

# Scénarios prospectifs Energie – Climat – Air à horizon 2030

COFIL Genelle 2 du 14 mars 2011

Bertrand Château, Fondateur et CEO

Nicolas Brizard, Directeur des Etudes



- ▶ **1. Introduction**
- 2. Hypothèses macroéconomiques
- 3. Projections de demande d'énergie
- 4. Projections pour le système électrique
- 5. Annexes

# Introduction

- Contribution Enerdata:
  - projection de la demande d'énergie finale pour la France à 2030
  - Modélisation du système électrique sur la base des projections de demande et de la PPI
- La modélisation a été effectuée avec les modèles Enerdata
  - Medpro pour la demande finale d'énergie par secteur, usage et forme d'énergie; prise en compte explicite des politiques et mesure énergétiques (normes, réglementations, soutien direct)
  - POLES pour le secteur électrique; prise en compte du contexte Européen et mondial notamment pour le prix des énergies
- Les projections ont été générées pour les quatre scénarios:
  - Pré-Grenelle
  - AME
  - AMS-Mesures
  - AMS-objectif

1. Introduction
2. **Hypothèses macroéconomiques**
3. Projections de demande d'énergie
4. Projections pour le système électrique
5. Annexes

# Cadrage macroéconomique

- **Taux de croissance:** (DGTPE, COR) 2.2% sur 2015-2020, 1.6% sur 2020-2030
- **Démographie:** choix des scénarios « fécondité haute » et « nombre de ménages haut » de l'INSEE : 68,9 M d'habitants en 2030 pour la métropole
- **Prix des énergies:**

## Hypothèse principale

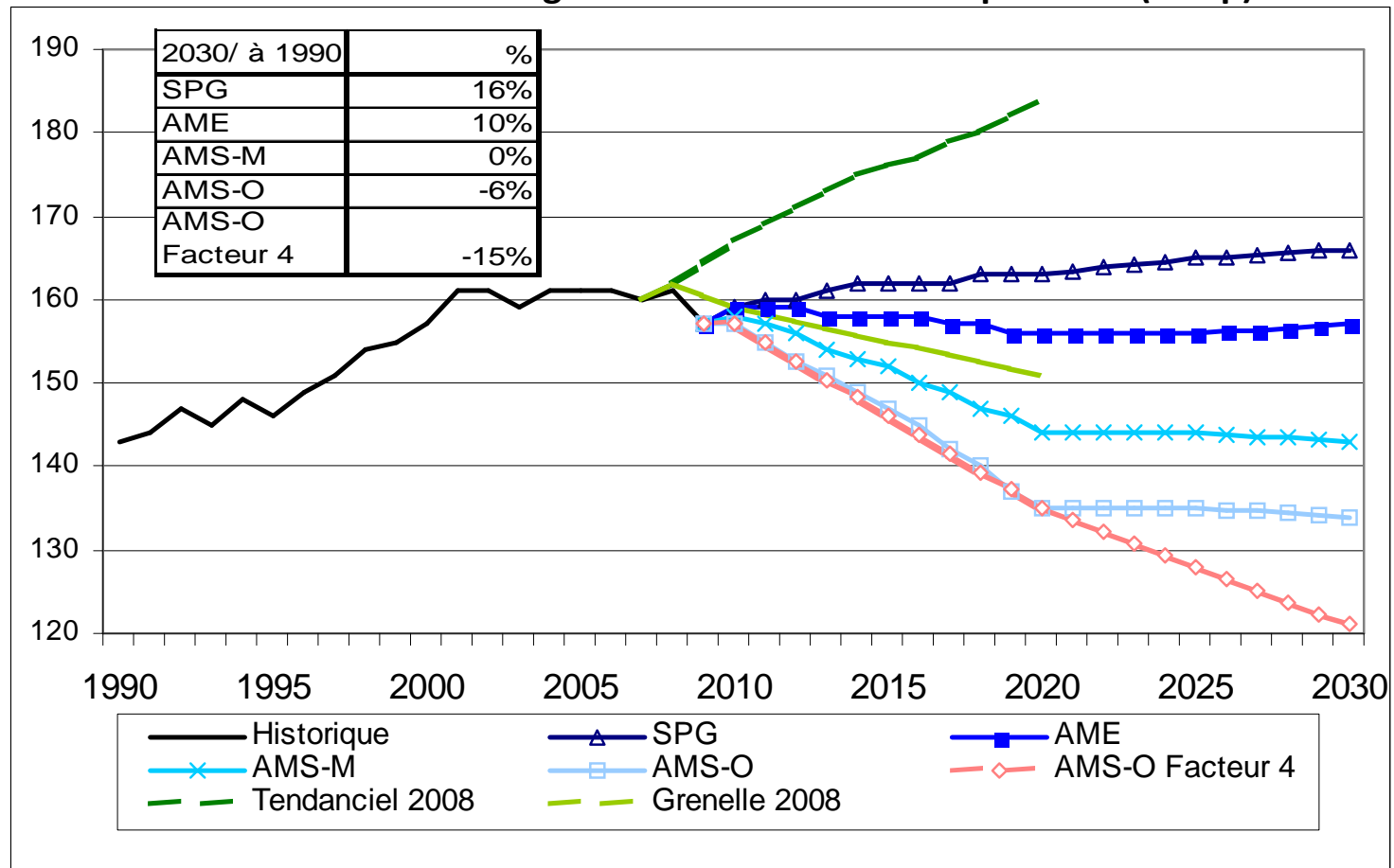
AIE, WEO 2009, Référence scénario	Prix (\$2008)	2008	2015	2020	2025	2030
<b>Pétrole</b>	Crude oil IEA import price barrel	97,19	86,67	100	107,5	115
<b>Gaz</b>	Mbtu	10,32	10,46	12,1	13,09	14,02
<b>Charbon</b>	tonne	120,59	91,05	104,16	107,12	109,4

- **Prix du carbone sur ETS :** 18€ en 2020 et 20€ en 2030 pour le scénario Pré-Grenelle, 25€ en 2020 et 39€ en 2030 pour les scénarios AME, AMS-M et AMS-O

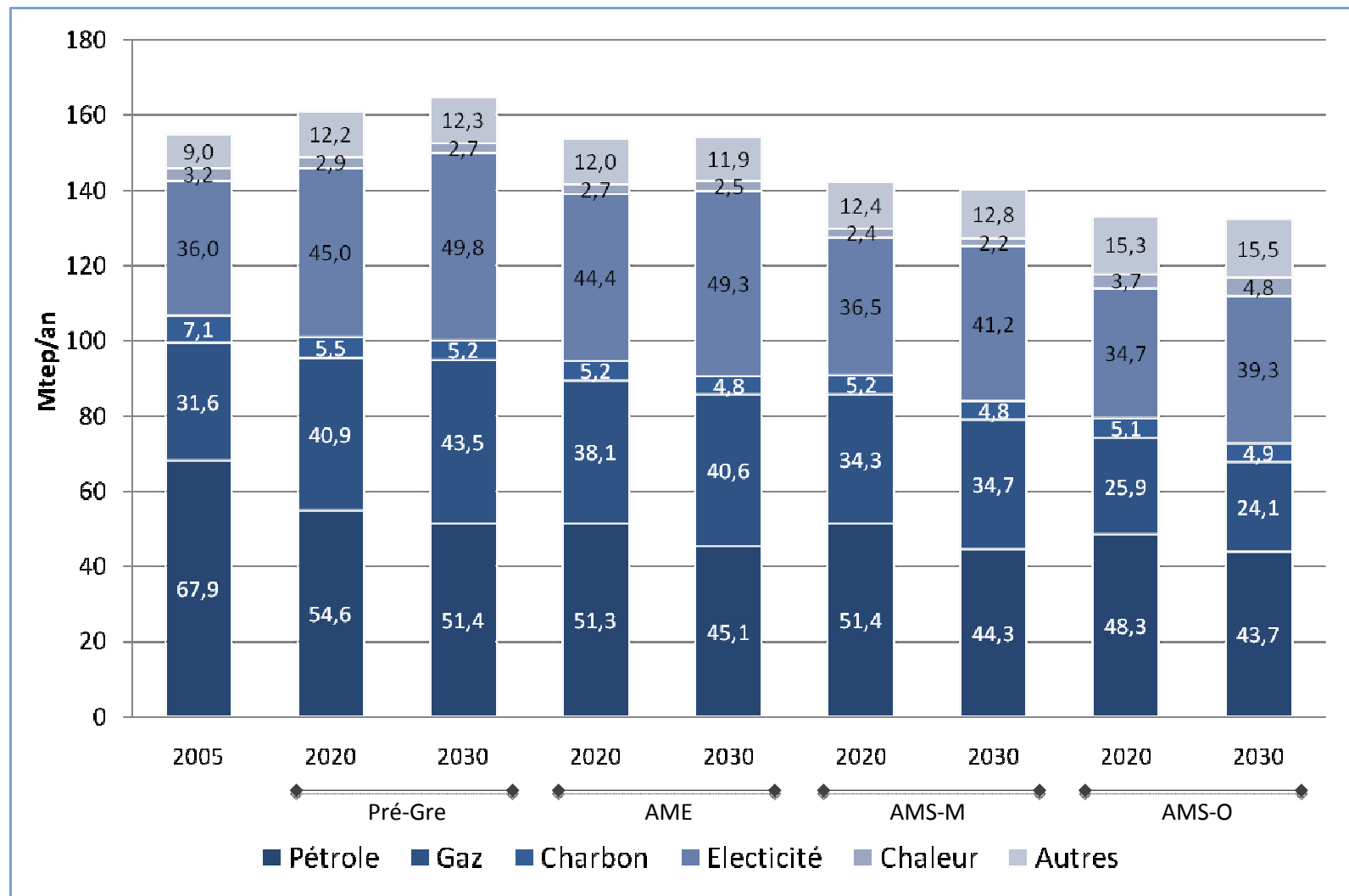
1. Introduction
2. Hypothèses macroéconomiques
3. **Projections de demande d'énergie**
  - **Projections d'ensemble**
4. Projections pour le système électrique
5. Annexes

# Projections d'ensemble de la demande énergétique finale en France à 2030

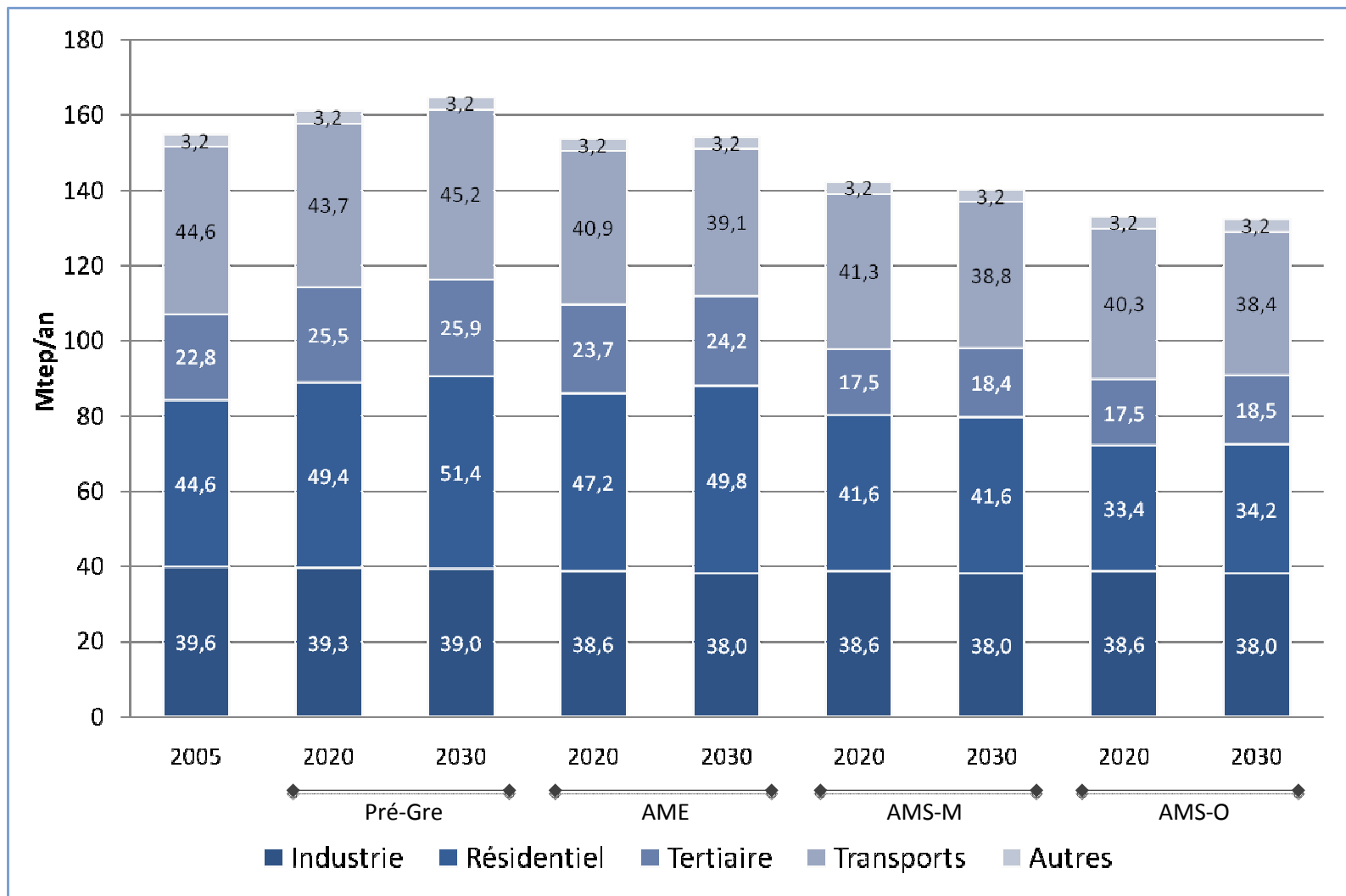
Consommation d'énergie finale en France métropolitaine (Mtep)



# Consommations finale totale par énergie (Mtep)

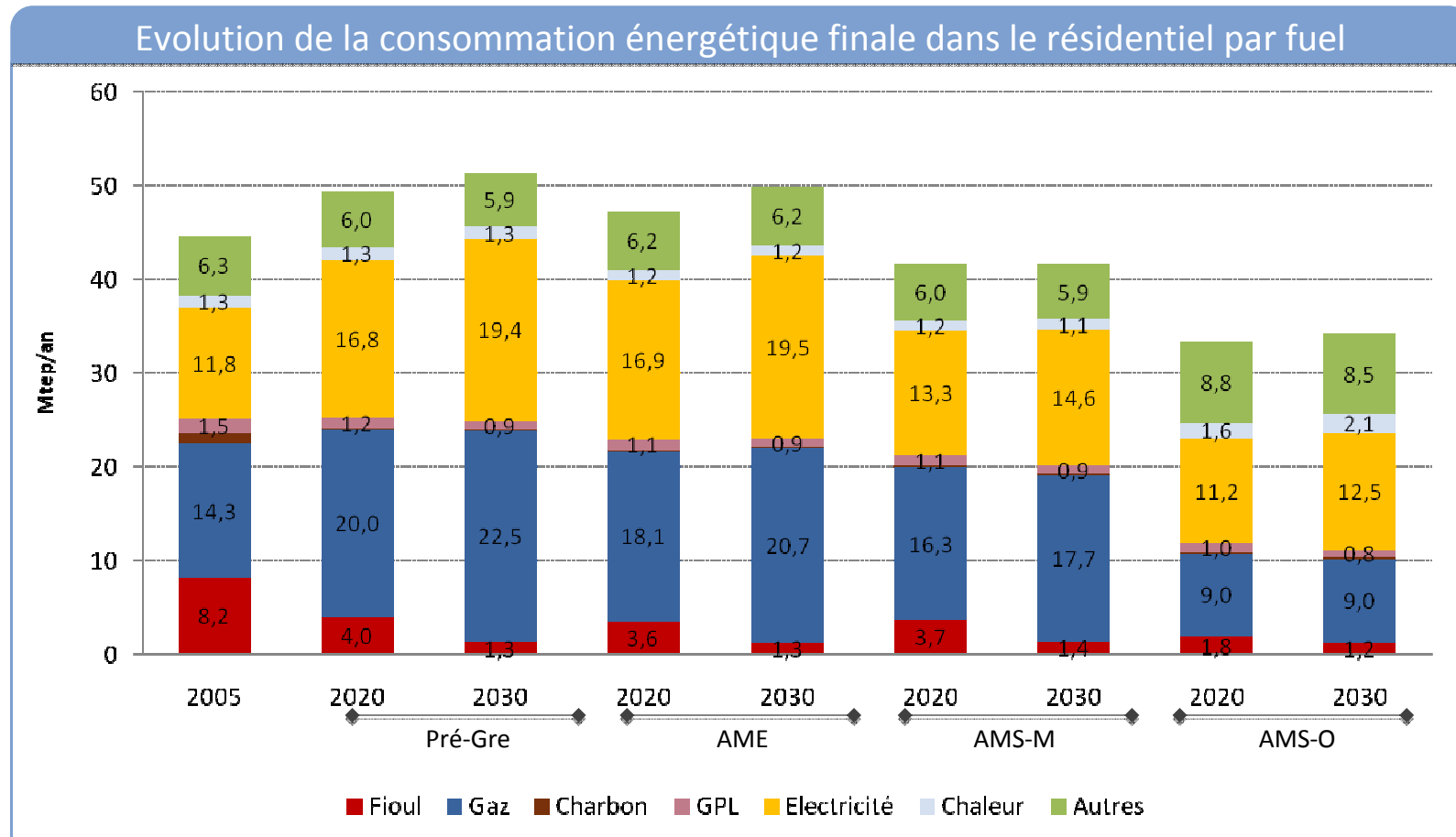


# Consommations finale totale par secteur (Mtep)

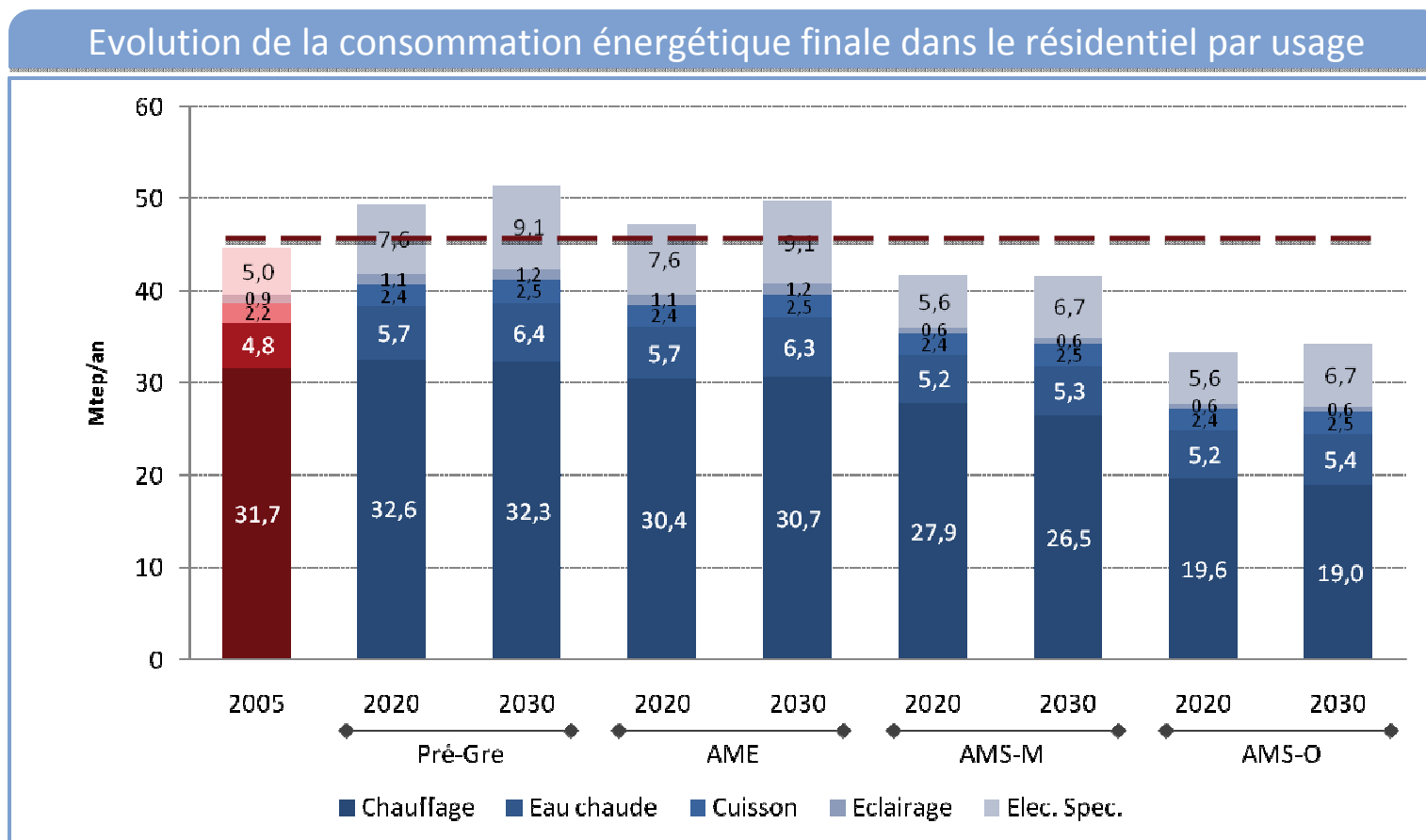


1. Introduction
2. Hypothèses macroéconomiques
- ▶ 3. **Projections de demande d'énergie**
  - **Secteur résidentiel**
4. Projections pour le système électrique
5. Annexes

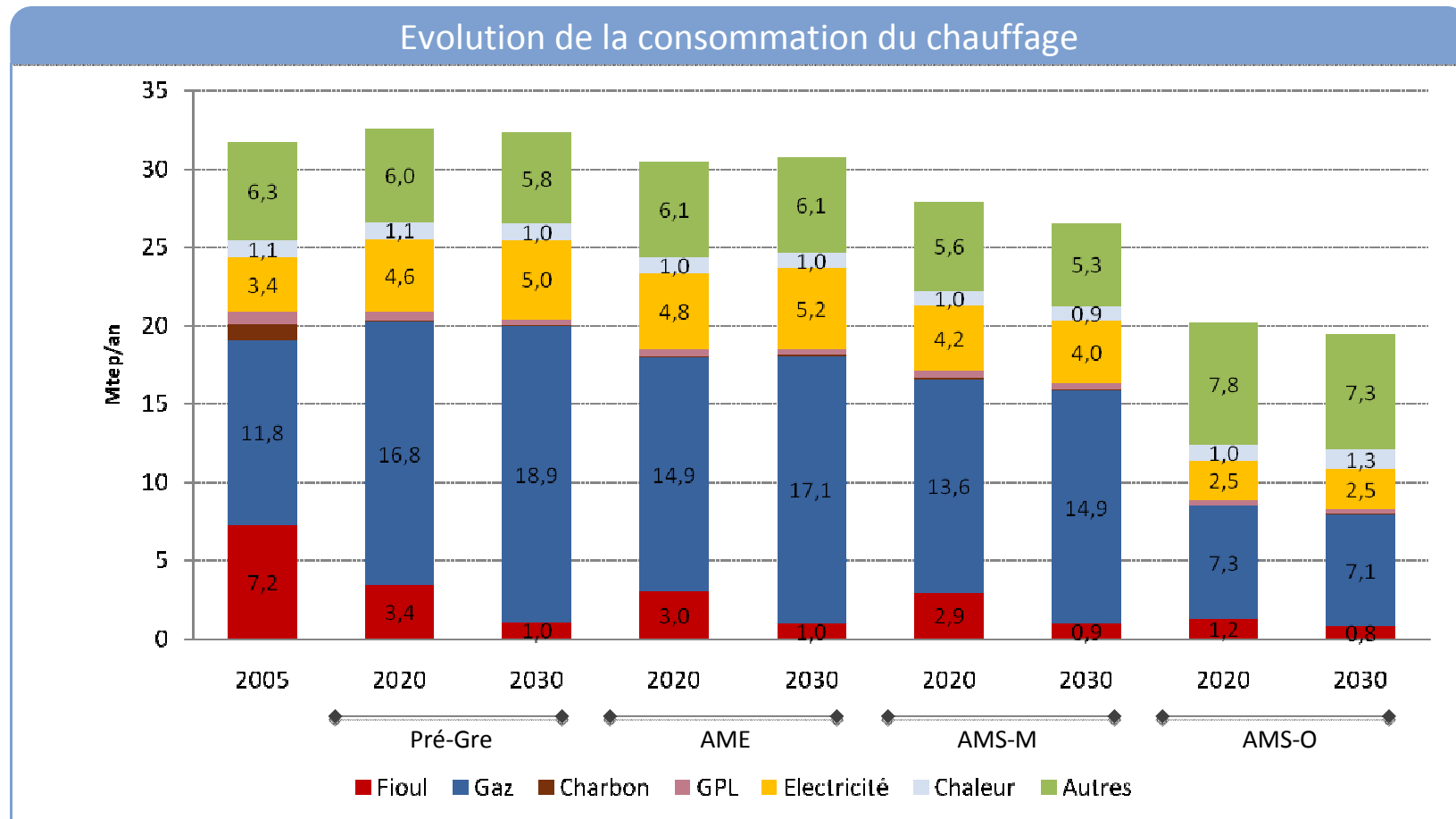
# Consommations par fuel dans le résidentiel



# Le chauffage est le principal poste de réductions des consommations du résidentiel

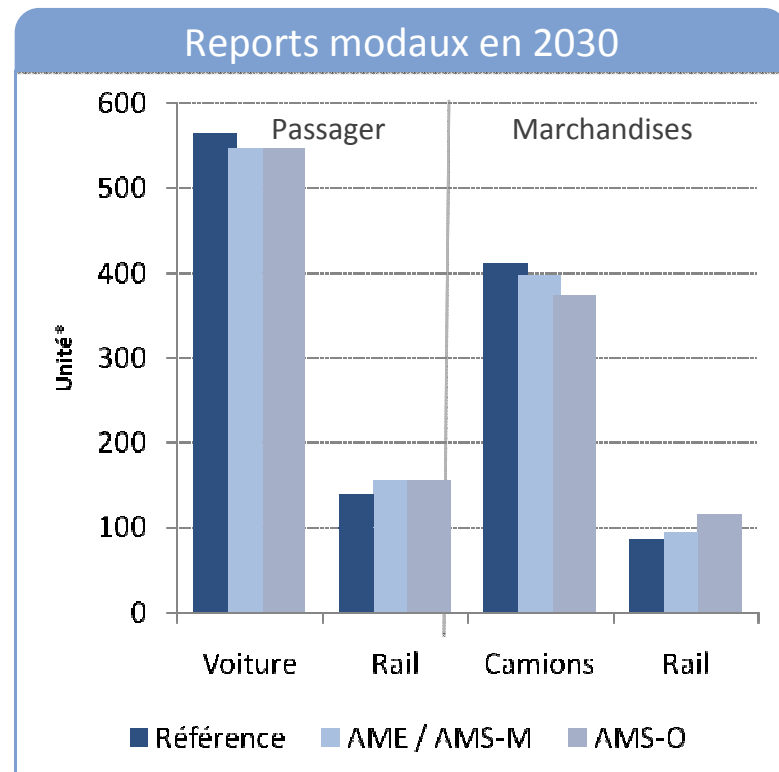
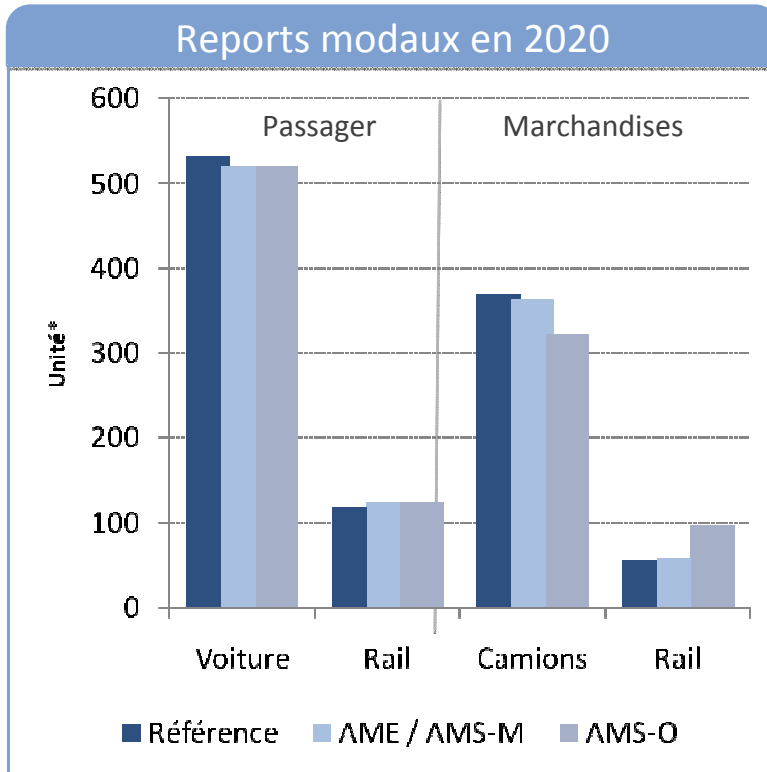


# Consommations énergétiques liées au chauffage



1. Introduction
2. Hypothèses macroéconomiques
- ▶ 3. **Projections de demande d'énergie**
  - Secteur des transports
4. Projections pour le système électrique
5. Annexes

# Reports modaux dans les transports

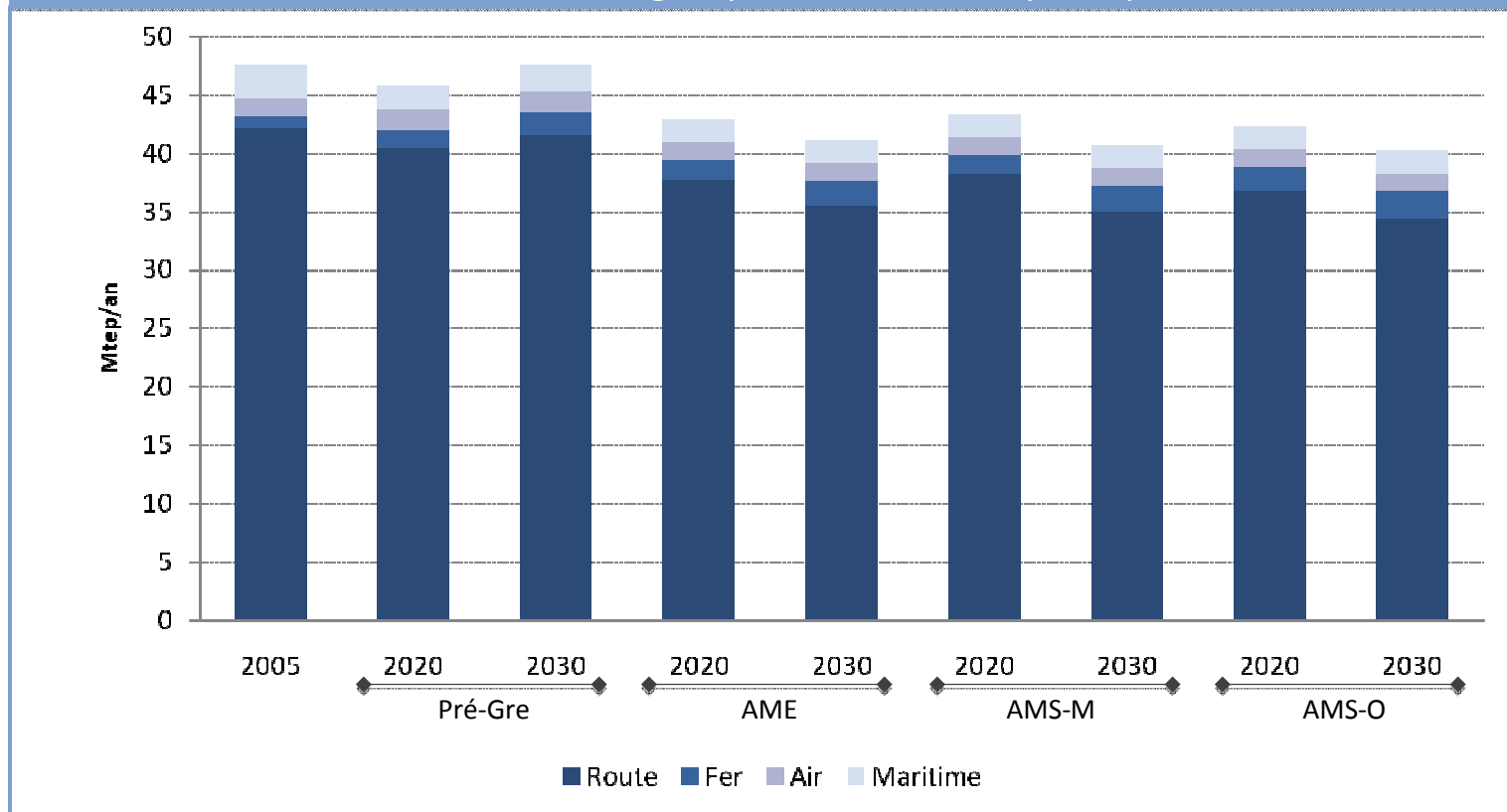


\*: L'unité pour le trafic passager est exprimée en Gvkm et pour le trafic de marchandises en Gtkm.

Le scénario AMS-Objectif envisage un effort supplémentaire pour le transfert modal en faveur du transport de marchandises par voie ferrée.

# Consommation énergétique des transports par infrastructure

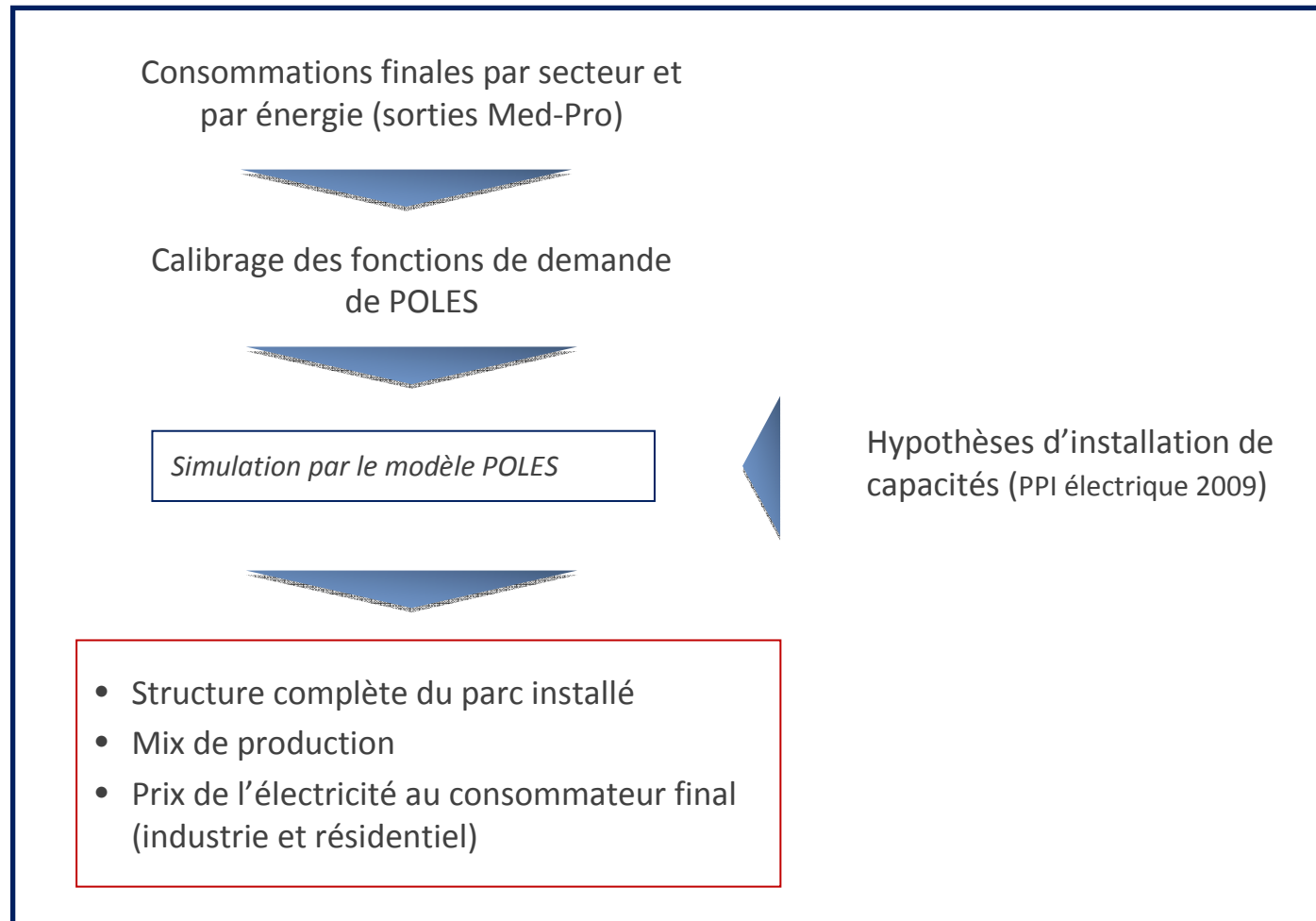
Evolution de la consommation énergétique dans les transports par infrastructure



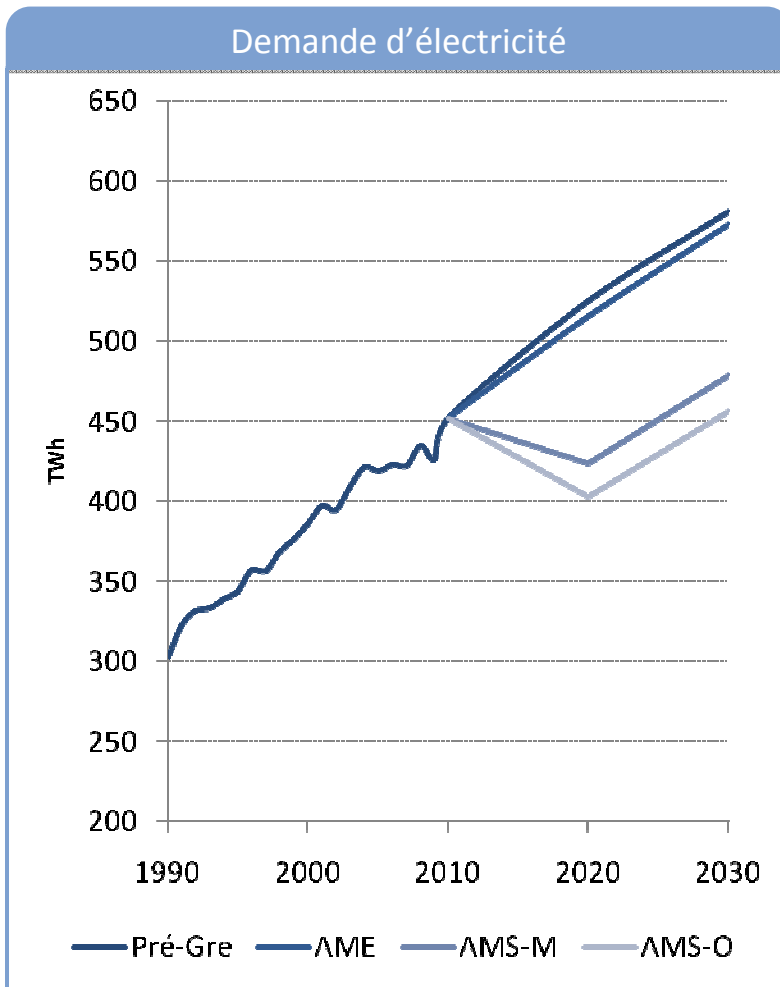
La route est le principal vecteur de consommation mais aussi l'infrastructure dans laquelle se situe la majeure partie des économies d'énergie

1. Introduction
2. Hypothèses macroéconomiques
3. Projections de demande d'énergie
- ▶ 4. **Projections pour le système électrique**
5. Annexes

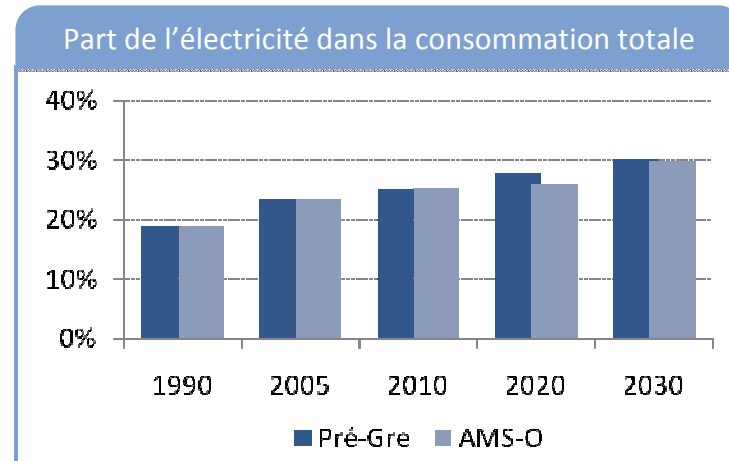
# Méthodologie retenue pour les projections du secteur électrique



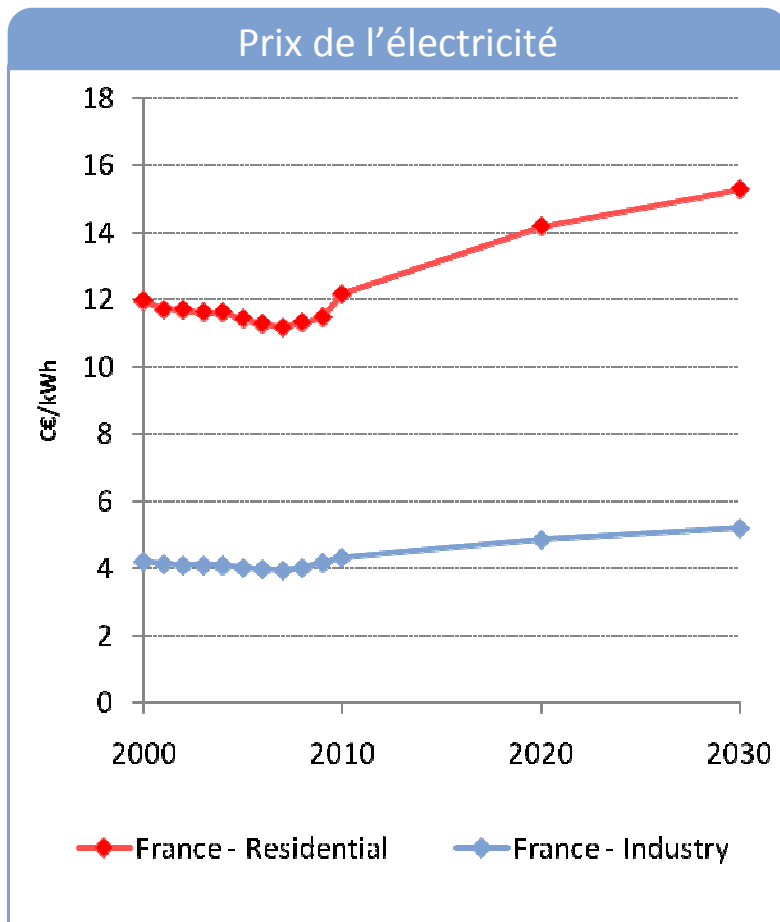
# Evolution de la demande électrique



- A horizon 2020, les scénarios AMS réduisent leur consommation totale, et donc par là même leur demande d'électricité
- Entre 2020 et 2030, nous pouvons constater une électrification importante de la consommation, ce qui augmente la demande d'électricité



# Niveaux des prix de l'électricité aux consommateurs finaux en France



- Les prix ont été établis par le modèle POLES à partir des hypothèses de parc et des demandes établies par Med-Pro
- La trajectoire de l'ensemble devait se situer entre deux scénarii extrêmes à savoir « statu quo + inflation » et « convergence vers prix moyen UE »
  - Réseau : au moins aussi vite que l'inflation car investissements
  - Coûts fixes hors nucléaire : plus vite que l'inflation (investissements dans des CCGT)
  - Coûts fixes nucléaire: prise en compte des investissements de prolongement de durée de vie des centrales

# Hypothèses sur les capacités électriques

## Hypothèses de capacités électriques pour les scénarios AME et AMS

	2008 (PPI)	2020	2030
<b>Nucléaire</b>	63,1	66,3	66,3
<b>charbon</b>	6,9	3,3	3,3
<b>CCG</b>	1	5,4	5,4
<b>cogénération gaz naturel</b>	4,8	2,2	2,2
<b>fioul</b>	5,2	5,0	0
<b>TAC</b>	1,8	1,8	1,8
<b>Hydro</b>	25,3	28,3	28,3
<b>Eolien</b>		25	30
<b>PV</b>		5,4	10
<b>Biomasse</b>		3,3	3,3

- Le scénario Pré-Grenelle retient comme hypothèses 65,4 GW de nucléaire en 2020 et 2030, ainsi que la PPI 2006 pour le développement des renouvelables
- Ces hypothèses ont été intégrées dans le modèle POLES pour les scénarios AME, AMS-Mesures et AMS-objectif
- Le modèle POLES a été très fortement contraint de manière à intégrer les hypothèses ci-dessus dans un contexte où la demande d'électricité est sensiblement inférieure aux hypothèses PPI 2009

## Des hypothèses de demande d'électricité difficiles à réconcilier entre PPI 2009 et exercice 2010

- **PPI 2009:**

	2006	Tendancier 2020	Grenelle Central 2020	Grenelle différé 2020	Tendancier 2030
Demande finale	430	552	450	480	624
Exportations nettes	-	53	129	116	-

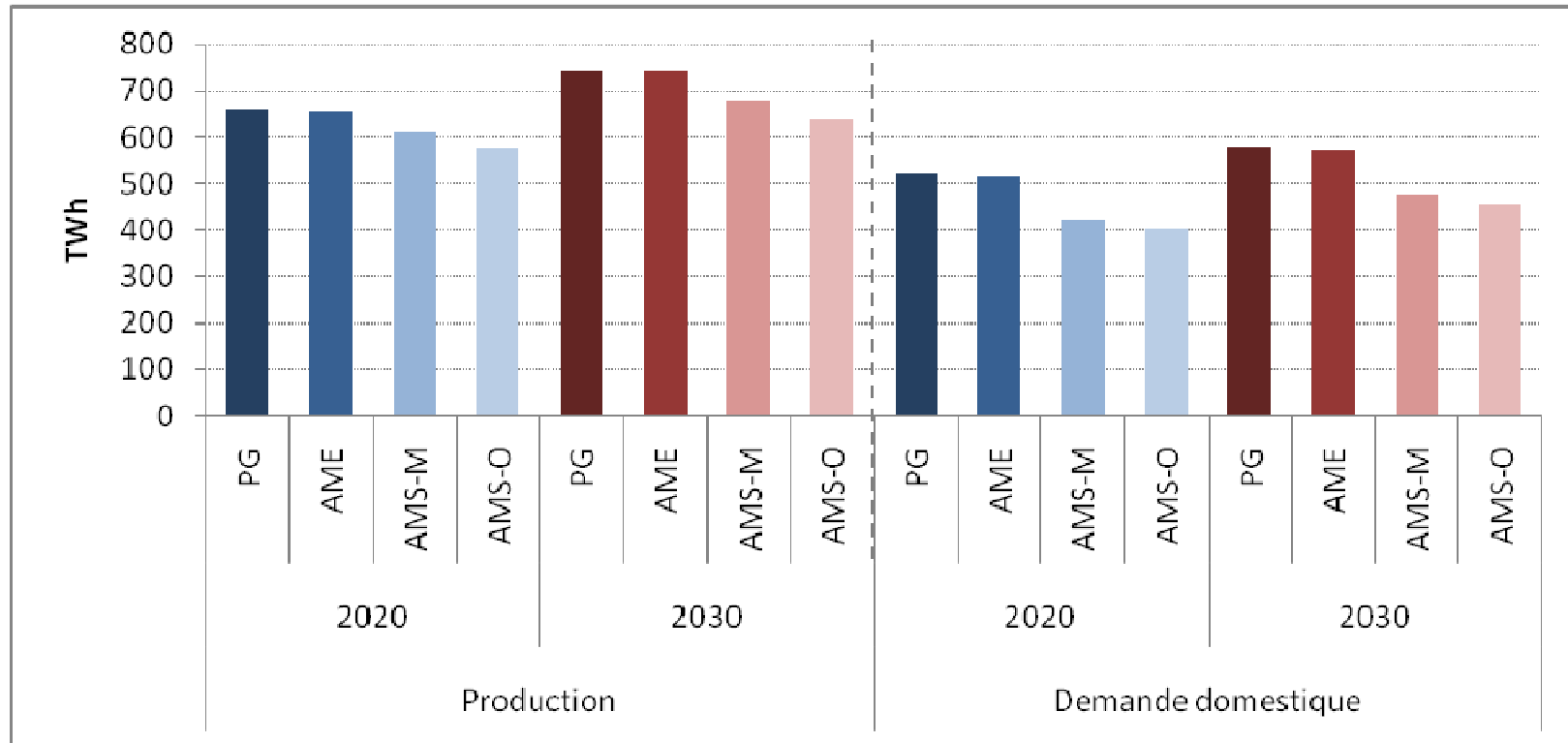
- **Projections Enerdata:**

	Pré-Gre	AME	AMS-M	AMS-O
2010	449	449	448	448
2020	513	508	418	404
2030	563	563	473	464

- **Hypothèses retenues pour les exportations:**

- 45 TWh en 2020 et 2030 pour les scénarios Pré-Grenelle et AME, 100 TWh en 2020 et 2030 pour les scénarios AME et AMS
- Seule une telle hypothèse a permis d'obtenir des heures de fonctionnement "acceptables" en 2020, point bas de la projection de demande

# Projections de demande et production d'électricité dans les quatre scénarios



Source : Enerdata, Modélisation POLES

**Production =**  
 demande finale + exportations nettes + pertes de transport et distribution +  
 autoconsommation du système électrique



[www.enerdata.net](http://www.enerdata.net)

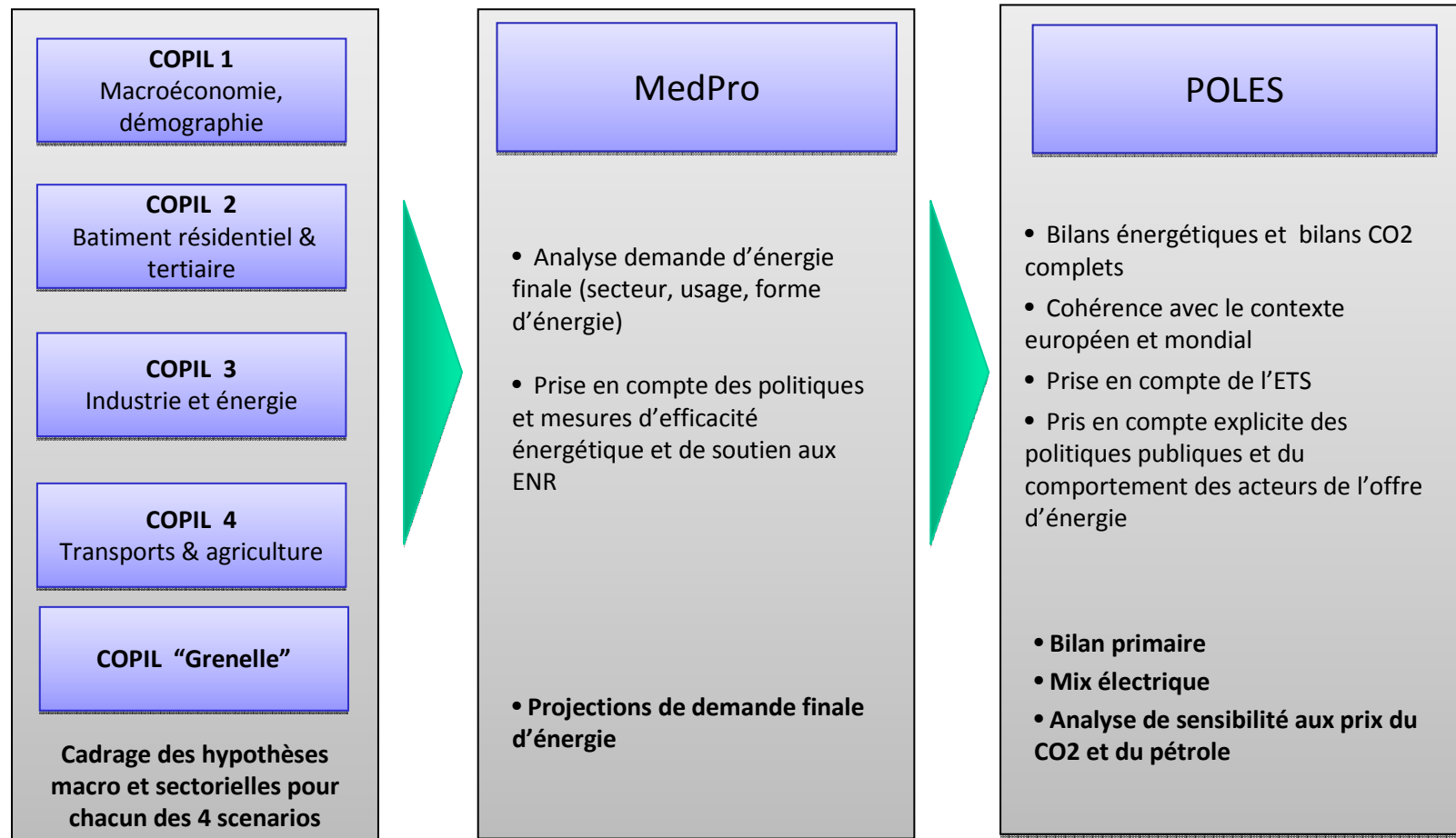
**Contact:**

**Bertrand Château  
Nicolas Brizard**

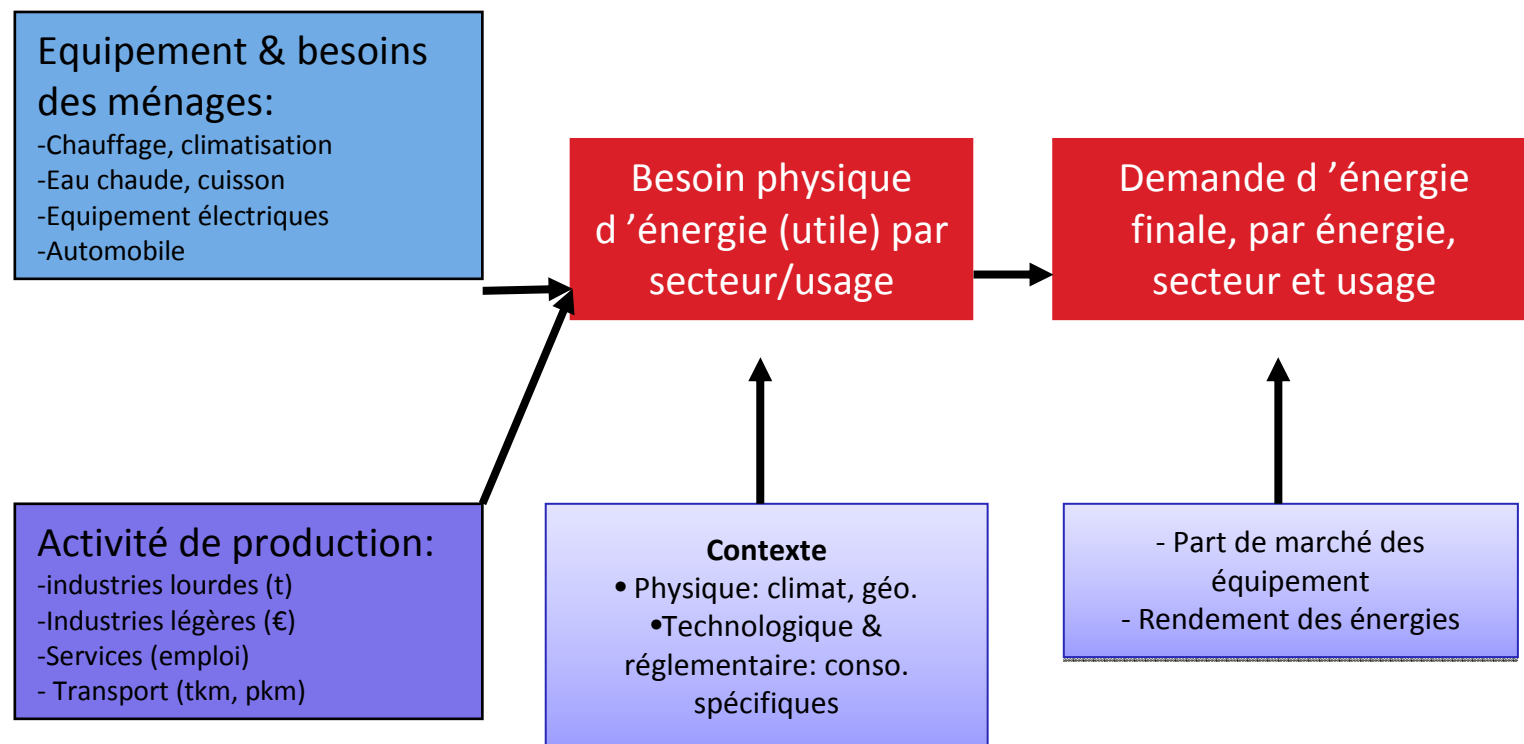
[bertrand.chateau@enerdata.net](mailto:bertrand.chateau@enerdata.net)  
[Nicolas.brizard@enerdata.net](mailto:Nicolas.brizard@enerdata.net)

1. Introduction
2. Hypothèses macroéconomiques
3. Projections de demande d'énergie
4. Projections pour le système électrique
5. **Annexes**

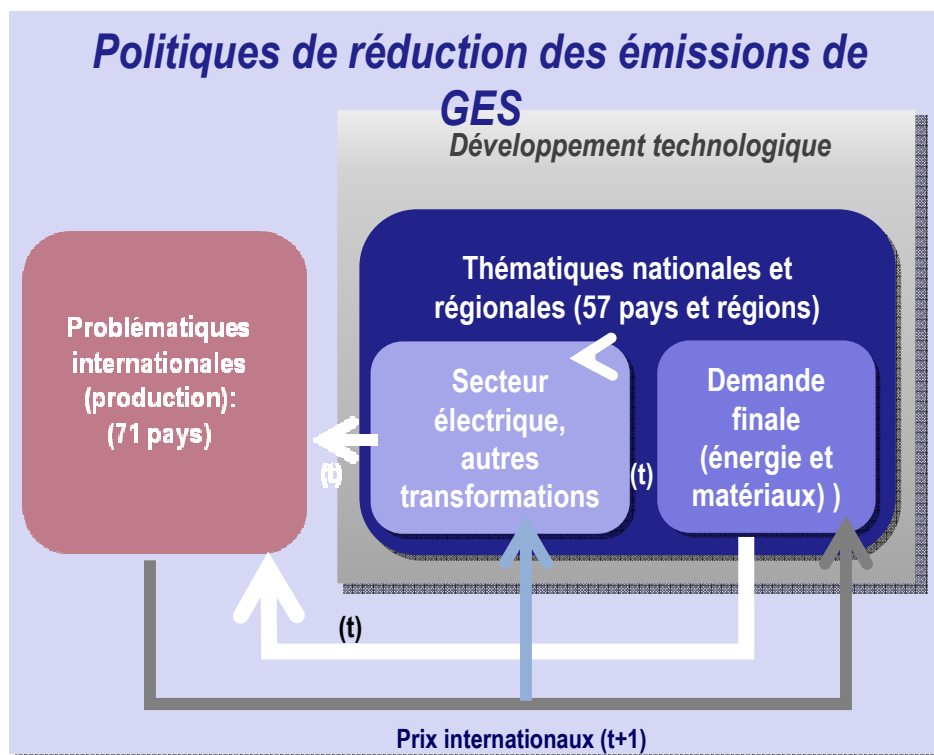
# Aperçu général de l'approche de modélisation



# MedPro: modèle techno-économique bottom-up de la demande d'énergie par secteur / usage



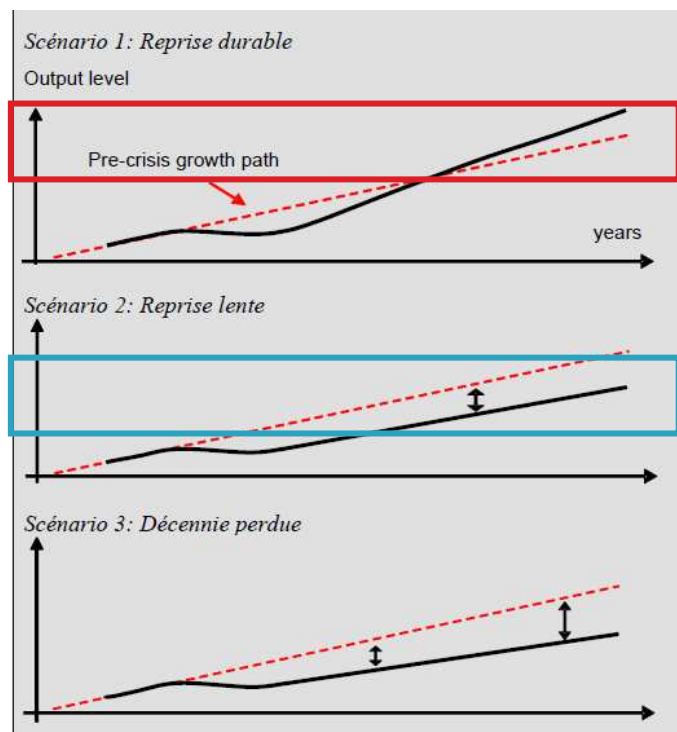
# POLES : un modèle multi-énergie et multi-thématique



\* Prospective Outlook on Long-term Energy Systems

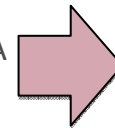
- Projections d'offre et de demande par pays et par énergie jusqu'en 2050
- Projections des prix internationaux des énergies (pétrole, gaz, charbon, électricité)
- Simulation des réserves et de la production de pétrole et de gaz pour 71 pays producteurs
- Simulation des développements technologiques futurs: production d'électricité, transports, bâtiment
- Simulation des émissions CO<sub>2</sub>, analyse des stratégies de réduction des GE, valeur carbone
- Simulation des balances énergétiques pour 47 pays et régions du monde

# Cadrage Macroéconomique : trajectoire de croissance pour la France



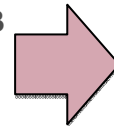
Source : Commission Européenne, 2010

Scénario A  
DGTPÉ



- La crise n'a aucun effet en niveau sur le PIB à long terme

Scénario B  
DGTPÉ



- Perte de richesse due à la crise de 3,2% du PIB en 2020
- Environ 1,6 années de croissance perdues en 2020

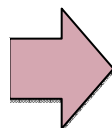
# Cadrage Macroéconomique et macro-sectoriel

	Année de la prévision	2008-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
<i>Scenario DGEMP tendanciel 2004</i>	2003	2,3*	2,3	2,3	2,3
<i>Scenario DGEMP tendanciel 2007/2008</i>	2007	2,1*	2,1	2,1	2,1
BIPE	2010	1,0	1,7	1,8	2,0
DGTPE (Scénario A)	2010	1,3**	2,4	1,9	1,9
DGTPE (Scénario B)	2010	1,3**	2,2	1,6	1,6
DGTPE (Scénario C)	2010	1,3**	2,0	1,6	1,6

\* 2001-2010

\*\* 2009-2013

PROPOSITION DU COPIL



Hypothèse principale : DGTPE Scénario B

Variante : DGTPE Scénario A

- Déclinaison macro sectorielle par adaptation d'une étude récente du BIPE commanditée par le MEEDDM
- Parmi les tendances principales :
  - La croissance française sera toujours tirée par les services à l'horizon 2030
  - La plupart des secteurs connaîtront, entre 2008-2030, une croissance moins dynamique que par le passé

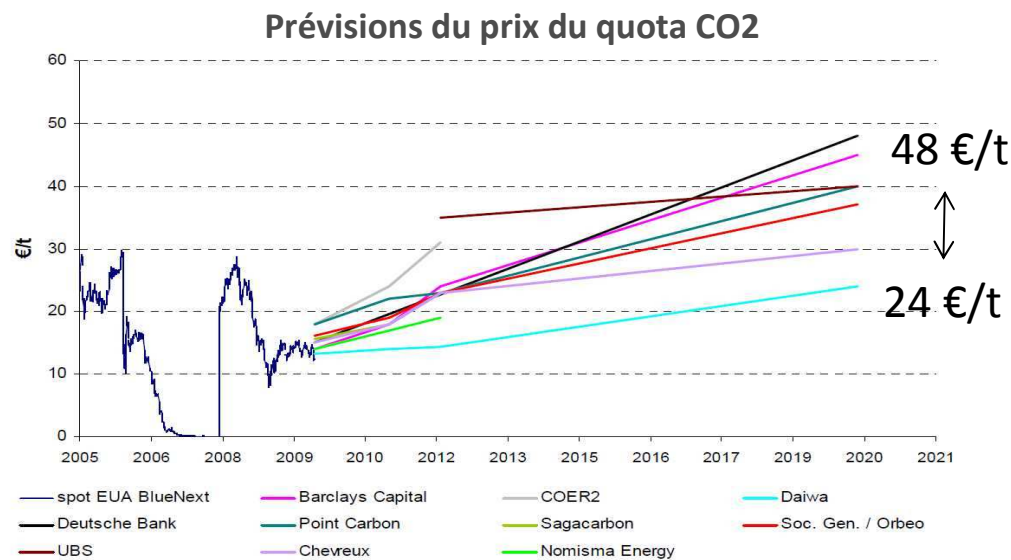
## Cadrage macroéconomique : Taux de change \$/€

- Peu de visibilité sur l'évolution à moyen terme
- Choix d'une hypothèse stable en moyenne :

**1.25 \$/€ sur 2009-2030**

- Hypothèse identique à celle de la Commission Européenne sous PRIMES (Baseline 2009 et Reference 2010)

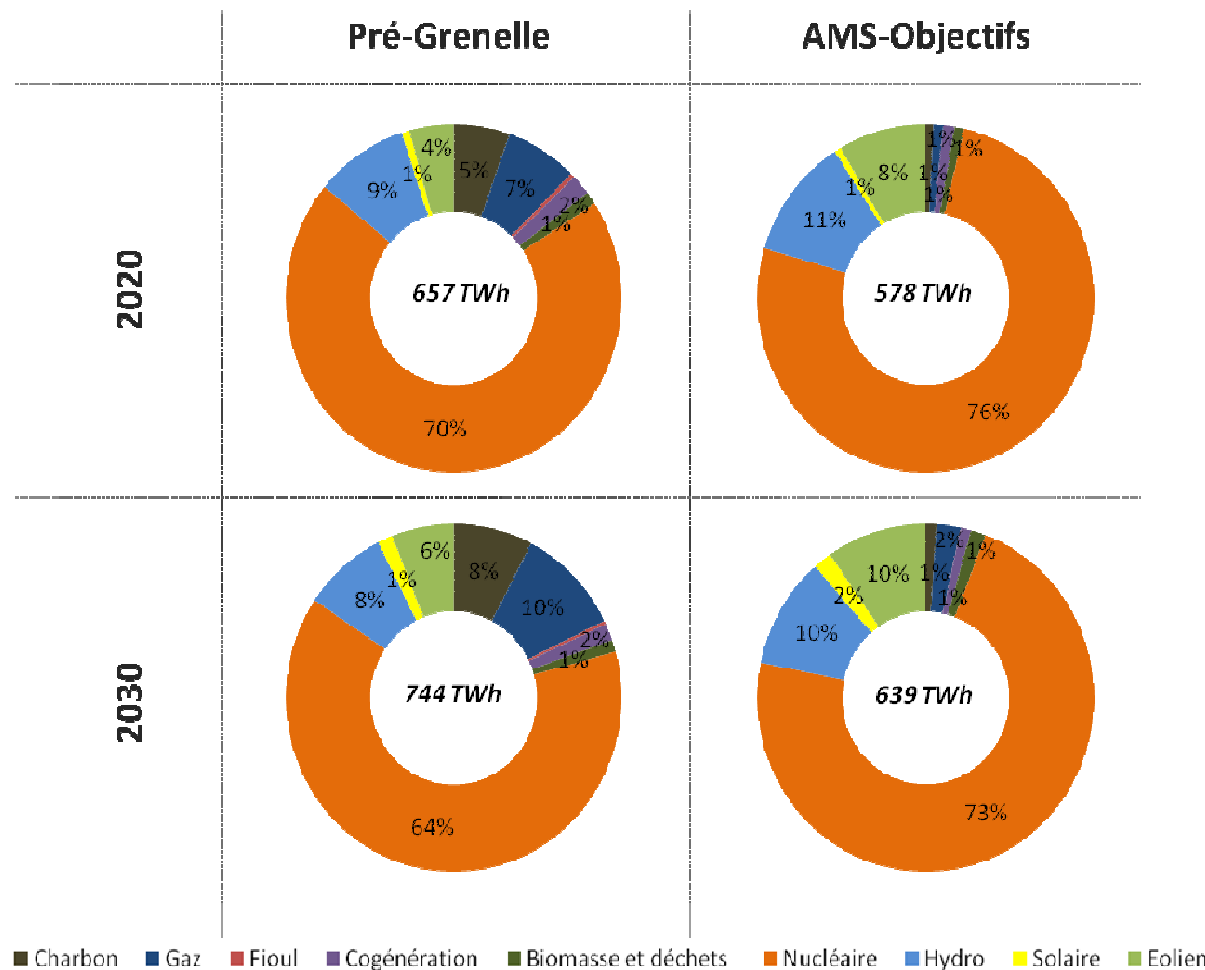
## Cadrage macroéconomique : Prix du carbone



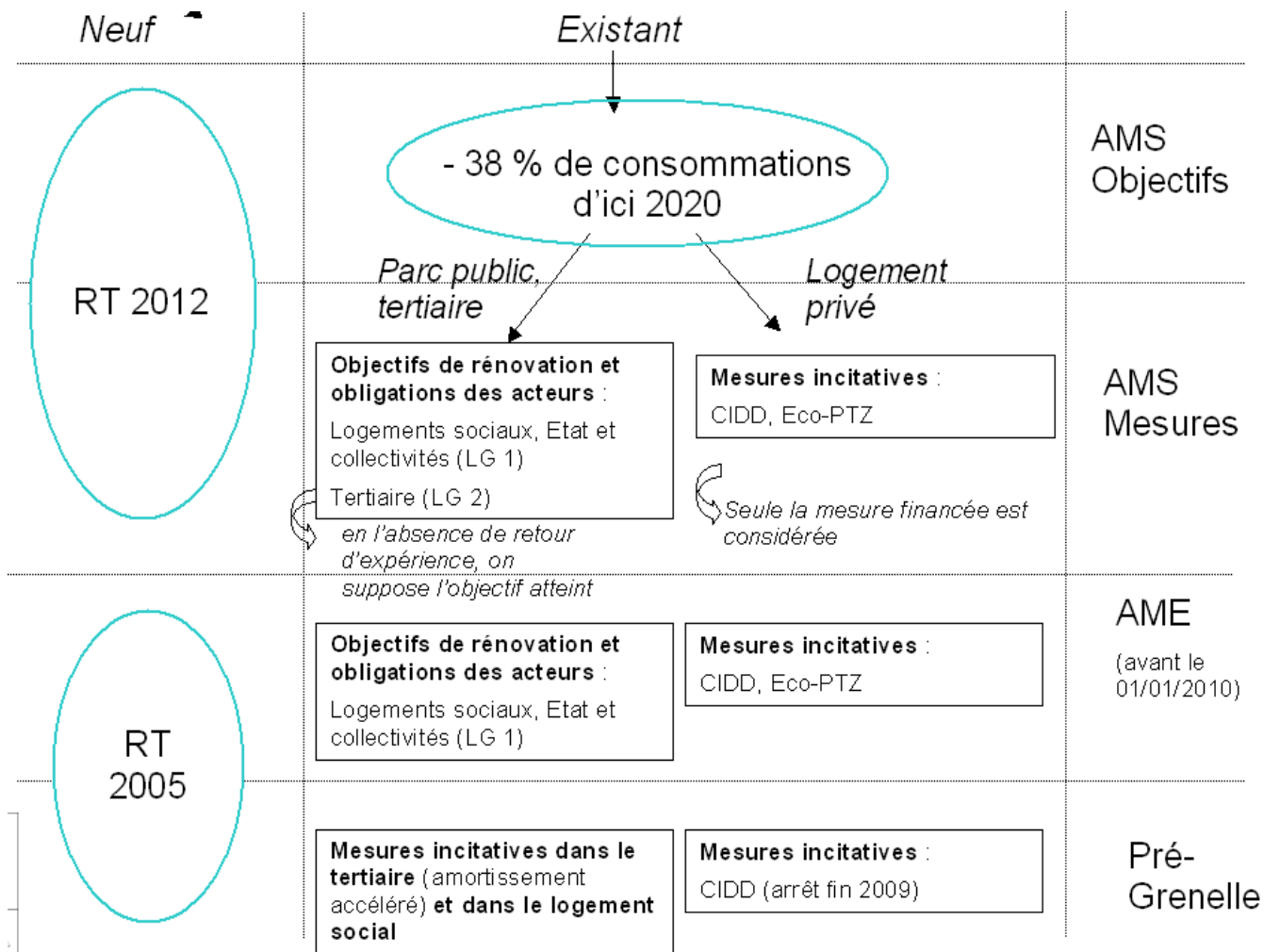
Source: DGEC, mai 2010

- Hypothèses retenues en 2007 (DGEMP) pour la valeur du carbone (Europe, dollar et euro constant 2006):
  - 22 €/t CO2 en 2020
  - 24 €/t CO2 en 2030
- Valeurs récentes (EU Allowance Dec 2010 = 15,19 €/t; BlueNext, 26/05/2010)
- Les futures 2014 se situent aux alentours de 18-20€/t

# Mix de production d'électricité à 2020 et 2030



# Bâtiments : démarche retenue



# Bâtiments : hypothèses clefs

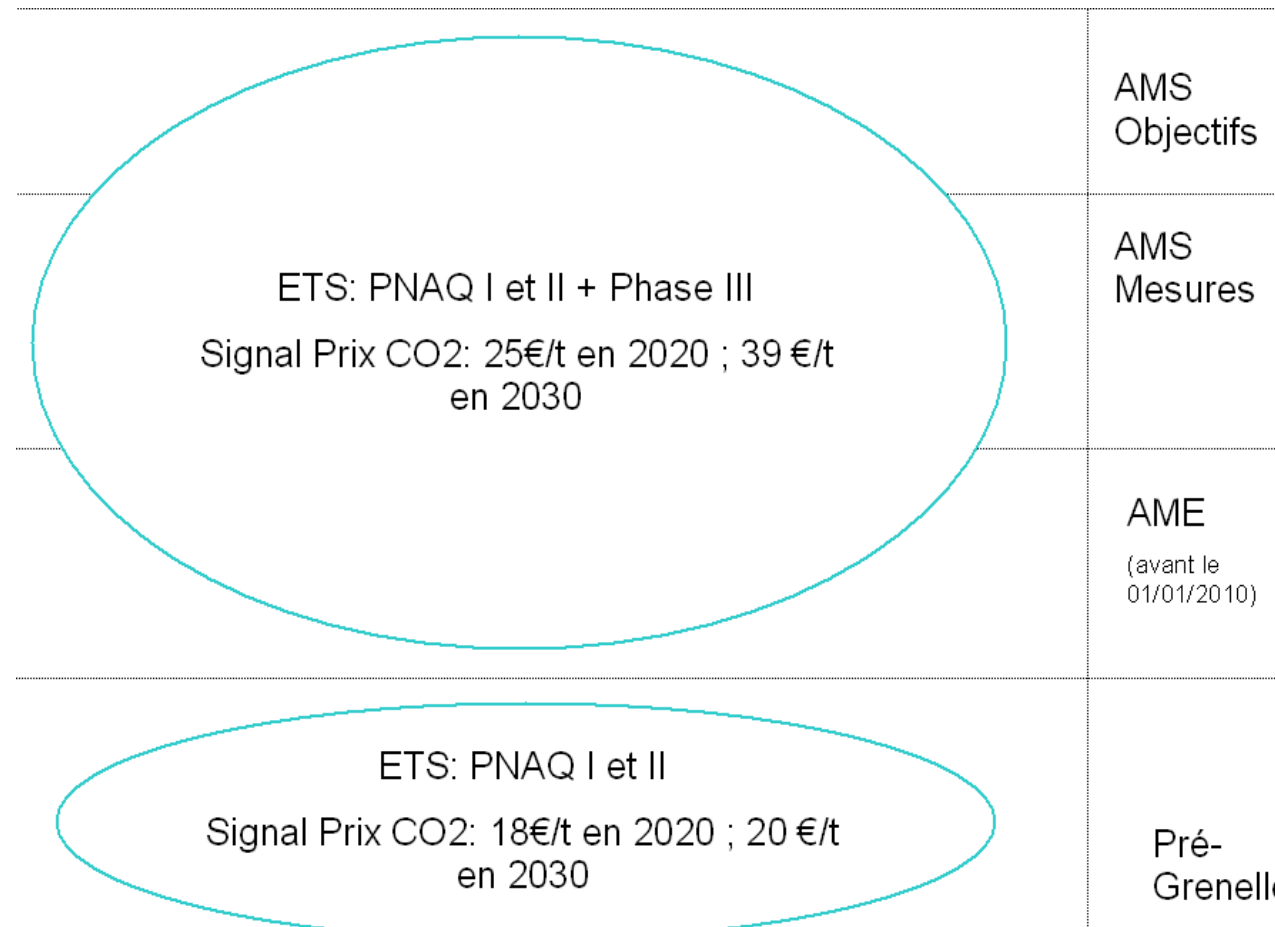
## Neuf

- 400 000 constructions par an
- Objectif de 50 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>/an
- 5 usages

## Existant

- -38 % sur le parc existant d'ici 2020
  - Année de référence : 2008
  - 5 usages
- Bâtiments de l'Etat (LG I, art 5) :
  - objectif de -40 % de consommation d'énergie et de -50 % d'émissions d'ici 2020
- Collectivités (LG I, art 5) : incitation de la part de l'Etat
  - Objectif retenu : -20 % de consommations d'énergie
- Logement sociaux (LG I, art 5):
  - Travaux sur 800 000 logements sociaux dont la consommation d'énergie primaire est supérieure à 230 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>/an d'ici 2020
- Tertiaire (LG II, article 5) : obligation de rénovation d'ici 2020
  - Par défaut, objectif de -38 %

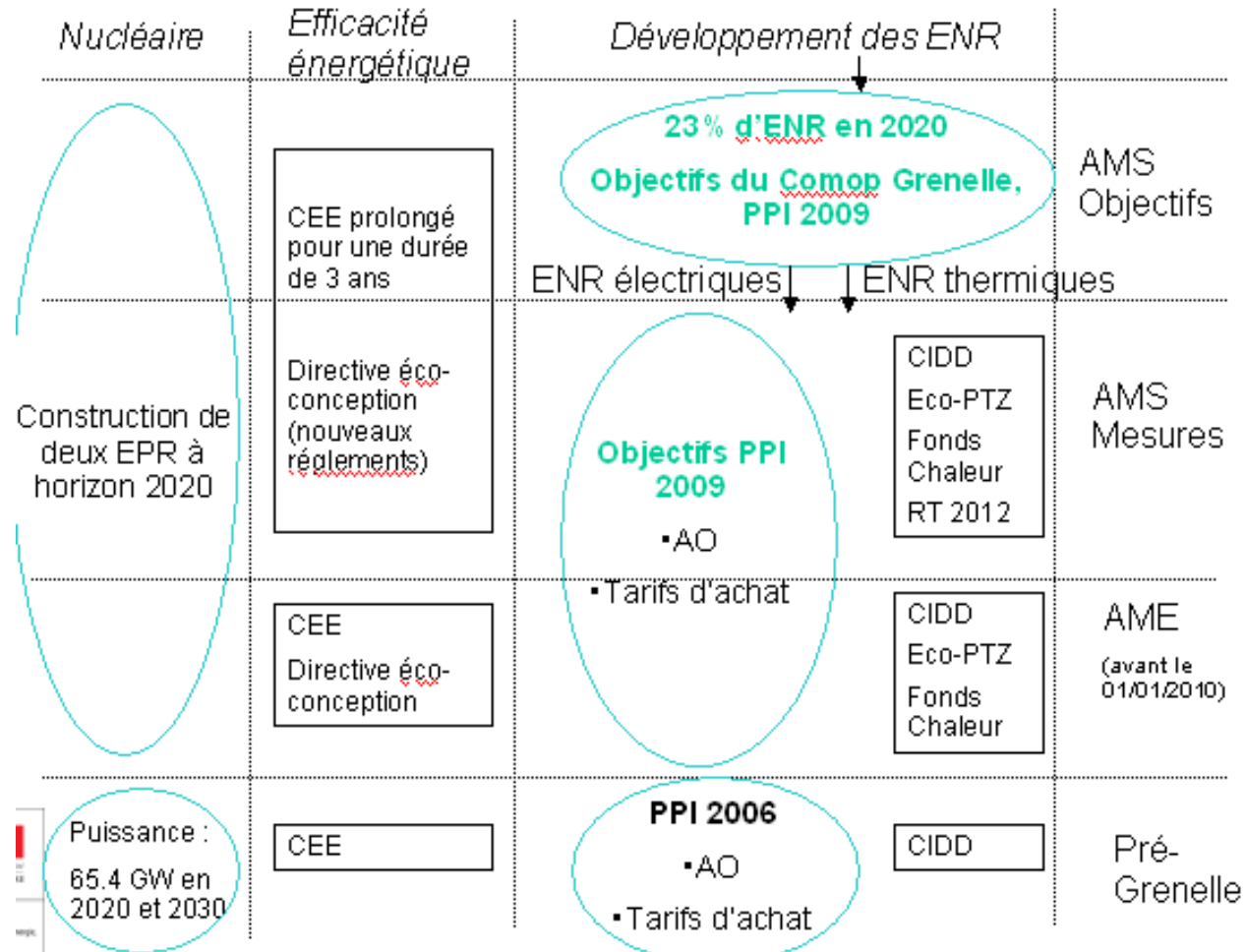
## Industrie : démarche retenue



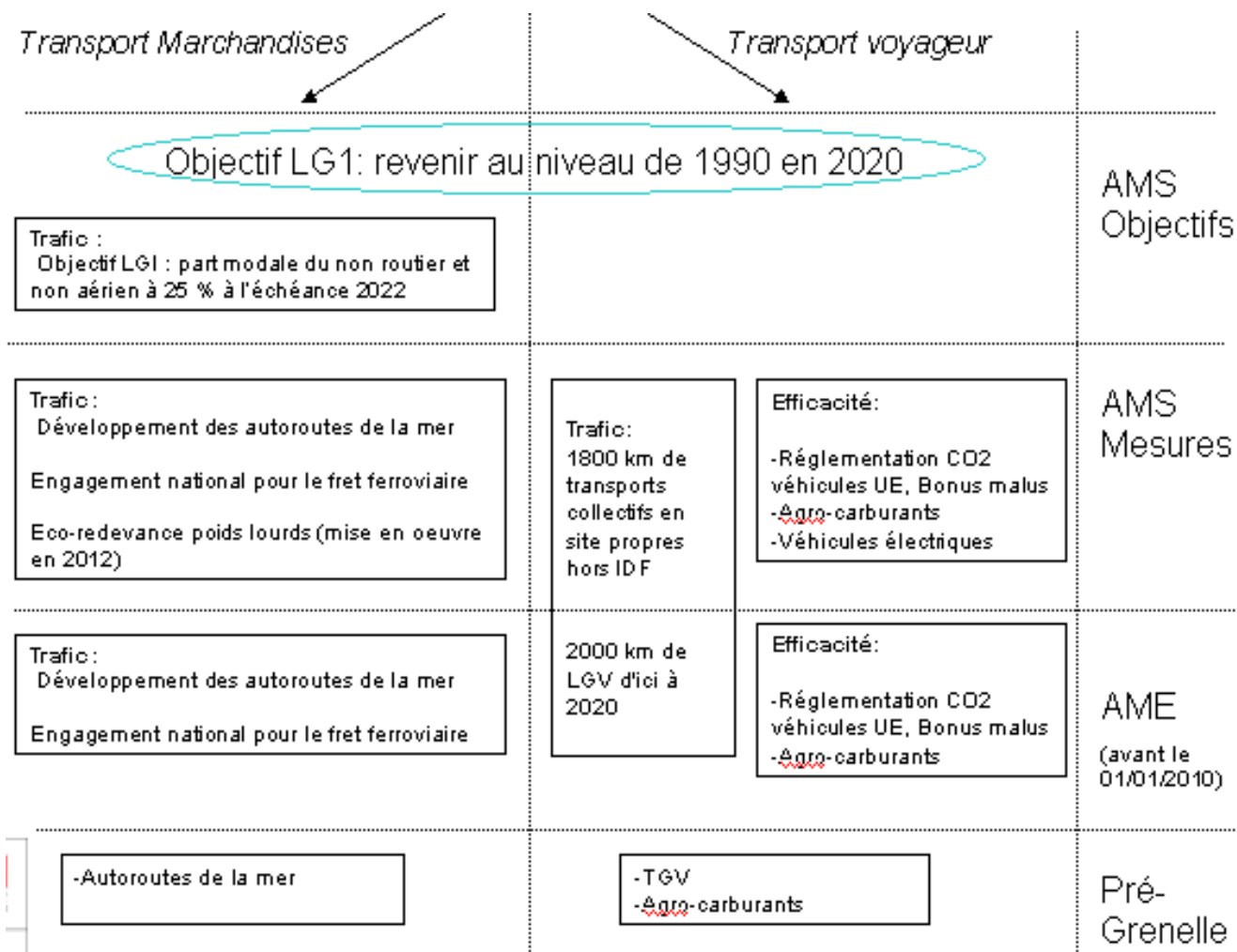
## Industrie : démarche retenue

- Dans MedPro deux approches:
  - Les IGCE (60 à 70% de la consommation énergétique totale de l'industrie) sont traitées sur la base de la production physique et le besoin spécifique d'énergie par tonne ;
  - Les autres industries sont traitées à partir de la valeur ajoutée et son intensité énergétique (impact réglementaire notamment)
- Poles inclut la contrainte économique du signal prix ETS : élasticité au signal prix carbone
- Impacts possibles:
  - Ajustement des performances énergétiques de la production ;
  - Modification de la structure de la valeur ajoutée (délocalisation, hors France, de la chaîne de valeur sur les éléments les plus sensibles au signal prix) ;
- Hypothèses :
  - Sur les IGCE : hypothèses concertées avec DGCIS et industriels
  - Sur les autres industries: adaptation des projections sectorielles du BIPE

# Energie : démarche retenue



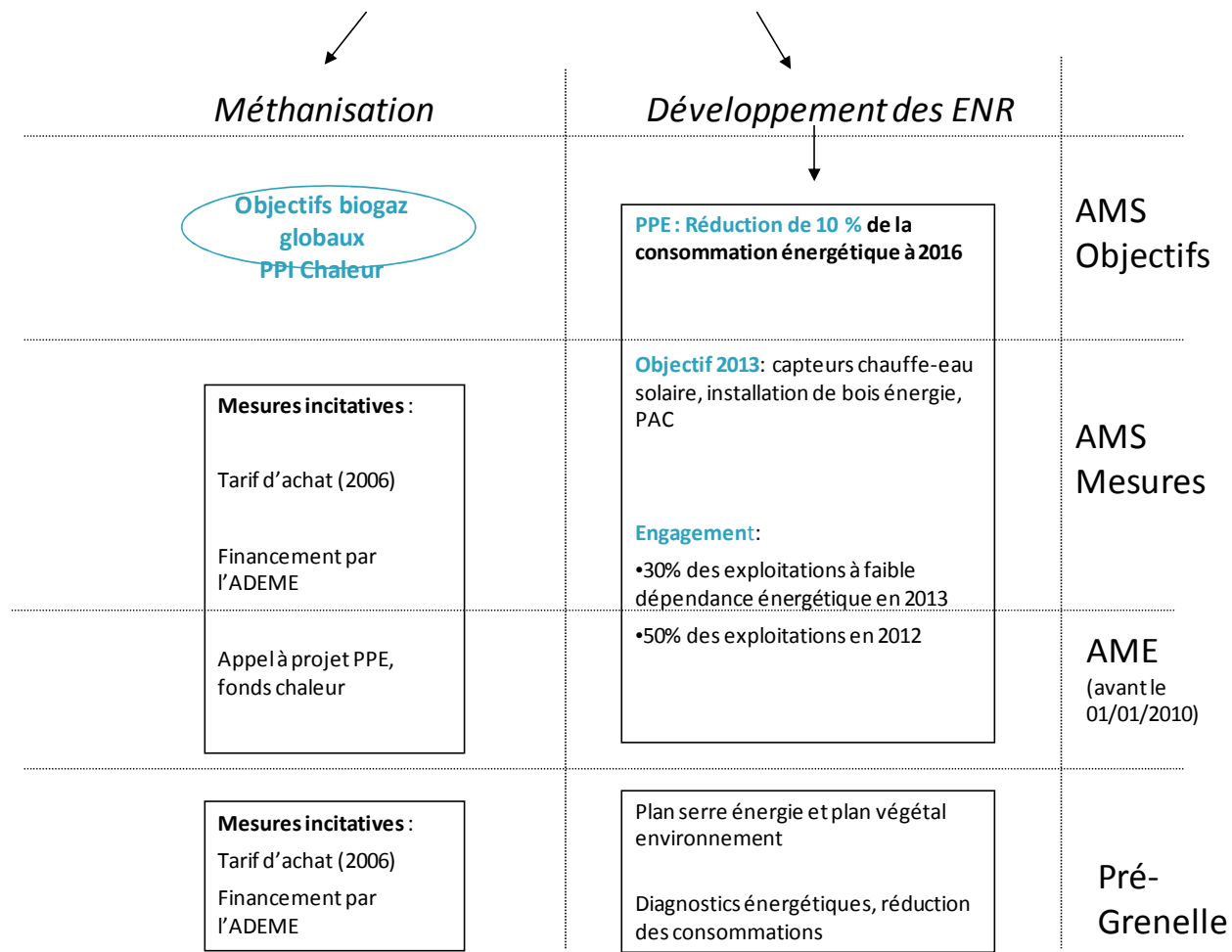
# Transports : démarche retenue



# Agriculture et forêts : démarche retenue

- **Volet énergétique: modélisé par Poles / Medpro**
- **Volet non-énergétique: reprise de l'exercice INRA-CITEPA 2010 à paraître**
  - Scénario Tendancier 2010 pour le scénario pré-grenelle
  - Scénario Bioénergie 2010 pour les 3 autres scénarios

# Agriculture et forêts : démarche retenue pour la partie énergétique



# Agriculture et forêts : démarche retenue pour la partie non-énergétique

## Reprise des scénarios tendanciel 2010 et bioénergie 2010 de l'INRA

Variables concernées	Scénario tendanciel	Scénario bioénergie
<b>Croissance économique</b>	modérée	idem
<b>Accords internationaux</b>	pas d'accord	idem
<b>Réformes de la PAC</b>	1999,2003 et 2006 sur l'OCM sucre	idem + suppression de la jachère obligatoire, PPE, réduction de la fertilisation azotée
<b>Pâquet énergie climat</b>	directive européenne biocarburants	23% d'EnR en 2020 et 10% d'EnR dans les transports en 2015
<b>Développement des biocarburants</b>	7% en 2015	10% en 2015 et maintien à 10% jusqu'à 2020
<b>Développement des TCR</b>	Pas de concurrence avec les surfaces agricoles	1 Mha en France en 2020 sur des surfaces agricoles cultivées ou non
<b>Optimisation de la récolte de bois</b>	Niveau de récolte tendanciel	+21Mm3 en 2020 par rapport à l'année initiale

# Prospective entre 2020 et 2030

- Un objectif général post 2020 : **facteur 4 à 2050** ;
- Absence d'objectifs sectoriels post 2020 ;
  
- **Hypothèses:**
  - Pré Grenelle, AME et AMS mesure : prolongation des tendances post 2020;
  
  - AMS objectifs: une prolongation tendancielle et une prolongation contrainte entre 2020 et 2030 pour être cohérent avec l'objectif facteur 4 à 2050