

Energie dans le Monde et en France

Quelques Repères

Energie dans le Monde et en France

| | Page |
|--|-------------|
| • Vision Mondiale | 3 |
| • La situation Française | 19 |
| • Grands Enjeux et Conséquences | 26 |

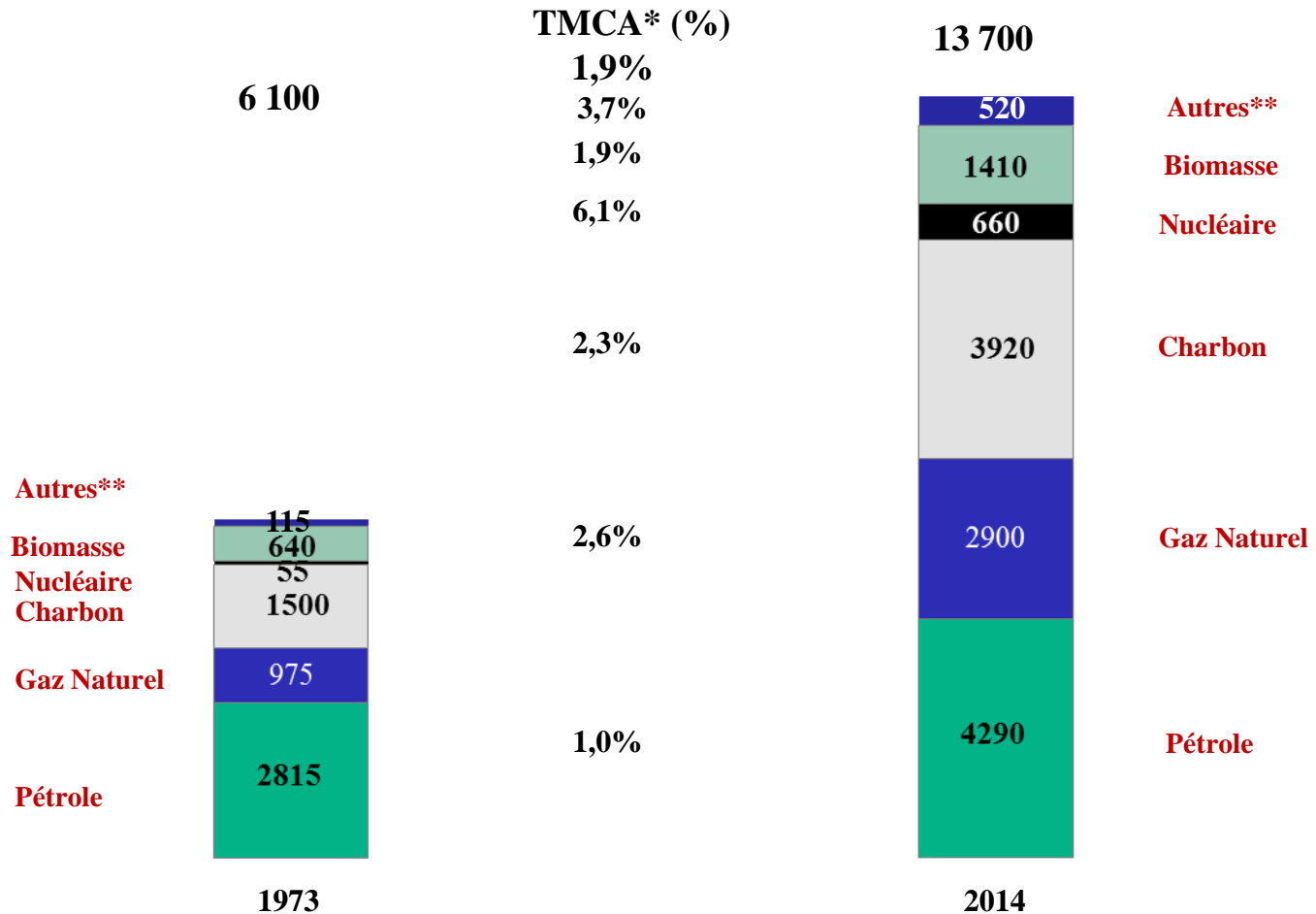
Energies: Caractéristiques

L'énergie provient de sources différentes qui ont chacune leur intérêt propre mais aussi souvent qui présentent des inconvénients significatifs. D'où la notion de mix énergétique.

| | Avantages | Inconvénients |
|-------------------------------|---|--|
| Pétrole | <ul style="list-style-type: none"> • Se transporte facilement • Idéal pour le transport individuel • Matière première | <ul style="list-style-type: none"> • De plus en plus difficile d'accès • Coût croissant sauf huile de schiste • Gaz à Effet de Serre (GES) • Coût écologique (schiste) |
| Gaz naturel | <ul style="list-style-type: none"> • Se transporte assez facilement • Abondance • Multi usage • Matière Première | <ul style="list-style-type: none"> • Dangereux • GES • Dommages écologiques (gaz de schiste) |
| Charbon | <ul style="list-style-type: none"> • Très abondant (Chine notamment) • Multi usage | <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité dans les mines • Très polluant |
| Electricité | <ul style="list-style-type: none"> • Pas de GES par l'utilisateur • Multi usage • Facilité d'usage • Potentiel Energies Renouvelables | <ul style="list-style-type: none"> • Pas une énergie primaire • Rendement faible • GES de production « hors nucléaire » • Déchets nucléaires • Se stocke mal et difficile à transporter |
| Biomasse et déchets | <ul style="list-style-type: none"> • Une certaine abondance • Bilan carbone | <ul style="list-style-type: none"> • Pollution • Déforestation • Impact actuel limité hors pays très pauvres |
| Energies renouvelables | <ul style="list-style-type: none"> • Peu de GES • Carburant gratuit • Déconcentrée (« démocratique ») • Impact environnemental limité | <ul style="list-style-type: none"> • Intermittence (sauf géothermie) • Solaire: prod max vs conso mini en été • Faible puissance en général • Dépendance de la Chine (panneaux PV, Néodyme) |

Monde: Offre Totale d'Énergie (Mtep)

L'offre globale d'énergie a plus que doublé en 40 ans. En dehors du nucléaire (en baisse récente) et des EnR (y compris hydroélectricité), les taux de croissance sont de 1 à 2,5% par an donc inférieurs à la croissance de l'économie mondiale (2,9%).



* Taux Moyen de Croissance Annuel

** Energies renouvelables y compris hydroélectricité

Mtep: Million de Tonnes équivalent-pétrole

Importateurs et Exportateurs Nets d'Énergie 2014

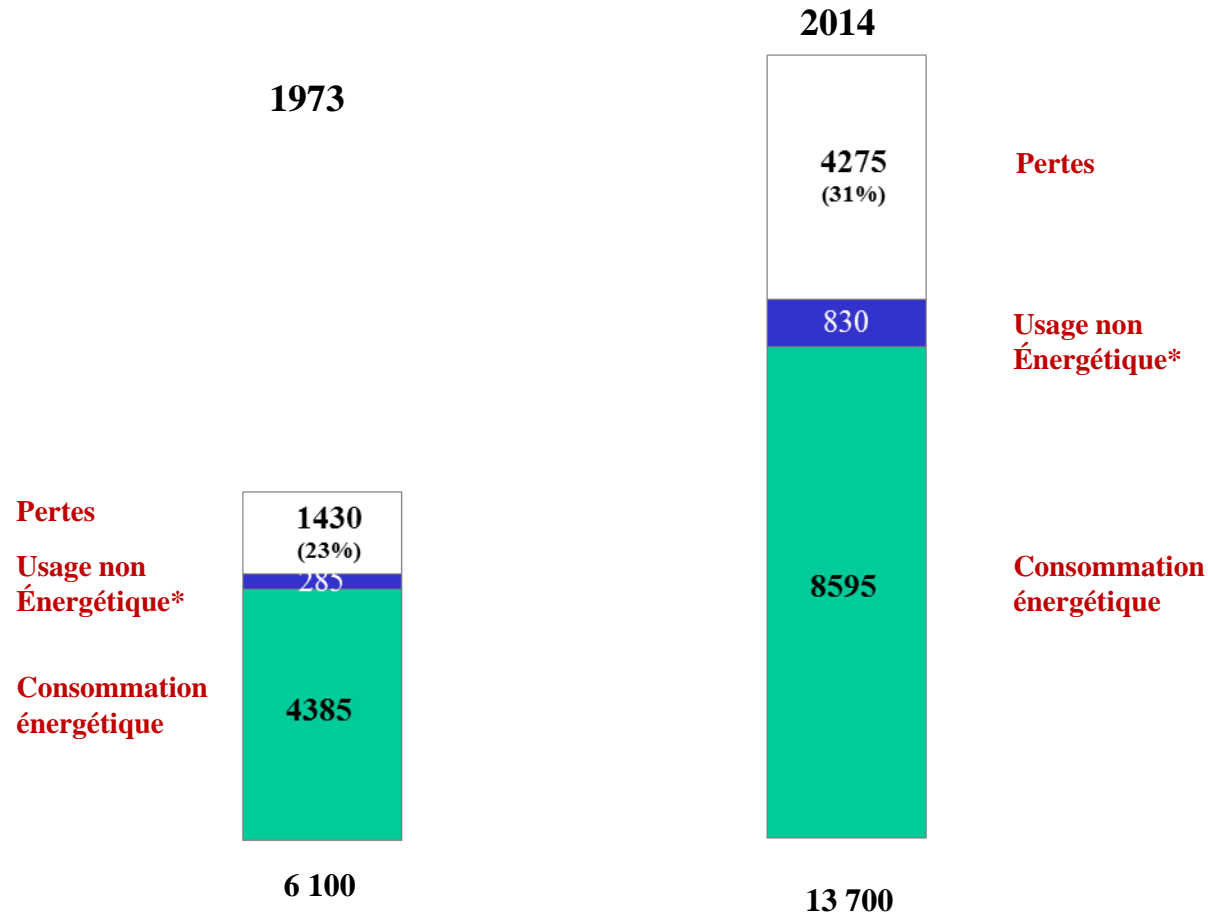
En dehors du pétrole et du gaz naturel, l'énergie produite dans un pays y est généralement consommée. Quelques acteurs majeurs en général.

Le gaz de schiste et les pétroles non conventionnels ont modifié les échanges mondiaux (notamment aux USA qui ont décri leurs importations de pétrole de 515MT en 2011 à 355MT en 2014).

| | Pétrole (MT) | Gaz Naturel (Md m ³) | Charbon (MT) | Electricité (TWh) |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|
| % Import ou Export/ Production Mondiale | 44% | 23% | 15% | 1% |
| Exportations | | | | |
| Arabie Saoudite | 355 | Russie 190 | Australie 390 | France 65 |
| Russie | 220 | Qatar 115 | Indonésie 365 | Canada 45 |
| EAU | 125 | Norvège 115 | Russie 130 | Paraguay 40 |
| Irak | 125 | Canada 60 | Colombie 80 | Allemagne 35 |
| Nigéria | 110 | Autres 350 | Afrique du Sud 70 | Autres 145 |
| Canada | 105 | | USA 55 | |
| Autres | 850 | | Autres 105 | |
| Total | 1 890 | Total 830 | Total 1 195 | Total 330 |
| Importations | | | | |
| USA | 345 | Japon 115 | Inde 230 | USA 55 |
| Chine | 320 | Allemagne 75 | Chine 200 | Italie 45 |
| Inde | 190 | Italie 60 | Japon 190 | Brésil 35 |
| Japon | 165 | Turquie 50 | Corée 135 | Autres 195 |
| Corée | 125 | Corée 45 | Taiwan 65 | |
| Allemagne | 90 | Mexique 40 | Allemagne 55 | |
| Italie | 60 | France 40 | Autres 320 | |
| Espagne | 60 | Autres 405 | | |
| France | 55 | | | |
| Autres | 480 | | | |
| Total | 1 890 | Total 830 | Total 1 195 | Total 330 |

Monde: Production et Consommation d'Énergie (Mtep)

Les pertes du système (dont 60% proviennent de la production d'électricité) sont importantes et croissantes: alors que la production d'énergie croît à 1,9% par an, la consommation d'énergie ne croît qu'à 1,6% par an.

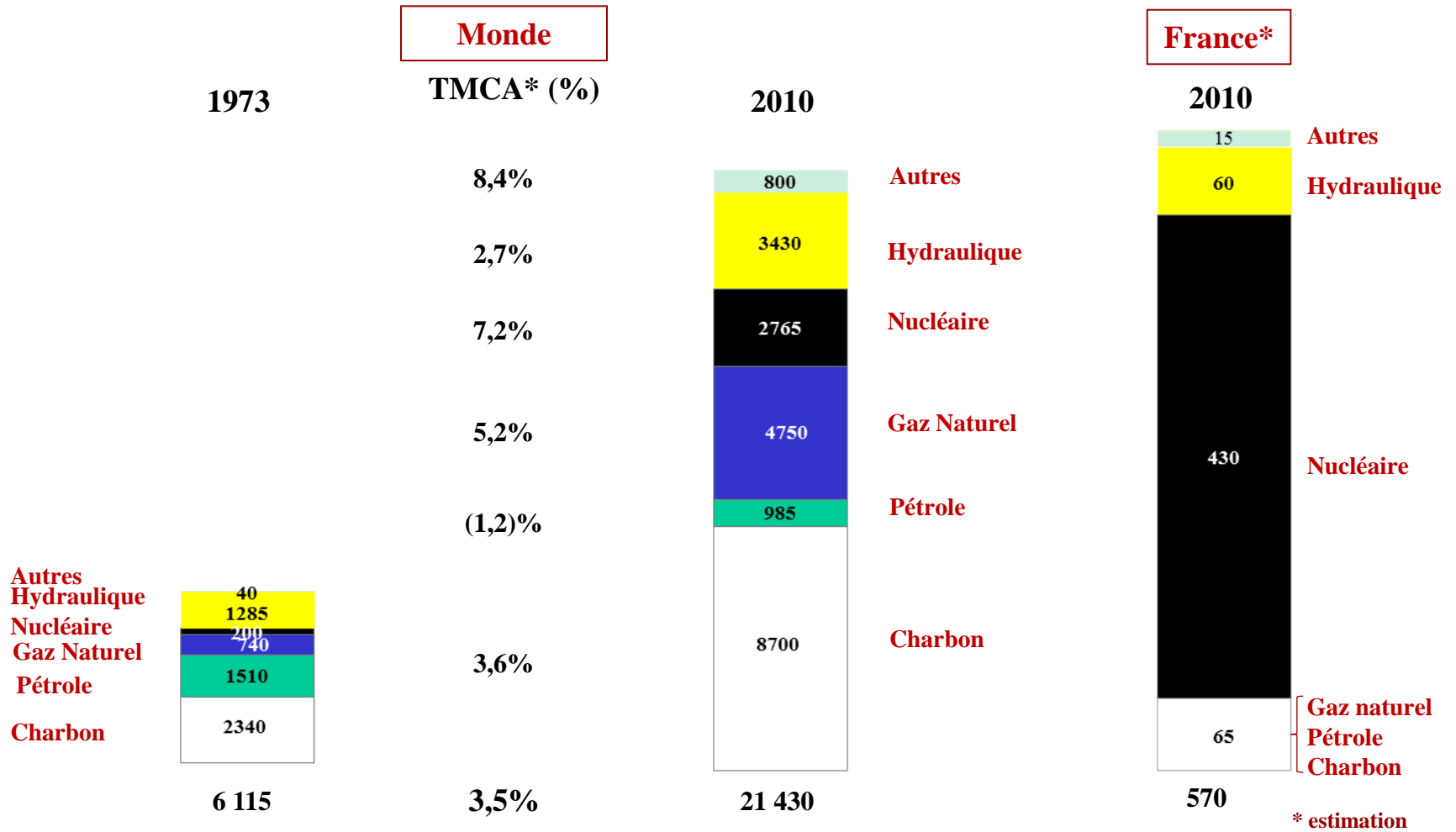


II

* par exemple le charbon ou le gaz utilisés comme matière première en chimie

Electricité: Sources de Production (TWh)

L'électricité nécessite le recours à de nombreuses énergies primaires avec une forte hausse du charbon.



Electricité: Pertes en 2014 (MTep)

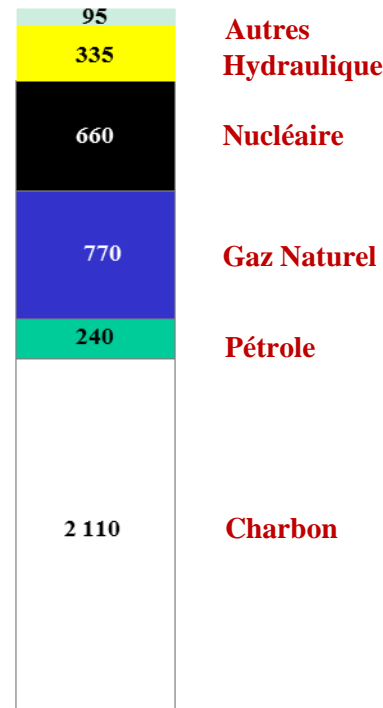
Le taux de rendement de la production d'électricité est globalement de 42%. Les pertes correspondent à 2500MTep soit 18% de la production mondiale d'énergie. Le pire rendement concerne les centrales au charbon (et la Chine jusqu'à récemment en ouvrait une par semaine).

Nous sommes face à un dilemme car les nouvelles utilisations de l'énergie (transports en commun ou Internet) ou les énergies renouvelables impliquent une croissance de l'empreinte de l'électricité. D'où la nécessité d'un pilotage fin de cette contradiction.

**Production
d'électricité**



1725

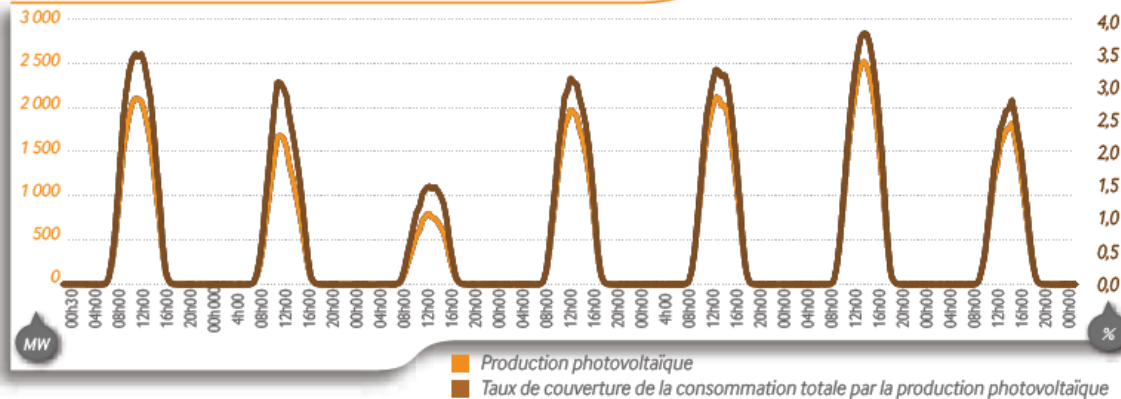


4 110

Electricité Renouvelable: Intermittence

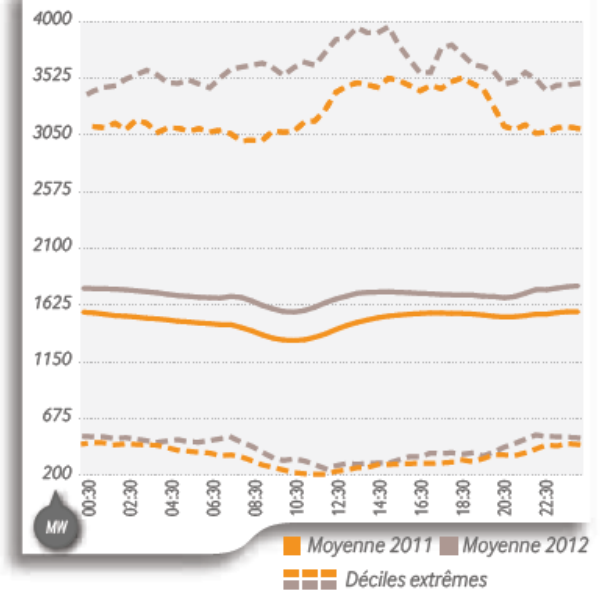
Le problème majeur de l'éolien et du photovoltaïque provient de l'intermittence de la production

Production photovoltaïque française et son taux de couverture de la consommation sur la semaine du 2 au 8 novembre 2012



Source: RTE Bilan électrique 2012

Production éolienne au pas demi-horaire



Conséquence: il ne faut pas se laisser abuser par les puissances annoncées en éolien et en photovoltaïque qui ne sont que des puissances de crête

Energies Renouvelables: Dispersion

L'autre problème des Energies Renouvelables provient des faibles puissances générées:

Production 10 TWh sur 1 an

- 1 réacteur nucléaire 1 450 MW
- 2 000 éoliennes de 2 MW chacune
- 100 km² de panneaux solaires
- Thermique à flamme: 16 Mt bois
ou 3,5 Mt charbon
ou 2,2 Mt pétrole
ou 1 600 Mm³ gaz

Energies Renouvelables

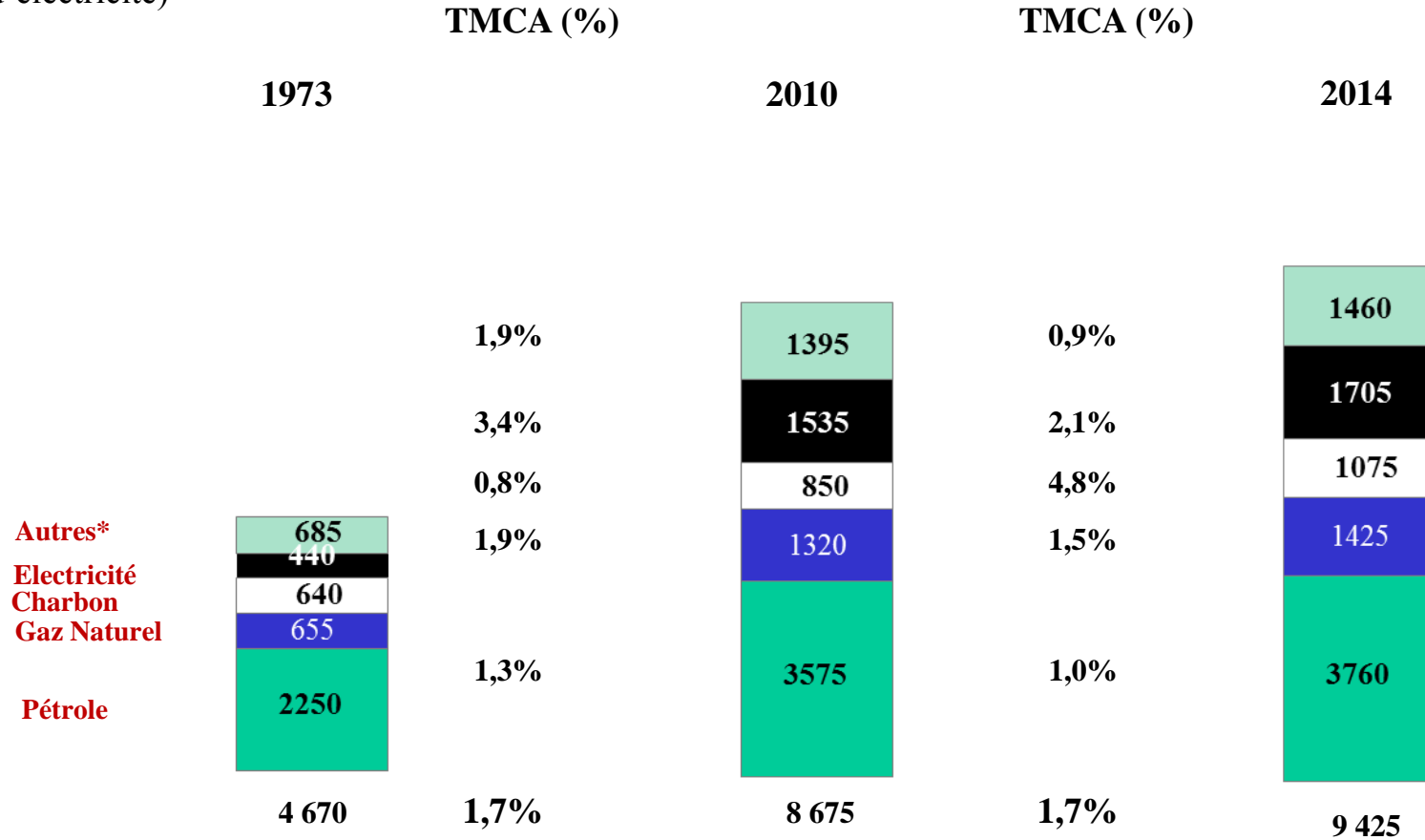
- Elles ont des avantages forts:
 - non production de GES
 - gratuité du « combustible » (pas de problème de raréfaction de la ressource, indépendance énergétique)
 - dispersion sur le territoire
 - Production d'électricité (énergie pratique)
- Elles ont aussi des inconvénients forts:
 - intermittence (on sait mal stocker l'électricité: hydrogène ?)
 - faible puissance locale (pour l'industrie notamment) et sujet du transport de l'électricité
 - absence de production Française de composants dans certains cas et forte dépendance de la Chine pour le solaire et l'éolien (terres rares)
 - problème écologique quant au recyclage des panneaux solaire ou à la consommation de terres rares.

Premières Conséquences

- Un mix énergétique qui varie peu: les politiques énergétiques ont une erre importante et les variations dans le temps sont souvent faibles.
- Les combustibles fossiles malgré les évolutions de prix ou géopolitiques ou malgré les politiques environnementales restent prépondérants. Le point positif est une croissance de la production énergétique inférieure à la croissance mondiale.
- Les pertes du système notamment pour la production d'électricité sont importantes. Rendre le système plus efficace est un enjeu majeur.
- Les Energies Renouvelables (même en incluant l'hydroélectricité) restent marginales et présentent des faiblesses importantes.
- Ceci implique que même un fort développement des énergies renouvelables ne suffira pas. Il faudra fortement réduire la consommation.

Monde: Consommation Finale d'Énergie (Mtep)

Le mix énergétique assez stable entre 1973 et 2010 (en dehors de la hausse de la consommation d'électricité, énergie très pratique) a connu des bouleversements entre 2010 et 2014 avec un fort développement de la consommation directe de charbon (plus le charbon destiné à la production d'électricité)



* surtout bois et déchets

Considérations Additionnelles

- La croissance de la consommation d'énergie est modérée mais actuellement 1,2 milliard d'habitants n'ont pas accès à l'électricité (ce chiffre tombera à 600 millions en 2040!) et 2,7 milliards d'habitants n'ont accès qu'à de la biomasse pour faire cuire ses aliments (1,8 milliards en 2040).
- Les prévisions de l'agence international de l'énergie ont beaucoup évolué quant au pétrole (d'où la difficulté de faire des prévisions à 25 ans):
 - En 2003, l'AIE prévoyait une consommations de pétrole de 130M barils/jour à l'horizon 2030 (vs une consommation de l'ordre de 82,5 M barils /jour en 2003)
 - En 2015, l'AIE ne prévoit plus qu'une consommation de pétrole de 103 M de barils/jour en 2040 pour une consommation actuelle de 96M barils/jour
- La consommation totale brute d'énergie de l'UE en 2015 a représenté 2,5% de moins qu'en 1990 (et 11,6% par rapport au pic de 2006). Toutefois, elle consomme encore 73% de son énergie sous forme de combustibles fossiles (vs 83% en 1990).
- Nous assistons donc à un phénomène de balance entre des pays développés où la consommation d'énergie tend à baisser et des pays en voie de développement qui ont encore d'énormes besoins de base non satisfaits.

Evolution de la Consommation d'Electricité

Cette énergie va continuer à croître significativement

- développement des transports en commun et électrification des chemins de fer
- développement des NTIC et d'Internet. Avec les taux de croissance actuels, Internet consommerait dans 25 ans autant d'électricité que toute la planète actuellement
- développement du niveau de vie (notamment dans les pays en voie de développement)
- développement de la voiture électrique

Un des premiers enjeux sera de produire cette électricité:

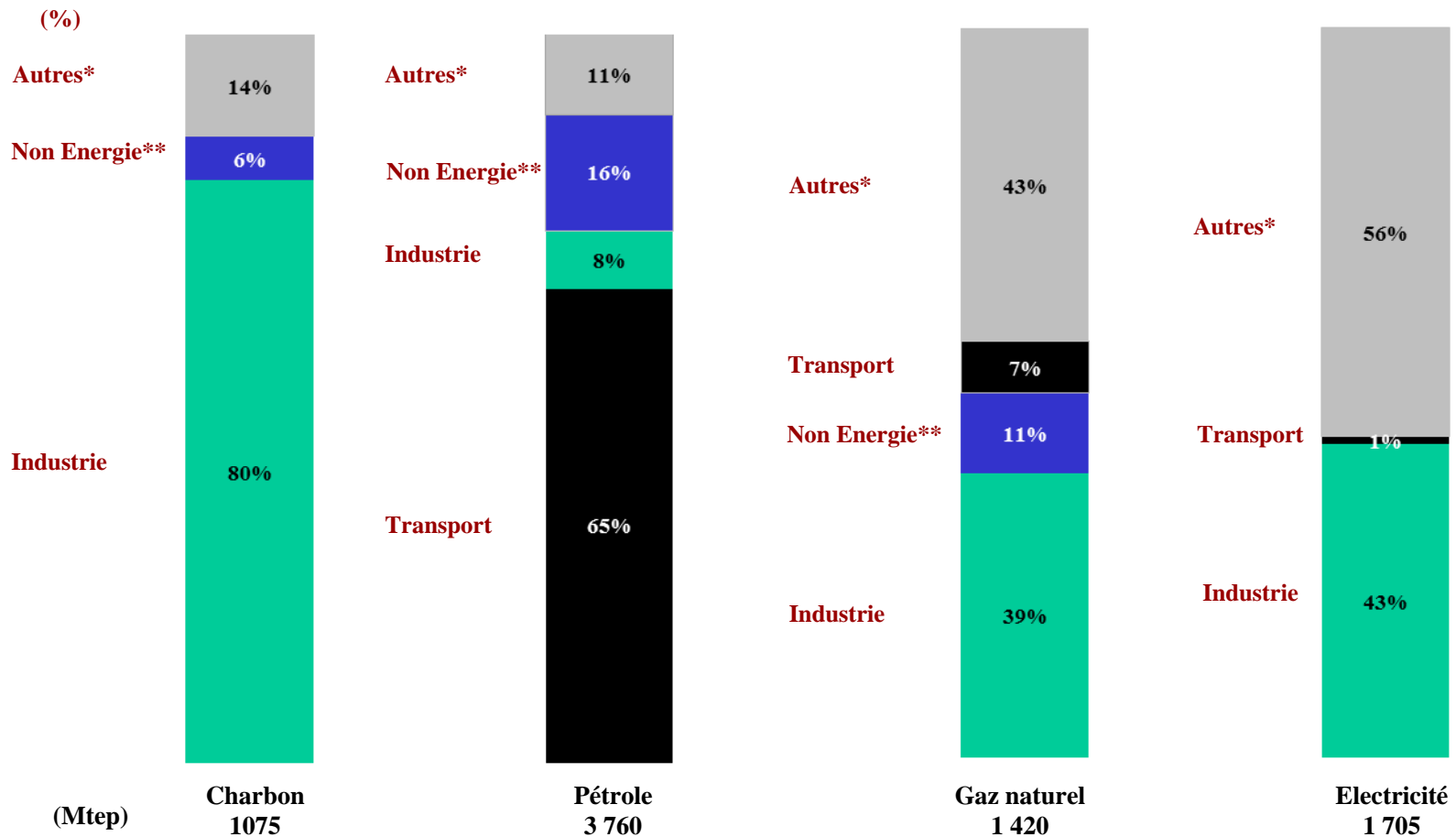
- de façon propre
- à un coût compétitif

Une telle électricité permettrait de substituer les énergies les plus polluantes (gaz de schiste, charbon)

L'évolution probable à la hausse significative de la consommation d'électricité dans le monde et en France permet d'occulter le sujet du nucléaire en proposant de réduire en France la part du nucléaire à 50% de la production d'électricité: les pro-nucléaires y voient le maintien de la filière et le renouvellement des centrales pour faire face à une demande globale croissante; les écologistes entendent fermeture des centrales nucléaires!

Monde: Consommation d'Énergie par Usage 2014

A chaque énergie, des utilisations spécifiques qui impliquent des plans d'actions focalisés pour réduire l'impact d'une source donnée



* souvent bâtiment/chauffage et usages domestiques

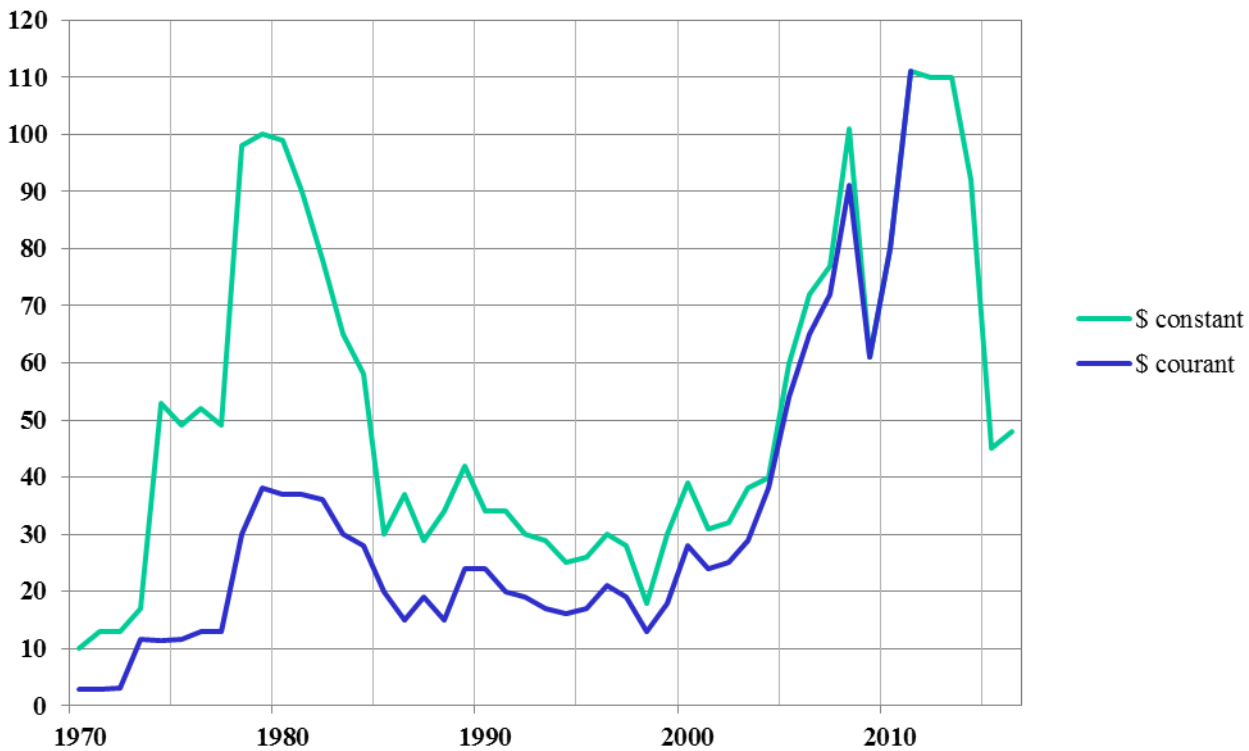
** Non Énergie: utilisation comme matière première

Prix de l'Énergie

(I)

- Le prix du baril de pétrole traduit bien les influences géopolitiques (1973, 1980, fin des années 90, ...) mais aussi les données fondamentales quant à l'offre (baisse récente des prix en liaison avec l'arrivée du pétrole de schiste aux USA)

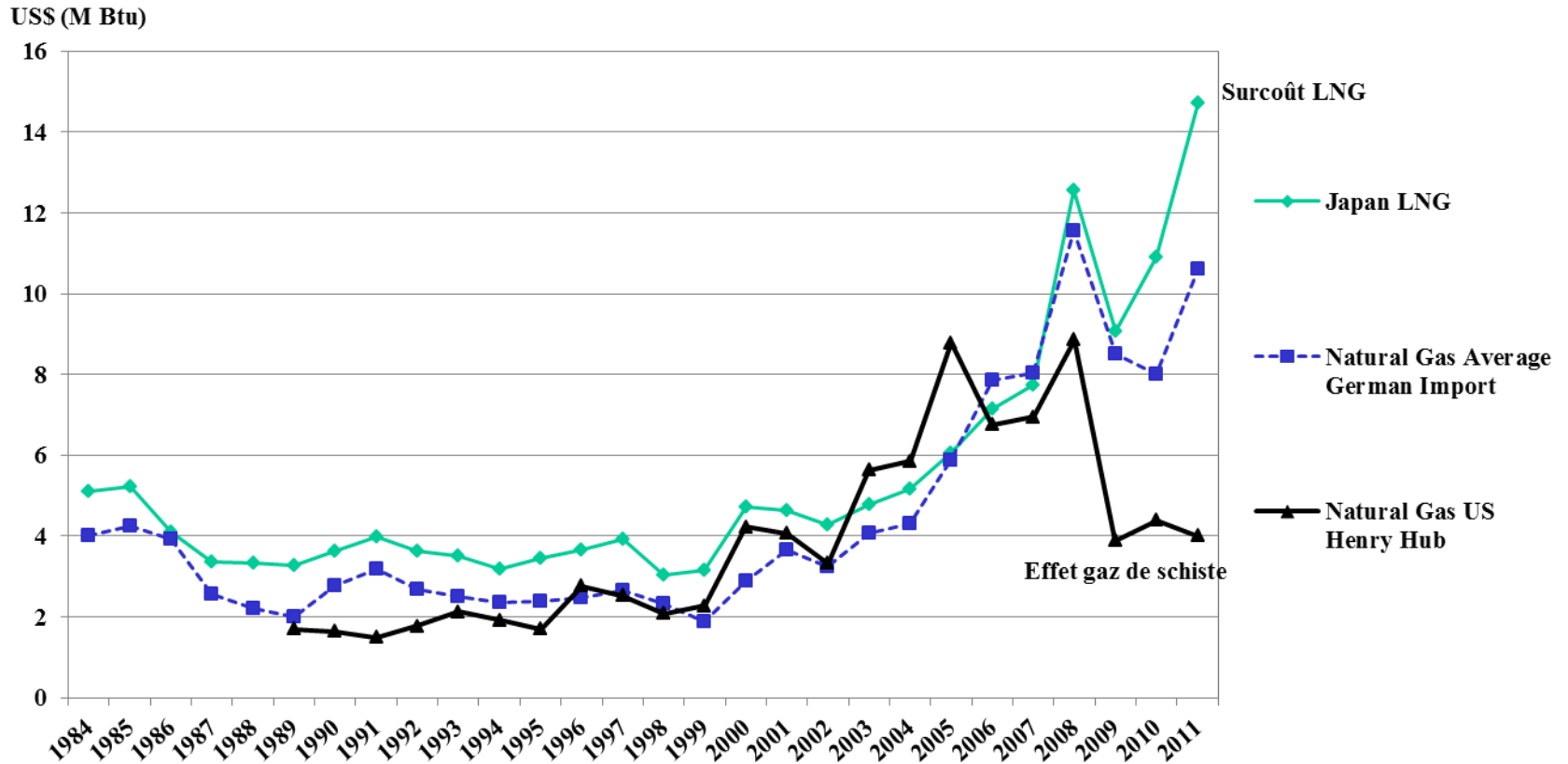
Pétrole (\$/baril)



Prix de l'Énergie

(II)

Le prix du gaz varie différemment selon les zones en période de tension. Il faut différencier les prix spots (graphe ci-dessous) qui reflètent les conditions à court terme et les contrats à long terme.

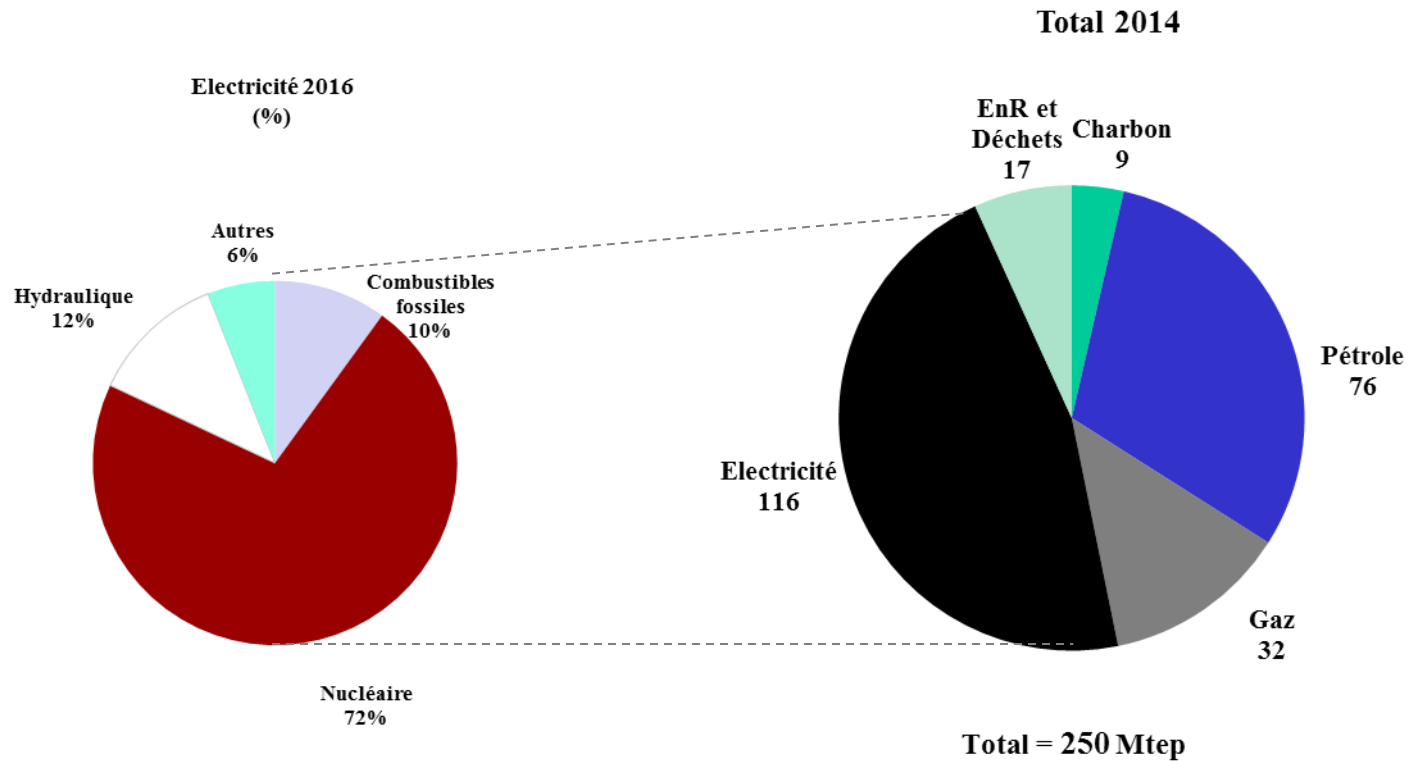


Premières Conclusions

- La mise en exploitation d'hydrocarbures non conventionnels (pétrole et gaz de schiste notamment aux USA) a totalement changé la donne pour ce secteur même si la crise de 2008 a ralenti le développement mondial. Ceci implique que les peurs de pénurie ont disparu.
- Si on additionne les réserves de charbon, la terre renferme assez de combustibles fossiles: le vrai sujet devient écologique si on les consomme entièrement et rapidement.
- Si les pays développés doivent continuer à réduire leur consommation d'énergie, il faut prendre en compte les besoins non satisfaits dans les pays en développement.
- Des plans d'économies d'énergie spécifiques par énergie doivent être définis pour maintenir la consommation d'énergie et les émissions de GES à un niveau minimum.
- Les énergies renouvelables sont encore très marginales et de nombreux problèmes techniques les concernant sont à résoudre (stockage, intermittence, transport, utilisation des terres rares, ...).

France: Consommation Énergétique

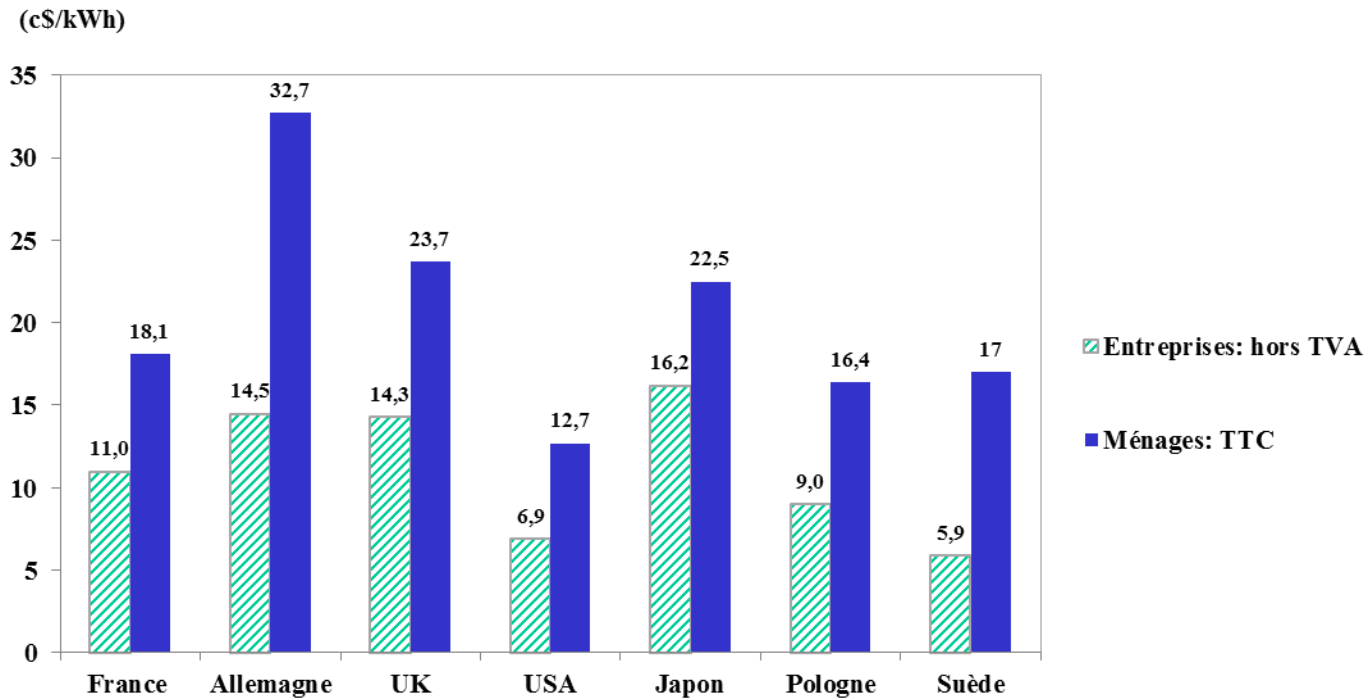
La part de l'électricité en France est très supérieure à sa part dans la consommation mondiale (46% vs 18%)



Prix de l'Electricité 2015

Le prix de l'électricité dépend beaucoup du mode de production (vieux barrages vs énergies renouvelables récentes). Il est aussi politique dans certains pays (prise en compte ou non des externalités comme en Pologne)

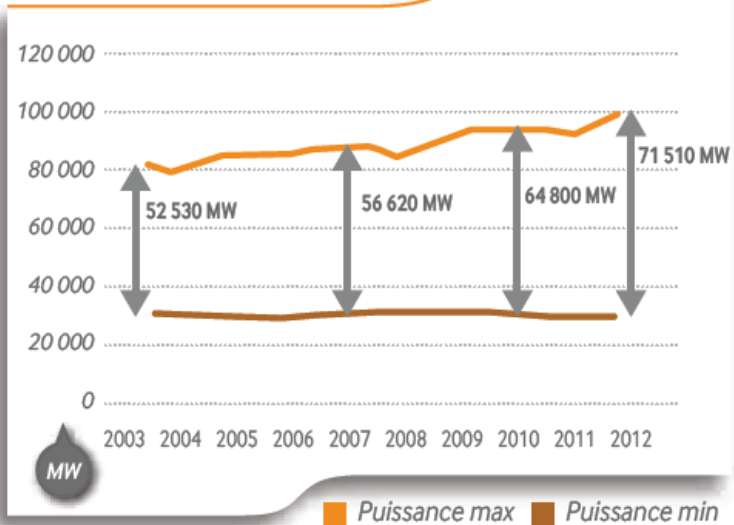
Le prix en France est plus compétitif que dans les grands pays Européens.



Electricité: Une Demande très Variable

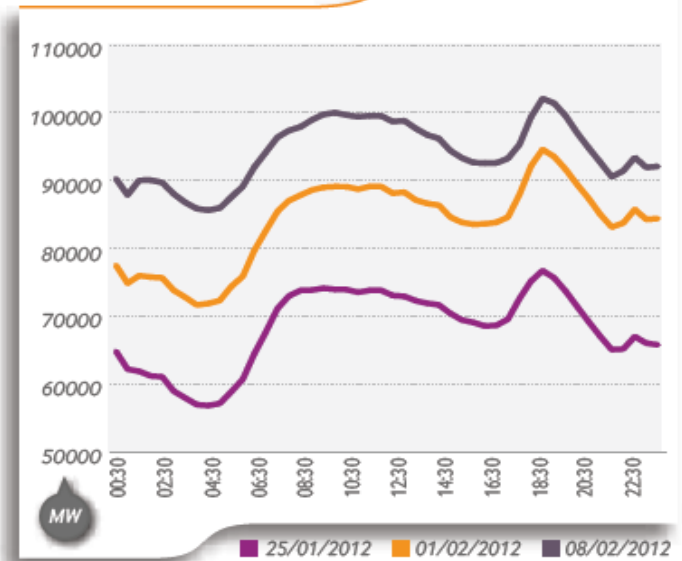
Eté/Hiver

Evolution des extrema annuels de consommation



Au cours de la journée

Courbes de charge avant et pendant la vague de froid



Pour mémoire, la puissance nucléaire installée est d'environ 62 000 MW

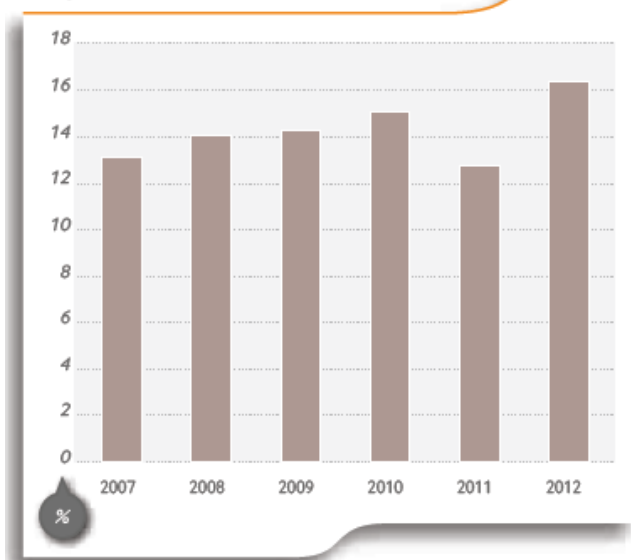
Source: RTE Bilan électrique 2012

La demande d'électricité est très sensible à la température

Les Energies Renouvelables

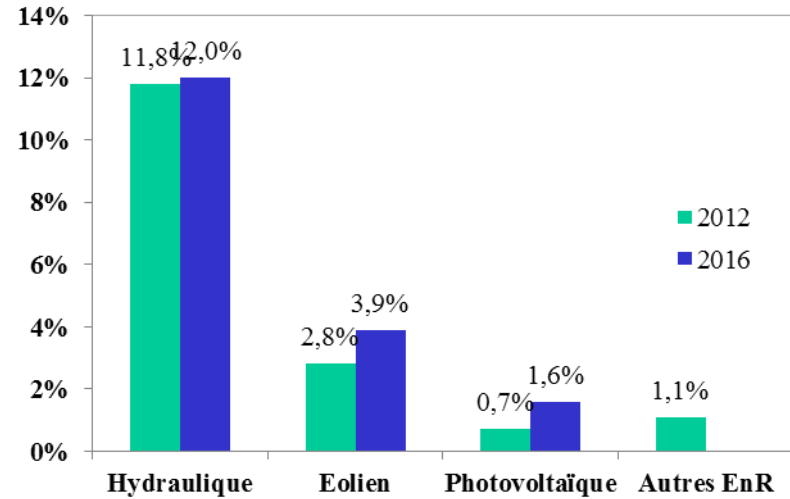
La part de l'électricité provenant des énergies renouvelables est en légère croissance entre 2012 et 2016.

Part annuelle de la production issue des sources d'énergies renouvelables par rapport à la production totale d'électricité



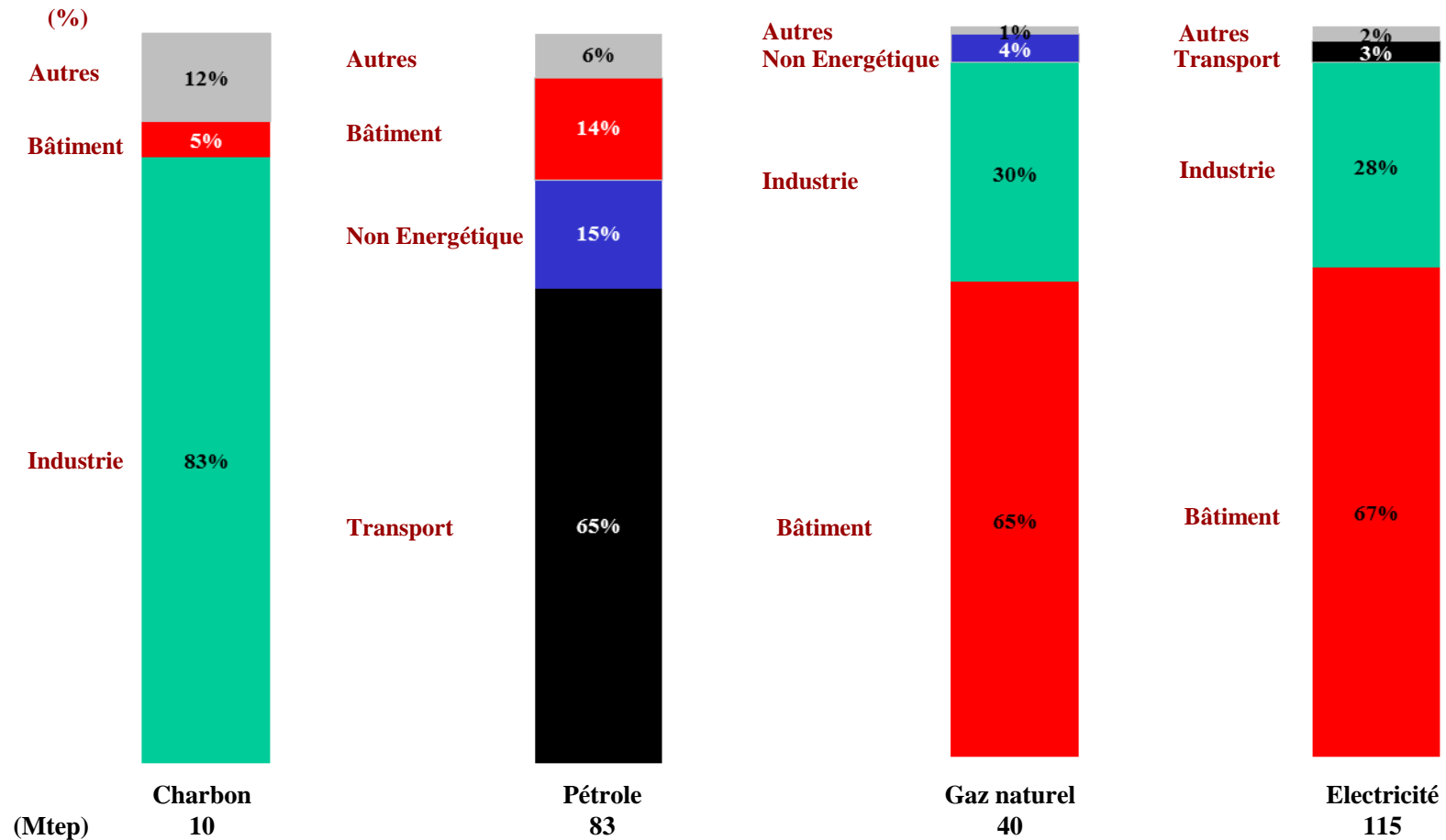
Source: RTE Bilan électrique 2012

(% Production d'électricité)



France: Consommation Énergétique par Secteur 2011

Un profil très différent des autres pays lié à la forte consommation d'électricité pour le chauffage des bâtiments et les usages domestiques. En revanche, la France utilise très peu de charbon, énergie la plus polluante.



Problèmes et Opportunités Pour la France

Des problèmes:

- le changement climatique
- les pertes croissantes du système
- l'explosion des prix

génèrent des opportunités pour la France:

- production locale d'énergie (EnR mais aussi nucléaire)
- économies d'énergies (ingénierie mais surtout isolation des bâtiments, construction de transports collectifs, ...)
- création d'une véritable filière de démantèlement des centrales nucléaires (un rapport parlementaire récent prônait de ne rien faire dans ce domaine car il est complexe; dans 25 ans, les technologies auront évolué et résoudre les problèmes sera plus facile ! ! Comment faire évoluer les technologies si on ne fait rien ? Préfère-t-on que ce soient des sociétés étrangères qui développent lesdites technologies?).

qui peuvent créer des centaines de milliers d'emplois non délocalisables.

CAVEAT

(I)

- Même si on favorise un peu les énergies renouvelables, il ne faut pas détruire la compétitivité de l'économie Française notamment au niveau du coût de l'électricité ni celle des producteurs d'électricité (les producteurs Allemands connaissent des temps très difficiles)
- Attention aux bulles spéculatives comme celle engendrée par la décision de JL Borloo de proposer un tarif de rachat de l'électricité photovoltaïque beaucoup trop élevé
- De nombreux lobbies avec des moyens très puissants s'agitent dans ce domaine. Les écouter peut conduire à des erreurs:
 - bulle dans le photovoltaïque
 - Nécessité de mieux évaluer le potentiel de la géothermie
 - les bâtiments les mieux isolés nécessitent un rafraîchissement à partir de 10°C de température extérieure
 - le solaire est en conflit frontal avec le nucléaire (production maximale du solaire en période de consommation minimale de la France, qui est déjà satisfaite par la « base nucléaire »)
- Il faudra faire un bilan environnemental complet des produits liés à l'énergie ou à l'isolation: importer un panneau photovoltaïque de Chine a un fort impact carbone sans compter le déficit de la balance commerciale. Il faudra aussi évaluer les possibilités de recyclage des produits.
- Le sujet de l'indépendance énergétique n'est qu'en partie résolu par les EnR (terres rares ou panneaux photovoltaïques sont importés de Chine).
- Quid de l'acceptation par les populations locales de l'implantation d'éoliennes ou de fermes photovoltaïques

CAVEAT

(II)

Les « smart grids » sont souvent mis en avant par les écologistes pour écouler l'électricité d'origine renouvelable. Toutefois, l'électricité se transporte assez mal (hormis avec des tensions très élevées et un courant continu) et se stocke mal aussi (barrages, H₂ ?)

Les smart grids impliqueraient donc de construire de nombreuses lignes à très haute tension (difficiles à enterrer)

Cela pourrait aussi signifier (via l'Internet des objets) de contraindre la consommation d'électricité des particuliers: il faudra choisir entre regarder la télévision ou utiliser son ordinateur et préparer un dîner chaud ! L'écologie ne doit pas être punitive

Changements de Comportement

Une partie des économies d'énergie viendra aussi de changements de comportements individuels et collectifs

- utilisation des transports en commun
- création de quartiers avec mixité des activités et mixité sociale
- consommation de produits agricoles locaux
- modération du chauffage des logements et des bureaux
- achat d'électroménager moins énergivore
- recyclage des déchets
- consommation d'électricité la nuit en France pour tirer parti de la base nucléaire (lave-linge ou lave-vaisselle)
-

Chaque action individuelle n'est qu'une goutte d'eau mais les petits ruisseaux font les grandes rivières

Plan d'Actions

- Il faut développer des plans d'actions précis par utilisation: industrie vs transport par exemple. Se désintoxiquer du pétrole dans le transport implique la création d'un réseau de bornes de rechargement électriques ou, à plus long terme peut-être, le passage à la pile à combustible et à l'hydrogène (attention à l'émission de vapeur d'eau qui est aussi un GES).
- Développer autant que faire ce peut la production d'électricité d'origine renouvelable à un prix raisonnable (éolien, solaire ? mais aussi hydraulique et géothermique) et avec un impact écologique raisonnable (ACV)
- Continuer la recherche sur les énergies renouvelables (ne pas oublier la géothermie profonde, les centrales solaires à concentration, ...) et sur le stockage de l'électricité
- Développer les filières industrielles afférentes
- Lancer un plan de diagnostic énergétique des bâtiments puis un plan d'économies d'énergie
- Favoriser les transports en commun puis la voiture électrique (si possible avec des batteries à recharge rapide) éventuellement en auto partage
- Développer les filières de recyclage et de diminution des déchets
- Continuer la construction de quelques EPR en France
- Création d'une filière de démantèlement des centrales nucléaires et de stockage des déchets ultimes
- Continuer la recherche sur la production d'hydrocarbures non conventionnels pour arriver à des procédés acceptables sur le plan environnemental
- Campagnes d'information pédagogiques sur les changements de comportement individuel nécessaires
- Mobilisation des financements nécessaires en France et pour le développement des pays émergents. Ce fut une des faiblesses de la COP21 de ne pas pouvoir dégager des financements et des engagements contraignants.