Hypothèses sur l'offre

Commission « Perspectives système et réseau »

30 mars 2017



1

UN BESOIN DE NOUVEAUX SCÉNARIOS LONG TERME POUR LE BILAN PRÉVISIONNEL 2017

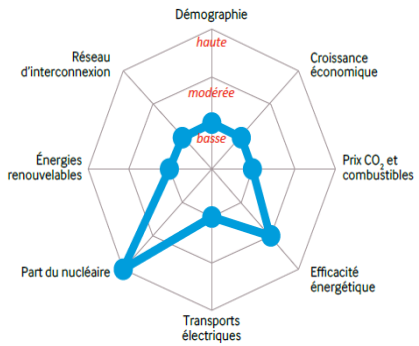
Le Bilan prévisionnel 2014 : des scénarios élaborés dans une logique encadrante

Le dernier exercice long terme a été publié en 2014. Il est composé de **4 scénarios** portant sur l'horizon 2030.

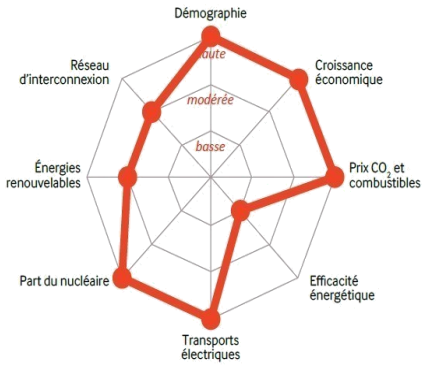
Ces scénarios ont été réalisés selon **une logique dite encadrante**. A titre d'exemple, il s'agit d'étudier un scénario avec un haut niveau de croissance économique, un faible niveau d'efficacité énergétique, des prix du CO2 et des combustibles élevés et de regarder son impact sur le système électrique (scénario dit « consommation forte »).

Dans un contexte tiré par de fortes évolutions du secteur électrique, ces scénarios pourraient être enrichis d'une logique économique.

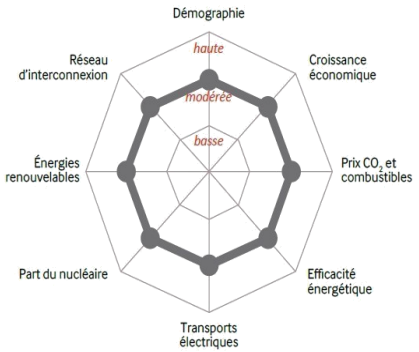
Scénario A « Croissance faible »



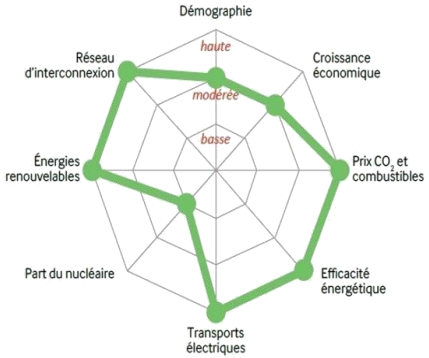
Scénario B « Consommation forte »



Scénario C « Diversification »



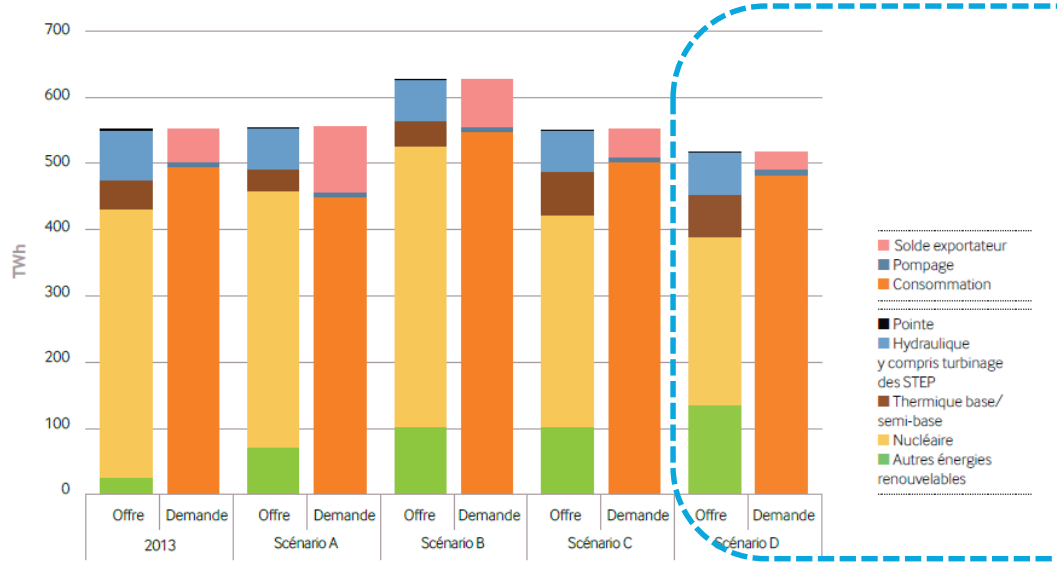
Scénario D « Nouveau mix »

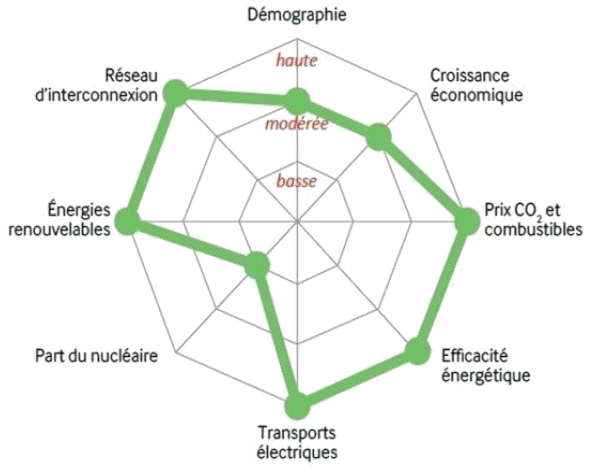


Parmi les scénarios du Bilan prévisionnel 2014, seul le scénario « Nouveau mix » est dans l'esprit des orientations publiques actuelles

- Seul le scénario « Nouveau mix » prévoit une part du nucléaire correspondant à 50% du mix.
- Dans le scénario « Nouveau mix », la part des ENR dans le mix de production n'atteint pas 40%.
- Dans tous les scénarios (y compris le scénario « Nouveaux mix »), il subsiste des groupes charbon.

Cet ensemble de scénarios n'est plus compatible avec le cadre législatif et réglementaire ainsi que les orientations actuelles dans le secteur électrique.



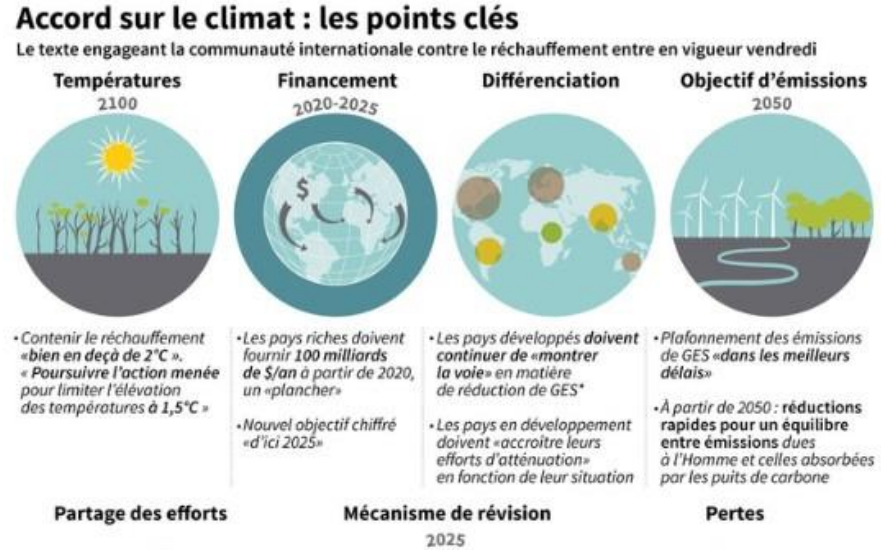


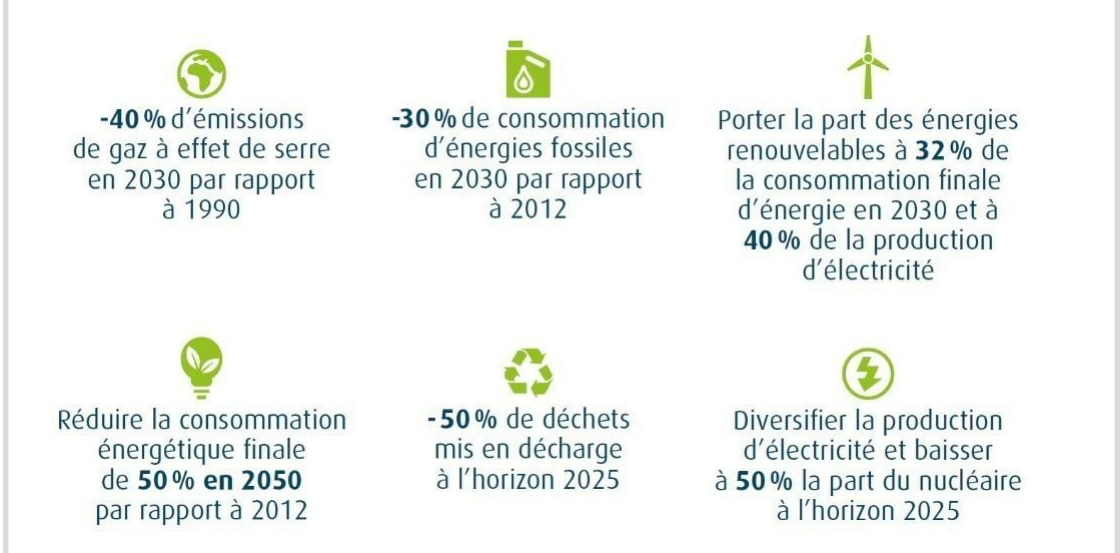
Le contexte global a poursuivi sa mutation et doit être traduit dans le prochain Bilan prévisionnel

1

Des évolutions législatives et réglementaires

- L'accord de Paris (maîtrise des émissions de GES) et une harmonisation du cadre européen
- La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, et sa déclinaison dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (trajectoires nationales par filières)
- Des schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)





Le contexte global a poursuivi sa mutation et doit être traduit dans le prochain Bilan prévisionnel

1

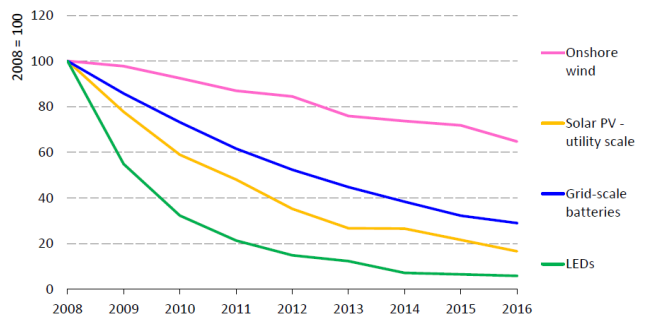
Des évolutions législatives et réglementaires

2

Des évolutions technologiques

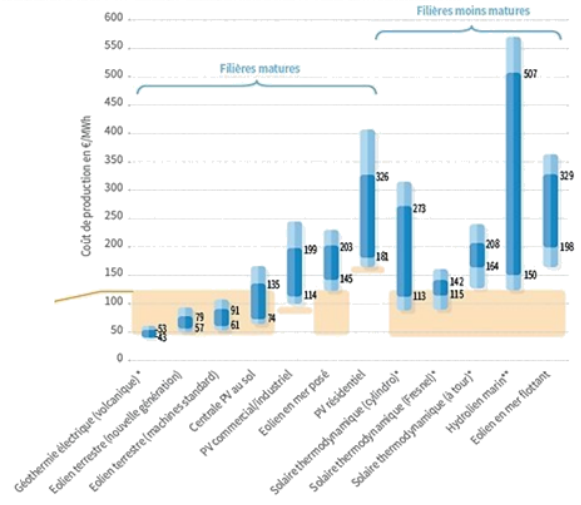
- Des progrès d'industrialisation et d'évolutions des rendements, particulièrement pour les EnR
- Des technologies numériques favorables aux petites unités de productions/effacements décentralisées
- Des progrès sur les techniques de conversion d'énergies permettant d'enrichir l'offre de stockage

Coûts indexés pour l'éolien terrestre, le PV (grande échelle), stockage, LED



Source : IEA (World Energy Outlook)

Coûts complets de production en France pour la production d'origine renouvelable



Source : ADEME (étude sur les coûts 2017)

Le contexte global a poursuivi sa mutation et doit être traduit dans le prochain Bilan prévisionnel

1 **Des évolutions législatives et réglementaires**

2 **Des évolutions technologiques**

3 **Des évolutions sociétales**

- Une prise de conscience du rôle de la production d'électricité dans les enjeux climatiques
- Un écosystème d'entreprises favorisant la valorisation sur les marchés
- Des questions émergentes relatives à l'accroissement possible de l'acceptabilité des EnR locales s'il y a une prise de participation des citoyens et un développement de l'autoconsommation. Ce fonctionnement existe en Allemagne, par exemple. Est-il applicable en France ?

L'ensemble des ces points rend l'évolution de l'économie des filières ENR plus marquée que celle des autres filières (↘ CAPEX, ↘ LCOE).

→ **Besoin de nouveaux scénarios traduisant ces évolutions**

→ **Besoin accru de partage avec les acteurs sur les coûts des filières dans un contexte de forte évolution**

2

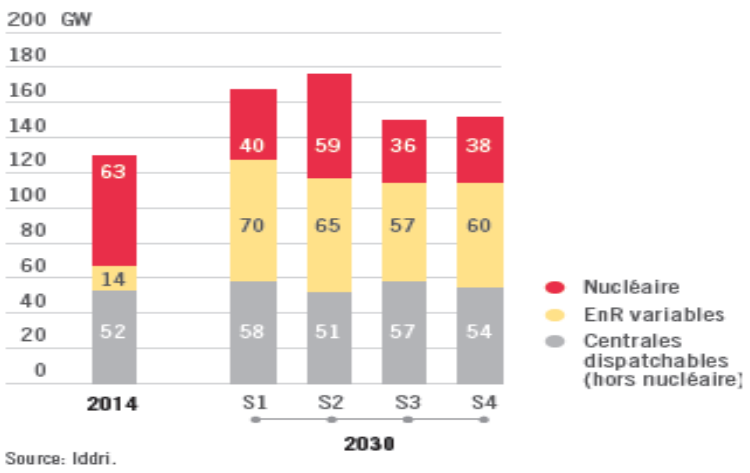
UNE MISE EN PERSPECTIVE DU BILAN PRÉVISIONNEL

Le Bilan prévisionnel s'inscrit dans un large panorama d'études réalisées sur l'évolution du secteur énergétique

De nombreuses publications réalisées depuis 2014, qui présentent des scénarios très contrastés en matière de mix énergétique.

Parmi ces publications, certaines étudient des déclinaisons de la loi TE.

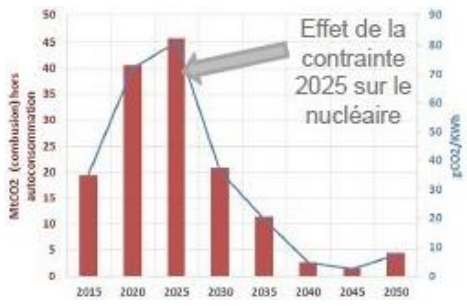
L'**IDDRI** (fev17) précise pour le secteur électrique plusieurs trajectoires alternatives entre 2017 et 2030



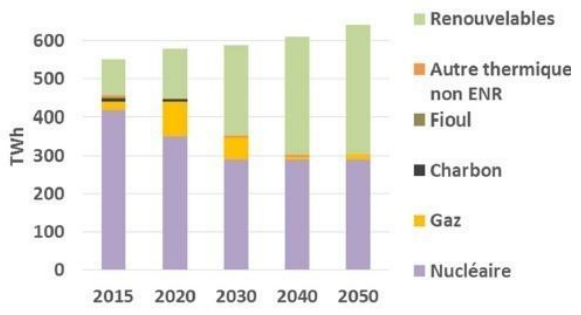
L'**ANCRE** (nov16) décline la trajectoire jusqu'en 2050

Croissance modérée de la demande (électrification de la mobilité notamment) et rééquilibrage du mix

Émissions de CO2 du secteur



Production électrique



Le Bilan prévisionnel s'inscrit dans un large panorama d'études réalisées sur l'évolution du secteur énergétique

De nombreuses publications réalisées depuis 2014, qui présentent des scénarios très contrastés en matière de mix énergétique.

Parmi ces publications, certaines étudient des déclinaisons de la loi TE.

D'autres scénarios étudient des mix nucléaire / ENR plus contrastés :

- **Des scénarios en faveur d'une intégration européenne plus forte et d'une part de nucléaire en France au delà de 50% du mix de production**
  - DNTE « DEC » (Négatep Sauvons le climat)
  - Etude 60% EnR(EU) d'EDF (89 GW de nucléaire sur EU27, vs. 125 GW en 2015)
  - Scénario « EU ref 2016 » de la Commission européenne (63% de nucléaire en Fr. pour 56 GW installés en 2035)

- **Des scénarios en faveur d'une substitution du nucléaire et des énergies fossiles par 100% d'EnR (à horizon plus lointain ~ 2050)**
  - Greenpeace
  - Etude ADEME 100% ENR
  - NégaWatt 2017

Le Bilan prévisionnel s'inscrit dans un large panorama d'études réalisées sur l'évolution du secteur énergétique

De nombreuses publications réalisées depuis 2014, qui présentent des scénarios très contrastés en matière de mix énergétique.

Parmi ces publications, certaines étudient des déclinaisons de la loi TE.

D'autres scénarios étudient des mix nucléaire / EnR plus contrastés.

Certaines études portent sur plusieurs énergies, plusieurs horizons de temps, les hypothèses de coûts varient, etc.

Les nouveaux scénarios du Bilan prévisionnel seront « situés » par rapport à ces études, ce qui nécessitera l'utilisation d'une « métrique » unique.

Ils permettront de disposer de scénarios technico-économiques plus détaillés pour le secteur électrique.

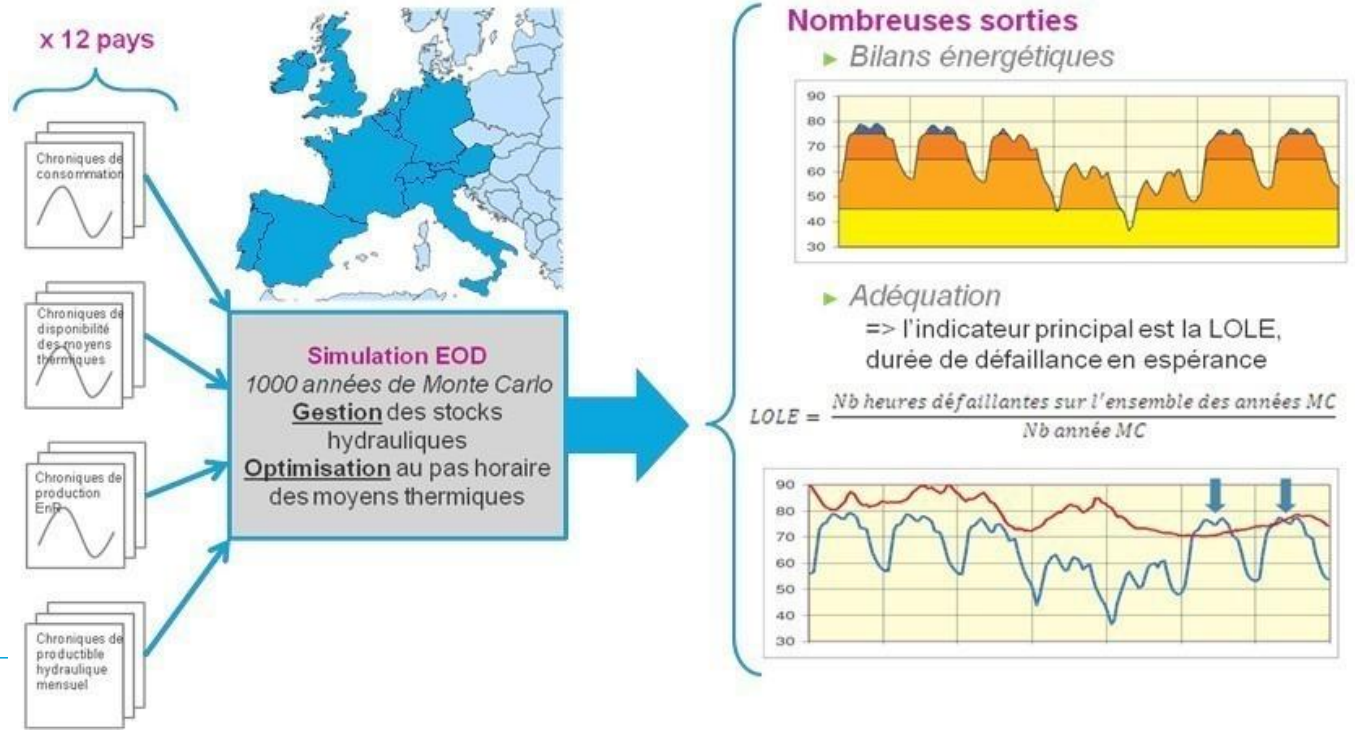
Le Bilan prévisionnel est réalisé à partir d'un modèle éprouvé

Une modélisation technique fine du système électrique

Une simulation du fonctionnement du système électrique heure par heure permettant de disposer d'un plan de démarrage techniquement réaliste du parc de production

Des améliorations prévues en 2017 pour intégrer un bouclage microéconomique complémentaire

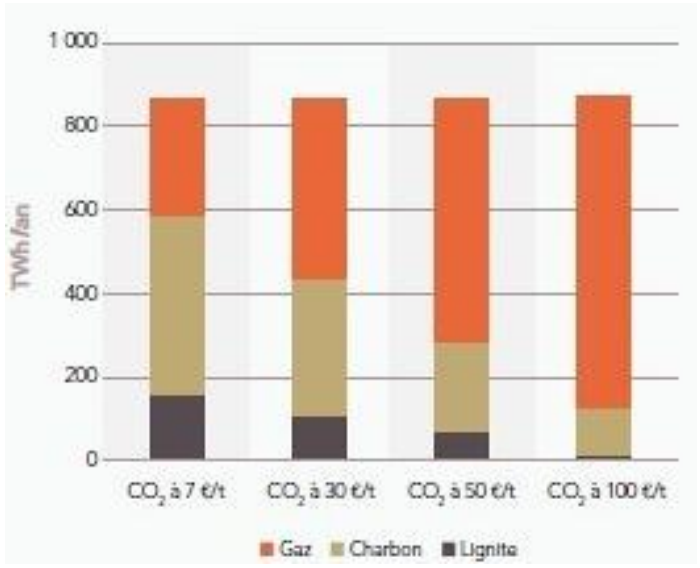
Les coûts (variables et fixes) constituent des entrées du modèle



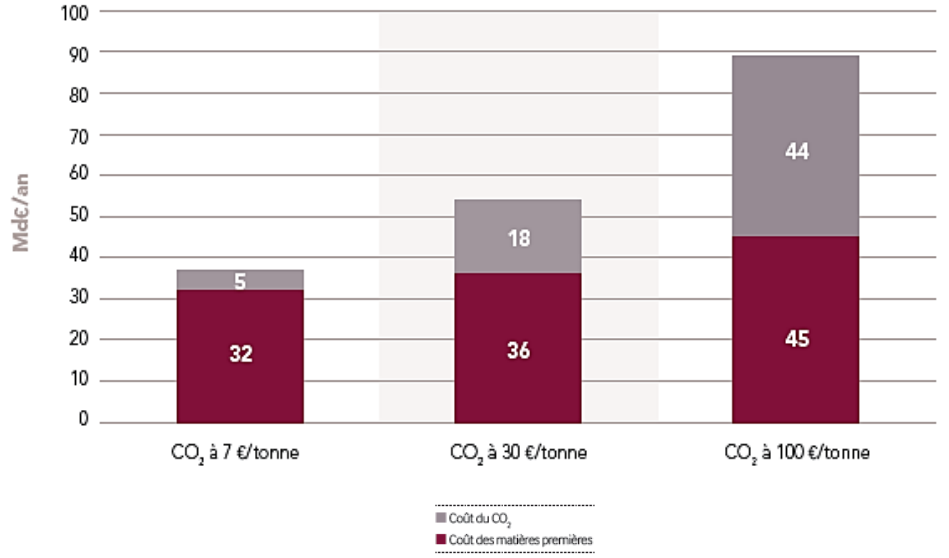
Le modèle et les données du Bilan prévisionnel peuvent être utilisés pour étudier d'autres aspects de la transition énergétique

Exemple n° 1 : quantifier les émissions de CO_2 du système électrique européen en s'appuyant sur des plans de production au pas horaire (étude ADEME-RTE)

Production annuelle des centrales au lignite, au charbon et au gaz pour l'ensemble des pays modélisés



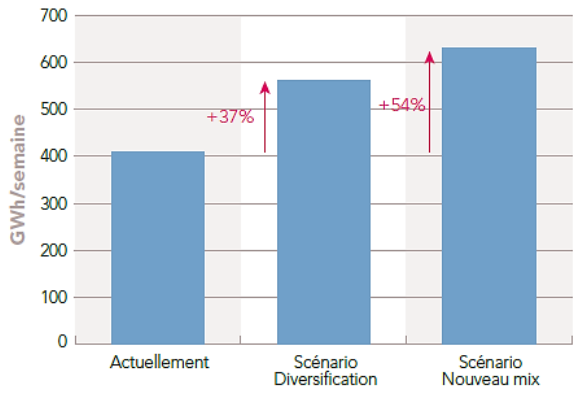
Coûts variables annuels de production pour l'ensemble des pays modélisés



Le modèle et les données du Bilan prévisionnel peuvent être utilisés pour étudier d'autres aspects de la transition énergétique

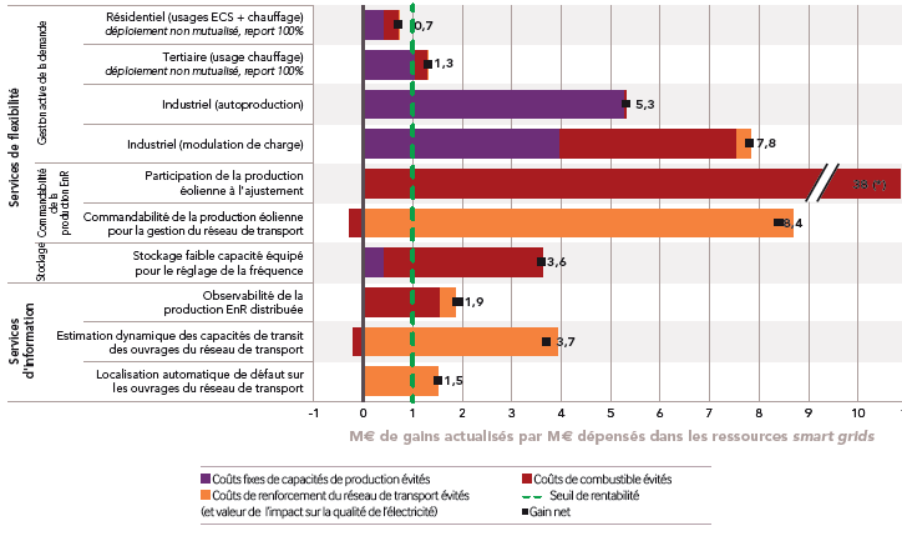
Exemple n° 2 : étudier les besoins du flexibilité du système électrique. Sur la base de ces besoins, analyser la valeur socio-économique des filières émergentes (étude REI)

Variabilité hebdomadaire de la consommation résiduelle : indicateur en énergie



Données en sortie du Bilan prévisionnel 2014

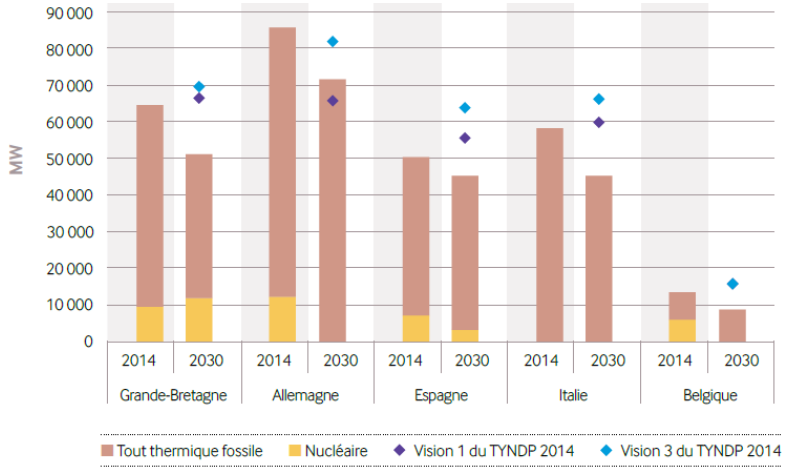
Ratio gains/coûts (actualisés) des différentes fonctions avancées smart grids dans le scénario « Nouveau mix 2030 ». Évaluation à niveau de déploiement faible.



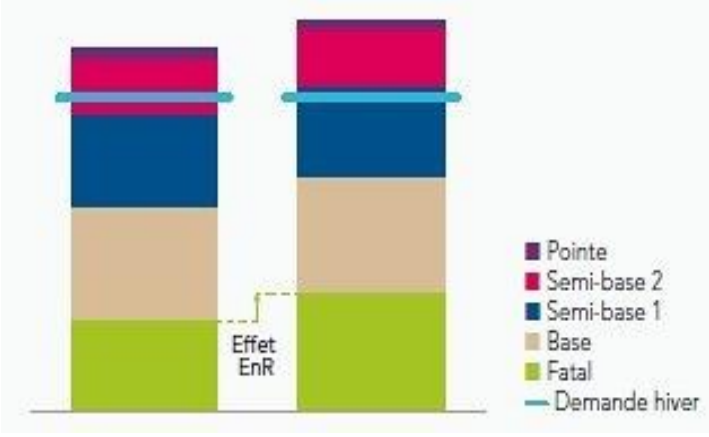
Le modèle et les données du Bilan prévisionnel peuvent être utilisés pour étudier d'autres aspects de la transition énergétique

Exemple n° 3 : étudier les dynamiques d'investissement / désinvestissement (BP successifs) du point de vue de la sécurité d'approvisionnement

Développement du parc thermique dans le scénario « Nouveau mix »



Effet de la hausse de la production renouvelable sur le fonctionnement des moyens de semi-base



Le modèle et les données du Bilan prévisionnel peuvent être utilisés pour étudier d'autres aspects de la transition énergétique

Exemple n° 4 : étudier l'impact du développement des EnR sur le système électrique (PPE)

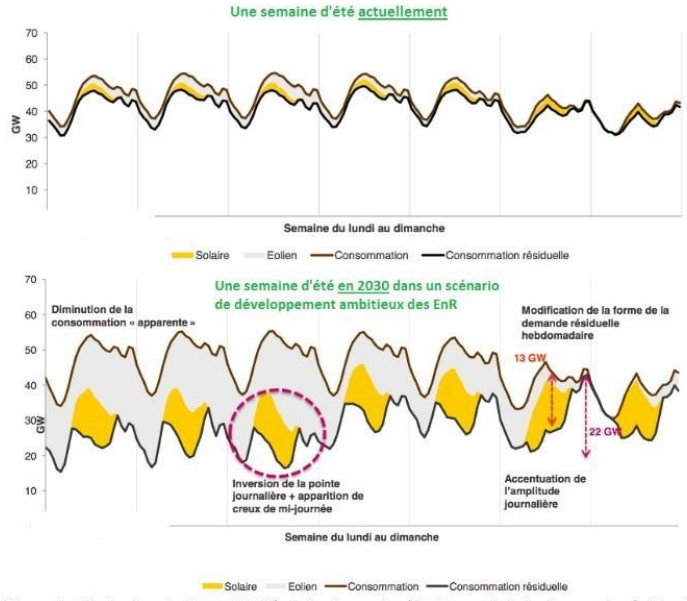


Figure 2 : Illustration de la variabilité de la demande électrique et de la demande résiduelle aujourd'hui et dans un scénario de fort développement d'EnR en 2030 (source : RTE, 2015)

Le modèle et les données du Bilan prévisionnel peuvent être utilisés pour étudier d'autres aspects de la transition énergétique

Dans ce contexte, il est impératif de définir de nouveaux scénarios :

- conformes aux orientations publiques,
- avec des variantes prenant en compte les demandes des acteurs sur les futurs possibles.

Cela permettra notamment de mieux répondre aux commandes de pouvoirs publics et d'être en mesure d'étudier l'impact de la transition énergétique sur d'autres volets que l'équilibre offre-demande.

3

CADRAGE DE L'EXERCICE LONG TERME DU BILAN PRÉVISIONNEL 2017

Ambitions pour le Bilan prévisionnel 2017

1. Intégrer les orientations publiques en matière d'électricité
2. Définir des variantes permettant de dresser le panorama sur le champ des possibles
3. Décrire des parcs techniquement possibles
4. Mieux prendre en compte la capacité d'investissement (cohérence macroéconomique)
5. Renforcer la dimension microéconomique dans le dimensionnement du parc
6. Décrire des parcs respectant les critères publics en matière d'alimentation

Principes d'élaboration des mix de production

1

Cadrage résultant des orientations publiques

2 orientations publiques particulièrement structurantes pour le mix :

- La part du nucléaire
- La part des énergies renouvelables

2

Hypothèses européennes

Plusieurs paramètres clés encadrent les échanges :

- Les capacités d'interconnexions / niveaux min et max d'exports acceptables
- Le niveau de consommation
- Les parcs de production

3

Gisements exploitables

Les capacités des différentes technologies peuvent se déployer à un rythme qui dépend :

- Des capacités industrielles de chaque filière
- Des gisements techniques
- Des contraintes d'acceptabilité

4

Contexte macro-économique

Les scénarios de mix sont dépendants du contexte macro-économique, en particulier

- Du prix des combustibles et du CO_2
- Des coûts d'investissements et d'exploitation des filières

Bouclage macro et micro-économique

1

Bouclage en capacité

Le critère de risque de défaillance est **par hypothèse** respecté en considérant un coût de la défaillance.

2

Bouclage en énergie

La capacité de certaines filières (nucléaire, EnR hors éolien terrestre et PV) sera fixée par hypothèse.

L'investissement et déclassement d'autres filières (ci-dessous) seront établis afin de minimiser le coût total : CCG, TAC, stockage, effacement, éolien terrestre et PV au-delà des objectifs, déclassement des thermiques si nécessaire.

3

Cohérence avec le contexte macroéconomique

Les mix obtenus doivent être cohérents avec le contexte macroéconomique (notamment le PIB pour garder un lien avec la capacité d'investissement).

Cadrage général sur l'offre à l'horizon 2035

Le cadrage présente les principales orientations du travail. Les hypothèses précises par filière seront définies à l'issue de l'appel à contributions et les scénarios d'offre réalisés sur cette base.

Dans ce cadrage, il s'agit de marquer une inflexion par rapport aux scénarios long terme actuels élaborés dans le cadre législatif et réglementaire précédent.

Les 2 scénarios de référence seront centrés sur les objectifs publics (loi TE et PPE) :

- 50% de nucléaire
- au moins 40% d'EnR : la distinction des puissances installées par filière sera réalisé en fonction des objectifs publics, gisements, délais, coûts des EnR, etc.
- Au-delà de cette part prédéfinie par les objectifs publics, une part supplémentaire des EnR pourra être définie par hypothèses techniques ou empilement économique par rapport aux autres filières matures, en fonction de la pertinence des LCOE calculés pour les filières matures
- Eléments macroéconomiques différenciés entre ces deux scénarios : PIB, demande en électricité (sur la base des résultats des travaux sur la demande)
- Eléments microéconomiques : le bouclage « final » du mix est réalisé sur la base des caractéristiques techniques des différentes filières (pour réaliser un programme de démarrage cohérent) et sur la base des hypothèses économiques issues de l'appel à contributions.

Cadrage général sur l'offre à l'horizon 2035

Les analyses prospectives doivent également permettre de dresser le champ des possibles en matière d'offre et d'envisager leur impact sur le dimensionnement du système électrique.

2 variantes peuvent donc être étudiées dans ce cadre :

- 1 variante orientée sur une part du nucléaire dans la production d'électricité supérieure à 50% (niveau non défini au stade de l'appel à contributions).
- 1 variante orientée sur une poursuite de la baisse de la part du nucléaire en-deçà de la cible des 50% (niveau non défini au stade de l'appel à contributions).
- La part des EnR sera définie par hypothèses techniques ou empilement économique par rapport aux autres filières matures, en fonction de la pertinence des LCOE calculés pour les filières matures
- Eléments macroéconomiques différenciés entre ces deux scénarios : PIB, demande en électricité (sur la base des résultats des travaux sur la demande)
- Eléments microéconomiques : le bouclage « final » du mix est réalisé sur la base des caractéristiques techniques des différentes filières (pour réaliser un programme de démarrage cohérent) et sur la base des hypothèses économiques.

L'appel à contribution a pour objectif de préciser le cadrage général, notamment pour en affiner les hypothèses d'entrée.

Livrables envisagés

4 scénarios d'offre, chacun associé à un scénario de consommation

Trame d'analyse permettant d'expliciter l'appariement entre les mix d'offre et les niveaux de consommation (reposant notamment sur la cohérence macroéconomique)

Analyse du paysage de la défaillance

Analyse des émissions de CO_2

Indicateurs de flexibilité

Etc. (à débattre)

4

PÉRIMÈTRE DE L’APPEL À CONTRIBUTIONS SUR LE VOLET OFFRE

Proposition de scénarios d'inspiration

La consultation portera sur l'exhaustivité des sources et leur priorisation, concernant une liste des scénarios d'inspiration - aussi bien des scénarios qui déclinent la loi que des scénarios qui s'en écartent, par exemple :

2015

- Etude de l'ADEME d'un mix de 80 à 100% EnR à horizon 2050
- Scénario Greenpeace, 5ème édition
- Etude EDF 60% EnR, *"The scenario used is inspired in the EU Energy Roadmap 2011, more precisely the High RES scenario that gives a level of 60% RES in terms of electric energy share by 2030»*

2016

- EU reference scenario (Energy, transport and CHG emissions trend to 2050)
- World Energy Outlook 2016, AIE
- Bilan prévisionnel pluriannuel gaz 2016-2035 (GRDF, GRTgaz, SPEGNN, TIGF)
- REmap Global Roadmap de l'IRENA (actualisation de la roadmap de 2014)

2017

- Scénario négaWatt 2017-2050
- Note n°05/17 de février 2017 de l'IDDRI : « La transition du système électrique français à l'horizon 2030 »
- Etude commune de l'IDDRI et Agora-energiewende : « optimisation de la transition énergétique à horizon 2030, en particulier avec l'Allemagne » (pas encore publiée)

Proposition de références de coûts

La consultation portera sur l'exhaustivité des sources et leur priorisation, concernant une liste de références de coûts, par exemple :

2014

- Energy Technology Reference Indicator projections for 2010-2050, JRC

2015

- Projected Costs of Generating Electricity, AIE

2016

- Rapport de la cours des comptes sur la maintenance des centrales nucléaires
- World Energy Outlook 2016, AIE
- Coûts des EnR en France, ADEME
- Mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations, ADEME

2017

- Données de couts de l'outil ELESIM mis en ligne en février 2017 sur le site de l'IDDRI
- Coûts retenus dans l'étude commune de L'IDDRI et Agora Energiewende : « optimisation de la transition énergétique à horizon 2030, en particulier avec l'Allemagne » (pas encore publiée)

Sous-jacents à considérer et hypothèses granulaires

Sous-jacents techniques / environnementaux / sociétaux / publics

- Gisements envisageables
- Liste des innovations techniques à prendre en considération sur l'horizon d'étude
- **Des capacités [mix – max] de déploiement et/ou de capacité projeté en 2035 selon les filières**

Sous-jacents économiques

- Hypothèses de coûts (Capex, opex)
- Hypothèses de financement
- Hypothèses de prix des combustibles et du CO_2

Sur chacune de ces hypothèses, RTE présente des éléments de contexte, liste des références bibliographiques et propose des valeurs de référence sur lesquels les acteurs sont invités à prendre position (// à l'appel à contributions sur la demande).

Aperçu des filières concernées (1/2)

Filières	Parc actuel	Objectifs publics	Trajectoire historique
Nucléaire	~63 GW	50% du mix en 2025 (LTECV)	
Hydraulique	~25 GW	~0,5 GW de + en 2023 (PPE)	stable
Photovoltaïque	~7 GW	+1,8 GW/an (PPE)	~1 GW de + par an
Eolien - Terrestre	~ 12 GW	+1,8 GW/an (PPE)	~1 GW de + par an
Eolien - Maritime	0	3 à 9 GW en 2023 (PPE)	3 GW en construction
Photovoltaïque -autoconsommé	< 1GW	AO expérimental	-
Eolien M flottant	0	0,2 à 2 GW en 2023 (PPE)	0
EMR	0		0
Biogaz-Elec	0,4 GW	+ 50 à 60 MW/an dont 50% par méthanisation (PPE)	+ 35 MW/an
Biomasse - Elec	0,4 GW	+ 50 à 100 MW en 2023 (PPE)	+ 50 MW/an
Cogénération Biomasse	< 1GW	incitation à la cogénération dans les AO biomasse	majorité des projets Biomasse
Total ENR		40 % du mix en 2030 (LTECV)	

Aperçu des filières concernées (2/2)

Filières	Parc actuel	Objectifs publics	Trajectoire historique
Charbon	~ 3 GW	"se préparer à un arrêt à horizon PPE (2023)"	déclassement de 4GW entre 2013 et 2015
CCG	~ 6 GW	-	~ 1 GW/an entre 2009 et 2013, puis 500 MW MES en 2016 et 450 MW
Cogénérations	~ 4 GW	-	légère érosion
TAC	~ 2 GW	-	1 GW entre 2008 et 2010
autres (diesels, secours…)	~ 2 GW	-	érosion
Effacements	~ 3 GW	6 GW en 2023 (PPE)	légère érosion
STEP	~ 5 GW	2 GW de + en 2023 (PPE)	stabilité
Power-to-gas	0	0	0
Stockage batteries	0	0	0

Grandeurs économiques

Hypothèses de coûts de combustibles et de CO2 selon différents scénarios (p. ex : IEA)

- Gaz (€/MBtu)
- Charbon (€/t)
- Fioul (€/m3)
- CO_2 (€/t)

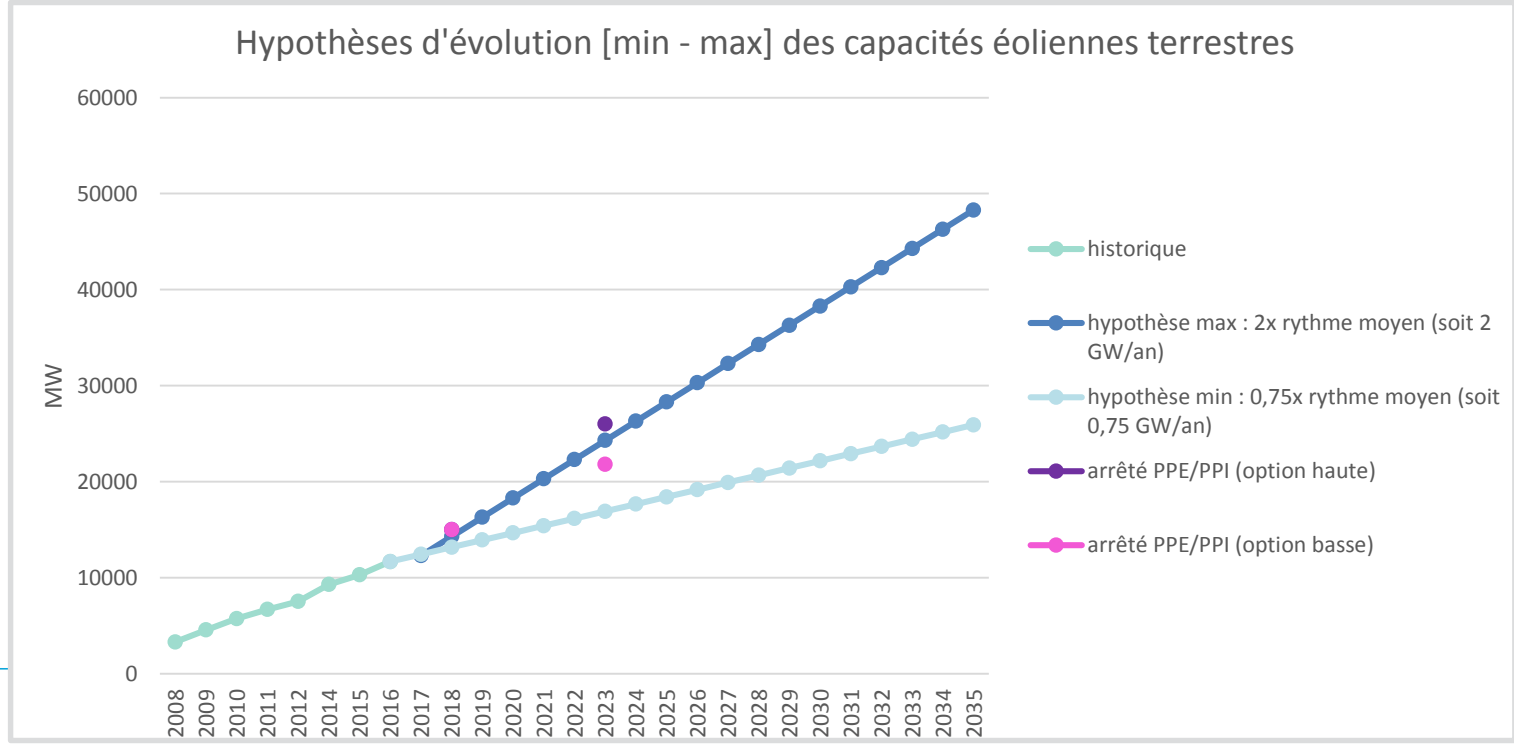
- **Pour les productions « fatales » :** facteur de charge (%)
- **Pour les productions dispatchables :**
  - rendement (%) et/ou
  - coût variable (combustible+CO2+TURPE+autres) (€/MWh)

Hypothèses de coûts

- Coût d'investissement (€/kW)
- Coût de raccordement au réseau (€/kW)
- Coût d'exploitation (taxes comprises) (€/kW)
- Variation du coût d'investissement entre 2017 et 2035
- Variation du coût d'exploitation entre 2017 et 2035
- Estimation de CMPC (réel après impôts – reflétant le risque de rémunération) → 3 niveaux proposés : bas, moyen, haut → par exemple 7%, 9% et 11%

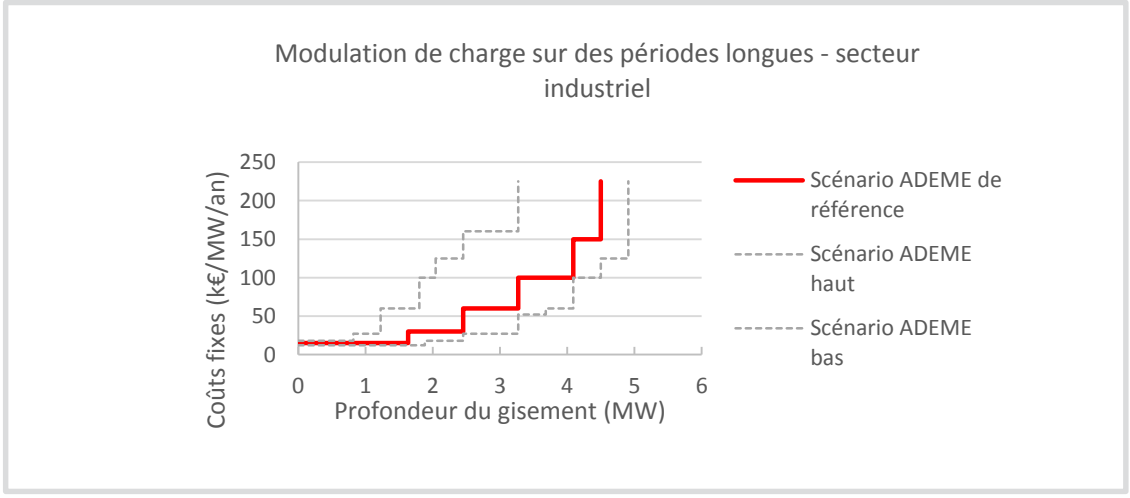
Exemple sur l’éolien terrestre

- **Eléments de contextes identifiés :** rythme historique, objectifs PPE,….
- **Evolutions techniques :** hypothèse simplificatrice de prise en compte d’éoliennes plus toilées (nouvelles générations) en compensation de la raréfaction des sites les plus ventés, pour une stabilité du facteur de charge moyen.
- **Eléments de coûts** : CAPEX, OPEX, etc. actuels et projetés à 2035
- **Hypothèses d’évolution :** *pour mémoire, gisement ADEME à 2050 = 120 GW (NG) à 174 GW*



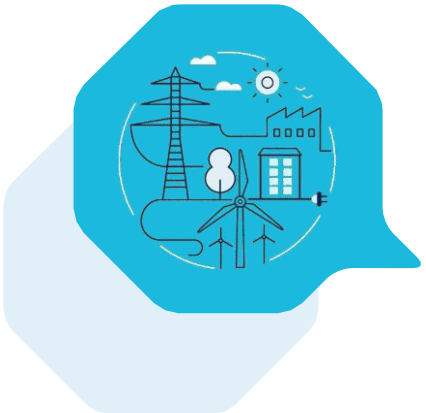
Exemple sur l’effacement

- L’ADEME réalise actuellement une étude sur le gisement d’effacement et le coût d’investissement en fonction de la part exploitée du gisement.
- Les données utilisées *in fine* dans le Bilan prévisionnel seront recalées en fonction des valeurs retenues dans la version finale de l’étude de l’ADEME.
- A titre informatif, voici le type de données de gisement et de coût d’investissement de cette étude qui pourrait être exploitée dans le cadre du volet long terme du Bilan prévisionnel.



L’appel à contributions sera disponible sur le site du CURTE

https://www.concerte.fr



MERCI DE VOTRE ATTENTION