

Estimation des effets macroéconomiques de la vision ADEME



*of*ce

ADEME/OFCE

Le modèle ThreeME

Modèle Macroéconomique Multisectoriel d'Evaluation des politiques Énergétiques et Environnementales

*Conçu conjointement par l'ADEME et l'OFCE depuis 2008
(Observatoire Français des Conjonctures Économiques)*

Modèle macroéconomique du type offre-demande,

*comparable aux modèles dits « neo keynésiens » qui sont utilisés pour les besoins de la
prévision conjoncturelle (Mesange de l'INSEE et du trésor, NEMESIS de Paris 1).*

Voir en annexe les principales caractéristiques de la modélisation.

- 24 secteurs de production et 17 sous secteurs énergétiques
- Le modèle tient compte de l'effet du transfert d'activité d'une branche à l'autre sur:
 - l'emploi, les consommations énergétiques
 - les importations/exportations
 - donc le niveau de la demande et la croissance.

Ex: une hausse des énergies renouvelables au détriment des centrales thermiques entraîne une augmentation de l'emploi car elles sont plus intensives en main d'œuvre, et une diminution des importations de combustibles.

- Le modèle tient compte des effets positifs de la demande sur l'offre et vice versa
 - les investissements ne sont pas seulement financés par l'épargne mais aussi à crédit. (la quantité de capital n'est pas bornée a priori)
 - Ainsi l'effet d'éviction entre investissements est limité.
Ex : La hausse des investissements de rénovation énergétique des ménages ne débouche pas sur une baisse équivalente de leurs dépenses par ailleurs. Celles-ci diminuent d'un montant égal à la hausse des annuités de la dette induite par les travaux, moins la baisse des factures énergétiques obtenues
 - L'investissement (l'offre de crédit) dépend de la rentabilité attendue du capital et donc de la demande anticipée.
 - En retour, la production (l'offre) et l'emploi dépendent de l'investissement.
 - L'évolution de l'emploi rétroagit sur la demande (consommation et investissement).

- *On peut ainsi faire valoir l'existence d'un double dividende*

Ex : La hausse des investissements dans les ENR:

- débouche sur une augmentation globale des investissements (l'effet d'éviction est partiel)
- qui génère une hausse de l'emploi et de la consommation, (l'offre influence la demande)
- qui entraîne en retour une augmentation de la production (la demande influence l'offre)
- et une baisse du chômage (possible en cas d'équilibre de sous emploi à l'origine).

- *Les entreprises font des arbitrages énergétiques*
 - Elles substituent du capital à l'énergie lorsque son prix relatif augmente
 - Elles peuvent substituer les sources d'énergies les unes ou autres
 - Il existe un progrès technique endogène (l'efficacité énergétique s'améliore lorsque les prix relatifs de l'énergie augmentent).
- *Les ménages font un choix entre investissements énergivores et sobres*
 - 3 classes de logements et de voitures
 - Leurs parts de marché varient en fonction de l'évolution des coûts d'usage (amortissement du prix d'achat, net des aides, et consommation d'énergie)
 - Le taux de pénétration des véhicules électriques est exogène.
- *Prise en compte d'un effet de sobriété induit par les prix*

Les ménages réduisent leurs dépenses de chauffage et de carburant lorsque les prix augmentent.

- Le modèle est calibré sur plusieurs bases de données :
 - Toutes les variables et paramètres des équations macroéconomiques sont calibrés sur les tableaux de la comptabilité nationale (TES et TEE) de l'INSEE à l'année de base.
 - Les dépenses des ménages sont calibrées sur les données INSEE
 - Les coûts et le nombre des travaux de rénovation sur la base OPEN (le prix induit du saut de classe est égal à 264€/m²)
 - Les prix et parts des différentes classes de véhicules sur données du Car labelling de l'ADEME
 - Les consommations d'énergies du secteur du transport sur les Comptes des Transports
 - Les consommations d'énergies et les émissions de CO₂ de l'industrie sur les données du CEREN.
- Toutes les variables sont paramétrées sur l'année 2006.

- Les paramètres des équations de comportement sont estimés :

Sur la base d'études économétriques du CEREN et de l'INSEE pour les arbitrages énergétiques des agents.

- Elasticité prix de la demande des ménages à court terme -0,2
(lorsque le prix de l'énergie augmente de 10%, la consommation de carburant et de chauffage diminue de 2%)
- La sensibilité du taux de croissance des travaux énergétiques des ménages au prix de l'énergie : 0,6
(lorsque le prix du chauffage augmente de 10%, le nombre des investissements de rénovation énergétiques augmente de 6%)
- L'élasticité de substitution entre véhicules : 0.8
(lorsque le coût d'usage d'un véhicule énergivore augmente de 10 points par rapport à celui d'un véhicule sobre, les ventes de ces derniers augmentent de 8% au détriment des premiers, au prorata de leurs parts dans les immatriculations neuves.)
- L'élasticité de substitution capital énergie dans l'industrie : 0,5
- L'élasticité de substitution inter énergie dans l'industrie : 0,4

- Sur la base d'études économétriques de l'OFCE pour les autres
 - politique monétaire, (règle de Taylor)
 - fixation des salaires (Courbe Wage Setting WS)
 - des prix (théorie du mark up)
 - élasticité de substitution entre facteurs de production (fonction CES).

Les propriétés dynamiques du modèle sont comparables à celles de MESANGE.

- la propension à importer les biens d'équipements des filières ENR converge vers celle des branches industrielles à l'horizon 2030-2040

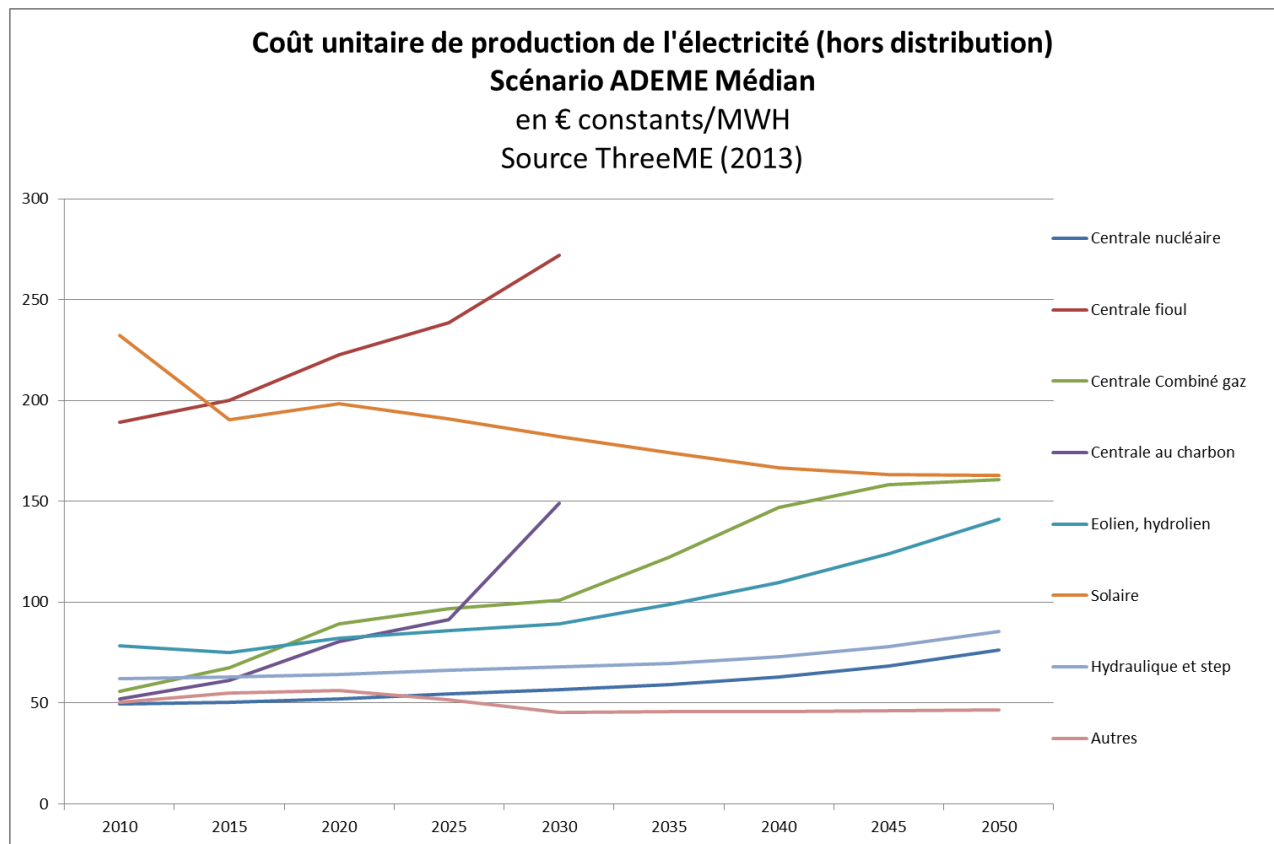
On suppose implicitement que l'Etat encourage le développement de filières nationales via sa politique d'offre.

Part de la FBCF importée	2006	2030	2050
éolien	65%	23%	21%
solaire	21%	22%	15%
hydraulique	17%	7%	7%
bois énergie (industriel et collectif)	34%	15%	15%
biogaz	41%	22%	15%

- Les coûts unitaires de production des secteurs de l'électricité sont estimés sur la base :
 - *des données de la DGEMP (rapport coût de l'électricité 2003)*
 - *le coût du nucléaire sur la base du rapport de la Cour des Comptes 2012.*
- Les coûts unitaires de production des autres énergies renouvelables sont estimés sur la base du rapport ADEME I-Numeri pour l'année 2006.

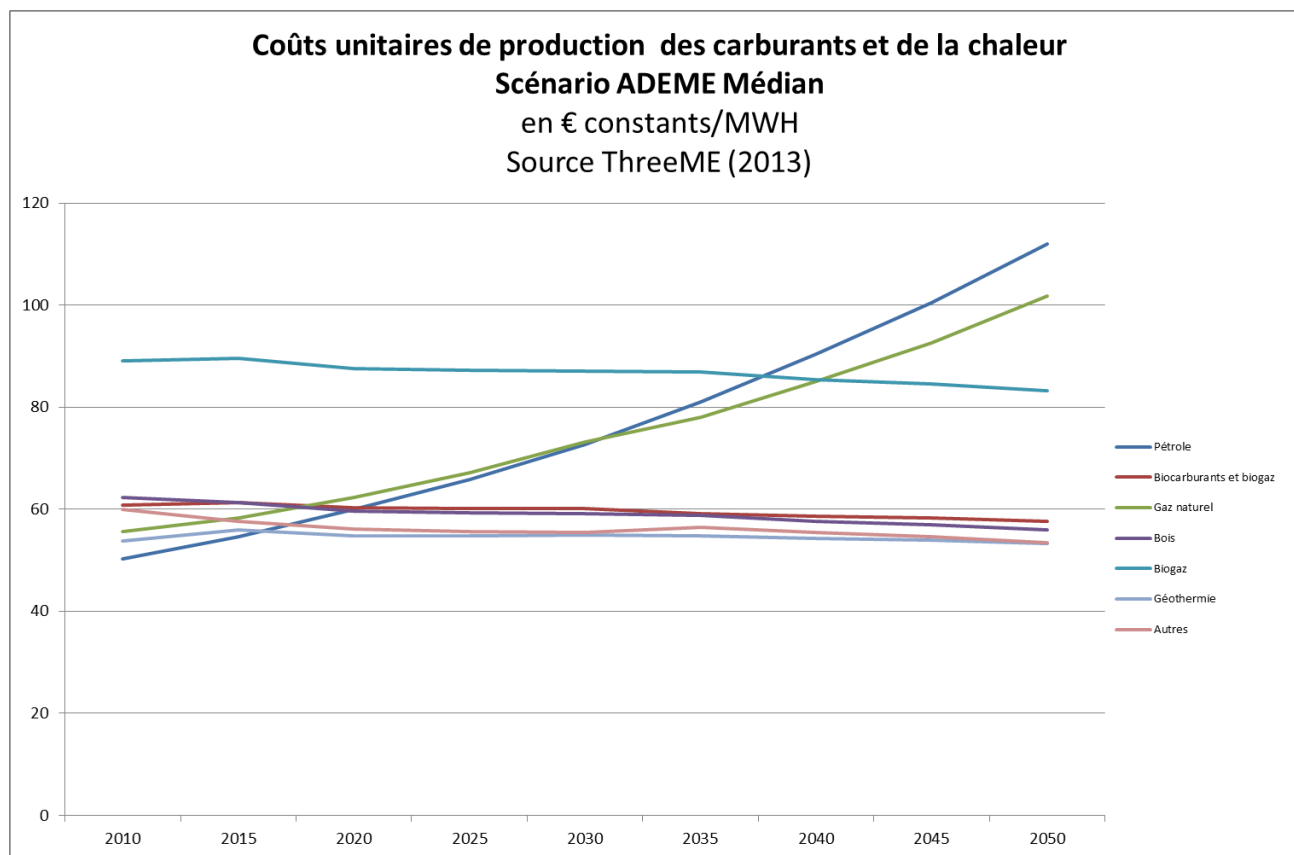
	en €2006/MWh	Coût de production hors distribution
Carburants	Pétrole	50
	Biocarburants et biogaz	61
Electricité	Nucléaire	50
	Centrale au fioul	189
	Centrale au gaz	56
	Centrale au charbon	52
	Eolien, hydrolien	79
	Solaire	232
	Hydraulique et step	62
	Cogénération, méthanation, autres	50
Chaleur et vapeur	Gaz naturel	56
	Bois	62
	Biogaz	89
	Incineration (UIOM)	27
	Géothermie, pompe à chaleur	54
	Cogénération, autres	60

Source ThreeME d'après DGEMP et I Numeri



- La hausse du coût de l'éolien est imputable à l'augmentation de la part de l'éolien off-shore
- Les centrales thermiques au fioul et au charbon sont fermées d'ici 2030
- Le coût du nucléaire augmente sous l'effet de la construction des EPR dont le coût de production est estimé à 70€/MWH.

L'évolution des coûts unitaires de production



- Le coût des énergies renouvelables est très légèrement décroissant compte tenu des gains d'économie d'échelle et du progrès technique réalisés dans ces filières émergentes

- **Reproduction des résultats des scénarios en 2030 – 2050**
 - Les baisses des consommations énergétiques obtenues correspondent à celles des scénarios :
 - Pour le logement et les véhicules particuliers
 - Pour l'industrie et le tertiaire au global.
 - Le mix global obtenu en 2030 et 2050 est conforme aux cibles retenues pour chacun des trois scénarios ADEME.
 - **Résultats économiques par rapport au scénario de référence**
 - Impacts récessifs :
 - Baisse de la production de la branche énergie
 - Hausse du coût de production de l'électricité et baisse de compétitivité à court terme
 - Augmentation de la fiscalité et/ou des dépenses environnementales.
 - Impacts expansionnistes:
 - Hausse de l'emploi
 - Amélioration de la balance commerciale
 - Regain d'efficacité énergétique et baisse de la facture énergétique à moyen terme.
- ⇒ Bilan du scénario Médian: PIB (+3 pts en 2050; emploi:+800 000)

- Les parts des différentes énergies dans le mix restent stables entre 2010 et 2050.
- Les instruments de lutte contre le changement climatique ne sont pas modifiés.

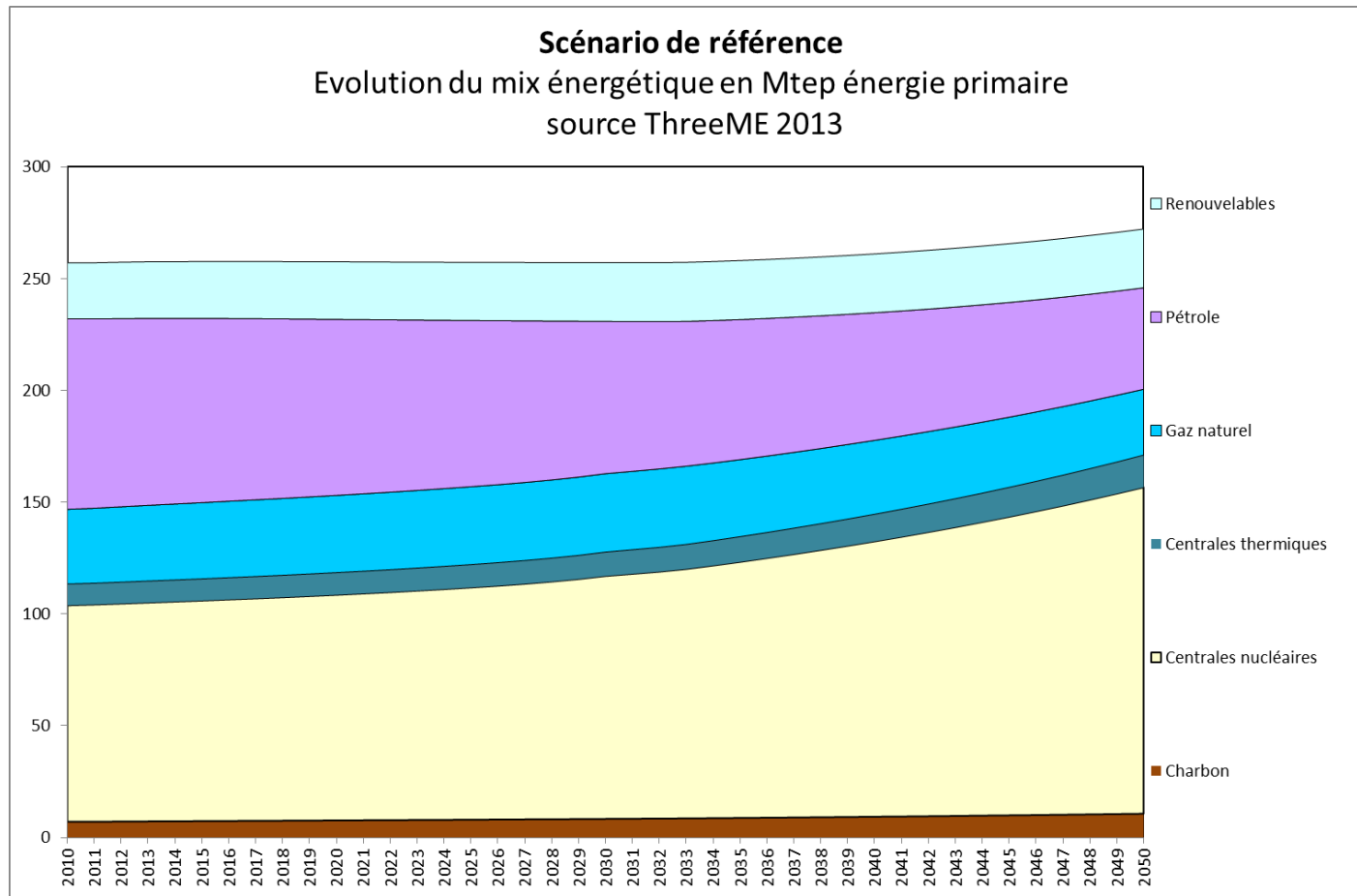
CIDD, bonus malus, taxes intérieures de consommation etc.

- Le taux de croissance de l'économie tend vers 1.8%.

Somme des gains de productivité (1.4%) et de la croissance démographique (0.4%)

- Le prix des combustibles fossiles augmentent selon les prévisions de l'AIE.
 - Scénario virtuel, dont la stabilité permet d'apprécier les modifications induites par la mise en œuvre de la vision.
- ⇒ La consommation finale d'énergie s'élève à 156 MtepEf en 2030 et 138,5MtepEf en 2050.

Cette référence est équivalente à celle du scénario DGEC-AME.

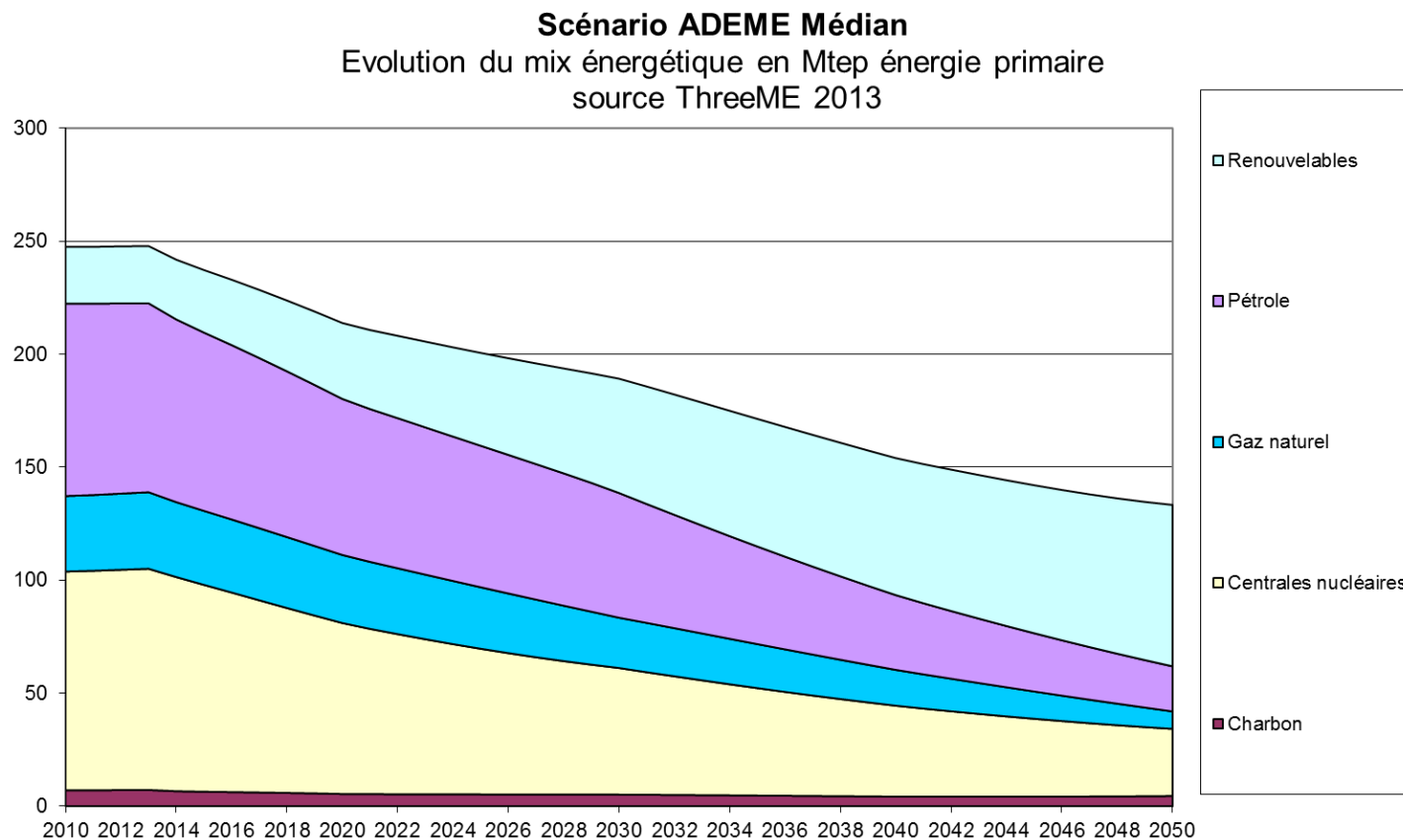


Trois variantes du scénario ADEME ont été simulées.

- La demande d'énergie finale est identique dans les trois scénarios. Elle est conforme à la vision.
- Coté offre, les scénarios diffèrent sur la part de l'électricité d'origine nucléaire dans le mix électrique en 2050 :
 - *Scénario bas : La part du nucléaire représente 50% de la demande d'électricité finale en 2030 et 18% de la demande d'électricité finale en 2050. (C'est le niveau obtenu lorsque l'on exploite au maximum le potentiel des énergies renouvelables pour le niveau de la demande considéré)*
 - *Scénario Médian : La part du nucléaire représente 25% de la demande d'électricité finale en 2050*
 - *Scénario Haut : La part du nucléaire reste stable entre 2030 et 2050 et représente 50% de la demande d'électricité finale.*

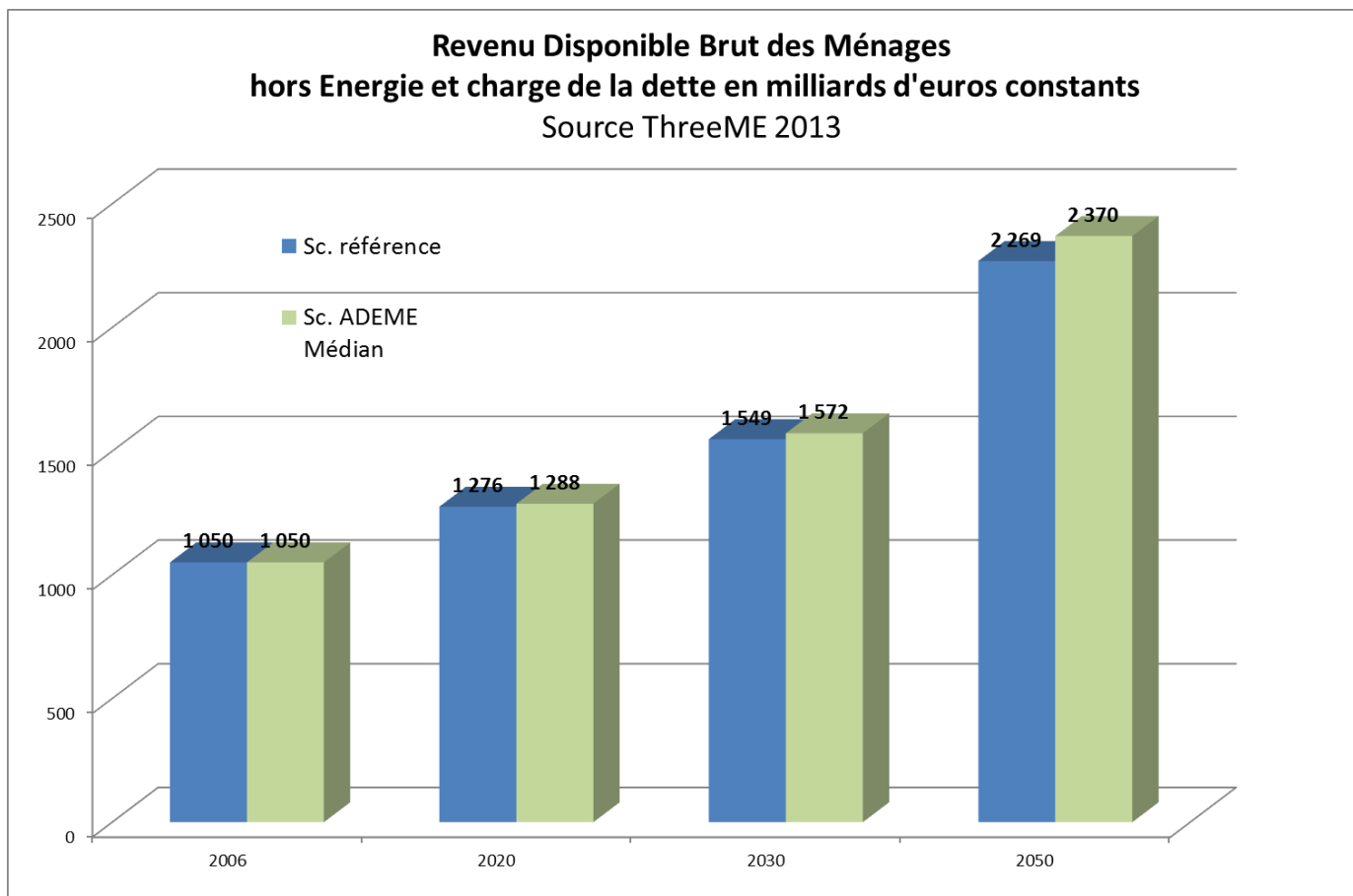
Dans la modélisation de la vision ADEME, le scénario de référence est affecté par des chocs exogènes

- *La modification des parts relatives du mix électrique :*
 - La part du nucléaire tend vers 50% d'ici 2030, vers 25% en 2050 dans le scénario Médian, et vers 18% dans le scénario bas
 - Les centrales au fioul et au charbon sont fermées d'ici 2030.
- *La modification des parts relatives des ENR dans la distribution de combustibles gazeux et chaleur :*
 - La part du gaz naturel passe de 77% à 25% dans la distribution de combustibles gazeux et chaleur entre 2006 et 2050.
- *L'instauration d'une contribution climat énergie*
 - *l'instauration d'un signal prix traduit, dans un modèle macro-économique, reflète un mix de mesures de nature diverses (réglementation, incitations, fiscalité...)*
 - La contribution carbone est calculée pour atteindre les niveaux de demande cible .
 - Assiette: combustibles fossiles. Taux uniforme pour les ménages et les entreprises à l'exception des industries soumises à l'ETS.
 - Les recettes de taxe carbone sont redistribuées aux agents via une baisse de l'IR pour les ménages et des cotisations employeurs pour les entreprises.
 - Une augmentation de la taxe sur le gaz, la chaleur et l'électricité
- *La pénétration du véhicule électrique (9,9M eq full elec en 2050)*
 - *Ce chiffre inclut la consommation des véhicules hybrides*



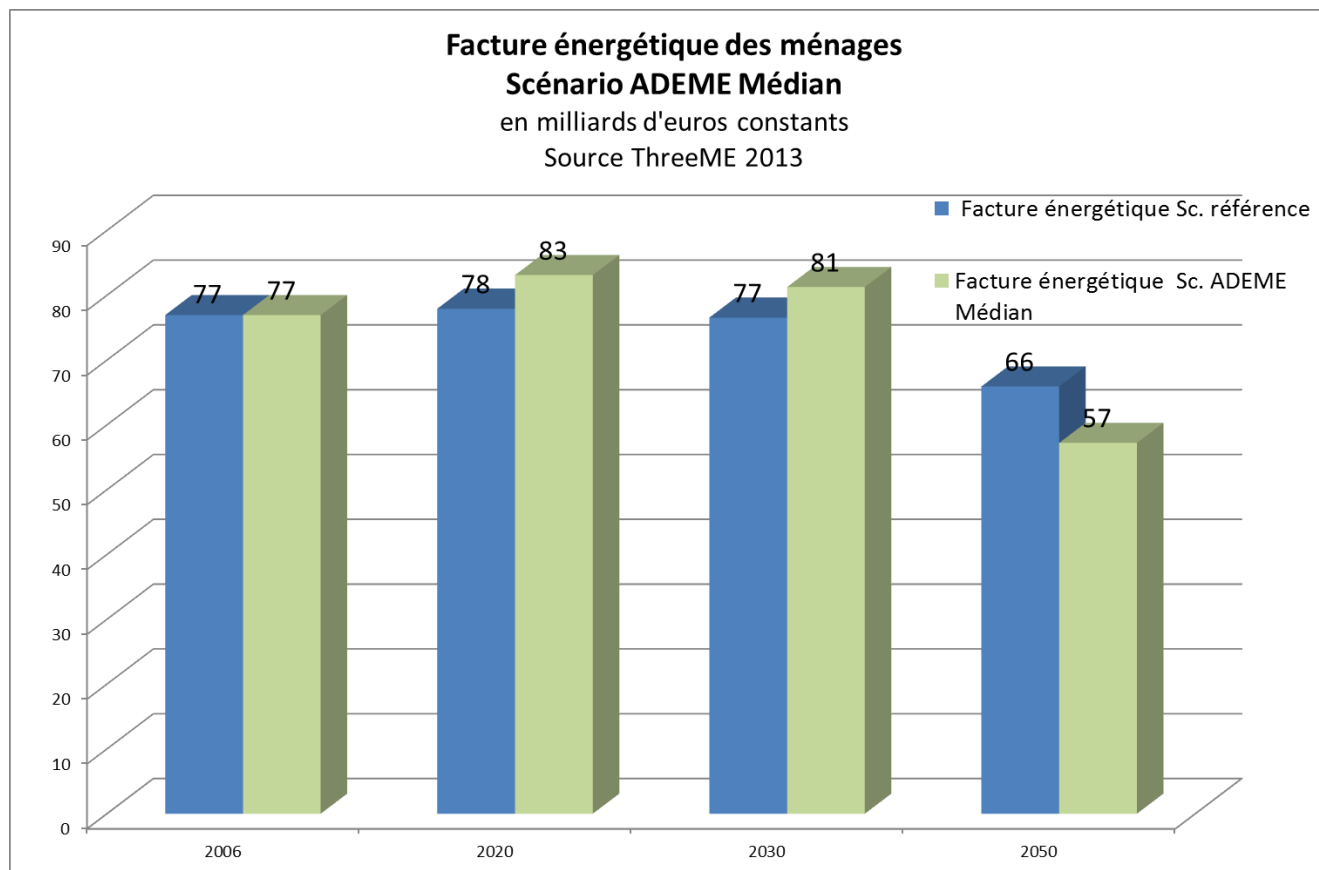
La consommation finale d'énergie s'élève à 123 MtepEf en 2030 et 82MtepEf en 2050

Evolution du revenu disponible brut

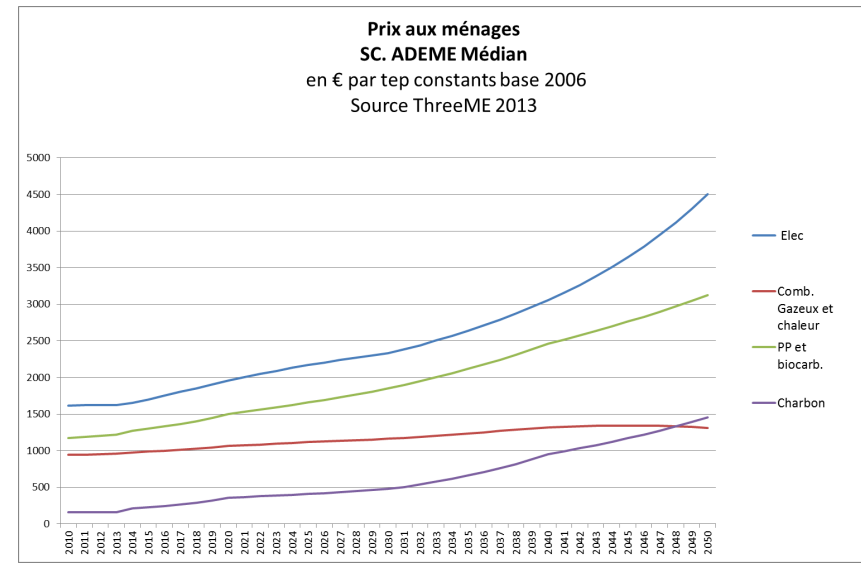
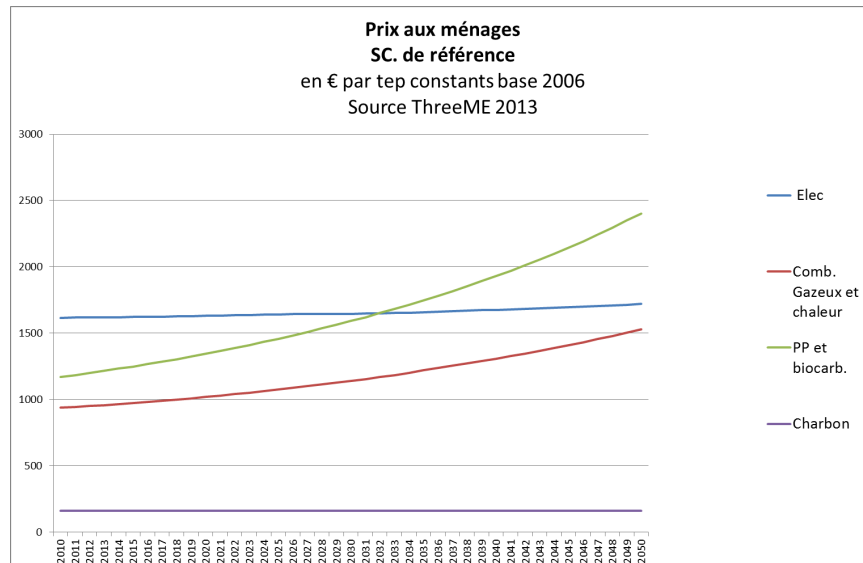
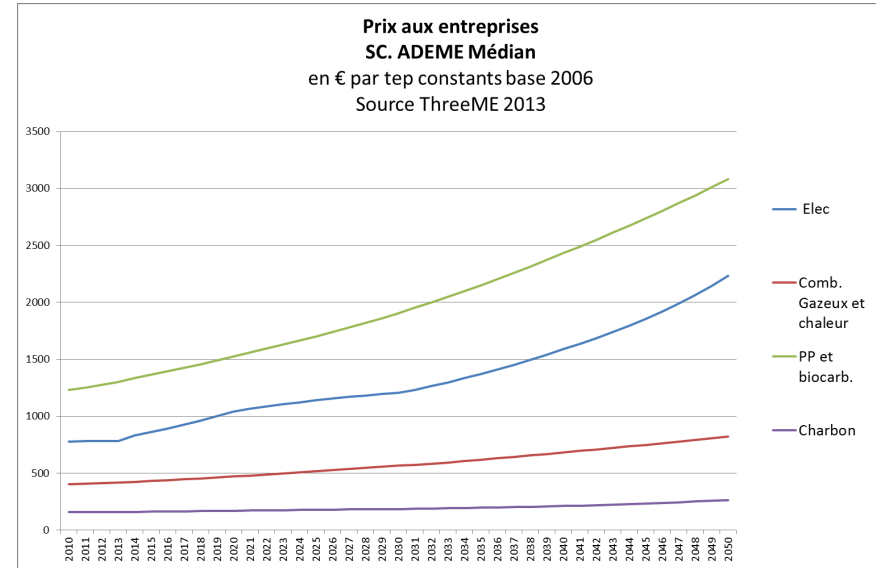
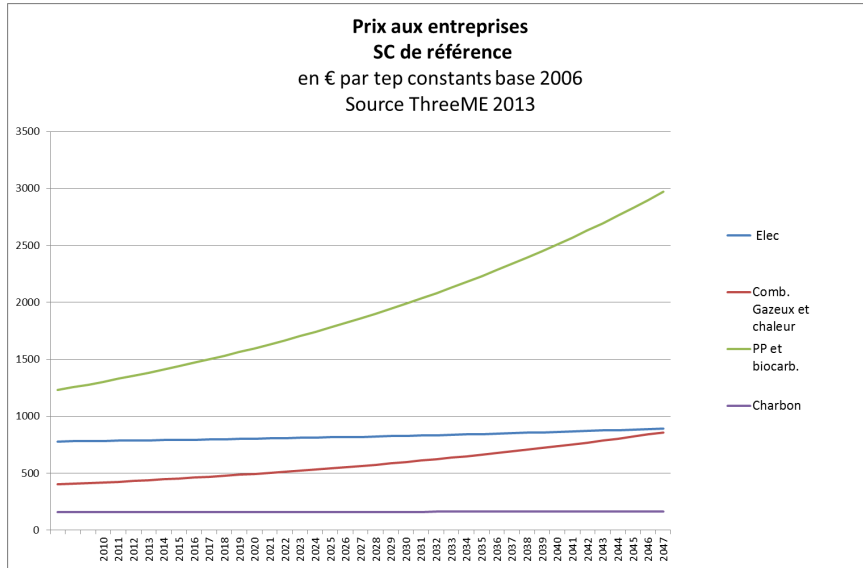


La charge de la dette des ménages correspond au remboursement de leurs annuités majoré de la charge d'intérêts, pour l'ensemble des emprunts contractés pour le financement de leurs investissements dans le logement et les achats d'automobiles

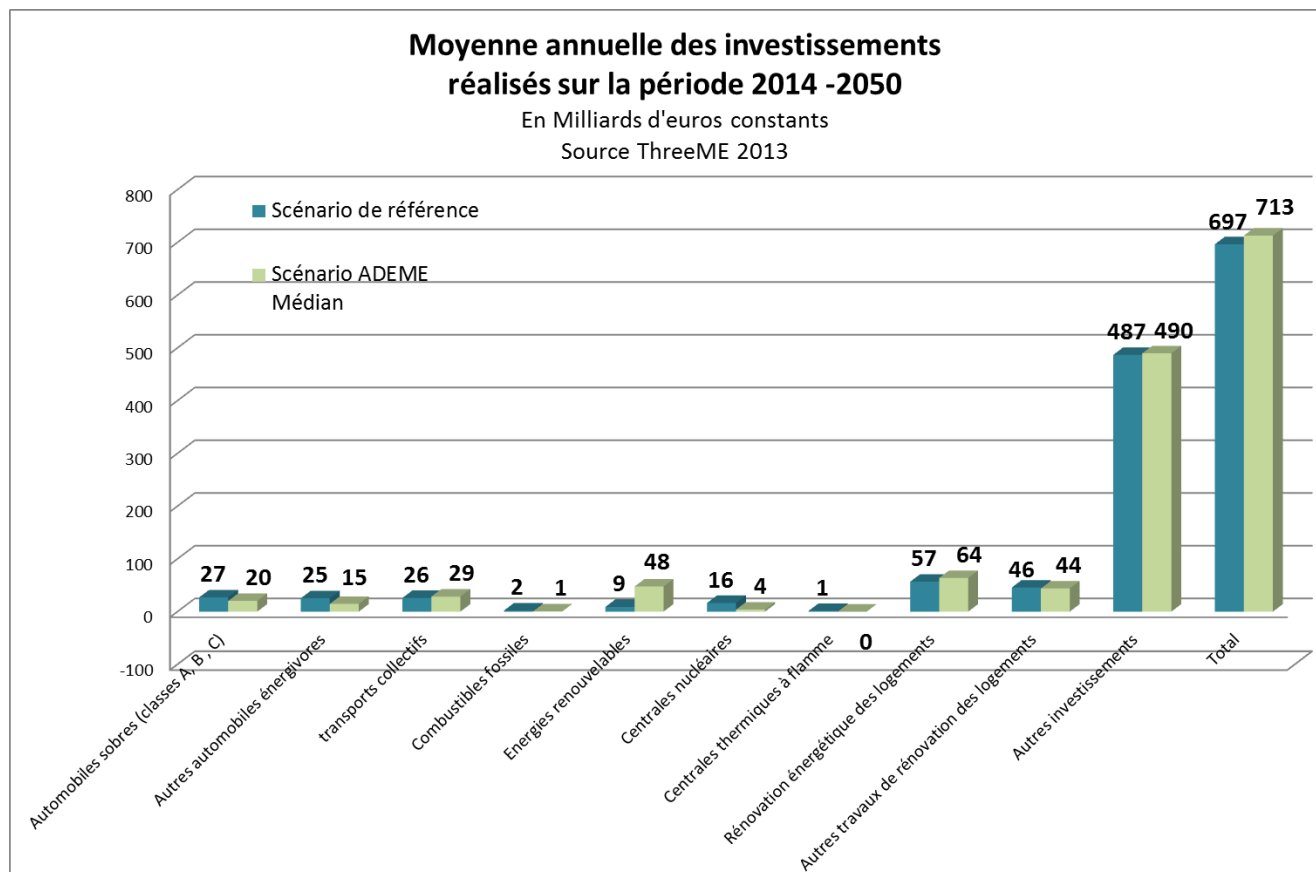
Evolution de la facture énergétique des ménages



Une hausse du prix de l'énergie

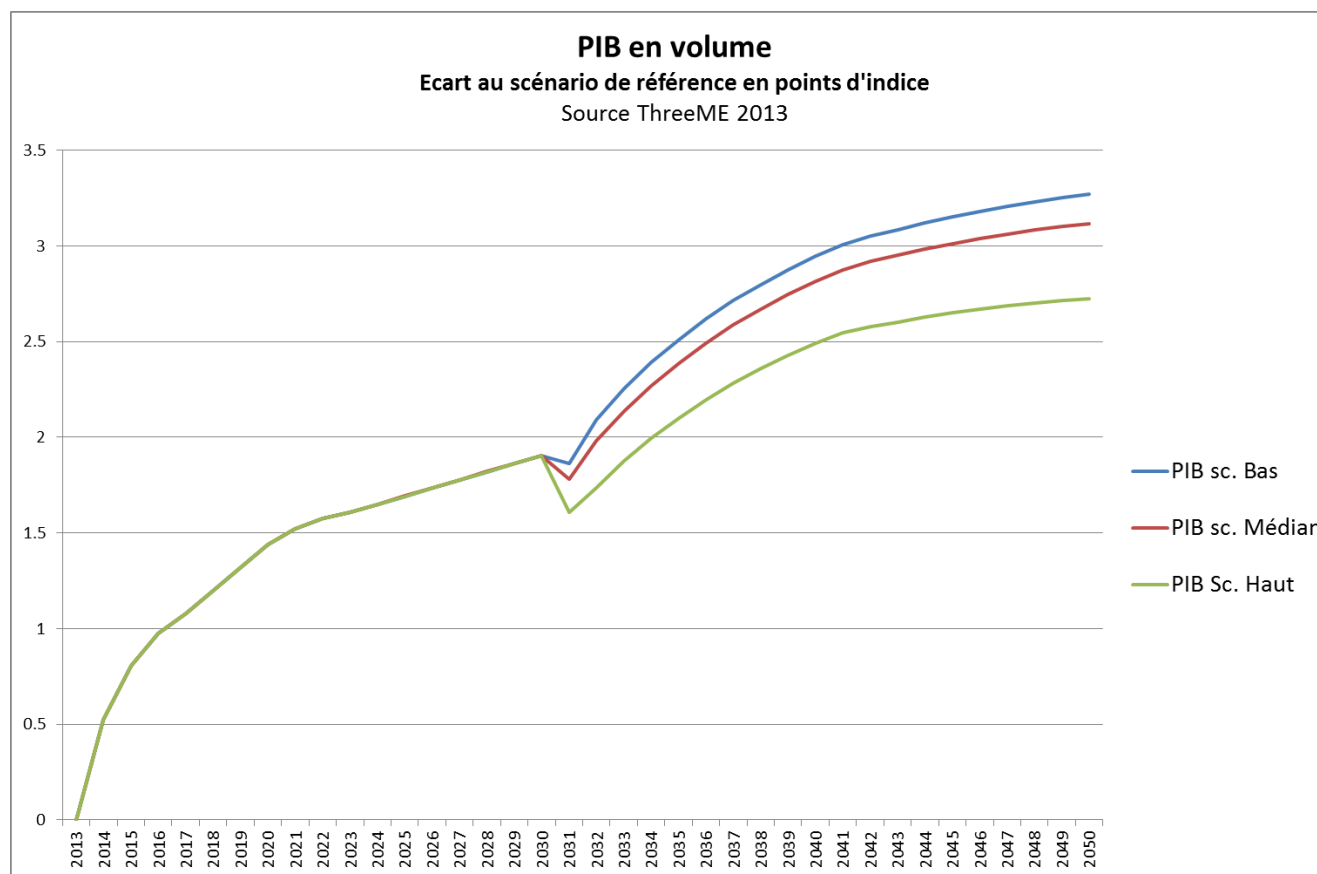


Evolution de l'investissement



On suppose que les investissements des entreprises sont financés par emprunts.
 L'augmentation de la charge de la dette est couverte par la hausse des prix de l'énergie.

Analyse comparée des scénarios



Les gains de PIB sont assez comparables d'un scénario à l'autre. Cela s'explique par :

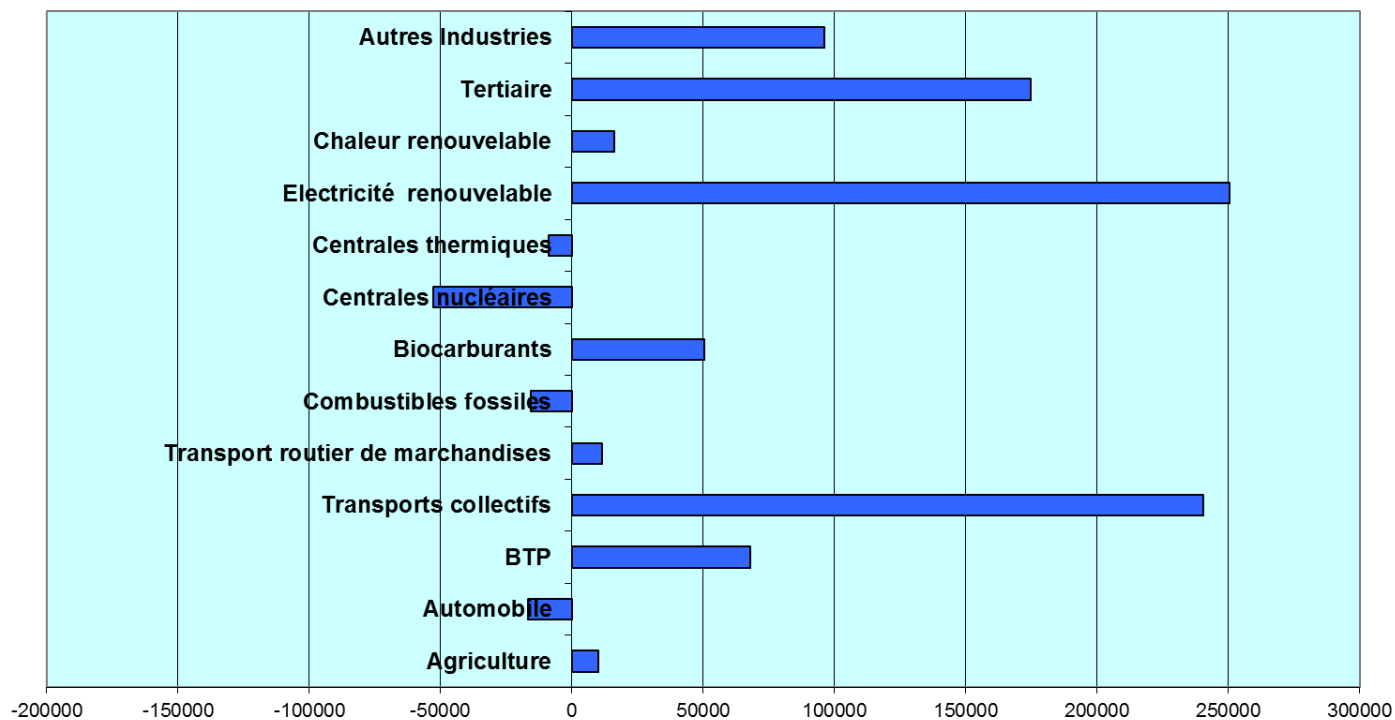
- La diminution du poids du secteur de l'électricité dans le PIB.
- La relative convergence des prix du nucléaire et des renouvelables.

Les variations d'emplois par secteurs

Créations ou pertes d'emplois par secteur en 2050

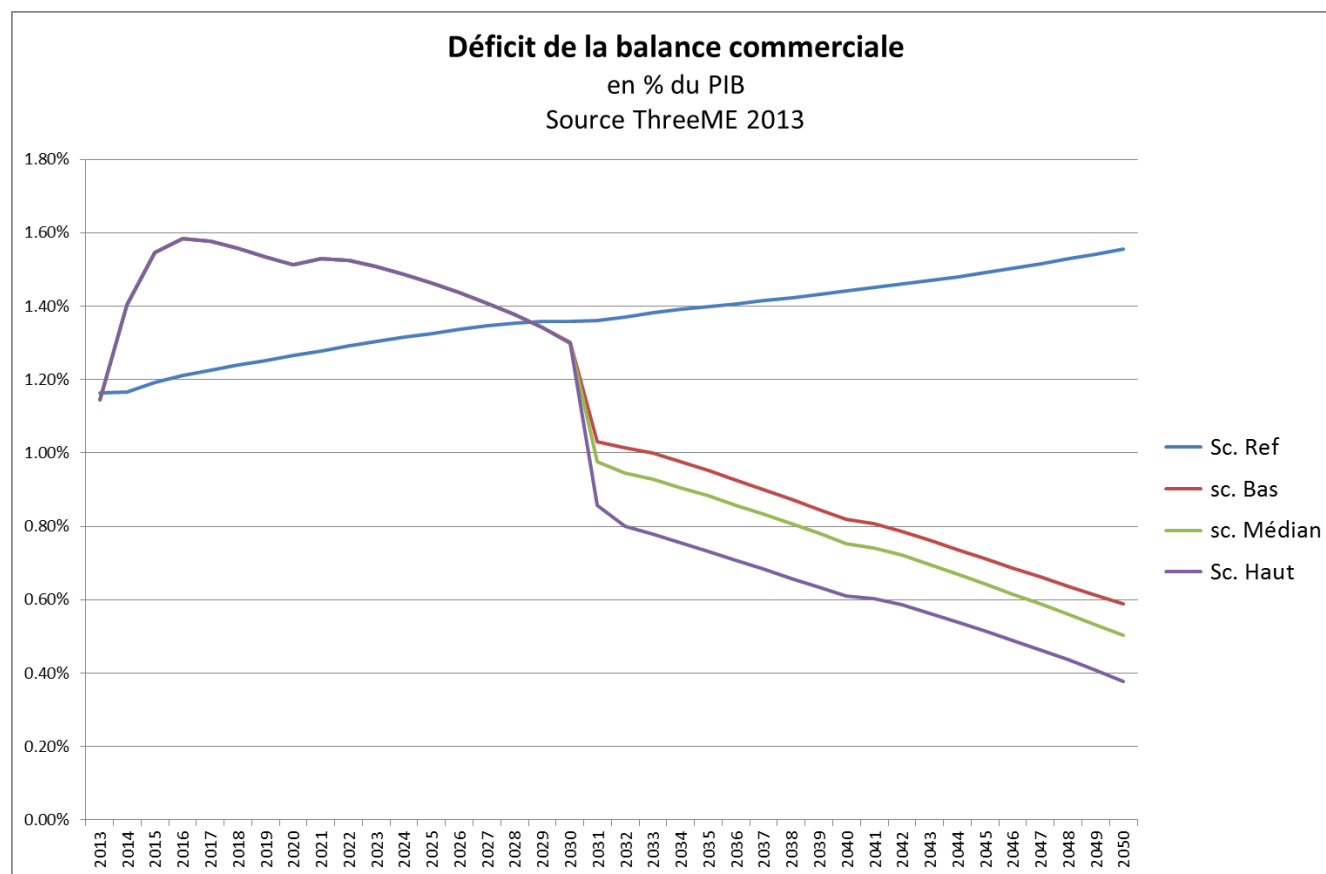
Sc. ADEME Médian

source ThreeME



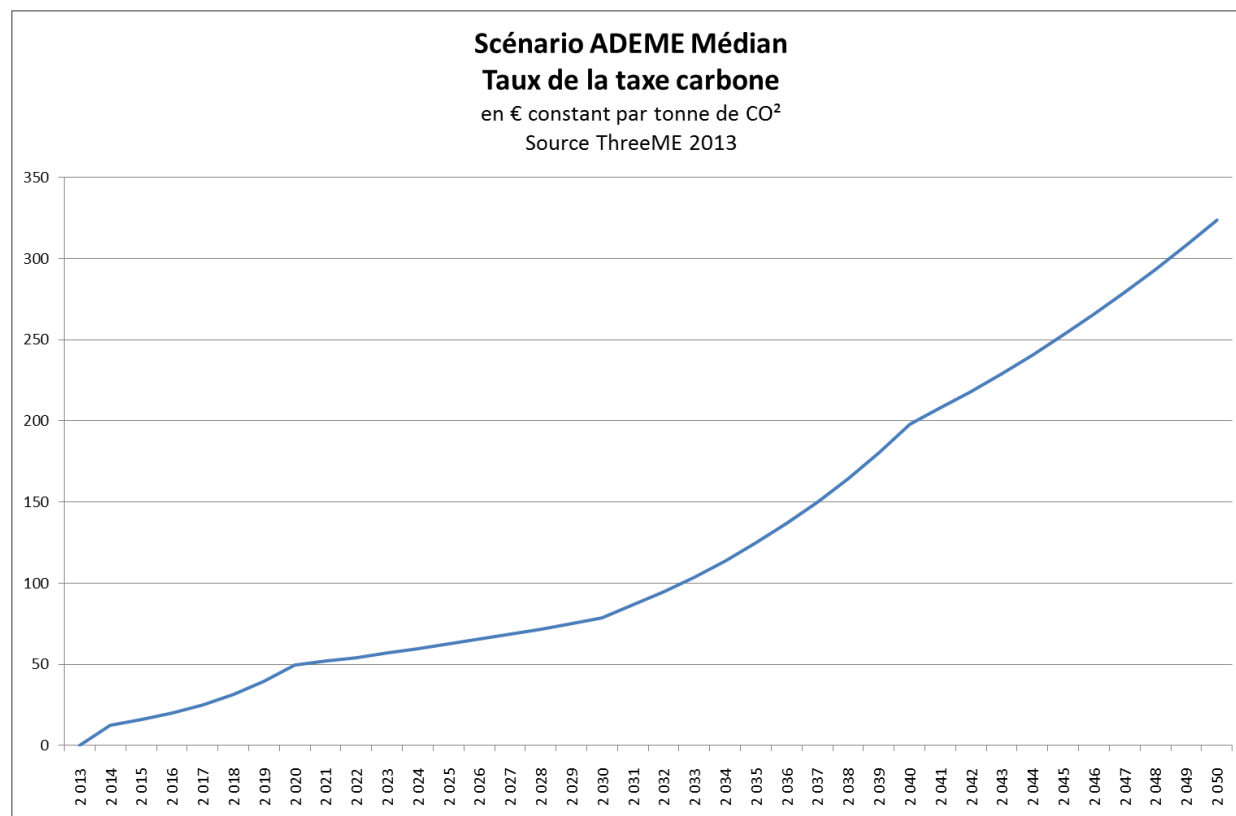
+330 000 emplois en 2030 et +825 000 emplois en 2050

Evolution comparée du déficit de la balance commerciale



Le déficit de la balance commerciale diminue davantage dans le scénario haut puisque la propension à importer des biens d'équipements est plus faible dans le nucléaire que dans le secteur des renouvelables.

Evolution du taux de la taxe carbone



Le taux de la contribution énergie climat reflète la valeur d'un ensemble de mesures de natures différentes et pas seulement fiscales, qui peut être assimilé à un « signal prix » adressé aux agents.

L'évolution obtenue de cette « valeur tutélaire » du carbone est très comparable aux résultats de la commission Quinet qui l'a définie en 2008.



ofce

Annexe

Modèle Offre-demande comparable à MESANGE (INSEE MINEFI) mais il est multisectoriel

- *les prix n'équilibrent pas instantanément l'offre et la demande de sorte qu'un équilibre de sous emploi soit possible*
 - *les entreprises appliquent une marge aux coûts unitaires de production (théorie du Mark up)*
 - *les salaires dépendent du taux d'inflation, de la productivité et de l'évolution du chômage (courbe WS)*
 - *Les taux d'intérêts sont fixés par la Banque centrale (règle de Taylor)*
 - *L'épargne et l'investissement ne dépendent pas seulement des taux d'intérêts mais aussi de la demande.*
 - *Les entreprises maximisent leurs profits en fonction de la demande (fonction de production CES)*
- *Effet rétroactif (et multiplicateur) de la hausse de la consommation et/ou de l'investissement sur la production*
 - La demande influence l'offre et vice versa
 - Multiplicateur de l'investissement à court terme =1.3 (comparable au résultat de MESANGE)

Les agrégats macroéconomiques Le scénario Médian

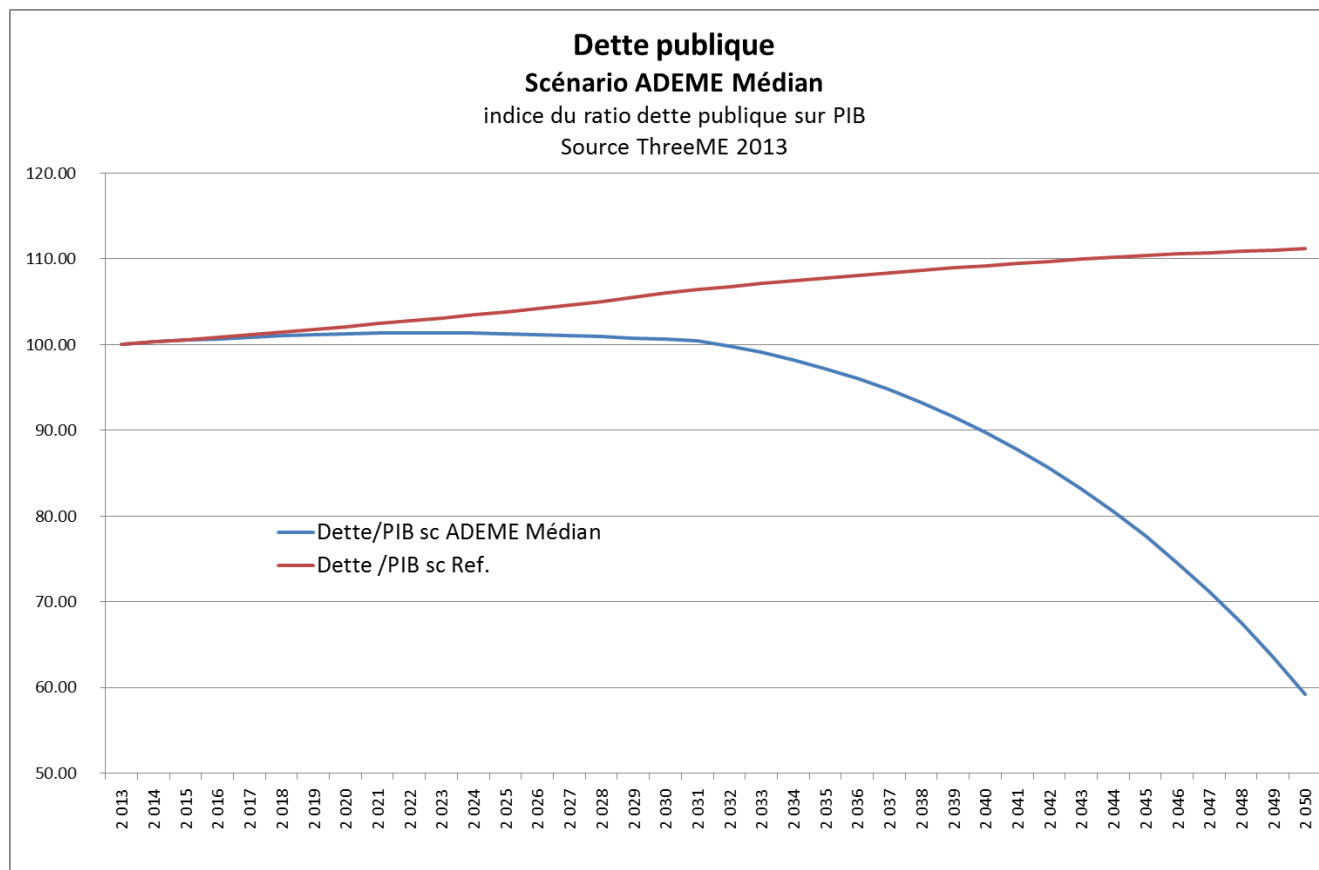
		2013	2014	2015	2020	2030	2040	2050
PIB en volume	(a)	0.00	0.5	0.8	1.4	1.9	2.8	3.1
Consommation	(a)	0.0	0.3	0.6	1.3	1.9	2.7	3.1
Investissement	(a)	0.0	3.7	4.9	5.6	5.9	6.6	7.3
Dépenses publiques	(a)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Exportations	(a)	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Importation	(a)	-0.1	0.8	1.1	0.8	0.4	-0.7	-0.7
Taux de chômage	(b)	0.0	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7	-1.3	-1.5
Emploi	(a)	0.0	0.2	0.4	0.8	1.2	2.3	2.8
Déficit public	(c)	0.0	0.3	0.1	0.0	-0.5	-1.7	-3.9
Dette publique	(c)	0.0	0.0	-0.1	-0.6	-3.5	-12.4	-33.1
Déficit commercial	(c)	0.0	0.2	0.4	0.2	-0.1	-0.7	-1.1
PIB (indice)	(d)	113	116	119	131	158	190	229
Emissions de CO2	(d)	94	90	88	77	61	42	30.5
Taux de la taxe carbone	(e)	0	13	16	50	79	198	324
Recette taxe carbone	(f)	0	4	5	14	18	30	32

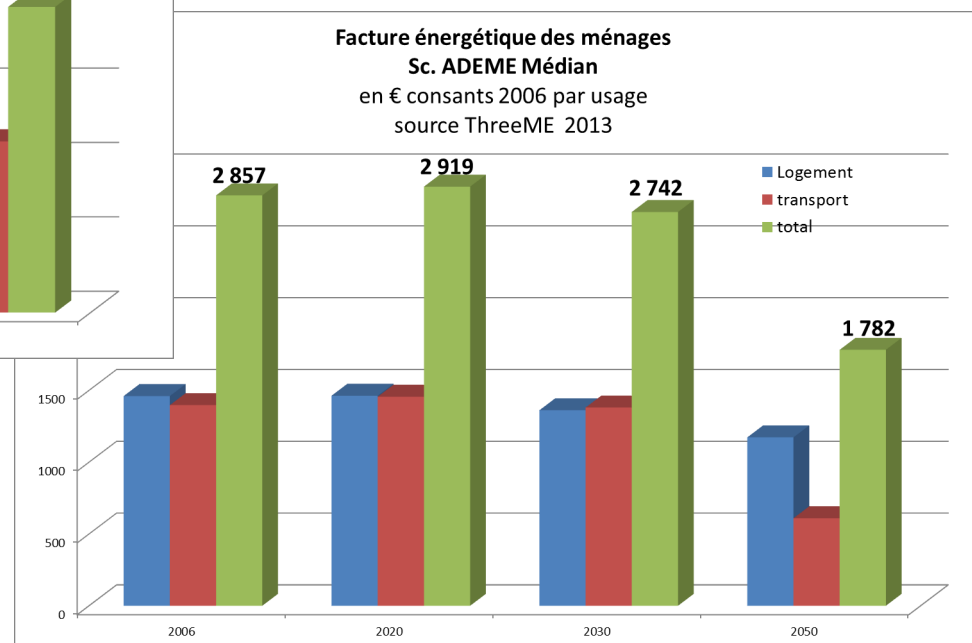
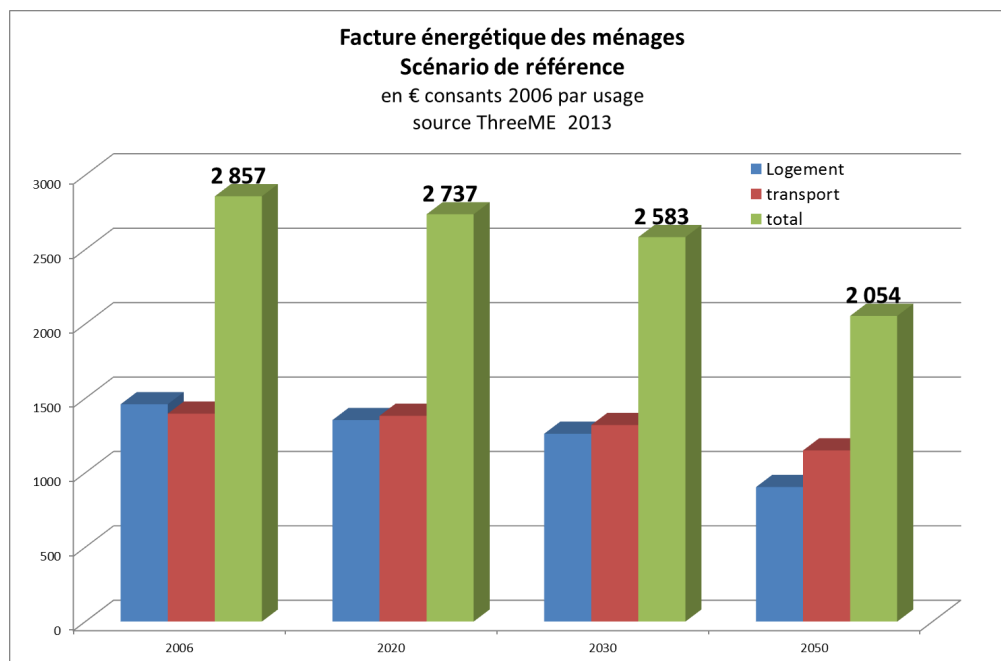
Légende: écart par rapport au scénario de référence sauf pour (d); écart relatif pour (a);

(a) (b) en %; (c) en pourcentage du PIB; (d) indice = en 2006; (e) en Euros constants par tonne de CO2;

(f) en milliards d'Euros constants; (g) en millions; (h) en unité

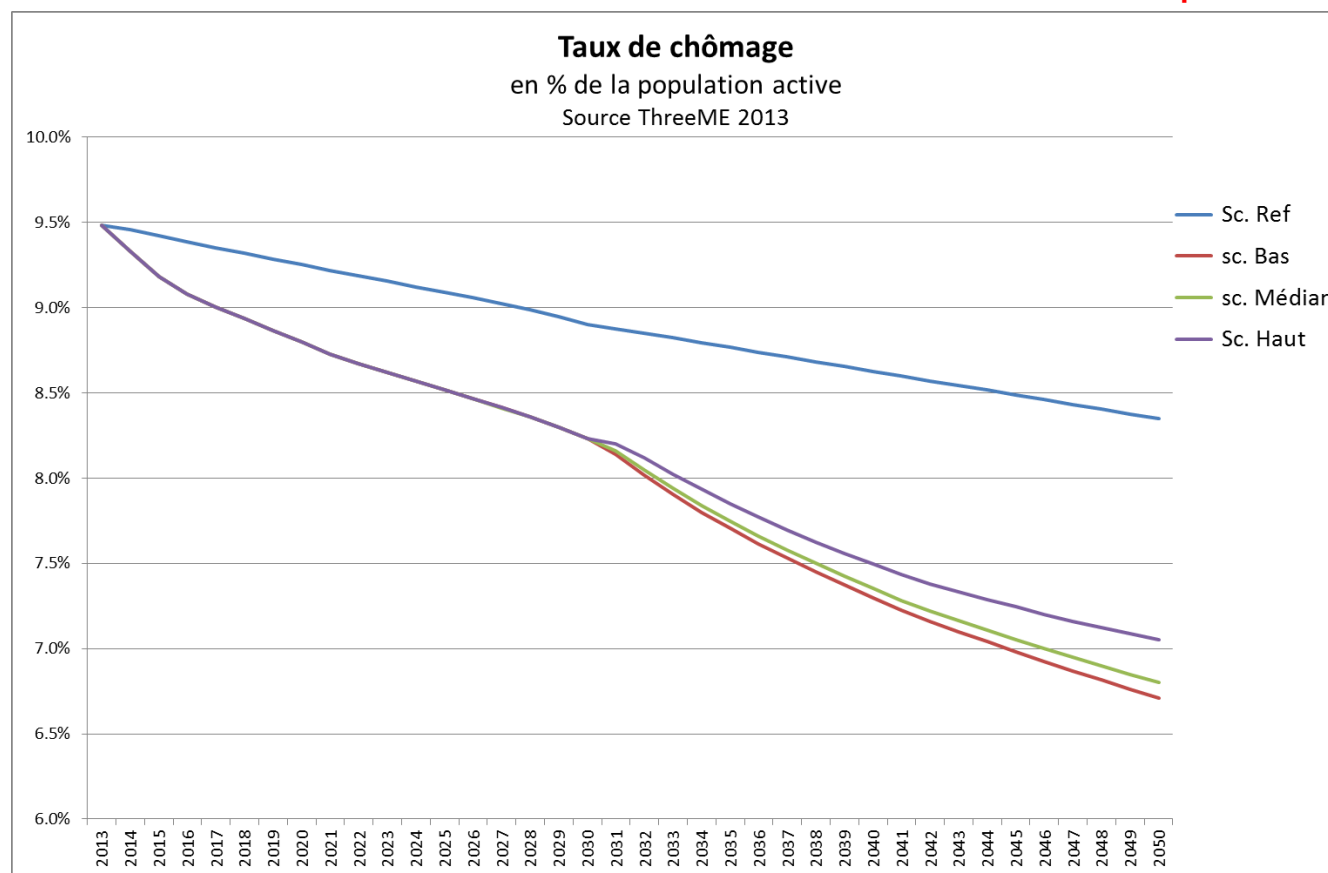
Evolution de la dette publique





Les dépenses augmentent de 2006 à 2020 (l'effet prix compense l'effet volume) puis diminuent ensuite. En définitive, la facture énergétique est légèrement inférieure dans le scénario ADEME en 2050.

Evolution comparée de l'emploi



Les créations d'emplois sont d'autant plus importantes que la part du nucléaire dans le mix est faible puisque l'intensité en main d'œuvre des renouvelables est supérieure à celle des centrales nucléaires. Ceci explique pourquoi les gains de PIB sont légèrement supérieurs dans les scénarios bas et médian. (le PIB est égal à l'ensemble des revenus distribués dans l'économie)

Note

le PIB n'est pas un indicateur de bien-être. Les pertes d'utilité (liées à la mobilité par exemple) ou les gains d'utilité (liés à la baisse du chômage involontaire par exemple) comme les externalités positives (réduction de la pollution et du réchauffement climatique) ou négatives, n'ont pas été monétarisées. Par définition, les "externalités" ne donnent pas lieu à une transaction monétaire, elles ne sont donc pas (et ne doivent pas être) comptabilisées dans le PIB qui est un agrégat comptable qui n'enregistre que les échanges marchands. Elles pourraient être valorisées et comptabilisées dans un indicateur créé à cet effet.