

ÉDITION 2011

BILAN PRÉVISIONNEL

de l'équilibre offre-demande d'électricité en France

Plan

- La croissance modérée de la consommation en énergie se confirme
- La croissance de la pointe se poursuit avec une dynamique soutenue
- La dynamique de développement des énergies renouvelables se confirme
- Une sécurité d'approvisionnement de la France continentale devrait être assurée jusqu'en 2015
- La situation des régions Bretagne et PACA demeure toujours critique
- A long terme, des perspectives très ouvertes

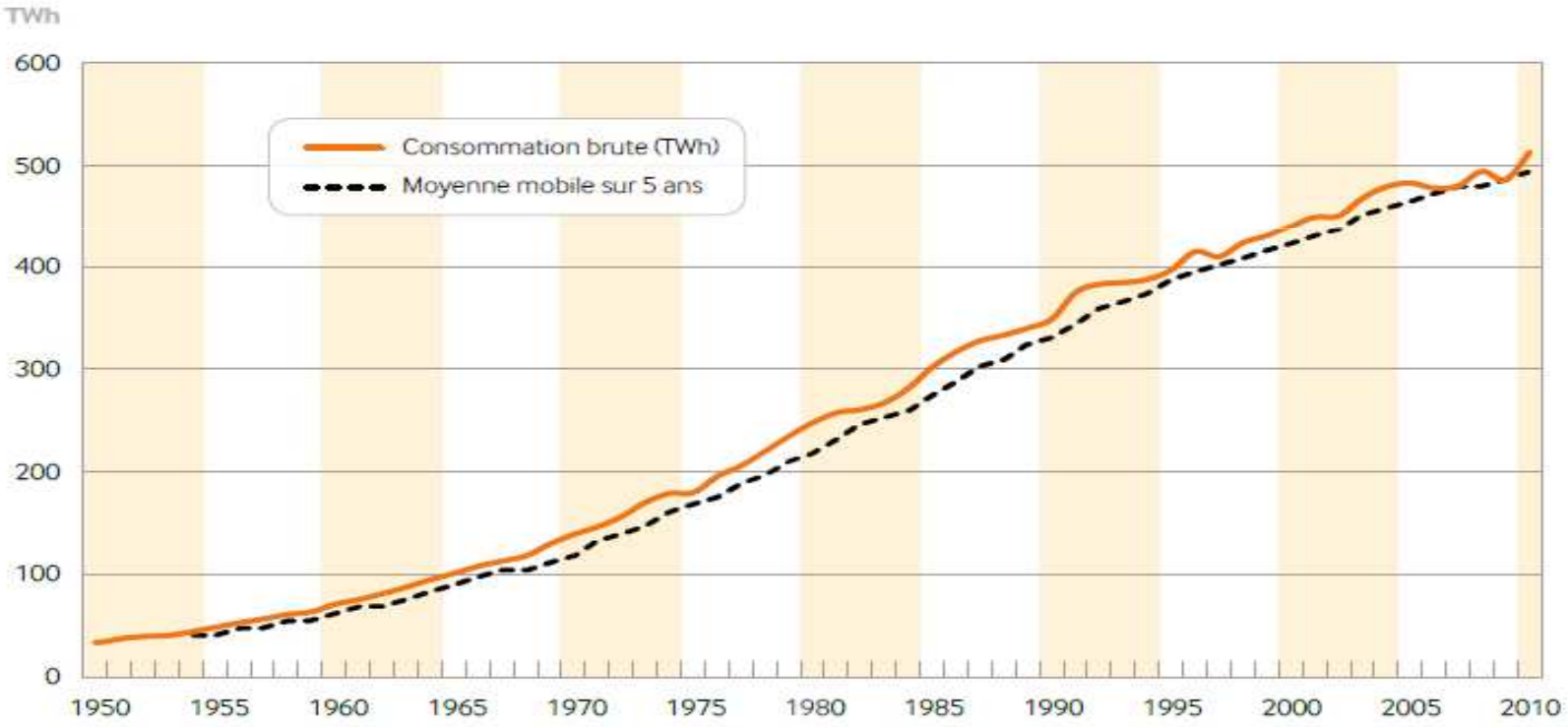
Le Bilan Prévisionnel

- **Une mission confiée à RTE**
  - Identifier un risque de déséquilibre entre l'offre et la demande
- **Une organisation précisée par décret (20/09/2006)**
  - Un exercice biennal à 15 ans (mise à jour annuelle à 5 ans)
  - Cadre et principales hypothèses en concertation avec l'administration
    - Entrant PPI
  - Un échange privilégié avec les acteurs du système électrique
    - Commission Perspectives du Réseau du CURTE
- **Des méthodes et outils spécifiques**
  - Prévisions de consommation par secteur et par usage
  - Simulation du fonctionnement du système électrique
    - Modélisation détaillée des aléas (modèle probabiliste)
    - Interclassement économique des moyens de production
    - Modélisation du parc européen interconnecté

La croissance modérée de la consommation en énergie se confirme

Le fléchissement de la croissance de la consommation se confirme

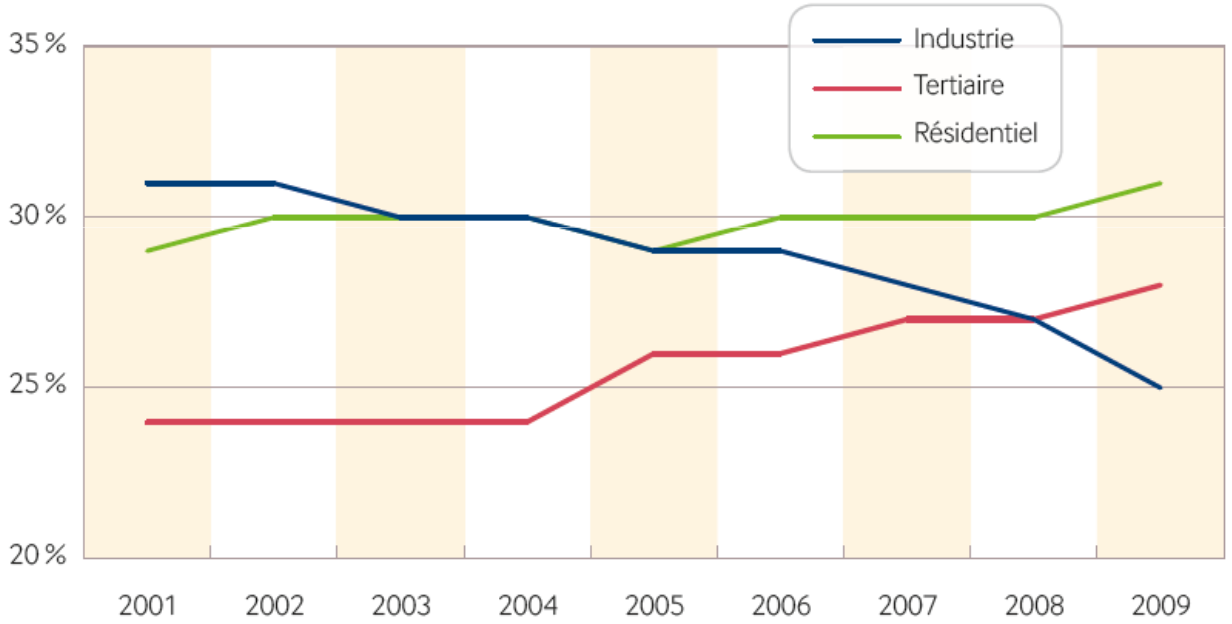
Historique de la consommation brute d'électricité



- + 11 TWh / an dans les années 80
- + 6 TWh / an en moyenne durant la dernière décennie

Le poids des 3 principaux secteurs évolue

Évolution du poids des principaux secteurs dans la consommation électrique entre 2001 et 2009 (consommations corrigées)



- les secteurs résidentiel et tertiaire sont désormais les premiers postes de consommation en France
- la grande industrie recule : - 7 TWh entre 2001 et 2007
  recul accentué par la crise : -14 TWh en 2009

Ressorts de la croissance de la consommation

- **Démographie**
  - Croissance du nombre de ménages
- **Développement des usages spécifiques de l'électricité**
  - Techniques de l'information et de la communication
  - Data center
  - Equipements de confort et de loisir
  - … alors que les prix de l'électricité apparaissent attractifs
- **Recherche d'efficacité énergétique globale pouvant favoriser des solutions électriques**
  - Développement des transports électriques
  - Développement des pompes à chaleur

De nombreuses mesures d'efficacité énergétique

- **Directives et règlements européens et français**
  - Performance énergétique des bâtiments
  - Eco-conception et étiquetage énergétique des produits relatifs à l'électricité
- **Incitations fiscales**
  - Crédits d'impôts, prêts à taux zéro plus, fonds chaleur renouvelable
- **Appels à manifestation d'intérêt**
  - Industrie, transport
- **Plan national pour le développement des véhicules électriques**
- **Table ronde nationale de l'efficacité énergétique**

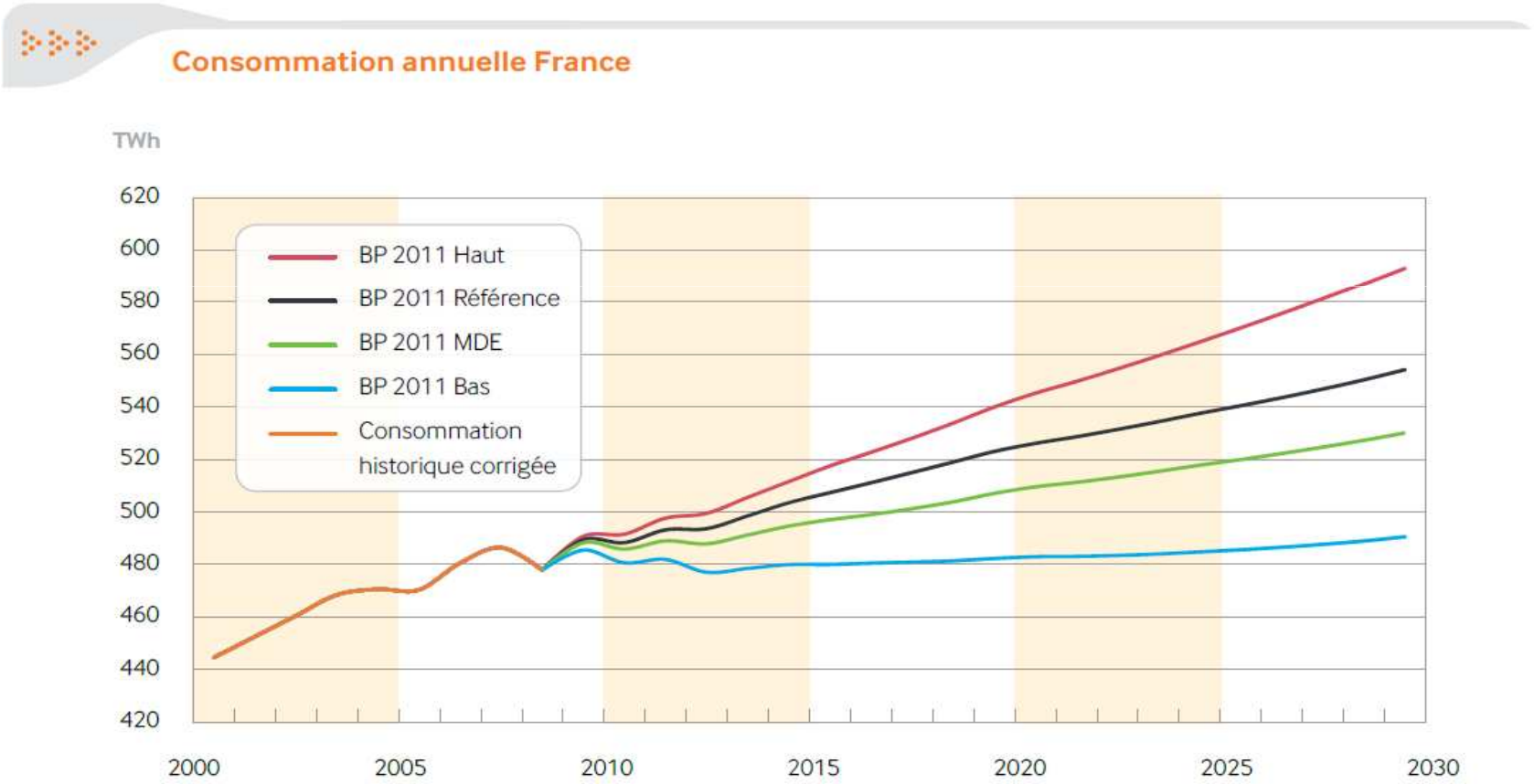
Exploration du futur par scénario

- **4 scénarios différenciés de consommation**

Scénario de Consommation	"Référence"	"Haut"	"MDE renforcée"	"Bas"
Hypothèses principales	**Centrales**	**Majorant la consommation globale**	**Efficacité énergétique renforcée**	**Minorant la consommation globale**
PIB (DGTPE)	Scénario de référence	Scénario de référence	Scénario de référence	Scénario bas
MDE	Objectifs Grenelle atteints avec un décalage dans le temps variable	Délais supplémentaires par rapport au scénario de référence	Objectifs atteints plus rapidement que dans le scénario de référence mais maintien d'un faible retard	Idem scénario de référence
Démographie (INSEE)	Scénario central	Variante haute	Scénario central	Variante basse
Prix électricité	Scénario central	Favorable au déploiement de solutions électriques	Scénario central	Défavorable au déploiement de nouvelles solutions électriques

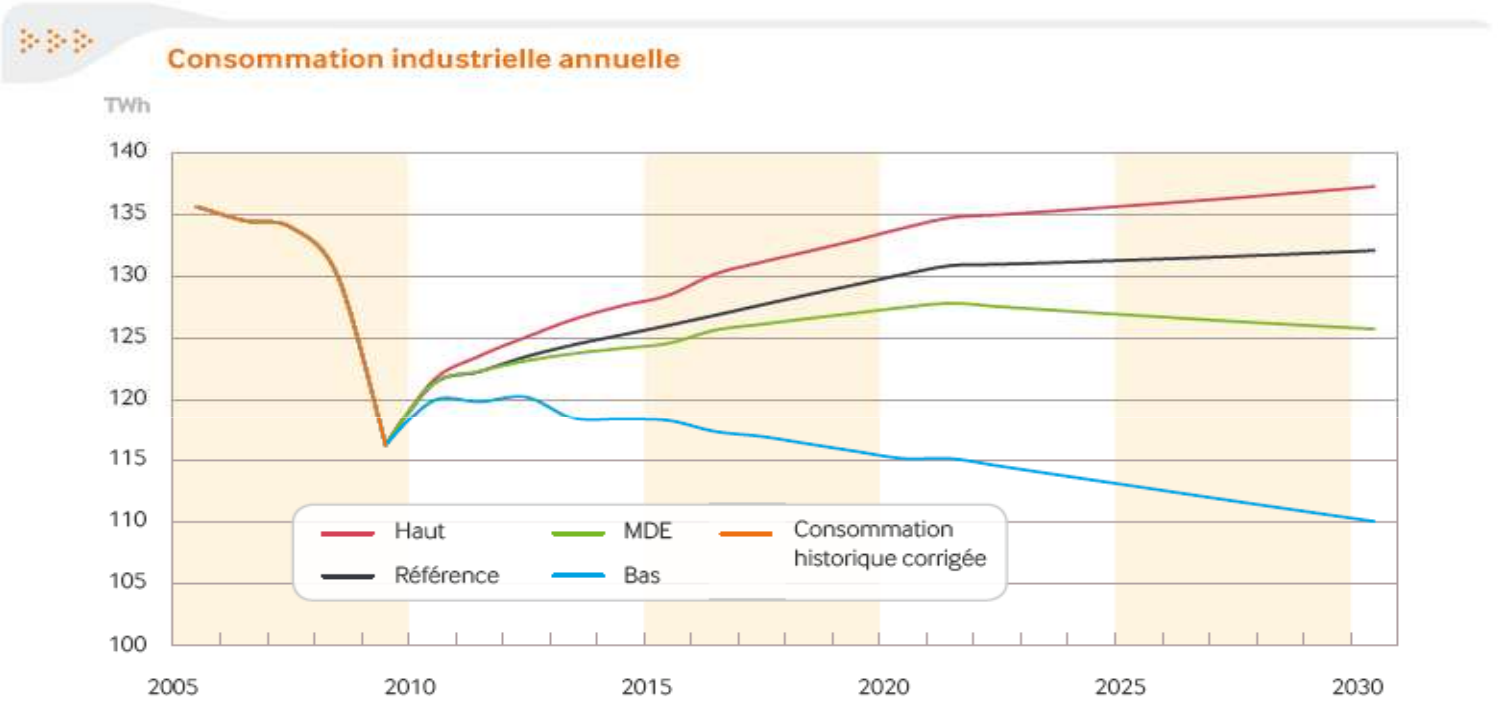
- Des prévisions à température de référence, hors effacement

Un ralentissement de la croissance de la consommation



- **Croissance de 0.6 % par an jusqu'en 2030 (3,2 TWh / an)**
  - Avec des évolutions différenciées selon les secteurs

Croissance modérée de la consommation industrielle



- **Effet crise marqué suivi par une reprise lente**
  - Modification du secteur industriel et saturation de capacités de production
  - Baisse du PIB au delà de 2020 (1,6 %)
- **Gains d'efficacité énergétique croissants**
  - Moteurs

Croissance de la consommation des autres secteurs

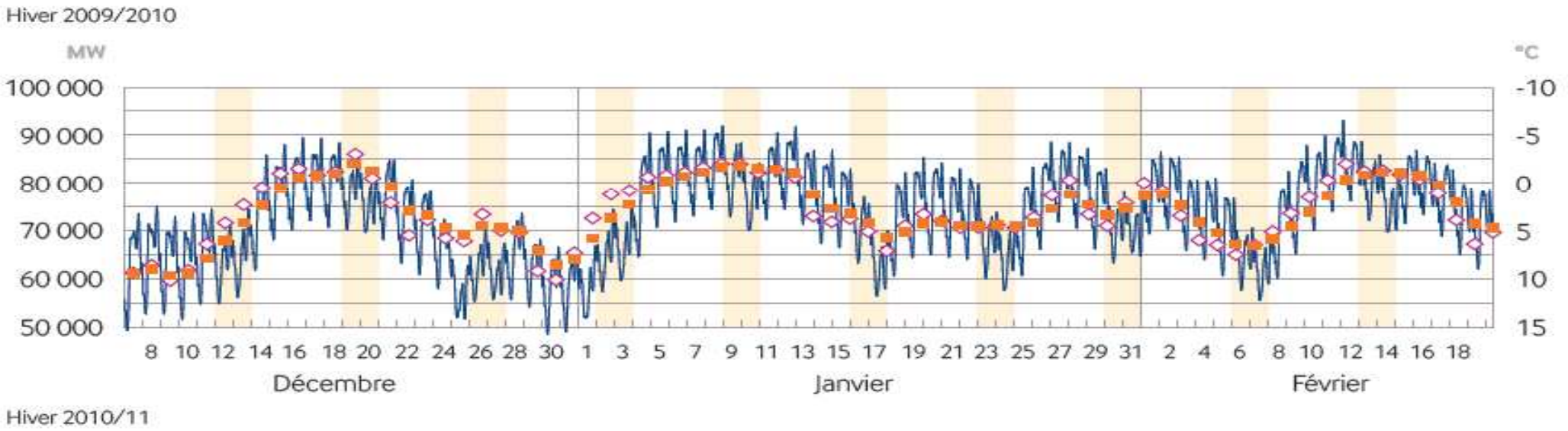
- **Les secteurs tertiaire et résidentiel**
  - restent dynamiques
    - croissance du nombre de ménages (+0.9%/an)
    - croissance des surfaces chauffées du secteur tertiaire (+1%/an)
    - développement des usages spécifiques (TIC, ventilation, équipements de loisir et de confort…)
    - développement de la cuisson électrique et des pompes à chaleur
  - avec une inflexion marquée après 2015
    - renforcement des actions d'efficacité énergétique
    - stabilisation de taux d'équipement d'usages résidentiels

- **Le secteur transport – énergie - agriculture**
  - est porté par le développement des véhicules électriques
    - 1,1 million en 2020
    - 5,6 millions en 2030

La croissance de la pointe se poursuit avec une dynamique soutenue

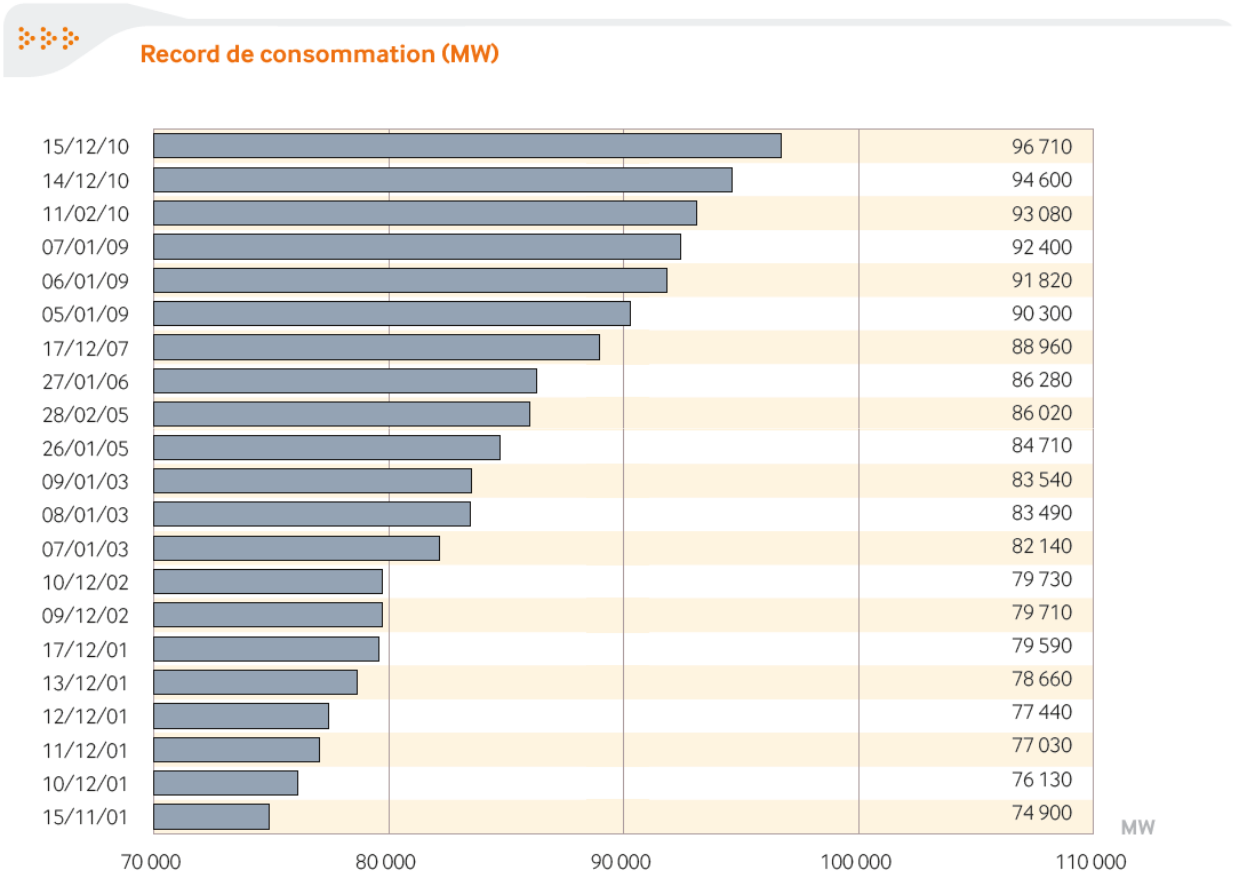
Une forte sensibilité à la température

Consommations et températures en hiver



- **Des puissances maximales**
  - fortement tributaires des températures extérieures
  - fortement tirées à la hausse par le développement du chauffage électrique

Croissance de la pointe

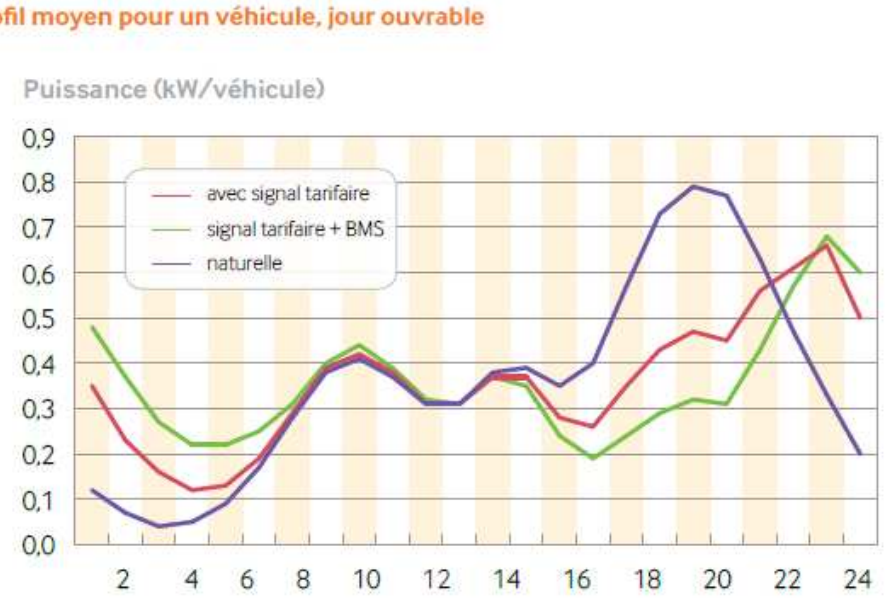


- **Des pointes qui augmentent au fil de ans**
  - Développement du chauffage électrique
  - Développement des usages spécifiques de l'électricité

Une évolution de la courbe de charge

- **Les écarts entre creux et pointe augmentent**
  - Tassement de la consommation industrielle ayant un profil plat
  - Développement des usages spécifiques de l'électricité
    - Contribuant aux pics journaliers, non asservis aux heures creuses

- **Des usages qui modifient la courbe de charge**
  - Éclairage
  - Cuisson
  - Pompes à chaleur
  - Recharge des véhicules électriques
  - Production d'eau chaude
  - Activités tertiaires : Commerces, Data center, etc.



Les puissances de pointe, hors effacement

Prévisions de puissance à la pointe dans le scénario "Référence"

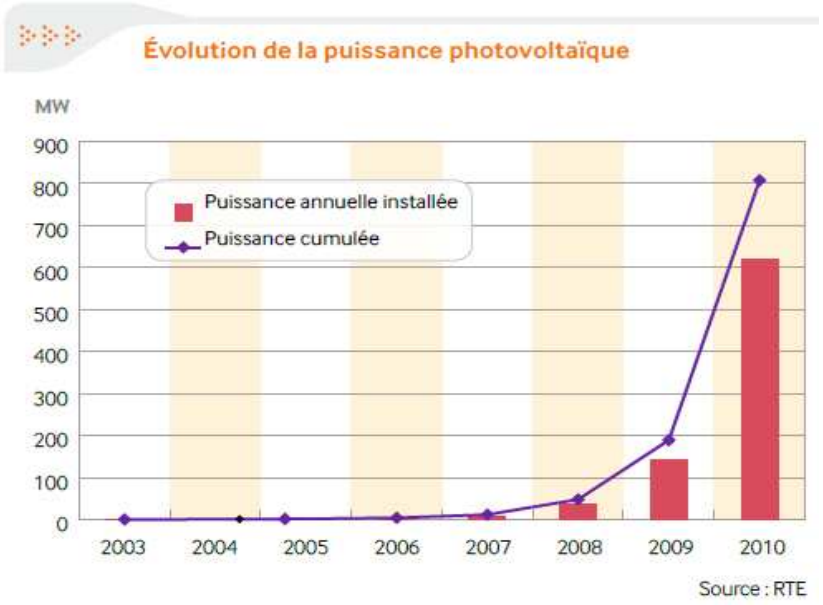
(GW)	2013	2015	2020	2030
Pointe à température de référence	86.2	87.9	90.8	95.9
Pointe "à une chance sur dix"	101.3	103.6	107.3	113.2

- **Des pointes qui continuent à croître**
  - Croissance de l'énergie
  - Développement d'usages résidentiels
  - Développement des transports électriques
  - Développement du chauffage électrique et des pompes à chaleur
  - Malgré des facteurs à la baisse (industrie, éclairage)
- **Nécessité de développer des actions de maitrise de la pointe: obligation de capacités**

La dynamique de développement des énergies renouvelables se confirme

L'essor des énergies renouvelables

- **Un très fort développement du photovoltaïque**
  - Environ 900 MW installés début 2011, vers 8 GW en 2020
  - Un développement extrêmement fort en Europe, et en particulier en Allemagne
- **L'éolien continue à se développer**
  - Terrestre : +1 GW / an, vers 17 GW en 2020
  - Offshore : développement attendu à plus long terme suite à l'appel d'offres
- **Développement modéré des autres filières**
  - Biomasse
  - Biogaz
  - Relative stabilité de l'hydroélectricité



De nouveaux groupes nucléaire et gaz

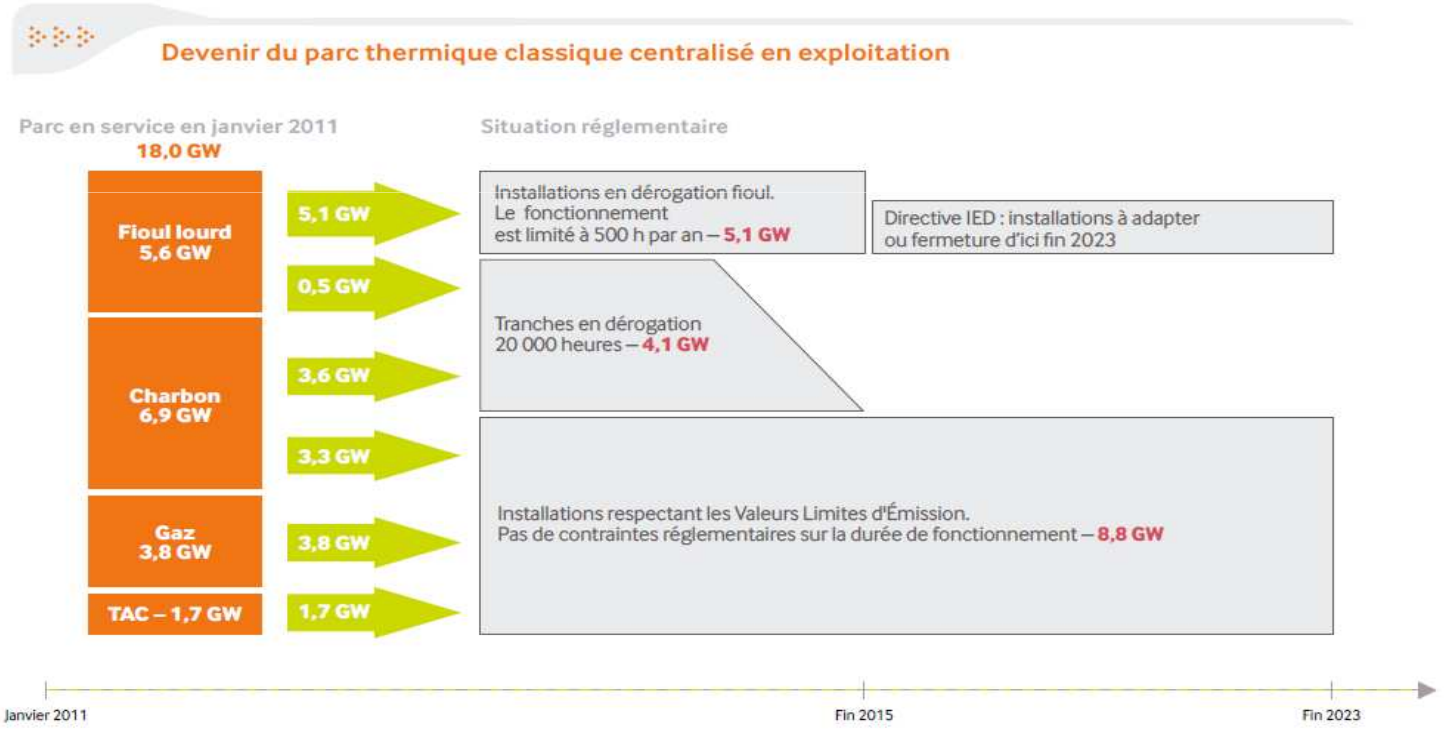
- **EPR Flamanville 3 (1.6 GW) désormais prévu pour 2016**
  - Annoncé pour 2014, ce retard ne remet pas en cause les conclusions du Bilan prévisionnel.

- **11 CCG en service ou en construction depuis le dernier Bilan prévisionnel en 2009**
  - +1 en Bretagne dans le cadre de l'appel d'offres

- **Charbon : aucun développement attendu à moyen terme**

Des fermetures de groupes thermiques

- **Les exigences environnementales imposent des arrêts de groupes**



- **Le parc de cogénération s'érode (-3 GW)**

Une sécurité d'approvisionnement de la France continentale devrait être assurée jusqu'en 2015

Méthodologie d'analyse à horizon 5 ans

- **Évaluation du risque de défaillance**
  - Scénario « Référence »
  - Variantes de demande (« Haut », « MDE renforcée », « Bas ») et de production moins importante

- **Évaluation de la puissance manquante**

- **Prise en compte des capacités d'échange**
  - Importations selon l'interclassement des groupes, dans la limite des capacités d'interconnexion
  - Prise en compte des aléas sur les systèmes étrangers (consommation, éolien, etc.) et de leur corrélation
  - Évolution du parc de production et de la consommation européenne :
    - Sortie du nucléaire en Allemagne

Le risque de défaillance à horizon 5 ans

- **Un risque significatif à l'horizon 2016**
  - Arrêt des groupes charbon 250MW
  - Maintien de deux groupes fioul (1.3 GW) sur les neuf (5.3 GW) en service en 2011
  - Forte érosion du parc de cogénération

Risque de défaillance – trajectoire probable

	2013	2014	2015	2016
Énergie de défaillance en espérance (GWh)	0.2	0.8	2.8	27.4
Espérance de durée de défaillance	0 h 05	0 h 22	1 h 14	8 h 50
Puissance manquante	-	-	-	2.7 GW

- **Le critère d'adéquation est respecté jusqu'en 2016 inclus dans les scénarios « Bas » et « MDE renforcée ».**

Pas d'alerte à l'horizon de 5 ans …

- **Des offres d'effacement ou des TAC peuvent encore être développées d'ici 2016**
  - ou des groupes de production conservés en service, à condition que leur rentabilité et le respect des contraintes environnementales soient assurés
- **Le solde exportateur remonte à 60-65 TWh**
  - Porté par le développement de moyens de production à bas prix d'appel (nucléaire et renouvelables) et la faible croissance de la consommation
- **Baisse des émissions de CO2 du secteur électrique en France**
  - Réduction du parc charbon et cogénération
  - Développement du nucléaire et des énergies renouvelables

… mais deux points de vigilance

- **2016 apparaît comme un horizon critique pour l'offre en Europe**
  - Arrêt des centrales thermiques les plus polluantes de l'UE d'ici fin 2015
  - Ralentissement du développement de la production thermique en Europe suite à la crise

- **Disposer des leviers pour faire face aux pointes**
  - Mécanisme d'ajustement, appel d'offres,
  - Loi NOME et obligation de capacité
    - Faire émerger une offre de pointe avec une rémunération adaptée et équitable
    - Volumes significatifs d'effacements, nouveaux moyens de production, etc.
    - A la demande du Ministre, RTE a mené une consultation sur le futur mécanisme de capacité pour des conclusions en Octobre 2011

La situation des régions Bretagne et PACA demeure toujours critique

Fragilité en Bretagne

- **Forte consommation**
  - 2,9%/an en énergie et 3,5%/an en puissance réalisés en 6 ans
  - puis 1,8%/an* en énergie d'ici 2015
- **Faible et ancienne production locale**



* Scénario Référence

Mesure palliative : Le filet de sécurité breton



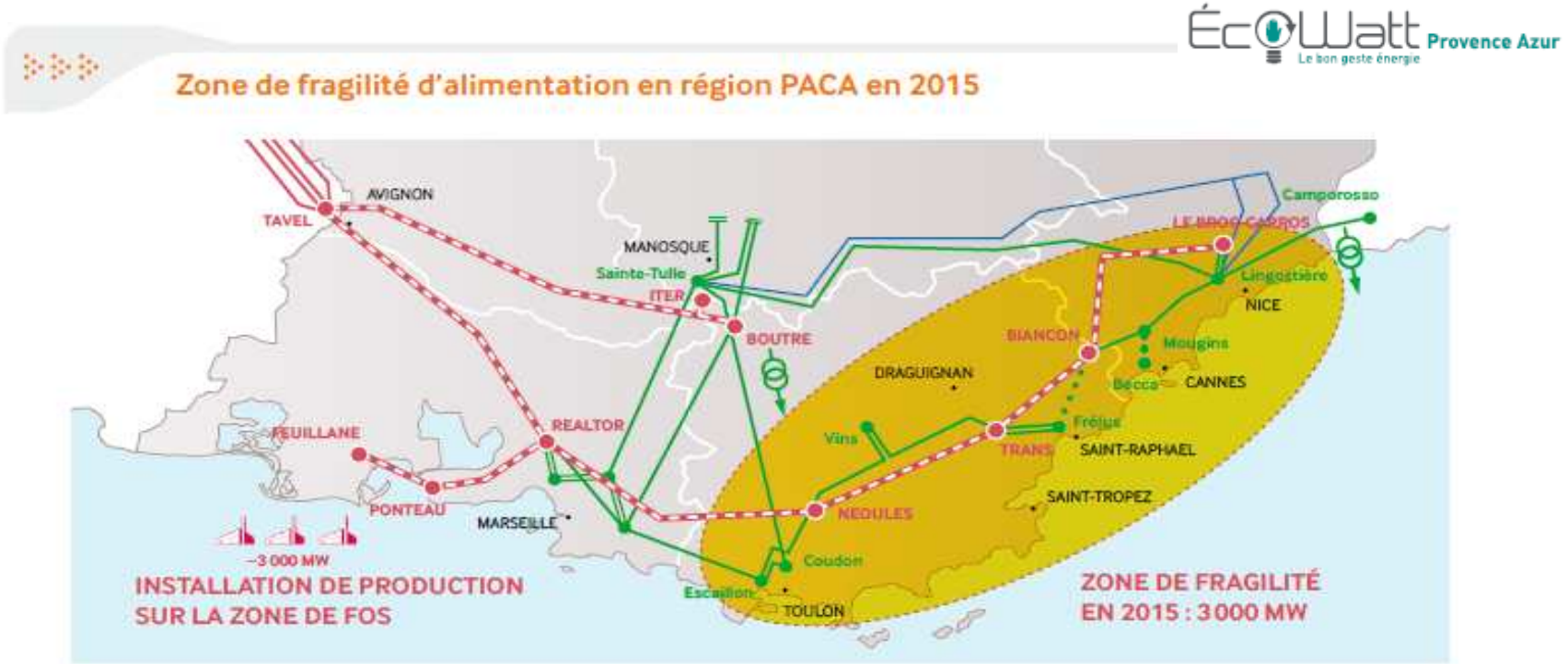
Disposition complémentaire: Le pacte électrique breton

- **Déclinaison régionale inscrite dans le Grenelle de l'environnement (pilotage État-Conseil régional, implication de RTE) :**
  - Potentiels de maîtrise des consommations,
  - Potentiels de développement des EnR,
  - Appel d'offre pour un CCG dans la région de Brest,

- **En coordination avec les SRCAE**

PACA: une croissance soutenue de la consommation dans une zone encore fragile

- **Est PACA: 2,5% de 2005 à 2010 et 1,7% de 2010 à 2015**
- **Un réseau à sécuriser**



Réduction notable de la zone de fragilité

- **avec les mesures palliatives**
  - à l'ouest production
  - à l'est renforcement du réseau (sécurité 2015-2030)
- **et l'implication des territoires: le contrat d'objectifs**



A long terme, des perspectives très ouvertes

Enjeux et approche long terme

- **Potentiellement, des évolutions de grande ampleur**
  - Accident nucléaire au Japon, sortie progressive du nucléaire en Allemagne, renouvellement du parc nucléaire français
  - Développement de la production renouvelable en Europe
  - Directives européennes, impactant notamment la consommation

- **Analyses en 2020 et 2030**

- **Plusieurs trajectoires, pour illustrer certains impacts de choix possibles en matière de politique énergétique**
  - Vision « Référence »
  - Variantes de consommation : « Bas », « MDE renforcée », « Haut »
  - Variantes de production : « EnR haut » et « Nucléaire bas »

Perspectives dans la vision « Référence »

- **Scénario « Référence »**
  - Impact croissant de la MDE
  - Maintien normatif de la capacité de production nucléaire à 65 GW
    - Avec ou sans Penly en 2020
  - Prolongement de la dynamique EnR actuelle
    - 21% de la consommation en 2020, 28% en 2030

- **Une puissance complémentaire est alors nécessaire à l'équilibre offre-demande**
  - 4 GW en 2020 et 6 GW en 2030
    - Effacement ou production (en France ou à l'étranger)
  - Le solde exportateur se maintient à 65 TWh en 2020 et 2030
    - Hypothèse d'un complément TAC ou effacement

Les autres variantes à long terme

- **Un effort accru de MDE ou un développement plus important des renouvelables**

  - ne nécessite pas de puissance complémentaire en 2020 et 2030

  - tend à augmenter les exports
    - A 2030, un solde exportateur entre 37 TWh pour la variante « Consommation haute » à 112 TWh pour la variante « Consommation basse »
    - Un solde annuel exportateur n'exclut pas des situations d'importation ponctuelles.
  - et réduire les émissions de CO2
    - A 2030, les émissions de CO2 sont globalement réduites par rapport à aujourd'hui

Variante « Nucléaire bas » en 2030

- **Explorer l'impact sur l'équilibre offre-demande d'une réduction de la capacité du parc nucléaire français**
  - A la demande du Ministre et dans le continuité des travaux du BP2009
- **Hypothèse d'un parc nucléaire français de 40 GW en 2030**
  - soit -25 GW par rapport à la référence de 65 GW
- **Hypothèse associée à :**
  - Un effort plus important de MDE
    - Consommation -5%
  - Un développement important des EnR
    - 40 GW éolien, 25 GW photovoltaïque
  - Un développement des capacités d'interconnexion
    - Doublement des capacités actuelles
  - Un besoin de 10 GW de puissance complémentaire
    - Effacements ou production (en France ou à l'étranger)

Variante « Nucléaire bas » en 2030

Bilans énergétiques

TWh	Vision "Référence" 2030	Vision "Nucléaire bas" 2030
Consommation nationale	554.3	530.2
Pompage	7.3	9.7
Solde exportateur	65.9	1.4
DEMANDE	**627.4**	**541.3**
Nucléaire	425.7	283.0
Charbon	6.3	11.5
CCG	14.7	20.5
Fioul, TAC et effacements	0.6	0.9
Thermique décentralisé non EnR	9.8	9.8
Thermique décentralisé EnR	14.6	30.7
Hydraulique*	69.4	73.9
Éolien	67.4	84.2
Photovoltaïque	18.8	26.1
Puissance complémentaire	0.1	0.7
OFFRE	**627.4**	**541.3**
Ratio EnR	28.5 %	37.8 %
Estimation CO_2 émis par le secteur électrique français ($MtCO_2$)**	15.7	23.1

* : y compris turbinage des STEP

** : sans captage ni stockage du CO_2 sur les équipements charbon, sans prise en compte des éventuelles émissions de CO_2 générées par les moyens d'offre complémentaires

Conclusion

- **La sécurité d'approvisionnement de la France continentale devrait être assuré jusqu'à l'horizon 2015**
  - Cette conclusion n'est pas remise en cause par le retard de l'EPR de Flamanville
- **Des offres peuvent encore être développées d'ici 2016**
  - Obligation de capacité
- **La situation des régions Bretagne et PACA reste critique**
  - RTE y développe le réseau

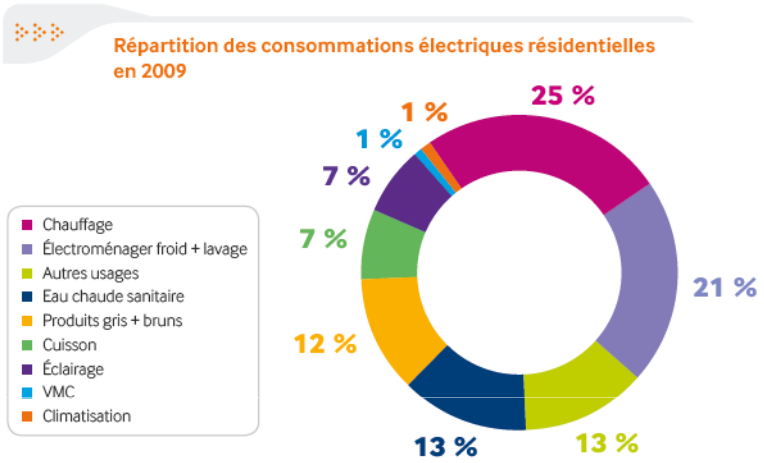
Trois défis pour RTE

- **Toute mutation géographique et structurelle du mix énergétique devra être accompagnée d'une évolution du réseau de transport**
  - Défi géographique car les zones d'installation des nouveaux moyens de production sont parfois loin des zones de production actuelle et de consommation
  - Défi opérationnel car l'insertion d'énergie intermittente et fluctuant va conduire à modifier les modalités de gestion de la sureté du système et notamment des réserves
  - Défi temporel car certaines capacités renouvelables peuvent se créer en trois quatre ans alors que la création de nouvelles lignes en nécessite presque dix

ANNEXES

Des évolutions différenciées selon les usages (Résidentiel)

- Forte croissance des usages spécifiques
  - Récents taux de croissance proches de 5 %
  - Développement de nouveaux usages
- Croissance de la ventilation
  - Renforcement de l'isolation des bâtiments
- Croissance de la cuisson
  - Prolongation de la tendance haussière actuelle
- Croissance modérée du chauffage
  - Hausse des surfaces chauffées
  - Transferts de combustible vers les pompes à chaleur
  - Baisse des besoins (rénovation, neuf)
  - Révision à la baisse du taux de pénétration dans le neuf
- Faible croissance de l'ECS
  - Réglementation et directives européennes défavorables aux chauffe-eau à accumulation
- Baisse de l'éclairage et de l'électroménager
  - Réglementation et directives européennes

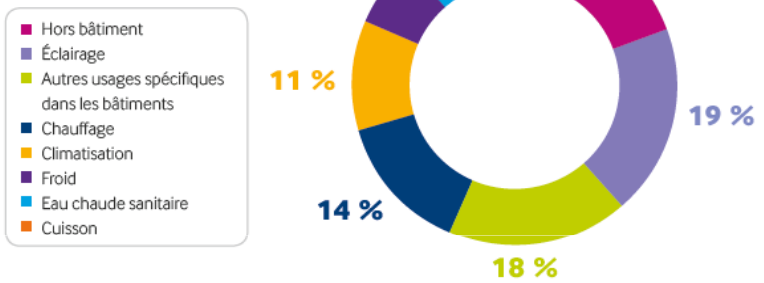


Taux de croissance annuels moyens (%)	Entre 2010 et 2030
Chauffage	0.5
Electroménager froid + lavage	-0.5
Autres usages spécifiques	2.6
Eau chaude sanitaire (ECS)	0.2
Produits gris et bruns	0.0
Cuisson	1.9
Eclairage	-3.4
VMC	4.4

Des évolutions différenciées selon les usages (Tertiaire)

- Forte croissance de la cuisson
  - Augmentation du nombre de repas pris à l'extérieur
  - Prolongation de la tendance haussière actuelle de la cuisson électrique
- Croissance des autres usages spécifiques
  - Développement des TIC et des centres de données
- Croissance de la climatisation et ventilation
  - Hausse des surfaces ventilées et climatisées
- Croissance de l'ECS
  - Réglementation et directives européennes
  - Développement des chauffe eau solaires (appoints électriques) et thermodynamiques
- Croissance modérée du chauffage
  - Hausse des surfaces chauffées
  - Transferts de combustibles vers les pompes à chaleur
  - Baisse des besoins (rénovation, neuf)
  - Révision à la baisse du taux de pénétration dans le neuf

Répartition des consommations électriques tertiaires en 2009, par usage

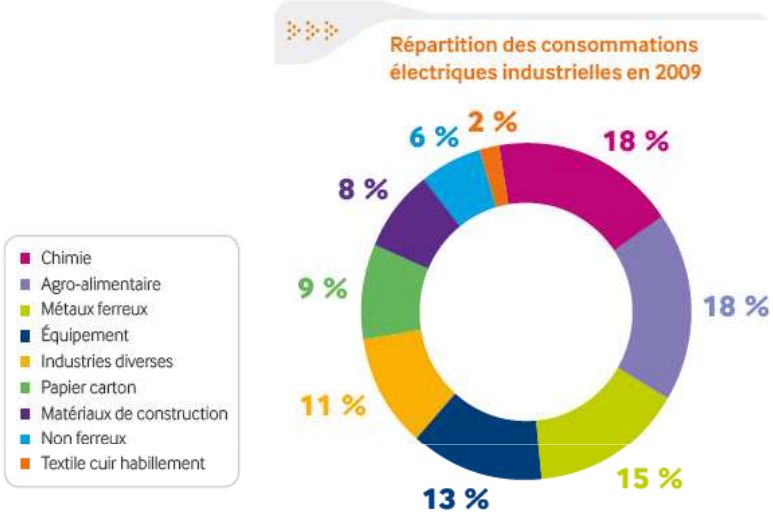


Taux de croissance annuels moyens (%)	Entre 2010 et 2030
Hors bâtiments*	0.0
Eclairage	-0.6
Autres usages spécifiques dans les bâtiments	1.5
Chauffage	0.4
Climatisation + ventilation	1.6
Froid	0.7
Eau chaude sanitaire	1.3
Cuisson	2.8

* télécom, éclairage public, gérants d'immeuble, artisanat, armées, recherche

Des évolutions différenciées selon les branches

- Croissance de l'industrie agroalimentaire
  - Marché français, tiré par la croissance démographique
- Croissance des biens d'équipement
  - Tirée à la hausse par la mécanique et les gros matériels électriques
  - En partie soutenue par le développement des véhicules électriques
- Croissance des métaux
  - Niveau de production d'aluminium 1ère fusion proche du niveau avant crise
- Croissance des matériaux de construction
  - Hausse de la construction neuve et des marchés de la rénovation
- Croissance des industries diverses
  - Tirée notamment par l'industrie du caoutchouc, du plastique et du bois
- Stabilité de la chimie
  - Progression de la pharmacie et parachimie
  - Niveau de production de gaz industriels légèrement supérieur au niveau d'avant crise
  - Diminution de la production de chlore



Taux de croissance annuels moyens (%)	Entre 2010 et 2030
Métaux ferreux	0.5
Non ferreux	0.5
Equipement	0.7
Chimie	0.0
Matériaux de construction	0.3
Industrie agroalimentaire	1.1
Papier carton	-0.1
Textile cuir habillement	-4.2
Industries diverses	0.4