GAENA

Association des Retraités du groupe CEA

Groupe Argumentaire sur les Énergies Nucléaire et Alternatives

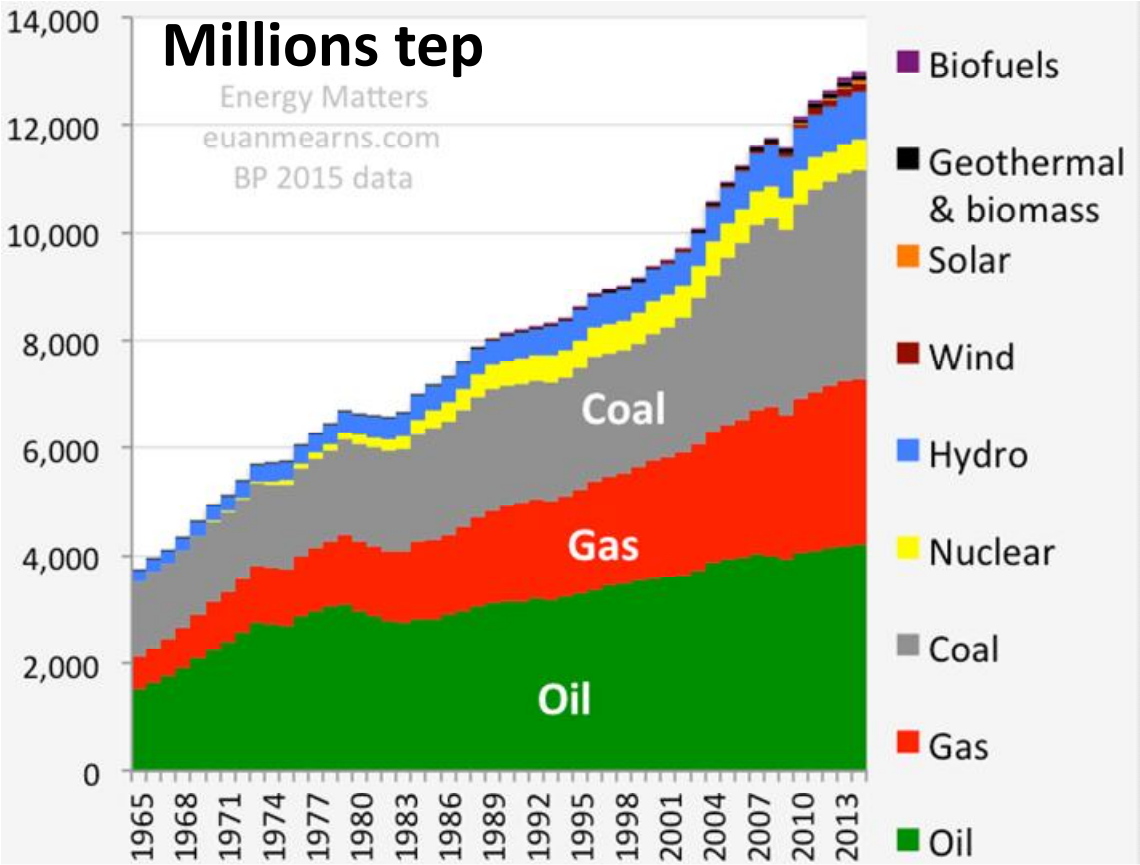
Quelles énergies pour les générations futures : les défis à relever

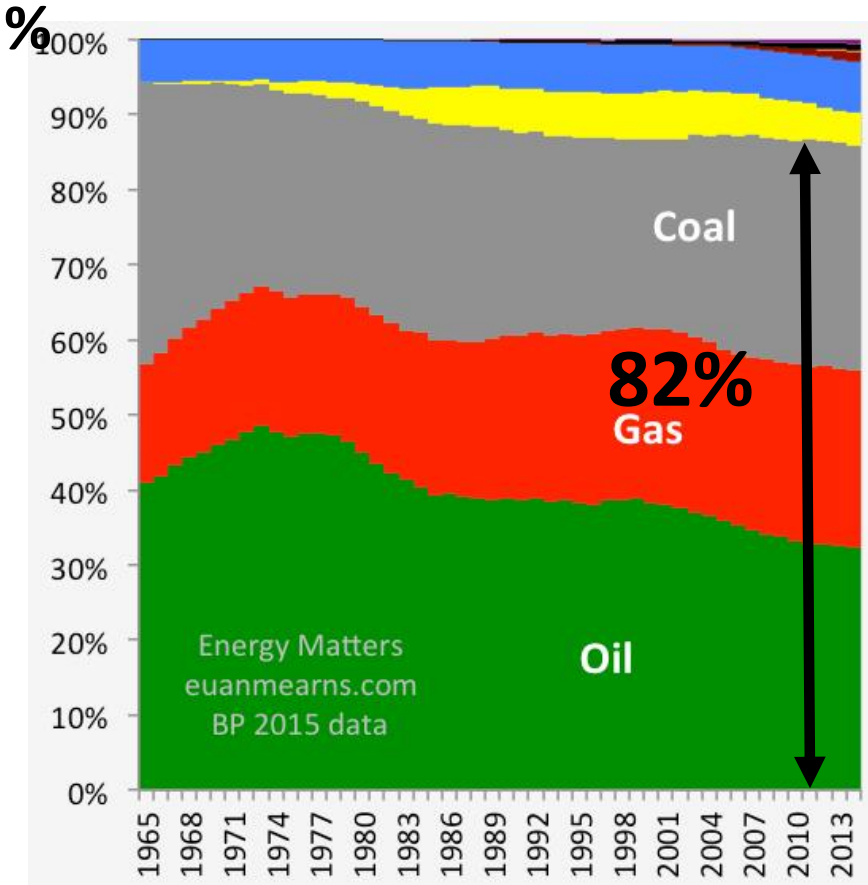
Les énergies actuellement disponibles et leur gestion (la France dans le concert mondial)

Jean-Pierre Pervès

Consommation totale énergie monde de 1965 à 2014

Pourcentage des fossiles: quasi constant depuis 30 ans





BP Statistical Review 2015

POPULATION MONDIALE: 8 milliard en 2025?

Des ressources fossiles ultimes importantes, mais à quel prix?

Milliards de tep	Ressources conventionnelles	Ressources extractibles suplémentaires	Ressources totales ultimes	Consommation annuelle	Nombre années de consommation 2015
GAZ	160	201	361	2,96	122
PETROLE	232	164	390	4,41	88
CHARBON	623	9000	9600	3,93	> 2000

Un peu plus de gaz que de pétrole et un charbon très dominant (90% de la ressource totale), mais quel devenir pour la séquestration du CO2

L'URGENCE EST CERTAINEMENT PLUS CLIMATIQUE QUE RESSOURCES

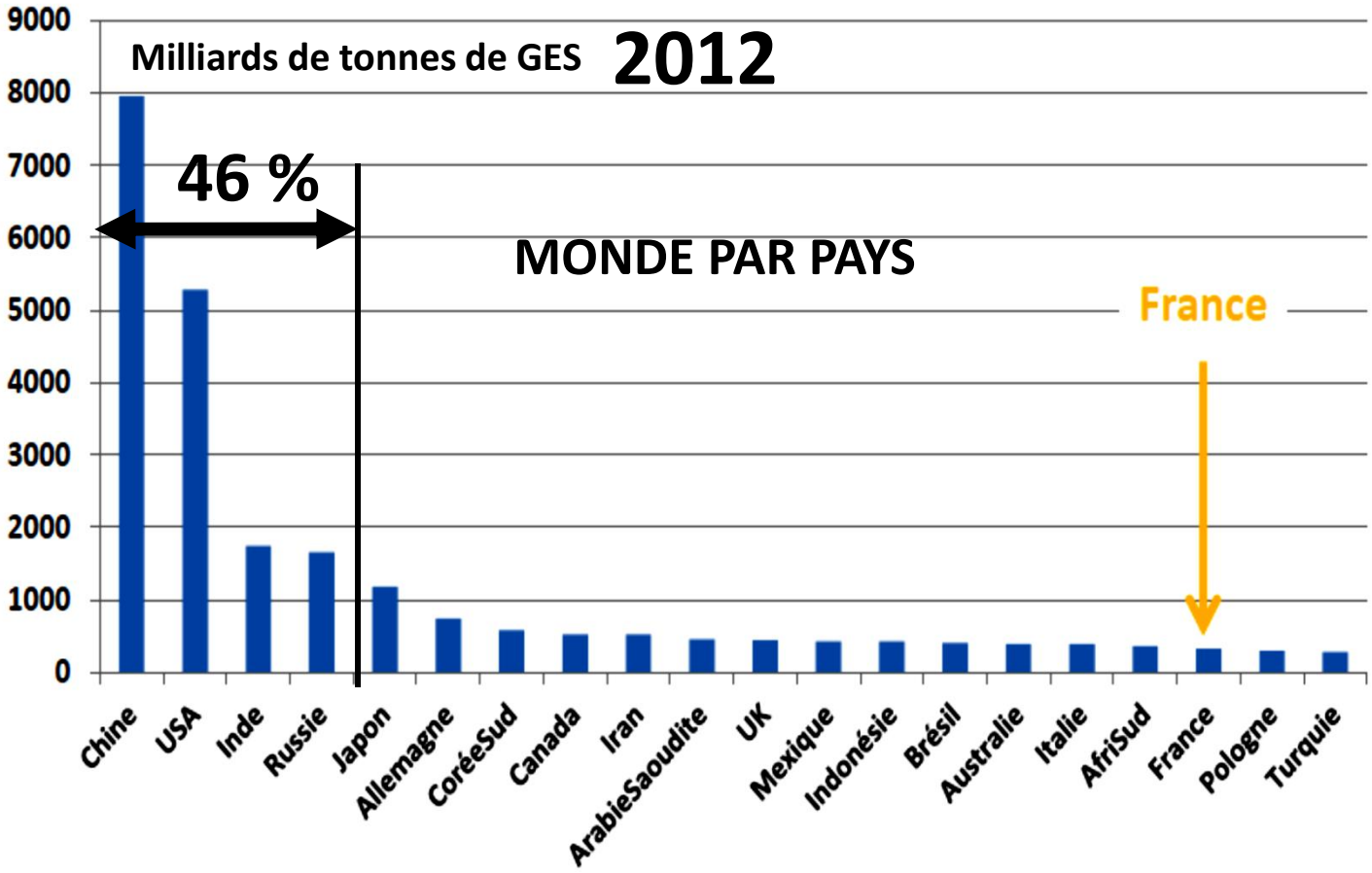
La France est un des pays les plus performants de l'OCDE du point de vue des émissions de CO_2

Sans progrès des USA, de la Chine, de l'Inde et de la Russie tout effort sera vain

France 1% du monde et 10% de l'Europe

L'impact de son ambition sera limitée

Les quatre « grands » ont de vastes ressources de fossiles



GAENA

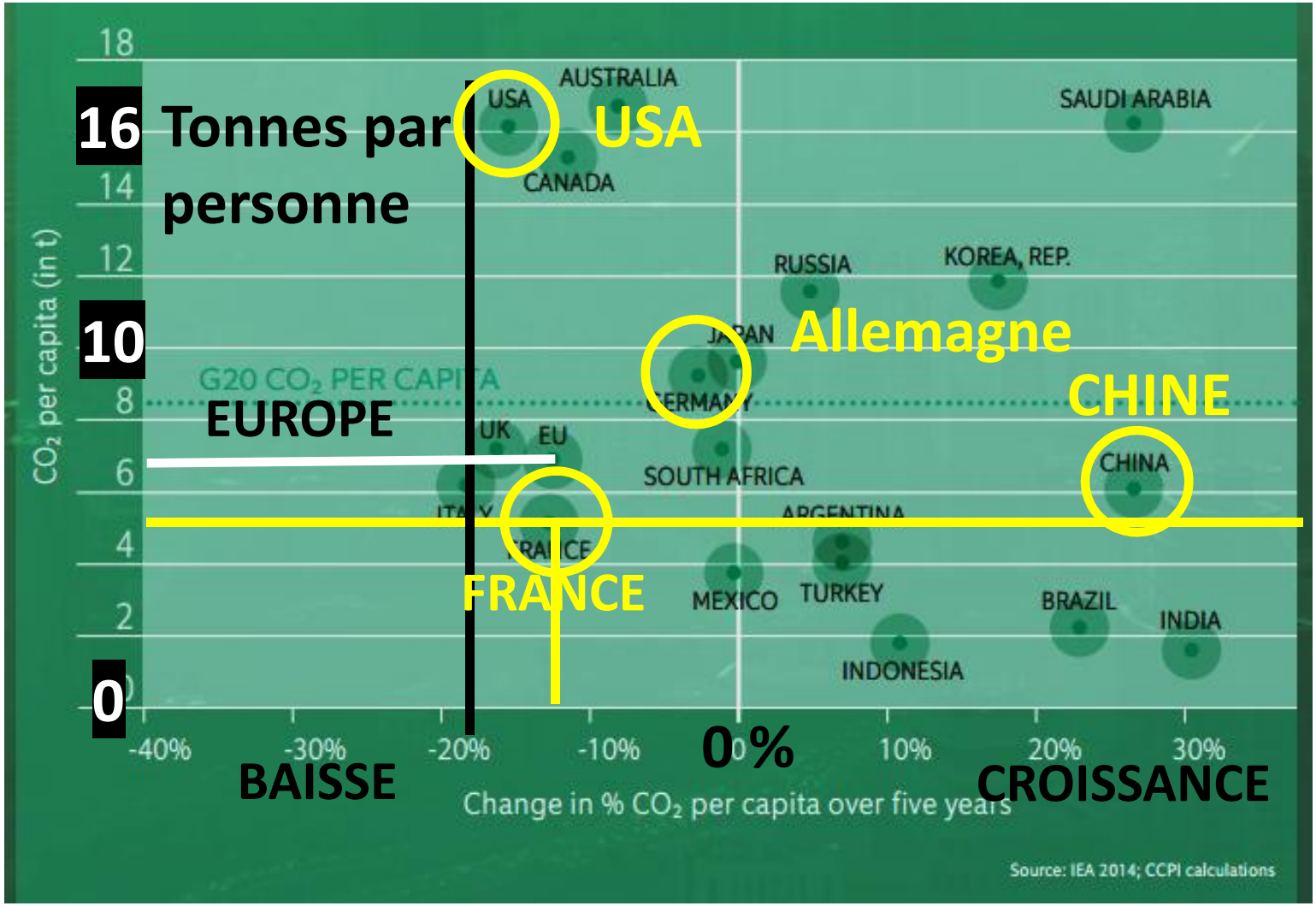
Emissions de CO_2 par tête et évolution sur 5 ans hors autres GES (2007/2012)

Une tonne de CO2 évitée aujourd'hui sera plus efficace que demain. Importance des technologies matures

Un chinois génère plus de CO_2 qu'un français

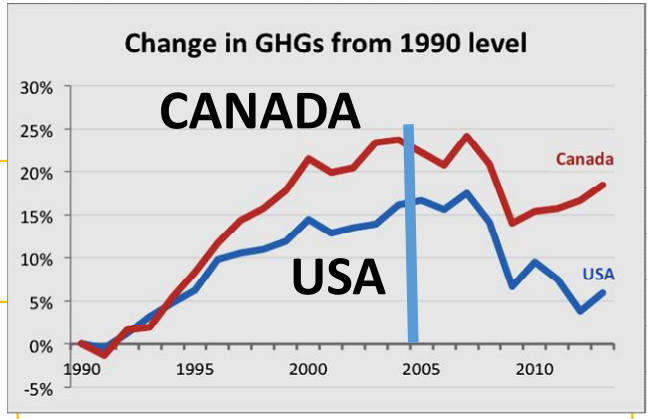
Un américain est un très gros émetteur

L'Allemagne n'est pas vraiment un modèle



GAENA

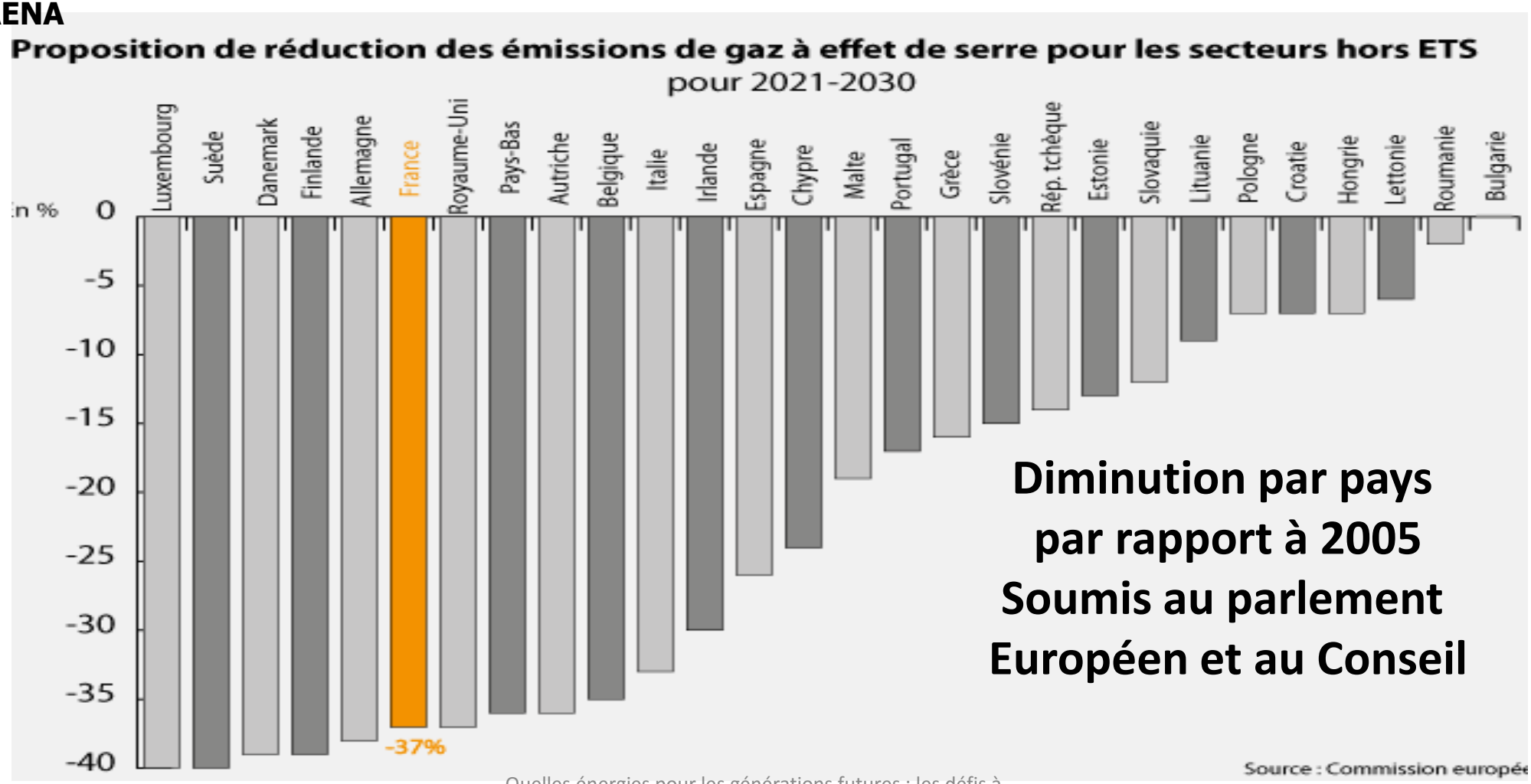
Promesses équilibrées ou « jeu de dupes »? Les quatre s'engagent bien peu! La référence des US leur est bien favorable



	% baisse	Référence	année	
EUROPE	- 40	1990	2030	
USA/(CANADA)	de - 26 à - 28	2005	2025	Soit – 11% (- 2%) par rapport à 1990
CHINE	sans	Pic en 2030	sans	
RUSSIE	de -25 à -30	1990	2030	Comptabilisation impact forêts ???
INDE	de -33 à -35	2005	2030	Diminution par point d'un PIB croissant (si aide!)

Une proposition de la Commission européenne déséquilibrée (été 2016)

Objectifs fonction du seul PIB/habitant: non prise en compte des émissions/habitant



Diminution par pays par rapport à 2005 Soumis au parlement Européen et au Conseil

GAENA

Les émissions de GES de l'Europe ont diminué de 11,2 à 8,8 t/h de 1990 à 2015 (20%)
Il faudrait une convergence des émissions par habitant

Tonnes de GES/habitant	2005	% réduction	2030
		2030/2005	
Allemagne	12,31	38	7,63
France	9,11	37	5,74
Danemark	12,71	39	7,75
Suède	7,63	40	4,58

France/Allemagne

- **En 2005: 75,6 %**
- **En 2030: 75,2 %**

Suède/Danemark

- **En 2005: 60 %**
- **En 2030: 59 %**

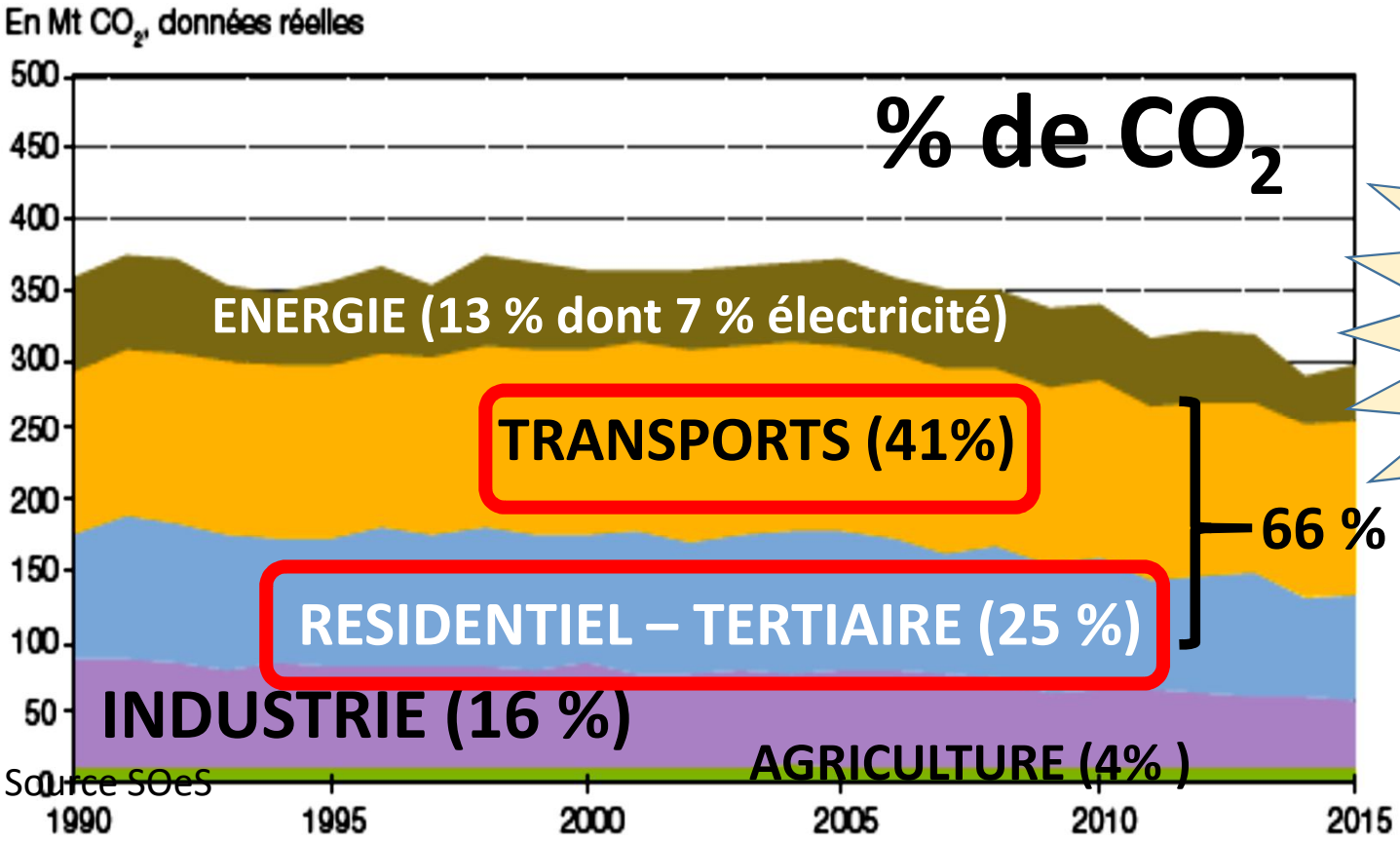
La pression sur la France et la Suède est considérable mais voulue par ses représentants
L'effort des pays les plus pollueur est-il suffisant ou deviendra t-il un avantage acquis?
IL FAUDRAIT ETRE PRAGMATIQUE ET CHOISIR LES VOIES COMPETITIVES

La France et les émissions de GES: COMMENT LES REDUIRE?

GAENA

Emissions de CO_2: 303 Mt CO_2 en 2014

(Autres que $C0_2$: environ 24% → total de 375 Mt équivalent CO_2)



Source SOeS

Contributions en GES

Transport (36 %)

Bâtiments (20 %)

Agriculture (14 %)

Total 70 %

(total 76 %)

COMMENT AGIR?

Efficacité énergétique: - 0,6 % par an de 2013 à 2015

GAENA

Une progression faible quelques soient les secteurs malgré des années douces! Objectif européen: -30% en 2030

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Consommation d'énergie primaire réelle (tous usages, non corrigée des variations climatiques)				258,8	259,6	249,6	
Consommation énergique primaire brute (hors consommation non énergétique, non corrigée des variations climatiques)				244,61	246,17	235,61	
Consommation énergétique finale brute (non corrigée des variations climatiques)				151,17	153,17	143,00	
Consommation finale énergétique par secteur (corrigée des variations climatiques) :							
- Résidentiel	50,4	49,9	50,2	46,4	46,3	45,8	45,0
- Tertiaire	18,6	18,1	18,4	22,3	22,2	21,9	22,0
- Transports	49,2	49,3	50,0	49,1	48,7	48,8	49,4
- Industrie	33,0	34,0	32,8	29,9	29,1	28,8	28,4
- Agriculture	4,4	4,3	4,2	4,5	4,7	4,7	4,8
Total des consommations énergétiques finales sectorielles	**155,6**	**155,4**	**155,6**	**152,1**	**151,0**	**150,0**	**149,2**

Source : SOeS

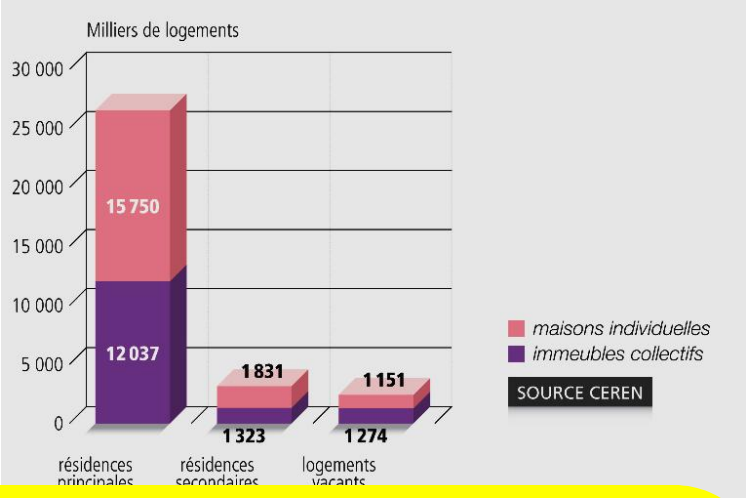
Bâtiments anciens: un challenge à 500 milliards €?

34 millions de logements

55% construits avant 1975

Chauffage gaz: 43 %
Chauffage fuel: 14%

57 % fossiles

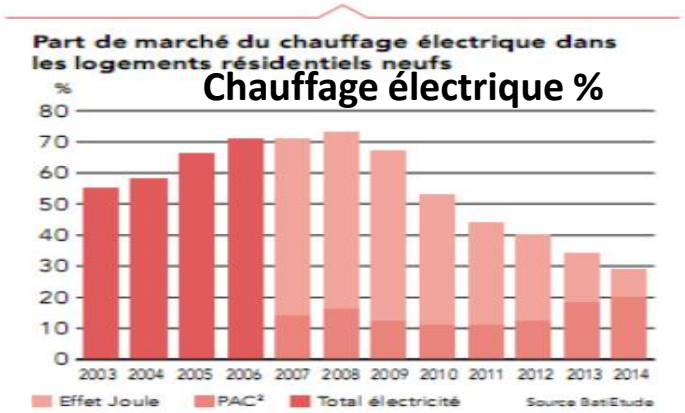


Consommation moyenne: 240 kWh/m²/an
: plus de 330 pour 22% du parc
Objectif: 150 dans l'ancien (500.000 par an) → 30% en réalité
: 50 dans le neuf

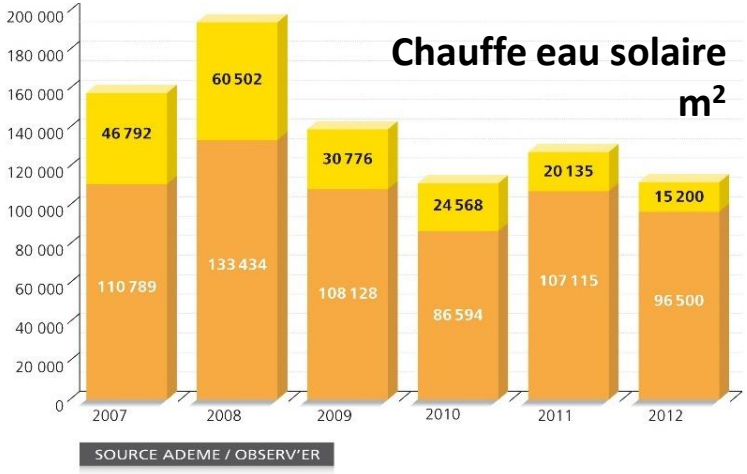
Professionnalisation du secteur indispensable
349.000 entreprises et 1.300.000 employés

BATIMENTS NEUFS: LA RÉALITÉ

Une règle technique inconséquente du bâtiment, la RT 2012, favorise le gaz



Pompes à chaleur
70000 pour 350.000 logements construits en 2014



PART DU GAZ EN 2013 DANS LA CONSTRUCTION NEUVE

- Collectif 72,6 %
- Individuel groupé 55%
- Maisons 22%

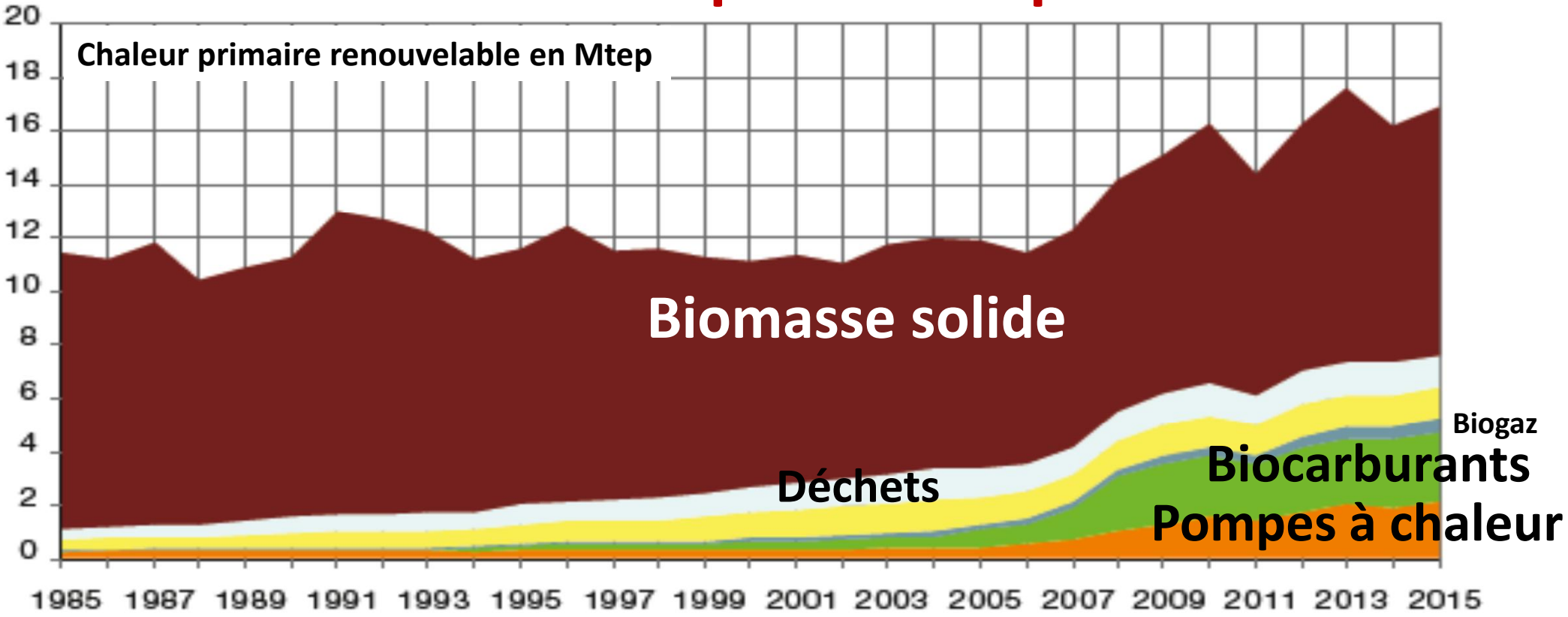
Source ADEME

Une lourde révision de la LTE à engager
(des maisons décarbonées et non à énergie positive)

- **Professionnaliser le secteur: 350.000 entreprises!**
- **Rénovations les plus rentables du point de vue CO_2**
  - **supprimer le fuel domestique, réduire le gaz**
  - **Combinaison électricité avec gaz pour les pointes**
  - **isolation des combles et…: les plus rentables d'abord**
  - **Appoint biomasse, ….**
- **Relance de l'électrification (pompes à chaleur) dans le neuf et l'ancien**

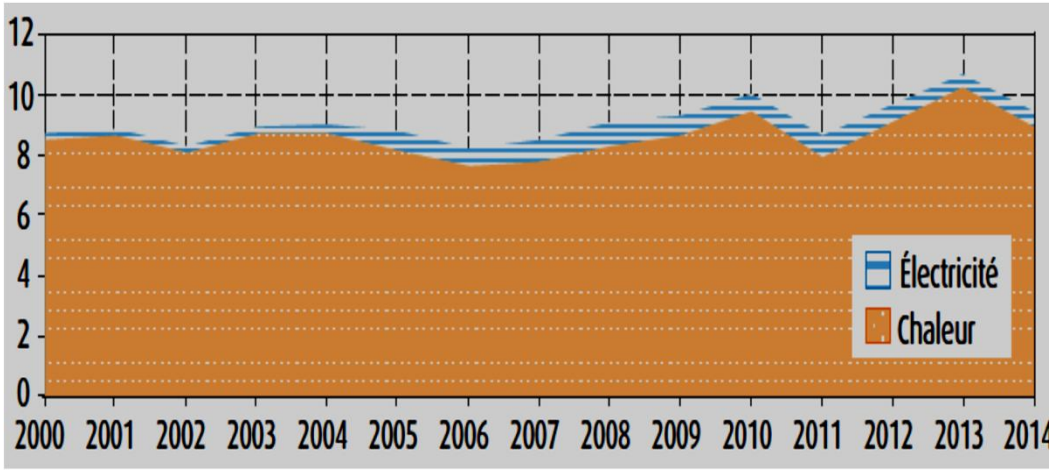
Source ADEME

Les énergies renouvelables thermiques
Seules nouveautés depuis 2005: les pompes à chaleur et les biocarburants qui sont en perte de vitesse

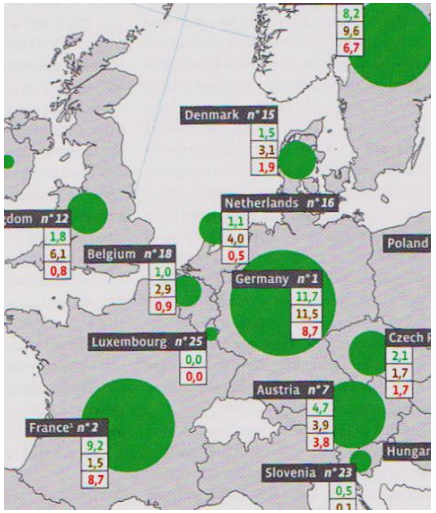


BIOMASSE: la ressource BOIS/ENERGIE

- La forêt couvre 30% du territoire
- Ressource mobilisable: 31 Mtep
- En 2015: 9,4 Mtep → 5,8 % (*)
- En 2023 : 13,5 Mtep ?



- Concurrence avec bois matériaux, papier,…
- 3,3 millions de propriétaires pour 70% de la forêt
- 900 millions de subventions
- Industrie vieillissante → re-professionnaliser!
- 5 ministères et 10 interprofessions



(*): % de l'énergie finale

LES BIOCARBURANTS 1ère Géneration

2,6 Mtep en 2015
1,6 % énergie finale (*)

3,3 Mtep en 2023 ??

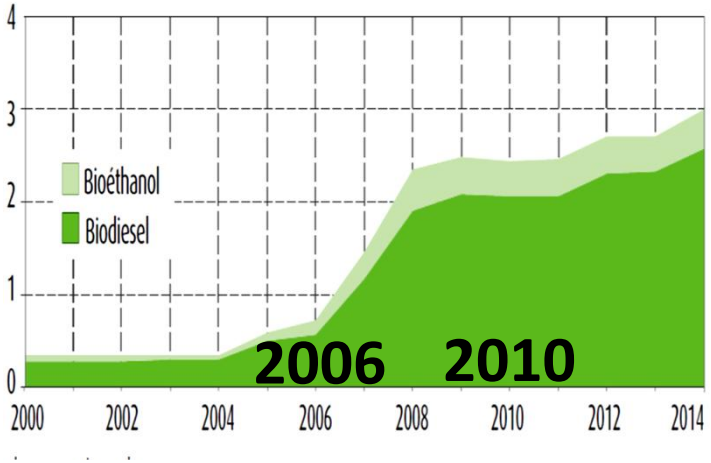
Objectif Europe:
6,5 % en 2020

3 milliards €/an
Compétition avec l'agriculture nourricière

La deuxième génération n'émerge pas encore

(*): % de l'énergie finale

Une politique coup de boutoir
Une efficacité limitée
Utilisation de terres arables



POUR UNE VOITURE 100% biocarburants:
(20.000 km/an et 6 l/100 KM)

BETTERAVE → 0,5 ha
BLE → 1,1 ha
COLZA → 1,1 ha

Quelles énergies dans le transport

Les options pour 2030 sont bien limitées

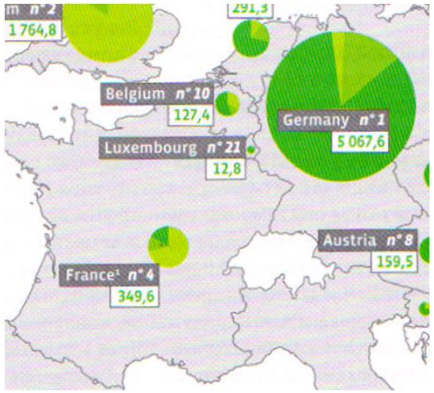
- **Basculement vers les véhicules électriques et hybrides rechargeables** (une centrale = 700.000 véhicules électriques)
- **Limiter les bio carburants de première génération à 7%**
- **Soutenir les constructeurs pour des moteurs sobres**
- **Développement des transports en commun**
- **Démontrer les biocarburants de 2ème et 3ème génération (R&D en difficulté) ???**

et des évolutions sociétales!

BIOGAZ CHALEUR (439 installations en 2014)

GAENA

- **Utilisation:**
  - **Chaleur: utilisation directe ou injection dans le réseau de gaz**
- **France 2015: 0,6 Mtep - 0,37 % (*)**
- **Objectif 2023: 0,8 Mtep (2 en 2030?)**
- **Allemagne 2011:**
  - **5,1 Mtep ou 1,4 % de l'énergie**
  - **50 % (?) à partir de cultures énergétiques (maïs!!!)?**
  - **Blocage du développement prévu**



(*): % de l'énergie finale

POTENTIEL GLOBAL DES ENR THERMIQUES: DES LIMITES ! (en Mtep): 2015/2023

Energies renouvelables thermiques (hors applications non énergétiques)	2015	2023
BIOMASSE SOLIDE dont déchets (renouvelables 1,1 et non renouvelables 1,2	11,7	13,5
BIOGAZ	0,6	0,8
SOLAIRE THERMIQUE	0,11	0,34
BIOCARBURANTS	2,6	3,3
GEOTHERMIE	0,22	0,45
TOTAL EnR Thermiques Mtep Pourcentage énergie finale	15,23 (9,4 %)	18,4 (11,5%)

CGDD: Bilan énergétique de la France 2014

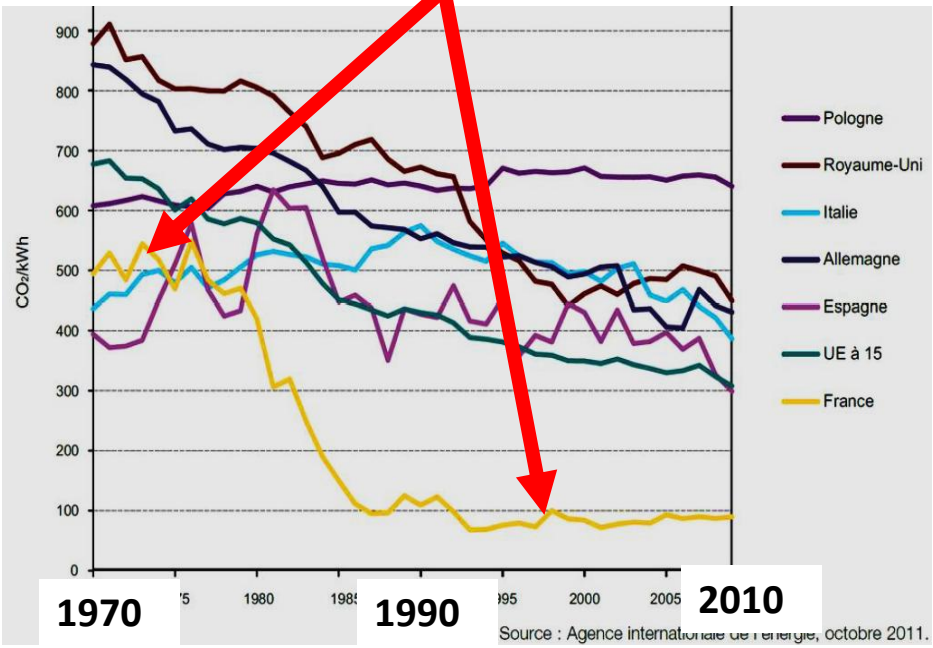
Le potentiel est clairement limité, ce sera difficile en raison des contraintes réglementaires nombreuses. On ne peut espérer une contribution très supérieure à 20 % à long terme

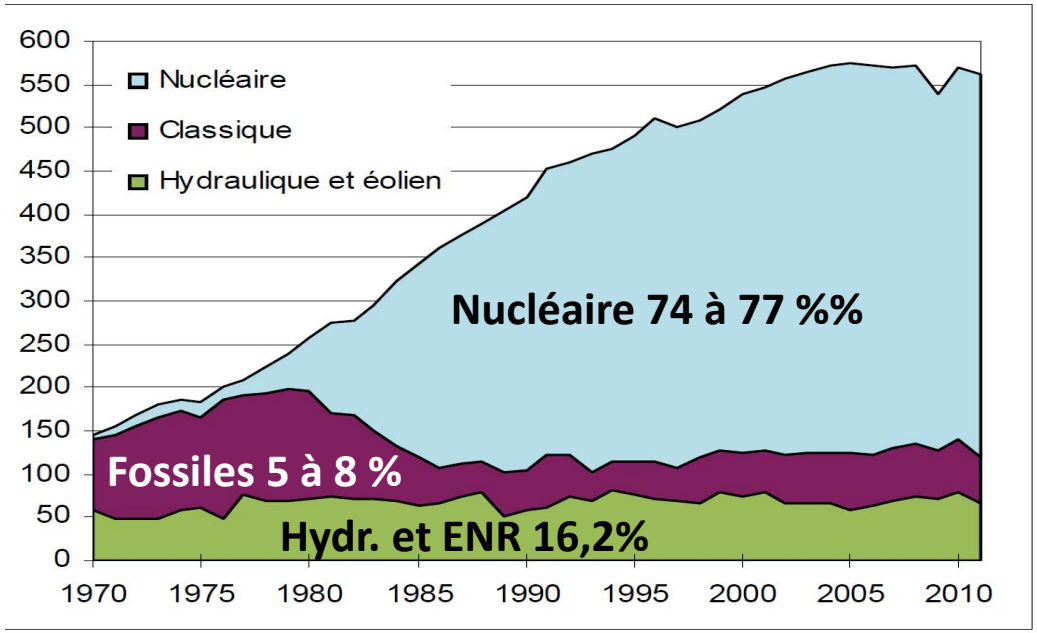
L'ÉLECTRICITÉ UNE (BONNE?) SINGULARITÉ FRANÇAISE

la moitié de la transition énergétique est faite!

g CO_2 par kWh

352	UE à 28
310	UE à 15
477	dont : Allemagne
215	Autriche
196	Belgique
291	Espagne
191	Finlande
61	**France**
402	Italie
404	Pays-Bas
441	Royaume-Uni





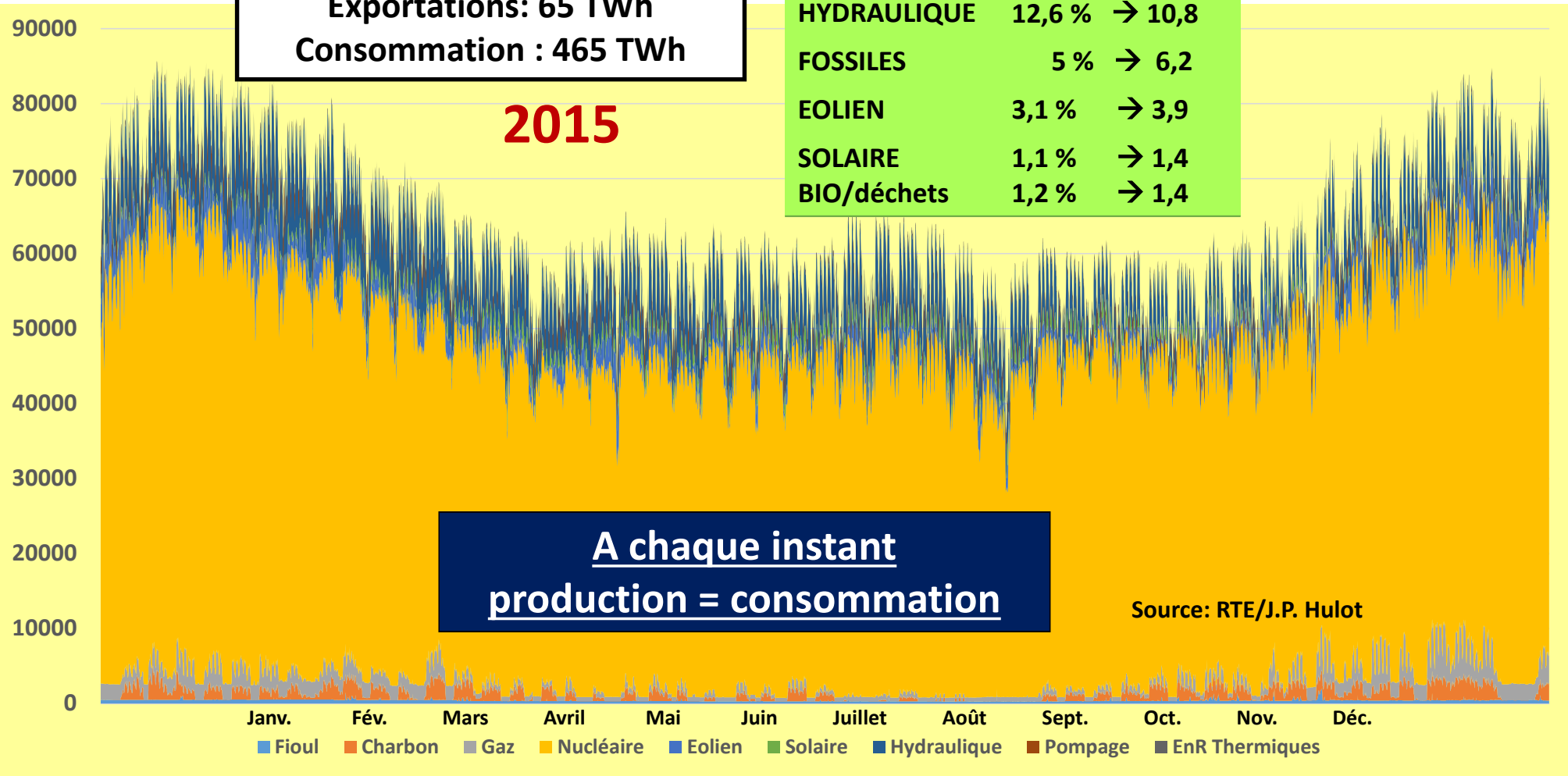
40 % de l'électricité mondiales: centrales à charbon ou lignite

arcéa
GAENA

Puissance 129 GW –
Production: 546 TWh
Exportations: 65 TWh
Consommation : 465 TWh

2015

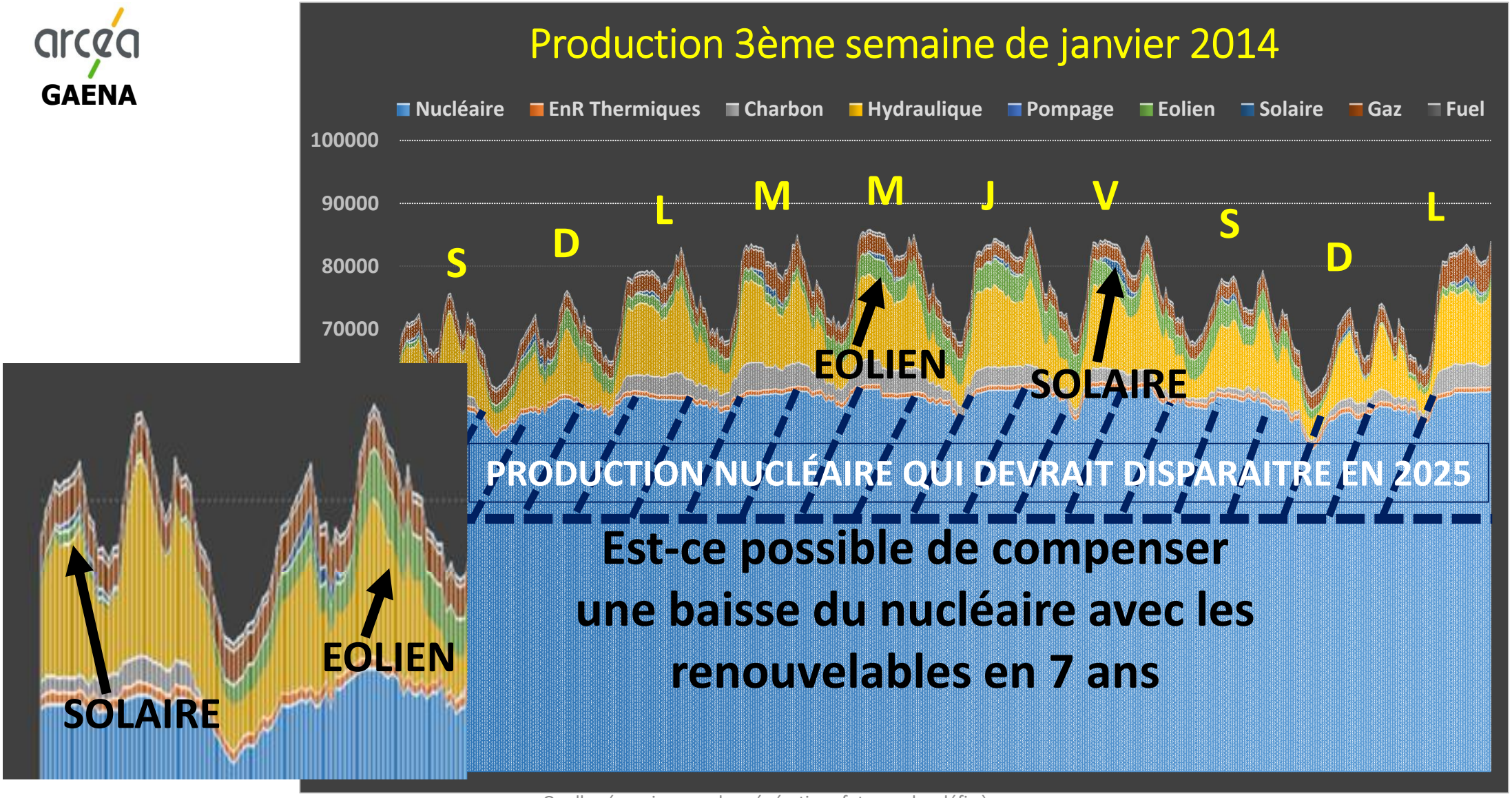
	2014	→ 2015
NUCLEAIRE	77 %	→ 76,3
HYDRAULIQUE	12,6 %	→ 10,8
FOSSILES	5 %	→ 6,2
EOLIEN	3,1 %	→ 3,9
SOLAIRE	1,1 %	→ 1,4
BIO/déchets	1,2 %	→ 1,4



A chaque instant
production = consommation

Source: RTE/J.P. Hulot

arcéa
GAENA


Production 3ème semaine de janvier 2014
Nucléaire
EnR Thermiques
Charbon
Hydraulique
Pompage
Eolien
Solaire
Gaz
Fuel
100000
90000
80000
70000
S
D
L
M
M
J
V
S
D
L
EOLIEN
SOLAIRE
PRODUCTION NUCLÉAIRE QUI DEVRAIT DISPARAITRE EN 2025
Est-ce possible de compenser une baisse du nucléaire avec les renouvelables en 7 ans
SOLAIRE
EOLIEN

Que prévoit la PPE pour le développement des énergies renouvelables 2018/2023 (parallèle à une baisse à 50% de la production nucléaire)

Scénario médian: valeur moyenne entre les deux scénarios haut et bas de la PPE

PPE en MW	Fin 2015	Fin 2023	Rapport 2023/2015
		Médian	
Eolien on-shore	10312	23900	2,32
Eolien off-shore	0	3000	
Tot Eolien	10312	26900	2,61
Photovoltaïque	6191	19200	3,10
Total électrique MW	16503	46100	2,79

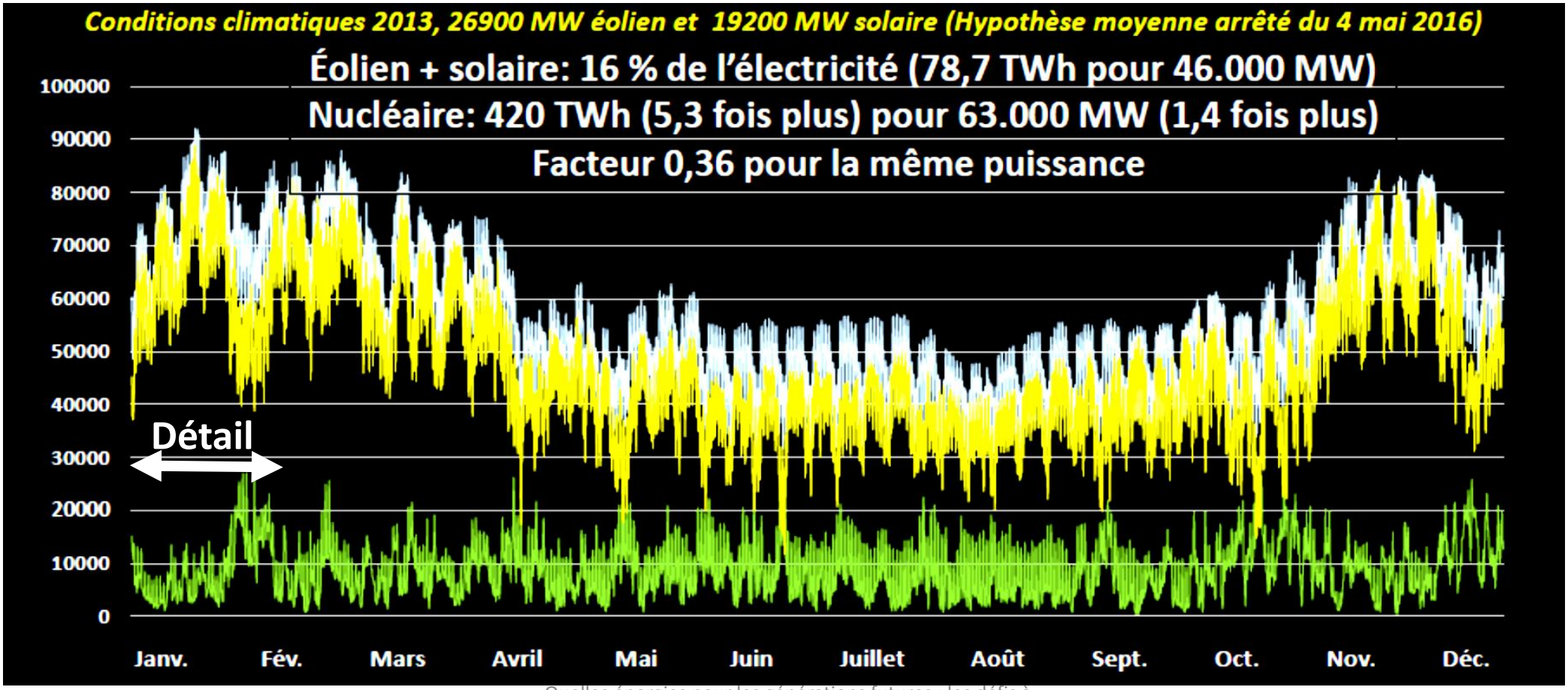
A ajouter

5500 éoliennes on shore
500 éoliennes offshore

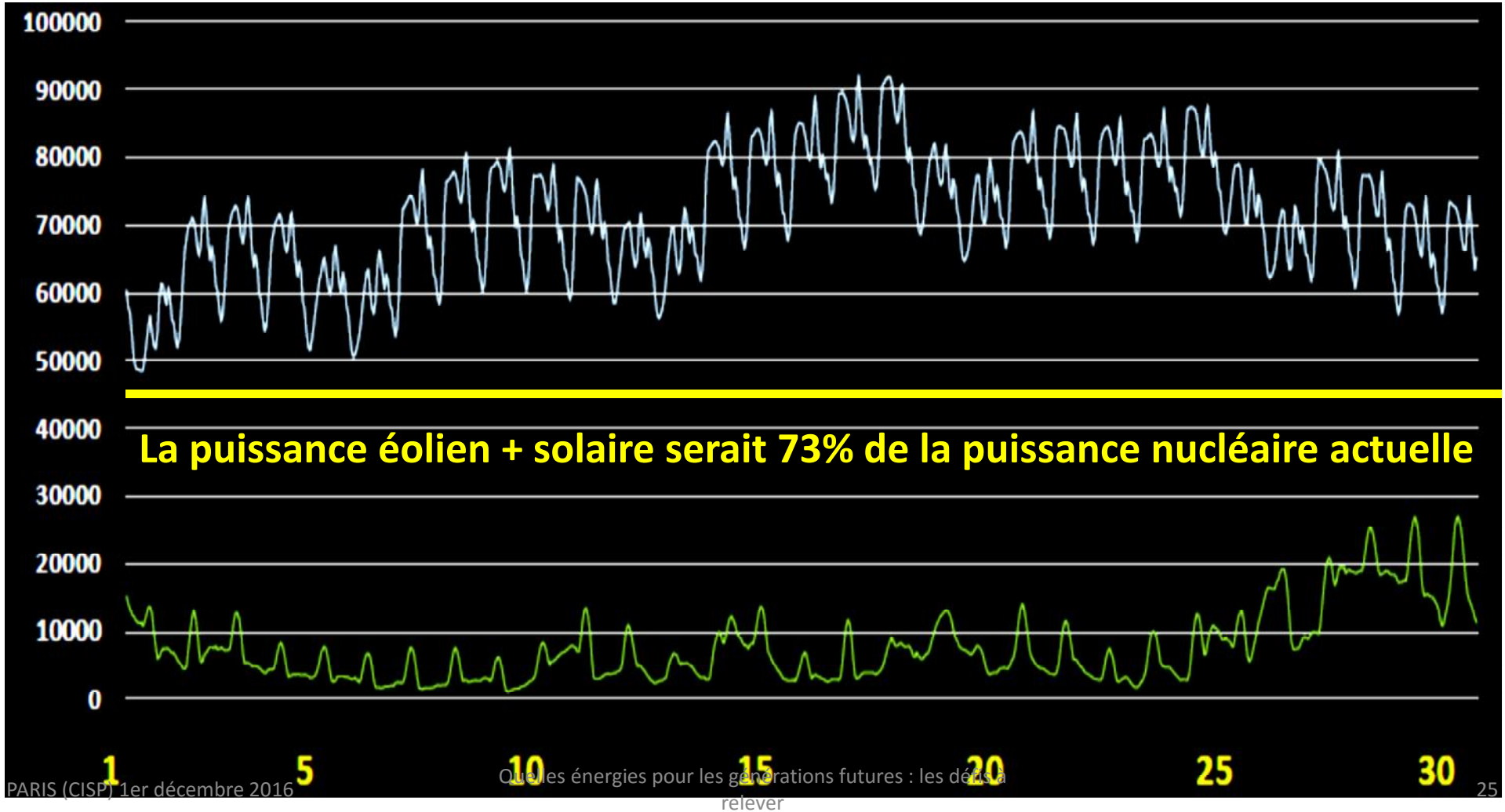
Photovoltaïque:
300 CESTA (la plus grosse centrale française)

Ajout de 51 TWh intermittentes en 2023: investissement de 50 à 60 milliards et retrait de 140 TWh nucléaire en 2025

Que se passera t-il en 2023 avec la PPE: consommation (blanc), éolien + solaire (vert) et autres moyens de production (jaune)



QUE SE PASSERA T-IL EN HIVER 2023
Pour des conditions climatiques identiques à 2013

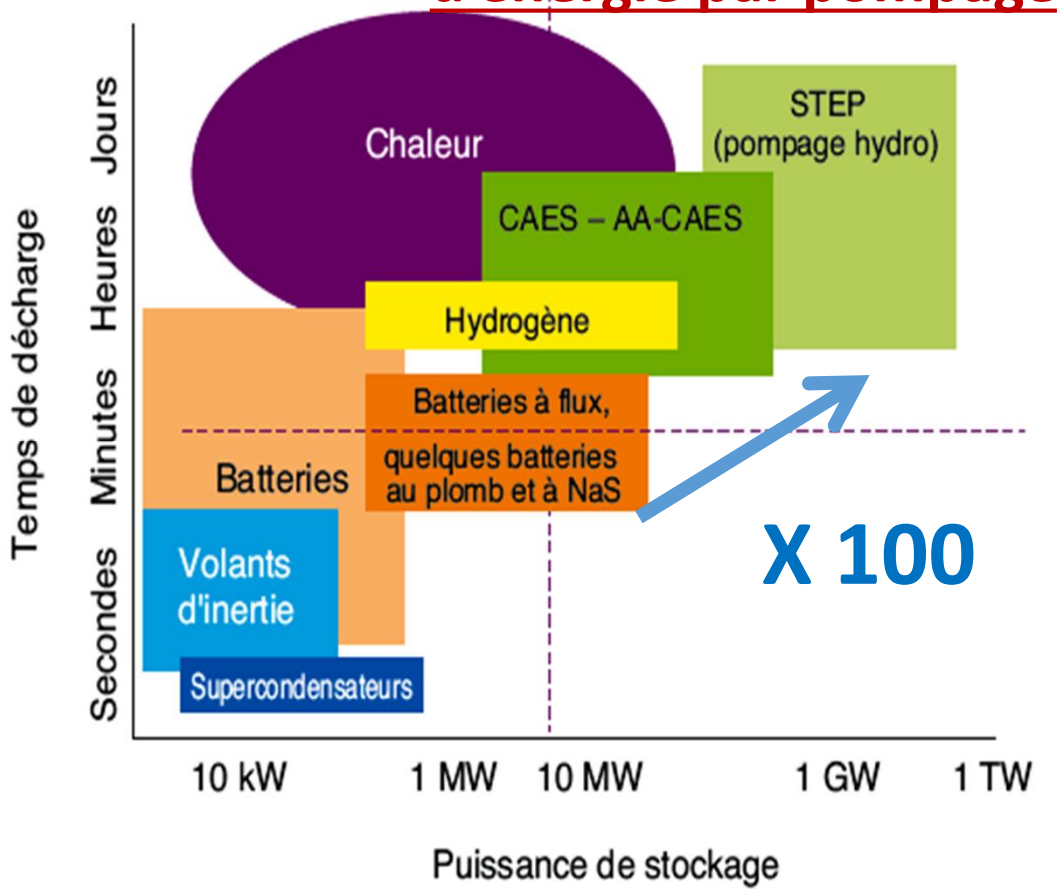


La puissance éolien + solaire serait 73% de la puissance nucléaire actuelle

Que faut-il attendre du stockage d'électricité
Dans les 15 ans presque rien

98% du marché: stations de transfert d'énergie par pompage

- **Le stockage « hydraulique » par STEP est aujourd'hui le seul efficace mais limité par la ressource d'eau**
- **Le stockage par batteries (Li-ion et chimique) ne permet pas un stockage de masse et contribuera surtout à la modulation de la tension du réseau**
- **Le stockage par la voie H2 et piles à combustible souffrira d'une surcroît d'investissements avec un rendement global très faible, après 2030**



CONCLUSION: pragmatisme et efficacité

- Le programme d'efficacité énergétique est essentiel mais devra s'étaler sur de nombreuses décennies et s'appuyer sur une RT bâtiments révisée
- Une professionnalisation des entreprises du bâtiment, trop petites et souvent peu qualifiées, est nécessaire .
- Le développement des énergies renouvelables thermiques est souhaitable mais il ne faut pas en attendre une contribution très importante. Re-professionnaliser la filière bois, simplifier l'organisation et la réglementation
- La France a une électricité décarbonée et des industriels de niveau mondial:→ s'orienter vers une décarbonation par électrification des transports et des bâtiments.
- En ce sens le nucléaire devrait être développé et non réduit!

CONCLUSIONS (suite)

- Eolien et du photovoltaïque matures: revenir aux règles du marché
- Le coût du CO_2 évité par ces deux technologies est excessivement élevé (de 400 à 1100 € par tonne évitée sur 20 ans alors que le prix du CO_2 sur le marché est inférieur à 10 €).
- Le gaz sera utile pour contribuer au pilotage du réseau mais une forte concurrence sur le marché est à prévoir car de nombreux pays souhaitent y avoir recours. Se pose ainsi la question de l'intérêt d'une recherche du gaz de schiste sur notre territoire.

A plus long terme il faudra porter une attention particulière à de nouvelles technologies, à amener au niveau industriel: filière hydrogène et les biocarburants de 2ème génération par exemple, **mais aussi à l'adaptation au changement climatique.**

MERCI DE VOTRE ATTENTION