructives.		MVA		

Consultation

Liaison [le cas échéant et pour chaque liaison de raccordement de longueur significative]	Impédance directe calculée conformément à la norme CEI 60-909		(a+jb) en Ω		
	Demi susceptance latérale		S		
Transformateur	Nom du transformateur, constructeur, modèle. *Ces données et celles-ci-dessous sont demandées pour chaque transformateur de l'unité de stockage : transformateur principal, transformateur de soutirage, transformateur auxiliaire, transformateur machine…*		Texte [TP, TS, TA, TM…]		
	Procès-verbal de réception (intégrant le PV d'essai des essis à vide et en court-circuit) et plaque du transformateur principal		Documents		
	Nombre d'enroulements		Texte		
	Caractéristiques de saturations des transformateurs		Tableaux de valeurs du flux (Wb) en fonction du courant (A)		
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Puissance apparente : S_{nt}		MVA		
	[Pour chaque enroulement secondaire, et pour chaque prise :] Tensions nominales primaire et secondaire **[Le cas échéant :]** et tertiaire.		Kv/Kv		
	[Pour chaque enroulement secondaire, et pour chaque prise :] Impédance directe.		(a+jb) % en base S_{nt}		
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Impédance homopolaire à la prise nominale.		(a+jb) % en base S_{nt}		
	[Pour chaque enroulement secondaire :] Couplage des enroulements, type de circuit magnétique et indice horaire.		Texte		
	Mise à la terre du neutre HTB (type, valeur d'impédance …)		Texte		
Régleur à vide	Type de régleur à vide : préciser s'il faut mettre le transformateur hors tension, le consigner pour changer de prise à vide.		Texte [Sous tension / Hors tension / Consigné hors tension]		
	Nombre de prises du régleur à vide.				
Régleur en charge	Type de régleur en charge.		Automatique / Non automatique		
	Nombre de prises du régleur en charge.				

Consultation

	Temporisation de changement de prise du régleur en charge.		s		
	Loi de réglage du régleur en charge.				
Régulation de tension de l'unité	Valeur de la vitesse de variation maximale de la consigne Ucons dans le cadre du RST		kV/min		
	Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique, de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées, des interactions éventuelles avec le régleur en charge comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.		Diagrammes et valeurs numériques		
Protections de l'unité de stockage et de la ligne d'évacuation contre les courts-circuits	**[Pour chaque protection installée]**		Tableau de l'onglet "Système de protection"		
Système de protection de l'unité de stockage contre les situations perturbées du réseau	**[Pour chaque matériel concerné (générateurs, batteries, poste d'évacuation HTA HTB, TR, onduleurs, auxiliaire, moyens de compensation…) :]**		Note de réglage et tableau de l'onglet "Système de protection"		

consultation

Moyens de compensation [le cas échéant]	**[Le cas échéant :]** Batteries de condensateurs (puissance, nombre de gradins, critères et loi d'enclenchement et de mise hors tension) ou batteries de selfs.		Texte		
	[Le cas échéant :] Filtres antiharmoniques (fréquence d'accord, type)		Hz, texte		
	[Le cas échéant :] Compensateurs statiques (caractéristiques, puissance, type)		MVA, texte		
	[Le cas échéant :] Diagramme détaillé du contrôle commande du compensateur statique sous forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et avec les valeurs des différents paramètres.		Schémas		
Performances de fonctionnement	**[Le cas échéant :]** Contraintes particulières de fonctionnement de l'unité de stockage d'électricité		Texte		
	[Le cas échéant :] Pente de charge en régime normal (plage et valeur)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de décharge en régime normal (plage et valeur)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de charge rapide (plage et valeur)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente décharge rapide (plage et valeur)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de charge d'urgence (plage et valeur)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Pente de décharge d'urgence (plage et valeur)		MW/min		
	[Le cas échéant :] Temps de démarrage de l'unité de stockage		min		
	[Le cas échéant :] Temps minimum entre deux séquences de fonctionnement		min		
	[Le cas échéant :] Nombre maximum d'arrêts par jour				
	[Le cas échéant :] Puissance au moment du déclenchement de l'unité de stockage lors d'une déconnexion programmée		MW		
	Délai minimum de reconnexion après un déclenchement fortuit avec les conditions éventuelles.		min		
	Présence d'un dispositif de recouplage automatique **[et si oui :]** en précisant ses paramètres (durée, temporisation d'inhibition…)		Texte		
	Gain LFSM	K_{LFSM}	MW/Hz		
	Délai d'activation LFSM-O	$t_{a\ LFSM-O}$	ms		

Consultation

Performances de fonctionnement LFSM	**[Le cas échéant :]** Délai d'activation LFSM-U	$t_{a\ LFSM-U}$	ms		
	[Le cas échéant :] Pente pour rejoindre la nouvelle consigne de puissance active après passage en dessous de f1 LFSM-O ou au-dessus de f2 LFSM-U	$Ramp_{LFSM}$	MW/min		
	[Le cas échéant :] Indication de la possibilité de passer d'un fonctionnement en injection à un fonctionnement en soutirage sous l'effet du LFSM-O et valeurs atteintes		Texte		
	[Le cas échéant :] Indication de la possibilité de passer d'un fonctionnement en soutirage à un fonctionnement en injection sous l'effet du LFSM-U et valeurs atteintes		Texte		
Performances de fonctionnement FSM	**[Le cas échéant :]** Réserve primaire de l'unité	R_p	MW		
	[Le cas échéant :] Pour une unité ayant la capacité en réglage secondaire de fréquence, réserve primaire maximum lorsque l'unité ne participe pas au réglage secondaire en MW.	$R_{p\ max}$	MW		
	[Le cas échéant :] Durée de maintien de la réserve primaire de fréquence.		min		
	[Le cas échéant :] Délai d'activation FSM.	$t_{1\ FSM}$	ms		
	[Le cas échéant :] Plage du gain K (à la hausse, à la baisse)	K	MW/Hz		
	[Le cas échéant :] Insensibilité de la régulation f/P.		mHz		
	Bande morte réglable de la régulation f/P.		mHz		
	Description du dispositif utilisé pour la mesure de fréquence (modèle et emplacement du capteur, précision de mesure, résolution de mesure ...)				
Performances de fonctionnement RSFP	**[Le cas échéant :]** Demi-bande de réglage secondaire fréquence-puissance.	pr	MW		
	[Le cas échéant :] Durée de maintien de la réserve secondaire fréquence-puissance.	$t_{4\ RSFP}$	min		
Régulation fréquence-puissance de l'unité	**[Le cas échéant :]** Description de la loi de la régulation et des conditions prévues en exploitation (gain K dynamique, sur-réglage, adaptation de la dynamique de réponse …)		Texte		
	Description précise de la stratégie de gestion de la charge de l'unité de stockage (SOC) : du recalage de la puissance de consigne (plage de fréquence, dynamique (rampe, modification en continu ou palier, plage de SOC …), du comportement de l'unité de stockage en cas d'épuisement de la charge et de la stratégie pour la renouveler, du comportement en état d'Alerte ou d'Urgence, du réserve mode, ……		Schéma/Texte		

Consultation

	[Le cas échéant :] Description de de la modification de la stratégie de gestion de la charge en cas de réserve primaire de fréquence programmée inférieure à Rp		Texte		
	[Le cas échéant :] Description de la mesure de fréquence utilisée pour le réglage de fréquence (emplacement du capteur, nombre, type, performances (précision de mesure, résolution de mesure …))		Texte		
	Etudes réalisées (simulation, essais …) pour garantir la stratégie de gestion de l'état de charge		Texte		
	Courbe d'évolution de la charge de l'unité de stockage en fonction des conditions externes (température …).		Schéma/Texte		
	Abaque Pmax injection unité en fonction de la charge de l'unité de stockage (SOC)		Schéma/Texte		
	Abaque Pmax soutirage unité en fonction de la charge de l'unité de stockage (SOC)		Schéma/Texte		
	[Le cas échéant :] Schéma de la régulation fréquence-puissance sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique et les valeurs des différents paramètres du réglage f/P (diagramme de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées, comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma)		Diagrammes et valeurs numériques		
	Description de la dégradation dans le temps des performances de l'unité de stockage et la gestion de cette baisse de performance (requalification, baisse de la performance contractuelle, changement des éléments …)		Texte		
	[Le cas échéant :] Description des dispositifs mis en œuvre pour surveiller la participation de l'unité de stockage au réglage de fréquence, en particulier si des aléas surviennent. Description de l'organisation mise en place pour transmettre les informations à RTE (Surveillance 24/24h ou jours/heures ouvrables, opérateurs de permanence ou d'astreinte ; processus de déclaration à RTE d'une contrainte technique en cas de détection d'une mauvaise ou absence de participation au réglage de fréquence).		Texte		
Données de type phaseur	Données et formats listés au paragraphe 3.9 du cahier des charges des capacités constructives		Document Et fichier de données		

Consultation

Données EMT	Données et formats listés au paragraphe correspondant du cahier des charges des capacités constructives (Unités de type C ou D).		Document Et fichier de données		
Données fréquentielles	Données et formats listés au paragraphe correspondant du cahier des charges des capacités constructives (Unités de type C ou D).		Document Et fichier de données		
Performances de l'injection de courant réactif	**[Le cas échéant :]** I_{MAX} limite de courant				
	Kd min gradient configurable et possible pour l'unité de stockage (≤ 2)	Kdmin	pu		
	Kd max gradient configurable et possible pour l'unité de stockage (≥6)	Kdmax	pu		
	Ki min gradient configurable et possible pour l'unité de stockage (≤ 2)	Kimin	pu		
	Ki max gradient configurable et possible pour l'unité de stockage(≥6) Intensité de courant maximale que peut injecter l'unité de stockage	Kimax IMax	pu KA		

consultation

[Champ d'application : toutes les installations – **Mettre à jour à chaque mise en service partielle**]

Fiche E1 : système de protection

Equipement concerné : générateur, TR, onduleur…	**Protection contre :**		**Type de protection (avec Code ANSI)**	**Paramètres de réglage**		**Réducteur de mesure**		**Actions engagées**			
	Perturbation réseau	Court-circuit		Seuils de réglage *[vus du secondaire du réducteur de mesure]*	Temporisation	Identifiant *[d'après le schéma de protection]*	Caractéristiques	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*	*[Nom et identifiant de l'appareil actionné]*

consultation

FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES

Condition d'application : Type B, C, D, à la maille de l'installation

FICHE E 2 : QUALIFICATION DES MATERIELS ELECTRIQUES

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs
Les installations de stockage raccordées au RPT doivent être conçues pour supporter les contraintes liées à l'exploitation de l'installation sur le RPT en régime normal et en régime exceptionnel.

Description
Vérification de la conformité des matériels électriques de l'installation de stockage aux normes en vigueur sur les matériels (en particulier les règles de compatibilité électromagnétique, de coordination d'isolement et de tenue au court-circuit). Cette vérification doit être réalisée pour tous les matériels électriques à l'interface entre l'installation de stockage et le RPT.

Conditions particulières
Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de stockage.

Cas particulier du raccordement indirect d'une installation de stockage :
Le contrôle de conformité et les informations attendues sont à la maille de l'Installation raccordée au RPT dans son ensemble (et pas seulement à la maille de l'installation de stockage).

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

Résultats (Stockeur -->RTE)
Le stockeur doit fournir à RTE la liste des matériels HT à la tension de raccordement de l'installation de stockage, la liste de matériels BT du poste électrique en interface avec le RPT sous format de tableau tel que :

Liste matériel HT

Repère	Désignation	Constructeur	Réf. Constructeur	Caractéristiques	Quantité

Liste matériel BT

Repère	Désignation	Constructeur	Réf. Constructeur	Fonction	Quantité

Le stockeur doit fournir une attestation de conformité qui couvre l'ensemble des matériels électriques aux normes réglementaires en vigueur sur les matériels.

Critères de conformité
Une attestation de conformité des matériels électriques aux normes réglementaires en vigueur doit être fournie par le stockeur.

consultation

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION

Conditions d'applications : Type B, C, D, à la maille de l'installation

FICHE E 3 : CONFORMITE DU SYSTEME DE PROTECTION
Informations ***Dossier intermédiaire***
Objectifs Le stockeur doit équiper son installation de stockage d'un système de protection. Ce système de protection de l'installation doit être compatible et cohérent avec les systèmes de protection mis en œuvre par RTE.
Description Vérification de la conformité de l'installation avec les performances spécifiées par RTE dans le cahier des charges du système de protection annexé à la convention de raccordement. Ces performances concernent notamment : ▫ le régime de neutre, ▫ la rapidité et la sélectivité d'élimination des défauts d'isolement, ▫ la sécurité des personnes et des biens, ▫ la sûreté de fonctionnement. ▫ les exigences de qualité garantissant le fonctionnement correct dans le temps de ces équipements.
Conditions particulières Cette fiche est réalisée à la maille de l'Installation de stockage. Cas particulier du raccordement indirect d'une installation de stockage : Le contrôle de conformité et les informations attendues sont à la maille de l'Installation raccordée au RPT dans son ensemble (et pas seulement à la maille de l'installation de stockage.)
Données d'entrée (RTE -->Stockeur) Le cahier des charges du système de protection annexé à la convention de raccordement.
Résultats (Stockeur -->RTE) Le stockeur doit fournir à RTE : ▫ Le descriptif des protections installées au poste d'évacuation de l'installation de stockage contribuant aux performances spécifiées (temps d'élimination des défauts sur les différentes zones - réseau amont, poste RTE de raccordement, liaison de raccordement, banc de transformation, réseau interne, ...). À cette fin, le stockeur renseigne le tableau dont le modèle figure en annexe 1. En fonction du lieu du défaut, ce tableau précise la protection mise en œuvre, le disjoncteur actionné et le temps d'élimination (avec et sans défaillance). ▫ Un plan qualité précisant les dispositions retenues pour l'exploitation et la maintenance des dispositifs relatifs au régime de neutre et au système de protection de l'installation ainsi que le traitement des dysfonctionnements ; ▫ Une attestation de réalisation de l'installation de stockage en conformité avec le cahier des charges du système de protection.
Critères de conformité ▫ La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ». ▫ Les performances déclarées dans le descriptif du système de protection et le plan qualité doivent montrer que les dispositions prises par le stockeur sont conformes au cahier des charges spécifié par RTE.

consultation

ANNEXE 1 : Descriptif du système de protection de l'Installation

1.3 Régime de neutre

Données déclaratives :

Informations à fournir	Unité	Valeur(s)	Commentaire
Type de mise à la terre du neutre HTB (isolé, relié à la terre via impédance, directement, …)	Texte, schéma		
Valeur d'impédance	Ohms		

1.4 Protections contre les défauts

Données déclaratives :

Informations à fournir	Unité	Valeur(s)	Commentaire
Système de protections	Tableau	Remplir le tableau synthétique ci-dessous	
Apport maximum en courant de court-circuit au point de connexion Ib, calculé conformément à la norme CEI 60-909	kA		

Tableau synthétique :

Nota : pour faciliter le renseignement du tableau ci-dessous, des explications complémentaires et un exemple sont fournis en annexe 2.

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
Défaut sur le réseau « amont » RPT (ouvrages raccordés au poste RTE de raccordement)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
Défaut sur les jeux de barres RTE du poste HTB de raccordement (si piquage, traiter les deux postes encadrant A & B)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur la (les) liaison(s) de raccordement HTB (si piquage, il s'agit de la liaison de transit reliant les deux postes RTE)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur le réseau HTB de l'installation privée y compris le transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} » (max ou min, le préciser)
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)			
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)			
Défaut sur le réseau interne du Client, en aval du transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)			

consultation

ANNEXE 2 – Kit d'aide à la description du système de protections contre les défauts

Aide au renseignement du tableau synthétique

Colonne : cas étudié

Pour chaque zone HTB (réseau amont, zone barre, liaison de raccordement, réseau HTB de installation privée), le Client déclare pour son système de protection :

- un temps d'élimination normale des défauts d'isolement

- un temps d'élimination avec défaillance d'un élément de la chaîne de protection principale. Ce temps permet de savoir si les protections sont redondées, à performance identique ou non.

- un temps max d'élimination : il s'agit d'un temps de « secours réseau » ou « secours ultime » vis-à-vis de la sécurité des personnes et des biens.

Ces temps sont déclarés sans tenir compte du système de protection de RTE.

La fonction de « secours ultime » a pour objet l'élimination des défauts situés sur la liaison de raccordement ou au poste de raccordement, après le fonctionnement des protections du RPT conduisant à une situation de faible alimentation limitée à l'apport de l'installation. La couverture de la zone amont par cette fonction est généralement recherchée également. Cette fonction n'est pas limitée aux défauts francs (typiquement, elle peut être mise en œuvre par des protections max I homopolaire fortement temporisées, des protections de tension fortement temporisées, …) et offre généralement une sensibilité et un temps d'élimination supérieurs à ceux du scénario d'élimination normale. Il est nécessaire, pour vérifier la bonne coordination des protections en termes de sélectivité, de prendre en compte la sollicitation éventuelle du « secours ultime » pour des défauts sur la zone amont.

Pour la zone interne de l'installation privée en aval de son transformateur HTB/HTA, le Client déclare le temps d'élimination normale des défauts d'isolement.

Nota 1 : La fonction de « secours ultime » ne peut être assurée par une protection de distance.

En cas de raccordement mettant en œuvre plusieurs ouvrages, la décomposition sera faite de manière adaptée à la situation en veillant à bien différencier chaque ouvrage.

Si, de manière provisoire ou dérogatoire, le raccordement nécessite que des schémas particuliers d'exploitation soient pris, avec un impact sur les performances spécifiées, un tableau spécifique propre à chaque schéma d'exploitation sera établi.

Les performances s'entendent quel que soit le niveau de production de l'unité de stockage, y compris lorsqu'il est à l'arrêt. Elles concernent l'élimination de l'apport en courant de court-

consultation

circuit (temps de disjoncteur compris) de l'installation raccordée au RPT, ainsi que le non-maintien de la tension au point de livraison à compter de l'apparition du défaut.

Colonne : Protections sollicitées

Les indications attendues dans la colonne « protections sollicitées » sont les seuils de réglages des différents relais et les temporisations associées, relative aux protections agissant sur les disjoncteurs HTB, en cas de défaut HTB. La codification des types de protections, norme ANSI [xx], peut être utilisée.

A titre d'exemple on donne ci-dessous pour les différents types de protections les principaux critères jugés utiles :

- Protection impédancemétrique [21]: Valeurs de zones en X(en Ω HT) et valeurs de résistance de défaut détectable (en Ω HT) ainsi que les temporisations affichées,
- Protection complémentaire de terre (Wattmétrique) [67N] : Coordination Sr.Ti en MVA.s + temps de base ainsi que le seuil de démarrage,
- Protections différentielles de liaison [87L] (si partagée avec une extrémité RTE) : Adressage transmission, Rapport TC, seuils de déclenchement,
- Protection à maximum de courant [51] : Valeur des seuils de courant (en A HT) et temporisations associées,
- Protection à minimum / maximum de tension [27], [29]: Valeur des seuils de Tension (en V HT) et temporisations associées,
- Protections défaut interne transformateur [63]: temps d'élimination de défaut,
- Automates : temps d'élimination par fonctionnement automate (ADD [50BF], par exemple).

Colonne : Disjoncteurs actionnés

Les indications attendues dans la colonne « disjoncteurs actionnés » sont complétées par la fourniture d'un schéma unifilaire indiquant, en tant que de besoin, l'implantation des TC & TT (captation des grandeurs électrotechniques), alimentant les protections ou automates (acquisition mesure et ordre de Déclenchement Enclenchement) et agissant sur les disjoncteurs repérés. Sans autre indication, la protection sollicitée est réputée être située dans la tranche rattachée au disjoncteur actionné.

Colonne : Performance « t_{client} »

Les indications attendues dans la colonne Performance t_{client} sont les **temps d'élimination de défaut maximaux**, défini par les équations suivantes :

$$t_{client} = t_{n\ protection} + t_{coupureDJ}$$

Le temps de fonctionnement de la protection prend en compte l'acquisition de ses mesures et sa temporisation interne affichée avec les dispersions associées L'équation de fonctionnement est :

consultation

$$t_{n\ protection} = p(1+x) + T(1+y)$$

avec :

- p temps propre ou temps de mise en route du relais (donnée constructeur ou mesure),
- x% dispersion des temps propres,
- T valeur de la temporisation affichée (statique) ou configurée (numérique),
- y% dispersion des temporisateurs (donnée constructeur ou mesure).

Le temps de coupure du disjoncteur, $t_{coupure}$, est défini par la durée d'ouverture additionnée de la durée d'arc. La durée d'ouverture est l'intervalle de temps entre l'émission de l'ordre de déclenchement sur la bobine du disjoncteur et la séparation des contacts d'arc.

Par définition les valeurs notées t, sont les temps de fonctionnement, les valeurs notées T, sont les valeurs des temporisations affichées ou configurées.

consultation

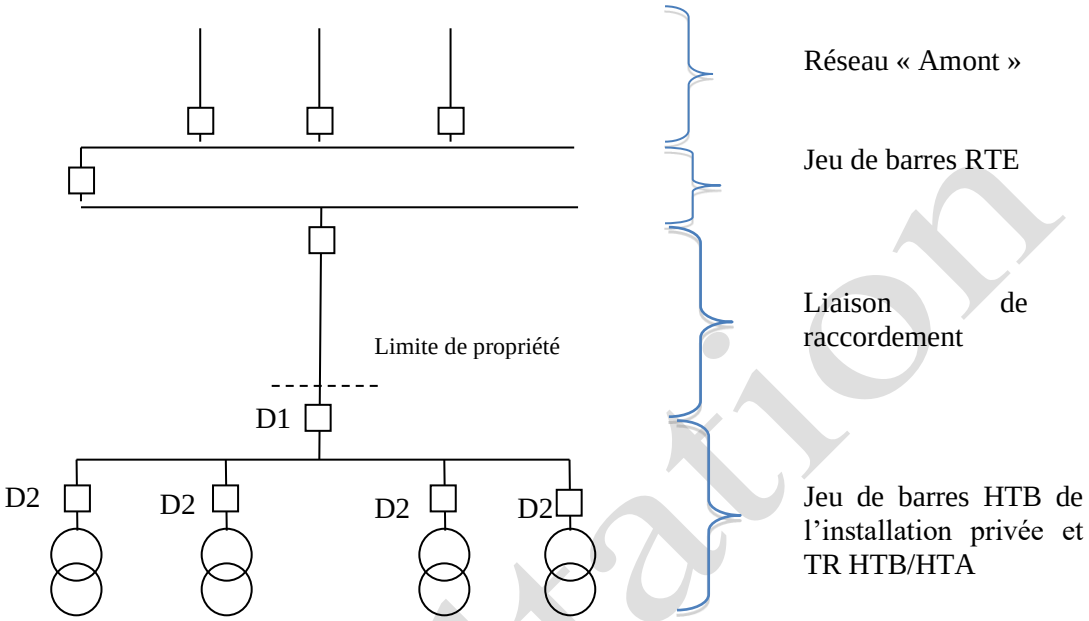
Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

Codification des types de protections selon la norme ANSI (extrait)

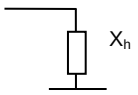
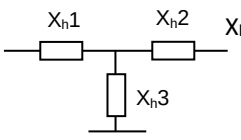
Code ANSI	Libellé de la fonction	Définition
12	Survitesse	Détection de survitesse des machines tournantes
14	Sous-vitesse	Détection de sous-vitesse des machines tournantes
21	Protection de distance	Détection de mesure d'impédance
21B	Minimum d'impédance	Protection de secours des générateurs contre les courts-circuits entre phases
24	Contrôle de flux	Contrôle de surfluxage
25	Contrôle de synchronisme	Contrôle d'autorisation de couplage de deux parties de réseau
26	Thermostat	Protection contre les surcharges
27	Minimum de tension	Protection pour contrôle d'une baisse de tension
27D	Minimum de tension directe	Protection des moteurs contre un fonctionnement à tension insuffisante
27R	Minimum de tension rémanente	Contrôle de disparition de la tension entretenue par les machines tournantes après déconnexion de l'alimentation
27TN	Minimum de tension résiduelle (harmonique 3)	Détection de défaut d'isolement à la terre d'enroulements statoriques (neutre impédant)
32P	Maximum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance active
32Q	Maximum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert maximal de puissance réactive
37	Minimum de courant phase	Protection triphasée contre les minima de courant
37P	Minimum de puissance active directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance active
37Q	Minimum de puissance réactive directionnelle	Protection de contrôle de transfert minimal de puissance réactive
38	Surveillance de température de paliers	Protection contre les échauffements anormaux des paliers des machines tournantes
40	Perte d'excitation	Protection des machines synchrones contre défaut ou perte d'excitation
46	Maximum de composante inverse	Protection contre les déséquilibres des courants des phases
47	Maximum de tension inverse	Protection de tension inverse et détection du sens de rotation inverse de machine tournante
48 - 51LR	Démarrage trop long et blocage rotor	Protection des moteurs contre le démarrage en surcharge ou sous tension réduite, et pour charge pouvant se bloquer
49	Image thermique	Protection contre les surcharges
49T	Sonde de température	Protection contre les échauffements anormaux des enroulements des machines
50	Maximum de courant phase instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases
50BF	Défaillance disjoncteur	Protection de contrôle de la non-ouverture du disjoncteur après ordre de déclenchement
50N ou 50G	Maximum de courant terre instantanée	Protection contre les défauts à la terre : 50N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 50G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
50V	Maximum de courant phase à retenue de tension instantanée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
50/27	Mise sous tension accidentelle générateur	Détection de mise sous tension accidentelle de générateur
51	Maximum de courant phase temporisée	Protection triphasée contre les surcharges et les courts-circuits entre phases
51N ou 51G	Maximum de courant terre temporisée	Protection contre les défauts à la terre : 51N : courant résiduel calculé ou mesuré par 3 TC 51G : courant résiduel mesuré directement par un seul capteur (TC ou tore)
51V	Maximum de courant phase à retenue de tension temporisée	Protection triphasée contre les courts-circuits entre phases, à seuil dépendant de la tension
59	Maximum de tension	Protection de contrôle d'une tension trop élevée ou suffisante
59N	Maximum de tension résiduelle	Protection de détection de défaut d'isolement
63	Pression	Détection de défaut interne transformateur (gaz, pression)
64REF	Différentielle de terre restreinte	Protection contre les défauts à la terre d'enroulements triphasés couplés en étoile avec neutre relié à la terre
64G	100 % stator générateur	Détection de défauts d'isolement à la terre des enroulements statoriques (réseau à neutre impédant)
66	Limitation du nombre de démarrages	Protection contrôlant le nombre de démarrages des moteurs
67	Maximum de courant phase directionnelle	Protection triphasée contre les courts-circuits selon le sens d'écoulement du courant
67N/67NC	Maximum de courant terre directionnelle	Protection contre les défauts à la terre selon le sens d'écoulement du courant (NC : Neutre Compensé)
78	Saut de vecteur	Protection de découplage à saut de vecteur
78PS	Perte de synchronisme (pole slip)	Détection de perte de synchronisme des machines synchrones en réseau
79	Réenclencheur	Automatisme de refermeture de disjoncteur après déclenchement sur défaut fugitif de ligne
81H	Maximum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement élevée
81L	Minimum de fréquence	Protection contre une fréquence anormalement basse
81R	Dérivée de fréquence (rocof)	Protection de découplage rapide entre deux parties de réseau
87B	Différentielle jeu de barres	Protection triphasée contre les défauts internes de jeu de barres
87G	Différentielle générateur	Protection triphasée contre les défauts internes d'alternateurs
87L	Différentielle ligne	Protection triphasée contre les défauts internes de ligne
87M	Différentielle moteur	Protection triphasée contre les défauts internes de moteur
87T	Différentielle transformateur	Protection triphasée contre les défauts internes de transformateur

Exemple de renseignement du tableau synthétique

Sur l'installation suivante :



dont les caractéristiques de transformateurs HTB/HTA seraient les suivantes :

Transformateur n°: …			
Transformateur HTB/HTA	Couplage	Sn (MVA)	Ucc (%)
Mise à la terre du neutre HTB	☐ Réactance de Ω		☐ MALT directe
Impédances homopolaires cas YD	 X_h = Ω		
Impédances homopolaires cas YY	 X_h1 = Ω X_h2 = Ω X_h3 = Ω		*MALT du neutre HTA :* ☐ isolée ☐ directe ☐ résistance de Ω ☐ réactance de Ω

consultation

Réseau HTA	Réactance directe équivalente au réseau HTA raccordé au transformateur HTB/HTA (unité de stockage : réactance transitoire) Xd_{HTA} = Ω (ramené à la tension HTB)

consultation

Le tableau de performance des protections en cas de défaut HTB pourrait être le suivant :

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} »
Défaut sur le réseau « amont » RPT (ouvrages lignes et transformateurs raccordés au poste RTE de raccordement)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21 /2N : 0.6s (zone 2) Z2 = valeur de réglage…	D1 (départ ligne)	0.7s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N : 250A – *T = 2.45s* Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, tc de neutre) DJ unité de stockage pour 51V	2.8s
Défaut sur les jeux de barres RTE du poste HTB de raccordement (si piquage, traiter les deux postes encadrant A & B)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21/2N : 0.6s (zone 2)	D1 (départ ligne)	0.7s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N: 250A – T = 2.45s Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, tc de neutre) DJ unité de stockage pour 51V	2.8s
Défaut sur la (les) liaison(s) de raccordement HTB (si piquage distinguer les 3 parties : Poste A RTE – piquage, Poste B RTE-piquage, piquage - Poste Client)				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	ANSI 21/2N : 0.1s (zone 1) Z1 = …	D1 (départ ligne)	0.2s
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	ANSI 67 : 750A – T = 2.2s ANSI 67N : 300A – T = 2.2s	D1 (départ ligne)	2.3s

Consultation

Cas étudié		Protections sollicitées	DJ actionnés	Temps d'élimination « t_{client} »
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	ANSI 51N: 250A – T = 2.45s Pour mémoire : ANSI 51V (GTA2) : 3000 A – 2.7s	D2 (transformateurs, t_c de neutre) DJ unité de stockage pour 51V	2.8s
Défaut sur le réseau HTB de l'installation privée y compris le transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	défaut franc sur barres ANSI 21– 0.07s (zone amont) Zamont = …	D1 (départ ligne)	200ms
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	défaut Transformateur Buchholz – 0.05s	D2 (transformateurs)	200ms
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	défaut franc sur barres ANSI 51 : 4000 A – 0.05s ANSI 51N : 1200 A – 0.05s	D1 (départ ligne)	
		défaut Transformateur ANSI 67N type 2 – 0.05s	D2 (transformateurs, tc de neutre)	
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	Pour mémoire : (découplage du site) ANSI 27 80% Un – T = 1000ms		1,1 s
Défaut sur le réseau interne du Client, en aval du transformateur HTB / HTA				
	Élimination normale (performance de rapidité et de sélectivité)	…		
	Élimination avec défaillance (performance de rapidité et de sélectivité avec une défaillance)	…		
	Temps maximal (au sens sécurité des personnes et des biens)	…		

consultation

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION

Conditions d'application : Type B, C, D, à la maille de l'installation

FICHE E 4 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION

Informations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Les échanges d'informations sont nécessaires pour une bonne intégration de l'installation de stockage dans le système électrique, et ceci aux différentes échéances de temps. Les informations échangées, qui dépendent de l'importance de l'installation de stockage et de sa participation aux services auxiliaires, doivent être compatibles et cohérentes avec les systèmes de téléconduite et de communication qu'utilise RTE avec les différents acteurs.

Description

Vérification de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations avec les performances spécifiées par RTE dans les cahiers de charges système d'information annexés à la convention de raccordement. Ces systèmes dédiés aux échanges d'information concernent en particulier :

- le téléphone, le fax,
- le système de téléconduite, (TS, TM, signaux de téléréglages)
- le système de comptage,
- les autres systèmes d'information définis dans le cahier des charges,

Si l'unité est de type B (sur demande RTE), C, D

- le système d'alerte et de sauvegarde,
- le système de téléphonie de sécurité (STS)

Conditions particulières

Cette fiche est réalisée à la maille de l'installation de stockage.

Cas particulier du raccordement indirect d'une installation de stockage :
Le contrôle de conformité et les informations attendues sont à la maille de l'Installation raccordée au RPT dans son ensemble (et pas seulement à la maille de l'installation de stockage.)

Cette fiche constitue la première des trois étapes (Fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

Les cahiers de charges système d'information annexés à la convention de raccordement

Résultats (Stockeur -->RTE)

Le stockeur doit fournir à RTE:

- un plan qualité des équipements, associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information, précisant les dispositions retenues pour l'exploitation, la maintenance ainsi que le traitement des dysfonctionnements de ces équipements.

- un schéma qui représente l'architecture technique de ces systèmes : équipements de sécurité, de télécommunication et de téléconduite (matériels et logiciels) : connexions éventuelles avec le système d'information du Client

- une attestation de réalisation des systèmes dédiés aux échanges d'information en conformité avec les cahiers des charges intégrant notamment les règles de sécurité définies par RTE. Cette attestation est à fournir en plusieurs étapes :
  - A la première mise sous tension du poste d'évacuation : pour le soutirage uniquement
  - A la première synchronisation : pour les téléinformations de l'installation de stockage.

Si l'unité est de type B (sur demande RTE), C, D

  - Pour l'accès définitif au réseau : ajout du système d'alerte et de sauvegarde et du STS

Ces documents sont à fournir par le stockeur quelle que soit l'entreprise réalisant le raccordement au système de téléconduite et de télécommunication de RTE

Critères de conformité

La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats »

consultation

FICHE I 1 : CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF

Condition d'application : type B, C, D

FICHE I 1: CAPACITE CONSTRUCTIVE EN REACTIF

Simulations
Dossier intermédiaire

Objectifs

Toute unité de stockage raccordée au RPT doit avoir la capacité constructive de contribuer au réglage de la tension en produisant ou en consommant de la puissance réactive.

L'objectif est de vérifier au point de raccordement la capacité constructive en réactif de l'unité de stockage et, lorsque celle-ci est requise, la compensation du réactif du réseau interne de l'installation.

Description

- Le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de stockage au point de raccordement doit être déterminé pour plusieurs niveaux de puissance active, en injection et en soutirage, tout en prenant en compte le fonctionnement du réglage de fréquence (primaire et secondaire) si l'unité de stockage est concernée :

P1.1	P2.1	P3.1	P4.1	P5.1
[$P_{max\ injection\ unité}$]	0.8 [$P_{max\ injection\ unité}$]	0.5 [$P_{max\ injection\ unité}$]	0.2 [$P_{max\ injection\ unité}$]	P=0MW

P1.2	P2.2	P3.2	P4.2	
[$P_{max\ soutirage\ unité}$]	0.8 [$P_{max\ soutirage\ unité}$]	0.5 [$P_{max\ soutirage\ unité}$]	0.2 [$P_{max\ soutirage\ unité}$]	

Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise à vide, les diagrammes sont fournis pour les prises max, min et nominale du transformateur principal.
Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise en charge, les diagrammes sont fournis en considérant le fonctionnement automatique du changeur de prise du transformateur.

Le cas échéant :

- Niveau de réactif de l'installation de stockage au point de raccordement lorsque l'installation est à l'arrêt et son réseau interne (réseau HTA de l'installation) restant connecté au RPT.

Conditions particulières

- L'installation de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier la capacité constructive de l'unité de stockage et les caractéristiques des transformateurs).
- Le domaine de fonctionnement sera défini aux conditions nominales de refroidissement de l'unité de stockage et à la fréquence de 50 Hz.
- La simulation t est réalisé alternativement en injection et en soutirage
- Dans le cas d'une installation constituée de plusieurs unités de stockage, un domaine de fonctionnement [U ;Q] est à fournir pour chaque unité de stockage en supposant les autres unités non démarrées.
- Dans le cas d'un transformateur partagé par plusieurs unités de stockage, un domaine de fonctionnement [U ; Q] est à fournir au secondaire du transformateur principal (HTA) de chacune des unités ainsi qu'au point de raccordement en considérant toutes les unités démarrées.
-

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

- Critères de construction des diagrammes UQ, *voir article 4.2.3 de la Documentation Technique de Référence*.
- Format du fichier informatique associé aux diagrammes conforme aux spécificités définies dans *l'article 4.2.3 de la Documentation Technique de Référence*
- Scc min (en MVA) donnée dans l'étude de protégeabilité RTE

Résultats (Stockeur -->RTE)

Consultation

Pour chacun des niveaux de puissance active et chacune des prises du transformateur principal spécifiées plus haut :

- les diagrammes définissant le domaine de fonctionnement [U, Q] de l'unité de stockage seront fournis (tracés des diagrammes sous format pdf et sous format numérique selon les spécifications décrites dans l'article 4.2.3 de la Document Technique de Référence),
- les limites, avec ou sans dispositif automatique de limitation notamment implanté dans le régulateur de tension, associés aux diagrammes seront précisés.
- les hypothèses et le modèle utilisé pour déterminer les diagrammes seront précisés et justifiés.

Les diagrammes comprendront les zones suivantes :

- une Zone de Fonctionnement Normale, dite ZFN. Cette zone correspond au domaine de fonctionnement normal de l'unité de stockage et de la tension réseau. Le fonctionnement dans cette zone est autorisé sans limite de durée.
- une Zone de Fonctionnement Exceptionnelle, dite ZFE. Cette zone, à l'extérieur de la ZFN, correspond aux domaines de fonctionnement exceptionnel de l'unité de stockage et de la tension réseau. A la différence de la ZFN, le fonctionnement dans cette zone est à durée limitée. Les durées de fonctionnement et les contraintes associées pour l'unité de stockage seront indiquées.
- Si souscription d'un contrat de participation aux services système avec RTE :
  Une Zone d'Engagement Contractualisée dite ZEC à la maille de l'entité de Réglage de la tension. Cette zone correspond au domaine de fonctionnement normal de l'Entité de Réglage de la Tension et de la tension réseau. Le fonctionnement dans cette zone est autorisé sans limite de durée. Comme il s'agit d'un engagement contractualisé, le Stockeur ne peut s'engager que sur une zone pour laquelle ont été prises en compte les incertitudes liées au réglage définissant les limites de ce domaine de fonctionnement ainsi que les incertitudes liées aux modèles de calcul utilisés pour les tracés.

Les limites prises en compte dans les diagrammes incluront notamment et le cas échéant :

- les limites de tension HTB, HTA ou BT haute et basse,
- les limites de tension auxiliaire haute et basse
- puissance DC maximale,
- tension DC maximale,
- limitation en courant des semi-conducteurs,

et toute autre grandeur limitant le diagramme.

Si le transformateur principal est dédié à l'unité de stockage, les tracés des diagrammes seront réalisés avec :

- en abscisse la tension réseau au point de raccordement exprimée en kV
- en ordonnée la puissance réactive au point de raccordement exprimée en MVAR

Si le transformateur principal est partagé avec une ou plusieurs unité(s) de stockage, les tracés des diagrammes seront réalisés avec :

- en abscisse la tension au point de connexion de l'unité exprimée en kV
- en ordonnée la puissance réactive au point de connexion de l'unité exprimée en MVAR

Les caractéristiques et données suivantes seront mentionnées en légende pour chaque tracé :

- le nom de l'unité de stockage,
- la valeur de puissance de l'unité de stockage ainsi que celles des auxiliaires,
- les conditions de refroidissement retenues,
- les caractéristiques des transformateurs impactant le résultat : transformateur principal, éventuel transformateur de soutirage, … : n° de la prise et rapport U_{HTA}/U_{HTB} en vigueur,
- les caractéristiques électriques des liaisons internes de l'installation,
- les domaines de fonctionnement en tension alternateur et auxiliaires.

Le cas échéant :
Pour la simulation de l'installation à l'arrêt avec le réseau interne restant connecté au RPT, tous les matériels électriques, hors unité de stockage, doivent être pris en compte (liaisons internes de l'installation, auxiliaires, transformateur de soutirage, …) dans l'étude.

Critères de conformité

- Pour le diagramme à [$P_{max\ unité}$] (en injection et en soutirage) et à la prise nominale, le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de stockage doit a minima englober les points de fonctionnement définis au §3.1.3 des Conditions Générales.
- Pour les diagrammes aux autres puissances (en injection et en soutirage) et à la prise nominale, le domaine de fonctionnement [U ; Q] de l'unité de stockage doit a minima englober les points de fonctionnement définis au §3.1.3 des Conditions Générales.

consultation

- Pour la simulation de l'installation à l'arrêt avec le réseau interne restant connecté au RPT, le réactif du réseau interne fourni/consommé doit être nul au point de raccordement avec une tolérance de +/- 1 MVAR.

consultation

FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE I 2 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE TENSION ET STABILITE EN PETITS MOUVEMENTS

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs

Pour toutes les configurations d'exploitation du réseau (réactance de liaison X_{cc} comprise entre a et b), chaque unité de stockage doit rester stable (en injection et en soutirage) quel que soit son régime de fonctionnement, dans les plages normales et exceptionnelles de tension et de fréquence, et quels que soient les niveaux de puissance active et réactive qu'elle injecte ou qu'elle soutire.

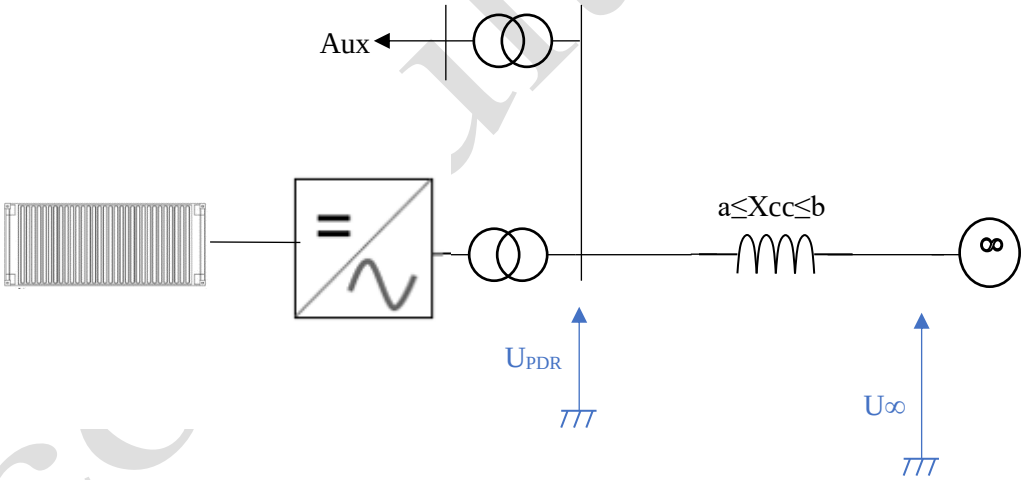
Description

Modèle utilisé :

L'étude du comportement dynamique de la régulation de tension de l'unité et de la stabilité en petits mouvements est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de stockage est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau « infini ») au travers d'une réactance de liaison X_{cc} comprise entre a et b.

dans le cas d'une mise en service partielle : Pour les besoins de cette fiche de simulation, le terme [$P_{max\ injection\ unité}$] correspond à la puissance maximale de l'unité à chaque étape de mise en service partielle.

schéma réduit équivalent ou schéma complet unité de stockage



3. Evaluation de la robustesse :

Cas d'une unité de stockage de type D

Calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf. annexe 1 du présent cahier des charges) pour le point de fonctionnement P=[$P_{max\ injection\ unité}$] Q=0 et U=[Udim] au point de raccordement ainsi que pour les trois points de fonctionnement suivants :

A : P= [$P_{max\ injection\ unité}$], Q=0,32 [$P_{max\ injection\ unité}$]et U=[Udim]
B : P= [$P_{max\ injection\ unité}$], Q=0,3 [$P_{max\ injection\ unité}$]et U=0,9[Udim]
C : P= [$P_{max\ injection\ unité}$], Q=-0,35 [$P_{max\ injection\ unité}$]et U=[Udim]

P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.

consultation

La valeur de la tension du réseau infini U⍰ doit rester dans les limites du régime exceptionnel. Au besoin, la puissance réactive de l'unité peut être modifiée pour respecter cette contrainte.

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST : L'évaluation de la robustesse est réalisée en supposant l'asservissement au RST hors service.

Cas d'une unité de stockage de type B ou C
Le calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf annexe 1 du présent cahier des charges) ne sont pas demandées. Une déclaration de performance concernant la tenue de la robustesse doit en revanche être fournie par le stockeur.

2. Echelon de consigne du réglage primaire de tension :

Point de fonctionnement
Unité de stockage initialement à P=[$P_{max\ injection\ unité}$], , Q=0 et U=[$U_{dim}$] P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.
La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST : L'asservissement au RST est supposé hors service.

Evénement simulé
Echelon de +2 % de la consigne du réglage primaire de tension.

3. Echelon de la consigne RST Uref si l'unité dispose d'un asservissement au RST

Unité de stockage initialement à [$P_{max\ injection\ unité}$], Q=0 et U= [Udim]. P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement.
L'asservissement au RST est supposé en service. La consigne RST Uref initiale est déterminée par le point de fonctionnement de l'unité de stockage défini précédemment.
Evénement simulé :
Echelon de +1 % sur la consigne RST Uref de l'unité (ou de l'installation)

Conditions particulières

- Le test est réalisé pour les deux valeurs extrêmes de réactance de liaison (X_{cc} = a et X_{cc} = b).

- L'unité de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle de la turbine, ou bien, pour les technologies à convertisseur électronique intégral, le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise.

Nota : pour un parc d'unité de stockage, tous les unités sont modélisées (le modèle n'est pas agrégé).

- Le stockeur peut démontrer le non déclenchement de l'installation par fonctionnement d'une protection en utilisant des outils de simulation.

- Les tests Evaluation de la robustesse, Echelon de consigne du réglage primaire de tension, Echelon de la consigne RST Uref (si l'unité dispose d'un asservissement au RST) sont à réaliser alternativement en injection (avec P = [$P_{max\ injection\ unité}$]) et en soutirage (avec P = [$P_{max\ soutirage\ unité}$]).

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

Dans les Conditions Générales :
Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon.
[λ] en kV/MVAR (cf. § 3.1.5)
Rappel (cf. §3.5) :

- la réactance de liaison minimale a
- la réactance de liaison maximale b

Consultation

Résultats (Stockeur -->RTE)

1. Eléments à fournir

Les hypothèses (incluant les valeurs de a et b en Ohms) et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont listées ci-dessous:

- Tension au point de raccordement,
- Tension de la source de tension infinie
- Puissance active fournie par l'unité de stockage au point de raccordement,
- Puissance réactive fournie par l'unité de stockage au point de raccordement,
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension,
- Sorties des boucles additionnelles des régulations :

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis.. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

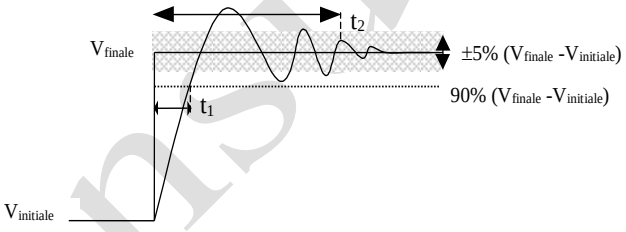
Cas d'une unité de stockage de type D

Les résultats des calculs des marges de stabilité et le modèle utilisé seront présentés.

2. Analyse à effectuer pour l'échelon de consigne du régulateur primaire

Les caractéristiques suivantes doivent être déterminées :

- Temps de réponse t1 à ±10 % de la valeur finale (V correspondant à la grandeur asservie par le réglage primaire de tension et, suivant le type de régulateur de tension, égale à Q, ou $[U_{PROD}]+\lambda.[Q_{PROD}]=[U_{cons}]$)
- Temps d'établissement t2 à ±5 % de la valeur finale (V correspondant à la grandeur asservie par le réglage primaire de tension et, suivant le type de régulateur de tension, égale à Q, ou $[U_{PROD}]+\lambda.[Q_{PROD}]=[U_{cons}]$)



- Temps d'établissement de la puissance active au point de raccordement à ±1 % de sa valeur finale.
- Ecart statique (noté $\varepsilon_{\%}$) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur primaire de tension et la consigne du réglage de tension :

$$\varepsilon_{\%} = 100\,\frac{V_{finale} - V_{consigne}}{V_{consigne}}$$

Cas d'une unité de stockage de type D

Les résultats des calculs des marges de stabilité et le modèle utilisé seront présentés.

Critères de conformité

1. Evaluation de la robustesse

Pour garantir une bonne robustesse, la régulation primaire de tension doit présenter pour l'ensemble des points de fonctionnement demandés :

- Une marge de module supérieure ou égale à 0,34 ;
- Une marge de module complémentaire supérieure à 0,33 ;
- Une marge de retard supérieure à 34 ms.

consultation

4. Echelon de consigne du réglage primaire de tension

Sur échelon de consigne de la régulation primaire de tension:

- Chaque unité de stockage doit rester stable sur échelon de consigne (pas de déclenchement sur une protection).
- Le temps de réponse t1 doit être inférieur à 5s.
- Le temps d'établissement t2 doit être inférieur à 10 s.
- ?‰ doit être inférieur à 0,2 %.

3. Echelon de la consigne RST Uref (si l'unité dispose d'un asservissement au RST)

Sur échelon de la consigne RST Uref

- L'unité de stockage doit rester stable (pas de déclenchement sur une protection).

consultation

Documentation Technique de Référence

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

FICHE I 5 : INJECTION DE COURANT REACTIF SUR DEFAUT

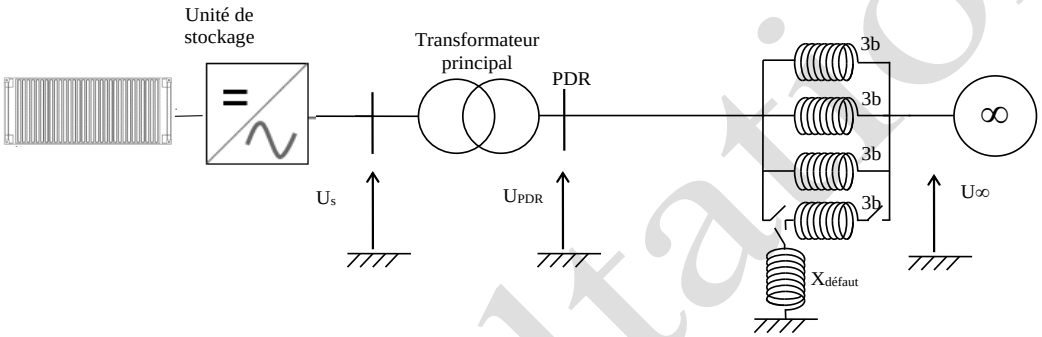
Condition d'application : Type B~~, C, D~~

FICHE I 5 : INJECTION DE COURANT REACTIF SUR DEFAUT

Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs
L'objet de ce contrôle est de vérifier (en injection et en soutirage) que l'unité de stockage est capable de rester connectée au réseau et d'injecter un courant réactif lors d'un défaut sur le réseau.

Description
L'étude est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de stockage est mise en antenne sur un réseau de tension et de fréquence constante (réseau infini) au travers de 4 lignes de réactance 3b en parallèle (voir figure suivante).



Pour chaque ligne de réactance on a : impédance homopolaire=impédance inverse=impédance directe=3b.

1er événement simulé : Défaut franc
Défaut triphasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture de la liaison. $X_{défaut}$=0 pu

2ème événement simulé : Défaut impédant
Défaut triphasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture de la liaison. L'impédance du défaut à retenir en fonction de b, Udim et Un est la suivante :

$$X_{défaut} = \frac{\frac{3}{4}b}{\frac{U\infty . Udim}{0.6 . Un} - 1} \text{ pu base Udim, Sn}$$

$$U\infty = \sqrt{1 + \left(\frac{3}{4}b.I\right)^2} \; pu\ base\ Udim, Sn\ et\ I = \frac{Pmax\ unité\ (MW)}{Sn\ (MVA)}\ pu\ base\ Udim, Sn$$

Remarque : le $X_{défaut}$ a été choisi pour que la tension soit d'environ 0.6 pu si l'unité produit Ip=Iq=0 durant le défaut.

3ème événement simulé : Défaut monophasé franc
Défaut monophasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du point de raccordement (PDR) égale à 1% de la longueur totale de la ligne. Ce court-circuit est éliminé en un temps T par l'ouverture de la liaison. $X_{défaut}$=0 pu

Conditions initiales de l'étude :

consultation

- L'étude est réalisée alternativement en injection (avec P = [$P_{max\ injection\ unité}$]) et en soutirage (avec P = [$P_{max\ soutirage\ unité}$])
- Q=0
- U_{PDR}= [Udim]
- La fréquence est de 50 Hz
- Le réglage primaire de tension est en service avec les paramètres définis par RTE
- Les consignes initiales du réglage de tension sont déterminées par ces point de fonctionnement

P est la puissance active de l'unité, Q la puissance réactive de l'unité, U_{PDR} la tension au point de raccordement.

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST

- L'asservissement au RST est hors service.

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement est stabilisée et conforme à la consigne du réglage primaire de tension et la fréquence est revenue à 50 Hz

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de stockage et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

Unité de stockage
Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche E1 relative aux données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise. Le modèle ne doit pas être agrégé.

Transformateur
Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, a minima, en respectant le couplage et la mise à la terre pour la modélisation des défauts monophasés. Si l'outil de simulation le permet, la courbe de saturation des transformateurs doit être intégrée dans la modélisation.

Réseau électrique interne
Le réseau interne de l'installation est modélisé (câbles entre les équipements, modélisés par une réactance et une résistance à minima).

Le réseau public de transport :
Le réseau est modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement.

Le stockeur doit également vérifier la tenue des auxiliaires, alimentés par la tension du réseau, et s'assurer qu'ils sont insensibilisés au creux de tension.

Données d'entrée (RTE → Stockeur)

Dans les Conditions Générales

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon

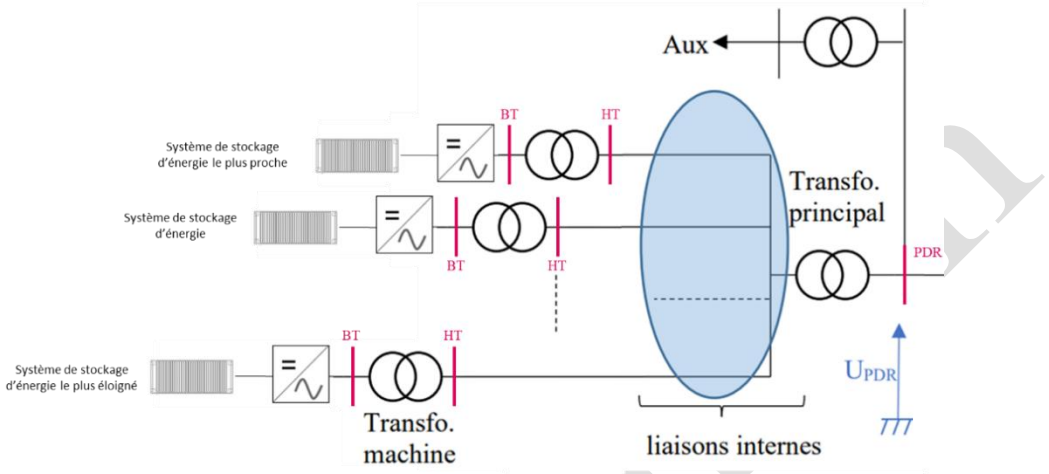
Dans les Conditions Particulières

- [$T_{défaut\ simulé}$]
- Rappel (cf. §3.6) : la réactance de liaison maximale [b]
- Udim
- Gain cible k1
- Gain cible k2

consultation

Résultats (Stockeur → RTE)

Considérant le schéma d'installation suivant :



Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

Grandeur	Localisation	Unité	Base des per unit
Puissance active	PDR	MW	
	HT	MW	
	BT	MW	
Puissance réactive	PDR	MVar	
	HT	MVar	
	BT	MVar	
Tensions instantanées phase-terre	PDR	Pu	$\frac{Unominal\ réseau}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2}$
	BT	Pu	$\frac{Unominal\ BT}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2}$
Tensions instantanées phase-phase	PDR	Pu	$Unominal\ réseau \cdot \sqrt{2}$
	BT	Pu	$Unominal\ BT \cdot \sqrt{2}$
Tensions RMS phase-terre	PDR	Pu	$\frac{Unominal\ réseau}{\sqrt{3}}$
	HT	Pu	$\frac{Unominal\ HT}{\sqrt{3}}$
	BT	Pu	$\frac{Unominal\ BT}{\sqrt{3}}$
Tensions RMS phase-phase	PDR	Pu	$Unominal\ réseau$
	HT	Pu	$Unominal\ HT$
	BT	Pu	$Unominal\ BT$
Composantes symétriques (directe, inverse et homopolaire) des tensions phase-phase	PDR	Pu	$Unominal\ réseau$
	HT	Pu	$Unominal\ HT$
	BT	Pu	$Unominal\ BT$
Courants instantanés par phase	PDR	Pu	$\frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ réseau} \cdot \sqrt{2}$

consultation

	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT} \cdot \sqrt{2}$
Courants RMS par phase	PDR	Pu	$\frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ réseau}$
	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT}$
Composantes symétriques (directe, inverse et homopolaire) des courants par phase[6]	PDR	Pu	$\frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ réseau}$
	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT}$
Courant actif (id) et réactif (iq) des composantes directe et inverse du courant par phase[66]	BT	Pu	$\frac{Sn_convertisseur}{\sqrt{3} \cdot Unominal\ BT}$
Consigne du réglage primaire de tension		kV	
Grandeur asservie par le réglage primaire de tension		kV	
Tension de la source infinie		kV	
Numéro de prise du transformateur principal			

Les grandeurs BT et HT sont demandées pour :

- le système de stockage d'énergie le plus **proche** géographiquement du PDR
- le système de stockage d'énergie le plus **éloigné** géographiquement du PDR

Le Producteur indiquera dans le rapport la valeur (en kV) du terme « Unominal_BT » et (en MVA) « Sn_convertisseur ».

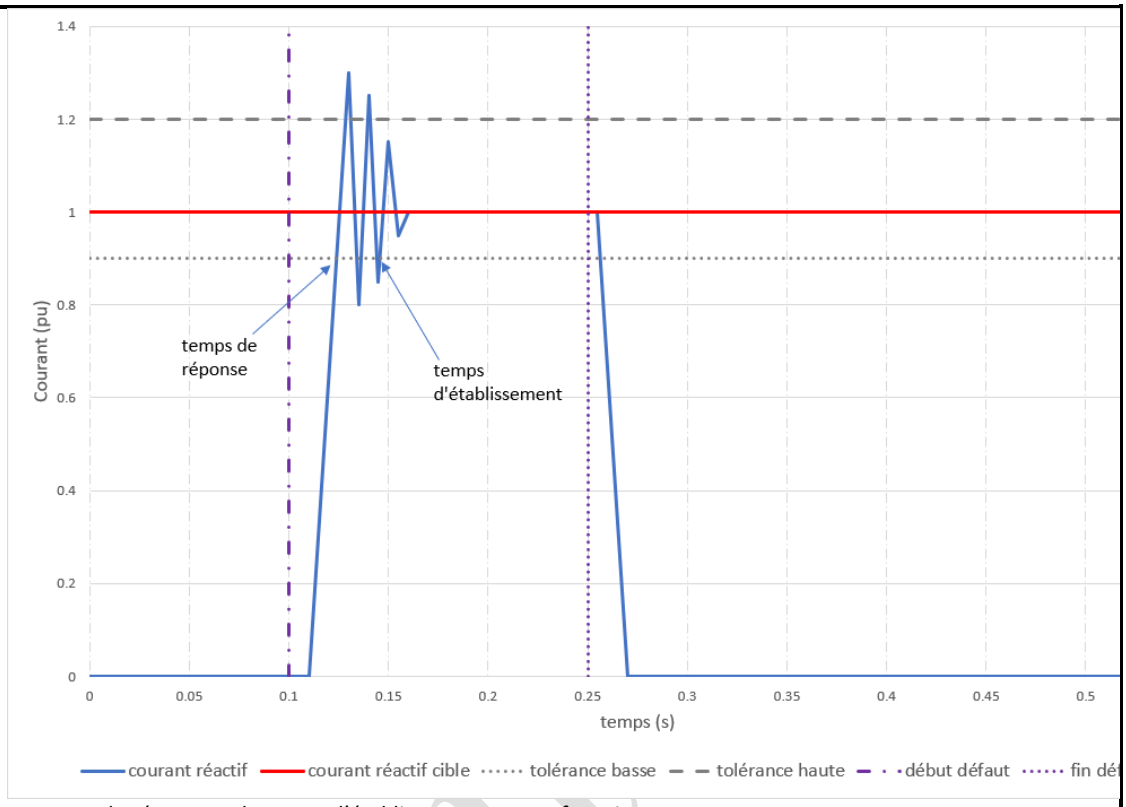
En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront être fournies.
Pour chaque simulation, la valeur (en Ohms) de $X_{défaut}$ devra être précisée.
Les simulations seront réalisées sur une période d'au moins 1 seconde avant le début du creux de tension et 10 secondes après le début du creux de tension. La simulation doit être réalisée avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps est de l'ordre de 1 ms (mais il peut être variable).
Un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les courbes demandées sera fourni.

Les tracés des courbes temporelles seront fournis dans le rapport pour les plages de temps suivantes :

- Entre 100 ms avant l'apparition du défaut et 300 ms après l'élimination du défaut.
  Sur les courbes des courants réactifs directs et inverses seront superposées la valeur de courant attendu pendant le creux de tension, et les bandes de tolérance autour de cette valeur telles qu'elles sont définies dans la norme NF EN 50549-2 :2019/A1 2023. Exemple :

[6] Se référer à la norme IEC 61400-21

consultation



Le temps de réponse et le temps d'établissement seront fournis.

- Entre juste après l'élimination du défaut et 10 s après l'élimination du défaut.
  Le temps de rétablissement de la puissance active vu du PDR à 90% de sa valeur initiale, à partir du moment où la tension est revenue au-dessus de 0.85 Un devra être fourni.

Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques, doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.

Critères de conformité

Les résultats de simulation (ou d'essai) doivent permettre de respecter ces critères :

- L'unité de stockage doit continuer à fonctionner
- L'unité de stockage contribue à contenir le creux de tension durant le défaut, et la surtension à l'élimination du défaut grâce à la fonctionnalité d'injection de courant réactif sur défaut. Comme indiqué dans la norme NF EN 50549-2 :2019/A1 2023, le respect de l'exigence en termes de dynamique de l'injection de courant réactif (temps de réponse ≤ 30 ms et temps d'établissement ≤ 60ms) est vérifié à la sortie BT du système de stockage. Si la simulation est réalisée à partir d'un logiciel EMT, une tolérance de 20 ms est autorisée pour prendre en compte le temps de calcul du phaseur et des composantes symétriques à partir des signaux instantanés, tel que défini dans la norme 50549-10 :2022 §5.3.3.8.
- Le rétablissement de la puissance active doit être aussi rapide que possible. Après le retour de la tension au-dessus de 0,85 pu (U ≥ 0,85 pu) au PDR, le temps d'établissement de la puissance électrique au PDR à 90% de sa valeur finale doit être inférieur à 2 secondes.
- Si la limite de courant Imax est atteinte, l'unité de stockage priorise le courant réactif en limitant le courant actif.

consultation

FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE I 6 : TENUE AUX CREUX DE TENSION

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

Objectifs

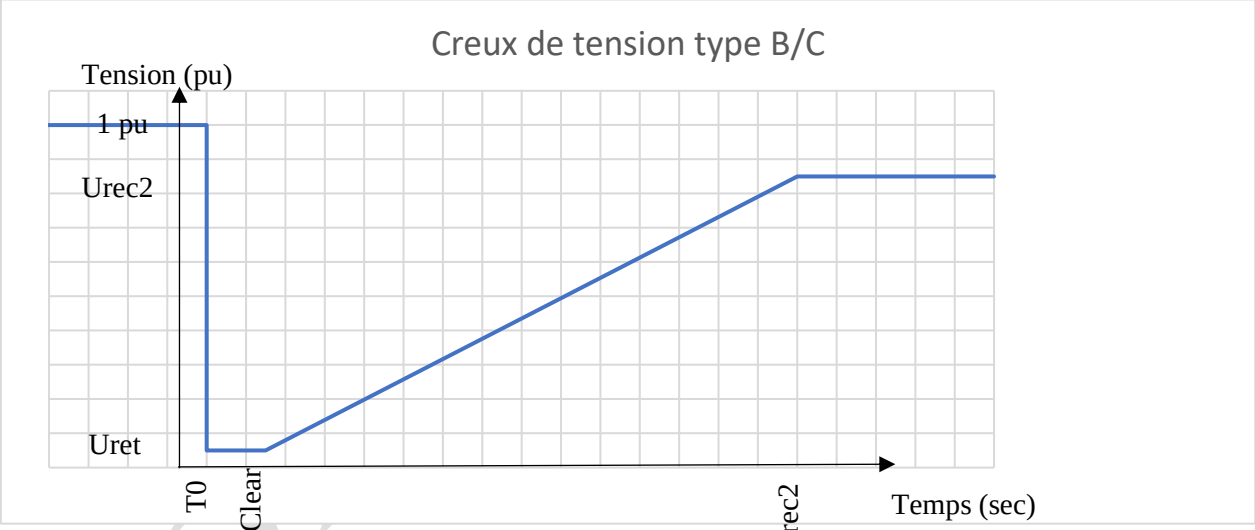
L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'unité de stockage est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable (en injection et en soutirage) en cas de creux de tension, résultant d'un défaut sur le réseau.
Cette fiche est complémentaire de la fiche I7.

Description

Gabarit de creux de tension

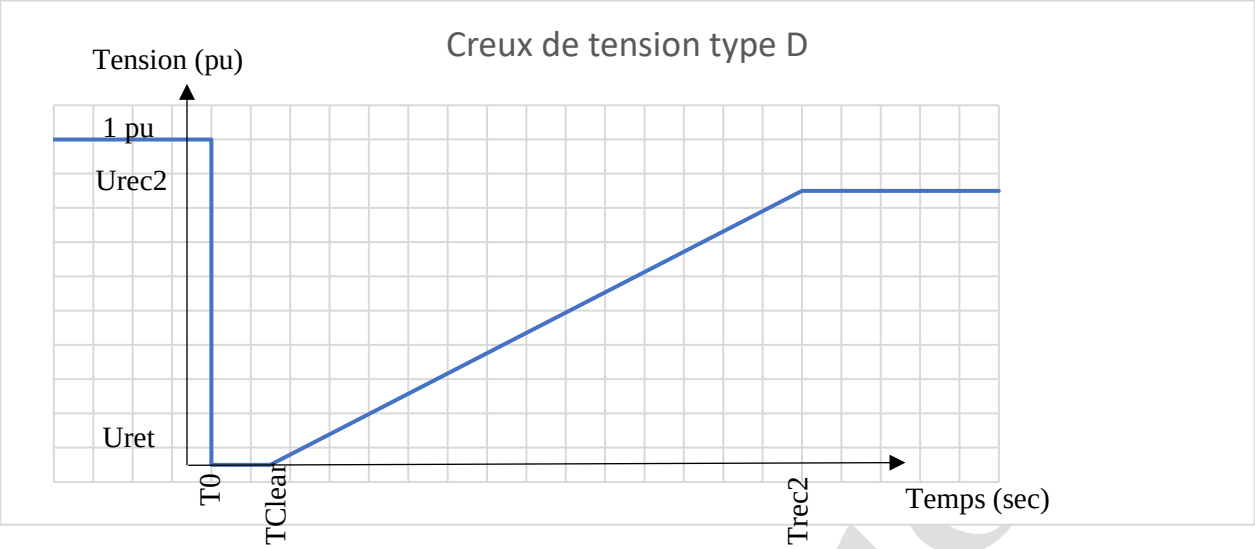
Pour tout creux de tension symétrique ou dissymétrique d'amplitude supérieure ou égale au gabarit ci-dessous (composante directe de la tension phase-phase donnée au point de raccordement de l'installation), l'unité de stockage ne doit pas déclencher.
Seule la simulation d'un creux de tension triphasé est exigée dans cette fiche.

Condition d'application : Types B, C



Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Uret	*0.05*	*T0*	*0*
Uret	*0.05*	*Tclear*	*0.15*
Urec2	*0.85*	*Trec2*	*1.15*

Condition d'application : Type D



Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Uret	***0.00***	***T0***	***0***
Uret	***0.00***	***Tclear***	***0.15***
Urec2	***0.85***	***Trec2***	***1.5***

Les principales contraintes à étudier lors de l'apparition du creux de tension sont :

- la stabilité des unités de stockage,
- la tenue des auxiliaires sans déclenchement de l'unité,
- la Puissance active et réactive produite après le creux de tension.

Evènement simulé:
Sous-tension triphasée générée en contrôlant l'impédance Zv.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Conditions initiales de l'étude :
La fréquence est à sa valeur normale avant l''occurrence du creux de tension.L'étude doit être faite au point de fonctionnement P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [Un]
P est la puissance active de l'unité au point de raccordement, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

L'apport en puissance de court-circuit du réseau est modélisé par l'impédance de court-circuit calculée de la manière suivante :

$$Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$$

Niveau de tension de raccordement	HTB1	HTB2	HT3
Un	63 kV / 90 kV	132 kV / 225 kV	400 kV
Scc	Scc ref = 400 MVA	Scc ref = 1500 MVA	Scc ref = 7000 MVA
	Scc ref ou Scc minimale (fournie dans le CdC Protections) si Scc min < Scc ref		

Conditions particulières de l'étude :

- L'étude est réalisée alternativement en injection (avec P = [$P_{max\ injection\ unité}$]) et en soutirage (avec P = [$P_{max\ soutirage\ unité}$]).

consultation

- Le réglage primaire de tension est en service avec les paramètres définis par RTE

Si l'installation dispose d'un asservissement au RST

- L'asservissement au RST est hors service.

Conditions finales de l'étude :

La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs initiales après le creux de tension.
(Pour la simulation relative au contrôle de conformité, la tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs normales dans un délai au plus égal à 5s).

Modélisation :

Les équipements entre l'unité de stockage et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

d. Unité de stockage

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche relative aux données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise. Le modèle ne doit pas être agrégé.

e. Transformateur

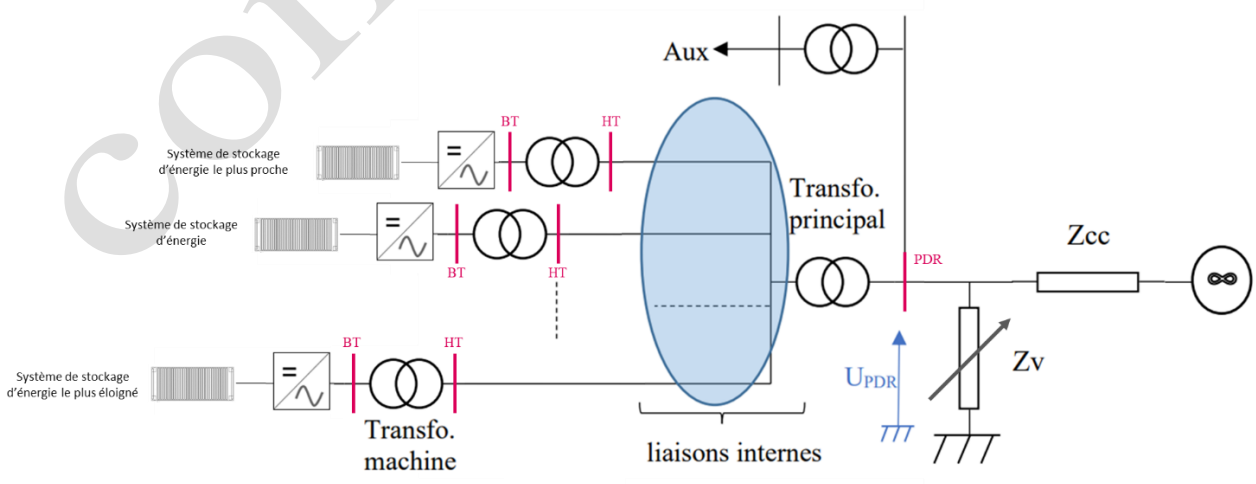
f. Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, a minima. Si l'outil de simulation le permet, la courbe de saturation des transformateurs doit être intégrée dans la modélisation.Réseau électrique interne

Le réseau interne de l'installation est modélisé (câbles entre les équipements, modélisés par une réactance et une résistance à minima).

Le réseau public de transport :

Le réseau est modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement. Le creux de tension sera simulé à l'aide d'une impédance variable de défaut Zv au Point de Raccordement.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Le modèle électrique global sera donc schématisé comme suit (à adapter selon la configuration de l'unité) :



Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant respectant le gabarit au Point de Raccordement

consultation

Zcc : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement. Elle peut être modélisée par une inductance dans le cadre de la simulation.

Le stockeur doit également vérifier la tenue des auxiliaires, alimentés par la tension du réseau, et s'assurer qu'ils sont insensibilisés au creux de tension.

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

- Conditions Générales Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Scc (Scc ref ou Scc min issue du CdC Protections si Scc min < Scc ref)

Résultats (Stockeur -->RTE)

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

Grandeur	Localisation	Unité	Base des per unit
Puissance active	PDR	MW	
	HT	MW	
	BT	MW	
Puissance réactive	PDR	MVar	
	HT	MVar	
	BT	MVar	
Tension	PDR	Pu	Udim
	BT*	Pu	Unominal_BT
Courant actif (id) et réactif (iq) des composantes directe et inverse du courant par phase	BT*	Pu	(Sn_convertisseur)/ (√3·Unominal_BT)
Consigne du réglage primaire de tension		Pu	Udim
Grandeur asservie par le réglage primaire de tension		Pu	Udim
Numéro de prise du transformateur principal			
Valeur de Zv en fonction du temps			

*Les grandeurs BT sont à fournir pour l'unité de production la plus proche et celle la plus éloignée du PDR (se référer au schéma ci-dessus).

Le Producteur indiquera dans le rapport la valeur (en kV) du terme « Unominal_BT » et (en MVA) « Sn_convertisseur ».

En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies.
Enfin, le Producteur explicitera de manière détaillée la méthode choisie pour générer les creux de tension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport et doivent couvrir un temps de fonctionnement d'au moins 10 secondes après le début du creux de tension, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

Réglages

La protection contre les sous-tensions (tenue aux creux de tension ou tension minimale spécifiée au point de raccordement) est réglée par le propriétaire de l'Installation de stockage d'électricité conformément à la capacité technique la plus élevée possible de l'unité de stockage d'électricité.

consultation

Les réglages doivent être transmis à RTE par l'intermédiaire de la fiche E1.
Nota : ces réglages ne doivent pas conduire au découplage de l'unité dans une situation tellement dégradée qu'elle ne puisse pas réussir ensuite l'ilotage ou le recouplage rapide.

Critères de conformité

Les résultats de simulation et de l'étude doivent permettre de garantir que l'unité de stockage supporte le gabarit de creux de tension et respecte ces critères :

- L'unité de stockage doit continuer à fonctionner (notamment pas de déclenchement sur une protection).
- L'unité de stockage reste stable et couplée au réseau pendant et après le creux de tension ;
- Les auxiliaires doivent être « insensibilisés » au creux de tension.
- Le rétablissement de la puissance (en injection et en soutirage) doit être aussi rapide que possible. Après le retour de la tension au-dessus de 0,85 pu (U ≥ 0,85 pu), le temps d'établissement de la puissance électrique au point de raccordement à 90% de sa valeur finale doit être inférieur à 2 secondes.
- Les dynamiques d'injection de courant réactif doivent être conformes au §3.4.7 de l'article 8.3.1 de la DTR.

Dans le cas d'une attestation, le document doit spécifier que les critères de conformité précédents sont remplis.

consultation

FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS

***Condition d'application : Type B, C, D** (non obligatoire)*

FICHE I 7 : TENUE AUX SURTENSIONS

Attestation ou Simulation
Dossier intermédiaire

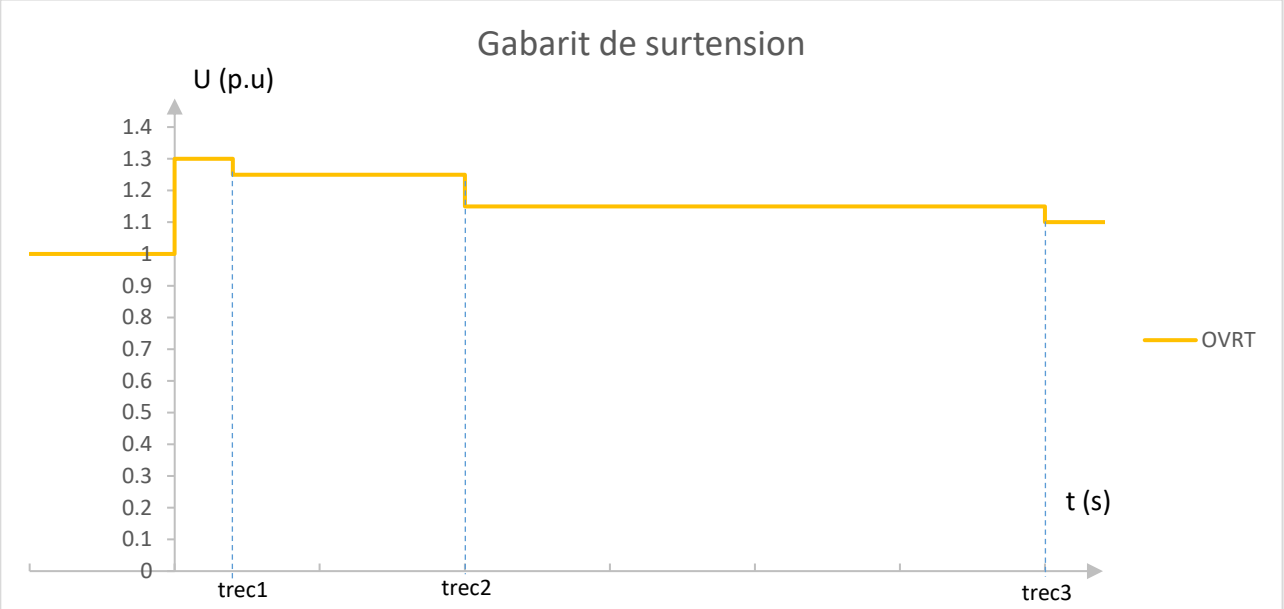
Objectifs

L'objet de ce contrôle est de vérifier que l'installation de stockage est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable (en injection et en soutirage) en cas de surtension, résultant de l'élimination d'un défaut sur le réseau. Cette fiche est complémentaire de la fiche I6.

Description

Gabarit de surtension

Pour toute surtension symétrique ou dissymétrique d'amplitude inférieure ou égale au gabarit ci-dessous (la tension phase-phase donnée à la fréquence fondamentale donnée au point de raccordement de l'installation), l'unité de stockage ne doit pas déclencher. Seule la simulation d'une surtension triphasée est exigée dans cette fiche.



Paramètres de tension (pu)		*Paramètres de temps (sec)*	
Urec1	***1.3***	***T0***	***0***
Urec1	***1.3***	***Trec1***	***0.05***
Urec2	***1.25***	***Trec2***	***2.5***
Urec3	***1.15***	***Trec3***	***30***

Les principaux éléments à étudier lors de l'apparition de la surtension sont :

- la stabilité de l'unité de stockage,
- le non déclenchement de l'unité,
- la Puissance active et réactive produite après la surtension.

Documentation Technique de Référence

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

Evènement simulé:
Surtension triphasée, préférentiellement générée en contrôlant l'impédance Zv du schéma du modèle électrique.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Conditions initiales de l'étude :
La fréquence est à sa valeur normale (en exploitation) avant l'occurrence de la surtension.
L'étude doit être faite au point de fonctionnement P= [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [Un]
P est la puissance active de l'unité au point de raccordement, Q la puissance réactive de l'unité au point de raccordement, et U la tension au point de raccordement. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

L'apport en puissance de court-circuit du Réseau est modélisé par l'impédance de court-circuit calculée de la manière suivante :

$$Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$$

Niveau de tension de raccordement	HTB1	HTB2	HT3
Un	63 kV / 90 kV	225 kV	400 kV
Scc	Scc ref = 400 MVA	Scc ref = 1500 MVA	Scc ref = 7000 MVA
	Scc ref ou Scc minimale (fournie dans le CdC Protections) si Scc min < Scc ref		

Conditions particulières de l'étude :
- L'étude est réalisée alternativement en injection (avec P = [$P_{max\ injection\ unité}$]) et en soutirage (avec P = [$P_{max\ soutirage\ unité}$])

Si l'unité de stockage dispose d'un asservissement au RST, l'étude doit être réalisée dans les conditions suivantes :
- Cas d'un asservissement RST-Uref (RST commandé en consigne de tension) : L'asservissement au RST est hors service
- Cas d'un asservissement RST-APR (RST commandé en niveau de réactif) : L'asservissement au RST est en service (avec la consigne K.Qr constante).

Conditions finales de l'étude :
La tension au point de raccordement et la fréquence sont revenues à leurs valeurs initiales après la surtension.

Modélisation :
Les équipements entre l'unité de stockage et le point de raccordement seront modélisés.
Les systèmes de protection seront modélisés.

Notamment, sur le réseau interne de l'installation :

g. Unité de stockage

Le modèle dynamique est retenu pour réaliser les études, c'est-à-dire que l'unité doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (données (en particulier les protections de l'unité, le modèle du régulateur de tension, le modèle du système de régulation de tension-réactif et les limitations associées, le modèle de la régulation fréquence-puissance et le modèle équivalent du convertisseur). La modélisation détaillée de l'ensemble des auxiliaires n'est pas requise. Le modèle ne doit pas être agrégé.

h. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une réactance en série avec une inductance, a minima. Si l'outil de simulation le permet, la courbe de saturation des transformateurs doit être intégrée dans la modélisation.

i. Réseau électrique interne

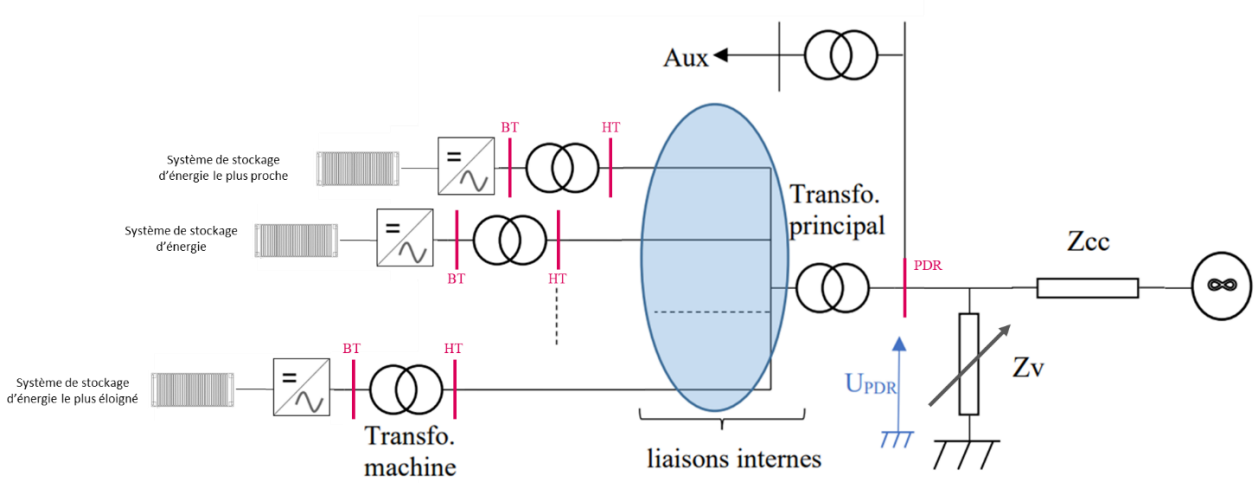
Le réseau interne de l'installation est modélisé (câbles entre les équipements, modélisés par une réactance et une résistance à minima).

Le réseau public de transport :

Consultation

Le réseau est préférentiellement modélisé par un réseau infini (tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement. La surtension sera simulé à l'aide d'une impédance variable de défaut Zv au Point de Raccordement.
L'utilisation d'une source de tension contrôlée au PDR est également possible, en cas de difficulté avec la méthode préconisée au-dessus.

Le modèle électrique global sera donc schématisé comme suit (à adapter selon la configuration de l'unité) :



Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant respectant le gabarit au Point de Raccordement
Zcc : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement. Elle peut être modélisée par une inductance dans le cadre de la simulation.

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

Résultats (Stockeur -->RTE)

Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous :

Grandeur	Localisation	Unité	Base des per unit
Puissance active	PDR	MW	
	HT	MW	
	BT	MW	
Puissance réactive	PDR	MVar	
	HT	MVar	
	BT	MVar	
Tension	PDR	Pu	Udim
	BT*	Pu	Unominal_BT
Courant actif (id) et réactif (iq) des composantes directe et inverse du courant par phase	BT*	Pu	(Sn_convertisseur)/ (√3·Unominal_BT)
Consigne du réglage primaire de tension		Pu	Udim
Grandeur asservie par le réglage primaire de tension		Pu	Udim

consultation

Numéro de prise du transformateur principal			
Valeur de Zv en fonction du temps			

*Les grandeurs BT sont à fournir pour l'unité de production la plus proche et celle la plus éloignée du PDR (se référer au schéma ci-dessus).

Le Producteur indiquera dans le rapport la valeur (en kV) du terme « Unominal_BT » et (en MVA) « Sn_convertisseur ».

En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies.
Enfin, le Producteur explicitera de manière détaillée la méthode choisie pour générer la surtension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport et doivent couvrir un temps de fonctionnement d'au moins 10 secondes après le retour de la tension à sa valeur normale (Udim), et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis.. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés. Le pas de temps utilisé est de 10 ms maximum (mais peut dépasser cette valeur en régime permanent dans le cas d'un pas de temps variable).

Réglages

La protection contre les surtensions est réglée par le propriétaire de l'installation de stockage d'électricité conformément à la capacité technique la plus élevée possible de l'unité de stockage d'électricité, tout en ne nuisant pas à la capacité de recouplage rapide ou d'ilotage.

Les réglages doivent être transmis à RTE par l'intermédiaire de la fiche E1.

Critères de conformité

L'attestation ou les résultats de simulation (ou d'essai) et d'étude doivent permettre garantir que l'unité de stockage supporte le gabarit de surtension et respecte ces critères :

- L'unité de stockage doit continuer à fonctionner (notamment pas de déclenchement sur une protection).
- L'unité de stockage reste stable et couplée au réseau pendant et après la surtension ;
- L'unité de stockage retrouve sa production de puissance active aussi rapidement que possible.
- La fourniture de puissance réactive est cohérente avec le profil de tension supporté
- L'unité de stockage contribue à contenir la surtension. Les dynamiques d'injection de courant réactif doivent être conformes aux exigences du paragraphe §3.4.7 de l'article 8.3.1 de la DTR.

consultation

FICHE I 9 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION PAR INJECTION DE SIGNAUX

*[**Champ d'application :** toutes les installations]*

FICHE I 9 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION PAR INJECTION DE SIGNAUX
Injection de signaux fictifs ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'objectif est de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information avant la première injection de l'unité de stockage. **Cette fiche doit être réalisée en premier lors de la mise sous tension de l'installation du stockeur**. Elle peut être réalisée lors de la mise en conduite. Cette fiche constitue la seconde des trois étapes (Fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.
Description Ce test se déroule à partir du capteur, de l'organe remontant la TI ou du SCADA du client. Les signaux sont vérifiés à l'interface avec le système de téléconduite et de télécommunication de RTE. Chaque TI décrite dans le *cahier de charges système d'information* transmis par RTE sera testée dans le respect des protocoles d'échanges.
Conditions particulières L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE -->Stockeur) Le cahier des charges système d'information annexé à la convention de raccordement
Résultats (Stockeur -->RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échanges. La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ».

consultation

Documentation Technique de Référence

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

FICHE I 10 : RESEAU SEPARE

Condition d'application : Type C et D

Fiche I10 : réseau séparé

Simulations ou attestation
Dossier intermédiaire

Objectifs

L'objectif est de déterminer si l'unité est capable de fonctionner en réseau séparé. Elle doit pouvoir participer au maintien à l'équilibre des réseaux séparés suite à un incident ou pendant le processus de reconstitution.

Description

Modèle utilisé :

On considère un réseau séparé fictif de référence constitué par

- L'unité de stockage considérée
  - Point de fonctionnement initial [80 % de Pmaxunite ; Q=0 ; U=Udim, f=50 Hz], Q étant la puissance réactive nette vue du réseau
  - L'installation de stockage en réglage primaire de fréquence et tension
  - Le LFSM doit rester activé lors des simulations.
- Une unité de production synchrone fictive en compensateur synchrone
- Le réseau de transport ne sera pas modélisé (Unité de stockage, unité synchrone et charge connectés au même nœud électrique)
- Consommation initiale :
  - C= [P= (80 % de Pmaxunite) ; Q=0],
  - Modélisation de la charge

$$P(t) = P_0.\left(\frac{V(t)}{V_0}\right)^{\alpha} \quad Q(t) = Q_0.\left(\frac{V(t)}{V_0}\right)^{\beta}$$

P(t), Q(t) : Puissance active et réactive à l'instant t
V(t) : tension à l'instant t
P_0, $Q_{0,\,v0}$: Puissance active, réactive et tension à l'instant initial de la simulation
Rq : la charge ne dépend pas de la fréquence

Evénement simulé : échelon de puissance consommée de 10% de la Pmaxunite de l'unité de stockage accompagné d'une variation de puissance réactive avec 4% de Pmaxunité

Conditions particulières

- L'unité de stockage et le groupe fictif de production sont modélisés conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (Fiche E1).
- La mise en œuvre des paramètres spécifiques « réseau séparé » de la régulation de vitesse, s'ils existent, doit être effectuée et signalée à RTE.
- La mise hors service des boucles stabilisatrices du régulateur de tension utilisant par exemple la puissance ou la fréquence, si elles existent, doit être effectuée et signalée à RTE

Données d'entrée (RTE → Producteur)

- Unité synchrone fictive modélisée par le modèle « classique » de machine synchrone (E derrière X'd) avec :
  - Sn unité de production synchrone fictive=Sn de l'unité de production PPM
  - X'd=Xq=b, réactance maximale de liaison définie au §3.6
  - Inertie $H = \frac{f_0.\Delta P}{2.ROCOF.Sn}$
    En considérant f_0=50 Hz, ΔP=10%. Pmaxunite et ROCOF=2 Hz/s, on obtient :
    $$H = 1.25\frac{\text{Pmaxunite}}{Sn}\ \text{MW.s/MVA}$$
  - sera à excitation constante et couple mécanique constant
- Modèle de charge : α=0, β=0

Résultats (stockeur → RTE)

Consultation

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Les grandeurs électriques nécessaires à la vérification sont citées ci-dessous:

- Puissance active P au point de raccordement,
- Puissance réactive Q au point de raccordement,
- Fréquence au point de raccordement
- Tension au point de raccordement.
- Consigne du réglage primaire de tension,
- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension.

Les tracés des courbes temporelles de ces grandeurs seront fournis dans un rapport, et un fichier au format numérique (csv, Excel ou comtrade) contenant les valeurs sera également transmis.. Les unités en abscisse et en ordonnée doivent être précisées sur les courbes. Les résultats graphiques doivent être fournis avec une précision et une échelle adaptées.
En complément des grandeurs ci-dessus, toutes les entrées du modèle nécessaires à la reproduction à posteriori par RTE des simulations demandées devront également être fournies. Également, le Producteur indiquera de manière détaillée le mode opératoire utilisé pour générer les perturbations demandées.
Les simulations doivent être réalisées avec une précision et un pas de temps adaptés.

Critères de conformité

L'unité de stockage objet de l'étude :

- Ne doit pas déclencher par ses protections.
- Doit conserver un fonctionnement stable sans oscillations de fréquence ou tension entretenues.
- Doit maintenir une fréquence du réseau séparé strictement supérieure à 49Hz, pour se prémunir de tout délestage fréquence métrique de la consommation, lequel déstabiliserait le réseau séparé et pourrait provoquer son écroulement en fréquence.
- Doit maintenir une fréquence du réseau séparé strictement inférieure à 51 Hz

consultation

FICHE I 11 : VALIDATION DU MODELE EMT

Condition d'application : Types C, D

Fiche I11 : Validation du modèle EMT
Essais ***Dossier final***
Objectifs Le modèle numérique détaillé de type EMT (ElectroMagnetic Transient) fourni par le stockeur doit permettre de simuler le comportement de l'unité de stockage dans les études de transitoires électromagnétiques menées par RTE. La pertinence de ce modèle doit être validée par RTE. Cette validation se fait en deux phases et sur deux fiches : (v) Phase 1 (décrite dans cette fiche) : elle permet de comparer le modèle EMT développé par RTE au modèle utilisé par le stockeur en confrontant les résultats de simulations des deux modèles (vi) Phase 2 (fiche F15) : elle permet de comparer le modèle EMT de RTE aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service. Des échanges entre le stockeur, le(s) constructeur(s) et RTE seront nécessaires, dès le début du projet, pour élaborer et analyser l'acceptabilité des modèles décrits dans cette fiche. Pour faciliter l'analyse de cette fiche, RTE recommande la fourniture par le stockeur d'un modèle EMT (issu du logiciel EMTP ou PSCAD) de l'unité de stockage. En cas de fourniture d'un modèle EMTP de la zone 1 par le stockeur, l'étape 1 n'est pas à effectuer par le stockeur. En cas de fourniture d'un modèle EMT (EMTP ou PSCAD) de la zone 3, l'étape 2 n'est pas à effectuer par le stockeur.
Description Un schéma de principe du raccordement d'une unité de stockage utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance est présenté à la Figure 1. La description se veut la plus générique possible mais il est possible que certaines unités de stockage ne soient pas parfaitement représentées par ce schéma. Des échanges entre le stockeur et RTE seront nécessaires pour analyser l'acceptabilité des modèles décrits ci-dessous.

consultation

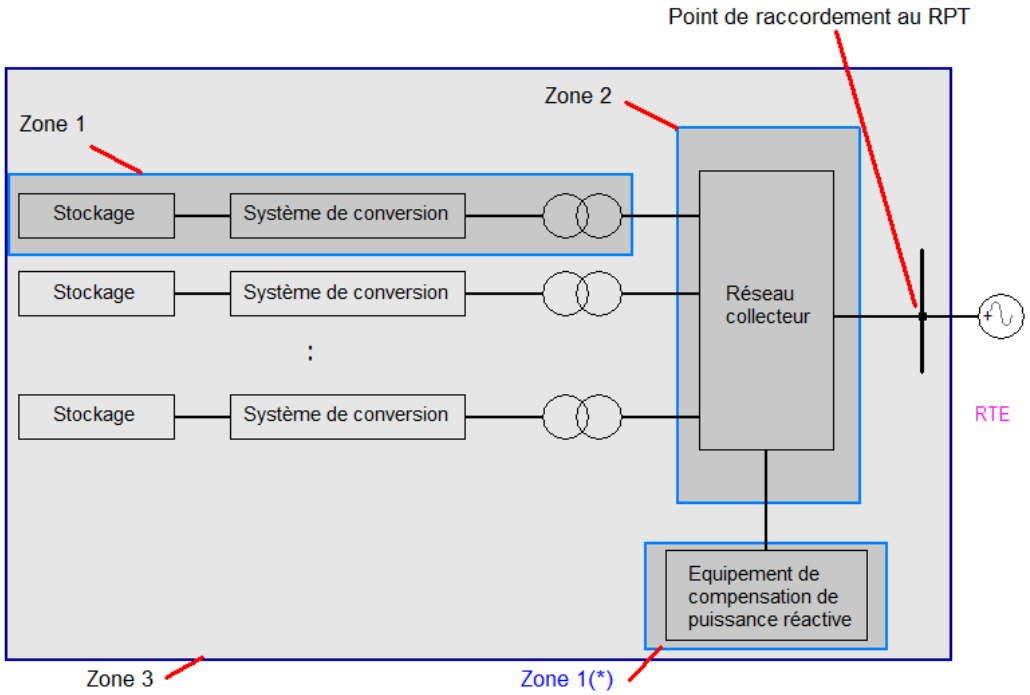


Figure 7

(*) : Si l'unité de stockage comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra être effectuée à l'étape 1. Les données et les cas de simulation considérés pour ce cas particulier seront à valider entre le stockeur et RTE.

La validation se fera à minima selon les 3 étapes, qui sont décrites dans ce document, afin de valider le modèle de chaque zone de l'unité de stockage. Elle s'effectuera avec le modèle EMT simulé avec des pas de temps, par exemple : 10, 20, 30, 40 et 50µs (la liste des pas de temps est à discuter avec les différentes parties). Finalement, le modèle doit s'initialiser en moins de 3s de simulation pour atteindre le point de fonctionnement (U,P,Q) en régime établi initial au point de raccordement au RPT.

Le stockeur pourra également proposer une méthode complémentaire de validation de ce modèle détaillé.

Dans chaque étape, l'objectif est de comparer les résultats fournis par le modèle EMT (développé par RTE à l'aide des données fournies lors de la fiche E1) avec des données de référence (résultats des modèles utilisés par le stockeur pour étudier les performances finales de l'unité de stockahe). Cette comparaison se fera par RTE.

Pour réaliser cette comparaison le stockeur devra fournir, pour chaque étape, les données de référence sous un format numérique (COMTRADE, CSV, fichiers de sortie PSCAD…), ainsi que toutes données nécessaires à la réalisation des simulations. Ces données doivent contenir à minima pour chaque étape les signaux du tableau ci-dessous :

Données	Etape 1	Etape 2	Etape 3
Données temporelles			
Tensions et courants instantanées 3ph-gnd au point de raccordement au RPT			X
Puissance active et réactive RMS [7] au point de raccordement au RPT			X
Tensions et courants instantanées 3ph-gnd au node 1 (voir Figure 8~~Figure 8~~)	X		X
Tensions et courants instantanées 3ph-gnd au node 2 (voir Figure 8~~Figure 8~~)	X		
Tensions et courants instantanées au node 3 (voir Figure 8~~Figure 8~~) *Rq : si grandeurs électriques AC : toutes phases, si grandeurs électriques DC : Tension DC et courant(s) DC.*	X		
Consignes de puissance active, réactive, en tension et en fréquence des systèmes de commande de la zone 1	X		X
Consignes de puissance active, réactive, en tension et en fréquence des systèmes de commande de la zone 3			X

consultation

Position du régleur en charge du transformateur de la zone 1, si applicable	X		X
Position du régleur en charge du transformateur au point de raccordement au RPT, si applicable		X	X
Etat des systèmes de protection (déclenchement, protection à l'origine du déclenchement)	X		X
Courant actifs et réactifs injectés [7] par chaque zone 1 et calculés par le système de mesure	X		
Courant actifs et réactifs injectés [7] par l'installation au point de raccordement au RPT et calculés par le système de mesure			X
Tension et courant DC dans les convertisseurs entre le réseau alternatif interne à l'installation (node 2 dans la Figure 8~~Figure 8~~) et le système de stockage (si différent du node 3).	X		
Signaux d'activation des fonctions FRT et HVRT	X		X
Etat (ouvert / fermé) de tous les organes de séparation ou isolement modélisés	X		X
Données fréquentielles			
Impédances fréquentielles en composantes directe et homopolaire (amplitude et phase) au point de raccordement au RPT sans considérer les zones 1 (sur demande RTE selon dimension du réseau collecteur)		X	
Impédances fréquentielles en composantes directe et homopolaire (amplitude et phase) aux nœuds électriques internes à l'installation et définies dans la Figure 11~~Figure 11~~ (Node RC 1 à Node RC m) sans considérer les zones 1. (sur demande RTE selon dimension du réseau collecteur)		X	

Tableau 3 : Liste des données de référence

Etape 1 – Validation du modèle de la Zone 1

L'objectif est de valider le modèle d'un système de stockage (identifiée en Zone 1 sur la Figure 7~~Figure 7~~). Cette validation consiste à comparer les résultats obtenus par le stockeur avec le modèle EMT utilisé pour étudier les performances finales du système à ceux issus du modèle EMT développé par RTE sur la base des données transmises par le stockeur lors la fiche E1. RTE et le stockeur devront donc réaliser les simulations ci-dessous pour en extraire les signaux attendus.

Les essais devront être réalisés sur le circuit réduit tel que présenté à la Figure 8~~Figure 8~~ :

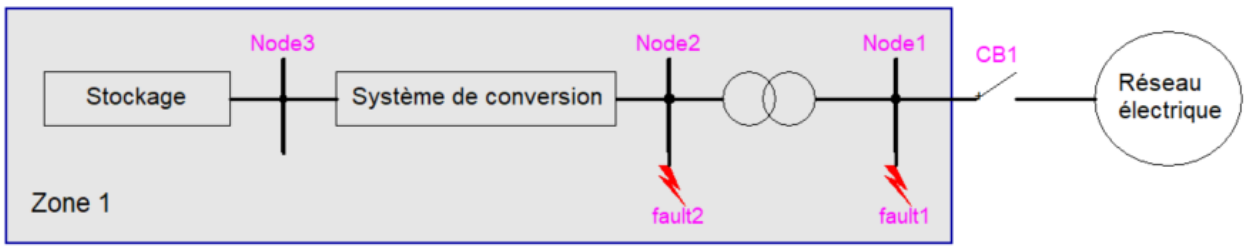


Figure 8

Le nombre de validation de zone 1 sera fonction du nombre « d'équipements caractéristiques » sur l'installation.
Par exemple, si l'installation comporte N zones 1, mais que chaque zone 1 est équipée du même matériel et que le contrôle-commande associé est identique sur chaque zone 1, alors 1 seule validation sera nécessaire.
Si l'installation comporte N zones 1, dont une zone 1 avec du matériel différent, alors 2 validations seront nécessaires.
Si l'installation comporte N zones 1 à équipements identiques, mais une zone 1 possède un contrôle-commande différent, alors 2 validations seront nécessaires.

[7] Se référer à la norme IEC 61400-21

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

Pour chaque simulation, le point de fonctionnement en régime établi initial sera défini par les paramètres ci-dessous. Le système est considéré équilibré.

- Unode1 : Composante directe de la tension au node 1
- Pnode1 : Puissance active au node 1. Si Pnode1 > 0, l'unité de stockage injecte de la puissance au réseau.
- Qnode1 : Puissance réactive au node 1

- Réseau électrique : Le réseau électrique sera modélisé conformément au modèle donné dans la brochure CIGRE TB 832 – Annexe B (voir détails ci-dessous). La fréquence du réseau « Freq » en régime établi initial et utilisée pour le calcul de Zcc sera fixée à 50Hz.

Pour chaque simulation, le stockeur devra fournir tous les paramètres du modèle EMT nécessaires pour reproduire la simulation dans l'outil EMTP. En particulier, les différentes consignes nécessaires à l'initialisation du modèle seront calculées à partir des points de fonctionnement donnés et fournis par le stockeur.

La liste des évènements à simuler est donnée dans le tableau ci-dessous.

Cas	Evènements à simuler	Unode1	Pnode1	Qnode1	RCC	Commentaire
Défauts fugitifs au node 1						
1	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	10	Durée du défaut : 150 ms
2	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 1	Un	Pn	Qmax	3	Durée du défaut : 150 ms
3	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 1	Un	0.5 Pn	Qmin	3	Fonction d'injection rapide de courant sur défaut désactivée. Durée du défaut : 150 ms
4	Défaut fugitif biphasé à la terre (2ph-gnd) au node 1	Un	0.5 Pn	Qmin	3	Durée du défaut : 150 ms
5	Défaut fugitif biphasé flottant (2ph).	Un	- Pn	Qmax	3	Durée du défaut : 150 ms
6	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	3	Durée du défaut : 150 ms
7	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 1	Un	- Pn	0	10	Durée du défaut : 150 ms
8	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	Qmin	3	Durée du défaut : 150 ms
9	Défaut fugitif impédant triphasé (3ph-gnd) au node 1	Un	Pn	0	3	Durée de défaut 800 ms. Creux de tension de 0.5 pu.
10	Défaut fugitif impédant triphasé (3ph gnd) au node 1	Un	- Pn	0	3	Durée de défaut 500 ms. Creux de tension de 0.7 pu *(Tension résiduelle de 0,3 pu)*
Défauts fugitifs au node 2						
11	Défaut fugitif franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au node 2	Un	Pn	Qmin	10	Durée du défaut : 150 ms
12	Défaut fugitif triphasé à la terre (3ph-gnd) au node 2	Un	- Pn	Qmax	10	Durée du défaut : 150 ms
Echelons et rampes						
13	Echelon de consigne de puissance active de -5%	Un	Pn	Qmin	3	

consultation

14	Rampe de fréquence de +500 mHz à 2 Hz/s sur la source AC	Un	Pn	0	3	
15	Echelon de consigne de tension de +5% Un si applicable	Un	- Pn	0	3	
16	Echelon de consigne de puissance réactive de -5% Qmax si applicable	Un	Pn	0	3	
17	Echelon de tension de +10% sur la source AC	0.95 Un	0.5 Pn	~~Qmin~~Qmax	10	
18	Echelon de tension de -10% sur la source AC	1.05 Un	- 0.5 Pn	~~Qmax~~Qmin	10	
Séquences de fonctionnement						
19	Ouverture intempestive et définitive du disjoncteur CB1	Un	Pn	Qmax	10	L'instant d'ouverture du disjoncteur devra être fourni par le stockeur.
20	Ouverture intempestive et définitive d'un seul pôle du disjoncteur CB1	Un	- Pn	Qmax	10	L'instant d'ouverture du disjoncteur devra être fourni par le stockeur.
21	Mise sous tension de l'unité de stockage	1.05 Un	N.A	N.A	3	
Défauts permanents						
22	Défaut permanent monophasé franc à la terre 1ph-gnd au node 1	Un	Pn	0	10	Défaut permanent
23	Défaut permanent triphasé impédant à la terre 3ph-gnd au node 1	Un	- Pn	0	10	Défaut permanent. Creux de tension de 0.5 Un.
Grid Forming (en lien avec la fiche I18)						
24	Saut d'angle de la tension sur la source AC de +12,72°	Un	0.5 Pn	0	10	Référence S_VolAngStep5OC[2]
25	Modification du SCR (de 2 à 20)	Un	-0.95 Pn	0	2	Référence S_SCRup1_OC[5]

Tableau 4 : Liste des évènements

Hormis pour les évènements relatifs aux défauts permanents, en cas de déclenchement du système observé suite à l'application des événements ci-dessus, des échanges entre le stockeur et RTE auront lieu pour définir de nouvelles conditions de simulations pour les évènements associés.

Le stockeur fournira les valeurs des paramètres au node 1 :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Pn : Puissance maximale de la zone 1
- Qmax : Puissance réactive maximale de la zone 1
- Qmin : Puissance réactive minimale de la zone 1

Modélisation du réseau équivalent :

Le réseau électrique sera modélisé conformément au modèle donné dans la brochure technique CIGRE TB 832 – Annexe B, et tel que présenté dans la figure suivante :

consultation

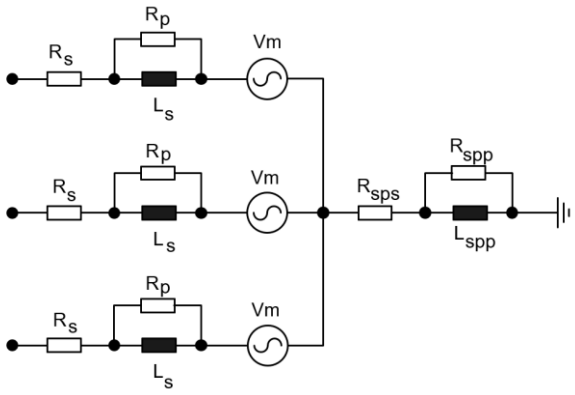


Figure 9

Les différents paramètres de la figure sont calculés de la façon suivante :

Données d'entrées :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Scc : La valeur de Scc est calculée à partir de la relation suivante : $SCC = Pn\ x\ RCC$,

  où
  Rcc signifie « Rapport de Court-circuit », et est défini dans le Tableau 4~~Tableau 4~~,
  Pn est la puissance maximale de la zone 1 au node 1
- $\frac{X}{R}$ = 10
- $\frac{Z_0}{Z_1}$ = 3
- Freq = 50

Calcul des paramètres

Variables intermédiaires à calculer :

- $\omega = 2\ .\ \pi\ .\ Freq$
- $Zcc = \frac{Un^2}{Scc}$
- $Phi = \tan^{-1}(\frac{X}{R})$
- $A = Zcc\ .\ \sin(Phi)$
- $E = -1 * 6\sqrt{A}$
- $F = -8\ .\ A\ .\tan(Phi)$
- $G = 2.A^{\frac{3}{2}}$
- $k = \frac{\frac{Z_0}{Z_1} - 1}{3}$

Calcul des impédances :

- $Ls = \frac{B^2 + A}{\omega}$
- $Rp = \frac{Ls\ .\ \omega\ .\ \sqrt{A}}{\sqrt{Ls.\omega - A}}$
- $Rs = \frac{\left(\frac{3.\omega.Ls}{Rp\ .\ \tan(Phi)}\right) - (\frac{3.\omega.Ls}{Rp})^2}{1 + (\frac{3.\omega.Ls}{Rp})^2}\ x\ Rp$
- $Lspp = Ls\ .\ k$
- $Rspp = Rp\ .\ k$
- $Rsps = Rs\ .\ k$

consultation

- $B1 = \frac{-F+\sqrt{F^2-4\,.\,E\,.\,G}}{2\,.\,E}$
- $B2 = \frac{-F-\sqrt{F^2-4\,.\,E\,.\,G}}{2\,.\,E}$

Puis :

- $B = B1 \quad si \quad B1 > 0$

ou

- $B = B2 \quad si \quad (B2 > 0)\ \&\&\ (B1 < 0)$

- Valeur de « Vm » : Les valeurs numériques de Vm devront être calculées pour atteindre le régime établi initial requis pour chaque simulation. Les valeurs de Vm utilisées pour chaque simulation devra être fournies.

Définition des creux de tension associés aux défauts fugitifs impédants :

Dans le Tableau 4~~Tableau 4~~ sont demandés de simuler des défauts fugitifs impédants associés à une valeur de creux de tension spécifiée à appliquer au node 1. Pour simuler un tel défaut, l'impédance de défaut devra être modélisée de la façon suivante :

$$Z_{fault} = R_{fault} + j.X_{fault} \quad , \text{ en considérant } \quad R_{fault} = \frac{X_{fault}}{10}$$

La tension retenue pour évaluer la valeur du creux de tension est la composante directe de la tension au node 1, et telle que définie dans la formule (C.26) de la norme IEC 61400-21-1 (juillet 2019).

Les valeurs numériques indiquées dans le Tableau 4~~Tableau 4~~ précisent l'amplitude du creux de tension à partir de sa valeur initiale également indiquée dans le même tableau. La valeur du creux de tension définie doit être atteinte avant l'élimination du défaut.

Les valeurs d'impédances de défaut utilisées pour les différentes simulations seront à fournir par le stockeur.

La figure suivante donne un exemple d'un creux de tension requis de 0.7 Un d'une durée de 150 ms et à partir d'une tension Un. La perturbation est appliquée ici à t = 500 ms :

consultation

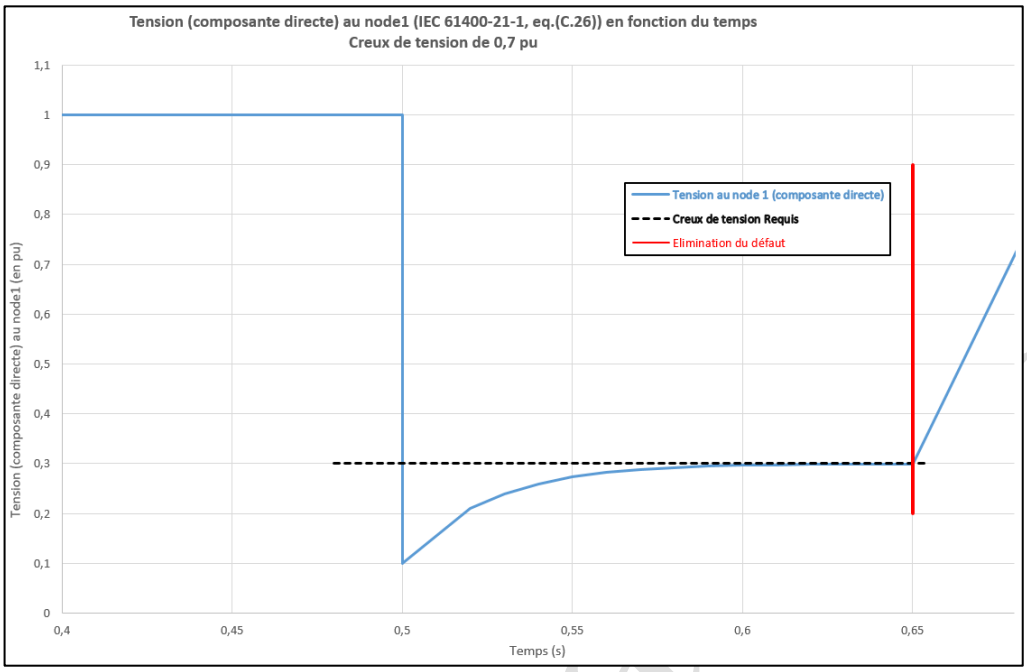


Figure 10

Critères de conformité

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions simples et courants instantanés (V, I) aux nœuds (Node1, Node2, et Node 3) identifiés sur la Figure 8~~Figure 8~~.

La différence relative entre les valeurs instantanées des résultats issus des deux processus de simulation (celui du stockeur vs celui de RTE) ne devra pas excéder 5% en régime transitoire et 0,5% en régime établi, les signaux du stockeur étant considérées comme référence. Soit, pour chaque pas de temps de simulation :

$$\left|\frac{X_{i-\,simulation\ RTE}(t) - X_{i-\,Référence\ Producteur}(t)}{X_{i-\,Référence\ Producteur}(t)}\right| < 5\%\ en\ régime\ transitoire\ ou\ 0{,}5\%\ en\ régime\ permanent$$

Tout dépassement de ces limites (5% et 0.5%) devra être justifié via un échange entre les parties. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Etape 2 – Validation du modèle du réseau interne (Zone 2)

L'objectif est de valider le modèle de réseau interne de l'unité de stockage (non propriété de RTE) constitué des transformateurs, câbles et possibles matériels de compensation passif se raccordant au RPT. Les modèles de la zone 1 ne sont pas inclus dans cette zone. Etant donné que l'ensemble des données seront fournies pour que RTE puisse développer le modèle EMT (pas de boîte noire dans cette partie), il est ici d'abord question de valider la complétude des données fournies par le stockeur lors de la fiche E1.

La comparaison est effectuée entre le modèle développé par RTE à partir des éléments de la fiche E1 et des résultats qui seront fournis par le stockeur avec le modèle utilisé pour étudier les performances finales de l'installation. Plusieurs calculs d'impédance dans le domaine fréquentiel sont à réaliser et sont décrits dans la suite du paragraphe.

Pour chaque calcul, le stockeur donnera les informations nécessaires concernant notamment la topologie du réseau collecteur et le type de modélisation des lignes/câbles. Pour effectuer les calculs d'impédance, toutes les frontières électriques entre la zone 2 et les autres parties du système seront ouvertes pour ne conserver dans le calcul que les éléments de la zone 2 (voir

consultation

représentation sur la
Figure 11~~Figure 11~~).

Les calculs d'impédance seront effectués :

- aux nœuds électriques « Node PCC », « Node RC 1 », « Node RC 2 » , …., « Node RC m » (voir représentation sur la Figure 11 ~~Figure 11~~),
- en composante directe et homopolaire,
- sur la gamme de fréquence [50 ; 5000 Hz], par pas de 1 Hz

et indiqueront pour chaque fréquence l'amplitude et la phase de l'impédance.

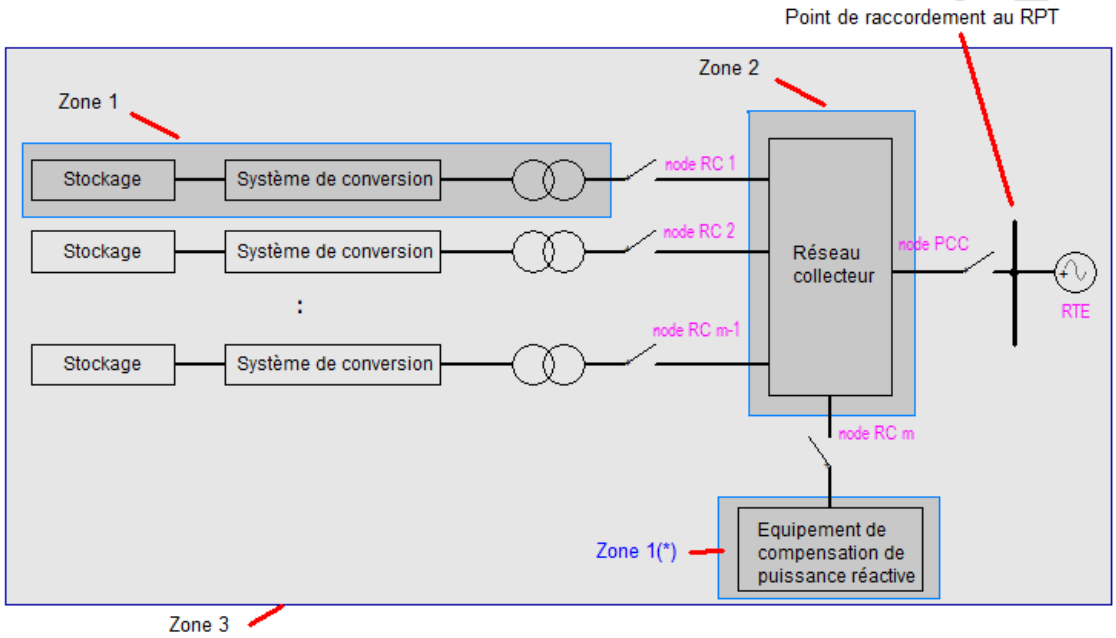


Figure 11

Critères de conformité

Les amplitudes et angles des impédances aux différents points de mesure demandés seront comparés sur une bande de fréquence entre 50Hz et 5kHz. Les différences relatives d'amplitude et de phase ne devront pas dépasser 5% chacune, les impédances du stockeur étant considérées comme référence.

Tout dépassement de ces limites devra être justifié via un échange entre les parties. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Etape 3 – Validation du modèle complet EMT avec le modèle de référence

L'objectif est de valider le modèle EMT complet de l'unité de stockage. Cette validation consiste à comparer les résultats fournis par le stockeur pour faire ses études dynamiques lors de certaines fiches I, à ceux issus du modèle EMT développé par RTE sur la base des données transmises par le stockeur lors de la fiche E1.

La comparaison et la validation du modèle EMT développé par RTE s'effectue sur la base des simulations déjà effectuées parmi les fiches I.

Les simulations concernées sont :

Fiches I2 :	Paragraphe "Echelon de consigne du réglage primaire de tension"

Fiches I5 :	Fiche complète
Fiche I6 :	Fiche complète
Fiche I7 :	Fiche complète
Fiches I10 :	Fiche complète

En complément, des tests supplémentaires sont requis pour valider le modèle du régulateur de l'installation. Ces simulations supplémentaires seront effectuées dans les mêmes conditions de modélisation et de point de fonctionnement initial que celles indiquées dans la fiche I2, limitées à une impédance de réseau de valeur « b ». Les évènements à simuler sont les suivants (avec limitations de rampe désactivées ou paramétrées au maximum s'il est impossible de les désactiver) :

- Echelons de consigne de puissance active :
  - ✓ Un échelon de consigne de puissance active de -40% Pmax. Puis,
  - ✓ Une fois le régime établi atteint sur une durée suffisamment longue (de l'ordre de la minute), échelon de consigne de puissance active de +40% Pmax.
- Echelon de consigne de puissance réactive (si applicable, pour ces tests, la loi de réglage de l'unité de stockage est le réglage de puissance réactive, Qprod = Qcons, tel que définie dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives) :
  - ✓ Un échelon de consigne de puissance réactive de +10% Pmax. Puis,
  - ✓ Une fois le régime établi atteint sur une durée suffisamment longue (de l'ordre de la minute), un échelon de consigne de puissance réactive de -20 % Pmax

Remarque : Concernant les tests d'échelon de puissance active et réactive, pour des contraintes de simulation, les échelons successifs peuvent être effectués via des simulations différentes en considérant le régime établi initial de la 2ème simulation comme le régime établi finale de la 1ère simulation.

Critères de conformité

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants efficaces (Vrms, Irms, (calculés à 50Hz)) aux nœuds identifiés sur la Figure 11~~Figure 11~~ (Node RC 1 à Node RC m, et au point de raccordement du RPT (Node PCC)), excepté dans le cas du défaut monophasé de la fiche I5 « Injection de courant réactif sur défaut ». Dans ce dernier cas spécifiquement, les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants instantanés (V, I) aux nœuds identifiés dans la Figure 11~~Figure 11~~ (Node RC 1 à Node RC m, et au point de raccordement du RPT (Node PCC)).

Ces critères sont:

- En régime transitoire la différence relative entre les valeurs efficaces des résultats issus des deux processus de simulation ne devra pas excéder 10%, les signaux du stockeur étant considérés comme référence.
- En régime établi cette différence ne devra pas excéder 1%.

Tout dépassement de ces limites devra être justifié via un échange entre les parties. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Résultats (Stockeur -->RTE)

5. *Données de référence pour la validation de l'étape 1 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles
6. *Données de référence pour la validation de l'étape 2 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles
7. *Données de référence pour la validation de l'étape 3 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles

Les données de référence doivent inclure les phases de régime établi initial avant l'évènement (à minima pendant 0.5 seconde) et de régime établi final (à minima pendant 1 seconde), et seront données pour chaque pas de temps des simulations effectuées.

Critère de conformité :

Ils sont décrits dans chaque étape

Consultation

consultation

FICHE I 12 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE FREQUENCE ET DISPONIBILITE DE LA RESERVE

Condition d'application : Type C, D

FICHE I12 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE FREQUENCE ET DISPONIBILITE DE LA RESERVE

Simulation

Objectifs

L'objectif est de vérifier le comportement de l'installation en réglage primaire de fréquence et la capacité à assurer la gestion active d'un stock équivalent au maintien de la fourniture de réserve primaire maximum pendant t3 (15 minutes).
Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation (gain dissymétrique par exemple, volume de Rp contractualisé), la simulation peut être adaptée afin d'être représentative du fonctionnement de l'unité (ou si l'installation comporte plusieurs unités du fonctionnement de l'ensemble des unités) en exploitation. Elle pourra ainsi servir à l'obtention de la certification.

Description

Test 1 : Simulation du comportement de l'unité en réglage primaire de fréquence et de la gestion active de la charge sur l'historique de la fréquence de la période du 01/05/2015 au 30/04/2018

- **Test 1.a :** Simulation numérique sur la période de test
- **Test 1.b :** Analyse et recensement des périodes hors plage [SoC_{inf} ; SoC_{sup}]
- **Test 1.c :** Analyse détaillée des journées du 09 et 10/01/2017 (profil de fréquence basse)
- **Test 1.d :** Analyse détaillée des journées du 6 et 7/04/2018 (profil de fréquence haute)

Test 2 : Simulation de la reconstitution du stock suite à utilisation du réservoir

- **Test 2.a :** En fréquence basse

Simulation à partir du profil de fréquence théorique suivant :

Début	Fin	Fréquence (Hz)
T0	T0 + 40 min	49.8
T0 + 40 min	T0 + 50 min	49.9
T0 + 50 min	T0 + 200 min	50.0

- **Test 2.b :** En fréquence haute

Simulation à partir du profil de fréquence théorique suivant :

Début	Fin	Fréquence (Hz)
T0	T0 + 40 min	50.2
T0 + 40 min	T0 + 50 min	50.1
T0 + 50 min	T0 + 200 min	50.0

Test 3 : Simulation du mode Réserve
[**Condition d'application** : unités disposant d'un mode Réserve].

Test 3a : Simulation du comportement de l'unité en mode Réserve en cas de fréquence basse :
3.a.1 : Epuisement : ajout d'un offset de -300 mHz de 8h40 à 9h40 sur la journée du 10/01/2017
3.a.2 : Saturation : ajout d'un offset de +300 mHz de 8h40 à 9h40 sur la journée du 10/01/2017

Test 3b : Simulation du comportement de l'unité en mode Réserve en cas de fréquence haute :

consultation

3.a.1 : Epuisement : ajout d'un offset de -300 mHz de 03h15 à 4h15 sur la journée du 07/04/2018
3.a.2 : Saturation : ajout d'un offset de +300 mHz de 03h15 à 4h15 sur la journée du 07/04/2018

Conditions particulières

- L'unité de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche E 1 (en particulier le rendement de la batterie, le processus de gestion active de la charge, le mode réserve, les seuils de stock,…)
- Les conditions initiales des simulations sont fixées aux valeurs moyennes de l'état de charge (SoC) et de puissance de consigne.
- La simulation doit être représentative du comportement en réglage primaire de la batterie en exploitation.
- La bande morte sera fixée à 0.
- Le pas de temps des simulations est de 10 secondes au maximum.

Données d'entrée (RTE -->Client)

- Chronique de fréquence au pas 10 s (disponible : https://www.services-rte.com/fr/telechargez-les-donnees-publiees-par-rte.html?category=public_transmission_system&type=network_frequencies)
- Annexe 1 : Trame type pour restituer les données numériques (fichier en format csv transmis par RTE)

Résultats (Client -->RTE)

Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Pour chaque simulation, la valeur de R_p sera transmise.

Pour chaque simulation, restitutions des signaux temporels suivants simulés :

- Puissance de consigne (puissance à 50,00 Hz)
- Puissance active
- Etat de charge SoC (%)
- Gain K (différencié si différent hausse et baisse)
- TS PART.FSM
- Fréquence
- Etat d'alerte
- Autres facteurs externes rentrant dans la stratégie de gestion de la charge (Prix de marché …..)

Pour les tests 3, en complément des signaux précédents :

- Modes de fonctionnement : mode normal, mode transition, mode réserve
- $\overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)}$
- $\Delta f_{reaction}(t)$

Fonction de transition

Pour les tests 1, 2 et 3, les résultats doivent se présenter sous la forme suivante :

- Données numériques des enregistrements (suivant trame transmise par RTE, le format attendu figure en annexe 1).

Pour les tests 1.c, 1.d, 2 et 3, les résultats doivent être présentés sous la forme suivante :

- Graphes avec légende (grandeurs simulées et unités, seuils d'état de charge).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Pour les tests 3, un zoom sera effectué sur la période avec l'offset de +/- 300 mHz.

Pour les tests 1.b, c et d, les instants d'entrée et sortie dans la plage [SoC_{inf} ; SoC_{sup}] seront indiqués (format jj/mm/aa hh :mm:ss).

consultation

Critères de conformité pour tous les tests :

- Le comportement de l'installation doit être conforme aux exigences décrites dans le paragraphe « 3.2.4.3 Réglage primaire de fréquence (mode FSM) » du cahier des charges des capacités constructives.
- Le figeage de la puissance de consigne doit être conforme aux exigences décrites dans le paragraphe « 3.2.4.5.3 Gestion active du stock ».
- L'état de charge en Etat Normal doit rester dans la plage [SoC_{inf} ; SoC_{sup}]. Les sorties de cette plage sont autorisées si l'état de charge permet de dégager à la hausse ou à la baisse R_p pendant t3 (15 minutes)
- Les résultats de la simulation doivent être conformes à la stratégie de gestion de la charge décrite dans la fiche E1.
- Les dates et heures d'entrée et sortie de l'état de charge de la plage [SoC_{inf} ; SoC_{sup}] doivent correspondre aux situations Etat d'Alerte.
- En l'absence de mode Réserve, l'épuisement ou la saturation de stock doivent intervenir après libération d'ene énergieéquivalente à 15 minutes d'activation complète de R_p. Dans le cas contraire, la transition vers le mode Réserve doit débuter après libération d'une énergie équivalente à 10 minutes d'activation complète de R_p.
- Le comportement en Mode Réserve doit être conforme aux exigences du paragraphe « 3.2.4.5.5 Gestion de l'épuisement et de la saturation du stock » du cahier des charges des capacités constructives.
- Le renouvellement du stock est conforme aux exigences du paragraphe « 3.2.4.5.6 Renouvellementdu stock après épuisement ou saturation».
- TS PART.FSM conforme à l'état de l'unité.

consultation

ANNEXE 1 : Trame type pour restituer les données de simulation de la fiche I12

Fichier au format « .csv » :

- séparateur de colonne : « ; »
- Séparateur décimal : « . »

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G	Colonne H	Colonne I	Colonne J	Colonne K	Colonne L
Date au format jj/mm/aaaa HH:MM:SS (période d'échantillonnage de 10 secondes au plus, à préciser lors de l'envoi si elle est inférieure)	Fréquence en Hz, au mHz près au moins (optionnel si l'EdR ne participe pas au RPFP)	NiveauRSFP entre -1 et 1 (optionnel si l'EdR ne participe pas au RSFP)	Puissance en MW (valeur positive)	Puissance sans réglage en MW (valeur positive, optionnelle)	Puissance totale installation en MW (valeur positive si soutirage, optionnelle)	Etat d'Alerte (à 1 lorsque un état d'alerte est déclaré, sinon à 0)	Rp hausse (en MW)	Rp baisse (en MW)	K hausse (MW/Hz) lorsque f> fn	K baisse (MW/Hz) lorsque f < fn	SoC en %
01/07/2015 00:00	50.0245		25.32	25.121	24.32	0	1	1	25	5	50.05
01/07/2015 00:00	50.023		25.17	25	24.17	0	1	1	25	5	50.06
01/07/2015 00:00	50.022		24.8224	25	23.8224	0	1	1	25	5	50.07
01/07/2015 00:00	50.022		24.755	25	23.755	0	1	1	25	5	50.08
01/07/2015 00:00	50.023		24.91	25	23.91	0	1	1	25	5	50.09
01/07/2015 00:00	50.025		25.6231599	25	24.62315987	0	1	1	25	5	50.1
01/07/2015 00:01	50.031		25.80015	25.0145	24.80015	0	1	1	25	5	50.11

consultation

Légende des colonnes :

Colonne A : Date au format jj/mm/aaaa HH:MM:SS (période d'échantillonnage de 10 secondes au plus, à préciser lors de l'envoi si elle est inférieure)

Colonne B : Fréquence en Hz, au mHz près au moins

Colonne C : le cas échéant, Niveau RSFP (entre -1 et 1), valeur optionnelle, à compléter si l'EdR participe au réglage secondaire de fréquence

Colonne D : Puissance active en MW (valeur positive) ; Dans le cas d'une unité de stockage c'est la Puissance unité de stockage en MW (valeur positive si soutirage), Puissance réelle fournie par l'unité de stockage en mode quasi stationnaire, P= Pc + KdeltaF , cf trame type certification paragraphe 3

Colonne E : Puissance sans réglage en MW (valeur positive, optionnelle) ; Dans le cas d'une unité de stockage c'est la Puissance de consigne Pc à fn =50,00Hz de l'unité de stockage en MW (valeur positive si soutirage) , cf trame type certification paragraphe 3

Colonne F : le cas échéant, Pt, Puissance totale installation en MW (valeur positive si soutirage), valeur optionnelle ; Dans le cas d'une unité de stockage c'est la somme au point de raccordement de la puissance de l'unité de stockage et des autres process de l'installation (auxiliaires, consommation du site consommateur si raccordement sur un site consommateur)

Colonne G : Volume de réserve primaire Rp à la hausse programmé en MW lorsque f> fn ; Dans le cas d'une unité de stockage cf trame type certification paragraphe 3 mode FSM
Colonne H : Volume de réserve primaire Rp à la baisse programmé en MW lorsque f < fn ; Dans le cas d'une unité de stockage cf trame type certification paragraphe 3 mode FSM

Colonne I : Gain K à la hausse en MW/Hz lorsque f> fn ; Dans le cas d'une unité de stockage cf trame type certification paragraphe 3 mode FSM

Colonne J : Gain K à la baisse en MW/Hz lorsque f < fn ; Dans le cas d'une unité de stockage cf trame type certification paragraphe 3 mode FSM

Les colonnes suivantes sont spécifiques aux unités de stockage (les données fixes SoC max en %, SoC reserve sup en %, SoC sup en %, SoC inf en %, SoC reserve inf en %, SoC min en %, …, E en MWh, cf trame type certification paragraphe 2, sont à fournir en accompagnement du fichier)

Colonne K : Etat d'Alerte (à 1 lorsque un état d'alerte est déclaré, sinon à 0) ; cf Conditions Générales annexe 3

Colonne L : SoC en %, état de charge à un instant ; cf Conditions Générales annexe 3

consultation

consultation

FICHE I 15 : ETUDE HARMONIQUES

Condition d'application :

- Unités de type B, C, D (sur demande de RTE),

Fiche I15 : étude harmoniques
Simulations ou attestation ***Dossier intermédiaire***
Objectifs Les perturbations produites par l'unité de stockage, étudiées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites définies dans le cahier des charges des capacités constructives.
Description Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont : ▫ <u>Harmoniques en tension</u> • Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) V_h en % du fondamental • Taux global d'harmoniques $THD_{tension} = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} V_h^2}$ • Taux global d'harmoniques pairs $THD_{tension\ pair} = \sqrt{\sum_{h=1}^{25} V_{2h}^2}$ • Inter harmoniques (si étudiées) de 50 à 2500 Hz par défaut, 50 à 5000 Hz pour un raccordement HVDC
Conditions particulières Si le client considère que son installation respecte les critères de conformités, le rapport d'étude peut se limiter à une attestation de conformité.
Données d'entrée (RTE -->Stockeur) Les données ci-dessous sont définies dans l'article 8.3.4 de la DTR • LIH • hx_{LIMITE}, • THD_{LIMITE}, • $THD_{pair\ LIMITE}$, • $interhx_{LIMITE}$
Résultats (Stockeur -->RTE) Rapport d'étude décrivant ▫ les scénarios étudiés (utilisation normale de l'unité de production, scénario de maintenance de transformateur / générateur / liaison…), ▫ les données d'entrée, (schéma unifilaire du raccordement, impédance fréquentielle et émission harmonique d'un générateur, PV d'essai des transformateurs de puissance, caractéristiques des liaisons…), ▫ les méthodes utilisées (calcul des facteurs d'amplification, prise en compte des émissions RTE, des émissions client…), ▫ les résultats obtenus (tracés des facteurs d'amplification, niveaux harmoniques, THDs et inter harmoniques au PDR…), ▫ la conformité des résultats obtenus. Les simulations doivent couvrir le maximum de scénarios de fonctionnement du site. Le rapport doit se présenter sous la forme suivante : ▫ Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple) ▫ Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités) ▫ Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées

consultation

Critères de conformité

Les grandeurs calculées doivent être inférieures aux seuils communiqués par RTE au client

Les grandeurs à vérifier sont :

- Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) : $V_h < hx_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques $THD_{tension} < THD_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} < THD_{pair\ LIMITE}$
- Inter harmoniques (si mesurées) $interhx < interhx_{LIMITE}$

consultation

FICHE I 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT

Fiche I16.1 : version Type B

Condition d'application : Type B~~, C et D~~

Fiche I16.a : Validation du modèle phaseur ouvert (version type B)
Simulations et essais usine ***Dossier intermédiaire***
Contexte Le modèle de type phaseur (ou RMS) et dit « ouvert » doit permettre de simuler le comportement de l'unité de stockage dans les études de transitoires électromécaniques menées par RTE (stabilité transitoire, de fréquence et de tension). La description du modèle phaseur ouvert correspond aux informations fournies par le Stockeur dans la fiche E1 afin de permettre à RTE de l'implémenter dans son logiciel de simulation RMS de référence. L'adjectif « ouvert » rappelle qu'une boîte-noire (fichier compilé) ou un modèle digital sur un logiciel commercial n'est pas recevable à titre de livraison du modèle phaseur. Le processus de validation du modèle phaseur ouvert fournit par le Stockeur à RTE se fait en deux phases, d'abord lors d'études pour l'obtention de l'ION (Phase 1), et ensuite dans la phase d'essais pour l'obtention de la FON (Phase 2). Cette fiche porte sur la Phase 1. **Objectifs** Afin d'assurer la qualité et la précision du modèle phaseur ouvert fourni à RTE, le Stockeur doit démontrer que le comportement « réel » de l'unité de stockage peut être reproduit en simulation avec ce modèle sur un cadre précis. Cette fiche précise les conditions, périmètre et critères de conformités associés à la Phase 1 du processus de validation du modèle phaseur ouvert dans lesquelles le Stockeur doit comparer les résultats de simulations qu'il obtient avec ce modèle aux grandeurs électriques de « référence » (qui représentent le comportement réel de l'unité de stockage). En général, à ce stade les signaux de référence sont issus des essais en usine ou de simulations plus fines, avec par exemple un modèle EMT ou un modèle phaseur « détaillé » développé par le Stockeur dans la phase de conception. En cas de non-conformité aux exigences de validation du modèle phaseur (cf. section Critères de conformités), le Stockeur est tenu de fournir des justifications à RTE. Si nécessaire, le Stockeur devra envoyer une mise à jour de la description du modèle phaseur ouvert à RTE qui garantit le respect des critères de conformité ici exigés.
Description La Figure 1 montre un schéma de principe du raccordement d'une unité de stockage utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance qui rappelle le périmètre de la modélisation à considérer dans cette étude. Il se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE. 

consultation

Chapitre 8 – Trames types

Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

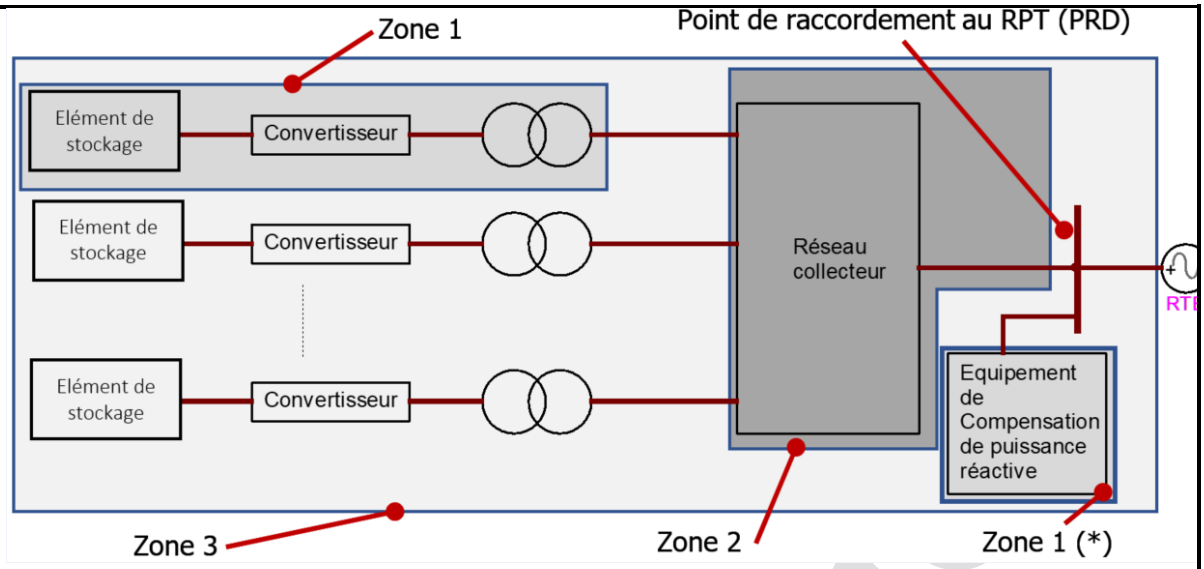


Figure 1. Schéma de principe du raccordement de l'unité de stockage

(*) : Si l'unité de stockage comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra aussi être effectuée à la Phase 1 d'une façon analogue à la validation de la Zone 1. Les données et les cas de simulation considérés pour ce cas particulier seront à convenir entre le Stockeur et RTE.

La validation du modèle phaseur ouvert se fera à minima sur 2 périmètres :

i. A la maille d'un élément de stockage de référence (i.e. Zone 1 dans Figure 1) et
ii. A la maille de l'unité de stockage (au point de raccordement, PDR, défini par la Zone 3 dans la Figure 1).

Les résultats obtenus avec le modèle phaseur ouvert implémenté par le Stockeur et correspondant aux informations fournies à RTE doivent être comparés aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de stockage. Seule la composante directe est considérée en cohérence avec les hypothèses de modélisation.

Il est à noter, qu'à test équivalent sur la Zone 3, les signaux de référence correspondent aux résultats fournis à RTE dans certaines fiches de performances dynamiques (I2, I5, I6, I7 et I10) pour les différentes grandeurs observées au PDR et pour les grandeurs de consigne.

Les écarts entre les résultats de simulation obtenus par le Stockeur en utilisant le modèle phaseur ouvert fourni à RTE et les signaux de référence reflétant le comportement réel de l'unité de stockage doivent être évalués sur la base de deux types d'indicateurs conformément aux normes IEC 61400-21-1:2019 et IEC 61400-27-2:2020 :

i. Les indicateurs de performance dynamique classiques : temps d'activation, de montée et d'établissement. Dans cette Fiche on évaluera aussi le dépassement.
ii. Trois type d'erreurs calculées à partir de l'écart point à point des séries temporelles ($x_e(n) = x_{sim}(n) - x_{mes}(n)$):
    - l'erreur moyenne (*Mean Error, ME*),
    - l'erreur moyenne absolue (*MAE, Mean Absolute Error*) et
    - l'erreur maximale (*MXE, Maximum Error*).

Les équations qui définissent ces erreurs sont rappelées dans le CdC CC (Article 8.3.4). Ici, seront précisées les hypothèses de filtrage et ré-échantillonage des signaux sur la base de préconisations des deux normes IEC indiquées. La Figure 2 montre l'implémentation retenue par RTE pour le contrôle de conformité.

Consultation

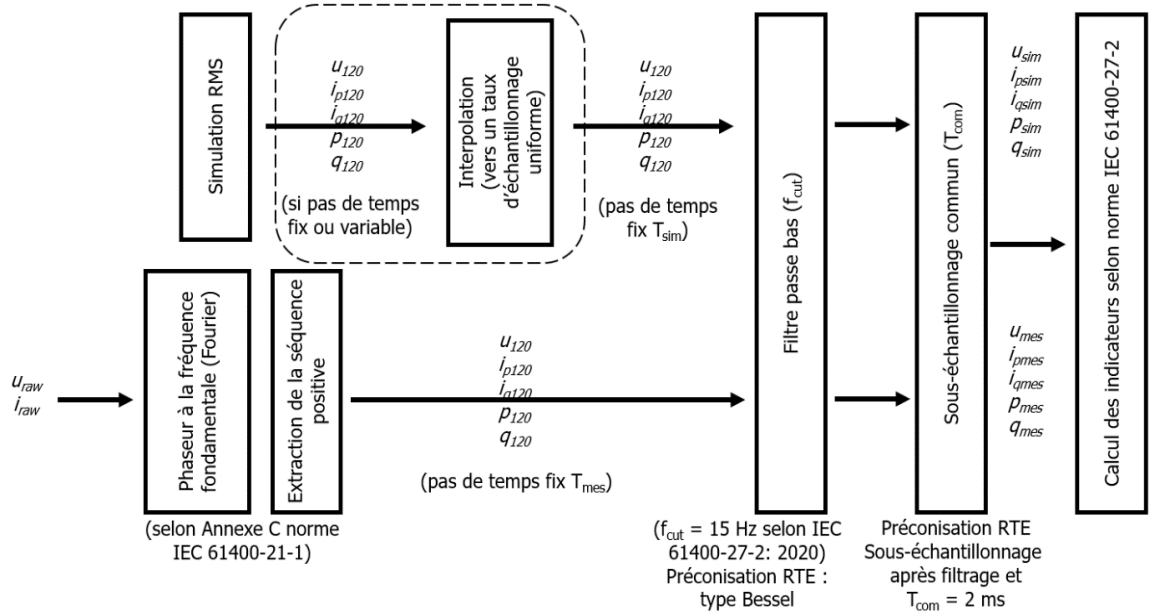


Figure 2. Chaîne de traitement du signal

Une fréquence de coupure à 15 Hz est exigée conformément aux préconisations de la norme IEC 61600-27-2 et un pas commun d'échantillonnage (Tcom) de 2 ms est conseillé[1] par RTE.

Pour les signaux à pas variables, la fonction de ré-échantillonage sera implémentée préférentiellement par une méthode d'interpolation, en prenant garde à ne pas introduire de déformation du signal d'origine dans l''interpolation (notamment en utilisant des méthodes d'interpolation qui ne font pas apparaître de phénomènes de Gibbs au niveau des discontinuités).

Concernant le type de filtre, la norme préconise l'utilisation d'un filtre passe-bas d'ordre deux. RTE conseille en particulier l'utilisation d'un filtre de *Bessel*, ou d'un filtre de *Butterworth* en deuxième choix, qui donne des résultats plus stables sur le calcul des indicateurs. Le sous-échantillonnage de mesures devra être effectué après le filtrage à 15 Hz. Le sous-échantillonnage peut être implémenté par un filtre anti-repliement numérique, en s'assurant des hypothèses de validité de celui-ci (utilisation possible sur des signaux d'entrée non sinusoïdaux par exemple).

Les fenêtres d'observation doivent être adaptées. Conformément à la norme IEC 61400-27-2 nous préconisons 1 secondes pour la période avant événement (régime établi initial) et 5 secondes après événement.

En cas d'impossibilité d'appliquer l'un ou la totalité de ces critères à l'élément de stockage (zone 1) et/ou à l'unité de stockage (zone 3), le Stockeur pourra proposer une autre méthode de validation. RTE se réserve le droit de refuser la proposition si les justifications techniques présentées sont jugées insuffisantes.

Tests à réaliser sur la Zone 1 (élément de stockage)

Les simulations devront être réalisées sur le circuit réduit montré dans la Figure 2. Le tableau 1 liste les tests à réaliser.

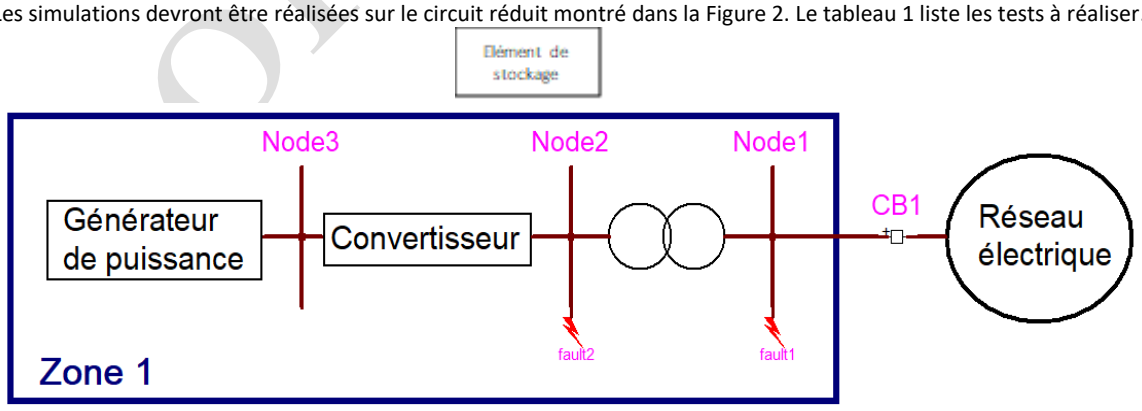


Figure 2. Points de mesure internes à la Zone 1 (au niveau d'un élément de stockage)

Tableau 1. Test à réaliser pour validation du modèle phaseur ouvert de la Zone 1

Cas	Evènements à simuler	Unode1	Pnode1	Qnode1	SCR[2]	Commentaire
Défauts fugitifs au nœud 1						
6	Défaut fugitif triphasé à la terre	Un	Pn	0	3	Durée du défaut : 150 ms
7	Défaut fugitif triphasé à la terre	Un	-Pn	0	10	Durée du défaut : 150 ms
8	Défaut fugitif triphasé à la terre	Un	Pn	Qmin	3	Durée du défaut : 150 ms
9	Défaut fugitif impédant triphasé	Un	Pn	0	3	Creux de tension de 0.5 Un. Durée 800 ms
10	Défaut fugitif impédant triphasé	Un	-Pn	0	3	Creux de tension de 0.7 Un. Durée 500 ms
Echelons et rampes						
13	Echelon de consigne de puissance active de -5%	Un	Pn	Qmin	3	
14	Rampe de fréquence de +500 mHz à 2 Hz/s sur la source AC	Un	Pn	0	3	
15	Echelon consigne de tension +5%Un si applicable	Un	-Pn	0	3	
16	Echelon de consigne de puissance réactive de -5%Qmax si applicable	Un	Pn	0	3	
17	Echelon de tension de +10% sur la source AC	0.95 Un	0.5 Pn	Qmin	10	
18	Echelon de tension de -10% sur la source AC	1.05 Un	-0.5 Pn	Qmax	10	
Défauts permanents au nœud 1						
23	Défaut permanent triphasé impédant à la terre (3ph-gnd)	Un	Pn	0	10	Défaut permanent. Creux de tension de 0.5 Un.
24	Défaut permanent triphasé franc à la terre (3ph-gnd)	Un	Pn	0	10	Défaut permanent (si déclenchement, le Stockeur indique l'instant)

[2]SCR signifie *Short Circuit Ratio* qui se traduit par « Rapport de Court-circuit » (cf. section Modélisation).

Pour chaque simulation, le Stockeur fournira les valeurs des paramètres au nœud 1 :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Pn : Puissance maximale de la zone 1
- Qmax : Puissance réactive maximale de la zone 1
- Qmin : Puissance réactive minimale de la zone 1

Ainsi que le point de fonctionnement en régime établi initial, défini par les paramètres ci-dessous :

- Unode1 : Composante directe de la tension au nœud 1
- Pnode1 : Puissance active au nœud 1
- Qnode1 : Puissance réactive au nœud 1

Le système est considéré toujours équilibré et il est en régime établi avant l'insertion de l'évènement.

Nota : le régime établi est défini comme l'état de fonctionnement dans lequel les variables d'état peuvent être considérées comme sensiblement constantes (IEC 60050-603:1986, 603-02-0). Numériquement, un seuil de variation (typiquement 0.1-0.2 % Xnominal) sur une fenêtre d'observation (typiquement 1 s), peut être utilisé comme référence.

Tests à réaliser sur la Zone 3 (unité de stockage)

La validation du modèle phaseur ouvert développé par le Stockeur et fourni à RTE sur le périmètre Zone 3 (unité de stockage complète vue du point de raccordement) s'effectue principalement sur la base des cas tests déjà considérés pour le contrôle de conformité des performances dynamiques (certaines fiches I). Par conséquent, les signaux de référence doivent correspondre aux résultats fournis à RTE dans les fiches de performance dynamique à test équivalent pour les différentes grandeurs observées au PDR et pour les grandeurs de consigne et les simulations suivantes doivent maintenant être réalisées par le Stockeur avec le modèle phaseur ouvert :

Fiches I2 :	Paragraphe « Echelon de consigne du réglage primaire de tension »
Fiches I5 :	Fiche complète
Fiche I6 :	Fiche complète
Fiche I7 :	Fiche complète

Consultation

Fiches I10 :	Fiche complète

En complément, des tests supplémentaires sont requis pour valider le modèle du régulateur du parc. Ces simulations seront effectuées dans les mêmes conditions de modélisation et de point de fonctionnement initial que celles indiquées dans la fiche I2, limitées à une impédance de réseau de valeur « b » (défini par RTE dans le CdC de CC).
Les évènements à simuler sont les suivants (avec limitations de rampe désactivées ou paramétrées au maximum s'il est impossible de les désactiver) :

- Modification de la consigne de puissance active -40%Pmax.
- A partir du point du fonctionnement du test précèdent (une fois le régime établi atteint), modification de consigne puissance active 40%Pmax.
- Modification de la consigne de puissance réactive 10%Pmax.
- A partir du point du fonctionnement du test précèdent (une fois le régime établi atteint), modification de la consigne de puissance réactive -20%Pmax.

Pour les deux derniers tests, si applicable la loi de réglage de l'unité de stockage est le réglage de puissance réactive, Qprod = Qcons, tel que défini dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives.

Données à stocker et fournir (nécessaires à la validation du modèle phaseur implémenté par RTE)

Pour chaque simulation (incluant les deux périmètres différentiés ci-dessus), le Stockeur devra inclure dans son rapport de validation du modèle phaseur ouvert (cf. section Résultats) tous les paramètres nécessaires pour reproduire chaque simulation par RTE. En particulier, le Stockeur indiquera les différentes consignes, calculées à partir des points de fonctionnement donnés, nécessaires à l'initialisation du modèle, ainsi que les modes de contrôle sélectionnés au départ de la simulation et ceux activés au cours du test.
Le Stockeur devra aussi livrer en format numérique les signaux de simulation et de référence utilisés dans le rapport de validation (cf. section Résultats) et préciser les traitements numériques (filtrage, ré-échantillonage, fenêtre d'observation…) réalisés pour le calcul des indicateurs. Ils doivent être conformes aux préconisations de cette fiche.
Ces données seront utilisées par RTE pour valider son implémentation du modèle phaseur ouvert (dans son logiciel phaseur de référence) effectué à partir de la description fournie par le Stockeur. Ainsi, cette « deuxième » validation est effectuée par RTE. Elle consiste à reproduire les résultats obtenus par le Stockeur sur la base de résultats de simulations obtenues par RTE en les comparant aux signaux de simulations et de référence utilisés par le Stockeur.

Modélisation

L'unité de stockage vue du point de raccordement est modélisée tel qu'illustré dans la Figure 1, incluant les éléments de stockage (zone 1), le réseau collecteur pouvant inclure typiquement un transformateur et éventuellement des lignes et/ou câbles (zone 2), ainsi que les systèmes de contrôle et protection au niveau de l'unité de stockage (zone 3).

a. Unité de stockage et élément de stockage

L'unité de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (E1). Ce modèle doit inclure à minima : l'élément de stockage, le convertisseur et transformateur élévateur (le cas échéant), les auxiliaires (simplifiés), les protections d'un élément et de l'unité de stockage, les régulateurs de tension, de fréquence et de puissance, ainsi que les limitations et délais de communications associées. Des modèles standards tels que le WECC ou l'IEC 61400-27-1 :2020 (applicable aux parcs de production éoliens) sont à privilégier. Cependant les paramètres doivent être spécifiquement définis pour l'unité de stockage à raccorder et ces éléments constitutifs. Une représentation agrégée des différents éléments de stockage (zone 1) basés sur la même technologie est requise.

b. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, à minima. Si le transformateur côté réseau dispose d'un régleur en charge, son fonctionnement doit aussi être modélisé. Des échanges entre le Stockeur et RTE seront nécessaires pour convenir du processus de validation de cette partie de modèle.

c. Réseau collecteur

Il s'agit du réseau équivalent entre le point de raccordement et les différents éléments de stockage. Il peut être modélisé par une résistance et une inductance équivalente comme montré dans la Figure 3.

Consultation

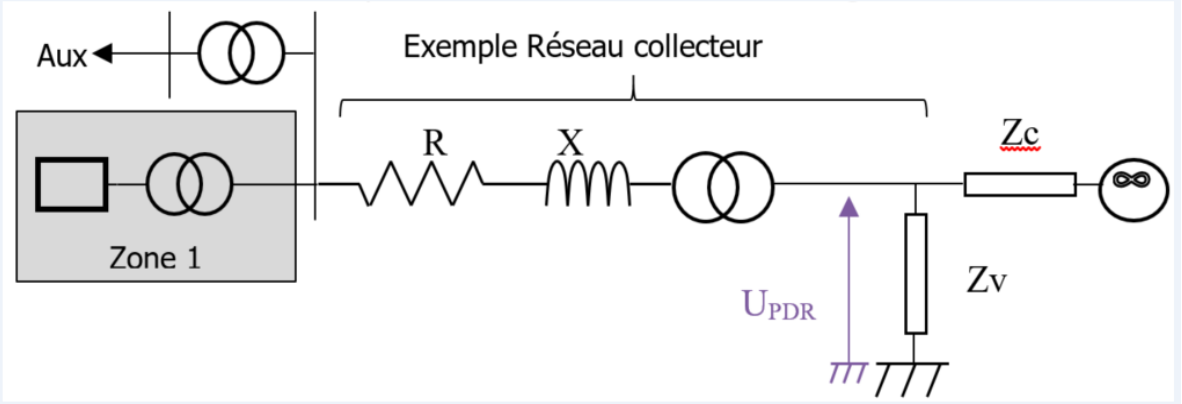


Figure 3. Modélisation phaseur du réseau interne

d. Le réseau public de transport

Le réseau est modélisé par un réseau infini (Tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement (Zcc).
R, X : impédance du réseau collecteur entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement
Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant au Point de Raccordement
Zcc (Rcc + jXcc) : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement.
Xcc/Rcc doit être égal à 10.
Xcc = $Un^2/(SCR * Pn)$ et source de tension AC à définir selon les conditions indiquées dans chaque test.
Si défaut impédant : Zv = Rv + j Xv, en considérant Rv = Xv/10.
La valeur des impédances utilisées sera à fournir par le Stockeur, et sera définie pour obtenir la valeur du creux de tension demandé en fin du régime de défaut.

Résultats (Stockeur → RTE)

1. Un rapport démontrant la validité du modèle phaseur ouvert implémenté par le Stockeur et fourni à RTE par rapport aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de stockage et aux critères de conformité ici indiqués, doit être livré, en incluant pour chaque test :
   - ○ Tracés (figures) des enregistrements (détaillés ci-après) avec légendes (grandeur mesurée et unités, signaux simulé vs. référence) et échelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées. Les tracés doivent inclure les phases de régime établi précédant et suivant chaque événement (quelques secondes, au moins 1 s et 5 s respectivement).
   - ○ Un tableau avec les résultats des indicateurs prescrits par le contrôle de conformité : le dépassement, temps d'activation, montée et établissement (si applicable), ainsi que les erreurs ME, MAE et MXE entre les signaux de simulation (avec modèle phaseur ouvert) et de référence. Les hypothèses de calcul doivent être explicitées.
   - ○ Résumé de tous les tests indiquant si les critères de conformité sont respectés (oui / non / explication).
   - ○ Tous les paramètres nécessaires pour reproduire chaque simulation par RTE.

2. Enregistrements (fichier numériques) avec une fréquence d'échantillonnage minimale des signaux temporels RMS (mesures et consignes, si applicable) de puissance active et réactive, tensions et courants. Ces signaux sont fournis au point de raccordement et aux différents nœuds d'intérêt montrés dans la Figure 1 et 2. Ils sont de 2 types :
   - ○ Les signaux de « simulation » du modèle phaseur ouvert,
   - ○ Les signaux de « référence ».

Ces signaux peuvent être de nature différente et doivent être les plus « purs » possible (moindre post-traitement)

- ○ Lorsque les signaux de référence sont obtenus à partir d'un outil de simulation EMT ou par des essais réels sur l'équipement : alors les données listées dans le tableau 1 de la Fiche I11 (validation du modèle EMT) pour les Etapes 1 et 3 doivent être fournies avec une fréquence d'échantillonnage minimale de **2 kHz** (en incluant des tensions et courants instantanées, cf. norme IEC 61400-21-1 :2019).

Consultation

- Lorsque les signaux de référence sont obtenus à partir d'un outil de simulation phaseur (ex. Eurostag, DigSilent, PSS/E, etc., comme pour les signaux de « simulation »), alors la fréquence d'échantillonnage préconisé par RTE est de 500 Hz (i.e. Tsim maximum de 2 ms si le solveur utilisé est à pas fixe). Si les résultats de simulations sont obtenus avec un solveur à pas variable, ils doivent être ainsi fournis.

Le traitement requis (filtrage et ré-échantillonnage) pour la comparaison avec les signaux RMS produits par RTE sera réalisé par RTE selon à la norme IEC 61400-21-1.

Enfin, une synchronisation entre les signaux de simulation et de référence est requise.

Concernant le format numérique accepté pour des signaux de référence fournis par le Stockeur, nous avons :

- COMTRADE : toutes les versions de la norme COMTRADE jusqu'à la version C37.111-2013 sont recevables. Les signaux de référence peuvent au choix être fournis sous forme d'une paire de fichiers aux formats DAT+CFG (les deux fichiers doivent dans ce cas avoir le même nom et ne différaient que par leur extension) ou d'un seul fichier au format CFF.
- EUROSTAG : le format EXP ASCII est supporté.
- CSV : le séparateur utilisé doit être le ";". Une colonne "temps" est requise.

La nature des enregistrements doit être précisée comme suit. En effet, des informations supplémentaires obligatoires doivent être fournies dans un fichier 'DICT' indépendamment du format du fichier de signaux de références.

Il doit avoir le même nom de fichier, mais avec l'extension .DICT. Ce fichier donne deux types d'informations qu'il est impossible de deviner par ailleurs :

- La correspondance entre les colonnes du fichier et les grandeurs attendues dans cette fiche.
- Les paramètres de simulation utilisées pour obtenir les courbes (dépendants de la fiche).

Le fichier DICT doit être écrit dans le format "INI". Plus précisément, ce fichier est interprété en utilisant le module suivant *configparser* de la librairie standard Python. La syntaxe précise est documentée dans le fichier suivant : https://docs.python.org/3/library/configparser.html#supported-ini-file-structure.

Le fichier DICT est constitué des deux parties décrites ci-dessous :

- Curves-Metadata : définit les paramètres utilisés pour l'obtention des signaux de référence et qui sont requis pour reproduire en simulation le test. Leur nombre varie suivant le test considéré. Par exemple:

'sim_type' : nature des signaux de référence (type EMT ou RMS).
'sim_t_event' : instant de l'évènement
'fault_duration' : durée du court-circuit en ms (si l'évènement est un court-circuit)
'frequency_sampling' : fréquence d'échantillonnage des signaux de référence

- Curves-Dictionary : définit la correspondance entre les grandeurs attendues (partie gauche de l'égalité) et les colonnes présentes dans le fichier de signaux de référence (partie droite de l'égalité). Par exemple :

[Curves-Metadata]	[Curves-Dictionary]
sim_type = emt	time = time
sim_t_event = 20.0	LineAll_line_P2Pu = Line_P
fault_duration = 0.0	LineAll_line_Q2Pu = Line_Q
frequency_sampling = 15	BusPDR_bus_terminal_V_a = Bus_V_a
	BusPDR_bus_terminal_V_b = Bus_V_b
	BusPDR_bus_terminal_V_c = Bus_V_c

Des modèles (*template*) des fichiers DICT, comprenant des commentaires, peuvent être fournies par RTE à la demande du Stockeur pour l'aider à soumettre à RTE les informations nécessaires dans le format demandé.

Critères de conformité

1. Le modèle phaseur doit au moins inclure les fonctionnalités suivantes avec des comportements statiques et transitoires proches de ceux obtenus par le constructeur (Zone 1)/Stockeur (Zone 3) dans ses outils de référence :
   - Réponse de la régulation de puissance active et de fréquence si applicable
   - Réponse du régulateur primaire de tension et de la régulation de puissance réactive si applicable
   - Limites et rampes statiques sur le courant et la puissance (active et réactive) pour toute la plage de tension
   - Comportement en cas de défaut : injection du courant réactif, priorisation de réactif et retour rapide de la puissance après défaut.
   - Tenue aux gabarits de creux de tension et surtension si applicable
   - Comportement de l'unité de stockage lors des oscillations de puissance et battements de tension

consultation

- Système de protection avec blocage et déclenchement le cas échant
- Respect des capacités constructives applicables
- Les transitions entre les différents modes de contrôle disponibles doivent se faire sans à-coup.

2. Fourniture des signaux de référence pour la validation du modèle en format numérique exploitable par RTE avec une description complète et claire (modèle DICT proposé par RTE décrit dans la section Résultats à privilégier) des signaux fournis : grandeur, point de mesure, filtrage si appliqué, instant d'occurrence de l'évènement…
   - L'échantillonnage et durée de l'enregistrement des sorties du modèle phaseur ouvert et des signaux de référence doivent être adaptés au phénomène observé et conforme à l'exigence (>2 kHz pour les signaux instantanés de référence si disponibles et autour de 500 Hz pour les signaux produits par des outils RMS – si pas fixe).
   - Ils incluent à minima les grandeurs RMS (tension, courant, puissance active et réactive) ainsi que les données demandées dans la Fiche I11 pour la validation du modèle EMT si applicable (grandeurs instantanées).
   - Les enregistrements doivent inclure les phases de régime établi précédant et suivant chaque événement (quelques secondes, a minima 1 s et 5 s respectivement).
3. Fourniture du rapport de validation conformément aux spécifications indiquées dans cette fiche. Pour chaque test :
   - Les courbes obtenues avec le modèle phaseur ouvert doivent être superposées aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de stockage avec des échelles et légendes adaptés.
   - Un tableau avec les résultats de calcul des indicateurs prescrit par le contrôle de conformité : dépassement, temps d'activation montée et établissement (si applicable), ainsi que le calcul des erreurs ME, MAE et MXE entre les résultats de simulation et les signaux de référence. Les hypothèses de calcul et traitement de signaux doivent être indiqués.
   - Un récapitulatif des résultats conforme/non-conforme par rapport aux seuils définis ci-après.

4. Pour les creux de tension : les seuils suivants s'appliquent pour les erreurs entre les signaux de simulation et de référence. Des fenêtres d'exclusion sur les transitoires à l'insertion (20 ms) et élimination du défaut (60 ms) peuvent être appliquées.

Lorsque les signaux de référence sont des résultats de simulation les erreurs maximales admissibles en pu (base Sn et In) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Puissance active			Puissance réactive			Courant actif			Curant réactif		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03
	Pendant événement	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03

Lorsque les signaux de référence sont des résultats d'essais les erreurs maximales admissibles en pu (base Sn et In) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Puissance active			Puissance réactive			Courant actif			Curant réactif		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07
	Pendant événement	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08
	Apres événement	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07

Concernant le retour de la puissance active après défaut, les recommandations de l'annexe F de la norme IEC-61400-27-2 s'appliquent. L'écart entre le temps pour retrouver 90% de la puissance avant défaut simulé et de référence ne doit pas dépasser le minimum entre 10% de sa valeur de référence et 100 ms, tenant compte des éventuelles rampes prévu en exploitation.

Consultation

5. Pour les tests de suivi de consigne : indépendamment de la nature du signal de référence, les erreurs maximales admissibles sur grandeur poursuivie en pu (base niveau de variation de consigne) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Grandeur asservie		
		MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.02	0.03
	Pendant événement	0.08	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.02	0.03

En ce qui concerne le temps de réaction, il devra être fourni – ainsi que l'écart à la référence - mais ne fera pas l'objet d'une validation par écart relatif

Description du test	Temps de montée $\Delta\tau_r$ (%)	Temps de réaction $\Delta\tau_a$ (%)	Temps d'établissement $\Delta\tau_s$ (%)	Dépassement ΔD (%)
	10	-	10	15

6. En régime établi après l'évènement, l'erreur moyenne absolue ne devra pas excéder 1%. Elle sera calculée en utilisant l'indicateur MAE. Il est supposé que ce critère est respecté à l'initialisation.

En cas d'écart non justifié par le Stockeur ou refusé par RTE, le Stockeur devra fournir une mise à jour du modèle qui respecte les critères de conformité indiqués ici.

consultation

Fiche I16.2 : version Type C/D

Condition d'application : Type C, D, ~~C et D~~

Fiche I16 : Validation du modèle phaseur ouvert (version Type C/D)

Simulations et essais usine
Dossier intermédiaire

Contexte

Le modèle de type phaseur (ou RMS) et dit « ouvert » doit permettre de simuler le comportement de l'unité de stockage dans les études de transitoires électromécaniques menées par RTE (stabilité transitoire, de fréquence et de tension).
La description du modèle phaseur ouvert correspond aux informations fournies par le Stockeur dans la fiche E1 afin de permettre à RTE de l'implémenter dans son logiciel de simulation RMS de référence. L'adjectif « ouvert » rappelle qu'une boîte-noire (fichier compilé) ou un modèle digital sur un logiciel commercial n'est pas recevable à titre de livraison du modèle phaseur.
Le processus de validation du modèle phaseur ouvert fournit par le Stockeur à RTE se fait en deux phases, d'abord lors d'études pour l'obtention de l'ION (Phase 1), et ensuite dans la phase d'essais pour l'obtention de la FON (Phase 2). Cette fiche porte sur la Phase 1.

Objectifs

Afin d'assurer la qualité et la précision du modèle phaseur ouvert fourni à RTE, le Stockeur doit démontrer que le comportement « réel » de l'unité de stockage peut être reproduit en simulation avec ce modèle sur un cadre précis.
Cette fiche précise les conditions, périmètre et critères de conformités associés à la Phase 1 du processus de validation du modèle phaseur ouvert dans lesquelles le Stockeur doit comparer les résultats de simulations qu'il obtient avec ce modèle aux grandeurs électriques de « référence » (qui représentent le comportement réel de l'unité de stockage).
En général, à ce stade les signaux de référence sont issus des essais en usine ou de simulations plus fines, avec par exemple un modèle EMT ou un modèle phaseur « détaillé » développé par le Stockeur dans la phase de conception.
En cas de non-conformité aux exigences de validation du modèle phaseur (cf. section Critères de conformités), le Stockeur est tenu de fournir des justifications à RTE. Si nécessaire, le Stockeur devra envoyer une mise à jour de la description du modèle phaseur ouvert à RTE qui garantit le respect des critères de conformité ici exigés.

Description

La Figure 1 montre un schéma de principe du raccordement d'une unité de stockage utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance qui rappelle le périmètre de la modélisation à considérer dans cette étude. Il se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE.

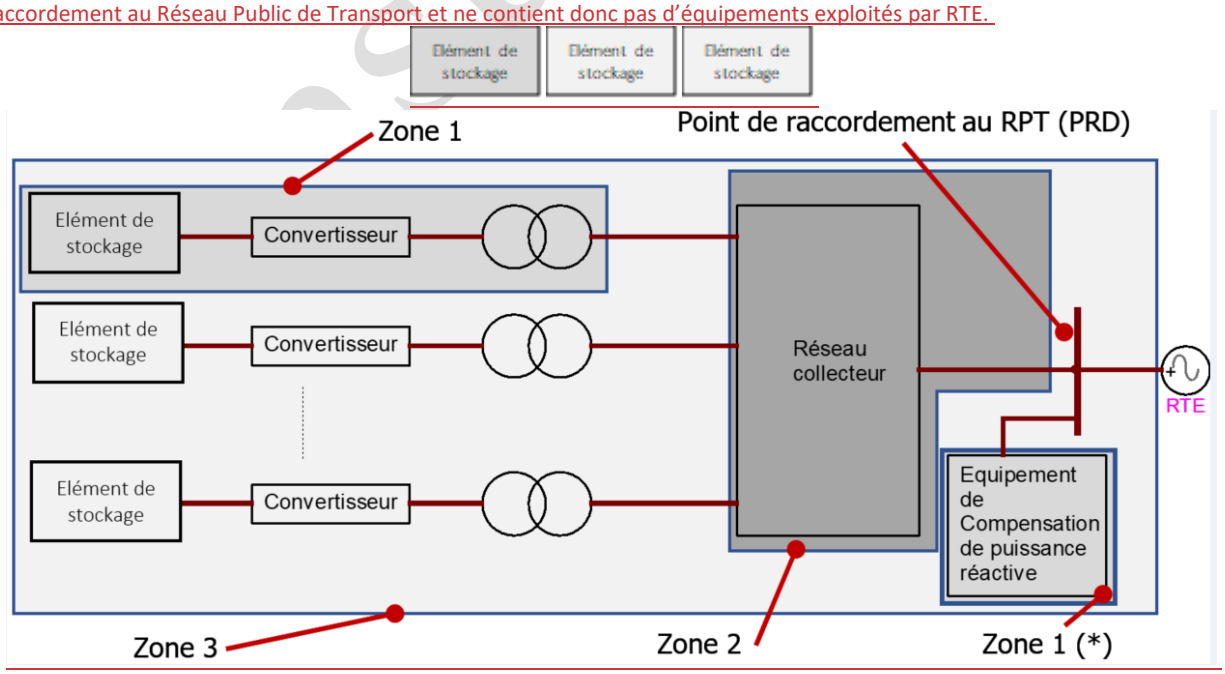


Figure 1. Schéma de principe du raccordement de l'unité de stockage

(*) : Si l'unité de stockage comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra aussi être effectuée à la Phase 1 d'une façon analogue à la validation de la Zone 1. Les données et les cas de simulation considérés pour ce cas particulier seront à convenir entre le Stockeur et RTE.

La validation du modèle phaseur ouvert se fera à minima sur 2 périmètres :

i. A la maille d'un élément de stockage de référence (i.e. Zone 1 dans Figure 1) et
ii. A la maille de l'unité de stockage (au point de raccordement, PDR, défini par la Zone 3 dans la Figure 1).

Les résultats obtenus avec le modèle phaseur ouvert implémenté par le Stockeur et correspondant aux informations fournies à RTE doivent être comparés aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de stockage. Seule la composante directe est considérée en cohérence avec les hypothèses de modélisation.

Il est à noter, qu'à test équivalent sur la Zone 3, les signaux de référence correspondent aux résultats fournis à RTE dans certaines fiches de performances dynamiques (I2, I5, I6, I7 et I10) pour les différentes grandeurs observées au PDR et pour les grandeurs de consigne. Sur la Zone 1-, les signaux de référence correspondent aux résultats fournis à RTE dans certaines fiches de performances dynamiques (I18) pour les différentes grandeurs observées en sortie de PGU (après le transformateur) et pour les grandeurs de consigne

Les écarts entre les résultats de simulation obtenus par le Stockeur en utilisant le modèle phaseur ouvert fourni à RTE et les signaux de référence reflétant le comportement réel de l'unité de stockage doivent être évalués sur la base de deux types d'indicateurs conformément aux normes IEC 61400-21-1:2019 et IEC 61400-27-2:2020 :

i. Les indicateurs de performance dynamique classiques : temps d'activation, de montée et d'établissement. Dans cette Fiche on évaluera aussi le dépassement.
ii. Trois type d'erreurs calculées à partir de l'écart point à point des séries temporelles (xe(n)= xsim(n)- xmes(n)):
    - l'erreur moyenne (*Mean Error, ME*),
    - l'erreur moyenne absolue (*MAE, Mean Absolute Error*) et
    - l'erreur maximale (*MXE, Maximum Error*).

Les équations qui définissent ces erreurs sont rappelées dans le CdC CC (Article 8.3.4). Ici, seront précisées les hypothèses de filtrage et ré-échantillonage des signaux sur la base de préconisations des deux normes IEC indiquées. La Figure 2 montre l'implémentation retenue par RTE pour le contrôle de conformité.

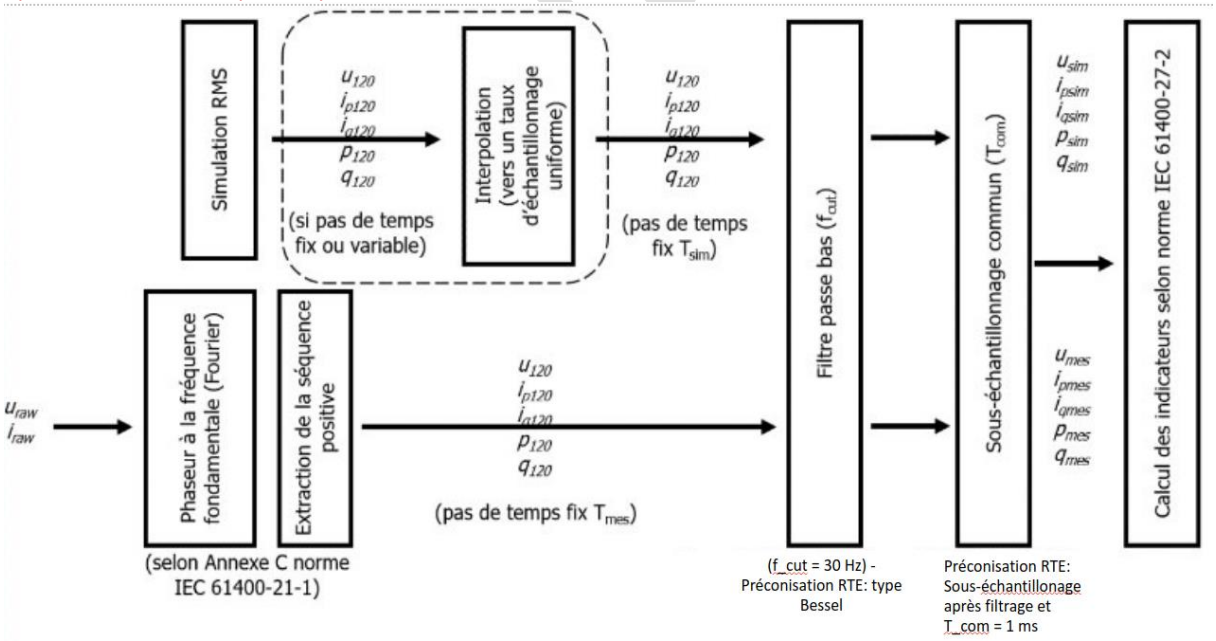


Figure 2. Chaîne de traitement du signal

Une fréquence de coupure à 30 Hz est exigée, étant donné les dynamiques de réponse des installations GFM, et un pas commun d'échantillonnage (Tcom) de 1 ms est conseillé par RTE.

Pour les signaux à pas variables, la fonction de ré-échantillonnage sera implémentée préférentiellement par une méthode d'interpolation, en prenant garde à ne pas introduire de déformation du signal d'origine dans l''interpolation (notamment en utilisant des méthodes d'interpolation qui ne font pas apparaître de phénomènes de Gibbs au niveau des discontinuités).

Concernant le type de filtre, la norme préconise l'utilisation d'un filtre passe-bas d'ordre deux. RTE conseille en particulier l'utilisation d'un filtre de *Bessel*, ou d'un filtre de *Butterworth* en deuxième choix, qui donne des résultats plus stables sur le calcul

des indicateurs. Le sous-échantillonnage de mesures devra être effectué après le filtrage à 30 Hz. Le sous-échantillonnage peut être implémenté par un filtre anti-repliement numérique, en s'assurant des hypothèses de validité de celui-ci (utilisation possible sur des signaux d'entrée non sinusoïdaux par exemple).
Les fenêtres d'observation doivent être adaptées. Conformément à la norme IEC 61400-27-2 nous préconisons 1 secondes pour la période avant événement (régime établi initial) et 5 secondes après événement.
En cas d'impossibilité d'appliquer l'un ou la totalité de ces critères à l'élément de stockage (zone 1) et/ou à l'unité de stockage (zone 3), le Stockeur pourra proposer une autre méthode de validation. RTE se réserve le droit de refuser la proposition si les justifications techniques présentées sont jugées insuffisantes.

Tests à réaliser sur la Zone 1 (élément de stockage)

Les simulations devront être réalisées sur le circuit réduit montré dans la Figure 2. Le tableau 1 liste les tests à réaliser.

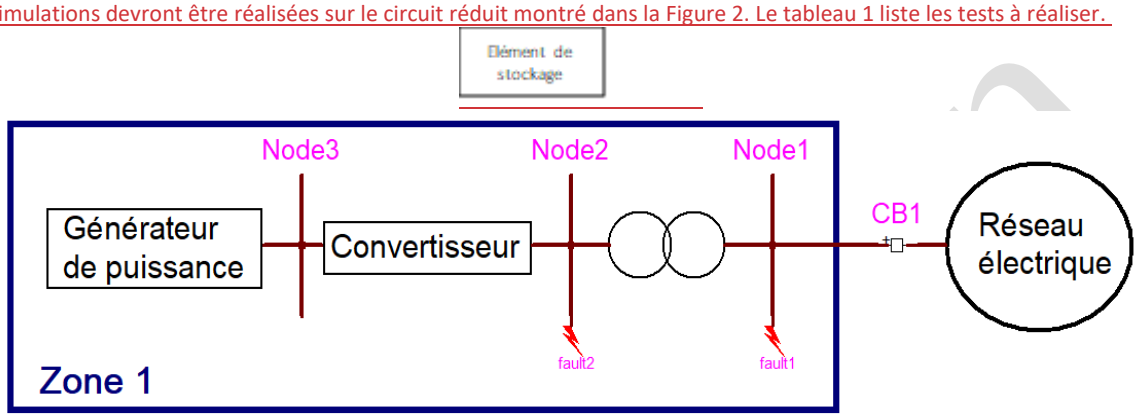


Figure 2. Points de mesure internes à la Zone 1 (au niveau d'un élément de stockage)

Tableau 1. Test à réaliser pour validation du modèle phaseur ouvert de la Zone 1

Cas	Evènements à simuler	Unode1	Pnode1	Qnode1	SCR²	Commentaire
Echelons et rampes						
11	Echelon de consigne de puissance active de -5%	Un	Pn	Qmin	2	-
12	Echelon consigne de tension +5%Un si applicable	Un	-Pn	0	2	-
13	Echelon de consigne de puissance réactive de -5%Qmax si applicable	Un	Pn	0	2	-
Fiche I18 :	Toutes les simulations réalisées pour les OC 2 et 3, pour les autres OC, seules les simulations amenant à une limitation du courant seront exigées.					

Pour chaque simulation, le Stockeur fournira les valeurs des paramètres au nœud 1 :

- Un : Tension nominale de la zone 1
- Pn : Puissance maximale de la zone 1
- Qmax : Puissance réactive maximale de la zone 1
- Qmin : Puissance réactive minimale de la zone 1

Ainsi que le point de fonctionnement en régime établi initial, défini par les paramètres ci-dessous :

- Unode1 : Composante directe de la tension au nœud 1
- Pnode1 : Puissance active au nœud 1
- Qnode1 : Puissance réactive au nœud 1

Le système est considéré toujours équilibré et il est en régime établi avant l'insertion de l'évènement.
Nota : le régime établi est défini comme l'état de fonctionnement dans lequel les variables d'état peuvent être considérées comme sensiblement constantes (IEC 60050-603:1986, 603-02-0). Numériquement, un seuil de variation (typiquement 0.1-0.2 % Xnominal) sur une fenêtre d'observation (typiquement 1 s), peut être utilisé comme référence.

Tests à réaliser sur la Zone 3 (unité de stockage)

La validation du modèle phaseur ouvert développé par le Stockeur et fourni à RTE sur le périmètre Zone 3 (unité de stockage complète vue du point de raccordement) s'effectue principalement sur la base des cas tests déjà considérés pour le contrôle de conformité des performances dynamiques (certaines fiches I). Par conséquent, les signaux de référence doivent correspondre aux résultats fournis à RTE dans les fiches de performance dynamique à test équivalent pour les différentes grandeurs observées au

Consultation

PDR et pour les grandeurs de consigne et les simulations suivantes doivent maintenant être réalisées par le Stockeur avec le modèle phaseur ouvert :

Fiches I2 :	Paragraphe « Echelon de consigne du réglage primaire de tension »
Fiche I6 :	Fiche complète
Fiche I7 :	Fiche complète
Fiches I10 :	Fiche complète

En complément, des tests supplémentaires sont requis pour valider le modèle du régulateur du parc. Ces simulations seront effectuées dans les mêmes conditions de modélisation et de point de fonctionnement initial que celles indiquées dans la fiche I2, limitées à une impédance de réseau de valeur « b » (défini par RTE dans le CdC de CC).
Les évènements à simuler sont les suivants (avec limitations de rampe désactivées ou paramétrées au maximum s'il est impossible de les désactiver) :

- Modification de la consigne de puissance active -40%Pmax.
- A partir du point du fonctionnement du test précèdent (une fois le régime établi atteint), modification de consigne puissance active 40%Pmax.
- Modification de la consigne de puissance réactive 10%Pmax.
- A partir du point du fonctionnement du test précèdent (une fois le régime établi atteint), modification de la consigne de puissance réactive -20%Pmax.

Pour les deux derniers tests, si applicable la loi de réglage de l'unité de stockage est le réglage de puissance réactive, Qprod = Qcons, tel que défini dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives.

Données à stocker et fournir (nécessaires à la validation du modèle phaseur implémenté par RTE)
Pour chaque simulation (incluant les deux périmètres différentiés ci-dessus), le Stockeur devra inclure dans son rapport de validation du modèle phaseur ouvert (cf. section Résultats) tous les paramètres nécessaires pour reproduire chaque simulation par RTE. En particulier, le Stockeur indiquera les différentes consignes, calculées à partir des points de fonctionnement donnés, nécessaires à l'initialisation du modèle, ainsi que les modes de contrôle sélectionnés au départ de la simulation et ceux activés au cours du test.
Le Stockeur devra aussi livrer en format numérique les signaux de simulation et de référence utilisés dans le rapport de validation (cf. section Résultats) et préciser les traitements numériques (filtrage, ré-échantillonage, fenêtre d'observation…) réalisés pour le calcul des indicateurs. Ils doivent être conformes aux préconisations de cette fiche.
Ces données seront utilisées par RTE pour valider son implémentation du modèle phaseur ouvert (dans son logiciel phaseur de référence) effectué à partir de la description fournie par le Stockeur. Ainsi, cette « deuxième » validation est effectuée par RTE. Elle consiste à reproduire les résultats obtenus par le Stockeur sur la base de résultats de simulations obtenues par RTE en les comparant aux signaux de simulations et de référence utilisés par le Stockeur.

Modélisation

L'unité de stockage vue du point de raccordement est modélisée tel qu'illustré dans la Figure 1, incluant les éléments de stockage (zone 1), le réseau collecteur pouvant inclure typiquement un transformateur et éventuellement des lignes et/ou câbles (zone 2), ainsi que les systèmes de contrôle et protection au niveau de l'unité de stockage (zone 3).

e. Unité de stockage et élément de stockage

L'unité de stockage doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche sur les données (E1). Ce modèle doit inclure à minima : l'élément de stockage, le convertisseur et transformateur élévateur (le cas échéant), les auxiliaires (simplifiés), les protections d'un élément et de l'unité de stockage, les régulateurs de tension, de fréquence et de puissance, ainsi que les limitations et délais de communications associées.

f. Transformateur

Les transformateurs sont modélisés par une résistance en série avec une inductance, à minima. Si le transformateur côté réseau dispose d'un régleur en charge, son fonctionnement doit aussi être modélisé. Des échanges entre le Stockeur et RTE seront nécessaires pour convenir du processus de validation de cette partie de modèle.

g. Réseau collecteur

Il s'agit du réseau équivalent entre le point de raccordement et les différents éléments de stockage. Il peut être modélisé par une résistance et une inductance équivalente comme montré dans la Figure 3.

consultation

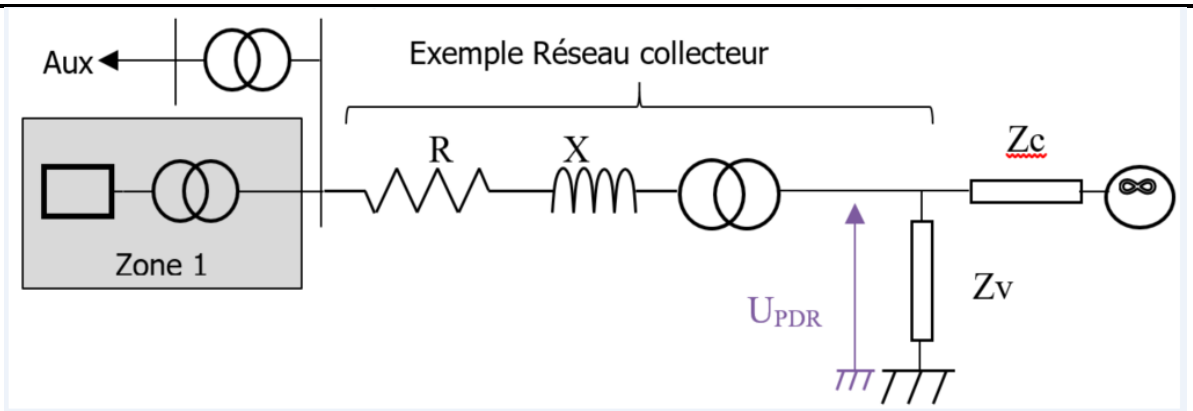


Figure 3. Modélisation phaseur du réseau interne

h. Le réseau public de transport

Le réseau est modélisé par un réseau infini (Tension et fréquence constante) et une impédance de court-circuit équivalente au point de raccordement (Zcc).
R, X : impédance du réseau collecteur entre la sortie du transformateur et le Point de Raccordement
Zv : Impédance variable permettant de simuler un défaut impédant au Point de Raccordement
Zcc (Rcc + jXcc) : Impédance de court-circuit du réseau vu du Point de Raccordement.
Xcc/Rcc doit être égal à 10.
Xcc = $Un^2/(SCR * Pn)$ et source de tension AC à définir selon les conditions indiquées dans chaque test.
Si défaut impédant : Zv = Rv + j Xv, en considérant Rv = Xv/10.
La valeur des impédances utilisées sera à fournir par le Stockeur, et sera définie pour obtenir la valeur du creux de tension demandé en fin du régime de défaut.

Résultats (Stockeur à RTE)

1. Un rapport démontrant la validité du modèle phaseur ouvert implémenté par le Stockeur et fourni à RTE par rapport aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de stockage et aux critères de conformité ici indiqués, doit être livré, en incluant pour chaque test :
   - ○ Tracés (figures) des enregistrements (détaillés ci-après) avec légendes (grandeur mesurée et unités, signaux simulé vs. référence) et échelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées. Les tracés doivent inclure les phases de régime établi précédant et suivant chaque événement (quelques secondes, au moins 1 s et 5 s respectivement).
   - ○ Un tableau avec les résultats des indicateurs prescrits par le contrôle de conformité : le dépassement, temps d'activation, montée et établissement (si applicable), ainsi que les erreurs ME, MAE et MXE entre les signaux de simulation (avec modèle phaseur ouvert) et de référence. Les hypothèses de calcul doivent être explicitées.
   - ○ Résumé de tous les tests indiquant si les critères de conformité sont respectés (oui / non / explication).
   - ○ Tous les paramètres nécessaires pour reproduire chaque simulation par RTE.

2. Enregistrements (fichier numériques) avec une fréquence d'échantillonnage minimale des signaux temporels RMS (mesures et consignes, si applicable) de puissance active et réactive, tensions et courants. Ces signaux sont fournis au point de raccordement et aux différents nœuds d'intérêt montrés dans la Figure 1 et 2. Ils sont de 2 types :
   - ○ Les signaux de « simulation » du modèle phaseur ouvert,
   - ○ Les signaux de « référence ».

   Ces signaux peuvent être de nature différente et doivent être les plus « purs » possible (moindre post-traitement)
   - ○ Lorsque les signaux de référence sont obtenus à partir d'un outil de simulation EMT ou par des essais réels sur l'équipement : alors les données listées dans le tableau 1 de la Fiche I11 (validation du modèle EMT) pour les Etapes 1 et 3 doivent être fournies avec une fréquence d'échantillonnage minimale de **2 kHz** (en incluant des tensions et courants instantanées, cf. norme IEC 61400-21-1 :2019).
   - ○ Lorsque les signaux de référence sont obtenus à partir d'un outil de simulation phaseur (ex. Eurostag, DigSilent, PSS/E, etc., comme pour les signaux de « simulation »), alors la fréquence d'échantillonnage préconisé par RTE est de 1 kHz (i.e. Tsim maximum de 1 ms si le solveur utilisé est à pas fixe). Si les résultats de simulations sont obtenus avec un solveur à pas variable, ils doivent être ainsi fournis.

Consultation

Le traitement requis (filtrage et ré-échantillonnage) pour la comparaison avec les signaux RMS produits par RTE sera réalisé par RTE selon à la norme IEC 61400-21-1.
Enfin, une synchronisation entre les signaux de simulation et de référence est requise.
Concernant le format numérique accepté pour des signaux de référence fournis par le Stockeur, nous avons :

- COMTRADE : toutes les versions de la norme COMTRADE jusqu'à la version C37.111-2013 sont recevables. Les signaux de référence peuvent au choix être fournis sous forme d'une paire de fichiers aux formats DAT+CFG (les deux fichiers doivent dans ce cas avoir le même nom et ne différaient que par leur extension) ou d'un seul fichier au format CFF.
- EUROSTAG : le format EXP ASCII est supporté.
- CSV : le séparateur utilisé doit être le ";". Une colonne "temps" est requise.

La nature des enregistrements doit être précisée comme suit. En effet, des informations supplémentaires obligatoires doivent être fournies dans un fichier 'DICT' indépendamment du format du fichier de signaux de références.
Il doit avoir le même nom de fichier, mais avec l'extension .DICT. Ce fichier donne deux types d'informations qu'il est impossible de deviner par ailleurs :

- La correspondance entre les colonnes du fichier et les grandeurs attendues dans cette fiche.
- Les paramètres de simulation utilisées pour obtenir les courbes (dépendants de la fiche).

Le fichier DICT doit être écrit dans le format "INI". Plus précisément, ce fichier est interprété en utilisant le module suivant *configparser* de la librairie standard Python. La syntaxe précise est documentée dans le fichier suivant : https://docs.python.org/3/library/configparser.html#supported-ini-file-structure.
Le fichier DICT est constitué des deux parties décrites ci-dessous :

- Curves-Metadata : définit les paramètres utilisés pour l'obtention des signaux de référence et qui sont requis pour reproduire en simulation le test. Leur nombre varie suivant le test considéré. Par exemple:
  - 'sim_type' : nature des signaux de référence (type EMT ou RMS).
  - 'sim_t_event' : instant de l'évènement
  - 'fault_duration' : durée du court-circuit en ms (si l'évènement est un court-circuit)
  - 'frequency_sampling' : fréquence d'échantillonnage des signaux de référence
- Curves-Dictionary : définit la correspondance entre les grandeurs attendues (partie gauche de l'égalité) et les colonnes présentes dans le fichier de signaux de référence (partie droite de l'égalité). Par exemple :

[Curves-Metadata]	[Curves-Dictionary]
sim_type = emt	time = time
sim_t_event = 20.0	LineAll_line_P2Pu = Line_P
fault_duration = 0.0	LineAll_line_Q2Pu = Line_Q
frequency_sampling = 30	BusPDR_bus_terminal_V_a = Bus_V_a
	BusPDR_bus_terminal_V_b = Bus_V_b
	BusPDR_bus_terminal_V_c = Bus_V_c

Des modèles (*template*) des fichiers DICT, comprenant des commentaires, peuvent être fournies par RTE à la demande du Stockeur pour l'aider à soumettre à RTE les informations nécessaires dans le format demandé.

Critères de conformité

1. Le modèle phaseur doit au moins inclure les fonctionnalités suivantes avec des comportements statiques et transitoires proches de ceux obtenus par le constructeur (Zone 1)/Stockeur (Zone 3) dans ses outils de référence :
   - Réponse de la régulation de puissance active et de fréquence si applicable
   - Réponse du régulateur primaire de tension et de la régulation de puissance réactive si applicable
   - Limites et rampes statiques sur le courant et la puissance (active et réactive) pour toute la plage de tension
   - Comportement en cas de défaut : injection du courant réactif, priorisation de réactif et retour rapide de la puissance après défaut.
   - Tenue aux gabarits de creux de tension et surtension si applicable
   - Comportement de l'unité de stockage lors des oscillations de puissance et battements de tension
   - Système de protection avec blocage et déclenchement le cas échant
   - Respect des capacités constructives applicables
   - Les transitions entre les différents modes de contrôle disponibles doivent se faire sans à-coup.
2. Fourniture des signaux de référence pour la validation du modèle en format numérique exploitable par RTE avec une description complète et claire (modèle DICT proposé par RTE décrit dans la section Résultats à privilégier) des signaux fournis : grandeur, point de mesure, filtrage si appliqué, instant d'occurrence de l'évènement…

Consultation

- L'échantillonnage et durée de l'enregistrement des sorties du modèle phaseur ouvert et des signaux de référence doivent être adaptés au phénomène observé et conforme à l'exigence (>2 kHz pour les signaux instantanés de référence si disponibles et autour de 1 kHz pour les signaux produits par des outils RMS – si pas fixe).
- Ils incluent à minima les grandeurs RMS (tension, courant, puissance active et réactive) ainsi que les données demandées dans la Fiche I11 pour la validation du modèle EMT si applicable (grandeurs instantanées).
- Les enregistrements doivent inclure les phases de régime établi précédant et suivant chaque événement (quelques secondes, a minima 1 s et 5 s respectivement).

3. Fourniture du rapport de validation conformément aux spécifications indiquées dans cette fiche. Pour chaque test :
   - Les courbes obtenues avec le modèle phaseur ouvert doivent être superposées aux signaux de référence du comportement dynamique de l'unité de stockage avec des échelles et légendes adaptés.
   - Un tableau avec les résultats de calcul des indicateurs prescrit par le contrôle de conformité : dépassement, temps d'activation montée et établissement (si applicable), ainsi que le calcul des erreurs ME, MAE et MXE entre les résultats de simulation et les signaux de référence. Les hypothèses de calcul et traitement de signaux doivent être indiqués.
   - Un récapitulatif des résultats conforme/non-conforme par rapport aux seuils définis ci-après.

4. Pour les creux de tension : les seuils suivants s'appliquent pour les erreurs entre les signaux de simulation et de référence. Des fenêtres d'exclusion sur les transitoires à l'insertion (20 ms) et élimination du défaut (60 ms) peuvent être appliquées.

Lorsque les signaux de référence sont des résultats de simulation les erreurs maximales admissibles en pu (base Sn et In) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Puissance active			Puissance réactive			Courant actif			Curant réactif		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03
	Pendant événement	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03

Lorsque les signaux de référence sont des résultats d'essais les erreurs maximales admissibles en pu (base Sn et In) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Puissance active			Puissance réactive			Courant actif			Curant réactif		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07
	Pendant événement	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08
	Apres événement	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07	0.08	0.04	0.07

Concernant le retour de la puissance active après défaut, les recommandations de l'annexe F de la norme IEC-61400-27-2 s'appliquent. L'écart entre le temps pour retrouver 90% de la puissance avant défaut simulé et de référence ne doit pas dépasser le minimum entre 10% de sa valeur de référence et 100 ms, tenant compte des éventuelles rampes prévu en exploitation.

5. Pour les tests de suivi de consigne : indépendamment de la nature du signal de référence, les erreurs maximales admissibles sur grandeur poursuivie en pu (base niveau de variation de consigne) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Grandeur asservie		
		MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.02	0.03
	Pendant événement	0.08	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.02	0.03

Consultation

En ce qui concerne le temps de réaction, il devra être fourni – ainsi que l'écart à la référence - mais ne fera pas l'objet d'une validation par écart relatif

Description du test	Temps de montée $\Delta\tau_r$ (%)	Temps de réaction $\Delta\tau_a$ (%)	Temps d'établissement $\Delta\tau_s$ (%)	Dépassement ΔD (%)
-	10	-	10	15

-

Dans le cas de variation appliquée au noeud infini, et donc pour les tests de la zone 1 s'appuyant sur la fiche I18 et n'étant pas des tests de court-circuit, des fenêtres d'exclusion de 20 ms peuvent être appliquées au moment de la variation.

6. En régime établi après l'évènement, l'erreur moyenne absolue ne devra pas excéder 1%. Elle sera calculée en utilisant l'indicateur MAE. Il est supposé que ce critère est respecté à l'initialisation.

En cas d'écart non justifié par le Stockeur ou refusé par RTE, le Stockeur devra fournir une mise à jour du modèle qui respecte les critères de conformité indiqués ici.

consultation

FICHE I18 : GRID FORMING

Condition d'application : Type C, D

Cf. document « Art 8.3.3 Fiche I18 – GridForming » joint pour la consultation

consultation

FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS

Condition d'application : Type B, C, D, à la maille de l'installation

FICHE F 1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATIONS
Essais réels ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'essai vise à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements de l'installation associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information. Cette fiche est à réaliser en premier. Cette fiche constitue la dernière des trois étapes (Fiches E4/I9/F1) du contrôle de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations.
Description Chaque équipement de l'installation sera testé en liaison avec RTE et dans le respect des protocoles d'échanges. Test de l'ensemble des équipements dédiés aux échanges d'information entre l'installation et le centre de conduite RTE en réalisant la première injection.
Conditions particulières Tous les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE -->Stockeur) Le cahier des charges système d'information annexé à la convention de raccordement
Résultats (Stockeur -->RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échanges. La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats ».

consultation

FICHE F 2 : COUPLAGE AU RESEAU

Condition d'application : Type B, C, D

FICHE F 2 : COUPLAGE AU RESEAU
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs Le couplage au RPT doit être assuré par un organe de coupure appartenant au stockeur. Le couplage doit être possible dans la plage de fréquence 49 Hz – 51 Hz, et lorsque la tension au point de raccordement se situe dans une plage de tension correspondant au domaine normal de fonctionnement du réseau. Dans le cas d'un couplage synchrone, l'unité de stockage ne doit être couplée au RPT que lorsque les conditions suivantes sont respectées : ▫ écart de fréquence inférieur à 0,1 Hz, ▫ écart de tension inférieur à 10 %, ▫ écart de phase inférieur à 10°.
Description ▫ **Essai 1 :** enclenchement du transformateur principal. ▫ **Essai 2 :** couplage d'une unité de stockage au réseau. ▫ **Essai 3 :** montée en puissance de l'unité de stockage de $P_{max\ soutirage\ unité}$ à $P_{max\ injection\ unité}$ ▫ **Essai 4 :** baisse de puissance de l'unité de stockage de $P_{max\ injection\ unité}$ à $P_{max\ soutirage\ unité}$ Les essais 3 et 4 seront réalisés si nécessaire avec les différentes pentes de fonctionnement déclarées dans la fiche E1.
Conditions particulières ▫ L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE. ▫ L'unité de stockage ne participe ni aux réglages primaire et secondaire de la fréquence, ni au réglage secondaire de la tension au moment des essais.
Données d'entrée (RTE -->Stockeur) S_{cc} du jour de l'essai : $S_{cc\ essai}$ $S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières
Résultats (Stockeur -->RTE) ▫ Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures. ▫ Enregistrements des signaux temporels suivants pour chacun des essais : ○ Tension composée efficace au point de raccordement. ○ Puissance active fournie par l'unité de stockage au point de raccordement. ○ Puissance réactive fournie par l'unité de stockage au point de raccordement. Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz pour les essais 3 et 4, ainsi qu'un zoom sur les transitoires. Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante : ▫ Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple). ▫ Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités). ▫ Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.
Critères de conformité Pour tous les essais: ▫ Pas de déclenchement lors des mises sous tension. ▫ Pour l'à-coup de tension au point de raccordement : ○ la limite acceptable de l'à-coup de tension, $lim_{à\text{-}coup}$ est égale à : ***Condition d'application : Unité raccordée en HTB 1 ou 2***

Consultation

Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 5%
Si Scc min < [Scc de référence] : 5% . [Scc de référence]/ Scc min

Condition d'application : Unité raccordée en HTB 3
Si Scc min ≥ [Scc de référence] : 3%
Si Scc min < [Scc de référence] : 3% . [Scc de référence]/ Scc min

- A-coup de tension ΔU au point de raccordement le jour de l'essai :
  $\Delta U \leq lim_{\text{à-coup}} . S_{cc\ min} / S_{cc\ essai}$
  Avec $S_{cc\ essai}$= valeur de la puissance de court-circuit le jour de l'essai.
  $S_{cc\ min}$ donné dans les conditions particulières

Pour l'essai 3 :
- L'unité réussit à monter en puissance sans perturbation de la tension (les enregistrements doivent corroborer cela).

Pour l'essai 4 :
- L'unité de stockage réussit à baisser à $P_{max\ soutirage\ unité}$ sans perturbation de la tension (les enregistrements doivent corroborer cela).

Pour les essais 3 et 4 :
- la pente de montée ou de baisse de charge mesurée lors de l'essai est cohérente avec celle renseignée par le stockeur pour chacune des configurations possibles dans la liste des données (fiche E1).

consultation

FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Condition d'application : Types B, C, D

FICHE F 3 : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Essais réels
Dossier final

Objectifs
Les perturbations produites par l'unité de stockage (en injection et en soutirage), mesurées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites autorisées.

Description
Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont :

- Fluctuations rapides de la tension (flicker)
  - Valeur du Pst (tel que défini dans la publication CEI 61000-4-15)
- Déséquilibre
  - Taux de déséquilibre de la tension en %
- Harmoniques
  - Valeur des injections harmoniques (rangs 2 à 40) I_{hn} en A
  - Taux global d'harmonique = $?_g = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_{hn}^{\,2}} \cdot \frac{\sqrt{3}U_n}{S}$

    où U_n est la valeur de la tension nominale au point de raccordement
    S est la puissance apparente maximale de l'unité de stockage tant que celle-ci reste inférieure à 5% de S_{cc}. Sinon elle est considérée égale à 5% de S_{cc}.

Conditions particulières
Les essais doivent être réalisés en coordination avec RTE, sur plusieurs jours afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'unité, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de puissance active en injection et en soutirage, à charge maximale et à charge minimale en injection et en soutirage, réglage de fréquence en injection et en soutirage, …).
Pour les mesures de flicker, l'appareil de mesure doit être conforme à la classe F1 de la norme 61000-4-30.

Puissance de court-circuit au point de raccordement

Si la puissance de court-circuit du RPT au point de raccordement est inférieure à la [Scc de référence], les limites de perturbations de tension (à-coup, flicker et déséquilibre) indiquées ci-dessous dans le paragraphe **Critères de conformité** sont à modifier en les multipliant par le rapport entre la valeur de puissance de court-circuit de référence correspondante indiquée ci-dessus et la puissance de court-circuit effectivement fournie par le RPT au PDR et donnée par RTE.

Niveau de tension	HTB 1	HTB 2	HTB 3
Scc de référence	400 MVA	1500 MVA	7000MVA

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)
S_{cc} du jour de l'essai : $S_{cc\ essai}$
$S_{cc\ min}$ donnée dans les conditions particulières

consultation

Résultats (Stockeur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements au point de raccordement de l'unité des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes (pour la tension, on considère les tensions composées).

Ces enregistrements doivent être réalisés sur plusieurs jours et être représentatifs d'un fonctionnement normal du site. Ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes.
Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

consultation

Critères de conformité

Unité de stockage raccordée en HTB 1 ou HTB 2

- Papillotement : Pst_{max} = **1** (à modifier si Scc min < Scc de référence)

papillotement au point de raccordement le jour de l'essai :
Pst ≤ Pst_{max}. Scc min /Scc essai

- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = **1** % (à modifier si Scc min < Scc de référence)

déséquilibre au point de raccordement le jour de l'essai :
taux de déséquilibre ≤ taux de déséquilibre max . Scc min /Scc essai

- Harmoniques : courants harmoniques maximaux

$$I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	6,5	2	3
5 et 7	8	4	1,5
9	3	> 4	1
11 et 13	5		
> 13	3		

Taux global max : $\theta_{g\ max}$ = 8 %

La conformité aux exigences relatives aux courants harmoniques doit être garantie pour une valeur maximale de taux de composante inverse de la tension alternative au PDL de 1%.

Unité de stockage raccordée en HTB 3

- Papillotement : Pst_{max} = **0,6** (à modifier si Scc min < Scc de référence)

papillotement au point de raccordement le jour de l'essai :
Pst ≤ limpapillotement . Scc min /Scc essai

- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = **0,6** % (à modifier si Scc min < Scc de référence)

déséquilibre au point de raccordement le jour de l'essai :
taux de déséquilibre ≤ limdéséquilibre . Scc min /Scc essai

- Harmoniques : courants harmoniques maximaux

$$I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	3,9	2	1,8
5 et 7	4,8	4	0,9
9	1,8	> 4	0,6
11 et 13	3		
> 13	1,8		

Taux global max : $\theta_{g\ max}$ = **4,8** %

consultation

La conformité aux exigences relatives aux courants harmoniques doit être garantie pour une valeur maximale de taux de composante inverse de la tension alternative au PDL de 1%.

consultation

FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE

Condition d'application :

- **Unités de type B, C, D (sur demande de RTE),**

FICHE F 3 BIS : QUALITE DE L'ELECTRICITE
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs Les perturbations produites par l'unité de stockage, mesurées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites définies dans le cahier des charges des capacités constructives. **Prérequis** : RTE réalise une campagne de mesure au PDR, avec raccordement à vide et s'assure de la conformité des niveaux mesurés par rapport à ceux estimés dans l'étude RTE.
Description Les perturbations qui seront étudiées au point de raccordement de l'unité sont : ▫ Harmoniques en tension • Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) V_h en % du fondamental • Taux global d'harmoniques $THD_{tension} = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} V_h^2}$ • Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} = \sqrt{\sum_{h=1}^{25} V_{2h}^2}$ • Inter harmoniques (si mesurées) de 50 à 2500 Hz par défaut, 50 à 5000 Hz pour un raccordement HVDC
Conditions particulières Les essais doivent être réalisés en coordination avec RTE, au moins pendant une semaine (nuit et jour), afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'unité de production, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de charge, …). Pour les ENR une phase de couplage découplage est requise. Si possible, ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes Les mesures harmoniques sont réalisées conformément à la classe 1 de l'IEC 61000-4-7
Données d'entrée (RTE -->Stockeur) Les données ci-dessous sont définies dans l'article 8.3.4 de la DTR • hx_{LIMITE}, • THD_{LIMITE}, • $THD_{pair\ LIMITE}$, • $interhx_{LIMITE}$
Résultats (Stockeur -->RTE) ▫ Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures. ▫ Enregistrements au point de raccordement de l'unité des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes (pour la tension, on considère les tensions simples). Ces enregistrements doivent être réalisés au moins pendant une semaine (nuit et jour) et être représentatifs d'un fonctionnement normal du site. Ces enregistrements doivent aussi inclure une période de plusieurs heures pendant laquelle l'unité n'est pas connectée au réseau, afin de mesurer les perturbations ambiantes. Les enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante : ▫ Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple). ▫ Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités). ▫ Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Consultation

Critères de conformité

Le prérequis décrit dans les objectifs de la présente fiche doit être respecté.

Les grandeurs mesurées doivent être inférieures aux seuils calculés et communiqués par RTE au client selon le processus décrit dansl'article 8.3.4 de la DTR.

Les grandeurs à vérifier sont :

- Valeur des tensions harmoniques (rangs 2 à 50 par défaut, rangs 2 à 100 pour un raccordement HVDC) : $V_h < hx_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques $THD_{tension} < THD_{LIMITE}$
- Taux global d'harmoniques paires $THD_{tension\ pair} < THD_{pair\ LIMITE}$
- Inter harmoniques (si mesurées) $interhx < interhx_{LIMITE}$

consultation

FICHE F 4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Conditions d'application : Types C, D

FICHE F4 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Essais réels
Dossier final

Objectifs

En cas de déséquilibre entre puissance injectée et soutirée sur le réseau (aléas, montée de charge,…), toute unité de stockage participant au réglage fréquence-puissance doit adapter la puissance injectée ou soutirée dans un laps de temps suffisamment court, dans les proportions voulues et une durée suffisante.

Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation (gain dissymétrique par exemple), les essais réalisés peuvent être adaptés afin de permettre de valider le fonctionnement de l'unité et si l'installation comporte plusieurs unités afin de permettre de valider le fonctionnement de l'ensemble des unités. Il pourra ainsi servir à l'obtention de la certification.

Description

L'unité de stockage étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

[**Condition d'application** : unité ne disposant pas du mode Réserve]

- **Essai 1 : Cas d'une baisse de fréquence : vérification volume et maintien R_p et dynamique temporelle**

  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du dispositif assurant le réglage de fréquence.

  L'unité de stockage est à la puissance P_{essai1} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex. : puissance de consigne à Pc maximum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration en état normal de fréquence)

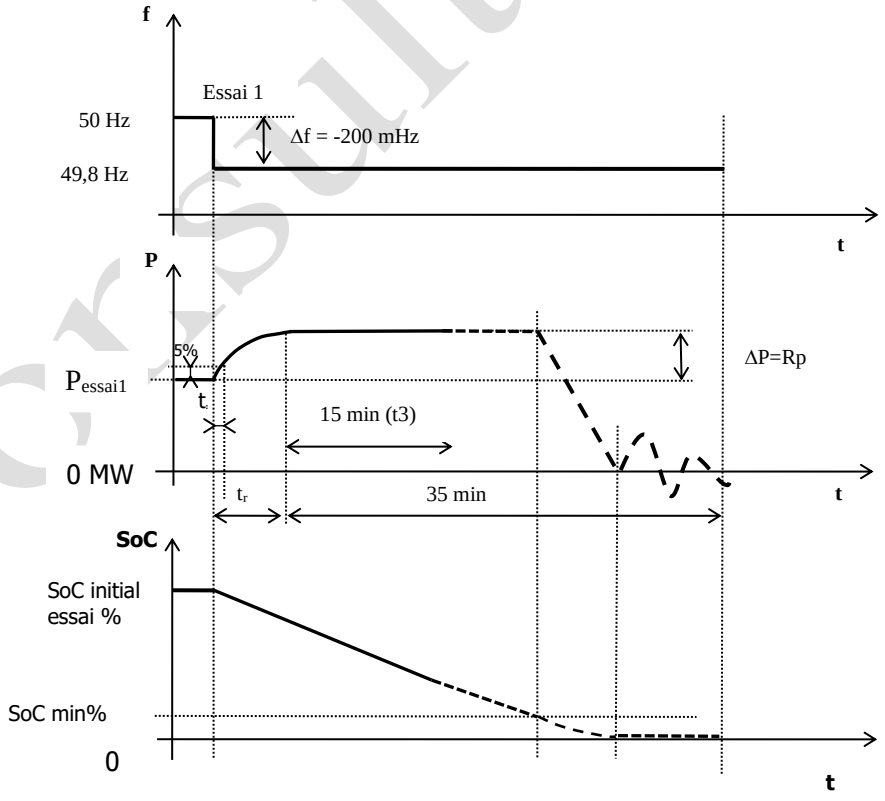


Figure 1

Consultation

t_i : temps au bout duquel la réponse en puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de la réserve primaire R_p

[**Condition d'application** : unité disposant du mode Réserve]

- **Essai 1bis : Cas d'une baisse de fréquence : vérification volume, maintien R_p, dynamique temporelle et mode Réserve**
  Injection artificielle au niveau du dispositif assurant le réglage de fréquence d'un profil de fréquence correspondant au profil suivant :
  - Echelon de fréquence Δf = - 200 mHz pendant 5 minutes
  - Puis chronique une fréquence basée sur l'historique et indiquée en annexe décalée d'un offset de -300 mHz
    Cet offset de -300 mHz est maintenu tant que l'unité n'a pas fonctionné a minima pendant 5 minutes en mode Réserve établi
  - Retrait de l'offset et poursuite de la chronique de fréquence
    Maintien de la chronique de fréquence sans offset jusqu'à rebasculer en réglage normal pendant 5 minutes

  L'unité est à la puissance P_{essai1} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex. : puissance de consigne à Pc maximum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration en état normal de fréquence).

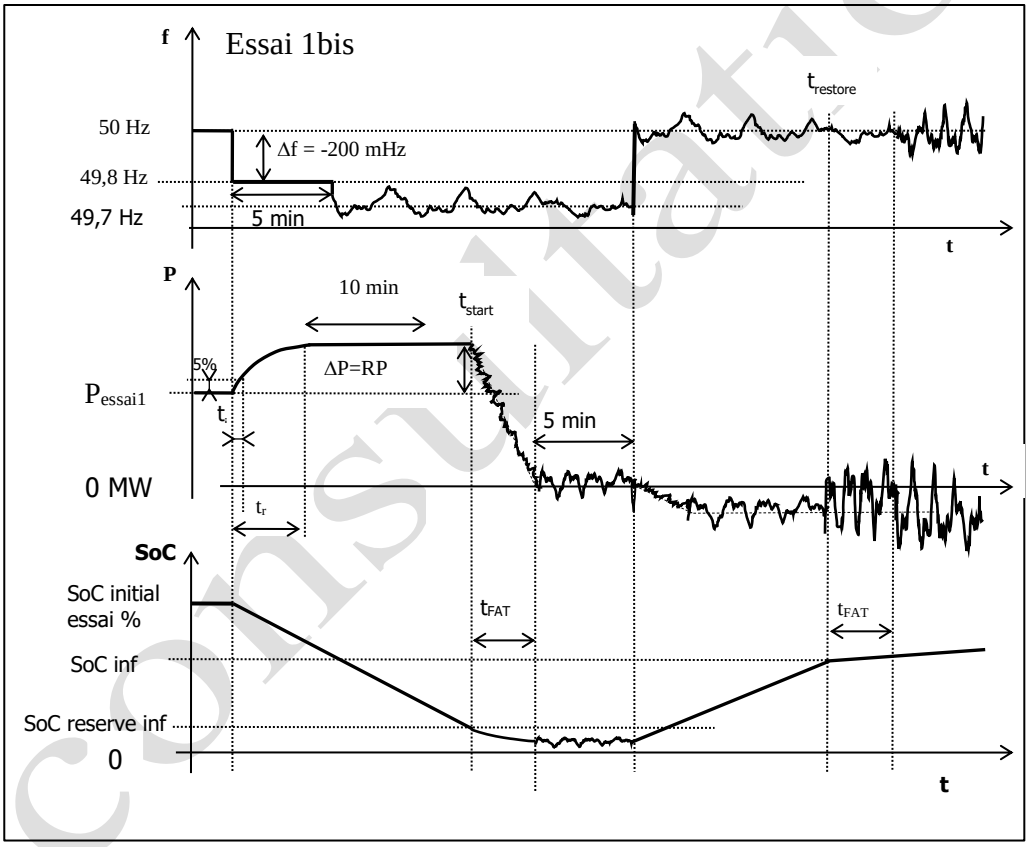


Figure 1

t_i : temps au bout duquel la réponse en puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de la réserve primaire R_p

[**Condition d'application** : toutes les unités]

- **Essai 2 : Cas d'une hausse de fréquence : vérification volume et maintien R_p et dynamique temporelle**
  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 200 mHz pendant 35 min au niveau du régulateur primaire de fréquence.

consultation

L'unité de stockage est à la puissance P_{essai2} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex. : puissance de consigne à Pc minimum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration en état normal de fréquence).

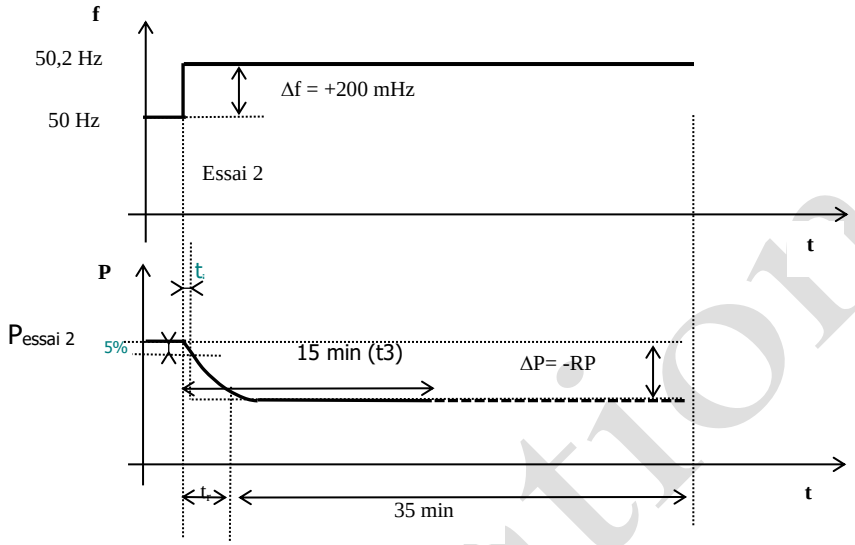


Figure 2

t_i : temps au bout duquel la réponse en puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % $-R_P$

- **Essai 3 : Cas d'une baisse de fréquence : dynamique temporelle sur petit échelon**

Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 50 mHz au niveau du régulateur primaire de fréquence pendant 5 minutes.

L'unité de stockage est à la puissance P_{essai3} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité à laquelle on soustrait la réserve primaire R_p.

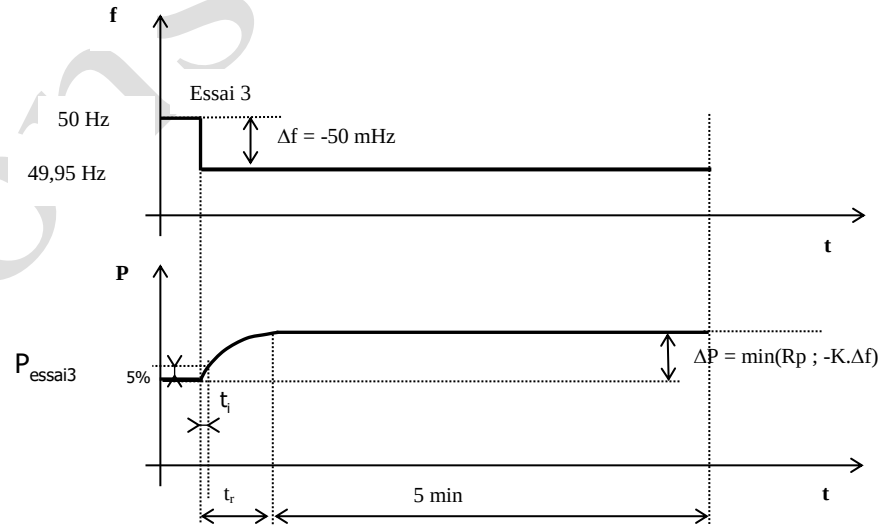


Figure 3

t_i : temps au bout duquel la réponse en puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de min(R_p ; -K.Δf).

Consultation

- **Essai 4 : Cas d'une hausse de fréquence : dynamique temporelle sur petit échelon**

  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 50 mHz au niveau du régulateur primaire de fréquence pendant 5 minutes

  L'unité de stockage est à la puissance P_{essai4} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité

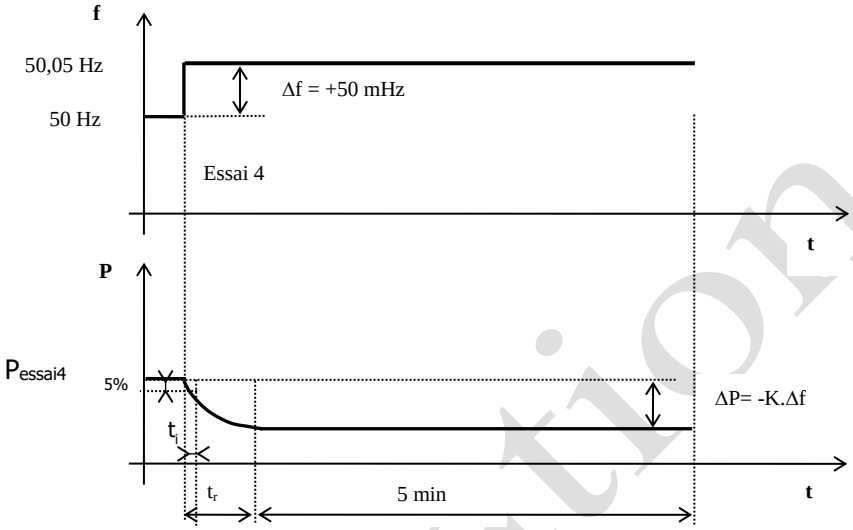


Figure 4

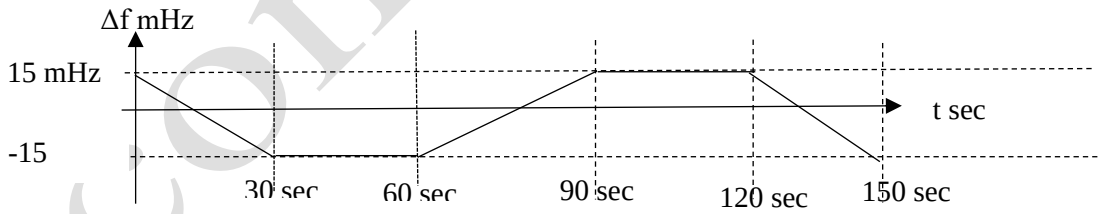
t_i : temps au bout duquel la réponse en puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de -K.Δf.

- **Essai 5 : Vérification de l'absence de bande morte et de l'insensibilité**

  Injection artificielle d'un profil de fréquence suivant le profil suivant :

  L'unité de stockage est à la puissance de référence P_{essai5} à laquelle on soustrait la réserve primaire R_p.



Conditions particulières

consultation

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- La variation de la puissance de consigne devra être conforme à la stratégie de gestion de la charge décrite.
- Si une gestion de l'épuisement du stock (Mode Réserve) est présente, celle-ci doit être activée sur les essais 1 et 2. La Reconstitution du stock après épuisement ne sera pas mise en œuvre.
- Les tests doivent être réalisés dans la situation initiale la plus défavorable, dans un état normal de fréquence, tel que précisé dans la description de la stratégie de gestion de la charge. Le cas échéant, un profil de fréquence fictif sera injecté afin d'amener l'unité de stockage dans cet état défavorable (ce profil sera décrit et expliqué).
- L'unité de stockage ne participe pas au réglage primaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.
- Si un gain variable est implémenté dans le processus de gestion de la charge de l'unité de stockage, les essais seront réalisés avec le gain le plus faible prévu. En complément, les essais 1 à 4 seront réalisés une deuxième fois avec le gain le plus élevé (essai 1 et 2 réduits à une durée de 5 min).

Données d'entrée (RTE -->Client)

- t3 : 15 minutes
- Chronique de fréquence au pas 10 secondes de l'essai 1bis en annexe ci-après.

Données d'entrée (Client -> RTE)

- Description de la stratégie de gestion de la charge
- Description de la méthode caractérisant l'incertitude de mesure pour définir t_i

consultation

Résultats (Client -->RTE)

- K (MW/Hz)
- R_p (MW)
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le régulateur primaire de fréquence
- Puissance active fournie par l'unité de stockage au point de raccordement
- Puissance de consigne (puissance à 50,00 Hz)
- Etat de charge SOC (%)
- TS PART.FSM.

Pour l'essai 1bis, en complément des signaux précédents :

- Modes de fonctionnement : mode normal, mode transition, mode réserve
- K . $\overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)}$
- K. $\Delta f_{reaction}(t)$
- Fonction de transition

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_i,
- t_r
- ?P
- t_{start}, $t_{restore}$$P_{essai}$
- P_{max}
- SOC_{sup} et SOC_{inf}
- SOC_{min} et SOC_{max}
- $SOC_{reserve\ sup}$ et $SoC_{reserve\ inf}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz. Pour l'essai 1bis, l'échantillonage peut passer à 0,1 Hz au bout de 5 minutes.
Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeurs mesurées et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

De plus on calculera pour chacun des essais le gain K du régulateur à partir de la valeur de ΔP mesurée dans les essais 1, 2, 3, 4 et de la formule suivante :

$$K = \frac{P - P_{essai}}{f_n - f}$$

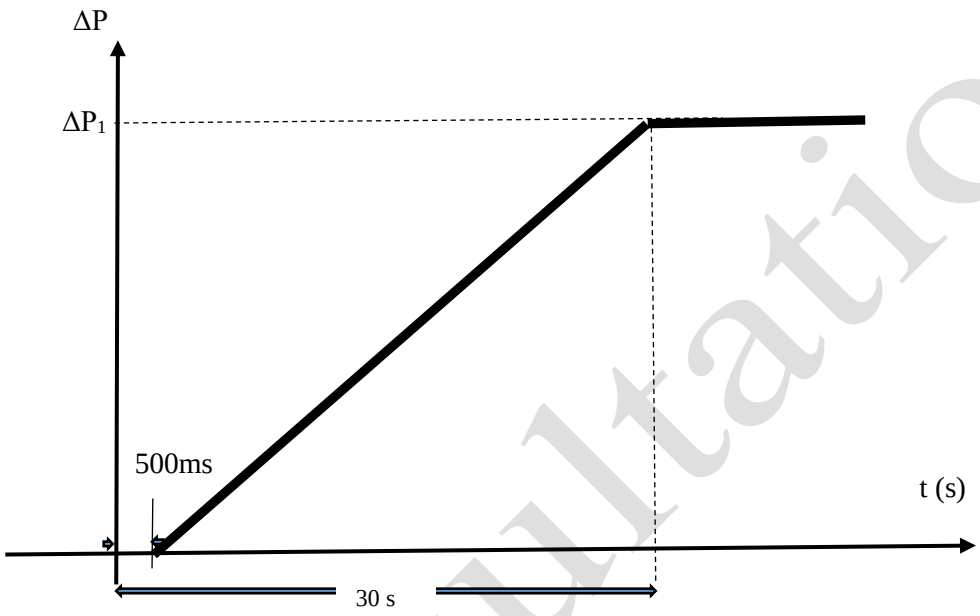
Le choix de l'état initial le plus défavorable sera explicité.

consultation

Critères de conformité

Pour tous les essais 1, 2, 3, 4, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Le comportement doit être conforme à la description de la stratégie de gestion de la charge fournie par le Client
- TS PART.FSM conforme à l'état de l'unité.
- K_{min} <K (MW/Hz) <K_{max}
- Forme d'onde non oscillante.
- Temps t_i inférieur à 0,5 sec
- La réponse en puissance active sera supérieure au gabarit ci-dessous pendant 95 % du temps, hors période délai d'activation.



Pour l'essai 1 :

- Variation ΔP ≥ R_p maintenue 15 min (t3) après t_r.
- Temps t_r inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements

Pour l'essai 1bis :

- Variation ΔP ≥ RP maintenue 10 min après t_r.
- Temps t_r inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements
- Le comportement en mode Réserve correspond au §3.2.4.5.5 du cahier des charges des capacités constructives (transitions, maintien du mode réserve pendant 5 minutes…). Correspondance entre P(t) et les courbes théoriques K . $\overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)}$ et K. $\Delta f_{reaction}(t)$
- Le renouvellement du stock est conforme aux exigences du §3.2.4.5.6 (variation de puissance de consigne et retour dans la plage [SoC_{inf} ; SoC_{sup}])

Pour l'essai 2 :

- Variation ΔP ≤ -R_p maintenue 15 min (t3) après t_r.
- Temps t_r inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements

Pour les essais 1 et 2, dans le cas où la puissance ne serait pas maintenue après t3, les phénomènes mis en jeu devront être explicités et mis en lien avec l'état de charge initial choisi.

Pour les essais 3, 4 :

Consultation

- Variation ΔP ⍰ min (R_p ; -K.Δf) maintenue 5 min après t_r.
- Temps t_r inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements

Pour les essais permettant de calculer le gain K, les enregistrements doivent montrer que :

- K mesuré = K préréglé à ±5 % près.

Pour l'essai 5 :

- L'essai doit démontrer l'absence de bande morte.
- L'essai doit démontrer une insensibilité de la régulation primaire de fréquence < 10 mHz

consultation

Chroniques de fréquence pour l'essai 1bis

50.021; 50.017; 50.032; 50.02; 50.019; 50.019; 50.009; 50.003; 50.02; 50.023; 50.028; 50.023; 50.022; 50.007; 50.001; 50.001; 50.008; 50.014; 50.027; 50.017; 50.02; 50.022; 50.028; 50.027; 50.02; 50.001; 49.99; 49.998; 49.997; 50.007; 49.998; 49.992; 50.002; 50.011; 50.009; 49.994; 49.984; 49.985; 49.988; 49.989; 49.989; 49.998; 50.014; 49.995; 49.99; 49.986; 49.985; 49.988; 50; 49.998; 49.986; 49.991; 49.993; 50.003; 49.988; 49.992; 49.982; 49.981; 49.989; 49.988; 49.977; 49.972; 49.971; 49.955; 49.96; 49.957; 49.957; 49.951; 49.951; 49.948; 49.948; 49.961; 49.954; 49.95; 49.952; 49.944; 49.95; 49.954; 49.951; 49.946; 49.947; 49.946; 49.94; 49.944; 49.94; 49.924; 49.93; 49.938; 49.938; 49.929; 49.928; 49.933; 49.939; 49.945; 49.938; 49.934; 49.939; 49.936; 49.932; 49.942; 49.949; 49.95; 49.942; 49.945; 49.954; 49.943; 49.947; 49.962; 49.961; 49.96; 49.965; 49.968; 49.977; 49.981; 49.976; 49.98; 49.986; 49.974; 49.977; 49.98; 49.984; 49.968; 49.975; 49.988; 49.994; 49.997; 49.999; 49.996; 49.987; 49.992; 49.987; 49.978; 49.985; 50.002; 50.009; 50.003; 50.004; 50.017; 50.013; 50.006; 50.008; 50.003; 50.008; 50.021; 50.017; 50.022; 50.021; 50.016; 50.026; 50.028; 50.017; 50.007; 50.006; 49.998; 49.991; 50; 50; 49.989; 50.005; 50.015; 50.014; 50.008; 50.012; 50.011; 50.004; 50.015; 50.017; 50.018; 50.015; 50.014; 50.014; 50.026; 50.023; 50.033; 50.024; 50.022; 50.015; 50.021; 50.029; 50.028; 50.025; 50.019; 50.007; 50.016; 50.017; 50.023; 50.026; 50.027; 50.03; 50.022; 50.011; 50.014; 50.02; 50.015; 50.013; 50.011; 50.017; 50.008; 50.004; 50.004; 50.008; 50.001; 50.004; 50.01; 49.997; 49.99; 49.991; 50; 50.011; 50.016; 50.01; 50; 50.009; 50.005; 50; 50.003; 50.007; 49.996; 49.997; 50.001; 50.002; 50.001; 50.006; 49.996; 49.987; 49.985; 50; 50.001; 50.007; 50.013; 50.006; 50.005; 49.998; 49.992; 49.993; 49.987; 49.994; 50.008; 50.009; 50.006; 50.019; 50.005; 49.99; 49.984; 49.991; 50.001; 49.999; 49.994; 49.998; 50.007; 50.001; 50.011; 50.006; 50.005; 50.014; 50.011; 50.013; 50.015; 50.022; 50.015; 50.027; 50.024; 50.02; 50.02; 50.022; 50.014; 50.007; 50.019; 50.02; 50.016; 50.02; 50.012; 50.01; 50.008; 50.013; 50.012; 50.022; 50.025; 50.021; 50.021; 50.01; 50.012; 50.007; 50.003; 50.017; 50.013; 50.003; 50.014; 50.012; 49.992; 49.994; 50.005; 49.999; 49.991; 49.992; 50.005; 49.997; 49.995; 49.999; 49.987; 49.982; 49.979; 49.983; 49.994; 49.993; 49.991; 49.99; 49.997; 50.008; 50.004; 50.004; 50.001; 50; 50.003; 50.016; 50.012; 49.998; 49.995; 49.996; 49.996; 50; 50.005; 50.014; 50.013; 50.006; 49.996; 49.992; 50.003; 50.017; 50.005; 50; 50.008; 50.015; 50.017; 50.022; 50.003; 49.999; 50.011; 50.015; 50.008; 50.007; 50.001; 50.007; 50.019; 50.024; 50.024; 50.013; 50.016; 50.024; 50.024; 50.01; 50.004; 50.016; 50.02; 50.015; 50.02; 50.022; 50.015; 50.026; 50.016; 50.007; 50.004; 50.01; 50.004; 50.011; 50.016; 50.019; 50.023; 50.014; 50.022; 50.023; 50.017; 50.02; 50.022; 50.026; 50.021; 50.015; 50.005; 50.009; 50.014; 50.017; 50.019; 50.021; 50.025; 50.017; 50.002; 50.007; 50.003; 50.013; 50.009; 50.008; 50.022; 50.028; 50.028; 50.028; 50.028; 50.024; 50.015; 50.013; 50.022; 50.012; 50.004; 50.006; 50.009; 50.004; 50.009; 50.01; 50.017; 50.012; 50.012; 50.007; 49.998; 50.004; 50.009; 50.011; 49.999; 49.985; 49.991; 49.991; 49.982; 49.977; 49.964; 49.956; 49.952; 49.956; 49.952; 49.945; 49.944; 49.941; 49.94; 49.945; 49.957; 49.952; 49.954; 49.968; 49.955; 49.934; 49.946; 49.956; 49.957; 49.97; 49.962; 49.97; 49.967; 49.964; 49.967; 49.965; 49.973; 49.978; 49.97; 49.969; 49.971; 49.958; 49.961; 49.967; 49.963; 49.967; 49.964; 49.964; 49.976; 49.982; 49.983; 49.966; 49.972; 49.97; 49.954; 49.965; 49.969; 49.969; 49.967; 49.973; 49.97; 49.971; 49.983; 49.995; 49.994; 49.986; 49.989; 49.983; 49.982; 49.985; 49.976; 49.975; 49.972; 49.971; 49.979; 49.988; 49.982; 49.97; 49.97; 49.975; 49.974; 49.979; 49.976; 49.976; 49.974; 49.981; 49.985; 49.977; 49.983; 49.986; 49.976; 49.979; 49.983; 49.983; 49.989; 49.981; 49.976; 49.974; 49.98; 49.975; 49.963; 49.972; 49.966; 49.964; 49.978; 49.985; 49.978; 49.986; 49.988; 49.975; 49.981; 49.973; 49.965; 49.968; 49.983; 49.977; 49.983; 49.99; 49.988; 49.985; 49.98; 49.969; 49.979; 49.98; 49.989; 49.99; 49.98; 49.989; 50.007; 50.006; 50; 49.982; 49.991; 49.989; 49.994; 49.998; 50; 49.99; 49.987; 49.987; 50.001; 50.01; 50.002; 50.005; 50.001; 50.001; 50.006; 50.003; 50.006; 49.996; 49.995; 50.003; 50.011; 50.01; 50.013; 50.003; 49.998; 50.004; 50.009; 50.006; 50.009; 49.999; 49.995; 50.001; 50.016; 50.01; 50.01; 50.007; 50.006; 50.005; 49.999; 49.994; 49.993; 50.001; 50.012; 50.014; 50.02; 50.018; 50.009; 50.013; 50.008; 50.014; 50.016; 50.009; 49.999; 49.987; 49.994; 49.999; 49.997; 50.016; 49.999; 50.015; 50.006; 50.018; 50.017; 50.001; 49.999; 49.992; 49.998; 50.009; 50.015; 49.998; 49.992; 50.009; 50.015; 50.014; 50.016; 50.013; 50.02; 50.017; 50.01; 49.999; 49.998; 50.009; 50.013; 50.003; 50.013; 50.01; 50.005; 50.005; 50.013; 50.009; 50.014; 50.02; 50.021; 50.022; 50.019; 50.016; 50.012; 50.013; 50.019; 50.015; 50.016; 50.004; 49.995; 49.989; 49.999; 49.994; 49.989; 49.999; 50.025; 50.025; 50.008; 50.018; 50.011; 50.017; 50.018; 50.005; 50.017; 50.016; 50.01; 50.009; 50.014; 50.035; 50.028; 50.035; 50.027; 50.013; 50.012; 50.017; 50.016; 50.018; 50.028; 50.022; 50.03; 50.027; 50.028; 50.021; 50.024; 50.034; 50.015; 50.02; 50.025; 50.026; 50.025; 50.028; 50.012; 50.019; 50.022; 50.009; 50.011; 50.011; 50.011; 50.016; 50.023; 50.019; 50.007; 50.009; 50.008; 50.01; 50.012; 50.013; 50.021; 50.023; 50.031; 50.028; 50.034; 50.039; 50.033; 50.035; 50.045; 50.046; 50.045; 50.043; 50.041; 50.038; 50.038; 50.033; 50.031; 50.034; 50.029; 50.037; 50.033; 50.047; 50.046; 50.044; 50.044; 50.048; 50.054; 50.041; 50.032; 50.041; 50.037; 50.031; 50.031; 50.033; 50.045; 50.049; 50.046; 50.033; 50.033; 50.037; 50.046; 50.04; 50.042; 50.041; 50.037; 50.04; 50.044; 50.04; 50.045; 50.045; 50.047; 50.058; 50.062; 50.049; 50.047; 50.043; 50.047; 50.038; 50.039; 50.036; 50.049; 50.043; 50.042; 50.038; 50.048; 50.044; 50.029; 50.038; 50.044; 50.034; 50.03; 50.037; 50.029; 50.032; 50.025; 50.017; 50.019; 50.005; 49.994; 49.991; 49.98; 49.981; 49.978; 49.973; 49.974; 49.984; 49.973; 49.981; 49.98; 49.977; 49.97; 49.974; 49.971; 49.98; 49.977; 49.97; 49.954; 49.964; 49.96; 49.966; 49.965; 49.972; 49.97; 49.969; 49.978; 49.975; 49.967; 49.982; 49.975; 49.978; 49.974; 49.975; 49.978; 49.984; 49.985; 49.987; 49.978; 49.98; 49.984; 49.984; 49.992; 49.992; 49.99; 49.993; 50.004; 49.989; 49.99; 49.98; 49.99; 49.988; 49.992; 49.984; 49.977; 49.977; 49.984; 49.991; 49.991; 49.987; 49.98; 49.984; 49.982; 49.979; 49.995; 49.994; 49.989; 49.993; 49.988; 49.983; 49.975; 49.974; 49.982; 49.981; 49.981; 49.975; 49.988; 49.991; 50.002; 50.003; 49.994; 50.004; 50.007; 50.01; 50.004; 49.993; 50.001; 50.013; 50.02; 50.022; 50.015; 49.998; 49.996; 49.991; 49.998; 50.014; 50.009; 50.011; 50.003; 50.008; 49.995; 49.994; 49.994; 49.984; 49.991; 50.01; 50.007; 50.004; 50.016; 50.009; 50.013; 50.015; 50.013; 50.014; 50.011; 50.005; 50.011; 50.011; 50.005; 50.01; 50.013; 50.015; 50.014; 50.017; 50.012; 50.008; 50.003; 50.006; 50.003; 49.999; 49.999; 50.007; 50.007; 50.004; 50.004; 50.001; 49.993; 49.993; 49.986; 49.984; 49.989; 50.018; 50.015; 49.998; 50.006; 50.007; 50.011; 50.014; 49.997; 50; 50.005; 50.016; 50.02; 50.02; 50.017; 50.01; 50.011; 50.014; 50.003; 49.995; 49.989; 49.984; 49.994; 49.996; 49.99; 49.991; 49.995; 50.001; 49.992; 49.989; 49.993; 49.996; 49.994; 50.002; 49.997; 49.985; 49.99; 49.99; 49.982; 49.982; 49.987; 49.982; 49.978; 49.989; 49.983; 49.985; 49.983; 49.997; 49.998; 49.989; 49.998; 50.001; 50; 50.008; 49.998; 50.001; 50.012; 50.025; 50.014; 50.015; 50.01; 50.011; 50.01; 50.009; 50; 49.994; 49.999; 50; 50.011; 50.017; 50.016; 50.036; 50.026; 50.017; 50.011; 50.012; 50.009; 50.014; 50.009; 50.019; 50.01; 50.008; 50.01; 50.013; 50.016; 50.016; 50.012; 50.004; 50.009; 50.014; 50.003; 49.993; 49.998; 49.994; 49.988; 49.999; 49.998; 49.993; 50.005; 50.026; 50.011; 50.012; 50.006; 50.002; 50.006; 50.007; 50.017; 50.015; 50.017; 50.017; 50.014; 50.019; 50.024; 50.024; 50.028; 50.021; 50.016; 50.016; 50.019; 50.021; 50.026; 50.03; 50.019; 50.032; 50.029; 50.031; 50.041; 50.031; 50.025; 50.028; 50.026; 50.021; 50.032; 50.035; 50.029; 50.027; 50.026; 50.017; 50.02; 50.017; 50.014; 50.026; 50.024; 50.021; 50.017; 50.024; 50.016; 50.032; 50.026; 50.014; 50.019; 50.026; 50.02; 50.021; 50.026; 50.041; 50.021; 50.022; 50.012; 50.019; 50.018; 50.019; 50.02; 50.021; 50.025; 50.017; 50.021; 50.011; 50.01; 50.007; 50.005; 50.005; 49.997; 49.992; 50.006; 49.996; 49.998; 50; 50.002; 49.999; 50.006; 50.007; 50.006; 49.995; 50.002; 50.004; 50.005; 50.009; 50.01; 50.011; 50.008; 50.01; 50.005; 50.003; 50.004; 50.003; 50.008; 50.009; 50.003; 50.007; 50.003; 50.003; 49.99; 49.994; 49.997; 49.997; 50.006; 50.001; 50.004; 50.01; 50.003; 49.986; 49.989; 49.993; 49.992; 49.994; 49.986; 49.991; 49.991; 49.991; 49.993; 49.979; 49.974; 49.979; 49.965; 49.974; 49.971; 49.991; 49.983; 49.978; 49.969; 49.976; 49.974; 49.986; 49.988; 49.996; 49.997; 49.999; 50; 49.987; 49.989; 49.992; 49.989; 49.993; 49.996; 49.992; 49.999; 50.007;

50.005; 50.007; 49.999; 49.991; 49.995; 50.001; 50.008; 50.006; 50.001; 50.006; 50; 50.012; 50.01; 50.003; 50.008; 50.005; 49.993; 50.006; 50.007; 50.011; 50.004; 49.997; 50.002; 50.01; 50.005; 50.006; 50.008; 50.021; 50.022; 50.017; 50.026; 50.03; 50.017; 50.018; 50.006; 50.011; 50.002; 49.988; 49.985; 49.996; 49.998; 50.007; 50.008; 50.01; 50.003; 49.995; 49.989; 50.006; 50.005; 49.998; 50.004; 50.003; 49.999; 49.998; 49.989; 49.988; 49.985; 49.992; 49.995; 49.99; 50.001; 50; 49.996; 50.001; 50.012; 50.017; 50.005; 50.003; 49.996; 49.998; 49.989; 49.989; 49.995; 49.99; 49.986; 49.994; 50.003; 49.995; 49.992; 50.001; 49.993; 49.989; 49.993; 49.996; 50.003; 50.008; 50.001; 49.995; 49.987; 49.993; 50.012; 50.003; 50.006; 50.006; 50.001; 50.011; 50.015; 50.009; 50.009; 49.999; 50; 50.002; 50.002; 49.999; 50.002; 50.007; 50.004; 49.997; 49.991; 50.007; 50; 49.991; 50.005; 50.022; 50.01; 50.016; 50; 49.995; 49.993; 50.012; 50.006; 50.006; 50.008; 50.019; 50.014; 50.012; 50.007; 50.006; 50.004; 50.014; 50.008; 49.998; 50.001; 50.018; 50.003; 50.004; 50.011; 50.003; 49.998; 49.999; 49.995; 49.997; 49.998; 50.007; 50.006; 50.018; 50.007; 50; 49.991; 49.991; 49.997; 50.003; 50.008; 50.012; 50.002; 50.004; 50.012; 50.009; 50.01; 50.009; 50.005; 50.015; 50.015; 50.012; 50.011; 50.018; 50.01; 49.995; 50.006; 50.02; 50.008; 49.998; 50.014; 50.011; 50.009; 50.008; 50.012; 49.997; 50.001; 50.012; 50.001; 49.999; 49.996; 49.996; 50.009; 50.006; 49.996; 49.994; 49.991; 50.001; 50.001; 49.998; 49.992; 49.997; 50.016; 50.008; 50.006; 50.007; 50.007; 50.006; 50.015; 50.004; 49.981; 49.985; 49.992; 49.99; 50.004; 50.007; 50.001; 49.998; 49.988; 49.997; 49.995; 49.994; 50.003; 50.002; 50; 50.013; 50.013; 49.998; 49.991; 50.01; 50.015; 50.006; 50.007; 50.009; 50.014; 50.008; 50.007; 50.001; 50.006; 50.009; 50.002; 49.996; 49.993; 49.991; 50.003; 50.002; 49.995; 49.998; 50.005; 50.011; 50.004; 50.001; 50.004; 50.008; 50.015; 50.015; 50.017; 50.024; 50.02; 50.011; 50.01; 50.01; 50.013; 50.01; 50.004; 49.995; 50.003; 50.011; 50.014; 50.015; 50.001; 50.01; 50.01; 50.009; 50.003; 49.996; 49.995; 49.989; 50.011

consultation

Documentation Technique de Référence

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Condition d'application : Type D (unité raccordée en HTB2 ou HTB3)

FICHE F 5 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La réponse en puissance (en injection et en soutirage) de l'unité de stockage à une modification du niveau N du réglage secondaire de fréquence, doit être conforme aux engagements du stockeur, en termes de quantité et de rapidité.
Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation, les essais réalisés peuvent être adaptés afin de permettre de valider le fonctionnement de l'unité et si l'installation comporte plusieurs unités afin de permettre de valider le fonctionnement de l'ensemble des unités.

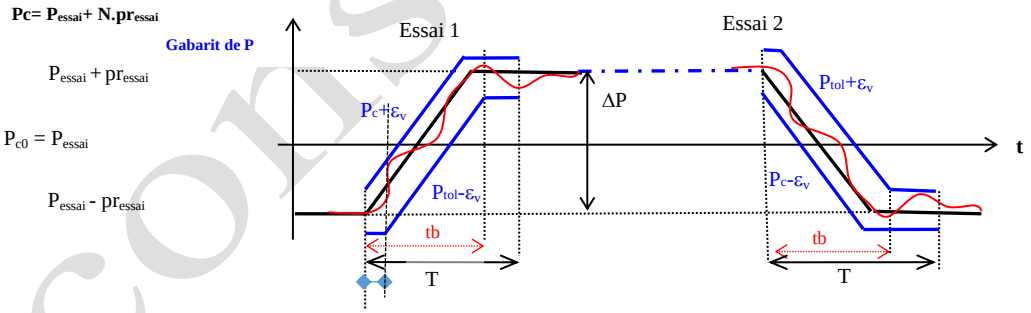
Description

L'unité de stockage étant couplée au réseau, les essais suivants seront réalisés :

Dans le cas d'une mise en service partielle : Pour les besoins de cette fiche, le terme $P_{max\ injection\ unite}$ correspond à la puissance maximale installée à chaque étape de mise en service partielle, le cas échéant.

- **Essai 1 :** L'unité de stockage à la puissance P_{essai1}- pr_{essai} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex puissance de consigne à Pc0 maximum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration) : Injection artificielle d'une rampe de - 1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes au niveau du dispositif d'acquisition du niveau de l'unité de stockage et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 2 :** L'unité de stockage P_{essai2} + pr_{essai} la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex puissance de consigne à Pc0 minimum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration): Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 600 secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.
- .

Figure 1



tb : temps de réponse au bout duquel la bande de réserve secondaire est libérée
E_V : incertitude sur la mesure de puissance active
t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
P_{tol} : P_c /(1+ T_{max} .p) (fonction de transfert du premier ordre avec un filtrage de la consigne par une constante de temps Tmax et p représentant la variable de Laplace)
T : durée de la rampe augmentée de 100s

Conditions particulières

consultation

- Les tests sont à réaliser pour chaque unité participant au réglage secondaire de fréquence. Si des interactions existent entre les différentes unités, un essai global au niveau de l'installation sera réalisé.
-
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'unité de stockage ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence au moment des essais (régulation primaire en service mais transparente pour les petits mouvements).
- Dans le cas où le maintien de la puissance finale pendant 30 min des essais a été démontré dans d'autres essais de la fiche, ceux-ci pourront être raccourcis afin de ne démontrer que le respect de la dynamique et de la stabilité de la puissance finale.
- Si l'unité de stockage souhaite programmer en exploitation le réglage secondaire de façon dissymétrique, des essais supplémentaires seront à réaliser dans le cadre du processus de certification

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- $pr \geq pr_{min}$ MW (cf. cdc)
- La constante de temps Tmax est égale à 20s.
- Le temps T est égal à la durée de la rampe augmentée de 100s.
- La valeur de ε_V est prise égale à ε_V = max (1MW, 5%Pr).
- L'essai est considéré comme recevable si P_{essai} est supérieure ou égale à 70% $P_{max\ injection\ unité}$.
- Dans le cas d'une réserve secondaire dépendant des conditions extérieures, pr_{essai} sera le maximum possible au moment des essais et devra être supérieur à 70 % de pr_{max}, pr_{max} étant la demi-bande de réserve secondaire maximum programmable dans les meilleures conditions extérieures possibles.

consultation

Résultats (Stockeur -->RTE)

- pr (MW)
- Si des interactions existent entre les différentes unités de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Signal de niveau injecté artificiellement dans le régulateur local
- Puissance active au point de raccordement fournie par l'unité de stockage
- Puissance de consigne (puissance à 50,00 Hz)
- Etat de charge SOC (%)

Indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- T_b
- ti
- ?P
- P_{essai}
- P_{max}
- T
- Pc±?$_v$, Ptol±?$_v$

Et les éléments suivants

- Justification des paramètres choisis lors des essais en lien avec les conditions extérieures : P_{max}; pr_{essai} ;. P_{essai}
- Conditions pour atteindre le $pr_{maximum}$ (associé au X_{rs}) en fonction des conditions extérieures et justification (le cas échéant en dissymétrique).
- Table ou abaque théorique des différents paramètres en exploitation en fonction des conditions extérieures : P_{max} ; pr ; $P_{min\ EDR}$ (le cas échéant en dissymétrique).

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante analogue à la figure 1.
- Variation $\Delta P = 2.pr_{essai}$ pour tous les essais .
- Temps t_i inférieur à 500ms;
  En cas de difficulté à mesurer t_i fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence.
  Un délai d'activation supérieur à 500ms devra être justifié par des éléments techniques
- Réserve libérée maintenue pendant la durée de l'essai.

Pour l'essai 1 (rampes positives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $P_c + \varepsilon_V$ et $P_{tol} - \varepsilon_V$ avec $P_c = P_{c0} + N.Pr_{essai}$ et $P_{tol} = Pc/(1+T_{max}.p)$

Pour l'essai 2 (rampes négatives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $P_c - \varepsilon_V$ et $P_{tol} + \varepsilon_V$ avec $P_c = P_{c0} + N.Pr_{essai}$ et $P_{tol} = P_c/(1+T_{max}.p)$

consultation

FICHE F 6 : REGLAGE DE FREQUENCE

Conditions d'application : Types C, D

FICHE F6 : REGLAGE DE FREQUENCE
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs Observation du réglage de fréquence lorsque l'unité est en réglage primaire de fréquence, et si l'unité a les capacités constructives de réglage secondaire de fréquence lorsqu'elle est en réglage primaire et secondaire de fréquence. Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation (gain dissymétrique par exemple), les essais réalisés peuvent être adaptés afin de permettre de valider le fonctionnement de l'unité et si l'installation comporte plusieurs unités afin de permettre de valider le fonctionnement de l'ensemble des unités.
Description L'unité de stockage couplée pendant huit heures. Le fonctionnement global de l'unité de stockage au réglage de fréquence est contrôlé. Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés : Essai 1 : Passage de l'unité de hors FSM à en FSM (et réciproquement). Essai 2 : Passage de l'unité de hors RSFP à en RSFP (et réciproquement). Essai 3 : Perte (ou invalidité) du signal N et retour du signal N. Essai 4 : Test de fiabilité pendant 8 heures
Conditions particulières • L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE. • Si l'installation comporte plusieurs unités : l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation. • L'unité participe aux réglages primaire et secondaire de fréquence. • Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'unité, • Les conditions de participation au réglage primaire doivent être conformes à celles choisies dans les fiches F4 et F5. • Si l'unité participe au RST, la fiche F9 devra être réalisée sur la même période de fonctionnement. • Les essais 1 et 2 doivent comporter plusieurs passages de l'état hors FSM (respectivement RSFP) à en FSM (resp RSFP) (et réciproquement) en laissant plusieurs minutes s'écouler entre chaque changement d'état. • L'essai 3 doit comporter plusieurs passages en invalidité tout en laissant le signal invalide pendant 10 minutes lors de ces • passages. • S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation primaire de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les • essais.
Données d'entrée (RTE -->Client) • Rp ≥ Rpmin • pr ≥ prmin MW
Résultats (Client -->RTE) ▫ K (MW/Hz) différencié si différence hausse et baisse ▫ R_p (MW) ▫ Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz) ▫ Puissance active fournie par l'unité de stockage au point de connexion ▫ Puissance de consigne (puissance à 50,00 Hz) ▫ Etat de charge SOC (%) Grâce aux téléinformations disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'unité de stockage lors de l'évolution de la fréquence.
Critères de conformité Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu. ▫ Le comportement de l'unité de stockage doit être conforme aux exigences décrites dans les conditions générales

Consultation

- Les résultats de l'essai doivent être conformes à la stratégie de gestion de la charge décrite par le Client (évolution Pc, respect des seuils de SOC…)
- TS conformes à l'état de l'unité de stockage
- $K_{min} < K\ (MW/Hz) < K_{max}$
- Bande morte fixée à 0 mHz
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence < 10 mHz
- Si l'unité dispose des capacités de réglage secondaire :
  Absence de variation de puissance lors de la perte du signal (essai 3)

consultation

FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF

Condition d'application : unités type B,C,D

FICHE F 7 : REGLAGE PRIMAIRE DE TENSION ET CAPACITE EN REACTIF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

La participation d'une unité de stockage au réglage primaire de la tension implique :

~~4.~~1. D'un point de vue dynamique, la capacité d'assurer au moins la stabilité en petits mouvements de l'alternateur.

~~5.~~2. La capacité de fourniture ou d'absorption de puissance réactive au point de raccordement dans l'intervalle [Q_{min} ; Q_{max}] ;

~~6.~~3. Le respect de la caractéristique statique de la loi de réglage U(Q) au point de raccordement contractualisée avec RTE.

L'objectif est de vérifier les trois points précédents en injection et en soutirage.

Description

Essais 1 - dynamique du réglage primaire de tension (en injection et en soutirage) :

- **Essai 1.1.a – hausse :** Unité de stockage à puissance maximale en injection en fonction des conditions extérieures $P_{max\ injection\ unité}$ et Q = 0 au [point de consigne] dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de +2 % sur la consigne du réglage primaire de tension ou 10 à 20% de Pmax injection unité pour une régulation de tension type facteur de puissance.
- **Essai 1.1.b – baisse :** Unité de stockage à puissance maximale en injection en fonction des conditions extérieures $P_{max\ injection\ unité}$ et Q = 0 au [point de consigne] dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de -2 % sur la consigne du réglage primaire de tension ou 10 à 20% de Pmax injection unité pour une régulation de tension type facteur de puissance.
- **Essai 1.2.a – hausse (essai en soutirage sur demande de RTE sinon une déclaration de conformité de l'essai sur la base des essais précédents sera demandée) :** Unité de stockage à puissance maximale en soutirage en fonction des conditions extérieures $P_{max\ soutirage\ unité}$ et Q = 0 au [point de consigne] dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de +2 % sur la consigne du réglage primaire de tension ou 10 à 20% de Pmax injection unité pour une régulation de tension type facteur de puissance.
- **Essai 1.2.b – baisse (essai en soutirage sur demande de RTE sinon une déclaration de conformité de l'essai sur la base des essais précédents sera demandée) :** Unité de stockage à puissance maximale en soutirage en fonction des conditions extérieures $P_{max\ soutirage\ unité}$ et Q = 0 au [point de consigne] dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de -2 % sur la consigne du réglage primaire de tension ou 10 à 20% de Pmax injection unité pour une régulation de tension type facteur de puissance.

Essais 2 - limitation à Pmax unité (en injection et en soutirage) :

- **Essai 2.1.a - Qmin à Pmax unité en injection :** Unité de stockage à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ injection\ unité}$ et maintien à Q = Q_{min} pendant 30 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 2.1.b - Qmax à Pmax unité en injection :** Unité de stockage à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ injection\ unité}$ et maintien à Q = Q_{max} pendant 30 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 2.1.a - Qmin à Pmax unité en soutirage :** Unité de stockage à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ soutirage\ unité}$ et maintien à Q = Q_{min} pendant 30 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
- **Essai 2.1.b - Qmax à Pmax unité en soutirage :** Unité de stockage à puissance maximale en fonction des conditions extérieures $P_{max\ soutirage\ unité}$ et maintien à Q = Q_{max} pendant 30 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

Essais 3 - à P = 0 MW :

- **Essai 3.1.a - Qmin à P nulle :** Unité de stockage à puissance nulle et maintien à Q = Q_{min} pendant 10 minutes. Q = Q_{min} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation d'absorption de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.

- **Essai 3.1.b - Qmax à P nulle :** Unité de stockage à puissance nulle et maintien à Q = Q_{max} pendant 10 minutes. Q = Q_{max} sera recherché en modifiant par palier la consigne du réglage primaire de tension pour atteindre la limitation de fourniture de réactif dans la limite de la plage normale de tension au point de raccordement.
-

Remarque pour les Essais 2.et 3 :
La durée de l'essai pourra être étendue à 1 heure sur demande de RTE.

Remarque pour les Essais 1 :
Les échelons de consigne ne doivent pas entraîner un dépassement de la tension au point de raccordement au-delà de la plage normale.

Conditions particulières

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE, notamment pour le maintien de l'unité de stockage en fourniture et en absorption maximales de puissance réactive.
- ***Unité de type C, D:*** L'unité de stockage ne participe pas au réglage primaire et secondaire de fréquence (FSM en service mais transparente pour les petits mouvements, par exemple fonctionnement sur limiteur),
- ***Unité de type D:*** L'unité de stockage ne participe pas au réglage secondaire de tension.
- Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

- Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Loi de réglage U(Q) (cf. § 3.1.5 Conditions Générales) : type, paramètre et point de consigne
- Le nombre de palier de modification de tension de consigne sera défini avec RTE selon les conditions réseau, avec un minimum de 3 paliers.

consultation

Résultats (Stockeur -->RTE)

- Pour chacun des essais, enregistrement des signaux temporels suivants :
  - Tension efficace au point de raccordement,
  - Puissance réactive au point de raccordement,
  - Puissance active au point de raccordement,
  - Puissance active au point de consigne,
  - Puissance réactive au point de consigne,
  - Consigne du réglage primaire de tension injectée,
  - Grandeur asservie par le réglage primaire de tension,
  - Gain de réglage primaire,
  - TS « groupe en/hors butée UQ- » et TS « groupe en/hors butée UQ +»

Si la régulation de tension est de type facteur de puissance :

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension : tan phi

Si régulation de tension stator $U_{PROD}=U_{CONS}$:

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension : U_{PROD}
- Gain de réglage primaire : $G_{RPT} = U_{PROD}/U_{CONS}$

Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$:

- Grandeur asservie (V) par le réglage primaire de tension égale $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD}$
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{CONS}$

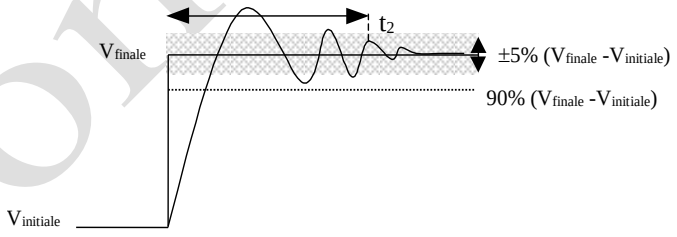
- Echantillonnage souhaité

Vision globale de chaque essai.
Echantillonnage minimum de 50 Hz pour les essais 1.
Echantillonnage minimum de 10 Hz pour les essais 2 à 3.

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

- Pour les essais 1 (échelons de consigne de tension), calcul des données suivantes :
  - Temps d'établissement t2 à +/- 5 % de la valeur finale



  - Ecart statique (noté ε'%) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur de tension et la consigne du régulateur de tension : $\varepsilon'_{\%} = 100 \frac{V_{finale} - V_{consigne}}{V_{consigne}}$

- Pour les essais 2 et 3, fournir la nature et la valeur des limitations atteintes à Q_{min} et Q_{max}.

Critères de conformité

- Pour les essais 1. (échelons de consigne de tension) :
  - L'unité de stockage ne doit pas perdre la stabilité pour les essais d'échelon de consigne ;
  - Le temps d'établissement t2 doit être inférieur à 10 s
  - L'amortissement du régime oscillatoire de la puissance électrique doit être inférieur à 10 s ;
  - L'écart statique ε'% doit être inférieur à 0,2 %.

consultation

- La loi de réglage doit être vérifiée en régime établi (avant et après les échelons de consigne).
- La déclaration de conformité des performances en soutirage, si l'essai n'est pas demandé par RTE

- Pour les essais 2 à 3 (fourniture et absorption maximales de puissance réactive) :
  l'unité de stockage peut fonctionner à Q_{min} et Q_{max} pendant 30 minutes à Pmax unité et à -Pmax unité et 10 minutes à P = 0 MW (ou 1h sur demande de RTE).
- Les valeurs de Q_{min} et Q_{max} doivent être conformes aux diagrammes [U, Q] fournis en réponse à la fiche I1, et les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur ces mêmes diagrammes [U, Q].
- La sortie des butées éventuellement atteintes doit s'effectuer en moins de 10s (à l'hystérésis près).

Pour les essais avec une variation de puissance réactive :

- La loi de réglage est bien vérifiée avec la dynamique attendue,
- et le gain de réglage primaire est égale à 1 avec une tolérance de +/-5% hors période transitoire et de limitation.

consultation

FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Condition d'application : Type D (unité raccordée en HTB2 ou HTB3)

FICHE F 8 : REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Essais réels
Dossier final

Objectifs

Vérifier et éventuellement calibrer la chaîne de commande du RST afin de valider le fonctionnement dynamique en RST U_{REF}.
La série de tests consiste à envoyer les commandes Uref par le centre de conduite RTE vers l'unité de stockage afin de vérifier la commandabilité de l'unité de stockage, ainsi que la dynamique du réglage.

Nota : RTE émet le signal Uref que le stockeur traduit en Ucons

Description

Tous les générateurs sont démarrés

Application des commandes U_{REF}

Pour limiter l'effet des imprécisions de mesure sur les résultats, l'excursion du point de fonctionnement U/Q devra être suffisamment importante. Si nécessaire, RTE demandera d'ajuster le point de fonctionnement initial pour permettre cette excursion en modifiant la valeur de Ucons

- **Essai 1 mise en service du RST:** RTE envoie un signal U_{REF} égal à U_{CONS} initial, et demande la mise en service du RST, observation des données pendant au moins 5 minutes et jusqu'à stabilisation du point de fonctionnement.
- **Essai 2 non renouvellement Uref:** RTE ne renouvelle pas la commande U_{ref} .
- **Essai 3 rampe positive Uref:** augmentation de U_{REF} en appliquant une rampe variant à la vitesse 50% de V_0 jusqu'à variation de U_{REF} de 2%[Un], attendre 2min pour vérifier la stabilisation du point de fonctionnement
- **Essai 4 rampe négative Uref :** diminution de U_{REF} avec une rampe de 50% de V_0 jusqu'à variation de U_{REF} de -2%Un, attendre 2min pour vérifier la stabilisation du point de fonctionnement
- **Essai 5-TS de butées et vérification vitesse de variation maximale (dUcons/dt)max :** si les conditions d'exploitation du réseau le permettent,
  - 5-a) Depuis le point de fonctionnement atteint à la fin de l'essai 4, augmentation de U_{ref} en appliquant une rampe de 150% de V_0 jusqu'à atteindre une limite du diagramme et vérifier la montée de la TS butée UQ+. Rester 5min sur ce point de fonctionnement (unité de stockage en limitation).
  - 5-b) Puis diminution de U_{ref} en appliquant une rampe de -150% de V_0 jusqu'à atteindre une limite du diagramme et vérifier la montée de la TS butée UQ-. Rester 5min sur ce point de fonctionnement (unité de stockage en limitation).
  - 5-c) Puis augmentation de U_{ref} en appliquant une rampe de 150% de V_0 jusqu'à atteindre l'état initial de l'essai 5.
- **Essai 6 - Vérification des mises hors RST automatiques :**
  - 6-a) L'unité de stockage étant en RST, réception d'une valeur U_{REF} inférieure à $U_{CONSmin.}$ L'unité de stockage doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de stockage en RST.
  - 6-b) L'unité de stockage étant en RST, réception d'une valeur U_{REF} supérieure à $U_{CONSmax.}$ L'unité de stockage doit sortir du RST automatiquement en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de stockage en RST.

Conditions particulières

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Si la consigne est envoyée globalement pour l'installation, l'essai est réalisé pour l'ensemble de l'installation.
- Les commandes U_{REF} sont envoyées par le centre de conduite RTE vers l'unité de stockage.
- Les variations de U_{CONS} et par conséquent de réactif ne devront pas entraîner un dépassement de la tension au point de raccordement au-delà de la plage normale.
- Le programme en actif n'est pas modifié.
- Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur de principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE

Données d'entrée (RTE -> Stockeur)

- Vitesse [V0] de variation de Uref correspondant à l'estimation de la vitesse de variation de réactif de l'unité de stockage pour 12%Qn/min.
  V0 sera communiquée par RTE le jour de l'essai.

Consultation

- Si la régulation de tension au point de consigne est de type : $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$,
  λ sera mis à jour à partir des résultats de la fiche F7.

Données d'entrée (Stockeur -> RTE)

- $U_{CONS\ min}$ et $U_{CONS\ max}$
- $Q_n = \sqrt{\Sigma {S_n}^2 - \Sigma {P_n}^2}$
- Vitesse maximale de variation de la consigne $(dU_{CONS}/dt)_{max}$ en kV/min
- Vitesse maximale de variation de réactif $(dQ/dt)_{max}$ en Mvar/min.
- Diagrammes (U,Q)

Résultats (Stockeur -->RTE)

Enregistrements temporels des signaux suivants :

- Consigne RST U_{REF}.
- Tension efficace U_{PROD}.
- Puissances active et réactive P_{PROD}, Q_{PROD}.
- Consigne U_{CONS} du régulateur primaire de tension.

et des télésignalisations suivantes :

- TS PART.RST « RST/ Hors RST ».
- TS « groupe en/hors butée UQ- », TS « groupe en/hors butée UQ+ »

Si régulation de tension au point de consigne $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD} = U_{cons}$, restitution des signaux suivants :

- Grandeur asservie par le réglage primaire de tension égale $U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD}$
- Gain de réglage primaire $G_{RPT} = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{CONS}$
- Gain : $G = (U_{PROD} + \lambda.Q_{PROD})/U_{REF}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.
Ces enregistrements doivent correspondre aux grandeurs non filtrées, et se distinguent des télémesures transmises à RTE (cf. §3.1.5).

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

- Absence de variation de la tension lors de la mise en ou hors service du RST
- L'unité de stockage doit rester stable quelle que soit la variation de la consigne RST
- Télésignalisations « En/Hors RST »conformes à l'état de fonctionnement de l'unité de stockage.
- Le gain G est constant et égal à 1 (tolérance +/-10%), quand la vitesse de variation de la consigne RST U_{REF} ne dépasse pas $(dUcons/dt)_{max}$
- Le gain G_{RPT} est constant et égal à 1 (tolérance +/-5%).
- **Essai 2** : Vérification du maintien du point de fonctionnement et du maintien de l'unité de stockage en RST
- **Essais 3, 4 et 5 :**
  - Quand la vitesse de variation de la consigne RST U_{REF} ne dépasse pas $(dUcons/dt)_{max}$, la dynamique attendue est celle du réglage primaire de tension. Le retard dans l'application des commandes U_{REF} respecte les exigences sur le délai d'application de commande.
- **Essai 5** :
  - L'unité de stockage reste en RST lors de l'atteinte des butées UQ+/UQ-
  - Les entrées et sorties des limitations atteintes doivent entrainer un changement d'état des TS correspondantes en moins de 10s (à l'hystérésis près). Ces TS doivent être stables;
  - Les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur les diagrammes [U, Q]...

Consultation

- La mesure (dUcons/dt)=(Ucons final-Ucons initial)/durée est conforme à la valeur (dUcons/dt)max déclarée par le stockeur et la mesure (dQ/dt)=(Q_{final}-$Q_{initial}$)/durée ≥ 12% Qn/min

- **Essai 6** : l'unité de stockage sort automatiquement du RST

consultation

FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF

Condition d'application : Type D (unité raccordée en HTB2 ou HTB3)

FICHE F 9 : OBSERVATION DU REGLAGE SECONDAIRE DE TENSION COMMANDE EN UREF
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs Observation du réglage secondaire de tension lorsque l'unité de stockage est en réglage secondaire de tension en U_{REF}.
Description L'unité de stockage couplée pendant huit heures. Le fonctionnement global de l'unité de de stockage en réglage secondaire de tension est contrôlé. Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés : **Essai 1 :** Passage de l'unité de stockage de hors RST à en RST (et réciproquement). **Essai 2 :** ▫ 2-a) L'unité de stockage étant en RST, le stockeur doit modifier la consigne du régulateur primaire de tension U_{CONS}. L'unité de stockage doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Remettre l'unité de stockage en RST. ▫ 2-b) Réception par l'unité de stockage d'un U_{REF} invalide ○ 2-b-1) RTE envoie un U_{REF} invalide. L'unité de stockage doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Quand le signal Uref redevient valide, l'unité de stockage se remet automatiquement ou manuellement en RST, selon le fonctionnement convenu avec RTE. ○ 2-b-2) Le stockeur simule une « coupure de fil ». L'unité de stockage doit sortir du RST automatiquement, en conservant la valeur de U_{CONS}. Quand le signal Uref redevient valide, l'unité de stockage se remet automatiquement ou manuellement en RST, selon le fonctionnement convenu avec RTE. **Essai 3 :** Test de fiabilité
Conditions particulières ▫ L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE. ▫ L'unité de stockage participe aux réglages primaire et secondaire de tension. ▫ Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'unité de stockage : couplage ; fonctionnement à P > 70% [$P_{max\ unité}$], à des puissances intermédiaires et découplage. ▫ Le transformateur principal est sur sa prise nominale ou le régleur en charge du transformateur principal agit suivant la loi de réglage convenue avec RTE.
Données d'entrée (Stockeur -->RTE) Mêmes données que pour la fiche F8
Résultats (Stockeur -->RTE) Rapport d'essai décrivant les évènements survenus Grâce aux télémesures disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'unité de stockage lors de l'évolution de U_{REF}.
Critères de conformité Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu : Le comportement de l'unité de stockage doit être conforme aux exigences décrites dans le § 3.1.5 ▫ TS conformes à l'état de l'unité de stockage. ▫ Sorties, entrées et maintien en RST conformes à la spécification, en fonction des évènements survenus pendant l'essai (commande invalide, non renouvellement, ….)

consultation

consultation

FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O

Conditions d'application : Types B, C, D

FICHE F 10 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SURFREQUENCE LFSM - O
Simulation ou Essais réels ou Attestation de conformité ***Dossier final***
Objectifs du test L'objectif de ce test est de vérifier que l'unité est bien conforme au présent cahier des charges concernant la baisse de puissance sur augmentation de fréquence, en injection et en soutirage.

consultation

Description du test (pour l'essai)

L'unité de stockage étant couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :
La valeur $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale identifiée dans la fiche E1

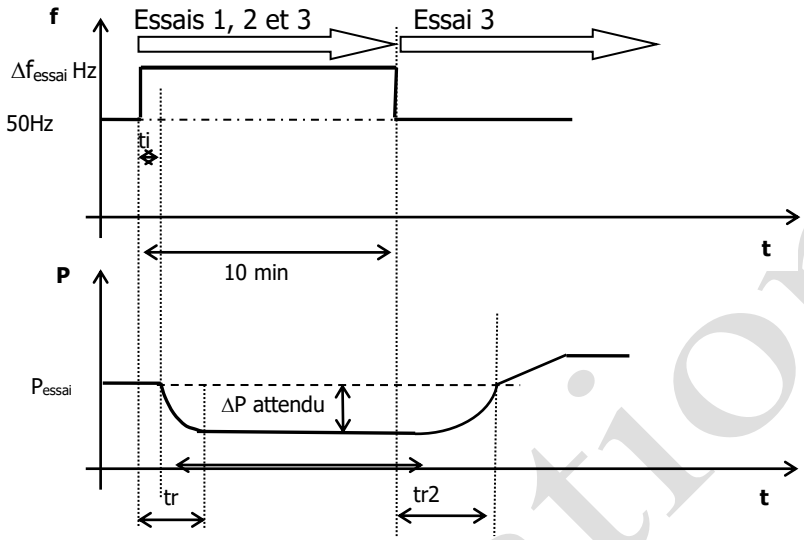


figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps de réponse au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de baisse de puissance attendue.
t_{r2} : temps de réponse au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant incident.

Unité de stockage en injection, avec $P_{essai} = P_{max\ injection\ unité}$

- **Essai 1 :** Injection artificielle pendant 10 minutes d'un échelon de fréquence ⍰fessai1 au niveau du contrôle-commande de façon à obtenir un ⍰P de 20 % $P_{max\ injection\ unité}$.
  Ex : $⍰f_{essai1}$ = 0,7 Hz avec un statisme de 5%

- **Essai 2:** idem essai 1 avec un échelon $⍰f_{essai2}$ de façon à obtenir un ⍰P de 50 % $P_{max\ injection\ unité}$

Essai 3 : idem essai 1 avec un échelon $⍰f_{essai3}$ permettant d'atteindre **$P_{max\ soutirage\ unité}$**, puis un échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz.

Conditions particulières

- Conditions Générales Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon
- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Les tests sont réalisés en injection et en soutirage

consultation

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

Valeur du seuil (réglable) : 50,2 Hz (f_1)

Valeur du statisme (réglable) : Δ_{LFSM} 5%

Résultats (Stockeur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le dispositif
- Puissance active fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_r,
- t_i
- t_{r2}
- P_{ref}
- ΔP
- Δf_{essai1} ; Δf_{essai2} ; et Δf_{essai3}
- Pente pour rejoindre P_{essai} après passage en dessous de f_1

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- ti doit être inférieur à 500 ms
  Un délai d'activation supérieur à 500ms devra être justifié par des éléments techniques

- Variation ΔP = ΔP attendu

Pour les essais 1 et 2 :

- Temps tr doit être inférieur ou égal à 2 sec

Pour l'essai 3 :

- Si le temps tr est supérieur à 2 sec, fournir les justifications techniques
- Temps tr2 doit être inférieur ou égal à 30 sec
- Pente pour revenir à P_{essai}, après passage en dessous de f_1 , inférieure à 10 % $P_{max\ unité}$ / min

consultation

FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM – U ET LFSM-UI

Conditions d'application : Types B, C, D

FICHE F 11 : MODE DE REGLAGE RESTREINT A LA SOUS-FREQUENCE LFSM - U et LFSM-UI

Simulation ou Essais réels
Dossier final

Objectifs du test

L'objectif de ce test est de vérifier que l'unité est bien conforme au présent cahier des charges concernant l'augmentation de puissance sur baisse de fréquence, en injection et en soutirage.

Description du test

L'unité étant couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :
La valeur $P_{max\ injection\ unité}$ correspond à la puissance maximale identifiée dans la fiche E1

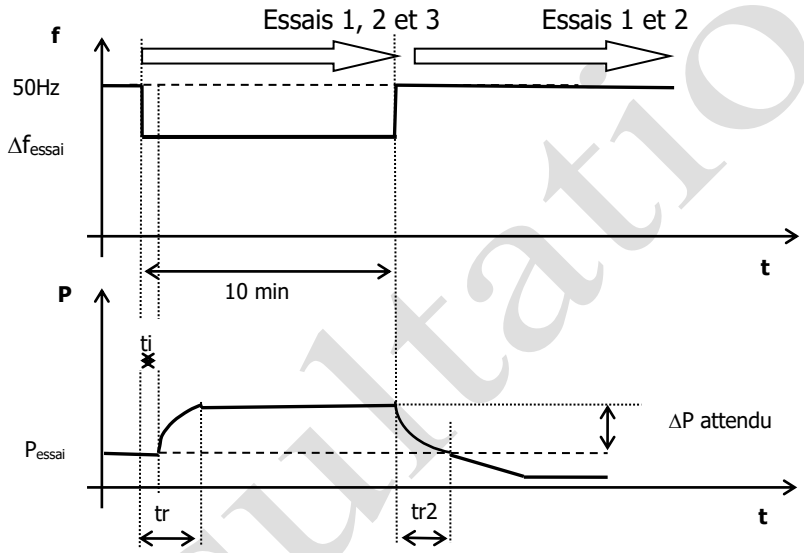


figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci
t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de l'augmentation de puissance attendue.
t_{r2} : temps au bout duquel l'installation retrouve 95% de la valeur de puissance avant incident.

- **Essai 1 (P_{essai} = $P_{max\ soutirage\ unité}$) :** Injection artificielle pendant 10 minutes d'un échelon de fréquence Δf_{essai1} au niveau du contrôle-commande de façon à obtenir un ΔP de 20 % $P_{max\ injection\ unité}$, puis un échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz (l'unité de stockage étant à une valeur de puissance permettant de dégager 20 % de $P_{max\ injection\ unité}$)
  Ex : Δf_{essai1} = - 0,7 Hz avec un statisme de 5 %

- **Essai 2 (P_{essai} = $P_{max\ soutirage\ unité}$) :** idem essai 1, avec un échelon Δf_{essai2} permettant d'atteindre $P_{max\ injection\ unité}$, puis un échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz

- **Essai 3 (P_{essai} = 20% $P_{max\ injection\ unité}$) :** idem essai 1. L'échelon de fréquence pour revenir à 50 Hz n'est pas nécessaire pour cet essai.

consultation

Conditions particulières

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- Conditions Générales Annexe 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon

Données d'entrée (RTE -->Stockeur)

Valeur du seuil (réglable) : 49,8 Hz (f_2)
Valeur du statisme (réglable) : Δ_{LFSM-U} 5%
K(LFSM-UI) =1.7Pu/Hz

Résultats (Stockeur -->RTE)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Consigne injectée artificiellement dans le dispositif
- Puissance active fournie par l'unité

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- t_r,
- t_i
- t_{r2}
- ΔP
- Δf_{essai1}, Δf_{essai2}, Δf_{essai3}
- Pente pour rejoindre P_{essai} après passage au-dessus de f_2

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un échantillonnage minimum de 10 Hz, ainsi qu'un zoom sur les transitoires.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- ti doit être inférieur 500 ms
- Variation ΔP = ΔP attendu

Pour les essais 1 et 3 :

- Temps tr doit être inférieur ou égal à 2 sec (expliciter les phénomènes si tr >2 sec)
- Temps tr2 doit être inférieur ou égal à 20 sec
- Pente pour rejoindre P_{essai} après passage au-dessus de f_2 inférieure à 10 % $P_{max\ unité}$ / min
- Tant que la fréquence est inférieure à f2, l'unité de stockage ne doit pas passer d'un mode injection au mode soutirage.

Pour l'essai 2 :

- Temps tr doit être inférieur ou égal à 4 sec (expliciter les phénomènes si tr >2 sec)
- Temps tr2 doit être inférieur ou égal à 20 sec
- Pente pour rejoindre P_{essai} après passage au-dessus de f_2 inférieure à 10 % $P_{max\ unité}$ / min

Consultation

FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE

Conditions d'application : Types B, C, D

FICHE F 13 : RESYNCHRONISATION RAPIDE

Essais réels
Dossier final

Objectifs

L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'unité de stockage, en injection et en soutirage, à se reconnecter rapidement au RPT, au retour de la tension, suite à une déconnexion consécutive à l'absence d'alimentation électrique extérieure.

Données d'entrée (RTE → Stockeur)

Si l'unité a la capacité de reconnexion automatique :

$d_{inhibition}$ (minutes) : l'unité de stockage dispose d'une fonctionnalité de reconnexion automatique dès le retour de la tension sur son poste de raccordement au RPT. Cette fonctionnalité doit être inhibée automatiquement si l'absence d'alimentation électrique extérieure est supérieure à $d_{inhibition}$ minutes. $d_{inhibition}$ doit être inférieur à 3 minutes.

Description

Pour les essais de cette fiche, la valeur $P_{max\ unité}$ correspond à la puissance maximale au moment de chaque étape de mise en service partielle.

Si l'unité n'a pas de capacité de reconnexion automatique :

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de stockage par mise hors tension du jeu de barre (ou section / tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1 : Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon)
- T2<T1+15mn : Reconnexion manuelle
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Si l'unité a la capacité de reconnexion automatique :

Essai 1

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de stockage par mise hors tension du jeu de barre (ou section / tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1<T0+ $d_{inhibition}$: Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon).
- T2<T1+15mn : Reconnexion automatique. Le délai de reconnexion $d_{re.auto}$ = T2-T1 sera mesuré.
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Essai 2

- T0 : Déconnexion volontaire de l'unité de stockage par mise hors tension du jeu de barre (ou section / tronçon) sur lequel l'unité est raccordée, l'unité étant à $P_{max\ unité}$.
- T1>T0+ $d_{inhibition}$: Remise sous tension du jeu de barre (ou section / tronçon).
- Attente durant un délai supérieur à $d_{re.auto}$ pour vérifier l'absence de reconnexion automatique.
- T1+ $d_{re.auto}$ <T2<T1+15mn : Reconnexion manuelle.
- Reprise du programme d'exploitation avec la pente utilisée en régime normal.

Conditions particulières

- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Pour les essais réalisés à $P_{max\ injection\ unité}$, il s'agit de la puissance maximale en fonction des conditions extérieures au jour de l'essai (cette valeur sera justifiée par le stockeur), l'essai ne peut être considéré comme recevable que si cette Pessai est supérieure ou égale à 70% Pmax injection unité
- Les tests sont réalisés en injection (fournir une attestation de conformité pour le fonctionnement en soutirage si l'essai n'est pas demandé par RTE).

Consultation

Résultats (Stockeur -->RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.
- Enregistrements des signaux temporels suivants :
  - Puissance active au point de raccordement
  - Puissance réactive au point de raccordement
  - Tension stator ou Tension au point de raccordement
  - Télésignalisation matérialisant la connexion/déconnexion au RPT

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 1 Hz pour les puissances et tension.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

- Les enregistrements doivent prouver que les séquences définies dans le § Description sont conformes à l'attendu.
- La pente de montée ou de baisse de puissance active mesurée lors de l'essai est cohérente avec celle renseignée par le client dans la liste des données (fiche E1).
- La déclaration de conformité des performances en soutirage, si l'essai n'est pas demandé par RTE

consultation

FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (VERSION STOCKAGE)

Condition d'application : Installation pour laquelle un automate a été spécifié par RTE, fiche réalisée à la maille de l'unité

FICHE F 14 : AUTOMATE MODULATION (version STOCKAGE)
Essais réels ***Dossier final***
Objectifs L'objectif de cet essai est d'évaluer la capacité de l'installation à assurer un rôle dans la gestion de congestion, soit en limitant (partiellement ou totalement) sa puissance active en injection / soutirage, soit en rendant un service de flexibilité. La mise en œuvre de la réponse de l'unité se fait sur réception d'un ordre issu de RTE. Cet ordre peut être envoyé de façon automatique ou via un opérateur. L'automate fait partie des dispositifs accompagnant les flexibilités, permettant de surveiller, contrôler, et gérer les opérations du réseau en interface avec les unités raccordées de manière automatique, sans intervention humaine directe. Ces automates jouent un rôle crucial pour assurer (i) un fonctionnement efficient du système électrique, (ii) la sureté système et (iii) la sécurité des biens et des personnes. Cette fiche s'inscrit dans ce cadre et a comme objectif de décrire les procédures d'essais et de validation d'un automate à l'interface de RTE et d'un client Stockeur.

consultation

Description

Pour les essais de cette fiche :

- P_{ref0} est définie comme la valeur effective de puissance active à la réception de l'ordre de gestion de congestion

L'ajustement de puissance active sont demandés par RTE sous la forme d'une TVC : ce signal est envoyé en cas de détection de contrainte sur le réseau RTE et peut changer en fonction des conditions d'exploitation. Ce signal est double, définissant une plage des valeurs de puissance active possibles pour l'unité de stockage.
L'arrêt de l'injection (respectivement du soutirage) est demandé par RTE sous la forme d'une TC.
Les essais suivants visent à tester ces différentes modalités.

L'unité de Stockage est couplée au réseau, les essais suivants sont réalisés :

Essai 1 – TVC : Test d'application du signal gestion de congestion pour une limitation de la puissance active
Envoi d'un ordre de limitation de la puissance active sous forme d'une double TVC.
Avant le test, aucun signal de gestion de congestion ne s'applique et le stockeur a une $P_{ref0} > 0$ (injection). En pratique, la TC LIM.HTB vaut 0 (donc pas d'application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et les TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX ont une valeur quelconque non réactualisée.

1. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une valeur TVC PLIM.MAX positive (réduction de l'injection) et inférieure en valeur à la puissance P_{ref0} (pas de changement pour le signal PLIM.MIN qui prend la valeur algébrique minimale pour le stockeur)

Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme pour adopter une valeur inférieure à PLIM.MAX et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1.

La TC LIM.HTB repasse à 0. A noter qu'à chaque envoi de la TC LIM.HTB à 0, il faut s'attendre en retour à avoir la TS LIM.HTB qui passe également à 0 une fois que le stockeur met fin à sa gestion de la limitation (qu'il ait eu à modifier son programme ou non). Le stockeur réadopte sa $P_{ref0} > 0$ (injection).

2. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une valeur TVC PLIM.MAX positive et supérieure en valeur à la puissance P_{ref0} (pas de changement pour le signal PLIM.MIN qui garde la valeur algébrique minimale pour le stockeur)

Critère de réussite : Le Stockeur doit renvoyer la TS LIM.HTB à 1 pour confirmer l'application de la demande de limitation mais n'est pas tenu de changer son programme de marche (il peut le faire cependant tant que la plage de puissance active délimitée par PLIM.MIN et PLIM.MAX est respectée) ; son contrôle-commande prend note de la valeur de limitation demandée (la puissance active de l'unité ne doit pas être supérieure à cette valeur jusqu'à la levée de l'ordre).

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur adopte une $P_{ref0} < 0$ (soutirage).

3. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une valeur TVC PLIM.MIN négative (réduction du soutirage) et supérieure en valeur à la puissance P_{ref0} (pas de changement pour le signal PLIM.MAX qui prend la valeur maximale pour le stockeur)

Exemple : P_{ref0} = -40 MW ; PLIM.MIN = -30 MW ; PLIM.MAX = 50 MW (inchangé).
Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme pour adopter une valeur de puissance active supérieure à PLIM.MIN et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1.

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur réadopte sa $P_{ref0} < 0$ (soutirage).

4. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une valeur TVC PLIM.MIN négative et inférieure en valeur à la puissance P_{ref0} (pas de changement pour le signal PLIM.MAX qui prend la valeur maximale pour le stockeur)

Exemple : P_{ref0} = -40 MW ; PLIM.MIN = -45 MW ; PLIM.MAX = 50 MW (inchangé).

consultation

Critère de réussite : Le Stockeur doit renvoyer la TS LIM.HTB à 1 pour confirmer l'application de la demande de limitation mais n'est pas tenu de changer son programme de marche (il peut le faire cependant tant que la plage de puissance active délimitée par PLIM.MIN et PLIM.MAX est respectée) ; son contrôle-commande prend note de la valeur de limitation demandée (la puissance active de l'unité ne doit pas être inférieure à cette valeur jusqu'à la levée de l'ordre).

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur réadopte sa $P_{ref0} < 0$ (soutirage).

5. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 et une double valeur TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX restreignant la plage initiale du Stockeur. La valeur de PLIM.MIN est négative et supérieure à la valeur P_{ref0} et la valeur PLIM.MAX est positive, et impose une restriction de l'injection par rapport à la puissance maximale disponible instantanée de l'installation (PMAX+.1s).

Exemple : P_{ref0} = -40 MW ; PLIM.MIN = -20 MW ; PLIM.MAX = 10 MW.
Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme pour adopter une valeur supérieure à PLIM.MIN et inférieure à PLIM.MAX, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1. Son contrôle-commande prend note de la valeur de limitation demandée dans les deux sens.

6. Lever le signal de limitation par l'envoi de la TC LIM.HTB à 0

Critère de réussite :
- *Le Stockeur doit ne plus prendre en compte les TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX et renvoyer la TS LIM.HTB à 0.*
- *Constat que le stockeur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement.*

Essai 2 – TVC : Test d'application du signal gestion de congestion pour un service de flexibilité
Envoi d'un ordre sous forme d'une double TVC.
Avant le test, aucun signal de gestion de congestion ne s'applique et le stockeur a une $P_{ref0} > 0$ (injection). En pratique, la TC LIM.HTB vaut 0 (donc pas d'application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et les TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX ont une valeur quelconque non réactualisée.

1. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une double valeur TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX positive (application d'un ajustement en injection) ; les deux sont strictement supérieures en valeur à P_{ref0}.

Exemple : P_{ref0} = 20 MW ; PLIM.MIN = 28 MW ; PLIM.MAX = 30 MW.
Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme pour adopter une valeur comprise entre PLIM.MIN et PLIM.MAX, ce qui le fait injecter davantage, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1.

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur adopte une $P_{ref0} < 0$ (soutirage).

2. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une double valeur TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX négative (application d'un ajustement en soutirage) ; les deux sont strictement inférieures en valeur algébrique à P_{ref0}.

Exemple : P_{ref0} = -10 MW ; PLIM.MIN = -40 MW ; PLIM.MAX = -38 MW.
Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme pour adopter une valeur comprise entre PLIM.MIN et PLIM.MAX, ce qui le fait soutirer davantage, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1.

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur adopte une $P_{ref0} > 0$ (injection).

3. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une double valeur TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX négative (application d'un ajustement en soutirage).

Exemple : P_{ref0} = 20 MW ; PLIM.MIN = -30 MW ; PLIM.MAX = -25 MW.

consultation

Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme et inverser son sens de fonctionnement pour adopter une valeur comprise entre PLIM.MIN et PLIM.MAX, ce qui le fait soutirer, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1.

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur adopte une $P_{ref0} < 0$ (soutirage).

4. Envoyer la TC LIM.HTB à 1 (application en cours du signal d'ajustement de la puissance active) et une double valeur TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX positive (application d'un ajustement en injection).

Exemple : P_{ref0} = -15 MW ; PLIM.MIN = 35 MW ; PLIM.MAX = 39 MW.

Critère de réussite : Le Stockeur doit changer son programme et inverser son sens de fonctionnement pour adopter une valeur comprise entre PLIM.MIN et PLIM.MAX, ce qui le fait injecter, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS LIM.HTB à 1.

5. Lever le signal de limitation par l'envoi de la TC LIM.HTB à 0

Critère de réussite :

- *Le Stockeur doit ne plus prendre en compte les TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX et renvoyer la TS LIM.HTB à 0.*
- *Constat que le stockeur n'est plus limité par l'automate vu du point de raccordement.*

Essai 3 – TVC : Test d'actualisation TVC

Avant le test, aucun signal de gestion de congestion ne s'applique et le stockeur a une $P_{ref0} > 0$ (injection). En pratique, la TC LIM.HTB vaut 0 (donc pas d'application en cours du signal d'ajustement de puissance active) et les TVC PLIM.MIN et PLIM.MAX ont une valeur quelconque non réactualisée.

Envoi par RTE d'ordres de réduction de l'injection par palier de 10% Pref0 avec actualisation rapide puis retrait progressif des limitations.

Avec durée de palier T3 = 10 secondes

Avec les valeurs de limitation de la puissance active par défaut suivantes : PLIM.MAX1 = 80% Pref0, PLIM.MAX2 = 70% Pref0, etc.

Les valeurs de PLIM.MAX pourront être réévaluées en fonction de Pref0.

Pref0 =

Date et heure :

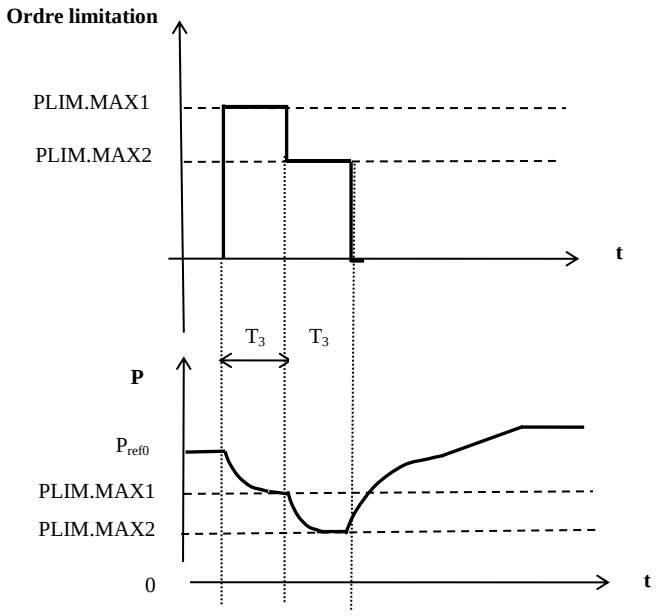
Heure d'envoi de la TVC PLIM.MAX	PLIM.MAX	% de P_{ref0}	Temps de mise en œuvre (secondes) = temps pour passer de la valeur courante de P à une valeur située à l'intérieur de l'intervalle fixé par RTE

Critères de réussite :

• A chaque nouvel ordre de limitation, le Stockeur prend en compte la nouvelle limite à respecter.

• Le critère temporel ci-dessous est respecté.

consultation



Critère temporel :

t_{r1} : délai de mise en œuvre = temps pour passer de la valeur courante de P à une valeur située à l'intérieur de la plage fixée par RTE. Le délai de mise en œuvre total de l'ajustement de puissance active ne doit pas dépasser 15 secondes après la réception de l'ordre au port d'entrée.

Essai 4 – TC : Test d'arrêt de l'injection (resp. du soutirage) de puissance active

Envoi d'un ordre sous forme d'une TC.

Avant le test, aucun signal d'arrêt de l'injection (resp. du soutirage) ne s'applique et le stockeur a une $P_{ref0} > 0$ (injection). En pratique, la TC EFF.HTB vaut 0.

1. Envoyer la TC EFF.HTB à 1 (demande d'effacement total de l'unité).
   Critère de réussite : Le Stockeur doit adopter une puissance active P = 0 MW en moins de 5 secondes, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS EFF.HTB à 1.

La TC LIM.HTB repasse à 0 et le stockeur adopte une $P_{ref0} < 0$ (soutirage).

2. Envoyer la TC EFF.HTB à 1 (demande d'effacement total de l'unité).
   Critère de réussite : Le Stockeur doit adopter une puissance active P = 0 MW en moins de 5 secondes, et renvoyer confirmation d'application de la demande via la TS EFF.HTB à 1.

Conditions particulières

- Le test doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- La puissance au début des essais Pref0 doit être supérieure à 50% Pmax en valeur absolue (injection ou soutirage) afin de garantir en exploitation des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais.

Données d'entrée (RTE -> Stockeur)

consultation

Résultats (Stockeur -> RTE)

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai et les points de mesures.

- Enregistrements des signaux temporels suivants :
  - Puissance active
  - Puissance réactive
  - Tension au point de raccordement

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'arrêt (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Ils doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver que les fonctionnalités attendues de l'automate sur l'installation ont bien été réalisées.
L'ensemble de ces essais ne doit pas remettre en cause les autres exigences applicables à l'unité de stockage (par exemple le réglage de la tension doit rester effectif conformément au cadre contractuel).

Pour chacun des essais les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- La puissance P est comprise entre les bornes définies par les signaux PLIM.MIN et PLIM.MAX en cours (tolérance 0,5 MW) si le signal LIM.HTB est à 1

- Le temps de réponse tr1 pour atteindre les valeurs demandées après réception des TVC dédiées (temps pour passer de la valeur courante de P à une valeur située à l'intérieur de l'intervalle fixé par RTE), doivent être conformes aux prescriptions décrites dans les capacités constructives pour l'ajustement de puissance active.

- Le temps de réponse pour l'arrêt de la puissance active après réception de la TC dédiée doit être conformes aux prescriptions décrites dans les capacités constructives pour l'arrêt de l'injection (resp. du soutirage) de puissance active.

consultation

FICHE F 15 : VALIDATION DU MODELE EMT

Condition d'application : Types C, D

Fiche F15 : Validation du modèle EMT

Essais
Dossier final

Objectifs

Le modèle numérique détaillé de type EMT (ElectroMagnetic Transient) fourni par le Stockeur doit permettre de simuler le comportement de l'unité de stockage dans les études de transitoires électromagnétiques menées par RTE. La pertinence de ce modèle doit être validée par RTE.

Cette validation se fait en deux phases et sur deux fiches :

(vii) Phase 1 (décrite dans la fiche I11) : elle permet de comparer le modèle EMT développé par RTE au modèle utilisé par l'unité de stockage en confrontant les résultats de simulations des deux modèles

(viii) Phase 2 (dans cette fiche) : elle permet de comparer les données générées par le modèle EMT de RTE aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service

Des échanges entre le stockeur, le constructeur et RTE seront nécessaires, dès le début du projet, pour élaborer et analyser l'acceptabilité des modèles décrits dans cette fiche.

Description

Un schéma de principe du raccordement d'un site de stockage utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance est présenté à la Figure 1. Cette description se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE. La description se veut la plus générique possible mais il est possible que certaines installations ne soient pas parfaitement représentées par ce schéma. Des échanges entre le stockeur et RTE seront nécessaires pour analyser l'acceptabilité des modèles décrits ci-dessous.

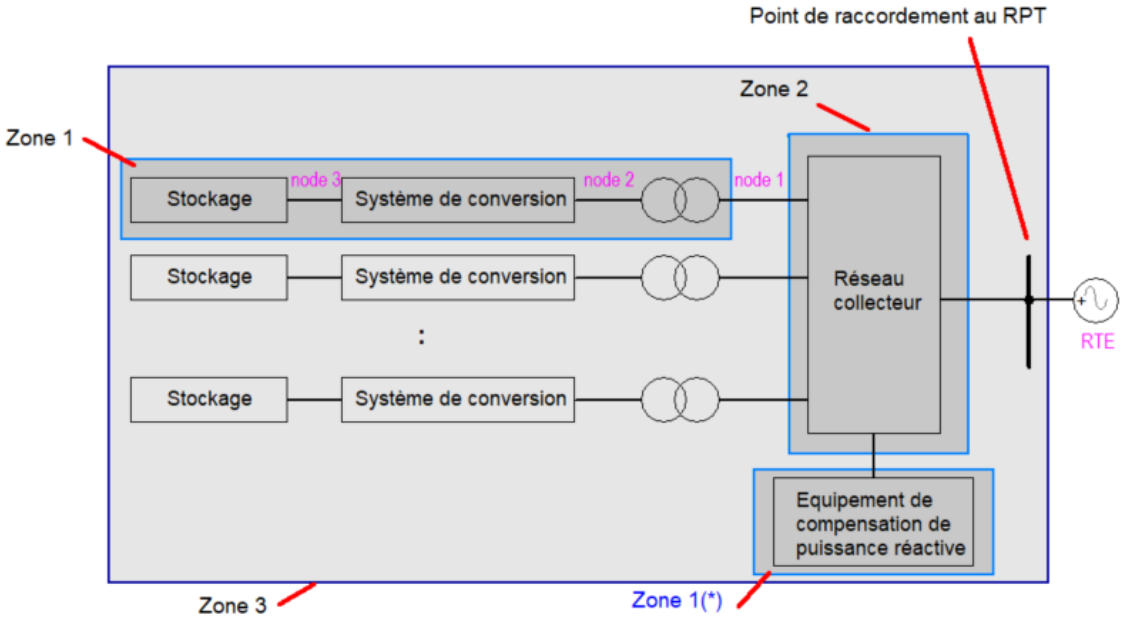


Figure 1

(*) : Si l'unité de stockage comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, les données à fournir seront à valider entre le stockeur et RTE.

La validation de la phase 2 se fera a minima en une étape (identifiée comme Etape 4 ci-dessous). Le stockeur pourra également proposer une méthode complémentaire de validation de ce modèle détaillé.

L'objectif est de comparer les résultats fournis par le modèle EMT (développé par RTE à l'aide des données fournies par le stockeur) avec des données de référence (mesures sur site) fournies par le stockeur. Cette comparaison se fera par RTE. Pour réaliser cette comparaison le stockeur devra fournir, les données de référence sous un format numérique (COMTRADE, CSV …)..

Etape 4 – Validation du modèle complet avec essais sur site (après première injection)

Les résultats obtenus par le modèle EMT de l'unité de stockage complet tel que présenté à la Figure 1 seront comparés aux mesures sur site réalisées lors des essais de contrôle de conformité. Aucun essai spécifique n'est sélectionné dans cette fiche. La sélection des essais pour la validation du modèle sera proposée 3 mois avant leur réalisation par le stockeur et devra être approuvée par RTE 2 semaines avant leur réalisation, un autre planning peut être convenu tenant compte des contraintes opérationnelles.
Quatre points de fonctionnement seront nécessaires pour compléter cette phase de validation :

- 1 ou plusieurs essais à $P_{max\ soutirage\ unité}$,
- 1 ou plusieurs essais avec un niveau d'injection de puissance active à 50% de $P_{max\ soutirage\ unité}$,
- 1 ou plusieurs essais avec un niveau d'injection de puissance active à 50% de $P_{max\ injection\ unité}$,
- 1 essai avec un niveau d'injection de puissance active maximale ($P_{max\ injection\ unité}$).

Les mesures incluent a minima les tensions et courants instantanés aux nœuds identifiés sur la figure 1 et au point de raccirdement.
Toutes les consignes, mode de fonctionnement et retour d'état, pertinents dans le cadre de ces essais seront fournis.
Afin de synchroniser les relevés d'essais et les résultats de simulation, le stockeur devra indiquer dans ses données de référence l'instant d'application de la perturbation.

Les signaux de mesure doivent avoir un échantillonnage minimum de 5kHz. La durée de la mesure doit permettre d'observer l'état initial, la perturbation et l'établissement du régime établi.

Les mesures relatives aux différentes zones 1 peuvent être réalisées sur un seul système de stockage (identifié sur la figure 1) représentatif de l'unité de stockage. Si l'unité de stockage comporte plusieurs zones 1 possédant des caractéristiques différentes (que ce soit d'un point de vue matériel ou de contrôle-commande), des mesures devront être placées sur chaque système représentatif.

Le stockeur fournira un rapport spécifique pour cette fiche dans lequel sera mentionné :

- Les essais sélectionnés pour la validation du modèle EMT,
- La description des points de mesure, des appareils associés et leurs caractéristiques techniques,
- Tout élément permettant la réalisation des simulations relatives aux essais sur le modèle EMT développé par RTE pour sa validation.

L'objectif de ce rapport est faire valider par RTE la faisabilité et la conformité des essais et des conditions de test avant la réalisation des essais selon les spécifications de cette fiche.

Critère de conformité :

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants aux nœuds identifiés sur la Figure 1 et au point de raccordement.
En régime transitoire la différence relative entre les valeurs instantanées données par la simulation et celles provenant des mesures ne devra pas excéder 10%, les signaux fournis par le stockeur étant considérées comme référence.

En régime établi, cette différence ne devra pas excéder 5%.

Tout écart, par rapport aux seuils 5% et 10%, devra être expliqué et justifié via un échange entre les parties. A défaut d'accord, le modèle ne pourra pas être validé.
Les détails de ces essais seront adaptés en fonction des spécificités techniques des équipements installés ainsi que des essais sur site qui seront réalisés.

Résultats (Stockeur -->RTE)

1. *Données de référence pour la validation de l'étape 4 avec une description du fichier fourni pour son utilisation*
   +
   Rapport contenant les informations demandées et les éventuels commentaires nécessaires à la validation des modèles

consultation

Les données de référence doivent inclure les phases de régime établi initial avant l'évènement (à minima pendant 1 seconde) et de régime établi final (à minima pendant 2 secondes).
Critères de conformité : Ils sont décrits dans chaque étape

consultation

FICHE F 16 : VALIDATION DU MODELE PHASEUR OUVERT

Condition d'application : Type B, C et D

Fiche F16 : Validation du modèle phaseur ouvert

Essais
Dossier final

Contexte

Le modèle de type phaseur (ou RMS) et dit « ouvert » doit permettre de simuler le comportement de l'unité de stockage dans les études de transitoires électromécaniques menées par RTE (stabilité transitoire, de fréquence et de tension).
La description du modèle phaseur ouvert correspond aux informations fournies par le Stockeur dans la fiche E1 afin de permettre à RTE de l'implémenter dans son logiciel de simulation RMS de référence. L'adjectif « ouvert » rappelle qu'une boîte-noire (fichier compilé) ou un modèle digital sur un logiciel commercial n'est pas recevable à titre de livraison du modèle phaseur.
Le processus de validation du modèle phaseur ouvert fournit par le Stockeur à RTE se fait en deux phases, d'abord lors d'études pour l'obtention de l'ION (Phase 1), et ensuite dans la phase d'essais pour l'obtention de la FON (Phase 2). Cette fiche porte sur la Phase 2.

Objectifs

Afin d'assurer la qualité et la précision du modèle phaseur ouvert fourni à RTE, il doit être possible de démontrer que le comportement « réel » de l'unité de stockage peut être reproduit en simulation avec ce modèle sur un cadre précis.
Cette fiche précise les conditions, périmètre et critères de conformités associés à la Phase 2 du processus de validation du modèle phaseur ouvert dans laquelle RTE compare les résultats de simulations obtenues avec ce modèle aux mesures sur site obtenues lors des essais de mise en service.
En cas de non-conformité aux exigences de validation du modèle phaseur (cf. section Critères de conformités), le Stockeur est tenu de fournir des justifications à RTE. Si nécessaire, le Stockeur devra envoyer une mise à jour de la description du modèle phaseur ouvert à RTE qui garantit le respect des critères de conformité ici exigés.
Cette étape est donc effectuée par RTE sur la base des informations fournies par le Stockeur : la description du modèle et les signaux numériques des résultats des essais sur site.
Le Stockeur est encouragé à effectuer aussi cette étude afin d'être en mesure d'identifier plus facilement la mise à jour du modèle nécessaire pour assurer la conformité, mais il n'est pas obligé s'il considère que les éventuels écarts soulevés par RTE peuvent être résolus sur la base des travaux effectués en Phase 1.

Description

La Figure 1 montre un schéma de principe du raccordement d'une unité de stockage utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance qui rappelle le périmètre de la modélisation à considérer dans cette étude. Il se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE.

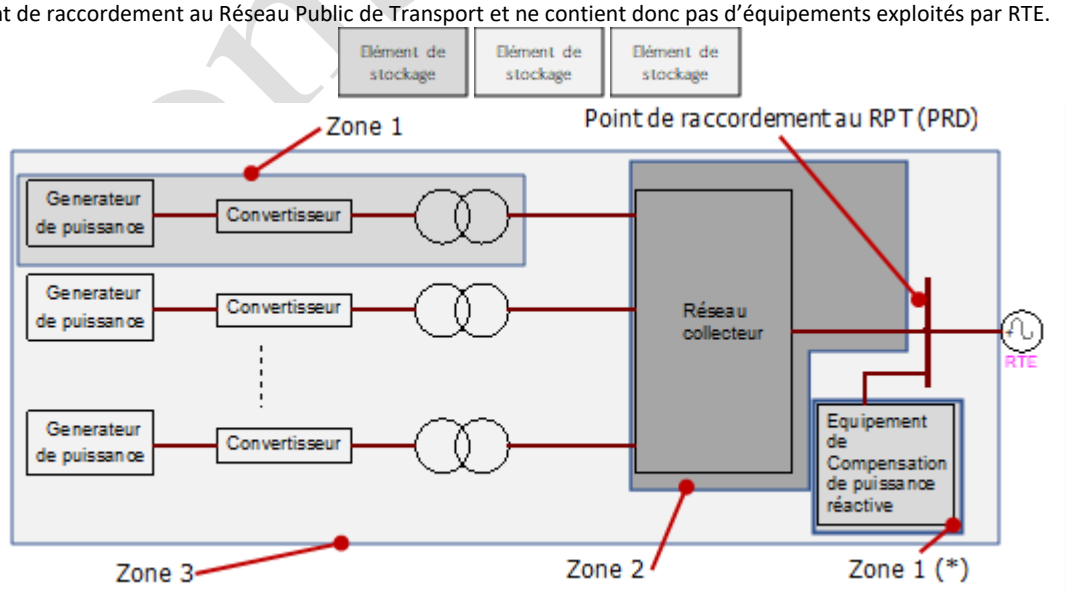


Figure 1. Schéma de principe du raccordement de l'unité de stockage

(*) : Si l'unité de stockage comporte un équipement de compensation à base d'électronique de puissance, la validation de ce modèle devra aussi être effectuée d'une façon analogue à la validation de la Zone 1. Les données et tests considérés pour ce cas particulier seront à convenir entre le Stockeur et RTE.

La validation du modèle phaseur ouvert se fera à minima sur 2 périmètres :

i. A la maille d'un élément de stockage de référence (i.e. Zone 1 dans Figure 1) et
ii. A la maille de l'unité de stockage (au point de raccordement, PDR, défini par la Zone 3 dans la Figure 1).

Les résultats obtenus avec le modèle phaseur ouvert implémenté par RTE et correspondant aux informations fournies par le Stockeur seront comparés aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service. Seule la composante directe est considérée en cohérence avec les hypothèses de modélisation.

Les écarts entre les résultats de simulation et les mesures utilisées comme référence sont évalués sur la base des indicateurs définis dans la Phase 1 (cf. Fiche I16) : l'erreur moyenne (*Mean Error, ME*), l'erreur moyenne absolue (*MAE, Mean Absolute Error*) et l'erreur maximale (*MXE, Maximum Error*) tel que définis dans le standard IEC 61400-27-2:2020 à partir de l'erreur de la série temporelle : $x_e(n) = x_{sim}(n) - x_{mes}(n)$. De plus, l'écart sur les indicateurs de performance dynamique classiques : dépassement, temps d'activation, de montée et d'établissement sera aussi évalué.

En cas d'impossibilité d'appliquer l'un ou la totalité de ces critères à un élément de stockage (zone 1) et/ou à l'unité de stockage (zone 3), une autre méthode de validation sera convenue entre le Stockeur et RTE.

Résultats (Stockeur ® RTE)

Aucun essai spécifique n'est sélectionné dans cette fiche. Le processus de validation se basera sur la sélection des essais prévus pour la validation du modèle EMT conformément à la fiche F15 (si applicable). Cette sélection est proposée par le Stockeur 3 mois avant leur réalisation et soumise à l'approbation de RTE 2 semaines avant leur réalisation. Un autre planning peut être convenu tenant compte des contraintes opérationnelles. Quatre points de fonctionnement doivent néanmoins être prévus pour compléter le processus de validation du modèle phaseur :

- essais avec un niveau de soutirage de puissance active maximale,
- essais avec un niveau de soutirage de puissance active à 50% de la puissance maximale de l'unité de stockage,
- essais avec un niveau d'injection de puissance active à 50% de la puissance maximale de l'unité de stockage,
- essais avec un niveau d'injection de puissance active maximale.

Sur la base de ces essais, RTE réalise une validation de son implémentation du modèle phaseur ouvert. En cas d'écart au-delà des critères de conformité dont la justification reste non recevable par RTE, une mise à jour du modèle permettant d'atteindre les critères de conformité devra être fournie. Afin de fluidifier ces échanges, le Stockeur peut fournir un rapport de validation de son modèle phaseur ouvert (utilisé pour la fourniture des données de la fiche I16) par rapport aux essais. Dans ce cas, les paramètres utilisés pour la réalisation de ces simulations devront être fournis.

Les mesures incluent à minima les tensions et courants instantanés et RMS, ainsi que les puissances active et réactive et les composantes active et réactive du courant aux nœuds identifiés sur la Figure 2 (internes à la Zone 1) et au point de raccordement (Zone 3). L'origine des grandeurs RMS devra être précisée (recalculées selon une norme, issues d'instrument de mesure, entrée/sortie du contrôle…). Toutes les consignes, mode de fonctionnement et retour d'états, pertinents dans le cadre de ces essais pour la validation du modèle phaseur devront être fournies.

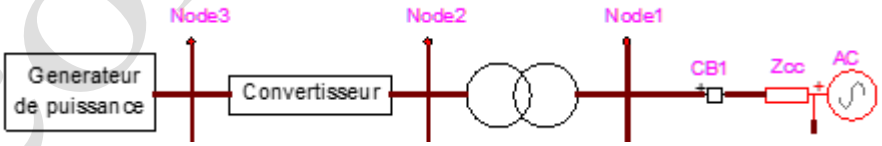


Figure 2. Points de mesures internes à la Zone 1 (au niveau d'une unité de stockage)

Les signaux de mesure doivent avoir un échantillonnage minimum de 2kHz. La durée de la mesure doit permettre d'observer l'état initial (au moins 1 s avant essai), le transitoire et l'établissement du régime permanent (au moins 5 s après la fin de l'essai). Concernant la Zone 1, les mesures peuvent être réalisées sur une unité de stockage unique, représentatif des moyens de stockage du site. Si l'unité de stockage comporte plusieurs zones 1 possédant des caractéristiques différentes (que ce soit d'un point de vue matériel ou de contrôle-commande), des mesures devront être placées sur chaque élément représentatif.

Afin de synchroniser les relevés d'essais et les résultats de simulation, le consommateur devra indiquer dans ses données de référence l'instant d'application de la perturbation.

consultation

Critères de conformité :

1. Fourniture des signaux de référence pour la validation en format numérique exploitable par RTE (COMTRADE, CSV...) avec une description claire des signaux : grandeur, point de mesure, filtrage si appliqué, instant d'occurrence de l'évènement. L'échantillonnage et la durée de l'enregistrement doivent être adéquats au phénomène observé (elle doit permettre d'observer l'état initial, la perturbation et l'établissement du régime permanent).

2. Pour les tests de suivi de consigne : les erreurs maximales admissibles sur grandeur poursuivie en pu (base niveau de variation de consigne) sont les suivantes :

Description du test	fenêtre	Grandeur asservie		
		MXE	ME	MAE
Paramètres, conditions initiaux, événement simulé…	Avant événement	0.05	0.03	0.04
	Pendant événement	0.1	0.05	0.07
	Apres événement	0.05	0.03	0.04

En ce qui concerne le temps de réaction il devra être fourni – ainsi que l'écart à la référence - mais ne fera pas l'objet d'une validation par écart relatif.

Description du test	Temps de montée $\Delta\tau_r$ (%)	Temps de réaction $\Delta\tau_a$ (%)	Temps d'établissement $\Delta\tau_s$ (%)	Dépassement ΔD (%)
	10	-	10	15

3. En régime établi, après l'évènement, l'erreur moyenne absolue ne devra pas excéder 1%. Elle sera calculée en utilisant l'indicateur MAE. Il est supposé que ce critère est respecté à l'initialisation.

En cas d'écart non justifié par le Stockeur ou refusé par RTE, le Stockeur devra fournir une mise à jour du modèle qui respecte les critères de conformité indiqués ici.

consultation

ANNEXE 4 – PROCES VERBAL DU CONTROLE DE CONFORMITE

consultation

Procès-Verbal de Recette de l'installation de production ou de stockage

Entre :

« Nom du Client »

Représenté par [ ] en sa qualité de [ ], dûment habilité à cet effet

Ci-après dénommé le « **Producteur** » ou le « **Stockeur** »

d'une part,

et

RTE Réseau de transport d'électricité, société anonyme à conseil de surveillance et directoire au capital de 2 132 285 690 euros, immatriculée au registre du commerce et des sociétés de Nanterre sous le numéro 444 619 258, dont le siège social est situé : Immeuble Window – 7 place du Dôme 92800 Puteaux,

Représentée par [ ] en sa qualité de [ ], dûment habilité à cet effet,

Ci-après désigné par « **RTE** ».

d'autre part.

consultation

Préambule

…….

L'Installation a fait l'objet :

- d'une convention de raccordement référencée « ….. » ou d'une convention d'engagement des performances référencée « ….. », signée le jj/mm/aaaa.

Le Producteur ou le Stockeur a engagé les essais de mise en service de son Installation, poste et centrale (essais constructeurs) et effectué les simulations et essais conformément au contenu du Cahier des Charges des Capacités Constructives référencé « ….. ».

L'objet de ce document est d'établir un « Procès-Verbal de Recette » de l'Installation, permettant de tracer un relevé partagé (RTE/Producteur ou stockeur) des éventuels écarts de performances et des actions à engager, avec les échéances, pour résorber ces écarts.

*[**Champ d'application** : PV à l'étape 1]* Le présent PV de Recette récapitule les validations de la première étape de contrôles de l'Installation de production ou de stockage : notification opérationnelle de mise sous tension (EON).

*[**Champ d'application** : PV à l'étape 2]* Le présent PV de Recette vient remplacer le PV de recette réalisé pour l'étape 1 signé en date du xx/xx/xxxx, et récapitule les validations des deux premières étapes de contrôles de l'Installation de production ou de stockage : notification opérationnelle de mise sous tension (EON) et notification opérationnelle provisoire (ION).

*[**Champ d'application** : PV à l'étape 3]* Le présent PV de Recette vient remplacer le PV de recette réalisé pour l'étape 2 signé en date du xx/xx/xxxx, et récapitule les validations des trois étapes de contrôles de l'Installation de production ou de stockage : notification opérationnelle de mise sous tension (EON), notification opérationnelle provisoire (ION) et notification opérationnelle finale (FON).

Consultation

Validations

Chaque fiche et/ou essai a fait l'objet d'un rapport par le Producteur ou le Stockeur dont les références figurent en annexe du présent PV de Recette.

VALIDATION DE L'ETAPE 1 AVANT MISE EN SERVICE DES OUVRAGES RTE : DONNEES ET CONFORMITE.

***[Champ d'application** : PV à l'étape 2 et 3, le cas échéant]* Un PV a déjà été signé entre RTE et le producteur ou le stockeur en date du xx/xx/xxxx. Le présent PV vient l'actualiser.

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Étape 1: Notification opérationnelle de mise sous tension (EON)			
***[Champ d'application** : PV à l'étape 1 ou 2]* Fiche E1 : Liste des données		Les données sont au statut « révisable ».	Oui / Non
Fiche E2 : Qualification des matériels électriques			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche E3 : Conformité du système de protection			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche E4 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

***[Champ d'application de la partie « Clôture de l'étape 1 »** : PV à l'étape 1]*

consultation

Clôture de l'étape 1*[Champ d'application : le cas échéant]* avec demande au Producteur ou au Stockeur de mise en conformité de l'Installation par la réalisation des actions programmées pour la fiche … ou les fiches … avant le xx/xx/xxxx ou l'ARD.

Fait à ……., le xx/xx/xxxx

Pour RTE

Pour le Producteur ou le Stockeur …….

……

……

consultation

*[**Champ d'application de la partie « Validation de l'étape 2 »** : PV à l'étape 2 ou 3]*

VALIDATION DE L'ETAPE 2 : SIMULATIONS AVANT LE PREMIER COUPLAGE DE L'INSTALLATION.

*[**Champ d'application** : PV à l'étape 3, le cas échéant]* Un PV a déjà été signé entre RTE et le producteur ou le stockeur en date du xx/xx/xxxx. Le présent PV vient l'actualiser.

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Étape 2 : Notification opérationnelle provisoire (ION)			
Fiche I1 : Capacité constructive en réactif			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I2 : Comportement dynamique de la régulation de tension et stabilité en petits mouvements			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I3 : Stabilité sur report de charge			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I4 : Stabilité sur court-circuit			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I5 : Injection de courant réactif			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

consultation

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Fiche I6 : Tenue de l'installation aux creux de tension			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I7 : Tenue aux surtensions			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I8 : Tenue de la tension sur variation de fréquence			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I9 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'informations par injection de signaux			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I10 : Réseau séparé			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I11 : Validation du modèle EMT			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

consultation

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Fiche I 12 : Comportement dynamique de la régulation de fréquence et disponibilité de la réserve			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I13 : couplage au réseau			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I14 : Validation du comportement des répliques du contrôle-commande			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I15 : Etude harmonique			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I16 : Validation du modèle phaseur ouvert			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche I17 : Amortissement des oscillations			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

consultation

*[**Champ d'application de la partie « Clôture de l'étape 2 »** : PV à l'étape 2]*

Clôture de l'étape 2*[**Champ d'application** : le cas échéant]* **avec demande au Producteur ou au Stockeur de mise en conformité de l'Installation par la réalisation des actions programmées pour la fiche … ou les fiches … avant le xx/xx/xxxx ou l'ARD.**

Remarque : *les essais réels de l'étape 3, qui suivent la première injection de l'installation, sont soumis à la validation de la fiche F1. La fiche F1 est à réaliser en premier et garantit l'observabilité de l'installation.*
Si cette fiche devait ne pas être validée, la poursuite de l'injection ne sera pas autorisée pour des questions de sûreté système.

Fait à ……., le xx/xx/xxxx

Pour RTE

Pour le Producteur ou le Stockeur …….

……

……

consultation

[Champ d'application de la partie « Validation de l'étape 3 » : PV à l'étape 3]

VALIDATION DE L'ETAPE 3 : ESSAIS REELS EN VUE DE L'ACCES AU RESEAU DEFINITIF.

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Fiche F1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F2 : Couplage au réseau			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F3 : Qualité de l'électricité			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F 3 BIS : Qualité de l'électricité (Tension)			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F4 : Réglage primaire de fréquence			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

consultation

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Fiche F5 (ou F5-600) : Réglage secondaire de fréquence			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F6 : Réglage de fréquence			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F7 : Réglage primaire de tension et capacité en réactif			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F8 : Réglage secondaire de tension commandé en Uref			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F9 : Réglage secondaire de tension commandé en Uref			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F10 : Mode restreint de réglage à la sur-fréquence LFSM-O			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

consultation

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Fiche F11 : Mode restreint de réglage à la sous-fréquence LFSM – U			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F12 : Ilotage			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F13 : Resynchronisation rapide			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F14 : Automate de modulation			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F15 : Validation EMT			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD
Fiche F16 : Validation du modèle phaseur ouvert			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

consultation

Document / donnée	Référence du document principal	Remarques - Écarts	Conformité RTE
Fiche F17 : Amortissement des oscillations			Oui / Non / Oui sous condition de réalisation de l'action programmée dans « Remarques-Ecarts » avant la date limite du xx/xx/xxxx ou l'ARD

*[**Champ d'application de la partie « Clôture de l'étape 3 »** : PV à l'étape 3]*

Clôture de l'étape 3*[**Champ d'application** : le cas échéant]* **avec demande au Producteur ou au Stockeur de mise en conformité de l'Installation par la réalisation des actions programmées pour la fiche n°… ou les fiches n°… avant le xx/xx/xxxx ou l'ARD.**

consultation

[CHAMP D'APPLICATION DE LA PAGE : PV A L'ETAPE 1]

CONCLUSIONS (ETAPE 1)

Étant vu que :

- Le dossier technique intermédiaire de l'Installation est complet ;
- ***[Champ d'application** : pas de réserves sur les exigences techniques]* Le Producteur ou le Stockeur a répondu aux exigences techniques de RTE identifiées dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives annexé à la convention de raccordement ou convention d'engagement des performances de l'installation de production ou de stockage;
- ***[Champ d'application** : réserves sur les exigences techniques]* Le Producteur ou le Stockeur a répondu, sous réserve de certaines non-conformités relevées dans le présent PV de recette, aux exigences techniques de RTE identifiées dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives annexé à la convention de raccordement ou convention d'engagement des performances de l'installation de production ou de stockage ;
- ***[Champ d'application** : le cas échéant]* Certains critères de conformité sont non-respectés mais ne sont pas de nature à affecter de manière importante la sûreté du système électrique ou la sécurité des personnes et des biens ;

RTE autorise la mise sous tension sous réserve de la signature du Contrat d'Accès au Réseau de Transport et d'une Convention d'exploitation pour essais *[Champ d'application : le cas échéant]* mais demande au Producteur ou au Stockeur une remise en conformité de son Installation conformément aux remarques figurant dans le présent PV de recette et ce avant le xx/xx/xxxx.

Fait à ……., le xx/xx/xxxx

Pour RTE

……

Pour le Producteur ou le Stockeur……

……

consultation

[CHAMP D'APPLICATION DE LA PAGE : PV A L'ETAPE 2]

CONCLUSIONS (ETAPE 2)

Étant vu que :

- Le dossier technique intermédiaire de l'Installation est complet ;
- *[**Champ d'application** : pas de réserves sur les exigences techniques]* Le Producteur ou le Stockeur a répondu aux exigences techniques de RTE identifiées dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives annexé à la convention de raccordement ou convention d'engagement des performances de l'installation de production ou de Stockage ;
- *[**Champ d'application** : réserves sur les exigences techniques]* Le Producteur ou le Stockeur a répondu, sous réserve de certaines non-conformités relevées dans le présent PV de recette, aux exigences techniques de RTE identifiées dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives annexé à la convention de raccordement ou convention d'engagement des performances de l'installation de production ou de Stockage ;
- *[**Champ d'application** : le cas échéant]* Certains critères de conformité sont non-respectés mais ne sont pas de nature à affecter de manière importante la sûreté du système électrique ou la sécurité des personnes et des biens ;

RTE autorise la première injection de puissance de l'Installation *[**Champ d'application** : le cas échéant]* mais demande au Producteur ou au Stockeur une remise en conformité de son Installation conformément aux remarques figurant dans le présent PV de recette et ce avant le xx/xx/xxxx.

*[**Champ d'application** : le cas échéant]* Si des non-conformités subsistent au-delà de ce délai, le Producteur ou le Stockeur devra procéder à un arrêt immédiat de l'injection de son Installation et ne sera autorisé à reprendre son injection que lorsqu'il apportera à RTE la preuve du traitement effectif de ces non-conformités.

Fait à ……., le xx/xx/xxxx

Pour RTE

Pour le Producteur ou le Stockeur……

……..

……..

consultation

[CHAMP D'APPLICATION DE LA PAGE : PV A L'ETAPE 3]

CONCLUSIONS (ETAPE 3)

- Le dossier technique final de l'Installation est complet ;
- ***[Champ d'application** : pas de réserves sur les exigences techniques]* Le Producteur ou le Stockeur a répondu aux exigences techniques de RTE identifiées dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives annexé à la convention de raccordement ou convention d'engagement des performances de l'installation de production ou de Stockage ;
- ***[Champ d'application** : réserves sur les exigences techniques]* Le Producteur ou le Stockeur a répondu, sous réserve de certaines non-conformités relevées dans le présent PV de recette, aux exigences techniques de RTE identifiées dans le Cahier des Charges des Capacités Constructives annexé à la convention de raccordement ou convention d'engagement des performances de l'installation de production ou de stockage ;
- ***[Champ d'application** : le cas échéant]* Certains critères de conformité sont non-respectés mais ne sont pas de nature à affecter de manière importante la sûreté du système électrique ou la sécurité des personnes et des biens ;

RTE autorise l'Accès au Réseau Définitif de l'Installation sous réserve de la signature d'une Convention d'exploitation définitive ***[Champ d'application** : le cas échéant]* mais demande au Producteur ou au Stockeur une remise en conformité de son Installation conformément aux remarques figurant dans le présent PV de recette et ce avant le xx/xx/xxxx.

***[Champ d'application** : le cas échéant]* Si des non-conformités subsistent au-delà de ce délai, le Producteur ou le Stockeur devra procéder à un arrêt immédiat de l'injection de son Installation et ne sera autorisé à reprendre son injection que lorsqu'il apportera à RTE la preuve du traitement effectif de ces non-conformités.

Fait à ……., le xx/xx/xxxx

Pour RTE

Pour le Producteur ou le Stockeur …….

……..

……..

consultation

ANNEXE

Liste des documents de référence du dossier technique de l'installation de production ou de stockage

*[Champ d'application : **PV à l'étape 1, 2, 3]***

Fiche E1 : Liste des données

Fiche E2 : Qualification des matériels électriques

Fiche E3 : Conformité du système de protection

Fiche E4 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'informations

consultation

[Champ d'application : PV à l'étape 2, 3]

Fiche I1 : Capacité constructive en réactif

Fiche I2 : Comportement dynamique et stabilité en petits mouvements

Fiche I3 : Stabilité sur report de charge

Fiche I4 : Stabilité sur court-circuit

Fiche I5 : Injection de courant réactif

Fiche I6 : Tenue de l'installation aux creux de tension

Fiche I7 : Tenue aux surtensions

Fiche I8 : Tenue de la tension sur variation de fréquence

Fiche I9 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'informations par injection de signaux

Fiche I10 : Réseau séparé

consultation

Fiche I11 : Validation du modèle EMT

Fiche I12 : Comportement dynamique de la régulation de fréquence et disponibilité de la réserve

Fiche I13 : Couplage au réseau

Fiche I14 : Validation du comportement des répliques du contrôle commande

Fiche I15 : Etude harmonique

Fiche I16 : Validation du modèle phaseur ouvert

Fiche I17 : Amortissement des oscillations

consultation

*[**Champ d'application** : PV à l'étape 3]*

Fiche F1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information

Fiche F2 : Couplage au réseau

Fiche F3 : Qualité de l'électricité

Fiche F3 BIS : Qualité de l'électricité (Tension)

Fiche F4 : Réglage primaire de fréquence

Fiche F5 ou F5-600 : Réglage secondaire de fréquence

Fiche F6 : Réglage de fréquence

Fiche F7 : Réglage primaire de tension et capacité en réactif

Fiche F8 : Réglage secondaire de tension commandé en Uref

Fiche F9 : Réglage secondaire de tension commandé en Uref

Fiche F10 : Mode restreint de réglage à la sur-fréquence LFSM - O

consultation

Fiche F11 : Mode restreint de réglage à la sous-fréquence LFSM - U

Fiche F12 : Ilotage

Fiche F13 : Resynchronisation rapide

Fiche F14 : Automate de modulation

Fiche F15 : Validation du modèle EMT

Fiche F16 : Validation du modèle phaseur ouvert

Fiche F17 : Amortissement des oscillations

consultation

ANNEXE 5 – FICHE RELATIVE AU CONTROLE INITIAL POUR LE RACCORDEMENT D'UNE UNITE DE TYPE A (UNITE DE PRODUCTION SYNCHRONE, PARC NON SYNCHRONE DE GENERATEURS ET STOCKAGE NON SYNCHRONE)

consultation

Chapitre 8 – Trames types
Article 8.3.3 – Trame de procédure de contrôle de conformité pour le raccordement d'une installation de production ou de stockage

CERTIFICATION DES UNITES DE TYPE A

Condition d'application : Type A

Certification des unités de type A
Dossier final
Objectifs Pour permettre le raccordement de son Unité de type A, le Client doit prouver sa conformité aux exigences réglementaires associées, telles qu'explicitées dans les normes NF EN 50549-1 (raccordement BT) et NF EN 50549-2 (raccordement HTA) et conformément aux annexes « Unité type A – tableau des paramètres BT » et « Unité type A – tableau des paramètres HTA » des cahiers des charges des capacités constructives (chapitres 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4 de la DTR). Pour cela, il doit s'assurer du respect des exigences réglementaires de chaque Equipement de Production des unités de production à partir d'une étude portant sur chacune des exigences requises et basée sur des démonstrations techniques ou des simulations.
Description Le test des Equipements de Production avant la mise en service peut se faire via des « tests types » (« type tests » en anglais). Ils consistent à tester en sortie d'usine un exemplaire de l'Equipement de Production pour le respect d'exigences données et à produire un certificat de conformité à ces exigences, établi par un organisme accrédité selon la norme NF EN ISO/IEC 17065 par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord de reconnaissance multilatéral établi dans le cadre de la coopération européenne pour l'accréditation (ou « European Accreditation »). Tous les Equipements de Production fabriqués à l'identique et dont les réglages sont identiques à ceux de l'Equipement de Production testé sont réputés respecter les mêmes exigences. La norme de test NF EN 50549-10 permet de réaliser les tests types sur les Equipements de Production ou stockage pour les exigences données dans les annexes « Unité type A – tableau des paramètres BT » et « Unité type A – tableau des paramètres HTA » des cahiers des charges des capacités constructives (8.3.1, 8.3.2, 8.3.4). Le certificat de conformité de l'Equipement de Production établi conformément à la norme NF EN 50549-10 est utilisé pour prouver la conformité de l'Installation de Production aux exigences réglementaires à son point de raccordement. Le Client fournira les certificats de conformité des Equipements composants l'Installation de Production ou stockage. Ces certificats doivent être établis selon les prescriptions de la norme NF EN 50549-10 : 2022. L'étude de conformité de l'Installation supposera alors que chaque Equipement respecte les exigences règlementaires à ses bornes.
Conditions particulières
Données d'entrée (RTE → Producteur)
Résultats (Producteur → RTE)
Critères de conformité Le Client doit fournir à RTE : - un certificat de conformité à la norme NF EN 50549 pour chaque Equipement de Production installé sur son unité de production et/ou stockage (selon le format ci-dessous). - une attestation de conformité de l'Installation aux réglages définies dans les documents annexes « Unité type A – tableau des paramètres BT » et « Unité type A – tableau des paramètres HTA » des chaiers des charges des capacités constructives (8.3.1, 8.3.2, 8.3.4).

consultation

Attestation de conformité à la norme NF EN-50549 pour le premier raccordement, la modification ou l'ajout sur une Installation existante d'une Unité de Production ou de stockage de Type A

Nom Société, au capital de montant du capital, dont le siège social est situé adresse du siège social, immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de nom du Registre sous le numéro numéro immatriculation et représentée par Nom du Représentant, dûment habilité(e) à cet effet et signataire de cette attestation.

Nom du Client atteste que tous les Equipements de Production de l'installation nom installation, SIRET/adresse de l'installation, sont pleinement conforme à l'intégralité des exigences des normes NF EN 50549-1 (version février 2019 et /A1 : 2023) et NF EN 50549-2 (version février 2019 et /A1 : 2023) et qu'ils respectent les préconisations de réglages spécifiques à RTE définis dans les documents annexes « unité de type A – tableau des paramètres HTA » et « unité de type A – tableau des paramètres BT » présentes dans les cahiers des charges des capacités constructives.

Nom du Client atteste que les matériels électriques de l'installation nom installation de production/stockage, SIRET/adresse de l'installation, sont conformes aux normes réglementaires en vigueur.

Nom du Client atteste que le matériel installé de l'installation nom installation de production/stockage, SIRET/adresse de l'installation, est conforme aux éléments décrits dans la fiche D transmise par Nom Société le date.

Date
« Lu et approuvé »
Signature précédée de cette mention manuscrite

consultation