

**I4CE**

INSTITUTE FOR  
CLIMATE  
ECONOMICS

Une initiative de la Caisse des Dépôts et  
de l'Agence Française de Développement

# Les investissements en faveur du climat d'après la Stratégie nationale bas-carbone et la Programmation pluriannuelle de l'énergie

Analyse réalisée par I4CE – Institute for Climate Economics

06/12/2017

Hadrien Hainaut, Lisa Biermann, Lola Gouiffes

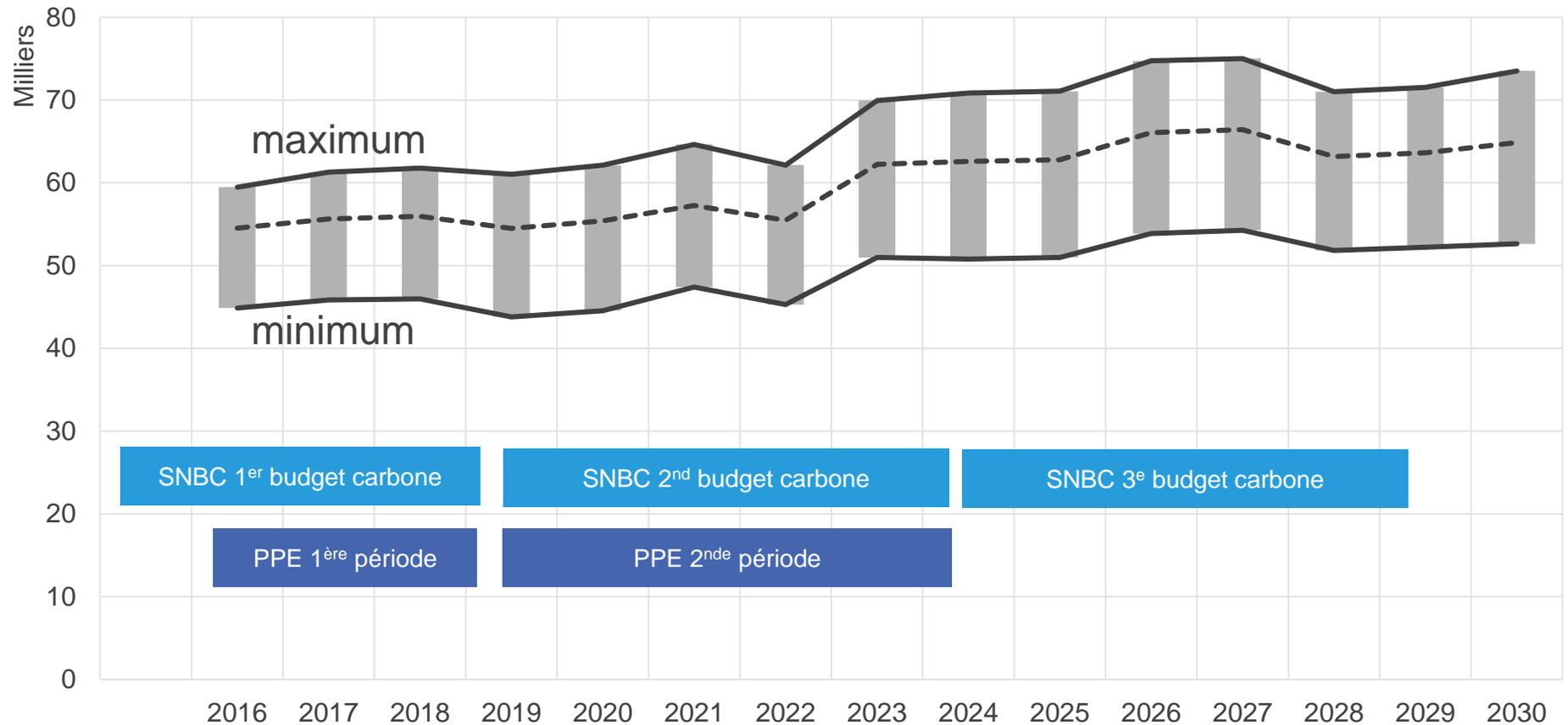
Commentaires et questions :

[hadrien.hainaut@i4ce.org](mailto:hadrien.hainaut@i4ce.org)

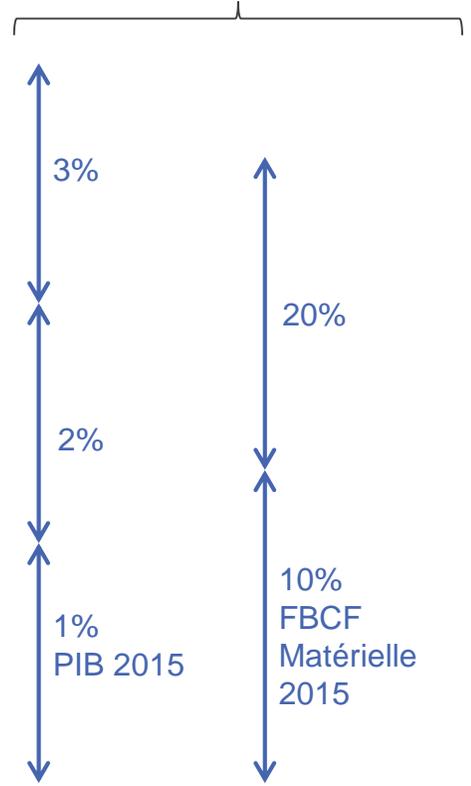
[lisa.biermann@i4ce.org](mailto:lisa.biermann@i4ce.org)

# Les investissements annuels pour atteindre les objectifs de la SNBC et de la PPE sont évalués entre 45 et 75 milliards d'euros entre 2016 et 2030

Estimation des investissements annuels en 2016 et 2030 correspondant à l'atteinte des objectifs de la SNBC et de la PPE  
 (périmètre commun au Panorama des financements climat)



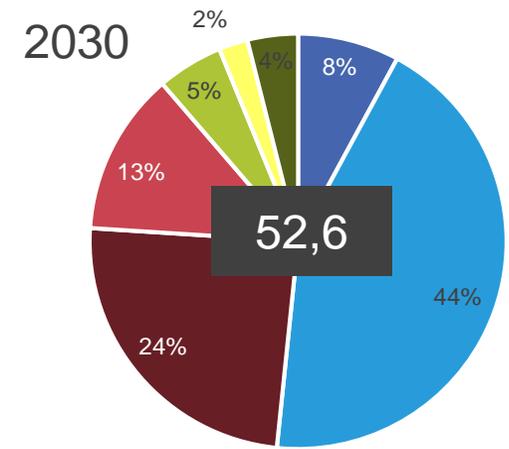
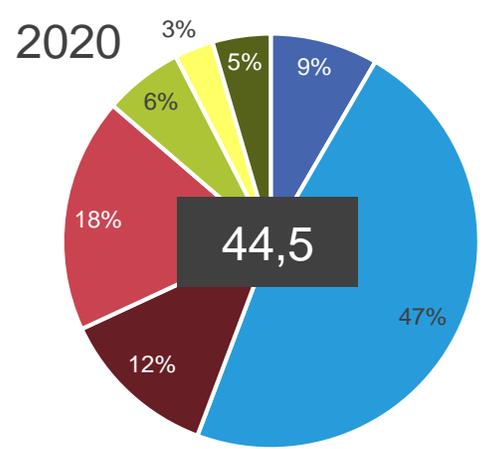
Echelle de comparaison



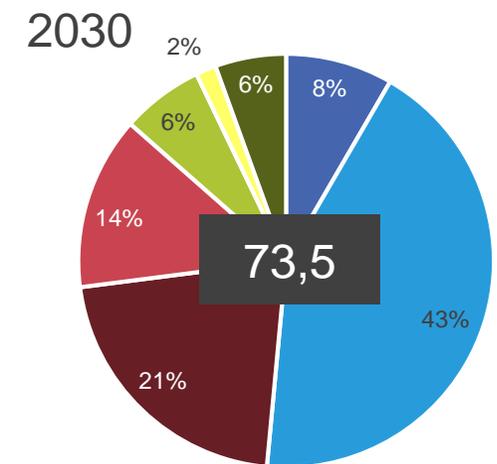
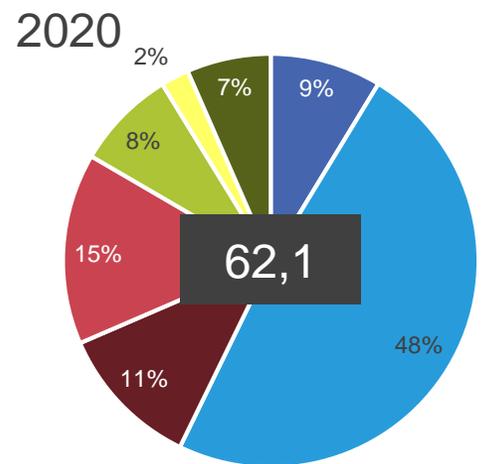
# Répartition sectorielle : importance de la rénovation des logements et, en 2030, des véhicules bas-carbone



**44,5** Total en milliards d'euros



Trajectoire la plus basse



Trajectoire la plus haute

# Contexte

- L'étude Panorama des financements climat réalise le recensement des dépenses d'investissement en faveur du climat en France et analyse comment ces dépenses sont financées.
- En 2017, l'étude prévoit de comparer
  - les investissements connus sur la période 2011-2016 et ceux estimés pour l'année 2017
  - avec les investissements nécessaires pour mettre en œuvre la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) entre 2016 et 2030<sup>1</sup>.
- Pour cela, I4CE propose une analyse de la SNBC et de la PPE afin de reconstituer des trajectoires d'investissement prévues par ces documents

1: Sauf mention contraire, il; s'agit dans ce travail des premières SNBC et PPE et non de leur version en cours de révision

# Objectif de l'analyse

- Proposer un chiffrage des besoins d'investissement annuels **nécessaires pour atteindre les objectifs de la SNBC et de la PPE<sup>1</sup>**
  - comparable avec la mesure des investissements suivis dans le Panorama des financements climat;
- Réaliser ce chiffrage de manière **transparente et sourcée** : les résultats et les tableurs d'hypothèses sont rendus publics à l'issue de l'exercice ;
- Permettre l'appropriation et la discussion des conclusions de l'exercice avec les parties prenantes du débat public ;

1: Notre analyse porte exclusivement sur les investissements du « scénario de référence » ou « avec mesures supplémentaires » de la SNBC.

# Méthodologie

# Principales sources

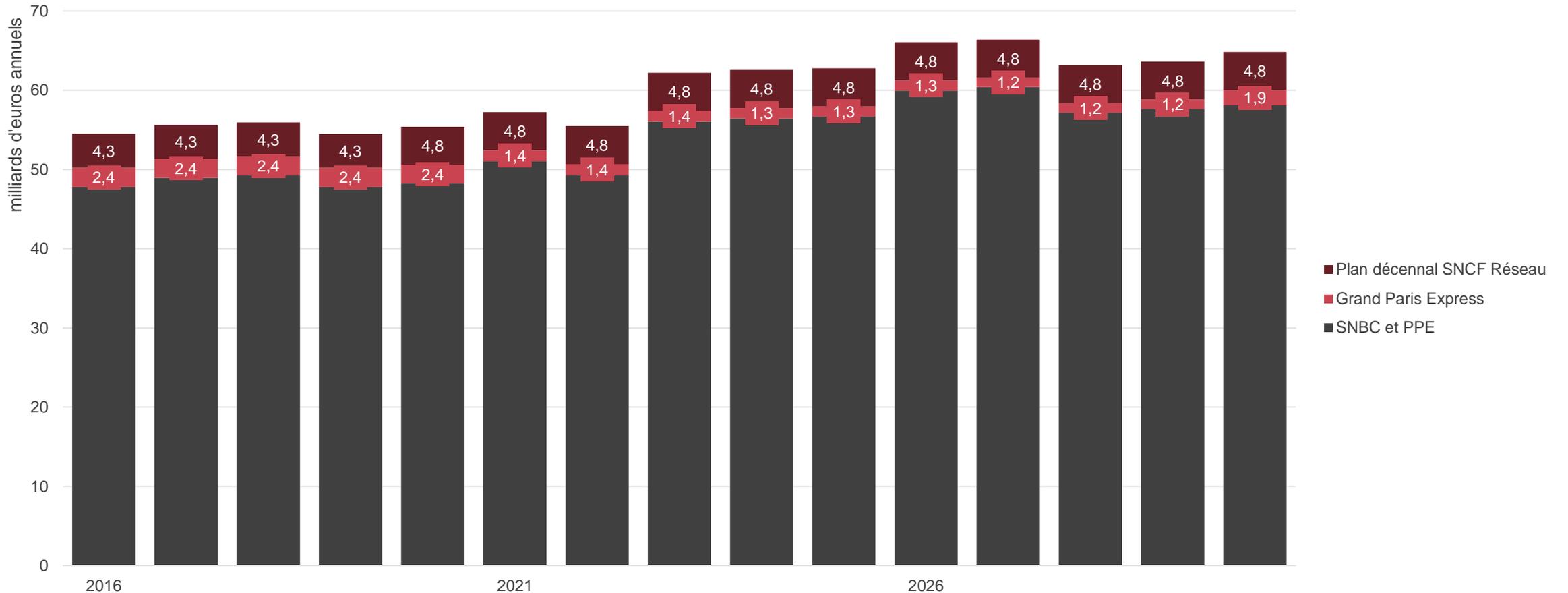
- La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC)
- La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)
  - Chapitre 5 : offre d'énergie
  - Chapitre 7: stratégie de développement de la mobilité propre
- Les hypothèses du « scénario de référence » de la SNBC
  - Présenté au CIO le Documentation technique de référence
- Des documents de référence sur les coûts d'installation
  - ADEME, Coûts des énergies renouvelables en 2016
  - ADEME, Marchés et emplois de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, éditions 2016 et 2017

# Sources complémentaires

Infrastructures de transport ferroviaire	Infrastructures de TCU en Ile de France
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La SNBC ne chiffre pas les besoins d'investissement mais exprime l'enjeu d'augmenter le report modal des passagers et des marchandises vers le train.</li> <li>• La SDMP mentionne la mise en œuvre de plusieurs plans:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuille de route pour les TET</li> <li>• Plan d'action pour le développement du fret fluvial</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La SNBC ne chiffre pas les besoins d'investissement</li> <li>• Le scénario présenté au CIO ainsi que la SDMP mentionnent la mise en œuvre des projets du Grand Paris Express au titre des actions engagées (cf. <a href="#">PPE chap 7</a> p.50)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notre analyse retient les montants programmés dans le <b>plan décennal de SNCF Réseau</b> pour l'entretien et l'amélioration du réseau comme indicateur par défaut des besoins d'investissement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plusieurs estimations des coûts d'ensemble du GPE dont été formulées</li> <li>• Notre analyse retient les montants et le séquençage proposé dans le « <b>rapport Auzannet</b> » de 2012, notamment les scénarios « 2030 » (pour la trajectoire haute) et « 2040 » (pour la trajectoire basse).</li> </ul>

# Poids des sources complémentaires dans l'estimation des besoins d'investissement entre 2015 et 2030

Investissements annuels en faveur du climat 2015-2030  
 (périmètre commun au Panorama)



# Etablissement d'un périmètre commun entre le Panorama, la SNBC et la PPE

Chiffré dans le Panorama des financements climat		
	Chiffré dans la SNBC et la PPE <sup>1</sup>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacité énergétique dans l'agriculture</li> <li>• Efficacité énergétique dans l'industrie*</li> <li>• Forêt</li> <li>• Nucléaire (EPR et volet énergétique du grand carénage)</li> <li>• VUL électriques et hybrides</li> <li>• Poids-lourds électriques et hybrides</li> <li>• Bus électriques, hybrides et au GNV</li> <li>• Bennes à ordures (BOM) électriques, hybrides et au GNV</li> <li>• Investissements spécifiques au déploiement de la chaleur renouvelable dans les logements collectifs et les bâtiments tertiaires (hors neuf/réno courant)</li> <li>• Electricité renouvelable: géothermie</li> <li>• Injection biométhane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance énergétique des bâtiments neufs</li> <li>• Rénovation énergétique des bâtiments existants (dont niveaux « moyens » et « haut » pour les logements)</li> <li>• Coût d'acquisition des véhicules neufs particuliers électriques et hybrides</li> <li>• Coût d'acquisition des poids-lourds au GNV</li> <li>• Entretien et amélioration du réseau ferroviaire</li> <li>• Infrastructures de transport en commun urbain</li> <li>• Production d'électricité renouvelable (éolien terrestre, solaire, biomasse, biogaz)</li> <li>• Extension des réseaux de chaleur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût complet des bâtiments neufs, hors performance énergétique</li> <li>• Rénovation énergétique « faible » des logements</li> <li>• Efficacité énergétique dans l'industrie*</li> <li>• Production d'électricité renouvelable: éolien en mer</li> </ul>

1: on considère ici la SNBC, la PPE, les sources complémentaires et l'évaluation macroéconomique effectuée par l'ADEME et [publiée par le CGDD](#)

\* Les différences de méthodologies ne permettent pas la comparaison de ces investissements entre les deux exercices

# Les investissements qui n'ont pas pu être documentés dans l'analyse

- Les investissements dans l'efficacité énergétique dans l'industrie
  - La SNBC et la PPE ne mentionnent pas les besoins d'investissement;
  - Le surcroît d'investissement du scénario AMS par rapport au scénario AME, calculé par l'ADEME dans l'analyse macroéconomique, n'est pas directement comparable aux investissements suivis dans le Panorama
- Les investissements dans la réduction des émissions de GES dans l'agriculture et la forêt
  - Ils sont peu documentés dans le Panorama, et n'apparaissent pas dans la SNBC et la PPE
- Les investissements dans l'adaptation au changement climatique
  - Ils sont peu documentés dans le Panorama, et n'apparaissent pas dans la SNBC et la PPE

# Méthode générale

- Proposer, pour chaque poste d'investissements, une ou plusieurs trajectoires basée sur une analyse des volumes (unités physiques) et des coûts unitaires;
- Le cas échéant, nous proposons des trajectoires « hautes » et « basses » pour les volumes et les prix. Celles-ci peuvent représenter:
  - La fourchette exprimée par les documents de programmation dans les objectifs à atteindre (ex: MW électricité renouvelable dans la PPE)
  - La fourchette dans les coûts observés au cours des années récentes, selon les technologies, la taille des projets, les segments du parc...
  - Le rythme de programmation des investissements pour atteindre un même objectif (ex: scénarios de séquençage des investissements du Grand Paris Express)
  - L'écart entre une trajectoire de baisse des coûts unitaires et une de maintien des coûts à leur niveau actuel (ex: véhicules électriques)
- Objectif : rendre compte le mieux possible de la trajectoire des documents de programmation (SNBC et PPE)

# Construction des trajectoires : secteur bâtiment

Actions	Variantes volumes			Variantes prix		
	Bas	Cent.	Haut	Bas	Cent.	Haut
Construction de logements privés		■		■		■
Construction de logements sociaux		■		■		■
Construction de locaux tertiaires : Etat		■		■		■
Construction de locaux tertiaires : collectivités		■		■		■
Construction de locaux tertiaires : parc privé		■		■		■
Rénovation des logements privés		■		■		■
Rénovation des logements sociaux		■			■	
Rénovation de locaux tertiaires : Etat		■		■		■
Rénovation de locaux tertiaires : collectivités		■		■		■
Rénovation de locaux tertiaires : parc privé		■		■		■

# Construction des trajectoires : secteur transport

Actions	Variantes volumes			Variantes prix		
	Bas	Cent.	Haut	Bas	Cent.	Haut
Véhicules particuliers électriques		■		■		■
Véhicules hybrides rechargeables		■		■		■
Poids-lourds GNV		■			■	
Renouvellement du réseau ferroviaire		■			■	
Infrastructures des TCU : Ile-de-France	■		■		■	
Infrastructures des TCU : hors Ile-de-France		■		■		■

# Construction des trajectoires : secteur énergie

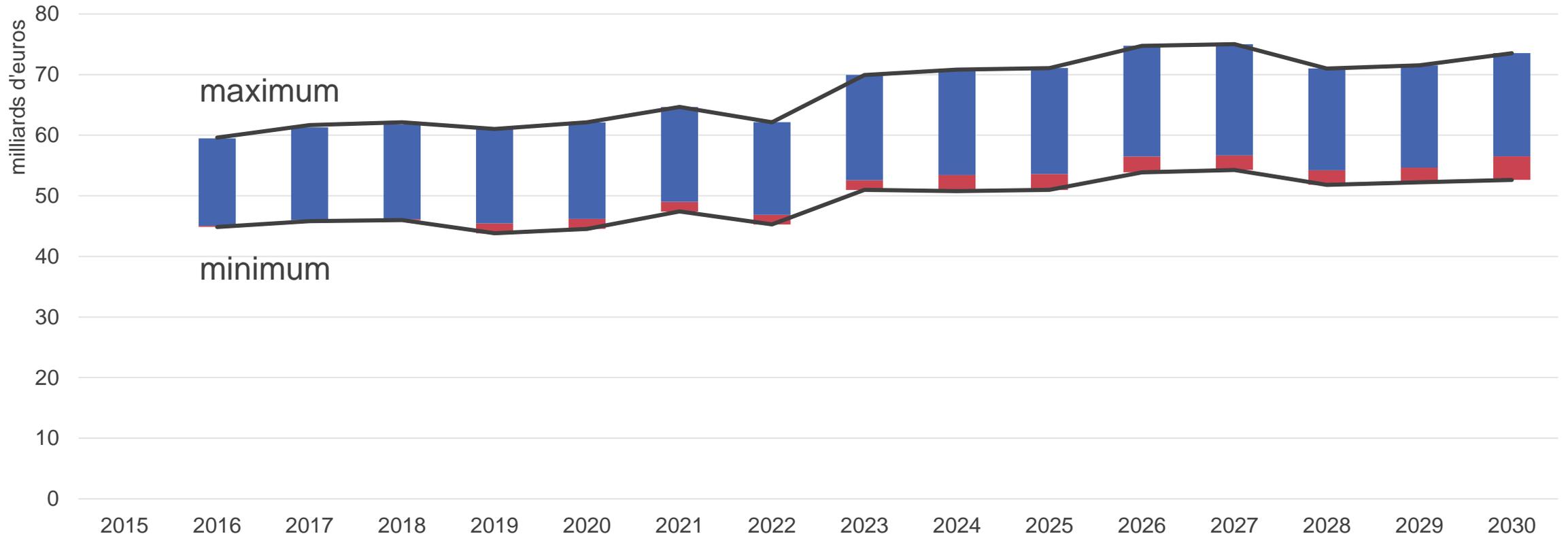
Actions	Variantes volumes			Variantes prix		
	Bas	Cent.	Haut	Bas	Cent.	Haut
Eolien terrestre						
Eolien offshore	(HP)		(HP)	(HP)		(HP)
Solaire PV : résidentiel						
Solaire PV : grandes toitures						
Solaire PV : centrales au sol						
Biomasse électricité						
Biogaz électricité						
Réseaux de chaleur						

HP : hors périmètre de comparaison

# Entre les trajectoires minimum et maximum, l'incertitude est surtout sur les prix des équipements

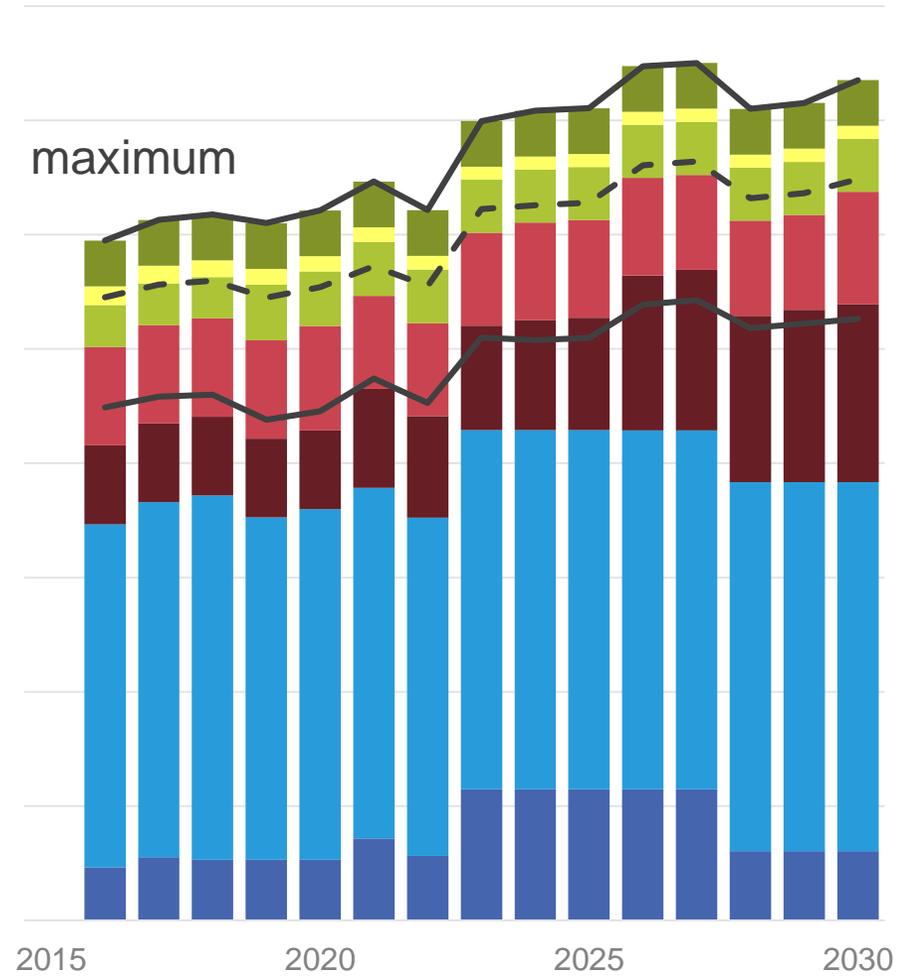
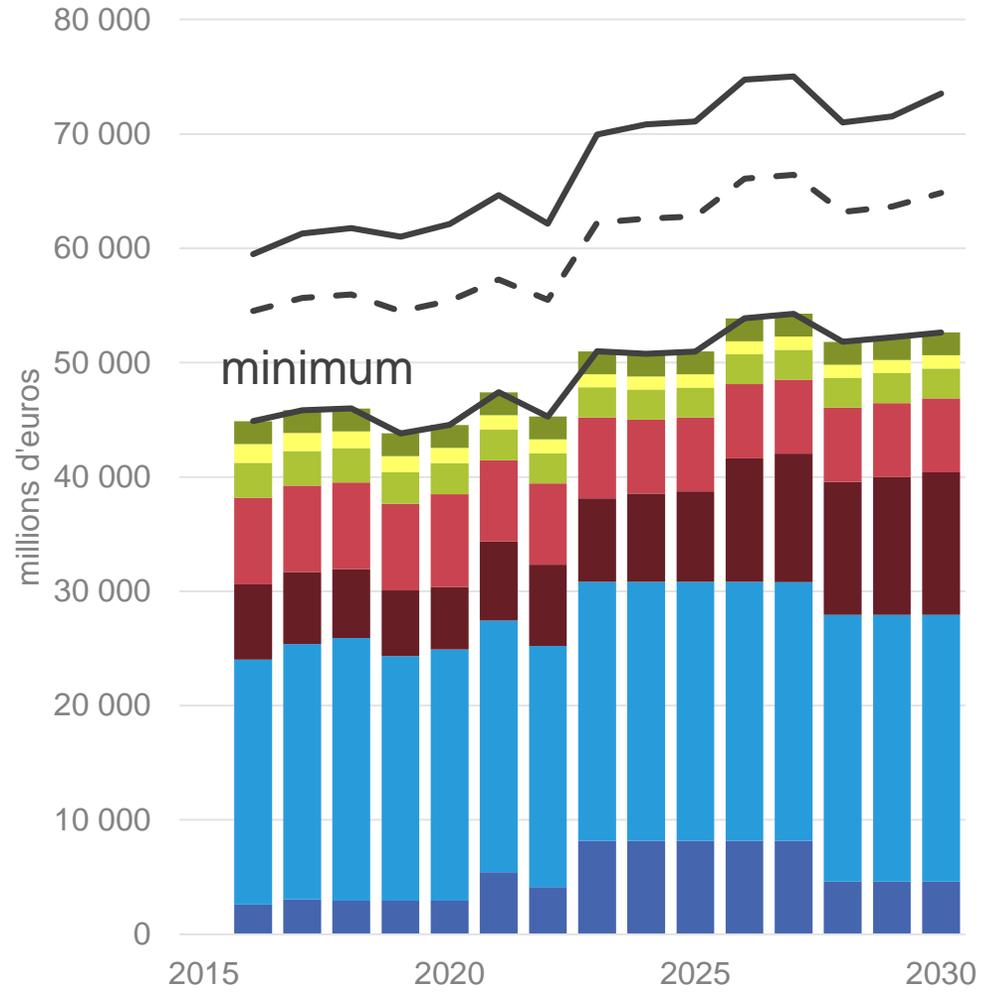
Investissements annuels en faveur du climat entre 2015 et 2030  
 Prévus dans la SNBC (AMS) et la PPE  
 (périmètre commun au Panorama des financements climat)

■ Ecart volumes ■ Ecart prix — Minimum — Maximum



# Comparaison des trajectoires en fonction des secteurs

- Bâtiments neufs
- Bâtiments rénovation
- Véhicules
- Infras. de transport
- Electricité renouvelable
- PV sur toiture
- Réseaux de chaleur



# Comparaison des résultats de cette analyse avec des estimations antérieures

<p>Rapport du GT4 du DNTE          « Quels coûts, quels bénéfices et quel financement de la transition énergétique », 2013 (<a href="#">lien</a>)</p>	<p>CGDD          « Stratégie nationale bas-carbone, une évaluation macroéconomique », 2016 (<a href="#">lien</a>)</p>
<p>« les investissements énergétiques annuels dans les quatre trajectoires sont estimés dans une fourchette comprise entre 47 à 76 Md€ selon les scénarios, les années considérées et pour les durées de vie des centrales nucléaires pris en compte »</p>	<p>Les investissements représentent entre +1,9 et +2,7% du PIB chaque année entre 2017 et 2021, soit entre 50 et 67 milliards d'euros, dont entre 40 et 50 milliards d'euros pour le seul surcroît de construction de logements<sup>1</sup></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il s'agit d'investissements annuels directs bruts</li> <li>• L'ordre de grandeur de notre analyse est similaire, mais l'écart entre les trajectoires s'explique par les incertitudes de coût plutôt que par le scénario sous-jacent ;</li> <li>• Le chiffrage du DNTE ne prenait pas en compte les infrastructures de transport (environ 15 à 20% du chiffrage de la présente analyse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il s'agit d'investissements annuels directs, indirects et induits, en différentiel par rapport au scénario AME de la SNBC</li> <li>• Si l'on neutralise le surcroît d'investissements dans les logements neufs, on peut estimer que le besoin d'investissement représente une hausse de l'ordre de 10 à 17 milliards par rapport à la trajectoire AME</li> <li>• Cependant, la trajectoire AME correspond peut-être à une hausse significative des investissements bas-carbone par rapport à leur niveau de 2015</li> </ul>

1: lecture d'après graphiques et pour un PIB égal à 2500 milliards d'euros en 2015

# Investissements en 2020 : détail par secteur

# Détail des investissements en 2020 : secteur bâtiment

Actions	Volumes	Prix TTC	Investissements
Construction de logements privés	304 000 logements	2600 – 5200 €/lgt	790 – 1581 mio€
Construction de logements sociaux	196 000 logements	2600 – 5200 €/lgt	510 - 1019 mio€
Construction de locaux tertiaires : Etat	320 000 mm <sup>2</sup> (11mm <sup>2</sup> x3%)	150 – 250 €/m <sup>2</sup>	49 – 81 mio€
Construction de locaux tertiaires : collectivités	2,59 mm <sup>2</sup> (11mm <sup>2</sup> x24%)	150 – 250 €/m <sup>2</sup>	389 – 648 mio€
Construction de locaux tertiaires : parc privé	7,88 mm <sup>2</sup> (11mm <sup>2</sup> x73%)	150 – 250 €/m <sup>2</sup>	1183 – 1971 mio€
Rénovation des logements privés	380 000 logements*	7 à 23k €/logement**	17 546 – 21 056 mio€
Rénovation des logements sociaux	120 000 logements	8,5k€/logement	1020 mio€
Rénovation de locaux tertiaires : Etat	2,25 mm <sup>2</sup> (3% parc/an)	200 – 500 €/m <sup>2</sup>	450 – 1125 mio€
Rénovation de locaux tertiaires : collectivités	8,70 mm <sup>2</sup> (3% parc/an)	200 – 500 €/m <sup>2</sup>	1740 – 4350 mio€
Rénovation de locaux tertiaires : parc privé	6,26 mm <sup>2</sup> (1,1% parc/an)	200 – 500 €/m <sup>2</sup>	1251 – 3128 mio€

\*: la SNBC évoque 380 logements privés/an . Le scénario présenté au CIO comprend, pour 2020, 365 000 rénovations lourdes et 869 000 rénovations moyennes.

\*\* : la fourchette comprend plusieurs types de rénovations (faibles, moyennes, lourdes) pour différents logements (maisons individuelles, logements collectifs).

# Détail des investissements en 2020 : secteur transports

Actions	Volumes	Prix TTC	Investissements
Vente de véhicules particuliers électriques	120 000 véhicules	18,5 – 25 k€/veh	2 220 – 3000 mio€
Vente de véhicules particuliers hybrides	140 000 véhicules	22,2 – 27,€/veh	3128 – 3780 mio€
Vente de poids lourds GNV	1213 véhicules	100 k€/véhicule	121 mio€
Infrastructures ferroviaires (SNCF Réseau)	-	-	4807 mio€
Infrastructures TCU IDF (Grand Paris Express)	-	-	2400 mio€
Infrastructures TCU hors IDF : métro	2 km par an	80 – 100 mio€ / km	887 – 1916 mio€
Infrastructures TCU hors IDF : tram	45 km par an	13 – 22 mio€ / km	
Infrastructures TCU hors IDF : BHNS	73 km par an	2 – 10 mio€ / km	

# Investissements en 2020 : secteur énergie

Actions	Volumes	Prix TTC	Investissements
Eolien terrestre	1360 – 2200 MW	1300 €/kW	1768 – 2860 mio€
Solaire PV : résidentiel	350 MW	1,9 €/W	677 mio€
— grandes toitures	450 MW	1,5 €/W	662 mio€
— centrales au sol	800 – 1200 MW	0,9 €/W	727 – 109 mio€
Biomasse électricité	50 – 100 MW	2500 – 6000 €/kW	625 – 1500 mio€ (volume bas) 1250 – 3000 mio€ (volume haut)
Biogaz électricité : méthanisation	50 – 60 MW	5000 – 8000 €/kW	100 – 150 mio€ (volume bas) 150 – 240 mio€ (volume haut)
— STEP et décharges	30 MW	1500 – 5000 €/kW	45 – 150 mio€
Raccordements au réseaux de chaleur	400 équivalent logements	5000 – 1000 €/eqt-lgt	2000 – 4000 mio€

# Aperçu des principales sources et hypothèses

# Détail des sources : secteur bâtiment (1/4)

Action	Source volumes	Source prix
Construction des logements	Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), p.18 : "rythme annuel de constructions neuves à hauteur de 330 000 (dont 130 000 logements sociaux) entre 2015 et 2016 et entre 2022 et 2035 et à hauteur de 500 000 (dont 196 000 logements sociaux) entre 2017 et 2021. (p. 38)"	(voir ci-dessous)
— RT 2012		RT 2012 : MEEDM, Réglementation thermique "Grenelle Environnement 2012", présentation donnée le 6 juillet 2010, p.28
— RT 2020		CGDD, Un habitat plus compact et moins énergivore, pour quels coûts de construction, Etudes et Documents n°135, Décembre 2015, p.8, tableau 1: coût de construction par logement et caractéristiques des marchés de construction
— répartition maisons individuelles / immeubles collectifs	Similaire à celle observée de 2011 à 2015 d'après la base SITADEL	

# Détail des sources : secteur bâtiment (2/4)

Action	Source volumes	Source prix
Construction des bâtiments tertiaires	Synthèse des scénarios Energie - Climat - Air à l'horizon 20235, septembre 2015, p.71 [document présenté au CIO de la SNBC, non-disponible publiquement]	
— de 2016 à 2020	+11mm <sup>2</sup> par an de 2016 à 2020	
— de 2021 à 2025	+28mm <sup>2</sup> par an de 2021 à 2025	
— de 2026 à 2030	+10mm <sup>2</sup> par an de 2026 à 2030	
— RT 2012		D'après PREBAT (ADEME), Observatoire des coûts de la construction (Sécurité sociale)
— RT 2020		D'après Panorama des financements climat
— répartition Etat, collectivités, secteur privé	D'après base SITADEL et DPT Immobilier de l'Etat	

# Détail des sources : secteur bâtiment (3/4)

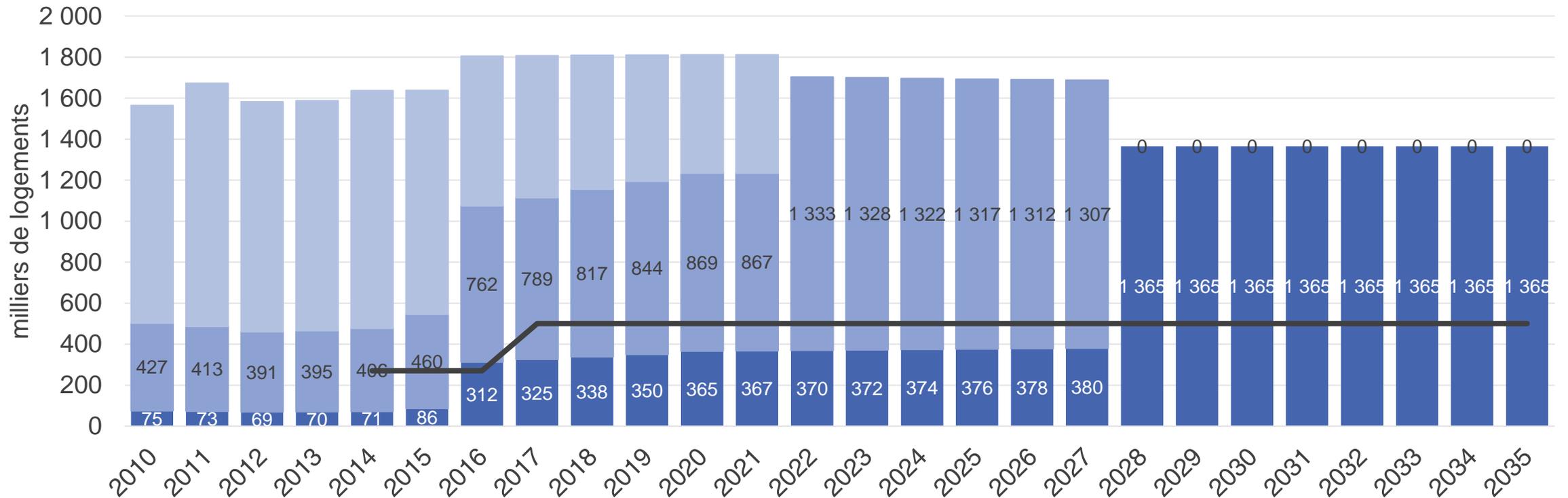
Action	Source volumes	Source prix
Rénovation des logements privés	SNBC p.64 "un renforcement très significatif du nombre de <b>rénovations lourdes</b> dans le parc (plus de <b>600 000 par an</b> dans le scénario [AMS2])" SNBC p.19 "sans changer le nombre de logements faisant déjà l'objet d'un geste de rénovation susceptible d'impacter ses performances énergétiques ( <b>de l'ordre de 2 millions par an dans le scénario</b> , soit un niveau similaire à celui constaté aujourd'hui)."	SNBC, p.158, figure 6.4 "référence: coûts moyens associés aux travaux de rénovation, en euro par logement, selon le type de logement", source: calculs CGDD.
— répartition faible-moyen-lourd 2016-2030	Synthèse des scénarios Energie - Climat - Air à l'horizon 20235, septembre 2015, p.71 [document présenté au CIO, non-disponible publiquement] Tableau annexe 9 : prévisions de l'évolution du nombre de résidences principales en France	
— trajectoire prix haute		D'après SNBC-CIO p.156, environ +25% par rapport à la trajectoire basse
— répartition maisons individuelles / immeubles collectifs	D'après proportions observées entre les deux types de logements dans le parc actuel (source: collectif Rénovons!)	

# Zoom sur la rénovation des logements privés

Comparaison des rénovations annuelles modélisées dans le scénario AMS2 et des objectifs du PREH

2010-2035, d'après SNBC, Energies Demain, PREH

■ lourde ■ moyenne ■ faible — "objectifs PREH"



# Détail des sources : secteur bâtiment (4/4)

Action	Source volumes	Source prix
Rénovation des logements sociaux	<p>120 000 logements sociaux rénovés chaque année, d'après le Plan de rénovation énergétique de l'habitat (PREH).</p> <p>« Le plan de rénovation énergétique de l'habitat (PREH), lancé le 21 mars 2013, a fixé les objectifs annuels attendus en matière de rénovation de logements :</p> <p>à compter de 2014, 180 000 logements privés, dont 38 000 occupés par des habitants en situation de précarité, auxquels s'ajoutent 90 000 logements sociaux ;</p> <p>à compter de 2017, 380 000 logements privés, dont 50 000 logements occupés par des habitants en situation de précarité, auxquels s'ajoutent 120 000 logements sociaux. »</p>	<p>D'après CDC Eclairages n°14, "Zoom sur les opérations bénéficiant de l'éco-prêt", p.2</p> <p>"Les travaux de réhabilitation purement énergétique représentent 28% en moyenne du coût total des opérations."</p> <p>Le montant moyen des travaux est estimé à 30k€/logement entre 2010 et 2014.</p>

# Détail des sources : secteur bâtiment (4/4)

Action	Source volumes	Source prix
Rénovation des logements sociaux	(en cours de traitement)	(en cours de traitement)
Rénovation des bâtiments tertiaires	La SNBC mentionne p.39 (PDF p.19) l'objectif à moyen terme de rénover "29% du parc tertiaire d'ici 2030".	Dans une présentation au CIO en avril 2015, les modélisateurs du scénario AMS2 ont proposé deux ordres de grandeur pour les coûts de la rénovation énergétique dans le tertiaire, selon le type de bâtiment touché (200 à 500€/m <sup>2</sup> )
— Etat	Les scénarios présentés au CIO mentionnent, pour le scénario AMS2, un rythme de rénovation des bâtiments de l'Etat de 3% par an.	
— Collectivités	Identique au rythme de l'Etat, selon hypothèse des auteurs	
— Secteur privé	Calculé par différence d'avec le rythme de rénovation annuel pour une atteinte linéaire de la rénovation de 29% du parc tertiaire d'ici 2030.	

# Détail des sources : secteur transport (1/3)

Action	Source volumes	Source prix
Véhicules particuliers électriques et hybrides	2030: le chapitre 7 de la PPE (SDMP) évoque p.31: "De l'ordre de 2,5 millions de véhicules hybrides rechargeables en 2030" et "De l'ordre de 1,9 millions de véhicules électriques en 2030"	D'après CGDD, "Les véhicules électriques en perspective" (2011), p.54 "Annexe 1 : coûts totaux de possession pour un véhicule particulier" Nous considérons la somme du coût d'achat et du coût de la batterie, en 2010 et en 2020. Nous proposons une évolution linéaire du coût entre 2010 et 2020, puis un maintien du coût de 2020 jusqu'à 2035.
— 2015, 2020, 2025	Scénarios prospectifs Energie Climat Air pour la France à l'horizon 2035, [synthèse envoyée au CIO, non-disponible publiquement] p.77 "Tableau annexe 14: évolution du parc des VP et petits VUL par énergie et par scénario". On considère les trajectoires du scénario AMS2	
— renouvellement	Nous considérons une durée de vie théorique du véhicule électrique égale à 15 ans. Il s'agit de la même durée de vie que celle retenue par le CGDD dans la note "Les véhicules électriques en perspective" publiée en 2011 (p.9/64).	

# Détail des sources : secteur transport (2/3)

Action	Source volumes	Source prix
Poids lourds GNV	<p>Programmation pluriannuelle de l'énergie, chapitre 5 "Offre d'énergie", p.44</p> <p>"Atteindre une part du parc de poids-lourds roulant au GNV de 3% en 2023 et de 10% en 2030".</p> <p>Nous considérons que l'objectif de la part des "poids lourds" roulant au GNV s'applique aux camions et aux tracteurs routiers.</p>	<p>Le prix est basé sur une estimation à partir des deux modèles les plus vendus du parc: Iveco Stralis Euro 6 GNV au prix de 86 500 euros et Iveco Eurocargo GNV au prix de 115 000 euros.</p>
Infrastructures ferroviaires	<p>SNCF Réseau, communiqué de presse du 20/04/2017, Signature des contrats Etat-SNCF</p>	-
Infrastructures TCU en IDF — trajectoire haute	<p>« Rapport Auzannet », "Rapport de la mission sur le calendrier pluriannuel de réalisation et de financement du projet Grand Paris Express", p.72 et suivantes, "scénario 2030"</p>	-
— trajectoire basse	<p>idem, p.81 et suivantes, "scénario 2040"</p>	-

# Détail des sources : secteur transport (3/3)

Action	Source volumes	Source prix
Infrastructures TCU hors IDF	Pour les TCU hors Ile de France, le scénario de référence de la SNBC présenté au CIO considère la mise en service de 30km de métro, 670km de tram et 1100km de bus à haut niveau de service (BHNS) entre 2015 et 2030.	
— métro		Nous retenons une fourchette de 80 à 100 millions d'euros / km, d'après le CEREMA
— tramway et BHNS		Certu : Tramway et BHNS en France : domaines de pertinence en zone urbaine (2009),

# Détail des sources : secteur énergie (1/3)

Action	Source volumes	Source prix
Eolien terrestre — 2016 à 2023	Programmation pluriannuelle de l'énergie, Chapitre 5 "Offre d'énergie", p.16	D'après ADEME, Marchés et Emplois de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, édition 2016. Les coûts d'installation de l'éolien sont stables sur la période. Dans les travaux de l'ADEME sur l'électricité éolienne renouvelable (BIPS éolien, scénario 100% ENR, optimisation de ce scénario), il n'est pas fait mention d'une évolution significative du coût de l'éolien terrestre.
— 2023 à 2030	Poursuite du rythme annuel des installations (hypothèses auteurs, d'après ADEME BIPS éolien)	Idem
Eolien en mer (non compris dans la synthèse finale car la PPE ne précise pas le rythme de mise en service des projets)	Programmation pluriannuelle de l'énergie, Chapitre 5 "Offre d'énergie", p.28 "Mettre en service entre 2018 et 2023 les projets éoliens en mer déjà sélectionnés représentant un volume total de 3 000 MW." "Attribuer d'ici 2023 des projets à hauteur de 500 à 6000 MW de capacités éoliennes en mer posées supplémentaires."	D'après ADEME, Coût des énergies renouvelables en France (2017), pp.12-13 fiche "éolien en mer". La fourchette de coût est de 3500 à 5500 €/2015/kW pour les projets en cours. L'ADEME et l'IRENA évoquent une réduction des coûts complets (LCOE) de l'éolien offshore de l'ordre de 35% d'ici 2025

# Détail des sources : secteur énergie (1/3)

Action	Source volumes	Source prix
Solaire PV — 2016 à 2023	"Augmenter la capacité solaire photovoltaïque installée à 10,2 GW en 2018 et la porter entre 18,2 et 20,2 GW d'ici 2023." (PPE, p. 17) D'après ADEME, Marchés et Emplois de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, édition 2016.	Programmation pluriannuelle de l'énergie, Chapitre 5 "Offre d'énergie", p.20 "Sur la base de l'observation des rythmes actuels de baisse des coûts complets, l'hypothèse d'une baisse des coûts de 7% par an pour les installations au sol et de 5% par an pour les installations sur toitures a été utilisée dans l'étude d'impact de la PPE"
— 2023 à 2030	Poursuite du rythme annuel des installations (hypothèses auteurs)	Nous choisissons de prolonger les coûts d'installation atteints en 2023 sans baisse supplémentaire. (hypothèses auteurs)
— segments résidentiels et grandes toitures	Programmation pluriannuelle de l'énergie, Chapitre 5 "Offre d'énergie" "Maintenir la cible de 350MW installés par an pour les installations sur petites et moyennes toitures". (p.17) "la PPE recommande [que les installations sur grandes toitures] soient développées par appel d'offres, dont les volumes représenteraient 450 MW par an." (p.22)	

# Détail des sources : secteur énergie (1/3)

Action	Source volumes	Source prix
Biomasse électricité — 2016 à 2023	Programmation pluriannuelle de l'énergie, Chapitre 5 "Offre d'énergie", p.26 "Les rythmes annuels de développement suivants sont attendus : +50 à +100 MW / an pour la filière « bois énergie »"	La PPE n'évoque pas les coûts d'installation des systèmes de production d'électricité au bois. Dans la synthèse publiée par l'ADEME "Coûts des énergies renouvelables en France, édition 2016", on note pp.39-40 que les systèmes de co- génération d'électricité et de chaleur affichent des coûts dans une fourchette très large de 5000 à 6000 €/kW pour les systèmes à cycle organique de Rankine (plus petites installations) de 2500 à 5000 €/kW pour les systèmes industriels à vapeur (plus grandes installations)
— 2023 à 2030	Poursuite du rythme annuel des installations (hypothèses auteurs)	
Biogaz électricité	Programmation pluriannuelle de l'énergie, Chapitre 5 "Offre d'énergie", p.26 "Les rythmes annuels de développement suivants sont attendus : +50 à +60 MW / an pour la filière « biogaz», dont un accroissement de +20 à +30 MW/an pour la méthanisation"	ADEME, "Cout des énergies renouvelables en France, édition 2016", p.42, la fourchette des coûts d'investissement rapportés à la puissance électrique installée est de 7500 à 8000 €/kW avec des données datées de 2015. Dans ADEME "Marchés et emplois" édition 2016, p.199, l'étude évoque un montant unitaire de l'investissement entre 5000 et 6000 €/kW

# Détail des sources : secteur énergie (1/3)

Action	Source volumes	Source prix
Réseaux de chaleur	La SNBC prévoit de « multiplier par 5 la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid en 2030 par rapport à 2012. »	Entre 5000 et 1000 €/lgt, hypothèse des auteurs de l'analyse d'après le « rapport Prévot » de 2006 sur les réseaux de chaleur.
— traduction en objectif de raccordements	"A l'horizon 2030 l'objectif [national] correspond à <b>raccorder l'équivalent de 6 millions de logements supplémentaires</b> (de l'ordre de 2,2 millions actuellement) et un bouquet énergétique dans lequel la part des énergies renouvelables et de récupération serait portée à 50 % (contre 38% en 2012). Document consulté le 18/10/2017."	

Pour plus d'informations:  
voir les tableurs annexe

[\[LIEN\]](#)