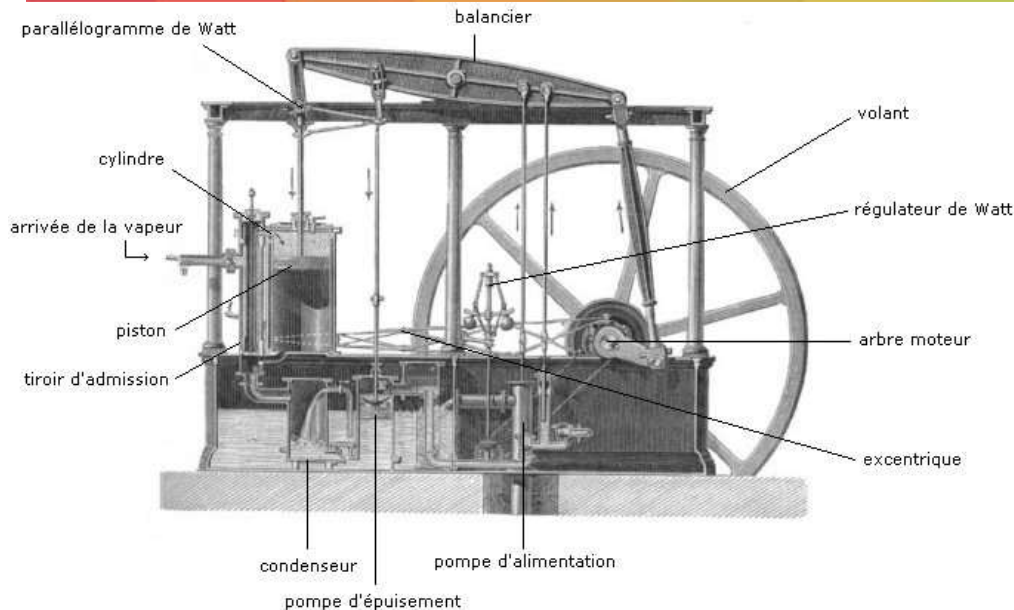


# Effacité et sobriété

- N°8 Formation EELV-COMENER
- Cycle 2021 / Antoine Bonduelle



# Définition



La machine de Watt de 1769 fonctionne en continu grâce au volant d'inertie et au condenseur séparé ainsi que son régulateur de vitesse centrifuge. Son rendement est de 10% environ.

Voir aussi Wallace et Gromit sur [https://www.youtube.com/watch?v=41BX9zn\\_qZo](https://www.youtube.com/watch?v=41BX9zn_qZo)

Une première définition, celle de l'ingénieur, est le **“ratio de l'énergie de sortie sur l'énergie entrante”**.

Ici il s'agit de l'efficacité vis à vis des usages utiles, qui renvoient au confort, à l'éclairage, la mobilité, une puissance mécanique...

La question de l'efficacité d'extraction (du pétrole...) renvoie au rendement entre le puits de pétrole et l'énergie primaire. Une centrale électrique, une raffinerie, un transformateur... ont aussi une efficacité technique. Le système dans son ensemble a aussi une efficacité (cours N°3)





## La première ressource disponible

Sobriété et efficacité

Le thermostat et l'utilisateur

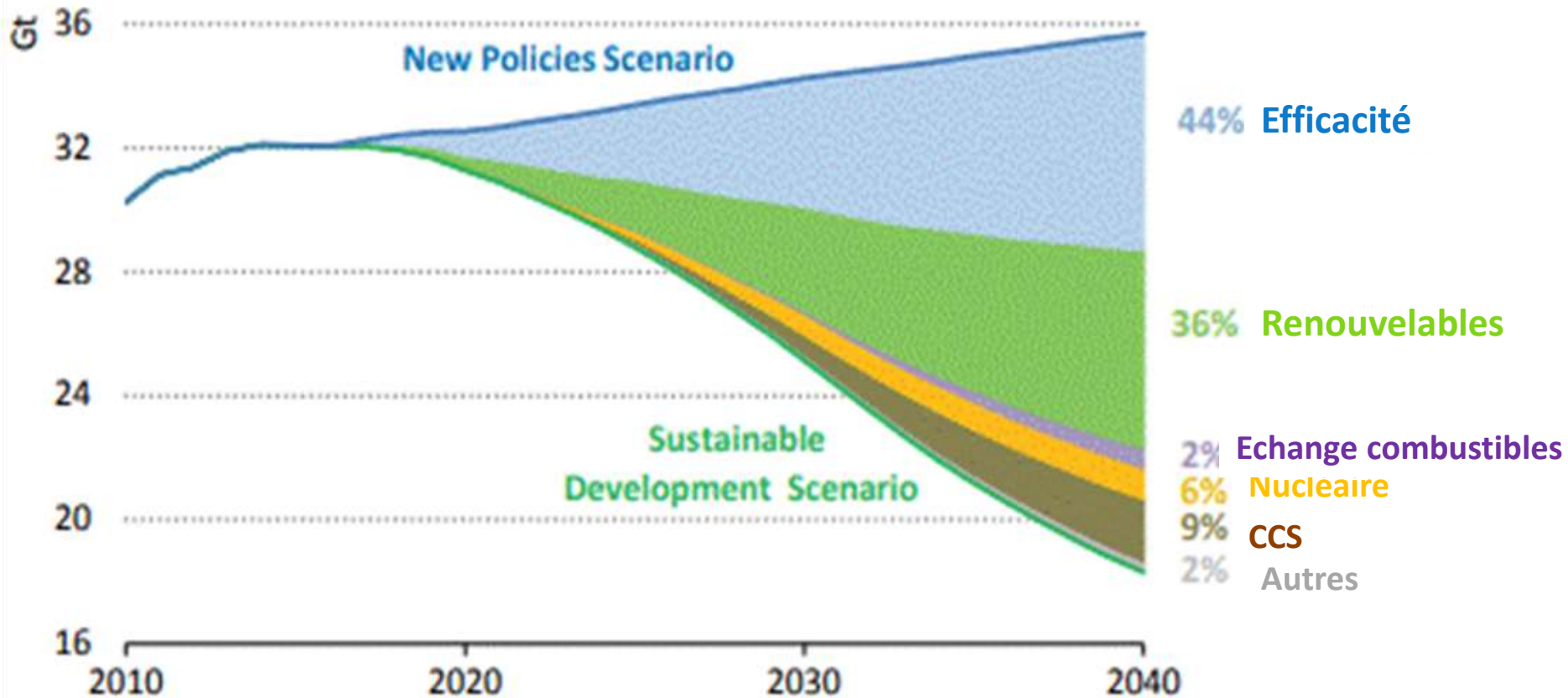
L'éclairage et les co-bénéfices

Les veilles et le numérique

Economies d'électricité,  
efficacité matériaux

Autres exemples: industrie...

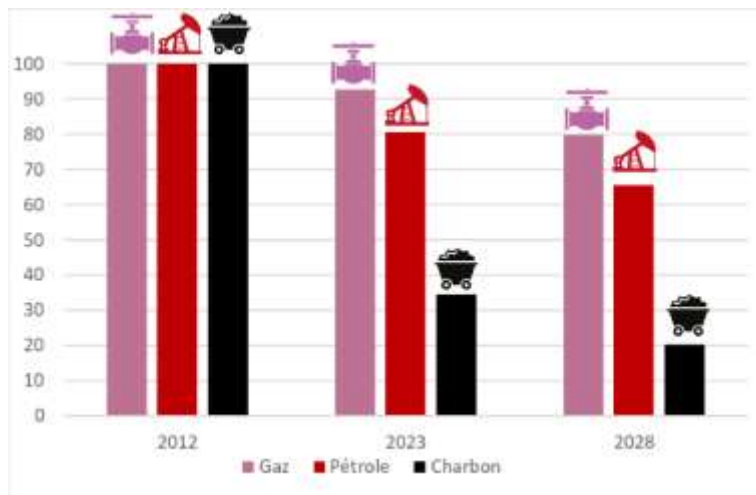
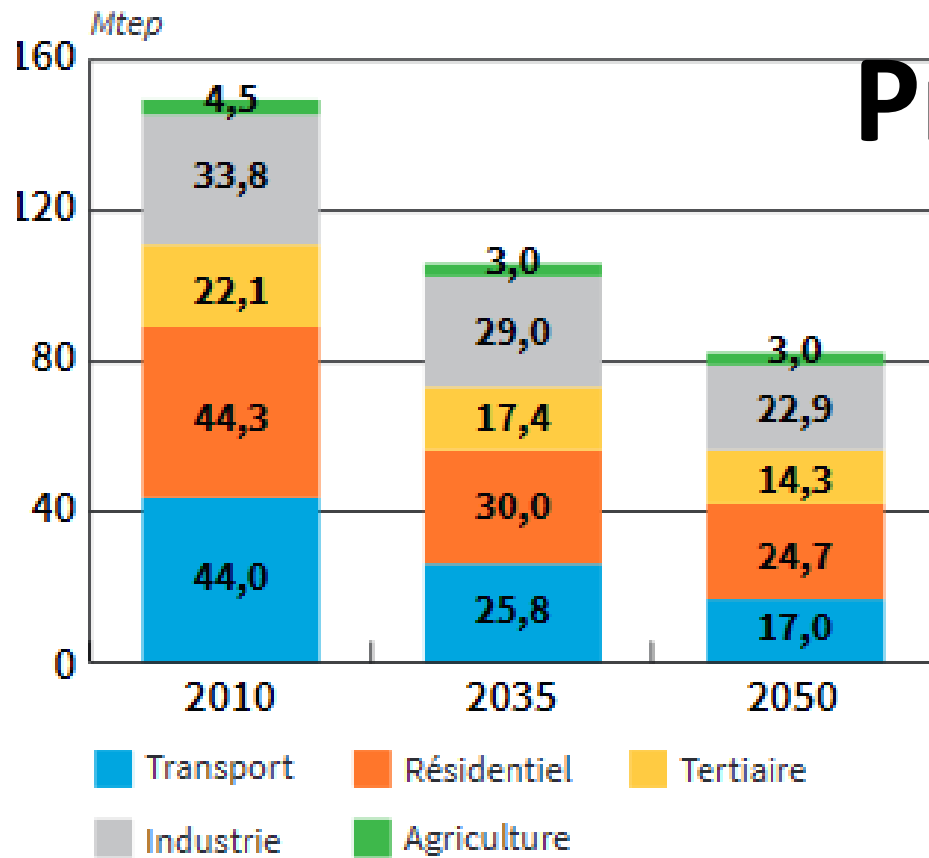
# « First Fuel », dit l'AIE



Les scénarios climatiques de l'AIE décrivent un objectif d'efficacité accrue. Le New Policies Scenario a été élaboré par l'International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA) de Vienne (modèle WEM). L'efficacité est la première ressource de changement vers les scénarios réussis (44% du potentiel de gains carbone).



# Projections France



Les **visions ADEME 2035-2050** projettent une France qui consomme environ **la moitié de la consommation** de 2010

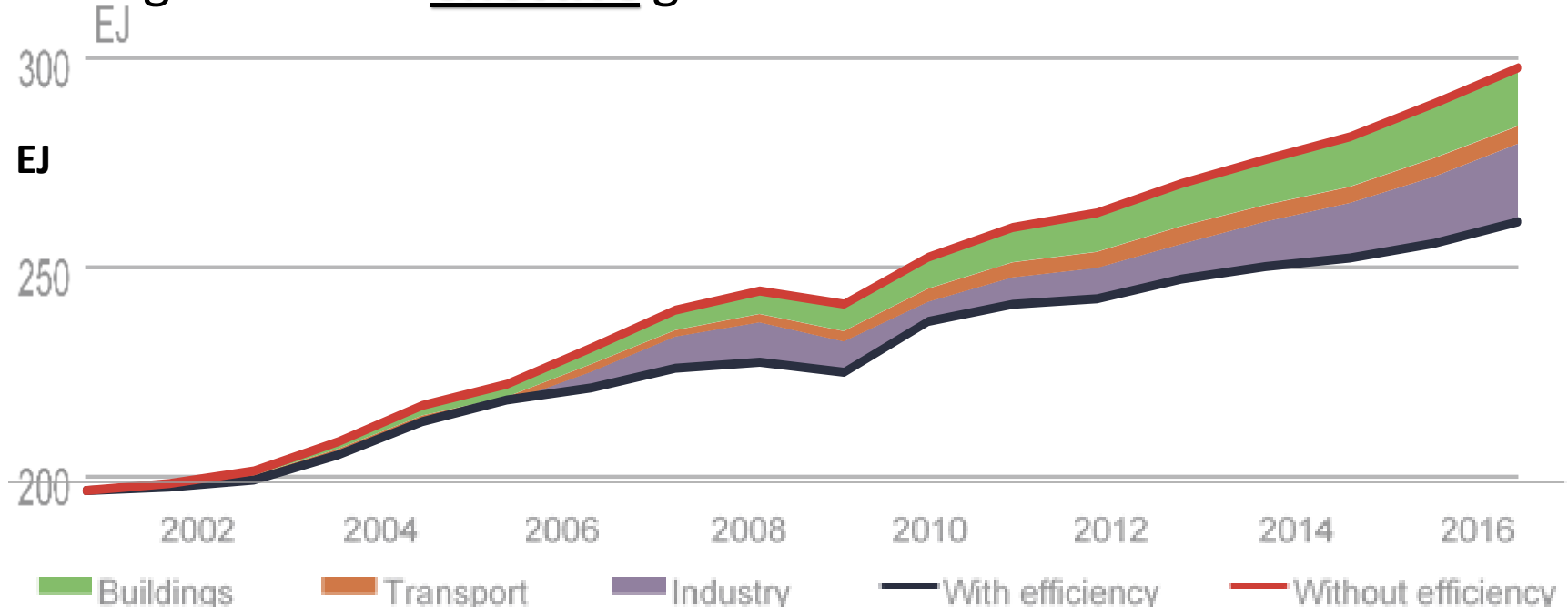
[https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe\\_visions2035-50\\_010305.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_visions2035-50_010305.pdf)

A plus court terme, la **Programmation Pluriannuelle de l'Énergie** (PPE) prévoit en 2030 une baisse substantielle des **énergies fossiles**

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Synthe%CC%80se%20de%20la%20PPE.pdf>

# Sans l'efficacité, où en serait-on?

Energie finale des pays AIE avec et sans l'amélioration de l'efficacité depuis l'année 2000. L'efficacité représente **un peu plus de la moitié** de l'augmentation **effective** globale de la demande finale.

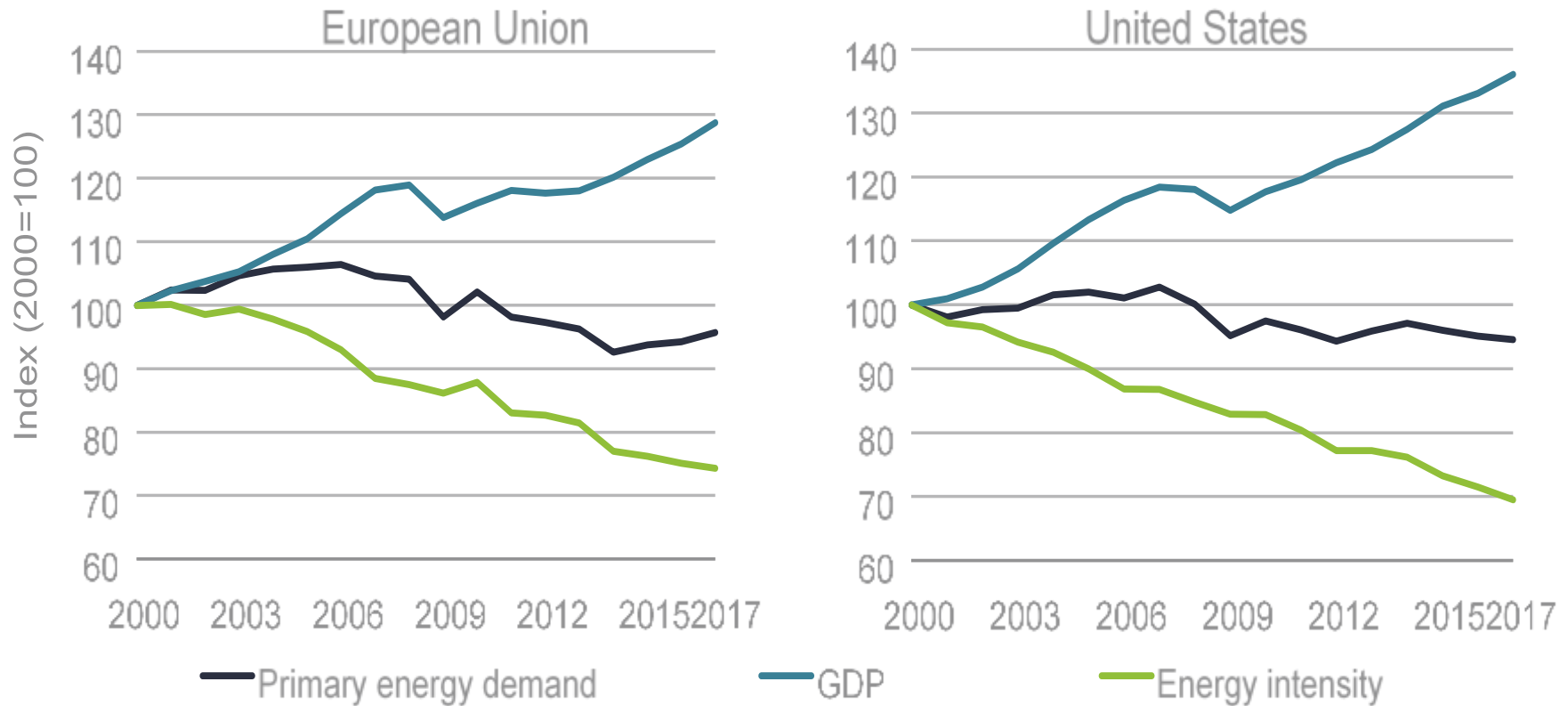


Notes: Attention le point de départ se trouve à 150 EJ. Les pays couverts sont les membres de l'AIE plus la Chine, l'Inde, le Brésil, l'Indonésie, la Russie, l'Afrique du Sud et l'Argentine. Le chiffre n'inclut pas les usages non énergétiques ni la perte dans le système énergétique.

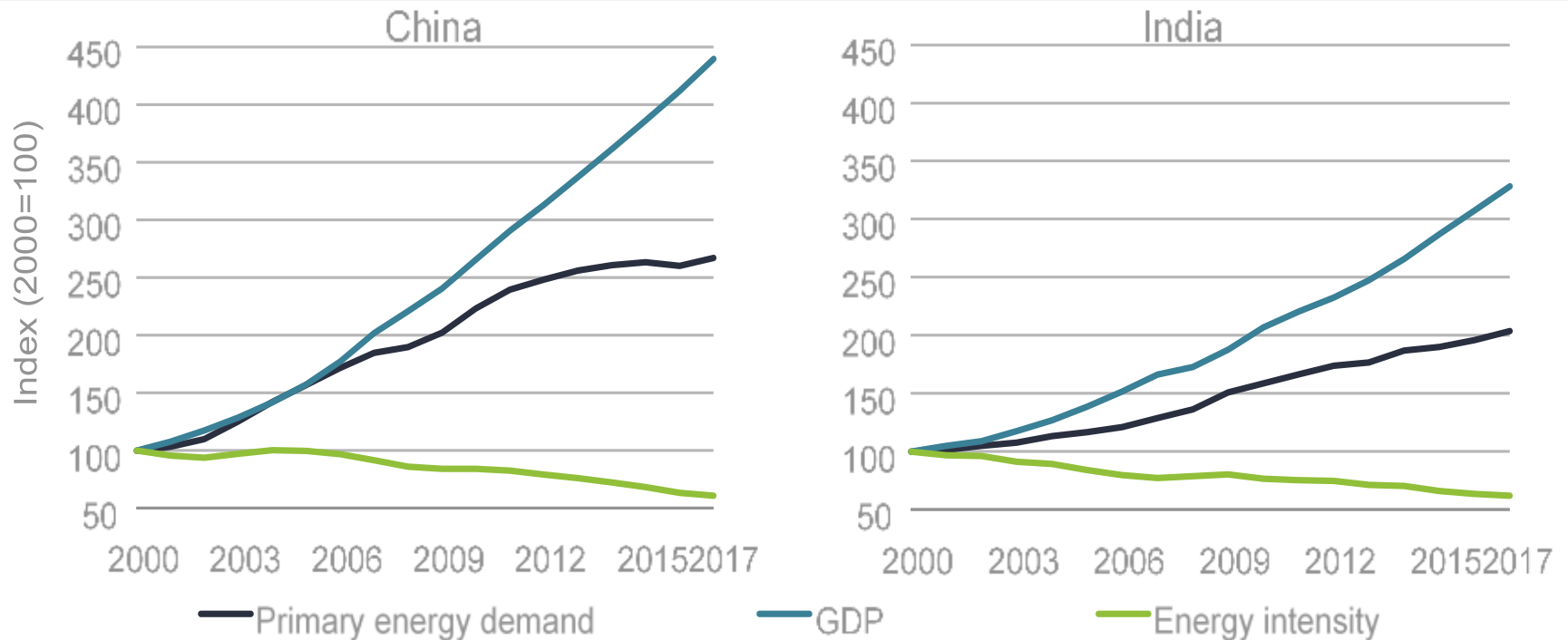


# Evolution des intensités

Demande en énergie primaire, Produit intérieur brut et intensité énergétique sur la période 2000-2007



# Chine et Inde aussi...

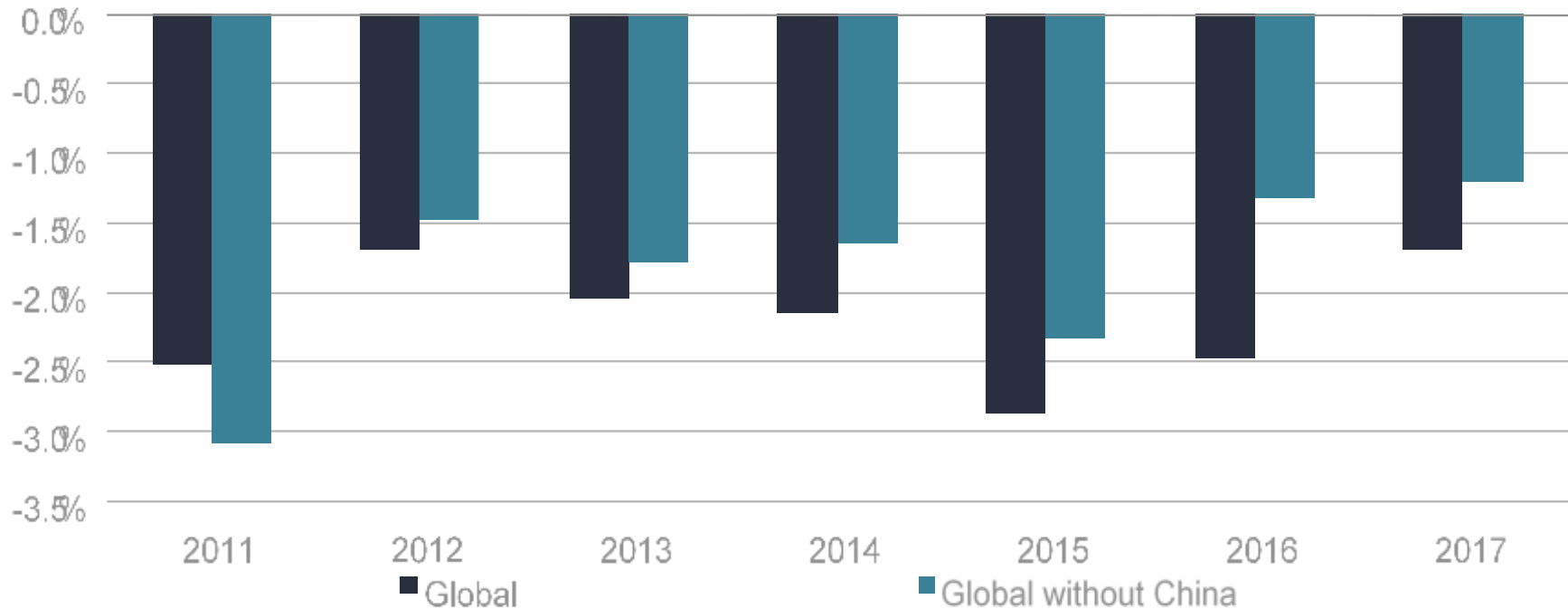


Le « découplage » n'est pas un mythe. L'économie (ici le Produit Intérieur Brut) et la demande d'énergie ne sont qu'en partie liés, pour une moitié environ. Ceci est cohérent avec les problèmes de l'équation classique de Kaya (soit « *Energie = démographie X richesse par habitant X facteur d'efficacité* » ) (cours N°3) où les termes « richesse par habitant » et « efficacité » ne sont ni totalement indépendants, ni totalement liés.



# Le rythme du découplage

Avec ou sans la Chine, le découplage énergie/PIB (en parité de pouvoir d'achat)



Source AIE 2019. Même si la croissance mondiale s'arrêtait, le rythme du découplage ne suffit pas pour les objectifs de l'Accord de Paris. Mais il reste que l'efficacité énergétique est la première ressource en énergie.



# Ce qu'il y a dans le « découplage »



Le « découplage » sino-américain vu par Le Monde. Le terme découplage est devenu un marqueur idéologique lié aux croyances à une croissance verte ou –à l'inverse- une décroissance inéluctable.

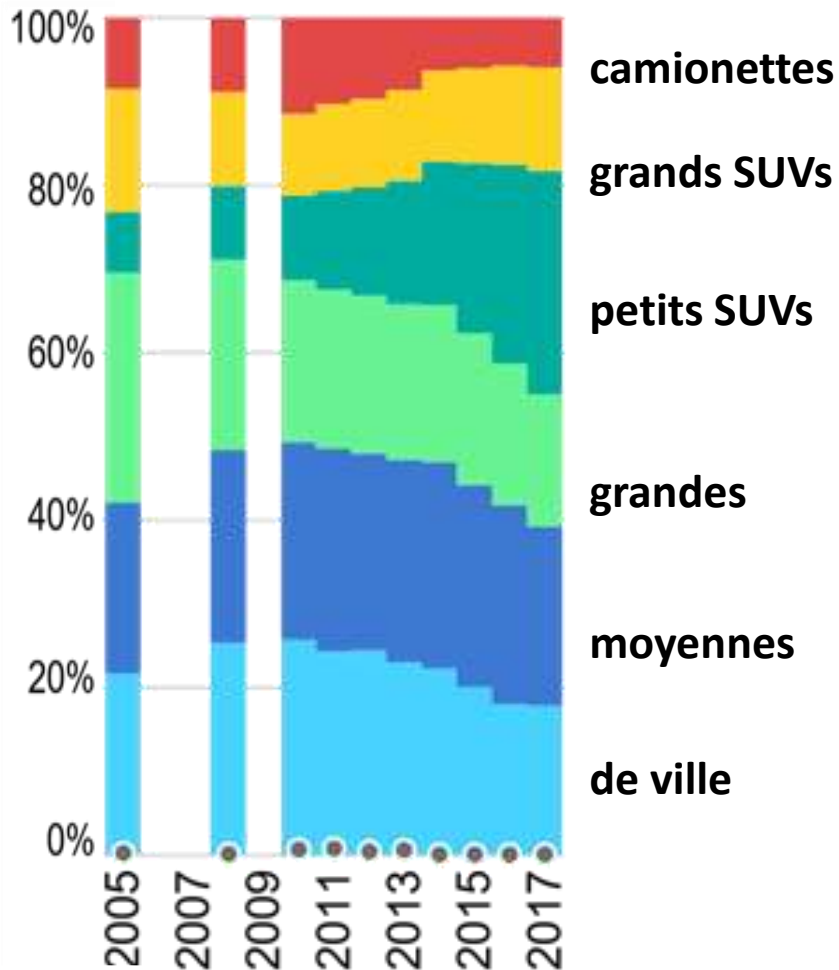
L'intensité croissante de l'énergie provient de trois déterminants:

- **Efficacité et sobriété**: De l'amélioration, mais pas que...
- **Changement structurel** des productions de l'industrie ou de la consommation.
- **Délocalisation** d'une partie de la production industrielle ou agricole.



# Le problème (1)

## Le marché automobile et les SUV



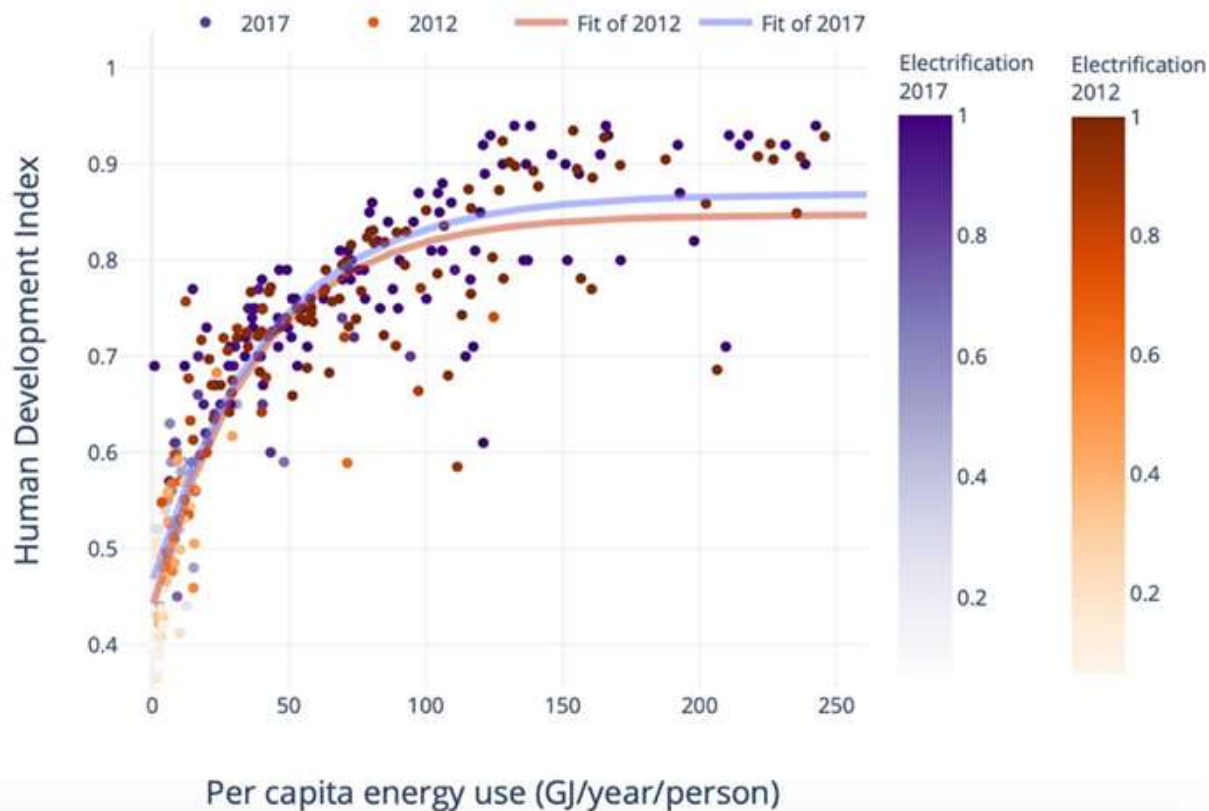
**Incohérences:** Ni l'efficacité ni la sobriété (mêlées dans la statistique macro-économique) n'ont été univoques, avant et après Kyoto (contre-chocs pétroliers) et même après l'Accord de Paris. Ceci est illustré par le développement des véhicules « sport-utilitaire » [SUVs]. Le passé ne nous guide donc qu'en partie pour la prospective.

# Le problème (2)

- **Structurel:** Pour partie il s'agit d'un glissement vers moins d'infrastructures, moins d'autos... C'est donc est une évolution liée au développement. Le nouveau rapport du GIEC (déjà cité au cours N°1) va dans ce sens du lien entre ODD et scénarios climatiques réussis.
- **Importations:** L'importation vient, elle, pour partie de pays développés (Allemagne...) mais aussi de pays plus émetteurs. Les pays du Sud (cf. Chine) évoluent aussi vers une production plus efficace, et ceci peut être accentué par les politiques type taxe carbone aux frontières.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es803496a> Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis

# L'énergie et le bonheur?



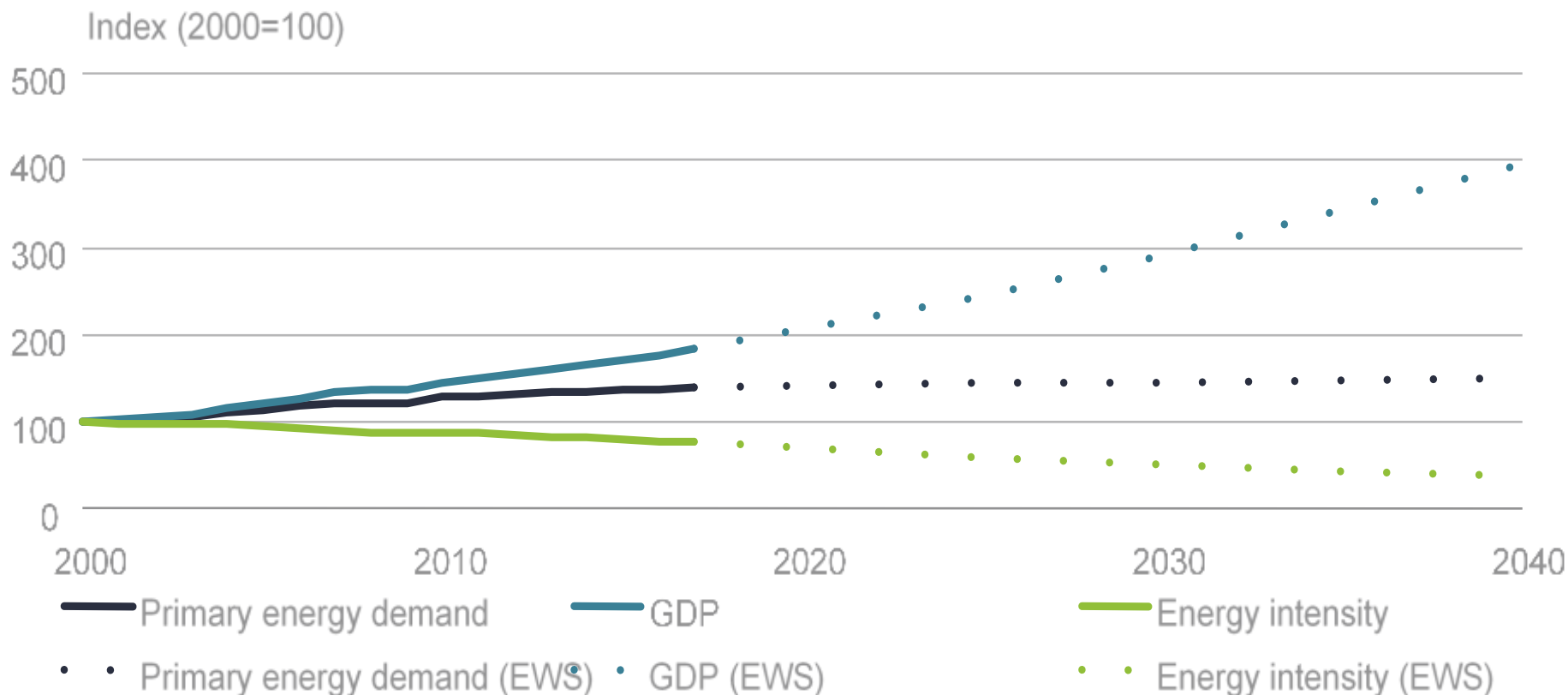
L'efficacité et un taux plus élevé d'électrification permettent en 2017 d'atteindre un **Indice de Développement Humain (IDH) élevé pour moins d'énergie.**

Un taux élevé (IDH>70) peut être atteint pour 30 GJ/an/personne soit près de dix fois moins que pour les pays les plus riches. Cela représente l'équivalent d'une puissance constant de 1 kW contre 5 kW pour les pays européens et 8 kW pour les pays les plus gaspilleurs.



# L'AIE ne voit pas de limite dans le temps.

Demande d'énergie primaire, produit intérieur brut et intensités, passé et dans le scénario d'efficacité "EWS" à 2040. Dans ce scénario, la demande primaire (en noir) est stable pour une hypothèse de croissance mondiale (en bleu) qui reste élevée sur le long terme (AIE 2020).



# Une ressource « renouvelable »

L'efficacité n'est pas figée même à moyen terme, car la productivité des équipements augmente de façon générale. Le potentiel (comme « la réserve » dans le cas du pétrole) n'est décrit qu'à l'instant  $t$ , il va encore évoluer dans le temps (côté offre mais aussi côté demande et prix, ou encore lors de la fixation d'une norme).

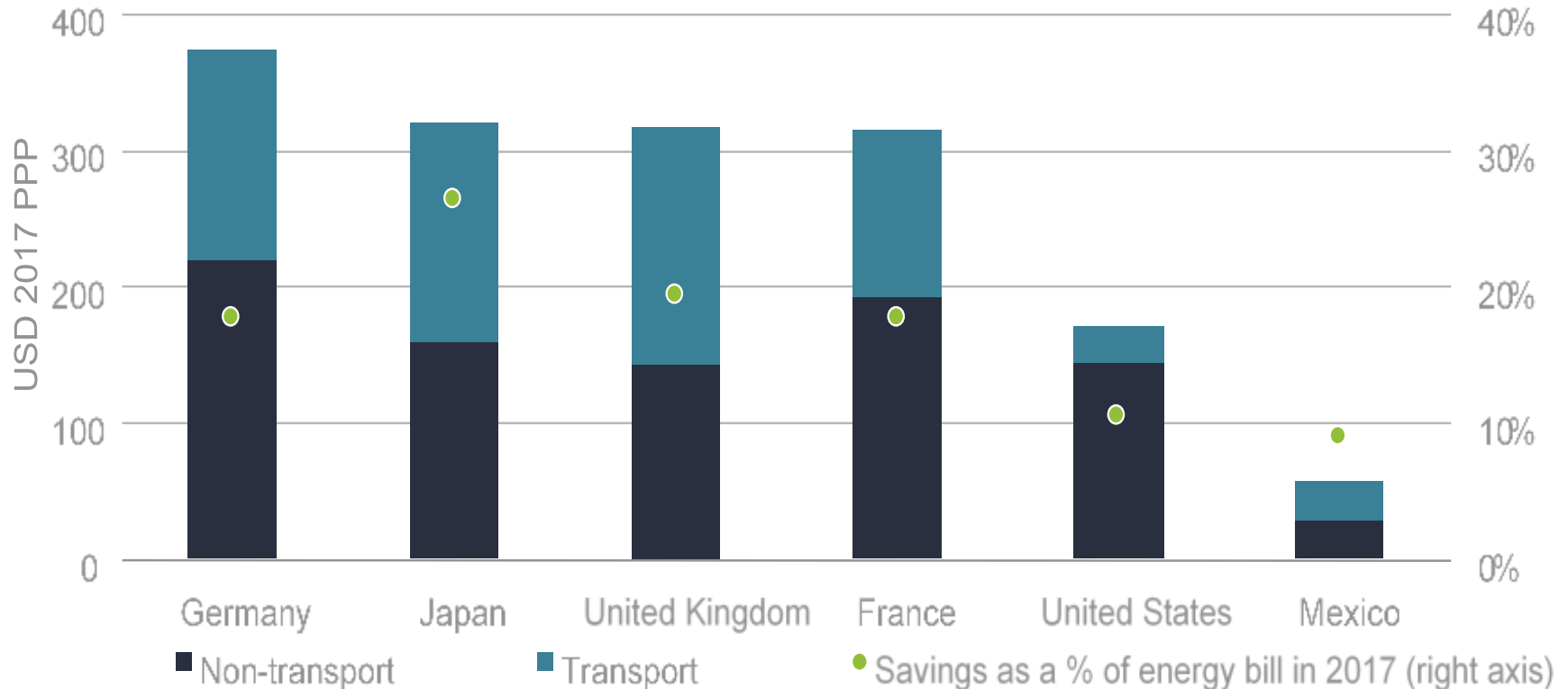


Mouvement perpétuel, ici « la cascade ». L'artiste néerlandais Maurits Cornelis Escher est né le 17 juin 1898. Il est connu pour ses constructions impossibles, l'exploration de l'infini, ou des combinaisons de motifs qui se transforment graduellement en des formes totalement différentes

Extrait A. Lovins:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aad965/meta>

# Les consommateurs sont gagnants



Gain par habitant sur les énergies en 2017 par rapport à 2010 liés à l'efficacité (AIE), en parité de pouvoir d'achat et en part du coût des énergies. La question du recyclage de ces sommes économisées, et des effets rebond sera abordée en cours N°9. Le prix des énergies joue peu dans ce différentiel (AIE 2019).



# Des questions?

---



*© Peyo*



La première ressource  
disponible

**Sobriété et efficacité**

Le thermostat et l'utilisateur

L'éclairage et les co-bénéficiaires

Les veilleuses et le numérique

Economies d'électricité,  
efficacité matériaux

Autres exemples: industrie...

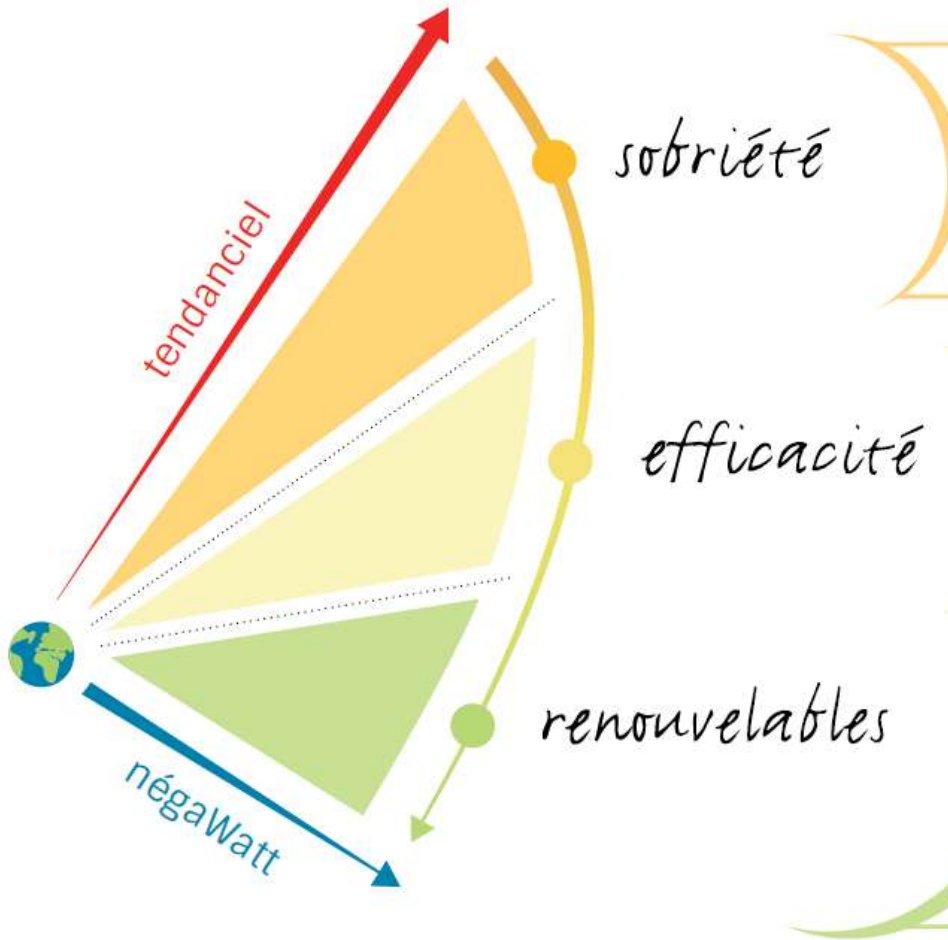
# Sobriété et efficacité



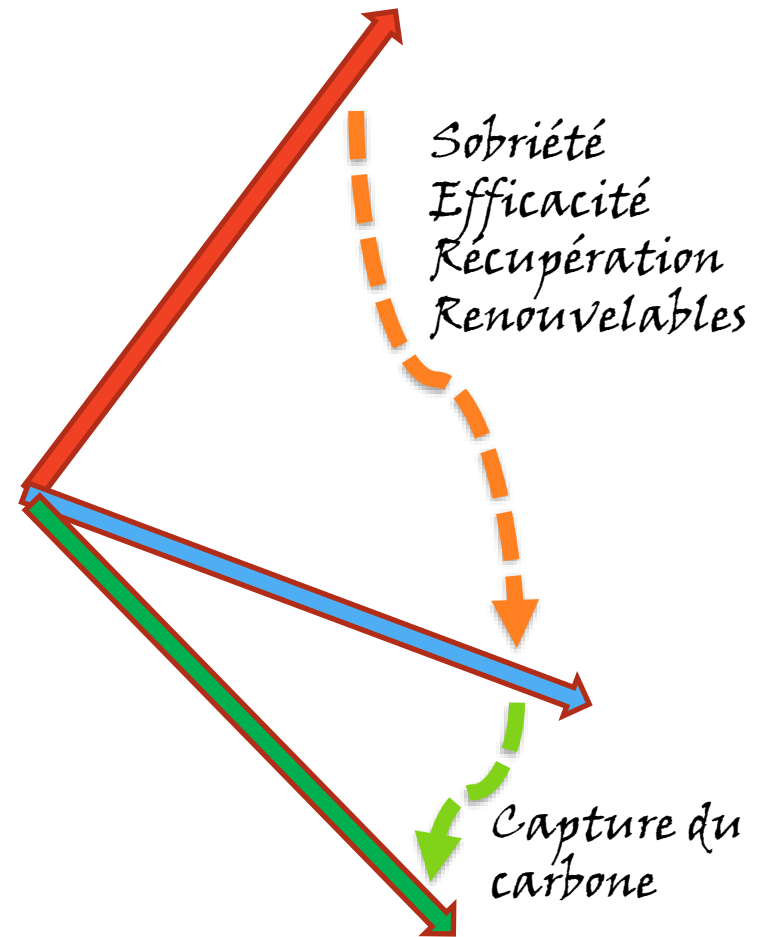
Source : Négawatt

Le concept « Négawatt » ou de « Virage Energie » par exemple sur <http://www.virage-energie.org/rapports/mieux-vivre-en-hauts-de-france/>  
Rapport complet sur <http://www.virage-energie.org/rapports/mieux-vivre-en-nord-pas-de-calais/>  
Et aussi <https://www.energysufficiency.org/>

# Nouveau découpage...



Source : Négawatt



# Sobriété/efficacité



**L'austérité incarnée.** Diogène de Sinope était un mendiant barbu, vêtu d'un simple manteau crasseux, armé d'un bâton avec lequel il molestait ceux qui l'approchaient. Diogène rencontre Alexandre à Corinthe. Le roi de Macédoine, qui a entendu parler de lui, vient le trouver dans son tonneau. « Demande moi ce que tu veux, je te le donnerai ». Diogène, à terre, lève les yeux vers Alexandre et lui rétorque avec panache : « Ôte-toi de mon soleil ! ». [Diogène et Alexandre par Gaetano Gandolfi (1792)]

Comment **distinguer** les deux concepts?

À l'ONU, ou encore dans les syndicats (FO, CGT...), on est passé en moins de dix ans du **refus viscéral** des « restrictions » ou de la « décroissance » à d'idée de l'évolution des **modes de vie** sous la contrainte climatique. Le GIEC AR6 a même un chapitre (le 5) sur la demande et la consommation...



# Sobriété



François d'Assise (1181-1226). Il s'habille d'un vêtement gris et se ceint la taille d'un cordon. Il porte ainsi le vêtement du pauvre de son époque. Toute sa vie, il fait la promotion de la solidarité aux pauvres, aux démunis, aux marginalisés. Il dénonce les injustices et s'oppose à toute appropriation.

Avant tout, réfléchir à la demande (consommation) avant l'offre (production).

- ✓ Besoins en matière première
- ✓ Besoins en capitaux (fabrication, construction, maintenance...)
- ✓ Toute production d'énergie a ses nuisances (pollution, occupation de l'espace, bruit, modification écosystème, déchets...)
- ✓ Eviter les infrastructures (réseaux...)
- ✓ Rendre plus facile d'accéder à l'énergie (indépendance, réduction des inégalités...)
- ✓ Éviter les conflits sur les ressources

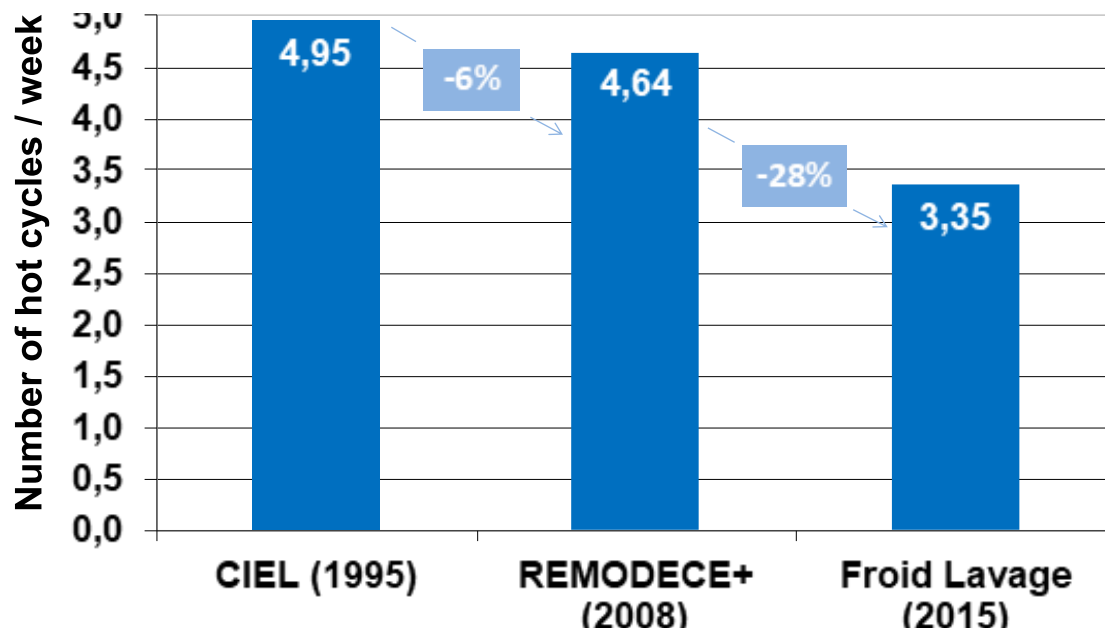
# Sobriété ou efficacité?



Ce n'est qu'à 79 ans que la Mère Denis connaît la gloire en devenant l'emblème de la marque Vedette. En 8 films publicitaires, elle devient une figure légendaire de la publicité, connue alors par 80% des français ! Son fameux « Ch'est ben vrai cha ! » fera grimper la notoriété de la marque Vedette de la 9ème place à la 2ème en un temps record ! Elle meurt en 1989.

## Machine à laver (France),

évolution du nombre de cycles hebdomadaires à chaud



**Technologie.** Evolution sur 20 ans du nombre de lavages à chaud par semaine (consommation > 100 Wh/cycle (Dupret, 2017). Dans cet exemple, le service rendu est identique, mais les lessives et les machines ont change, de même que les textiles.

A l'inverse, le lavage à la main relève de la sobriété.

# Exemples de sobriété



- Eclairage (besoins nocturnes inutiles, arrangement de l'espace)
- Chauffage des bâtiments (arrêt du chauffage quand inoccupé, pas de surchauffe...), voire partage du bâtiment sur la semaine entre usagers différents.
- Limitations des vitesses des voitures ou de leur taille
- Régime alimentaire ( moins de viande et plus de légumes de saison )

1955. Le moteur monocylindre quatre-temps de 247 cm<sup>3</sup> développe 12 ch. De quoi emmener la voiture jusqu'à 80 km/h en... 40 secondes. L'Isetta 250 est bruyante, souffre d'une commande de boîte de vitesses dure (le levier est placé à la gauche du conducteur), mais elle est pratique, assez fiable et fait sourire ceux qu'elle croise.



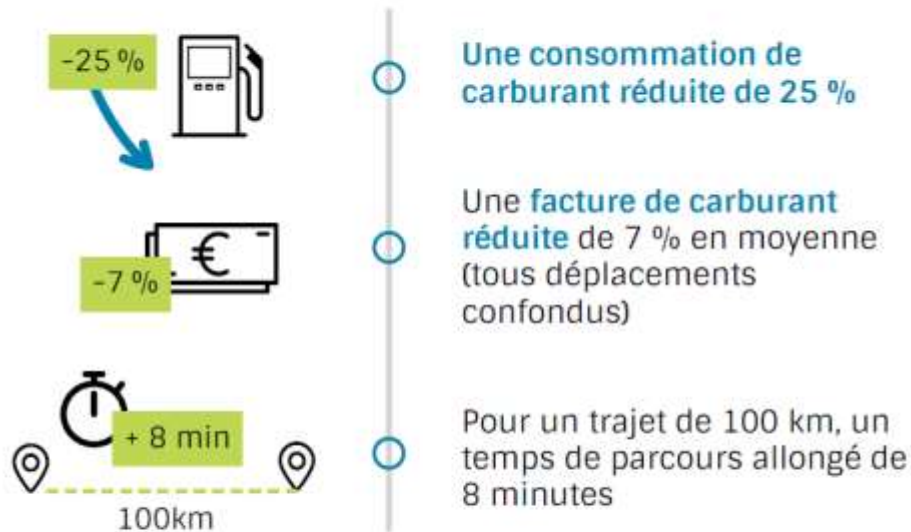
**De manière générale, la sobriété repense ou transforme le service rendu au consommateur**



# Sobriété - exemples

110

## Impact d'une réduction de la vitesse de 130 à 110 km/h sur autoroute



Mise en place en juillet 2018, la réduction de la vitesse autorisée sur route nationale (de 90 à 80 km/h) a été motivée par des enjeux de sécurité routière. Cette mesure a également **des effets bénéfiques sur la consommation d'énergie.**

Pour renforcer cette baisse de la consommation et ne pas favoriser un report des routes nationales vers les autoroutes qui entraînerait une surconsommation d'énergie, il est pertinent de réduire aussi la vitesse autorisée sur voies rapides (passage de 110 à 100 km/h) et sur autoroutes (130 à 110 km/h).

+

**Et ailleurs ?** Un grand nombre de pays européens (Belgique, Suisse, Norvège, etc.) affichent déjà une vitesse maximale autorisée de 100 km/h sur voies rapides ou de 120 km/h sur autoroute. En France d'ailleurs, la vitesse maximale autorisée sur autoroute est de 110 km/h en cas de pluie. Ce qui est aujourd'hui la norme quand il pleut pourrait devenir demain la norme quelle que soit la météo.

120

100



# Références sobriété



Extrait de la bande dessinée « Le nucléaire détrôné », B. Khelifi et al. 1994, préface de Hélène Crié [Silence/GVPE/GPF/CEFE]

- Vidéo : négaWatt et Virage Energie sur la sobriété... <http://www.virage-energie.org/ressources/>
- Scénarios de sobriété <http://www.virage-energie.org/>

# La sobriété n'est pas qu'individuelle

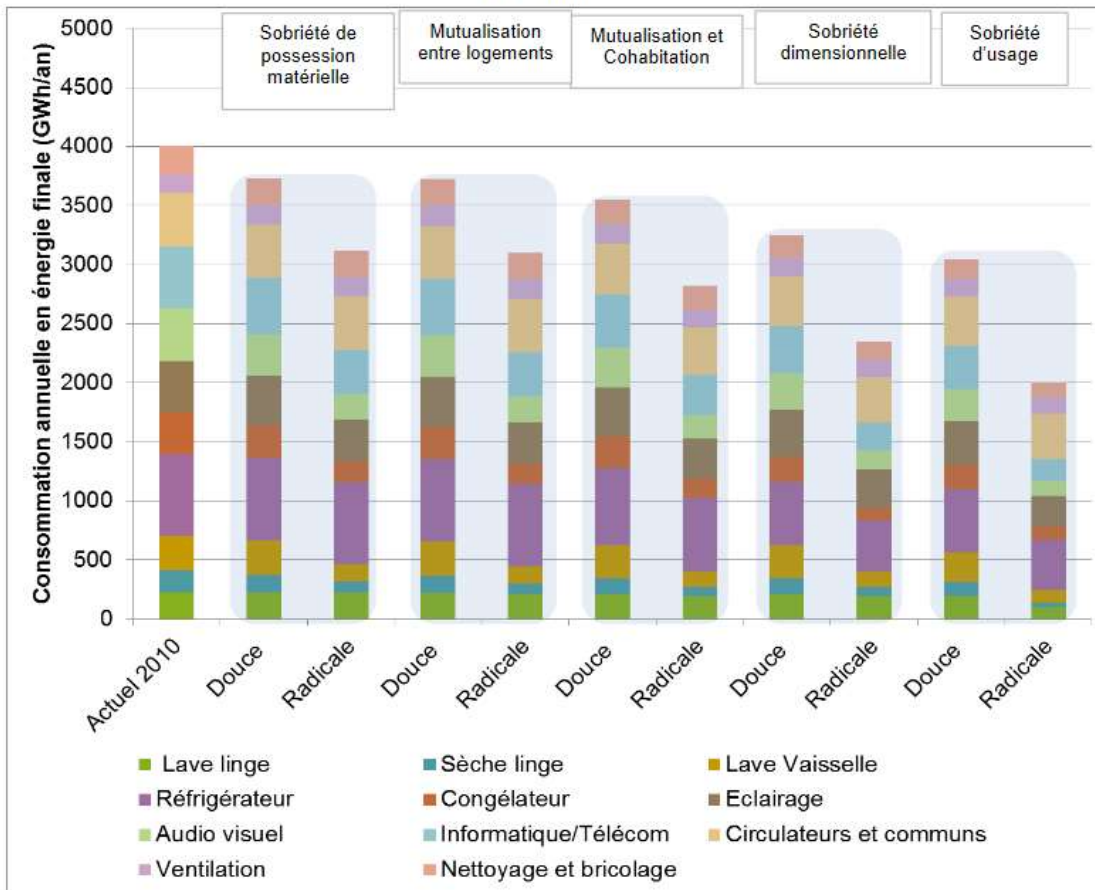
En 2012, Virage Energie –en coopération avec l'Université Lille 1- recense des politiques de sobriété, sur lesquelles la puissance publique peut agir.

Étapes	Description
<b>Sobriété organisationnelle</b>	Ajustement des activités des différentes branches selon l'évolution des modes de vie induite par la sobriété
	Conciliation des activités marchandes et non marchandes
	Télétravail et espaces de travail collaboratifs (coworking)
	Décentralisation, diversification, densification (territoires, commerces et services)
<b>Sobriété comportementale</b>	Pratiques sportives accrues et peu énergivores
	Tourisme basé sur la proximité et le ralentissement
<b>Sobriété conviviale</b>	Pratiques culturelles, touristiques et de loisirs accrues
	Echanges de logements entre particuliers
<b>Sobriété dimensionnelle</b>	Ajustement de la taille des équipements du tertiaire à l'usage
<b>Sobriété d'usage</b>	Réévaluation des normes de confort et réduction de l'usage des équipements

Source Virage Energie 2012

# Le potentiel est distinct de l'efficacité

Figure 76 : Gisement d'économies d'énergie, par usage et par levier, pour l'électricité spécifique



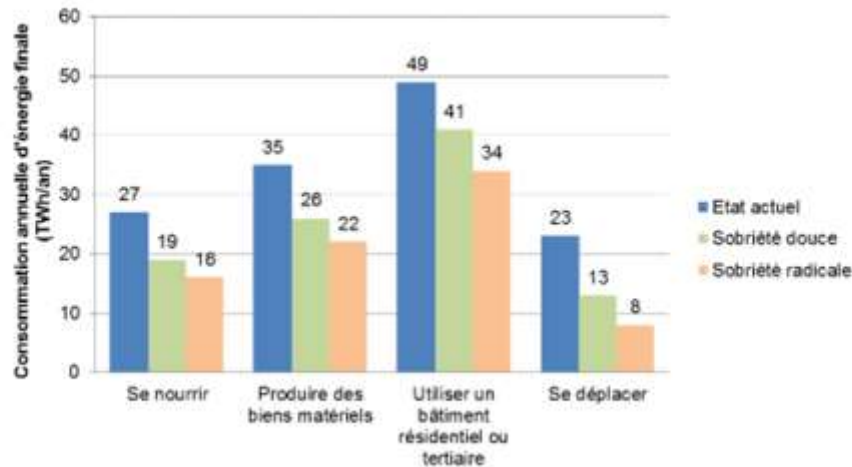
Source : Virage-énergie Nord Pas de Calais, 2013

**Electroménager:**  
**Mutualisations,**  
**cohabitations entre**  
**générations,**  
**sobriété**  
**dimensionnelle,**  
**sobriété d'usage...**  
**Des concepts qui**  
**se diffusent aussi**  
**dans les transports**  
**(blabla car,**  
**autopartage, co-**  
**voiturages...)**



# Virage Energie: 16 à 30% de gains

Figure 106 : Deux scénarios de sobriété pour réduire les consommations annuelles en énergie finale selon les usages et les besoins de la population régionale



Source : Virage-énergie Nord-Pas de Calais, 2013

Tableau 93 : Résultats cumulés des scénarios en résidentiel et en tertiaire

	Actuel 2010 (GWh/an)	Sobriété douce (GWh/an)	Sobriété radicale (GWh/an)
Résidentiel	31 700	26 327	21 276
Tertiaire	17 000	14 785	12 206
<b>Total</b>	<b>48 700</b>	<b>41 112</b>	<b>33 482</b>
Potentiels d'économies d'énergie		<b>-16%</b>	<b>-31%</b>

Source : Virage-énergie Nord Pas de Calais, 2013

Sur quatre postes: la nourriture, la production de biens, le bâtiment, les déplacements, les propositions de VE estiment entre 16% (sobriété « douce ») et 31% (sobriété « radicale ») les gains possibles.

# Pour en savoir plus et pour agir



Quatre  
bonnes  
adresses...

Stockholm, août 2018



# Vu d'Europe, l'ECEEE

« European Council for an Efficient Energy Economy » (ECEEE) regroupe chercheurs, agences, collectivités et professionnels de toute l'Europe.



<https://www.eceee.org/summerstudy/>



<http://decrypterlenergie.org/>





AEROPORT DE LILLE SAS

CAHIER D'ACTEUR  
N°19 NOVEMBRE 2020

## Concertation sur le projet de modernisation de

l'aéroport de

DU 12 OCTOBRE AU

UNE « MODERNISATION »



Virage Énergie

Spécialisée dans la prospective énergétique et sociale, l'association Virage Énergie réalise et met en débat des outils de sensibilisation et d'aide à la décision publique pour limiter l'utilisation d'énergie et de ressources naturelles de nos modes de consommation, de production et d'échange actuels et à venir. Virage Énergie est membre du Réseau Action Climat-France, du CLER-Réseau pour la Transition Énergétique et de la MRES.

**CONTACT**  
Adresse : 5 rue Jules de Vico  
59000 LILLE  
Site Internet : [www.virage-energie.org](http://www.virage-energie.org)  
Téléphone : 03 20 29 48 15

Le respect des amène à remettre en question les émissions de gaz à effet de serre, dont le changement de dans certains pays qu'il paye le prix de la modernisation climatique.

### UN PROJET AERIEN

Le projet a 3 objectifs :  
- répondre à l'évolution  
- améliorer l'accès  
- proposer des solutions sur 2019 - 2039 : le projet même 4,7 milliards n'augmenteront pas 68,8 à 103,6 passagers puisse se poursuivre en moyenne, soit 100 millions par an. Nous notons au passage



Spécialisée dans la prospective énergétique et sociale, Virage Énergie réalise et met en débat des outils de sensibilisation et d'aide à la décision publique pour limiter l'utilisation d'énergie et de ressources naturelles de nos modes de consommation, de production et d'échange.

Virage Énergie étudie les gisements d'économies d'énergie et des réductions des émissions de gaz à effet de serre résidant dans l'efficacité et la sobriété énergétique, le développement des énergies renouvelables ainsi que leurs bénéfices sociaux et sociétaux.

Virage Énergie est membre du Réseau Action Climat-France, du CLER-Réseau pour la Transition Énergétique, de la Maison Nationale de l'Environnement et de la Société, de l'Association Française pour l'Énergie et de la Maison de l'Environnement de Dunkerque.

Virage Énergie  
5 rue Jules de Vico  
59000 LILLE  
03 20 29 48 15

[contact@virage-energie.org](mailto:contact@virage-energie.org)  
[www.virage-energie.org](http://www.virage-energie.org)



endp Commission nationale du débat public

## CAHIER D'ACTEUR VIRAGE DÉBAT PUBLIC PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE

folles offshoot

Virage Énergie parcellaire interventions, de prospective territoire régional

Ce soutien et la programmation d'énergie et de ressources naturelles de nos modes de consommation, de production et d'échange actuels.

La réussite nécessite un effort de sobriété dans leur

Cette présente interventions territoire et l'acteur département Maritime de l'

Écologie, environnement

DÉBAT PUBLIC  
Siège de la commission  
16 rue Tiers 59100  
Tel. +33 (0)3 59 51  
[www.endp.org](http://www.endp.org)



Spécialisée dans la prospective énergétique et sociale, Virage Énergie réalise et met en débat des outils de sensibilisation et d'aide à la décision publique pour limiter l'utilisation d'énergie et de ressources naturelles de nos modes de consommation, de production et d'échange actuels.

Nous étudions les gisements d'économies d'énergie et des réductions des émissions de gaz à effet de serre résidant dans l'efficacité et la sobriété énergétique, le développement des énergies renouvelables ainsi que leurs impacts en termes d'emplois.

**Contact**  
Virage Énergie  
23, Rue Gosselin  
59000 LILLE  
[contact@virage-energie.org](mailto:contact@virage-energie.org)  
<http://www.virage-energie.org>  
[facebook.com/VirageEnergie/](https://www.facebook.com/VirageEnergie/)  
[twitter.com/VirageEnergie](https://twitter.com/VirageEnergie)

endp Commission nationale du débat public

## VIRAGE ÉNERGIE De l'ébriété à la sobriété énergétique

La maîtrise de la consommation en énergie primaire est tout aussi pilotable par la puissance publique que le déploiement des énergies renouvelables - elle doit donc avoir toute sa place au sein de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et du débat.

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie doit se structurer autour d'une démarche de sobriété énergétique : l'article 176 de la Loi Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) précise en effet que « la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie se fonde sur des scénarios de besoins énergétiques associés aux activités consommatrices d'énergie, reposant sur différentes hypothèses d'évolution ».

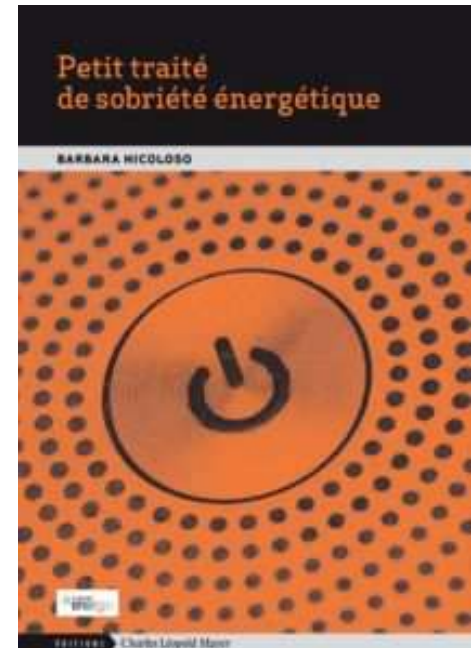
En l'état actuel, le document de maîtrise d'énergie ne fait pas l'effort de cet exercice, et tend à analyser la production et les consommations d'énergie comme des données exogènes.

### La sobriété en 6 axes stratégiques transversaux DE L'ÉBRIÉTÉ À LA SOBRIÉTÉ



DÉBAT PUBLIC PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE  
23 Rue Gosselin - 59000 Lille - Tél. 03 20 29 48 15  
www.virage-energie.org - info@virage-energie.org

## Janvier 2021 Petit traité de sobriété énergétique...



<http://www.virage-energie.org/petit-traité-de-sobriete-energetique/>



« Seuil d'indécence énergétique : une vaste mascarade ». Le CLER a conçu et anime le dispositif SLIME

Président du CLER de 2014 à 2017, l'itinéraire de Michel Maya (Maire de Tramaye) illustre l'engagement de nombreux élus des territoires qui ont choisi un avenir 100 % énergies renouvelables



<https://cler.org/>

## Annuaire des formations

281 FORMATIONS DISPONIBLES

Avec 182 formations et des centaines d'annonces, le CLER-Transition Energétique est un carrefour majeur de l'emploi dans les BE énergie et les collectivités

Le point sur les contrats de relance et de transition écologique



# Des questions?

---



*Peyo*



ENER 2021  
COMENER 2021





La première ressource  
disponible

Sobriété et efficacité

**Le thermostat et l'utilisateur**

L'éclairage et les co-bénéfices

Les veilles et le numérique

Economies d'électricité,  
efficacité matériaux

Autres exemples: industrie...



1950's



1970's



2000's



# Thermostats et programmeurs

Alan Meier (LBL et ACEEE) étudie avec son équipe l'usage d'un simple **thermostat programmable**. Les résultats sont édifiants...

[https://www.eceee.org/library/conference\\_proceedings/eceee\\_Summer\\_Studies/2011/6-innovations-in-buildings-and-appliances/facilitating-energy-savings-through-enhanced-usability-of-thermostats/](https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2011/6-innovations-in-buildings-and-appliances/facilitating-energy-savings-through-enhanced-usability-of-thermostats/)

[https://www.eceee.org/all-news/columns/Alan\\_Meier/deconstructing-folk-labels/](https://www.eceee.org/all-news/columns/Alan_Meier/deconstructing-folk-labels/)



## Mauvaises représentation de l'utilisateur

Chauffer tout le temps c'est plus efficace

Les usagers ne connaissent pas le prix payé

Les usagers ne comprennent pas la température demandée sur leur thermostat

Les usagers connaissent peu leurs appareils de chauffage ou de climatisation

Les usagers ignorent l'impact du chauffage

Mauvaises représentations du thermostat

Le thermostat c'est juste un interrupteur

Le thermostat c'est un gradateur qui ne réduit pas la consommation

Le thermostat de la chaudière va changer la température dans la pièce

Les appareils programmables sont trop compliqués

Les boutons sont trop petits

## Problèmes sur le mode d'emploi

Pas assez de dessins compréhensibles

Trop de détails ça prend du temps

C'est pour les plombiers

Il devrait rester attaché au robinet

## Problèmes liés à l'énergie

Les abréviations et le vocabulaire sont complexes

L'interface n'est pas logique

Le thermostat est peu accessible

C'est compliqué de s'en occuper

La date et l'heure sont compliquées

L'appareil ne confirme pas ce qu'il va faire

Ce n'est pas pratique

# Thermostats et programmeurs

## Barrières à l'usage

« Le prix n'en vaut pas la chandelle »

« On préfère réguler par d'autres appareils (poêle) »

« On est trop vieux pour ça »

Emploi du temps imprévisible

« On ne sait pas la température qu'on veut vraiment »

« On n'est pas d'accord entre nous »

Le thermostat n'est pas élégant

« On préfère commander directement »

« Le système ne marche pas »

ACEEE 2010 "How People Actually Use Thermostats"  
Alan Meier, Lawrence Berkeley National Laboratory

# Ça ne vous rappelle rien?



Cet appareil est un magnétoscope. Pour les personnes nées après 1995, il date d'avant le streaming et les plate-formes. A cette époque, les films ou les séries étaient conservés sur des supports magnétiques (puis optiques). Leur programmation était réservée à une catégorie d'humains « mutants », incluant les auteurs des notices elles-mêmes. Cet exemplaire de marque Sony fait partie des appareils alors les plus « simples » à programmer.



# Test : que veulent dire ces mots ?



**Pre-set**  
**One--touch**  
**Quiet**  
**Swing**  
**Fix**  
**Comfort**  
**Sleep**

Aux Etats-Unis, le label « Energy Star a mesuré que les maisons équipées de thermostats programmables utilisaient plus d'énergie que celle équipées de thermostat manuels. En 2008 la norme ES a supprimé la spécification de ces appareils en attendant une amélioration de leur « facilité d'utilisation » [usability].

D.R. Hôtel Belhambra Hières (Var), ECEEE 2013



COMENER 2021





Pour voyager dans le temps, Doc Emmet Brown (Christopher Lloyd) a ajouté sur son véhicule un “capaciteur de flux” qui réclame 1,21 GW de puissance, fournis à l’origine par un petit générateur au plutonium 235. Mais pour son retour dans le future c’est carrément une machine de fusion fonctionnant aux ordures ménagères qu’il met en oeuvre. Ce générateur “Mr Fusion” a été acheté en 2180 dans un magasin Bricorama. Très fort!

# Facilité d’utilisation (1)

**Le protocole de recherche (Meier et al.) de l’équipe californienne :**

1. Passer le thermostat de « off » à « on »
2. Régler l’heure correcte sur l’appareil
3. Identifier la température visée par le thermostat
4. Identifier la température prévue jeudi à 9h du soir
5. Mettre le thermostat en vacances
6. Programmer une température du lundi au vendredi

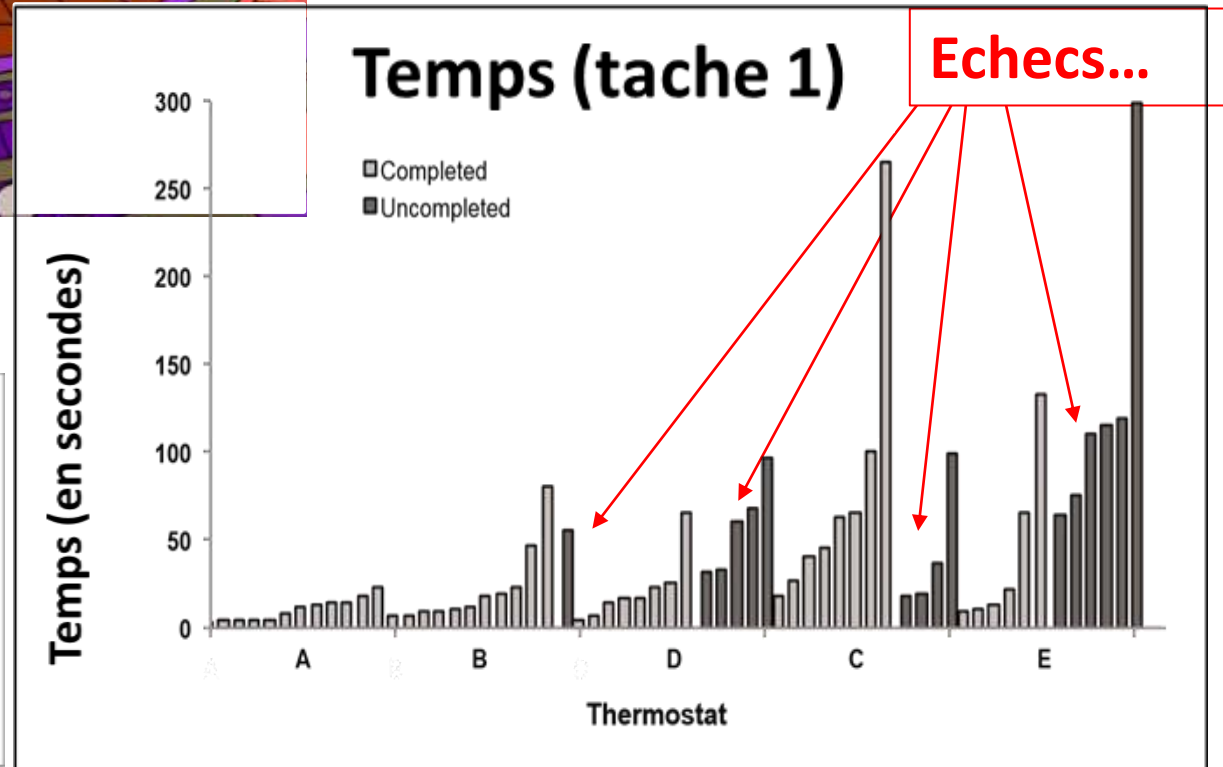
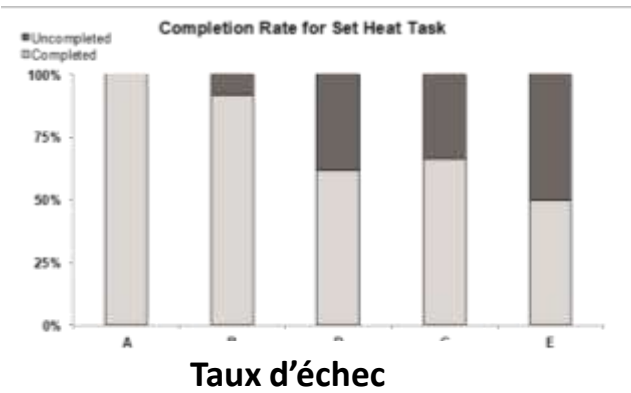


# Facilité d'utilisation? (2)

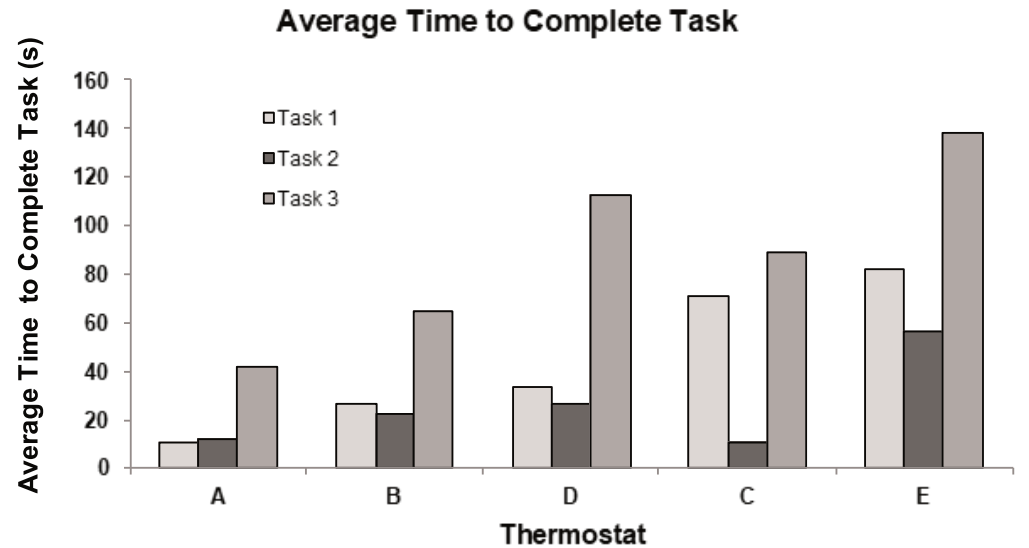
Première question posée à l'échantillon sur 5 appareils : Passez de « off » à « on ».



**Recalé!**



# Les tâches 1-2-3....



**Les tâches suivantes ne sont pas plus brillantes! Les constructeurs restent sur ce défi non résolu (!) même si les « grands » comme Google investissent...**

Le banc d'essai

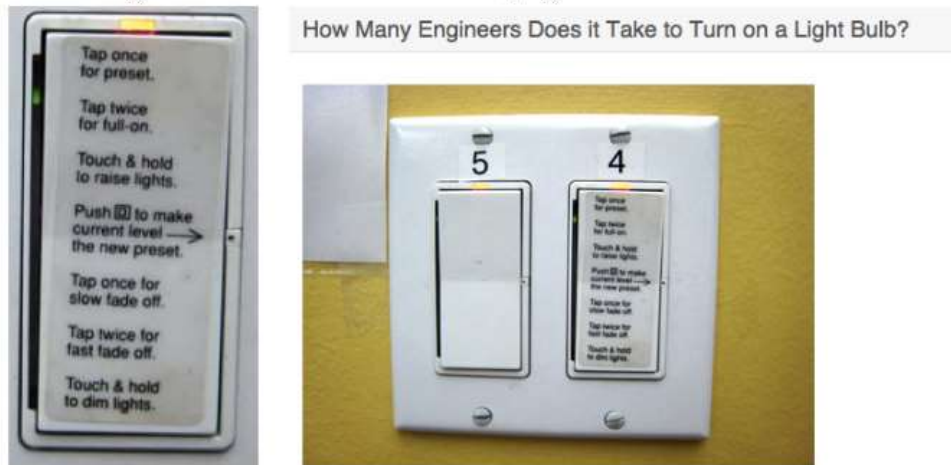


Idiot tu es!





Figure 2. Folk label on a dimming light switch at Sun Labs.



(<http://lawsofsimplicity.com/2007/06/10/how-many-engineers-does-it-take-to-turn-on-a-light-bulb/>)

Figure 3. Folk label on a hotel thermostat



<https://faculty.washington.edu/argon/pubs/FolkLabeling2012.pdf>

# Chez les pros aussi

Chez les professionnels, on trouve souvent des « étiquettes maison » sur les automates. Selon Meier, elles signent l'incompréhension, souvent les bugs de fonctionnement et la mauvaise pédagogie.





# Automatisme intégral



## Les décrets tertiaires

L'enjeu général du décret est la sobriété énergétique (plus de 100 m<sup>2</sup>). Déclaration de consommation, améliorations obligatoire (label « Eco-énergie Tertiaire »). En gros pour l'ancien : – 40% en 2030, – 50% en 2040 et -60% en 2050. Un second arrêté donne des objectifs de consommations pour 2030 en valeur absolue, selon l'usage et la localisation (environ 110 kWh/m<sup>2</sup>).

<https://cler.org/decret-tertiaire-avancees-timides-apres-sept-ans-dattente/>


- Le bâtiment tertiaire a l'obligation d'installer une Gestion Technique Centralisée (GTC).
- Alliée à l'isolation en neuf ou ancien, la consommation devrait baisser – enfin-sérieusement.



# En attendant la réhabilitation

Comment éviter la régulation « par ouverture des fenêtres » ? Comment se comprendre avec les techniciens des chaufferies collectives ?

Le Défi Crèche visait le partage des gains financiers entre les équipes gagnantes. Une mini-formation et un kit comprenant un thermomètre installent un langage commun et plus des « il fait trop chaud ici » ou « on caille » !



En 2010 à Lille, deux élus [Lise Daleux (petite enfance) et Philippe Tostain (énergie)] lancent une opération originale pour économiser l'énergie dans les bâtiments utilisés pour la petite enfance. L'opérateur Dalkia, concessionnaire des chaufferies urbaines, joue le jeu et distribue des « kits » aux responsables: thermomètres, contacts directs avec les opérateurs. Un concours de la crèche la plus innovante en matière de geste pour réduire la conso de chauffage a été organisé à cette époque avec des prix remis par Dalkia.

# Des questions?

---



*Peyo*



La première ressource disponible

Sobriété et efficacité

Le thermostat et l'utilisateur

**L'éclairage et les co-bénéfices**

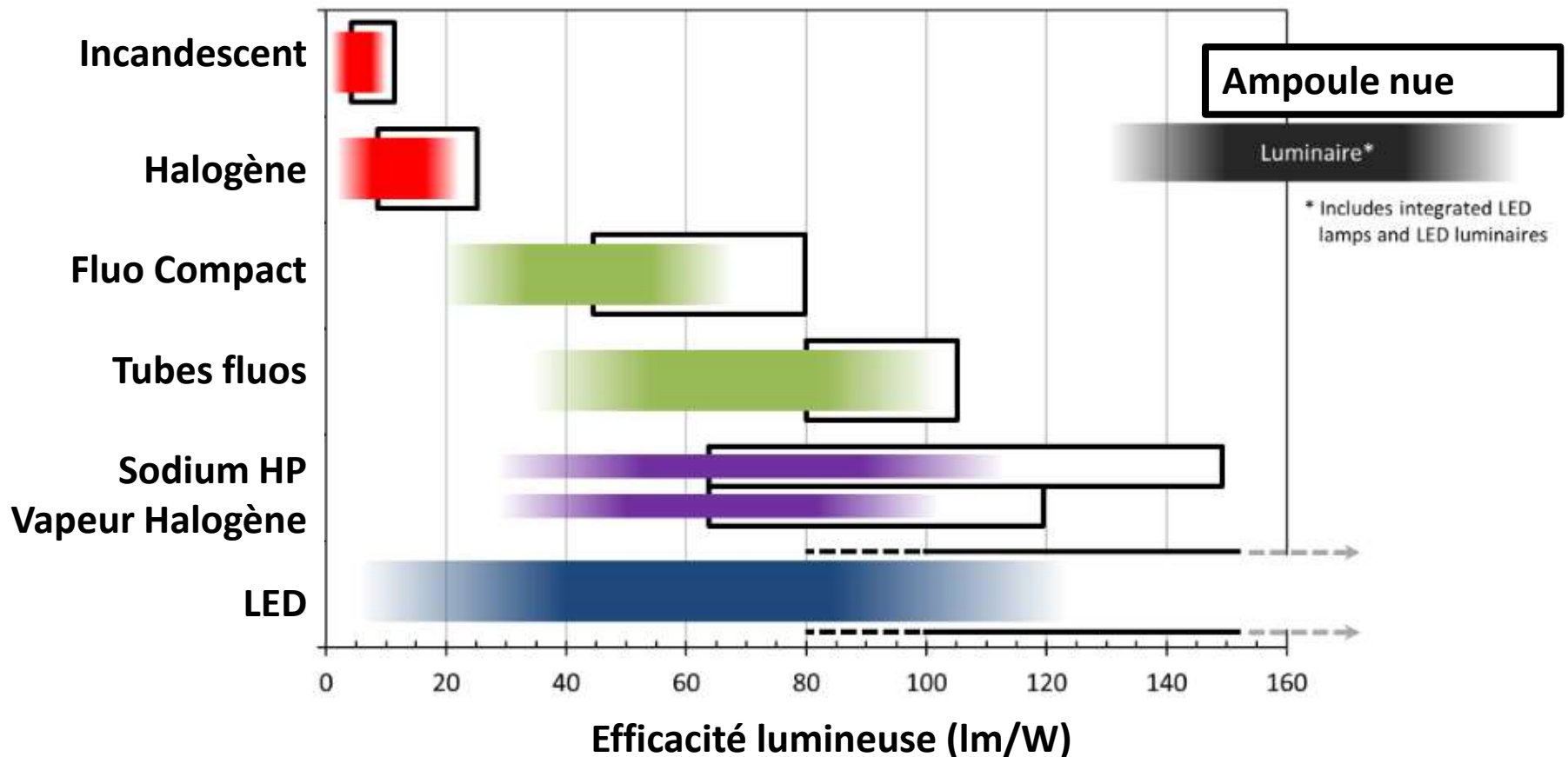
Les veilles et le numérique

Economies d'électricité, efficacité matériaux

Autres exemples: industrie...



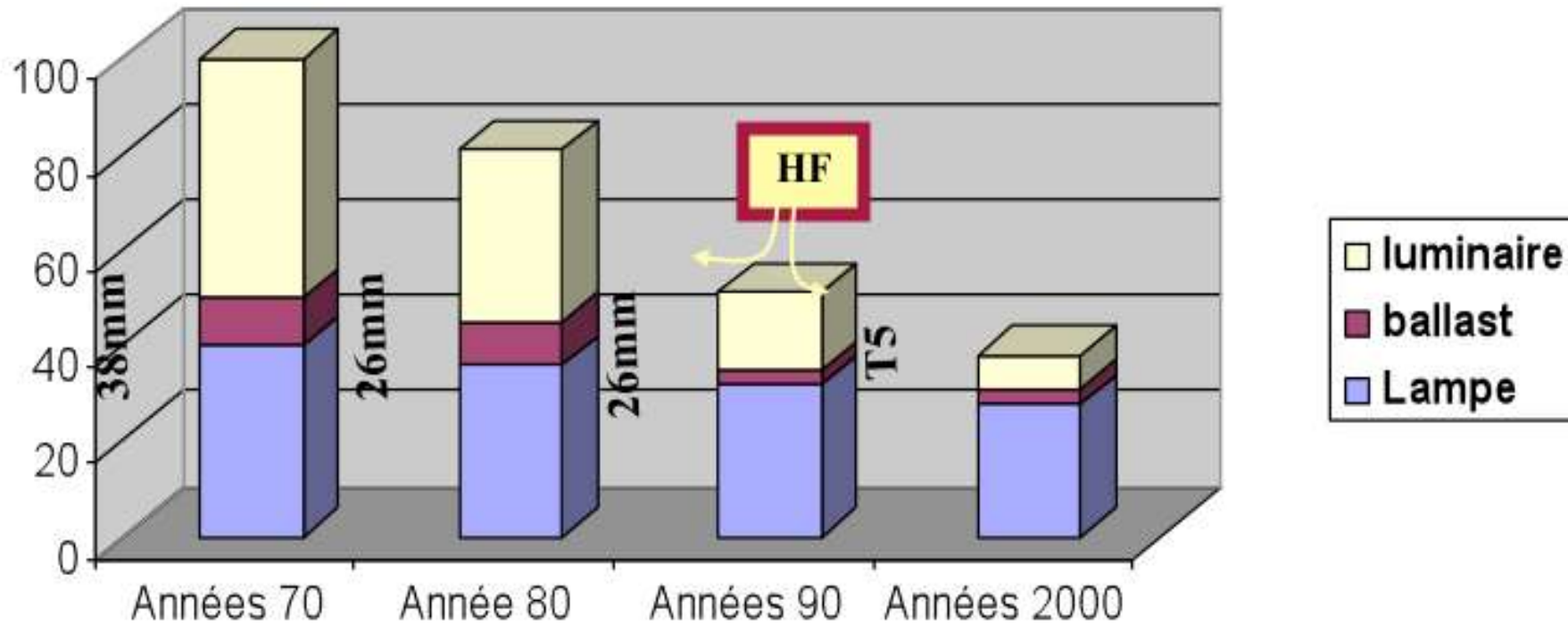
# Eclairage : révolution technique...



Source: Berkeley National Laboratory. La révolution technique : les photons de lumière sont soit chimiques (lampe à gaz; liés à un arc électrique ou une décharge en tension sous vide ou sous gaz; liés à la fluorescence d'une surface chimique réactive; ou à l'émission directe de photons dans un semi-conducteur

# Les gains techniques (efficacité) doivent inclure le réflecteur (« lumineaire »)

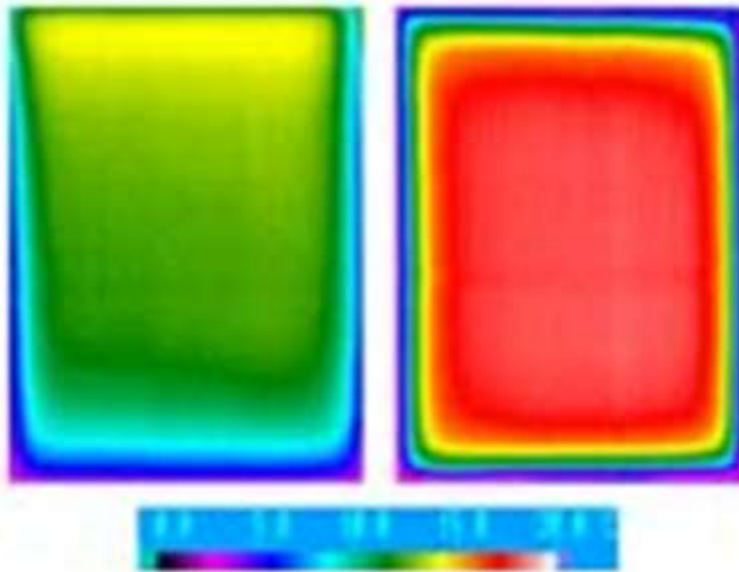
## EVOLUTION PERFORMANCE ENERGETIQUE ECLAIRAGE EN WATTS base 100



# Le poste de travail ergonomique repensé pour l'éclairage (sobriété ?)



# La fenêtre devient un isolant performant





# L'éclairage naturel rend-il le même service?

**Puits de lumière : 60-90% de lumière naturelle**



Exemple d'un commerce bio « Whole Foods ». Les rayons ont gagné 30% sur les ventes... il y a bien une différence de nature vis-à-vis de l'éclairage artificiel.

# Curitiba : éclairage naturel en rénovation

- Deux classes équipées ou non d'une « casquette » en rénovation (« retrofit »).



# Avec la même orientation



Contre jour...



# Efficacité : les LEDs / A.N.

**Problème**: 1 ensemble de LEDs remplace un spot halogène de 75 W dans un corridor; prix d'achat lampadaire 25 € gain énergétique 80%; prix du courant électrique 0,15 €/kWh.

**Question**: Quelle **durée** de fonctionnement annuelle du lampadaire pour amortir les LEDs ?

La lampe doit fonctionner  $25 \times 0,8 / 0,15$  soit 133kWh, soit  $133 / 0,075$  ou 1780 heures de fonctionnement = **2,5 mois en continu.**

Citer trois sortes de paramètres d'un **calcul plus complet** ?

Réponse : temps passé par **l'employé d'entretien**; économie sur la **climatisation** du bâtiment; **baisse de puissance** de la centrale de climatisation à son remplacement.

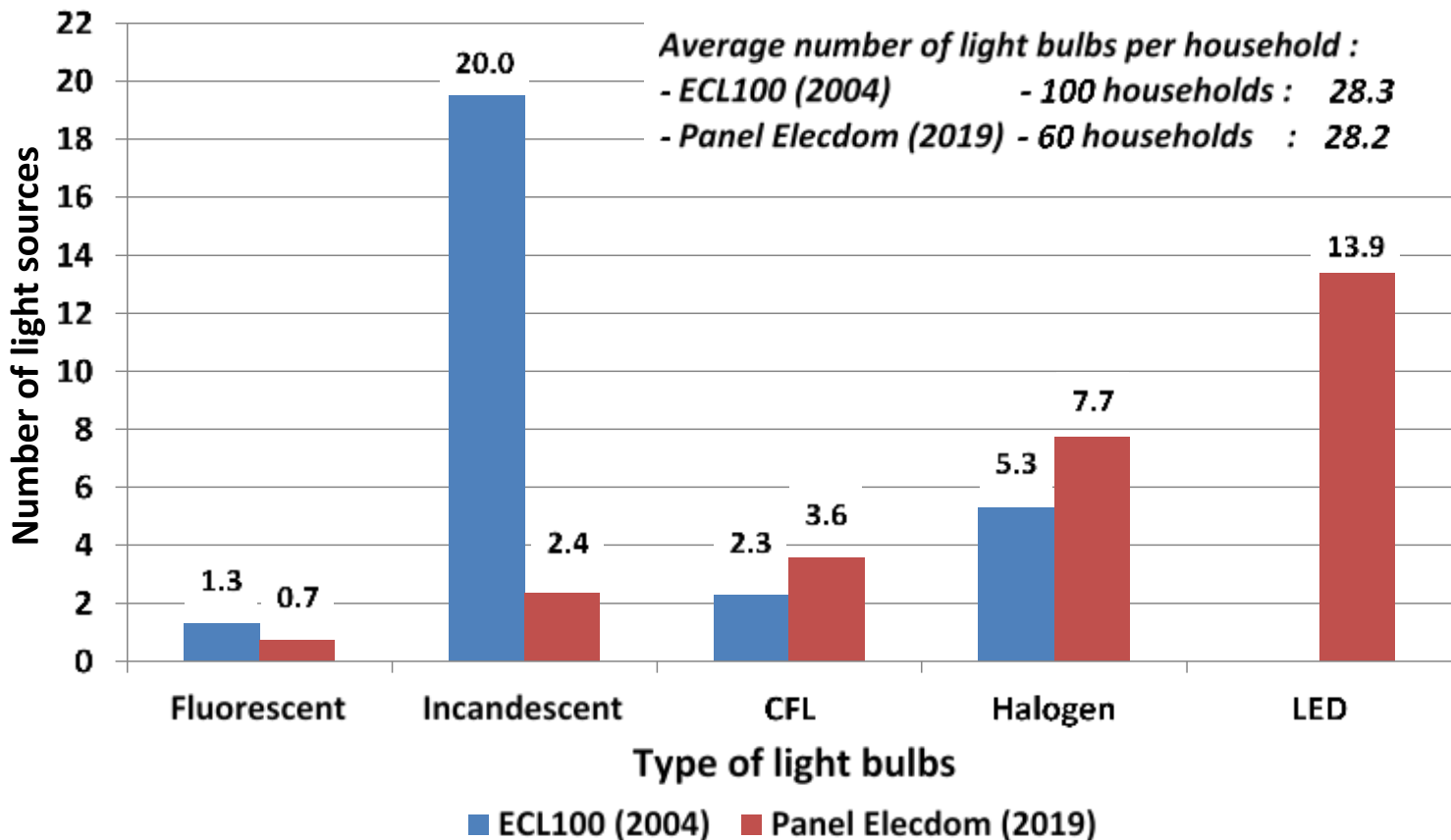


# Les LED s'imposent

PANEL ELECDOM

LIGHTING

Average number of light sources per household by light bulb technology



Le panel ELECDOM (RTE-ADEME-Enertech) montre la domination des LED en moins de quinze ans (Ducret et al. 2019)

# Des questions?

---



*Peyo*



La première ressource  
disponible

Sobriété et efficacité

Le thermostat et l'utilisateur

L'éclairage et les co-bénéfices

**Les veilles et le numérique**

Economies d'électricité,  
efficacité matériaux

Autres exemples: industrie...

# Efficacité: exemple des veilles



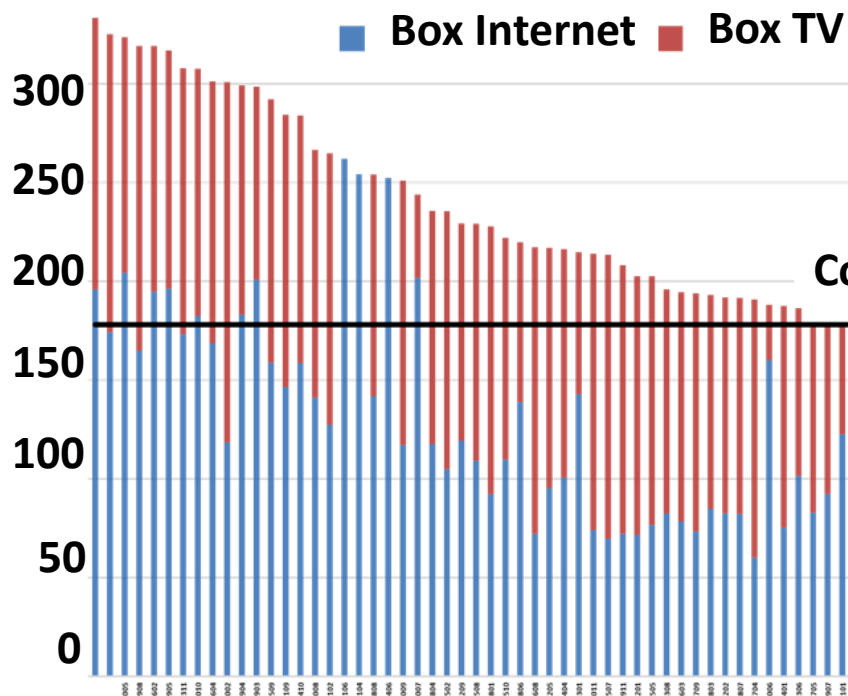
Pour ne pas réveiller les zombies endormis, une veille automatique est conseillée





# Les boxes dépassent le lave-vaisselle...

Frigo 386 kWh/an



Les boîtiers deviennent la première consommation, après le réfrigérateur (et le chauffage ou ses auxiliaires). Ceci est dû notamment au peu d'intérêt qu'ont les opérateurs (qui ne paient pas le courant)

Echantillon de ménages représentatif

M. Ducret, ECEEE 2019. Ces mesures sur l'échantillon RTE-ADEME réalisée par Enertech se base sur des consommations 2018-2019.

COMENER 2021

# Chasseurs de vampires

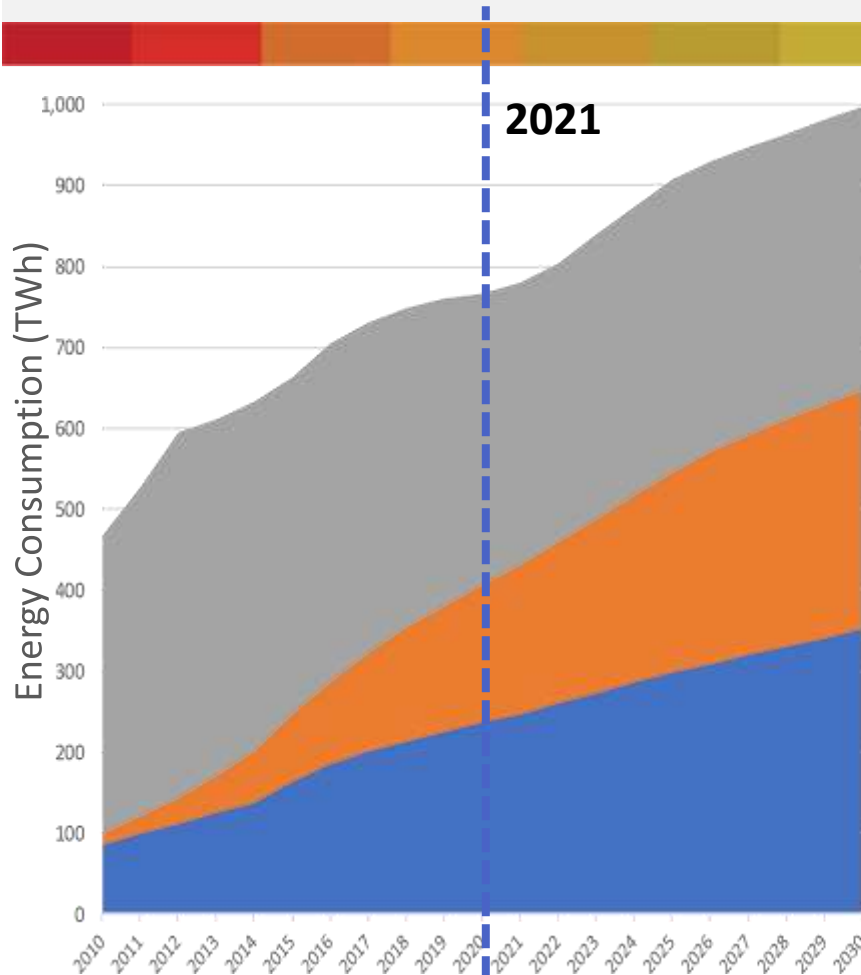
- Le plus fameux des chasseurs de vampires énergétiques, Alan Meier (Berkeley). Il a fait passer (via les normes) des consommations de veille... de +40W à <1W



Alan Meier

Sur les veilles: Meier, A. (2005). Vampire Slaying and Other New Directions for Efficiency Standards. Home Energy Magazine

# Veilles: le tiers du numérique



Amont

Consommation du numérique dans le monde (AIE 2019)

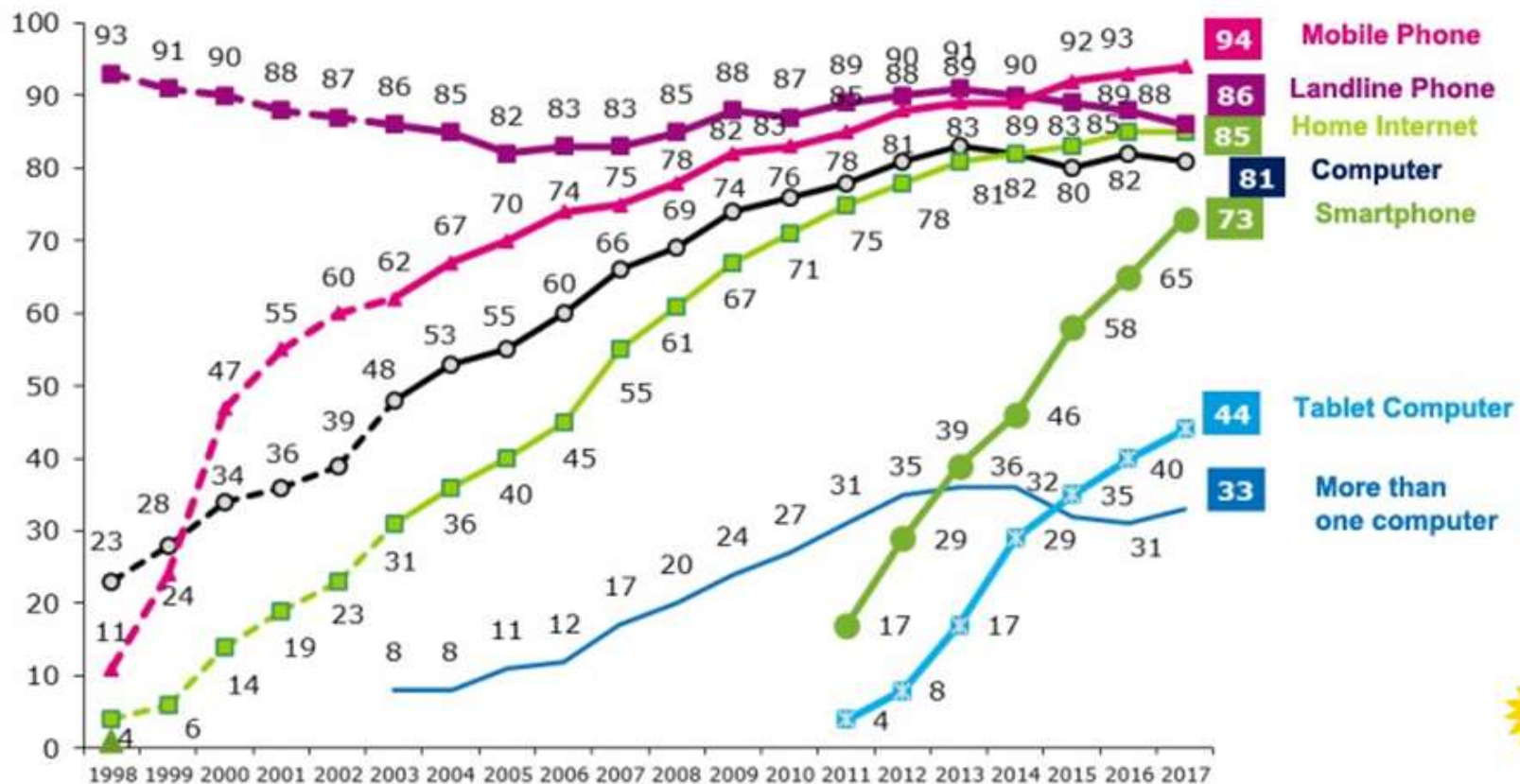
Veilles réseau

Part active des réseaux

Les réseaux locaux (LAN) utiliseront l'équivalent des deux tiers de l'amont d'internet en 2030. Ils sont basés sur le protocole Ethernet de 1985. Depuis 2010 il y a un mode wifi ou économie (optionnel). Si on les branche « par défaut » dans tous les équipements livrés, alors l'économie est de 70% pour les réseaux cablés et 50% pour le sans-fil.

# La consommation du numérique

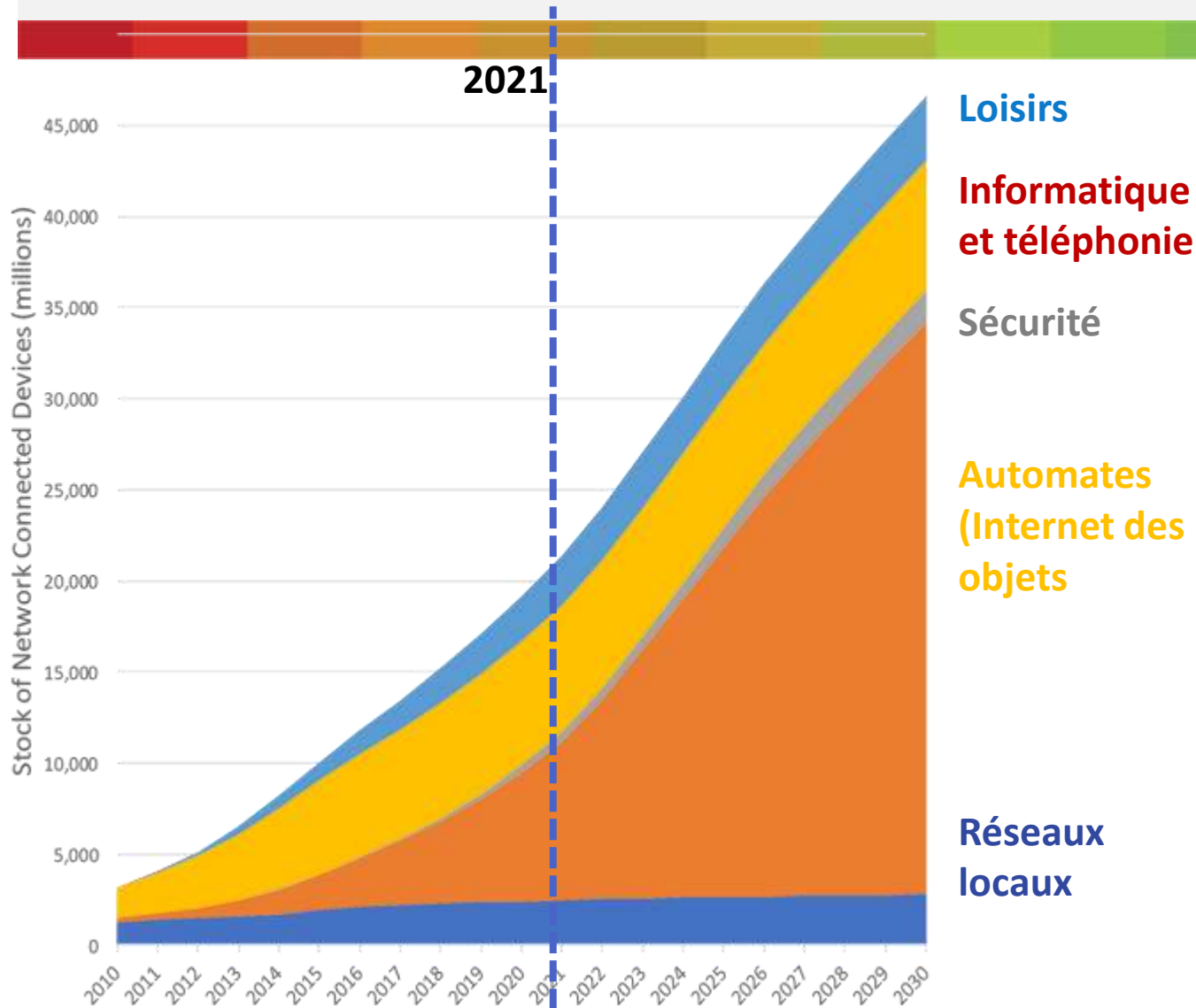
La consommation dépend d'abord des taux d'équipement de nos appareils, souvent en saturation (ici dans le cas de la France).



Ducret et al. 2019 <http://proceedings.eceee.org/>



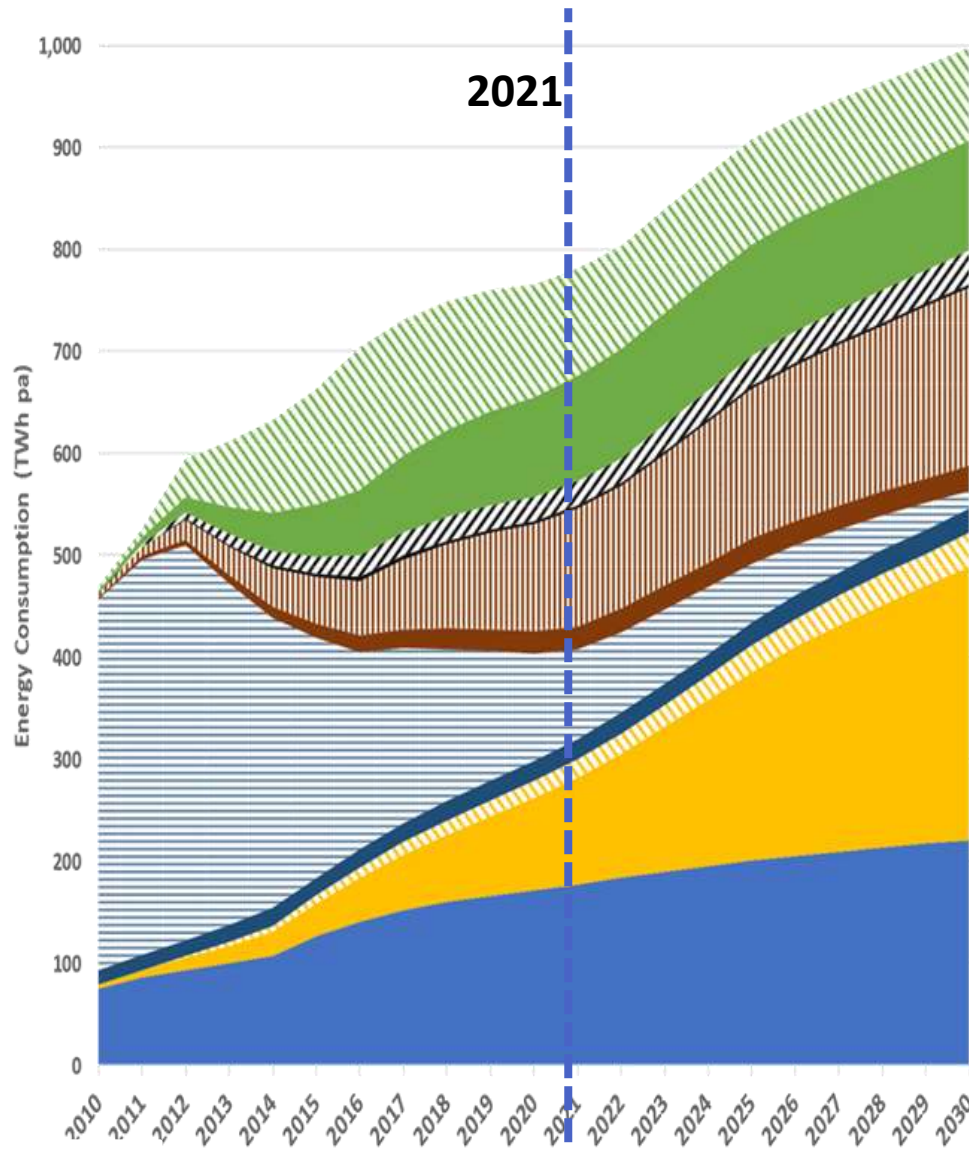
# L'invasion des automates



En projection, les **automates** reliés aux réseaux représentent d'ici dix ans la majorité des équipements

Graphe: Nombre d'appareils mondiaux

# Une reconstruction mondiale d'internet



Télévisions

Tablettes

Smart Phones

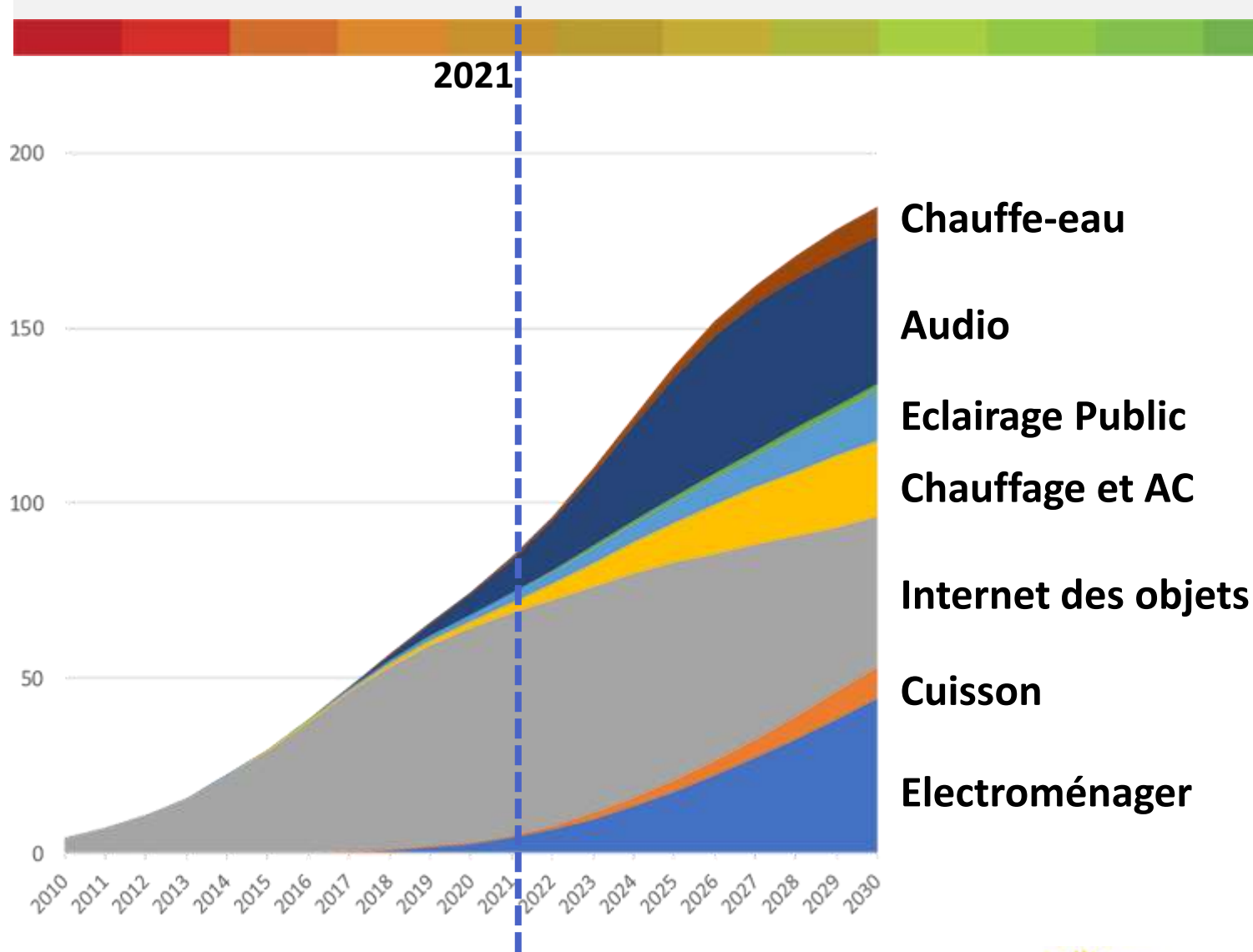
Informatique PC

Automates  
(M2M)

Réseaux locaux  
(boxes, wif-fi...)

Reconstruction mondiale de la consommation de l'internet « sans action d'efficacité ». Elle montre la répartition amont aval des consommations, la saturation des équipements informatiques, et l'importance (déjà signalée) des réseaux locaux). Paradoxalement le data-center reste stable.

# Les automates ?



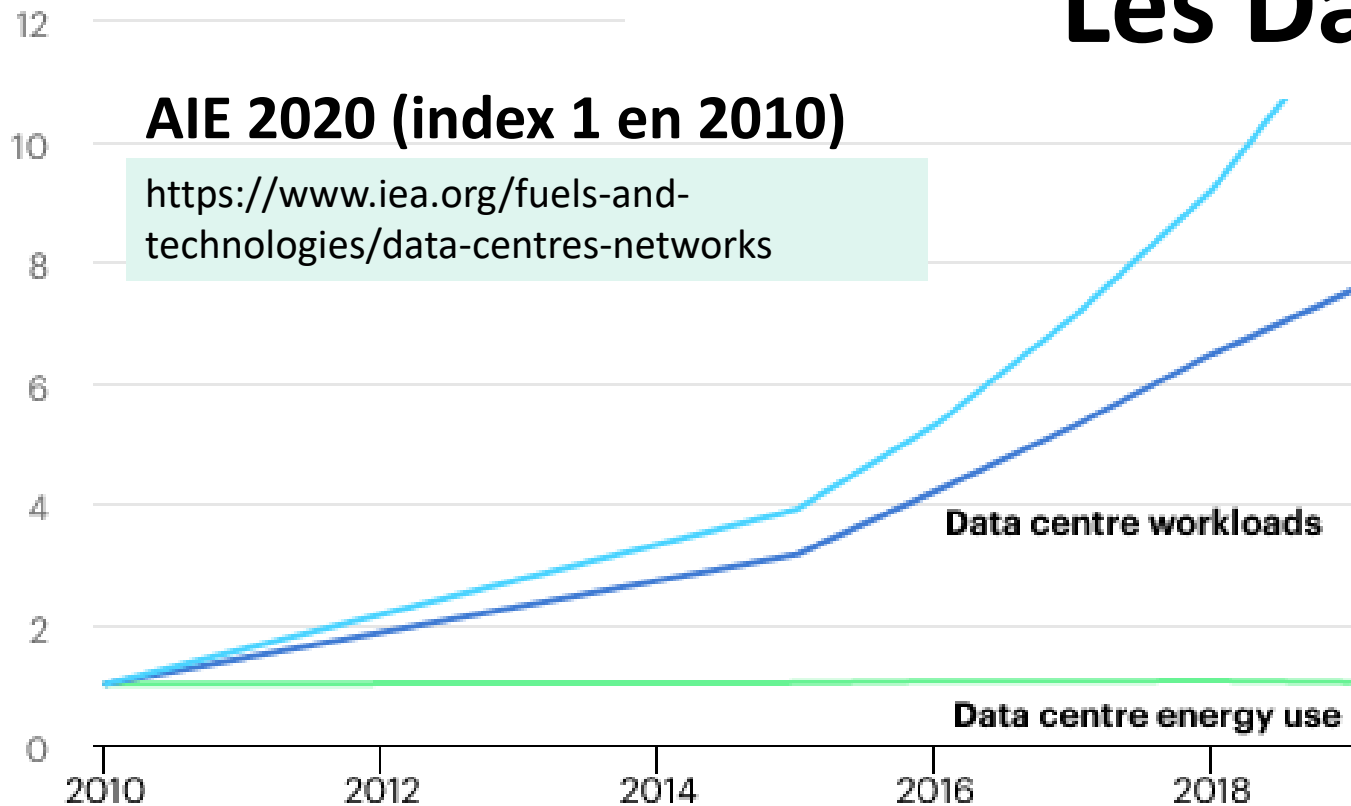
# Ils veillent...



Les objets “en veille” comme les capteurs, les TVs, les assistants vocaux, les appareils connectés vont passer de 64 TWh en 2014 (0,3% de l’électricité) à 300 TWh soit 1% de la demande (sans nouvelle norme et action). Autant que les reseaux locaux (LAN), ou les reseaux mondiaux et data-centers (chacun 350 TWh en 2030)



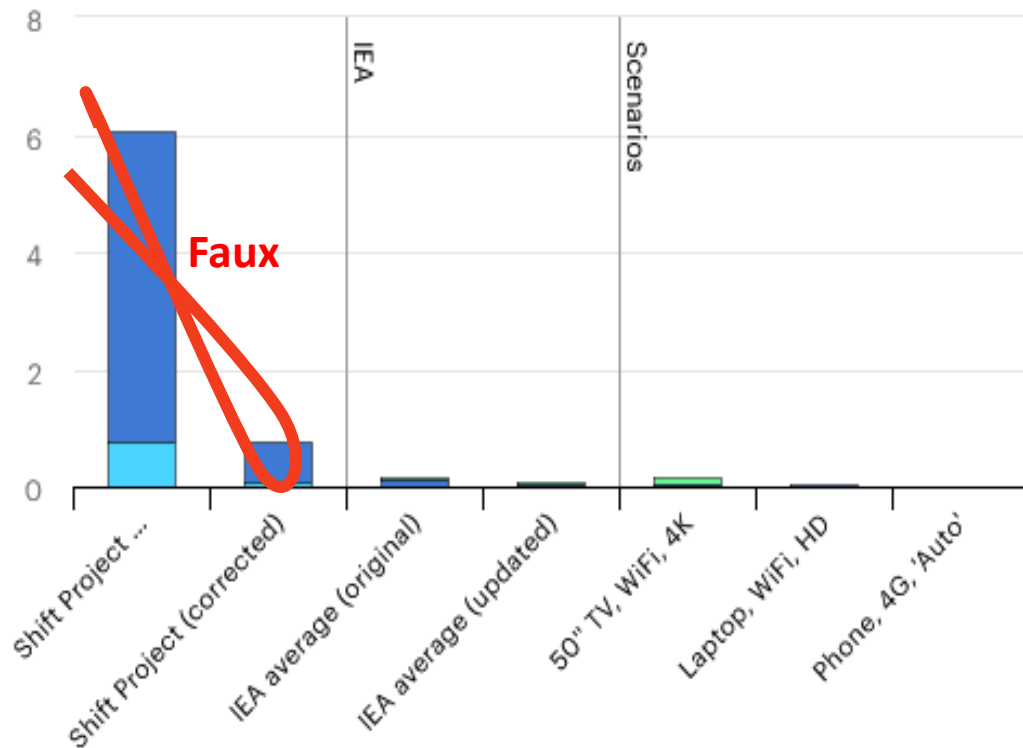
# Les Data-Center



Les **data-center** explosent les débit et les usages... mais pas les consommations d'énergie qui restent stables. Les réseaux locaux et les équipements en veille augmentent nettement plus (vues précédentes). Ceci est dû aux déterminants économiques et technologiques du réseau : les opérateurs ont **intérêt à optimiser** massivement leurs propres équipements. **L'évolution technique** leur est aussi très favorable.

# Un bug dans le calcul

kWh per viewing hour



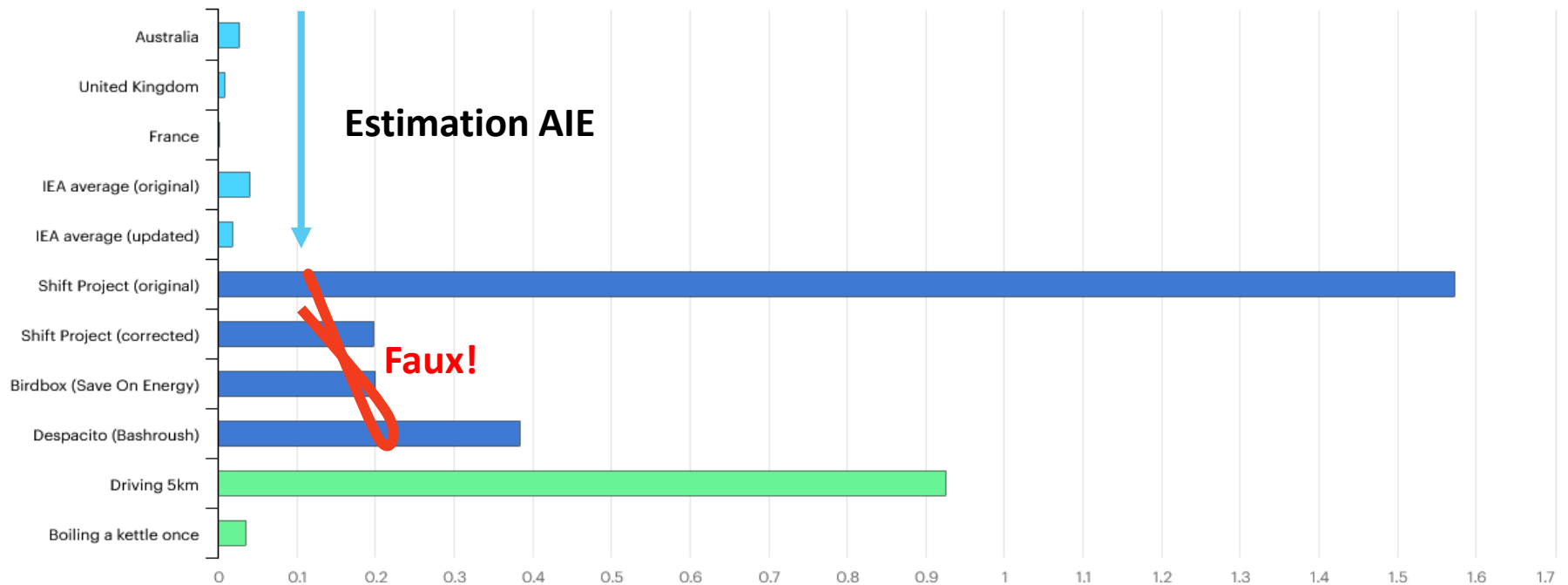
Combien d'énergie pour un **streaming** ? L'Agence Internationale de l'Énergie aboutit à **une fraction de la consommation** estimée par le Shift, **même après correction** d'erreurs relevées à l'été 2020.

<https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines> Rapport initial de The Shift

<https://theshiftproject.org/article/climat-insoutenable-usage-video/> Réponse (partielle) de The Shift <https://theshiftproject.org/article/shift-project-vraiment-surestime-empreinte-carbone-video-analyse/>



# 10 mètres, pas 2km ou 20 km.



La comparaison entre la vidéo en streaming (1/2 heure de film sur Netflix) et la conduite auto aboutit pour la France (électricité très décarbonée) à conduire « dix mètres en auto » par vision, et pas « deux kilomètres » comme indiqué par un rapport récent de The Shift (corrigé par rapport à une version 2018 très diffusée mondialement, qui donnait 15-20 km.

<https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>.

# Des questions?

---



*Peyo*





La première ressource  
disponible

Sobriété et efficacité

Le thermostat et l'utilisateur

L'éclairage et les co-bénéfices

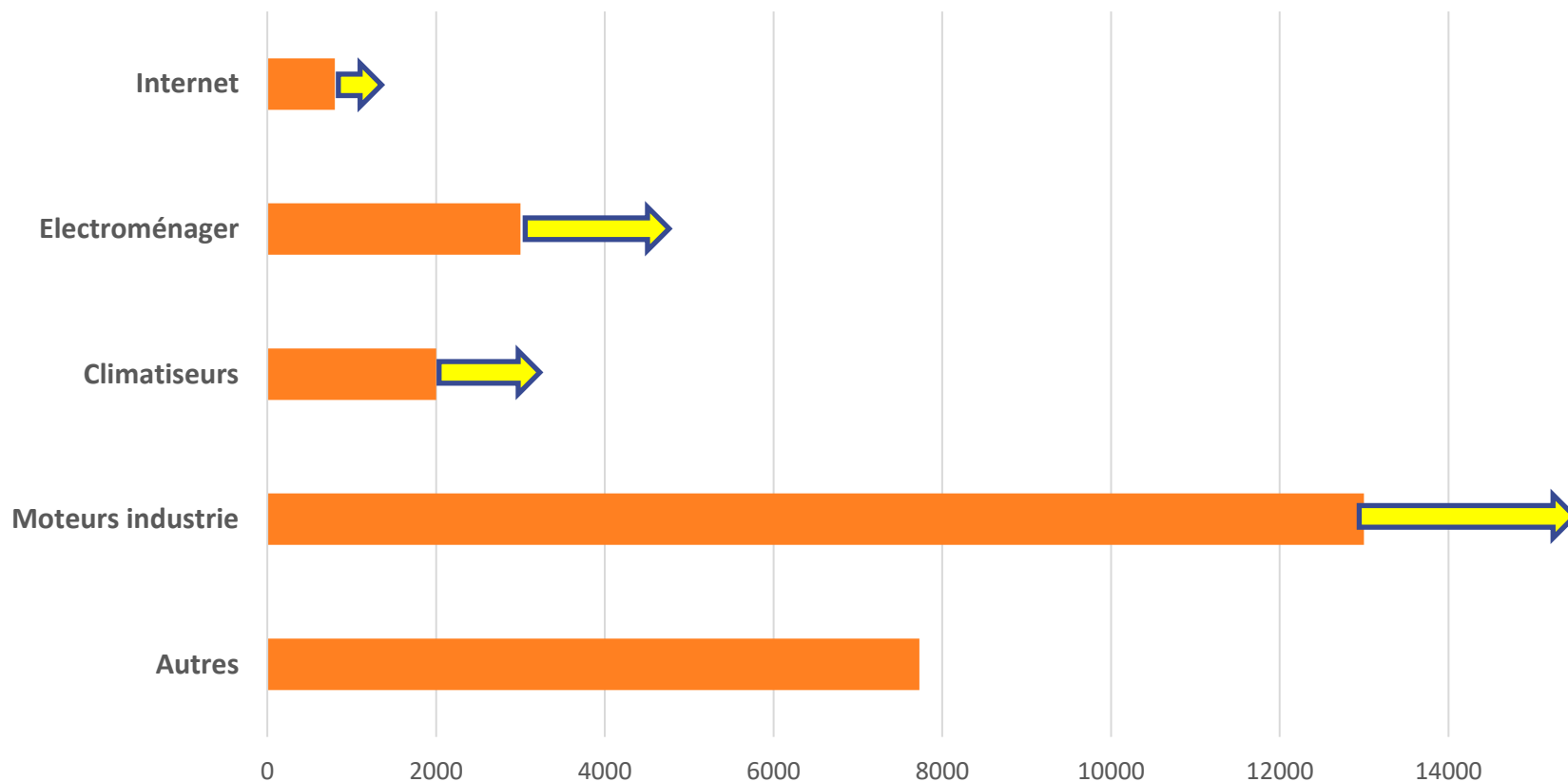
Les veilles et le numérique

**Economies d'électricité,  
efficacité matériaux**

Autres exemples: industrie...

# Electricité: les secteurs en expansion

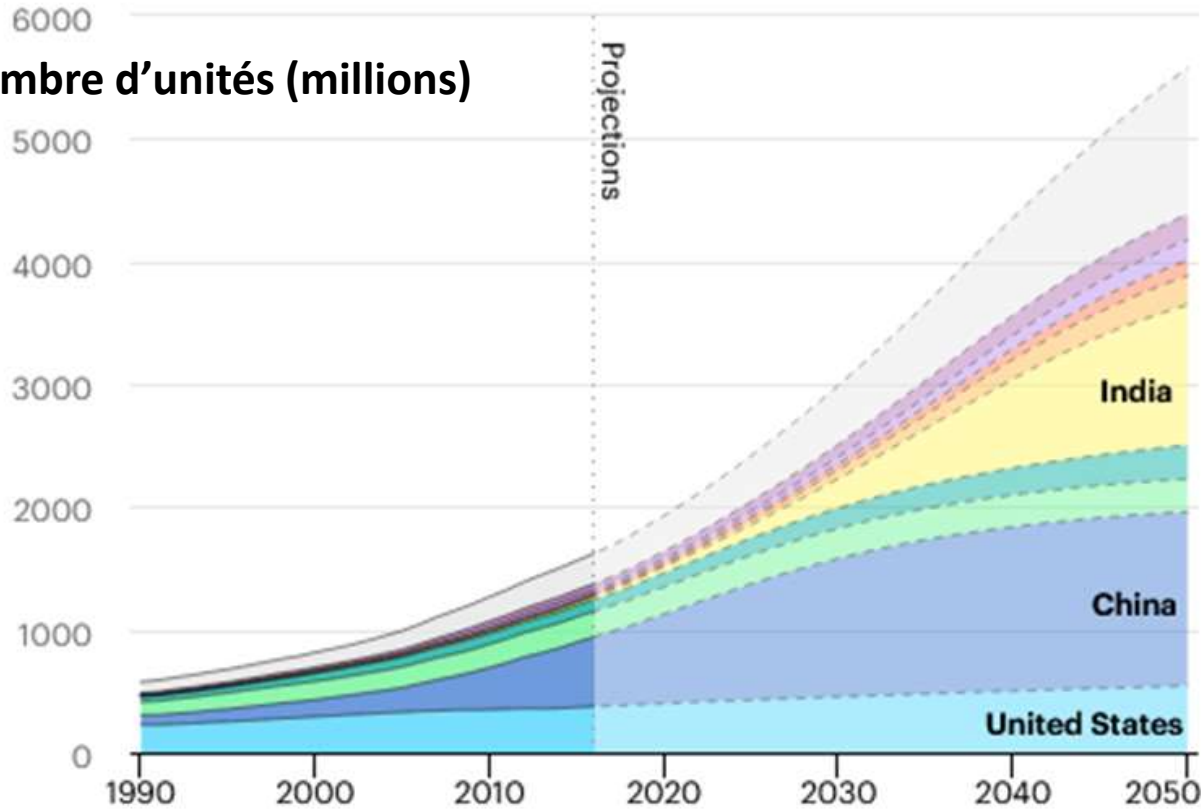
Evolution « laisser-faire » entre l'année 2019 et projection sur 2030 (flèches)  
Consommation électrique dans le monde



Internet est important... mais la climatisation ou les moteurs ont des croissances tout aussi préoccupantes...

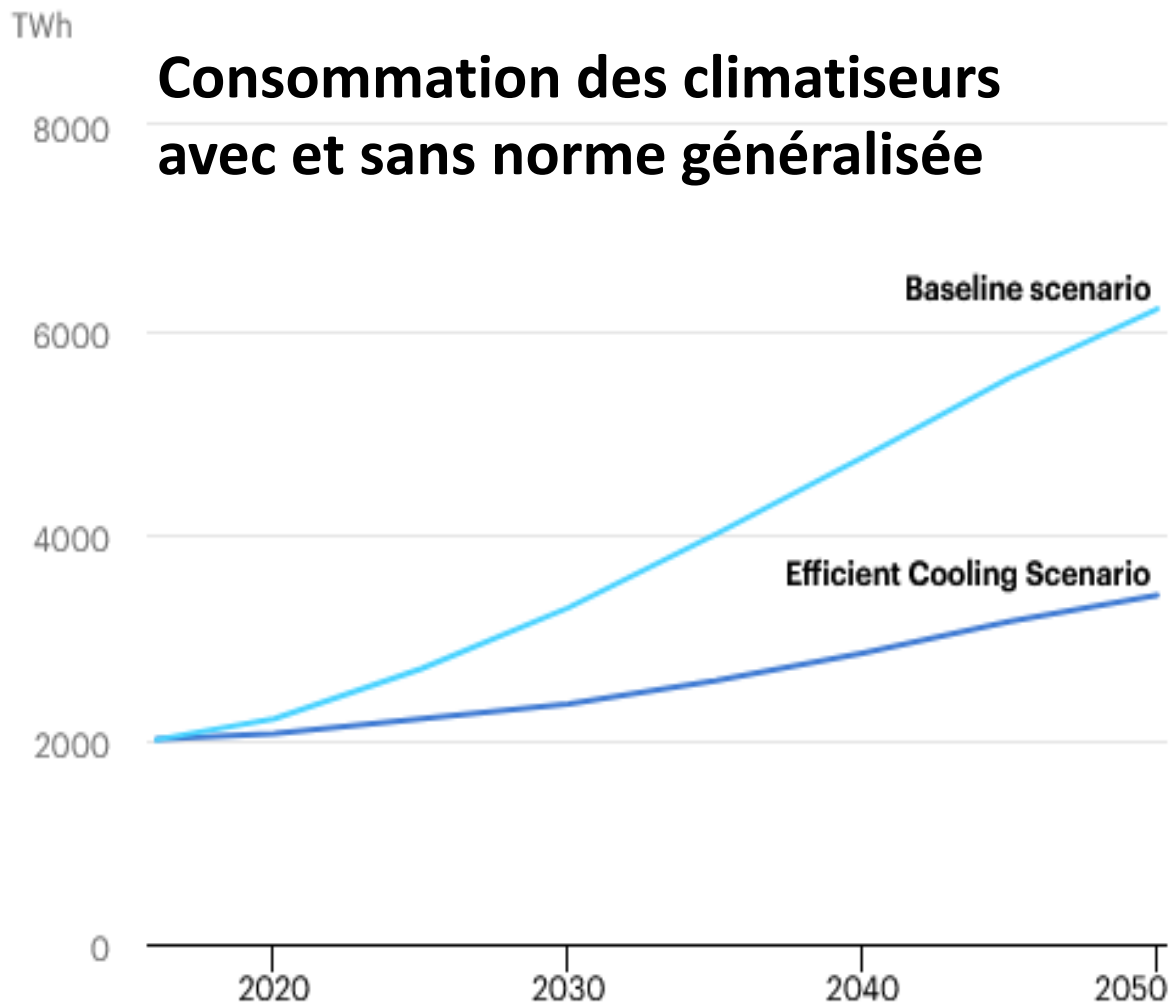
# Les climatiseurs

Nombre d'unités (millions)



Dans l'habitat, le principal déterminant de l'augmentation de la consommation est la climatisation (environ 2 milliards d'unités en service), qui détermine aussi la pointe de consommation dans la majorité des pays. 68% des appareils sont domestiques. Mais seulement 10% des ménages ont un climatiseur dans les pays où la température Moyenne dépasse 25°C. L'augmentation à 2030 pourrait dépasser 70%.0000000

<https://www.iea.org/reports/cooling#tracking-prog>



## L'outil de la normalisation

**Seuls un tiers des climatiseurs sont concernés par une norme... C'est l'un des plus importants potentiels techniques au monde (hors sobriété)**

La croissance de l'air-conditionné et les potentiels d'efficacité entre 2016 et 2050. La plus grande partie de la croissance se produit dans les pays émergents.



# Les moteurs consomment la moitié de l'électricité mondiale



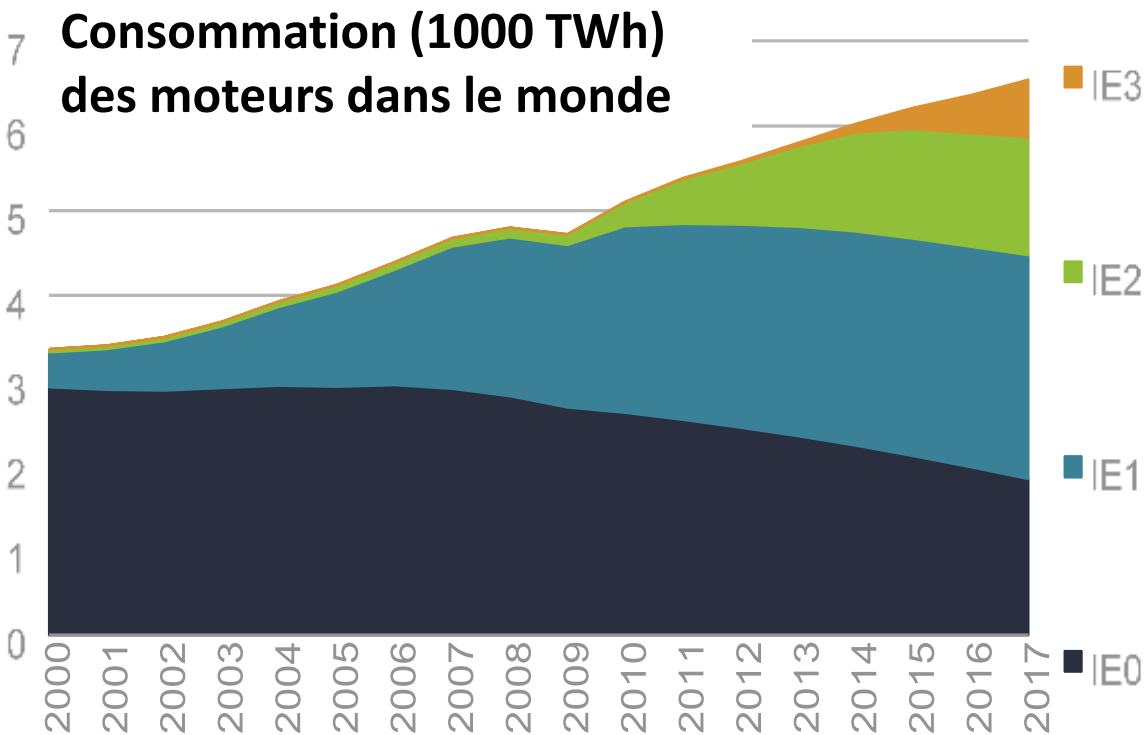
- Deux tiers de l'électricité des industries dans le monde (soit **la moitié** du courant total) sont le fait des moteurs sous diverses formes : processus de fabrication, convoyeurs, ventilateurs, pompes...
- Une proportion élevée de moteurs électriques également dans le bâtiment et dans les services

Des moteurs partout!

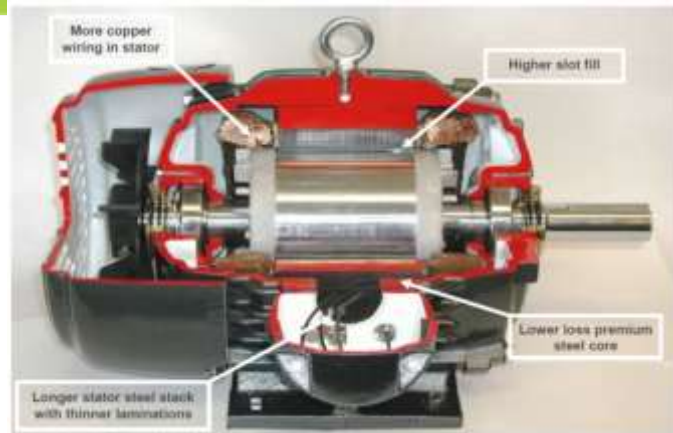


Selon la commission européenne, les 8 milliards de moteurs électriques de l'union consomment la moitié de l'électricité produite.

[https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/electric-motors\\_en](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/electric-motors_en)



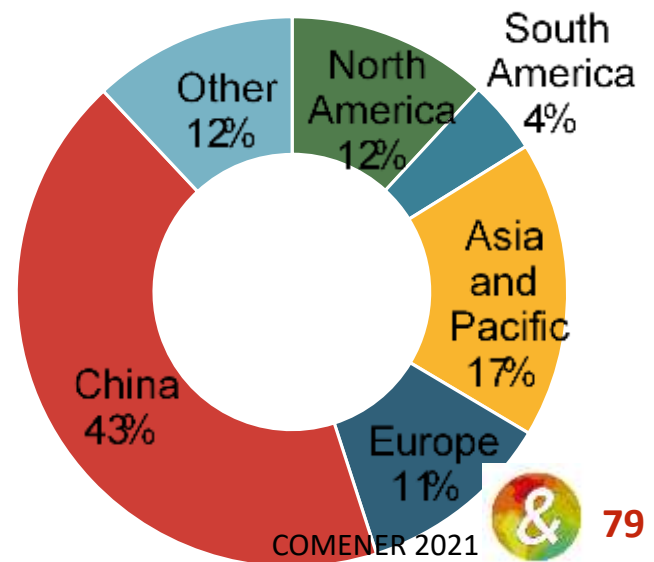
# Les moteurs



Source: Emerson. Reproduced with permission from US Motors/Emerson.

### Moteur performant IE4 (Emerson)

La majorité des moteurs sont soit non-normés (30% soit dans les catégories inférieures comme IE1 (40%), les moteurs « supérieurs » ne sont apparus que récemment. La norme IE4, qui s'applique désormais aux Etats-Unis et au Canada, n'apparaît pas dans le graphe.



# Où sont les moteurs?

Minimum size: 1 Watt

Maximum size: 100 000 kW

## All Kinds of Electric Motors

<p>Small motors</p> <p>10 W - 750 W</p> <p>Appliances, pumps, fans</p> <p>Single phase</p> <p>&lt; 240 V</p> <p>Induction, shaded pole, shunt wound, etc.</p> <p>Custom made</p> <p>Integrated in machines</p>	<p><b>Medium Size General Purpose Motors</b></p> <p>0.75 - 375 kW</p> <p>Pumps, fans, compressors, conveyors, industrial handling &amp; processing</p> <p>Polyphase</p> <p>Low voltage 200 V - 1000 V</p> <p>Asynchronous</p> <p>AC induction</p> <p>2-, 4-, 6-, 8-poles</p> <p>Large series, standard dimensions, catalogues with short delivery</p>	<p><b>Large Motors</b></p> <p>375 kW - 10'000 kW</p> <p>Industry and infrastructure</p> <p>Polyphase</p> <p>High voltage 1 kV - 20 kV</p> <p>Synchronous</p> <p>Custom designed</p> <p>Assembled on site</p>
	<p><b>Special Motors</b></p> <p>Technology: DC, Permanent Magnet, Switched Reluctance, Stepper, Servo, etc.</p> <p>Environment: Explosion, submerged, high altitude, high temperature, etc.</p>	

9% energy	68% electric energy	23% energy
-----------	---------------------	------------

million

Running stock: 230 million pieces



0.6 million  
COMENER 2021



# Les gains potentiels sur les moteurs industriels et tertiaires

- i. Meilleur moteur (15%...)
- ii. Variation de vitesse (30% et plus)
- iii. Redimensionnement du système et adaptation des tailles (50% de gain et plus)

Attention, le total ne fait pas 95% car ces trois axes de travail ne sont pas indépendants (on les applique sur les restes) ni toujours compatibles. C'est le cas de la plupart des combinaisons de gains (tant en % ou en valeur absolue), qui ne sont **ni transitifs ni additionnables**.

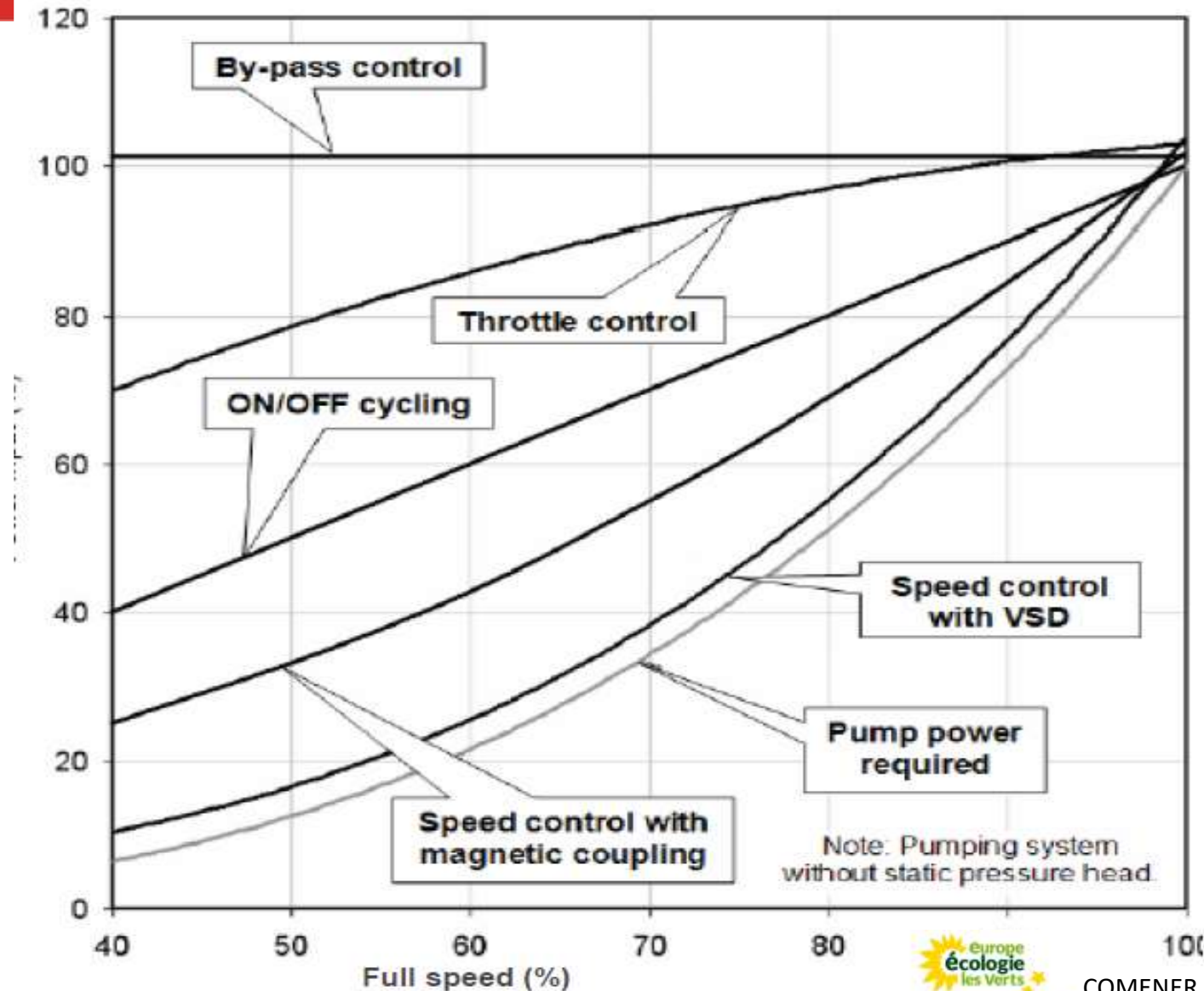


# i. Les pertes du moteur lui-même



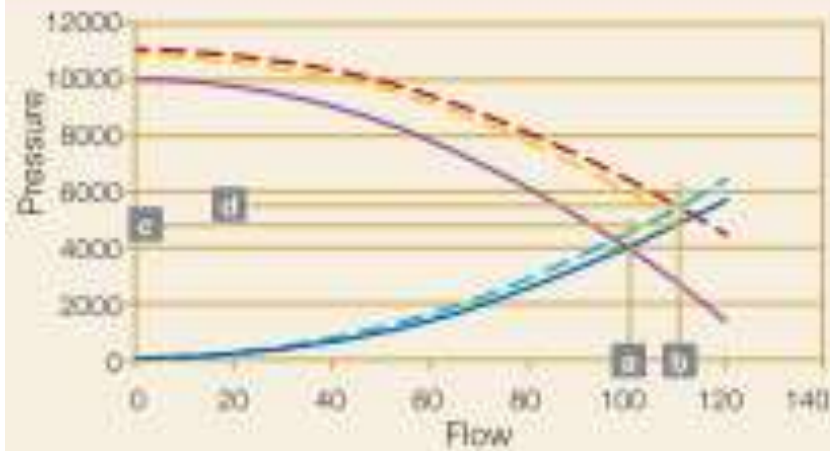
no-load losses	iron losses in core	18%
	windage & friction losses	10%
load losses	stator copper losses	34%
	rotor losses	24%
	stray load losses	14%

# ii. Impact de la variation de vitesse

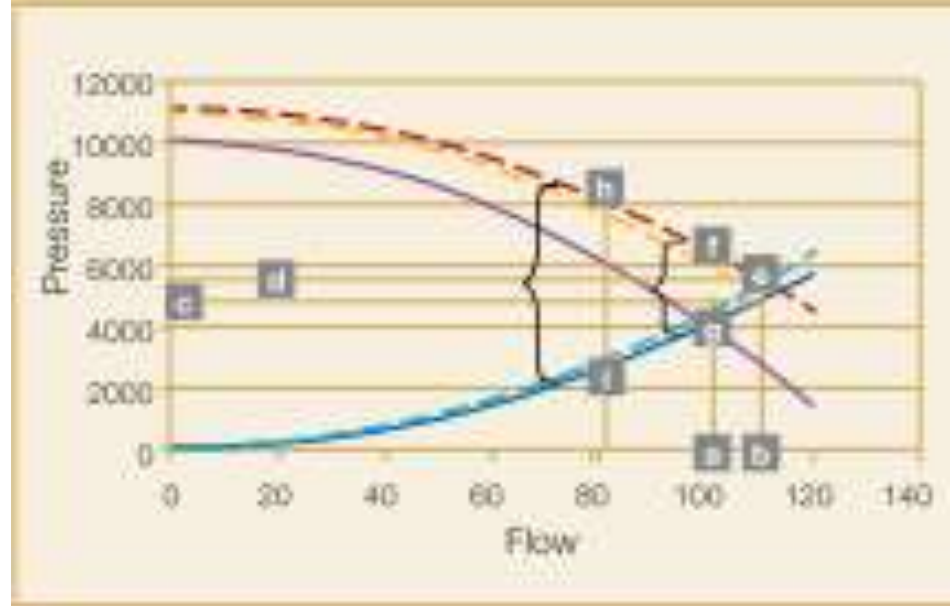


### iii. Surdimensionnement : +50% de trop par sécurité mal placée et marges à tous les étages

The corresponding pressure drop is also increased by 10 percent



The system finally installed is heavily overdimensioned

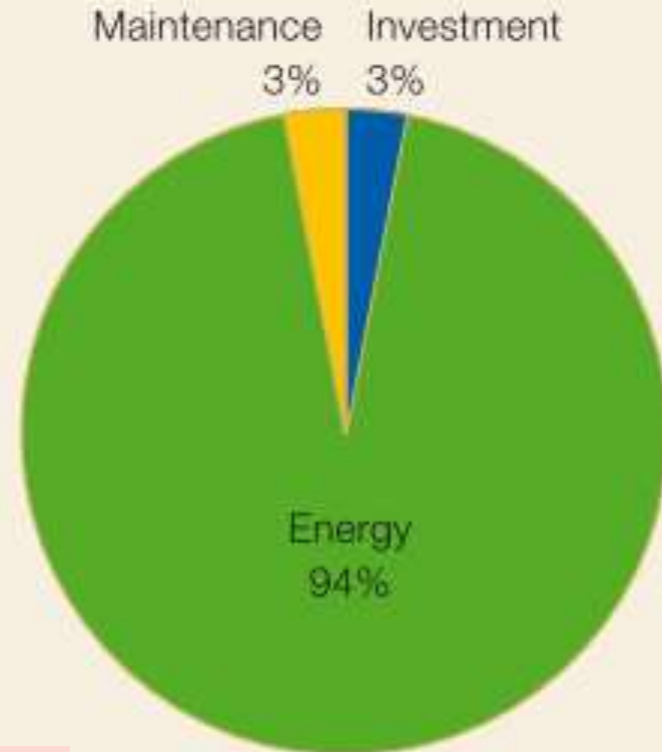
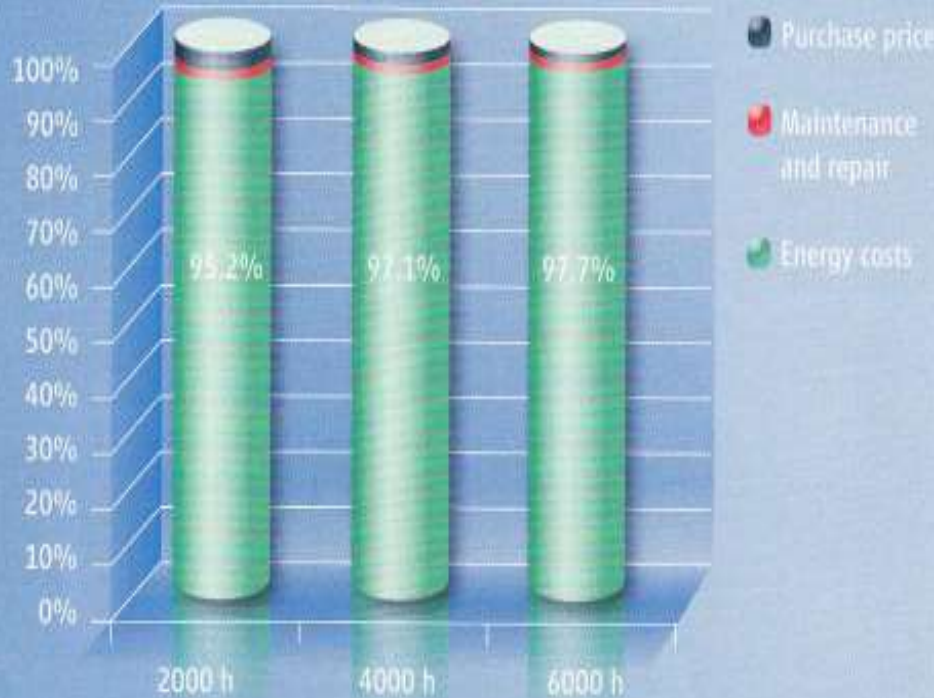


Le surdimensionnement (source ABB) généralisé concerne les ensembles pompe ou ventilateurs (notre exemple), mais aussi les ascenseurs par exemple... il résulte d'une prise de marge à tous les stades. L'ascenseur est calculé pour travailler à charge pleine et non à son vrai usage moyen.

# L'énergie domine les coûts du moteur industriel

Operating hours per year	2000 h	4000 h	6000 h
Purchase price	3.8%	1.9%	1.3%
Maintenance and repair	1.0%	1.0%	1.0%
Energy costs	95.2%	97.1%	97.7%

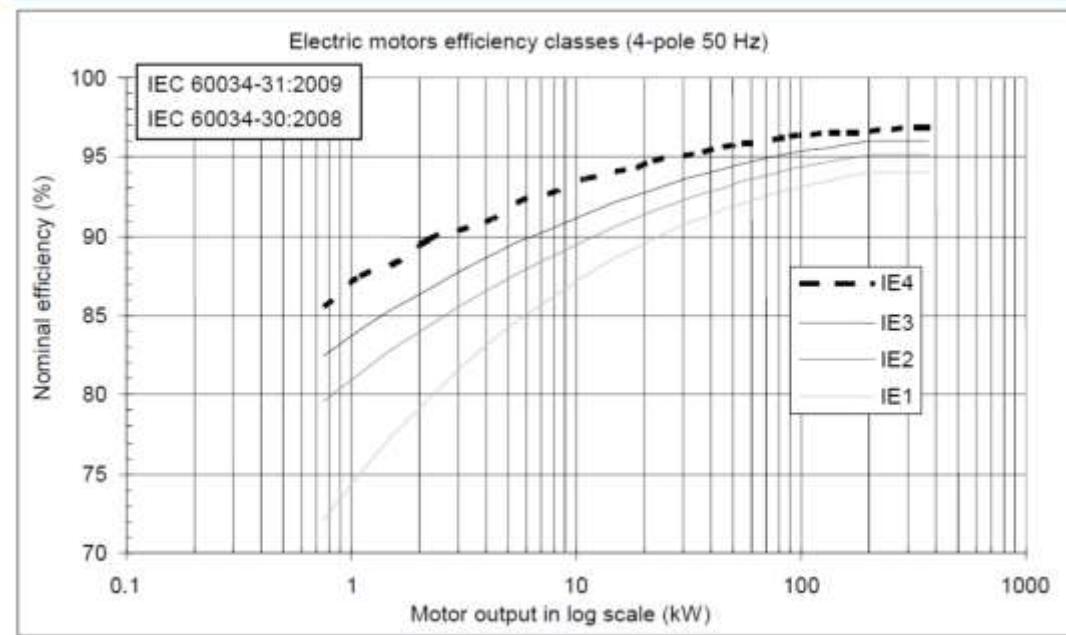
Coût total de possession d'un moteur dans l'industrie (+6000h)



Pour un moteur du tertiaire la proportion reste similaire avec moins de 5-10% pour l'investissement et la maintenance (du moteur seul).



Figure 3: Efficiency classes for four-pole motors of standard IE3, IE2 and IE1 classes, and the new IE4 class



Source: IEC 60034-30 and IEC 60034-31, draft 2009.

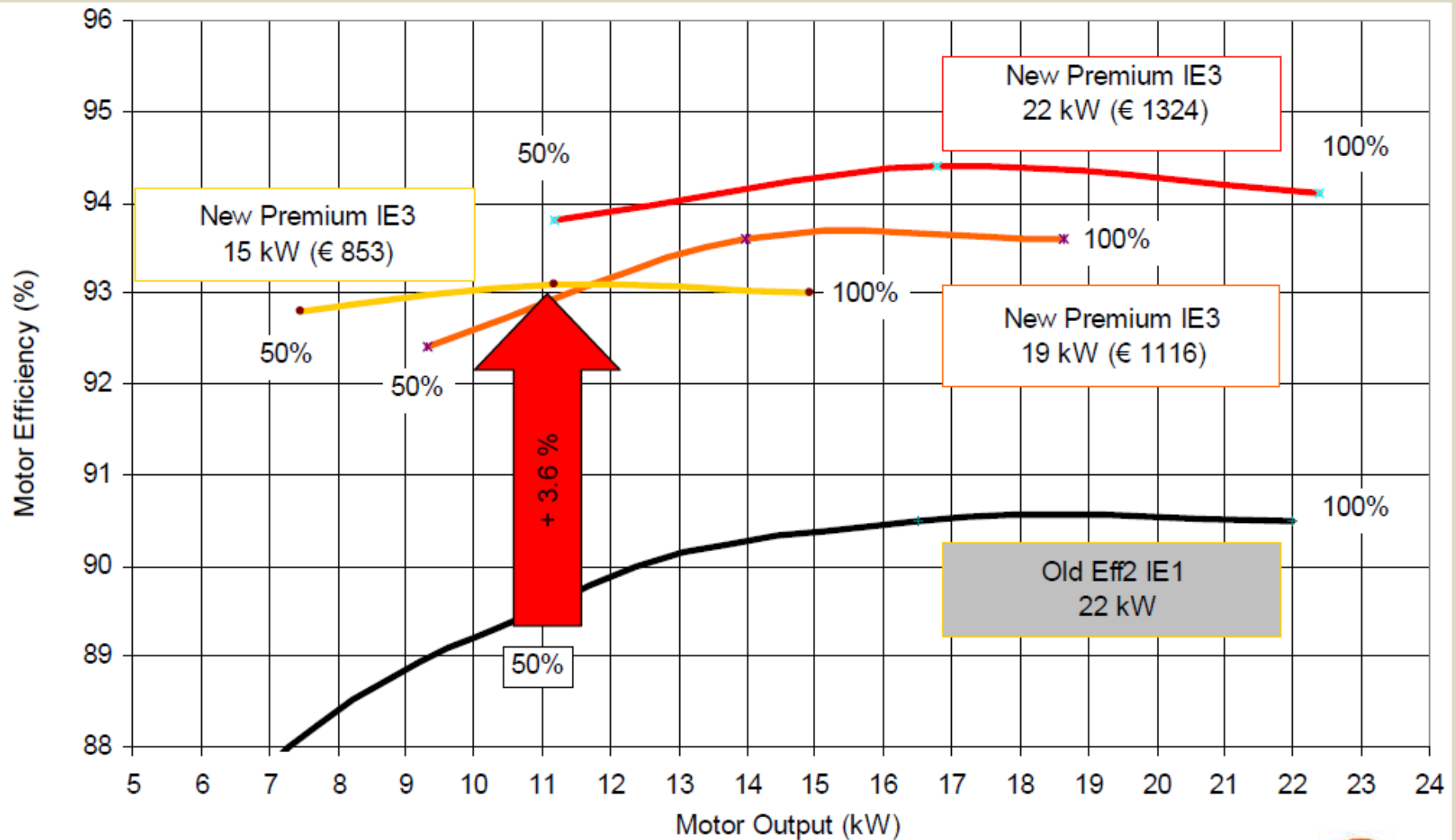
IE2, IE3, et IE4 fonction de la taille du moteur

# Les gains de rendement

IE2 (adapté à la variation de vitesse) et IE3 sont obligatoires en Europe depuis janvier 2017, déjà aux USA depuis quelques années.

- IE4 se répand rapidement en pays développés
- Le gain est fonction de la taille et du type de moteur
- Quelques points de rendement modifient la donne économique

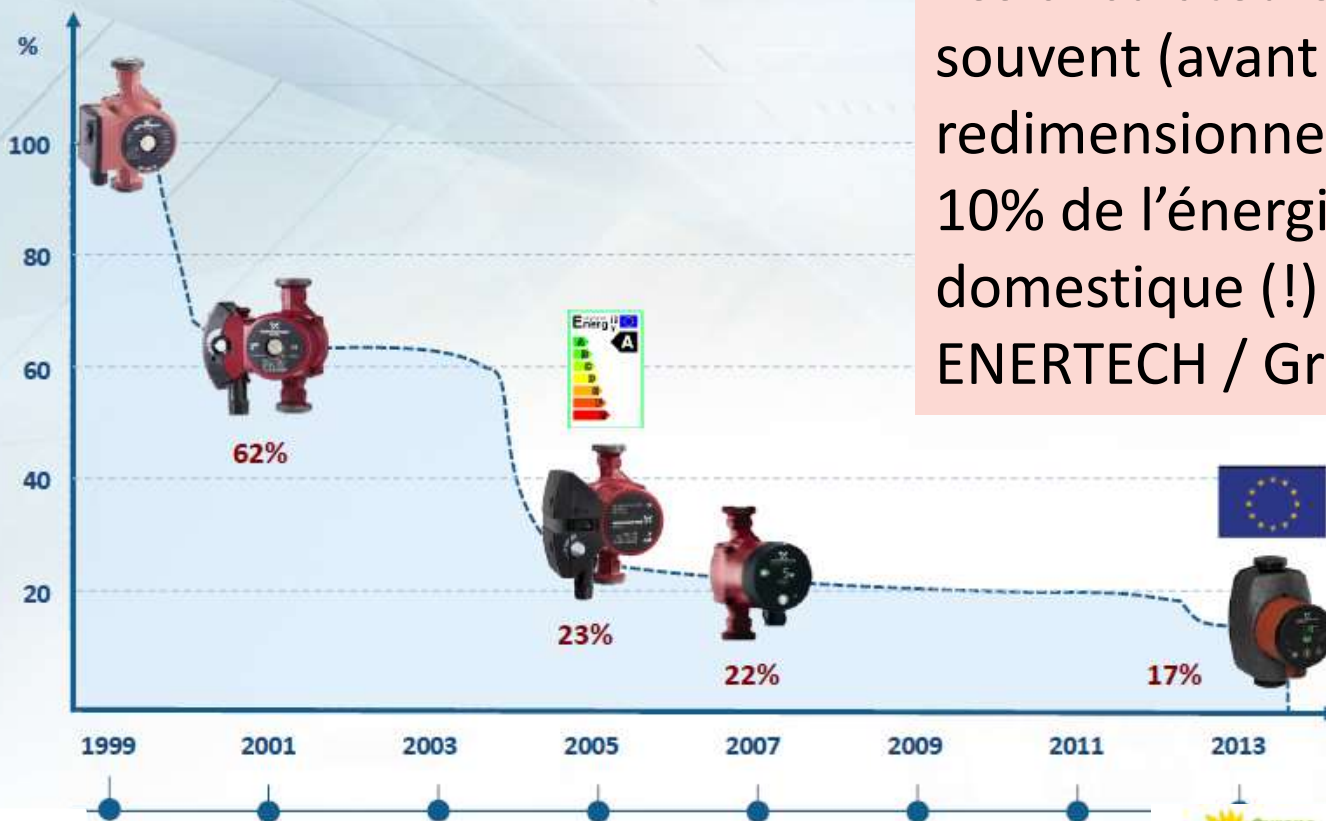
# Changer de moteur ?



# Gains des moteurs aussi dans l'habitat

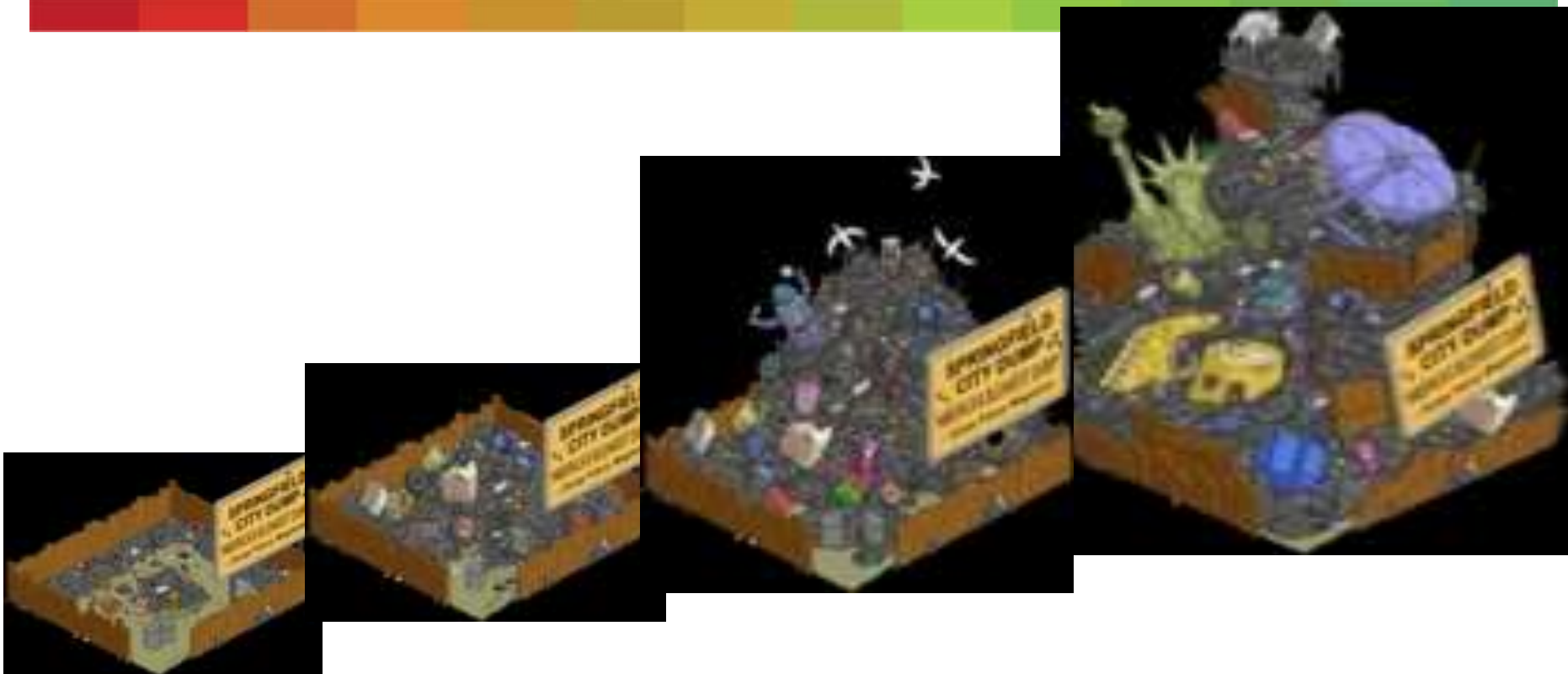
## Reduction of energy consumption

Energy efficiency improvement of circulators



Les circulateurs représentent souvent (avant redimensionnement) plus de 10% de l'énergie du chauffage domestique (!) Source ENERTECH / Grundfoss

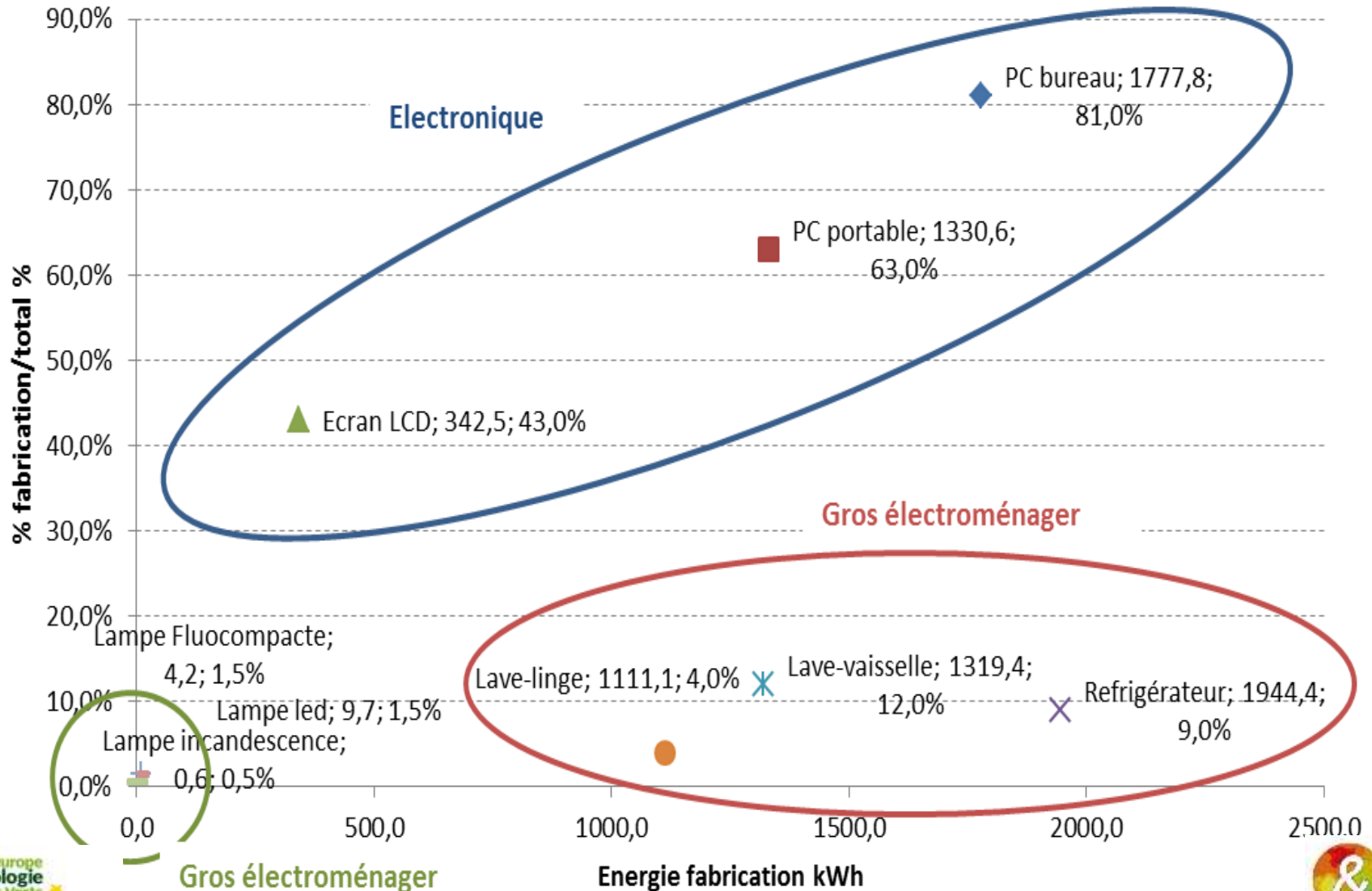
# Quoi jeter, quoi conserver ?



**Dois-je conserver mon vieux frigo qui a coûté tant d'énergie dans sa construction ? Et la tablette ? Et cette ampoule électrique encore en bon état ?**

# Part de l'énergie amont (indirecte)

Source : E&E d'après (Gonzalez, Chase, & Horowitz, 2012)





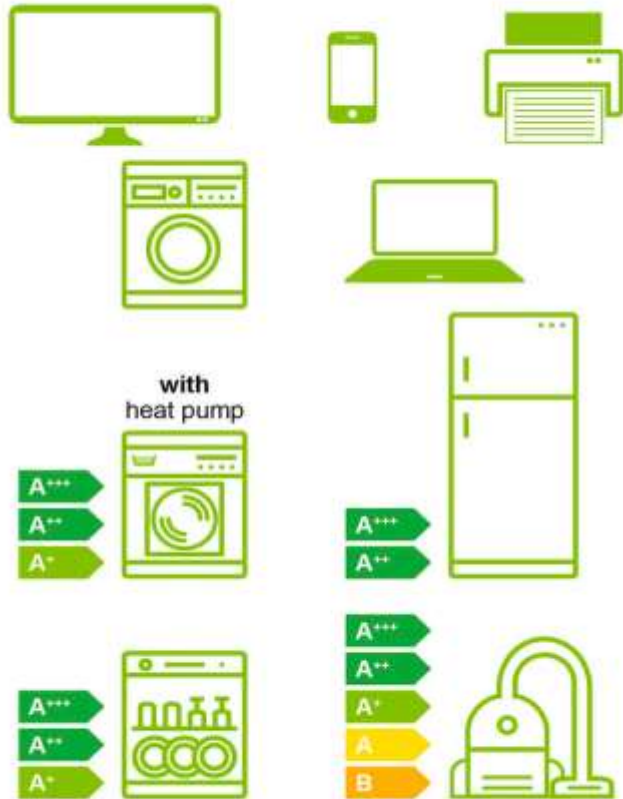
# Exercice numérique

Pour certains appareils dont l'énergie de fabrication est plutôt élevée comparée à sa consommation à l'usage, la priorité est d'allonger la durée de vie, par la réparation, la vente d'occasion... Ce n'est pas le cas pour des appareils plus lourds (réfrigérateur, ampoules obsolètes...)

		PC bureau	PC portable	Ecran LCD	Refrigerateur	Lave-vaisselle	Lave-linge	Lampe led	Lampe Fluocompacte	Lampe incandescence
Energie fabrication	kWh	1777,8	1330,6	342,5	1944,4	1319,4	1111,1	9,7	4,2	0,6
% fabrication/total	%	81,0%	63,0%	43,0%	9,0%	12,0%	4,0%	1,5%	1,5%	0,5%
Energie utilisation	kWh	417,0	781,4	454,0	19660,5	9675,9	26666,7	638,4	273,6	110,6
Energie totale	kWh	2194,8	2112,0	796,5	21604,9	10995,4	27777,8	648,1	277,8	111,1
Renouvellement en considérant que le nouvel équipement a la même énergie de fabrication										
gain d'efficacité justifiant un changement d'appareil	%	426%	170%	75%	10%	14%	4%	2%	2%	1%
Renouvellement en considérant que le nouvel équipement a une énergie de fabrication inférieure de -20%										
Energie fabrication	kWh	1422,2	1064,4	274,0	1555,6	1055,6	888,9	7,8	3,3	0,4
gain d'efficacité justifiant un changement d'appareil	%	341%	136%	60%	8%	11%	3%	1%	1%	0%
<b>Changement pour raison énergétique justifié ?</b>		Non			Oui, si les gains d'efficacité se maintiennent					

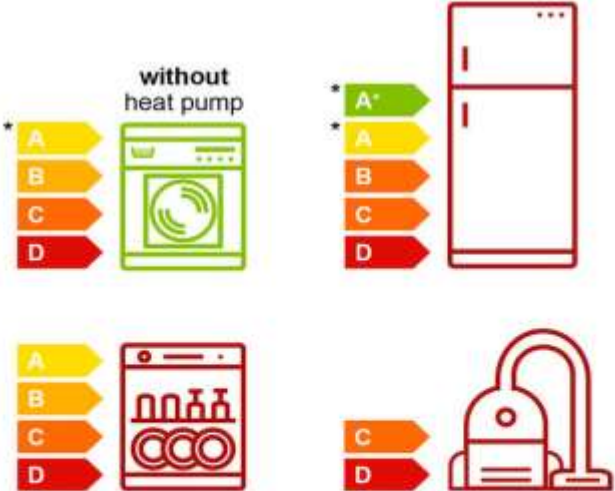
# Garder ou jeter(\*)?

From an environmental point of view, it is recommended to use these appliances as long as possible:



From an environmental point of view, it may be worthwhile to replace these appliances prematurely with a new device of the highest energy efficiency class:

- When replaced by a new appliance of the highest energy efficiency class
- In case of comparable user behaviour
- When replaced by a comparable appliance (e.g. storage volume)



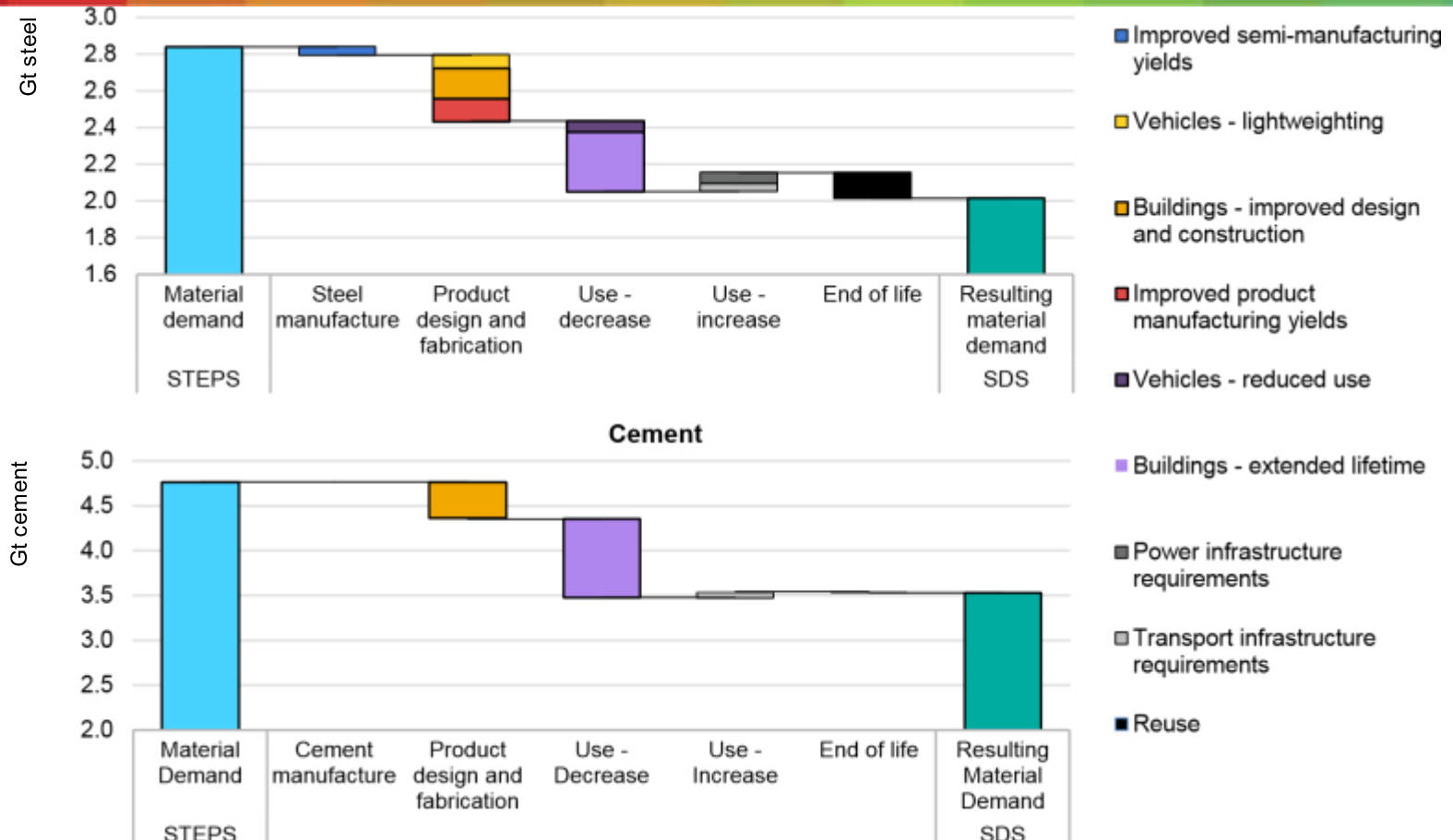
The simplified presentation is for orientation purposes only. It refers to appliances purchased after year 2000 and does not cover all special cases and all appliances. The recommendations are based on the cumulative energy demand (CED) and the greenhouse gas potential (GWP).

**A conserver**

Source Oeko-Institut 2018

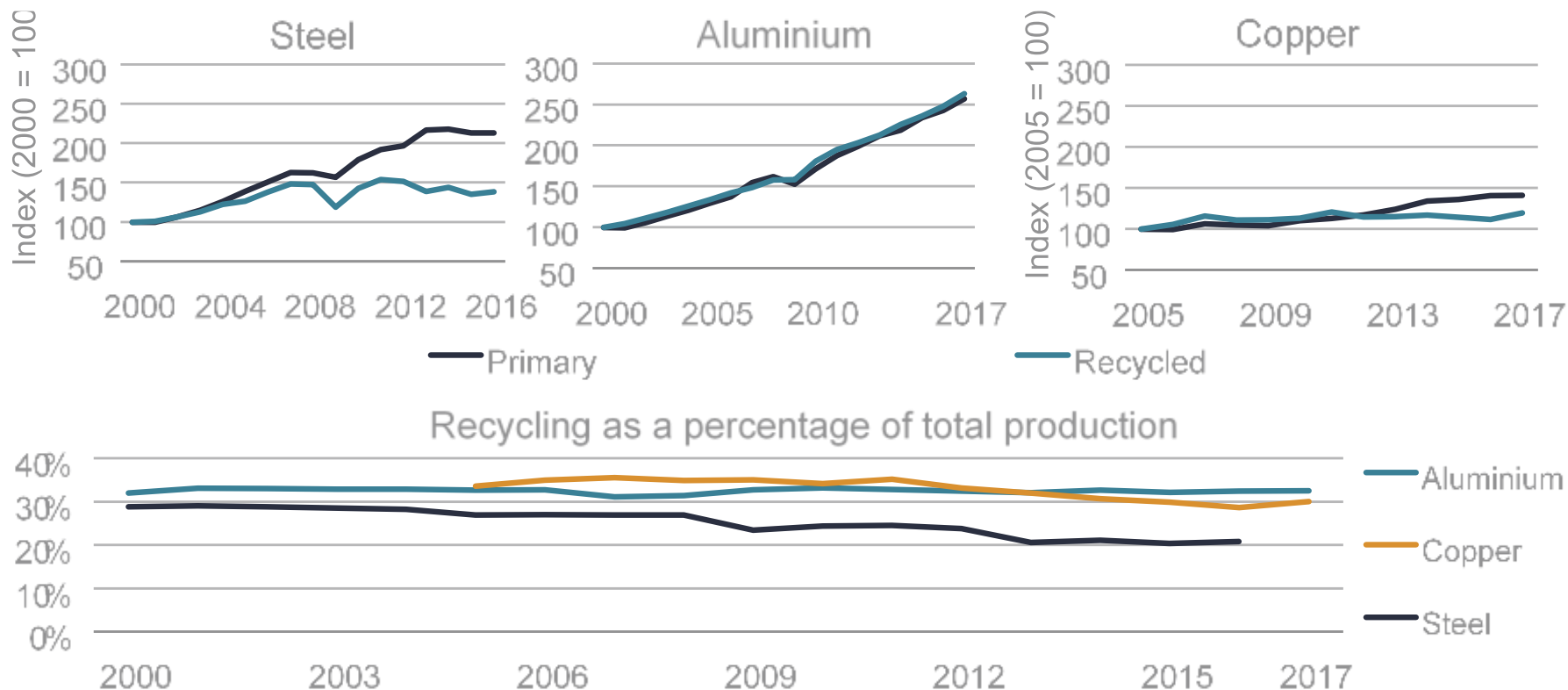
**A remplacer (\* recycler!) même avant terme**

# L'efficacité matériaux, feuille de route AIE/ETP (scénarios STEPS et SDS)



La demande d'acier et de ciment par des gains matériaux par étape dans un scénario "efficace" par rapport aux politiques existantes [Stated Policies Scenario in 2070]

# Le recyclage est encore limité



La limite du recyclage est pour partie liée à la croissance du marché et à la durée de vie des produits stockés. Les gains sont pourtant considérables (>X 5) pour l'aluminium et le cuivre en seconde fusion.

# Des questions?

---



*Peyo*





La première ressource  
disponible

Sobriété et efficacité

Le thermostat et l'utilisateur

L'éclairage et les co-bénéfices

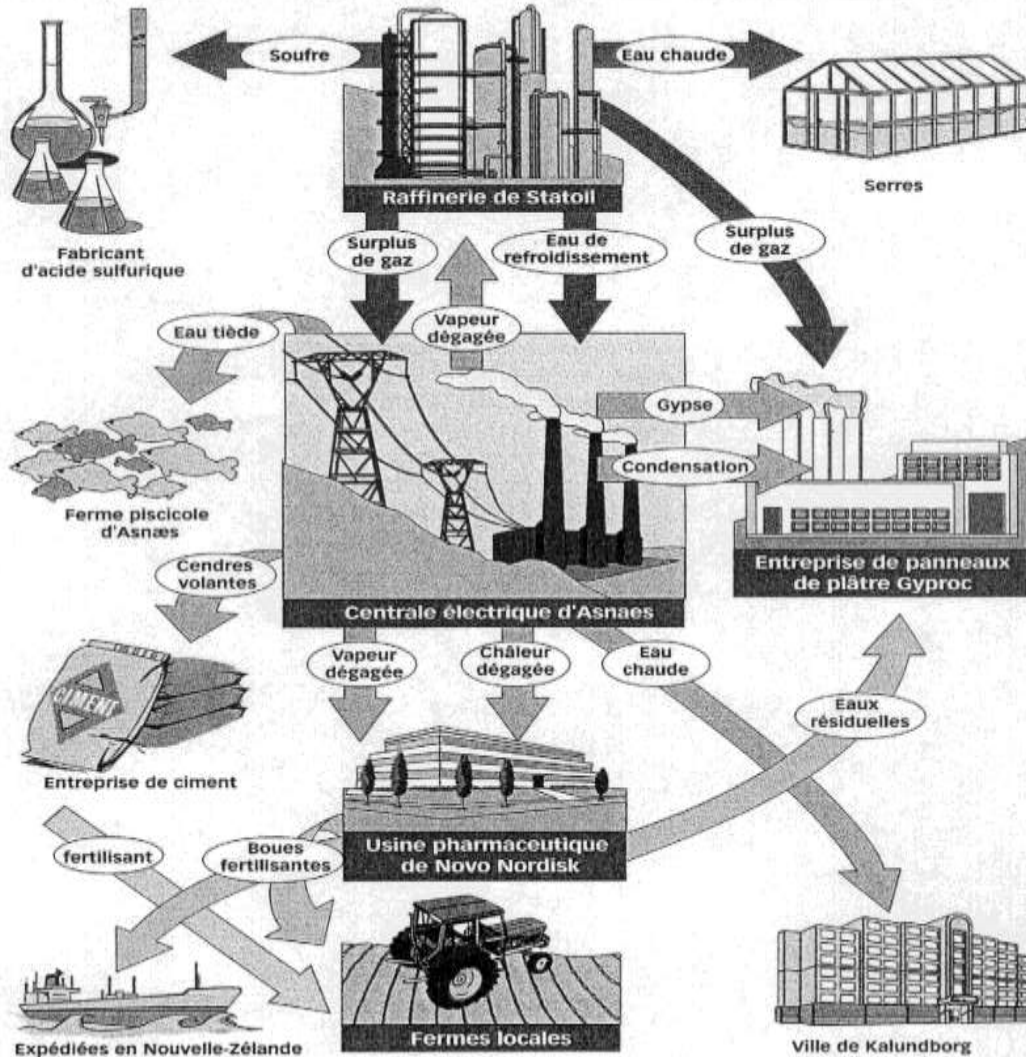
Les veilles et le numérique

Economies d'électricité,  
efficacité matériaux

**Autres exemples: industrie...**

# Industrie: Le niveau collectif

## La **symbiose industrielle** de Kalundborg



Le ***CLUSTER*** de Kalundborg, l'agglomération de Dunkerque, le port de Rotterdam. Il permet les services communs, les cascades énergétiques, les changements de vecteur (H2, électricité...) voire la capture du carbone CCS.

# Lent...

Seules 14% des industries lourdes semblent en route pour les Accords de Paris, sur un échantillon de 111 entreprises.

<https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/only-fractions-of-global-heavy-industry-are-on-track-to-hit-the-2c-target/>



# D'abord des gains sur la conception



- Cette boucle industrielle, soi-disant “optimisée”, a pu être reconfigurée en passant de 71 kW à 5,3 kW de pompes, soit un gain de 92% sur la puissance nécessaire.
- (source RMI)

# Tuyaux plus gros, pompes plus petites

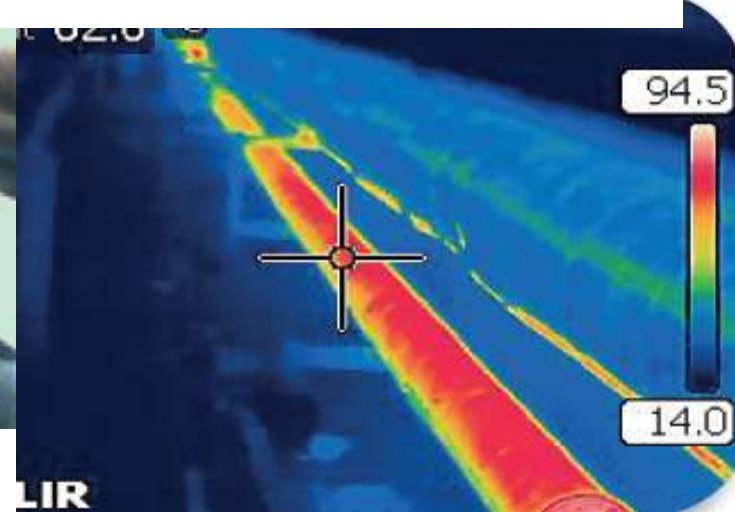


Petites pompes et gros tuyaux (et pas l'inverse...)



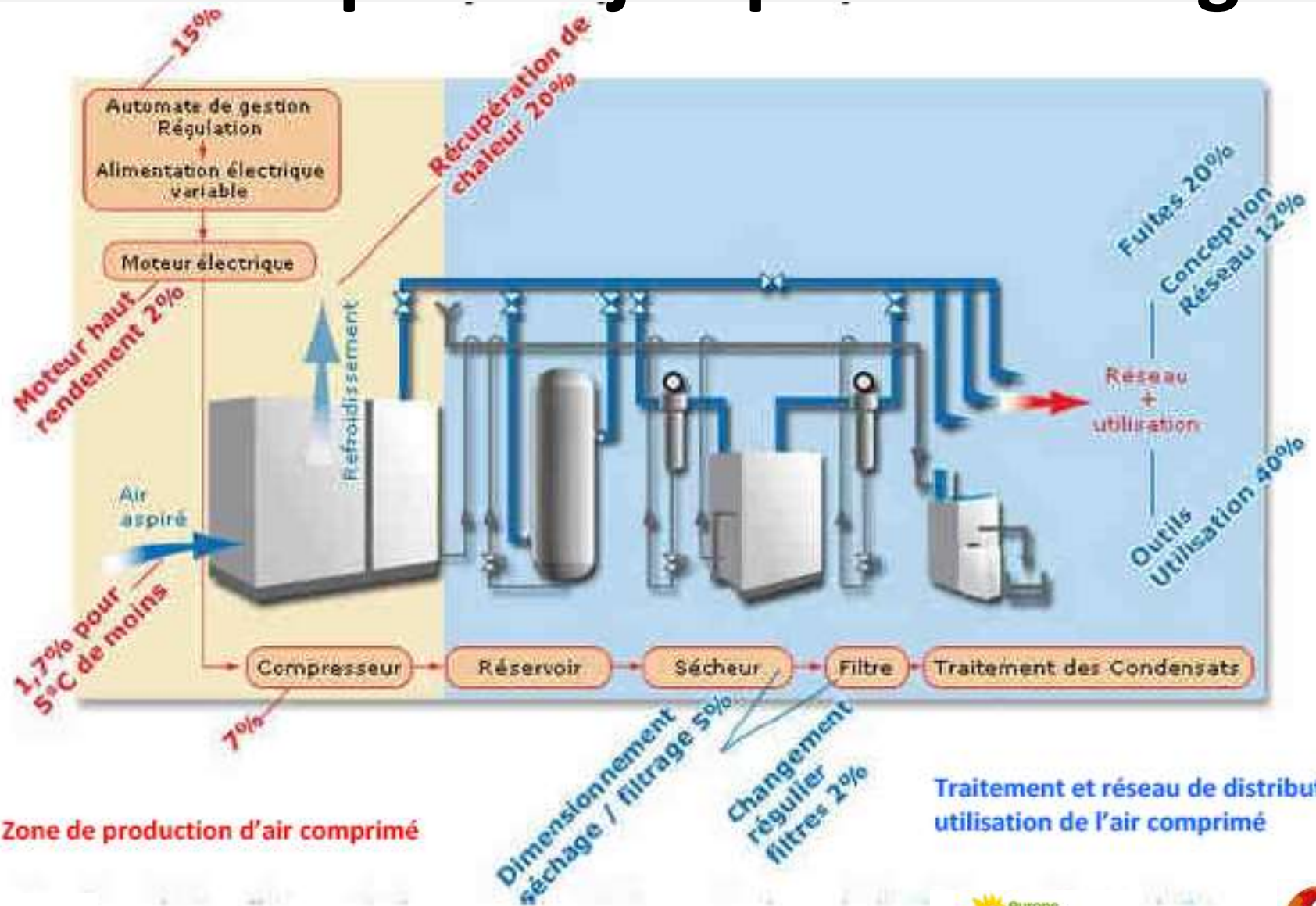


# Calorifugeage



Extrait de la bande dessinée « Le nucléaire détrôné », B. Khelifi et al. 1994, préface de Hélène Crié [Silence/GVPE/GPF/CEFE]

# Air comprimé: jusqu'à 80% de gains



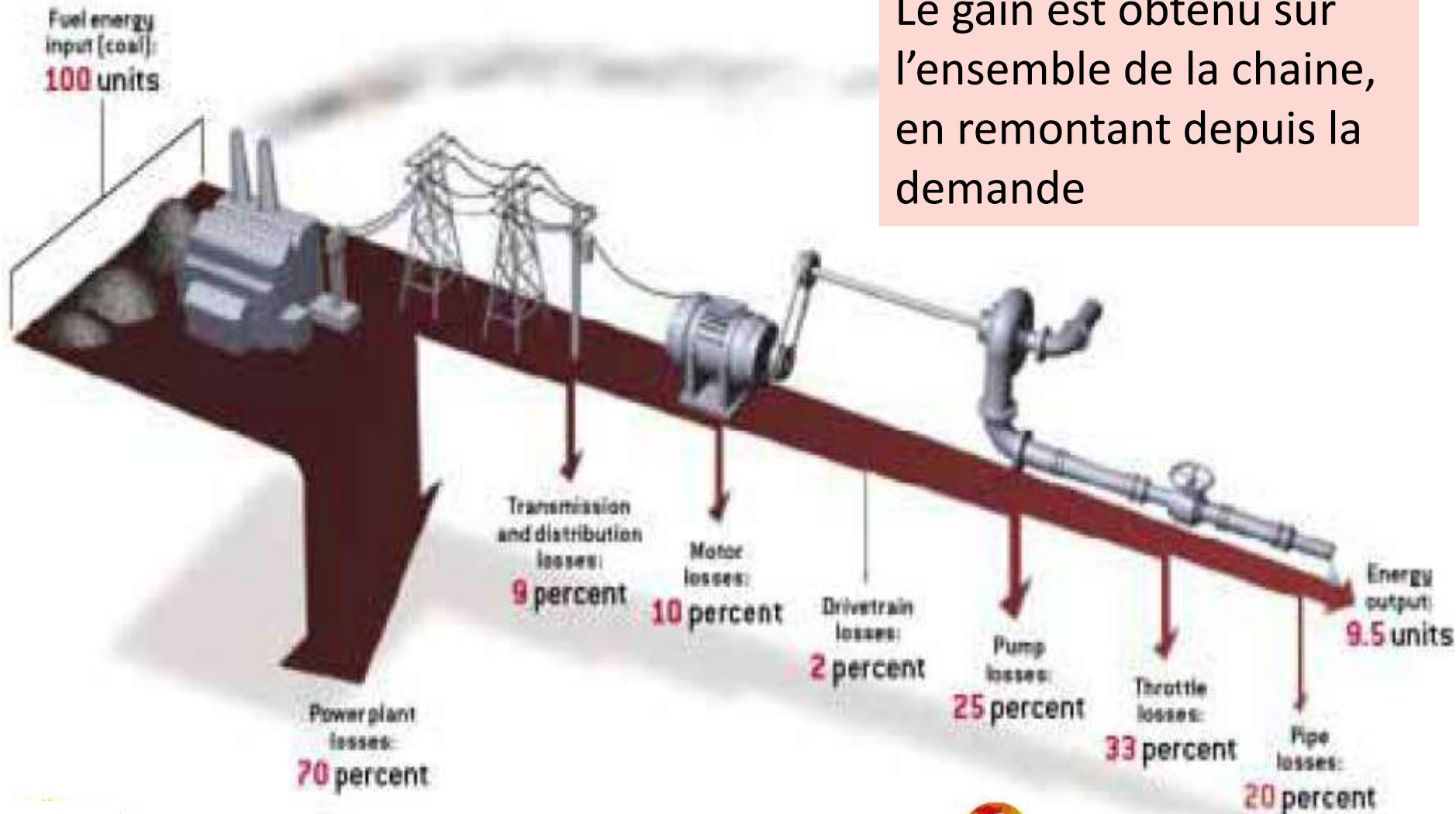
Zone de production d'air comprimé

Traitement et réseau de distribution et utilisation de l'air comprimé



# La pompe industrielle

Le gain est obtenu sur l'ensemble de la chaîne, en remontant depuis la demande



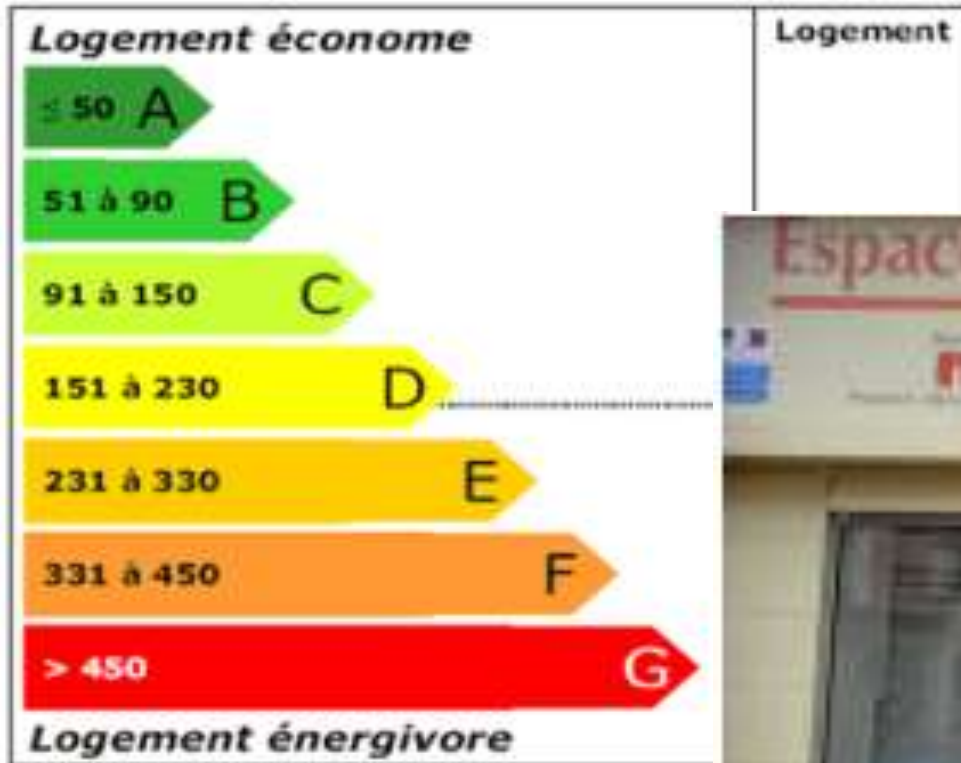


# Politiques exemplaires...

- **Agir en urgence** [ex. Juneau (Alaska), Fukushima (Japon)...], action qui peuvent se prolonger.
- **Labelliser** les produits pour une action visant à tirer le marché vers l'efficacité, d'abord en révélant les bons produits, puis en éliminant les mauvais (étiquette énergie).
- **Normalisation** (cours N°9) et **automatismes**
- **Incitations** diverses pour contrer les freins nombreux (cours N°9)
- **Certificats d'économie** d'énergie ou subventions

Joseph F. Quimby est le maire de Springfield. Il apparaît comme le stéréotype du politicien véreux. Ses priorités semblent être de se maintenir au pouvoir, peu importe la méthode et les conséquences. Il ne recule devant aucune bassesse; comme le détournement de l'argent des contribuables, accepter les pots-de-vin. Le sceau sur le mur de son bureau dit "**Corruptus in Extremis**"

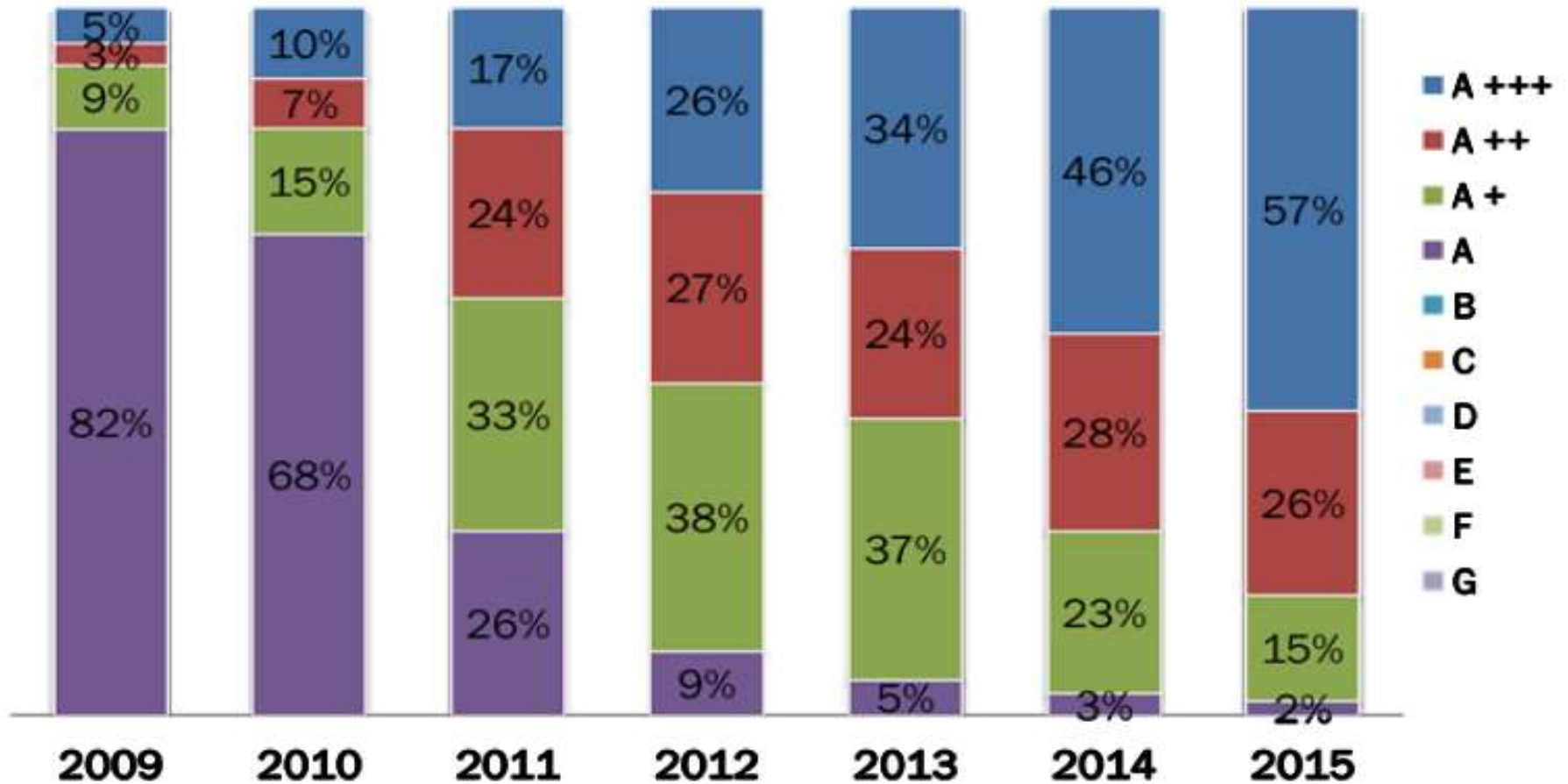
# Incitation, information...





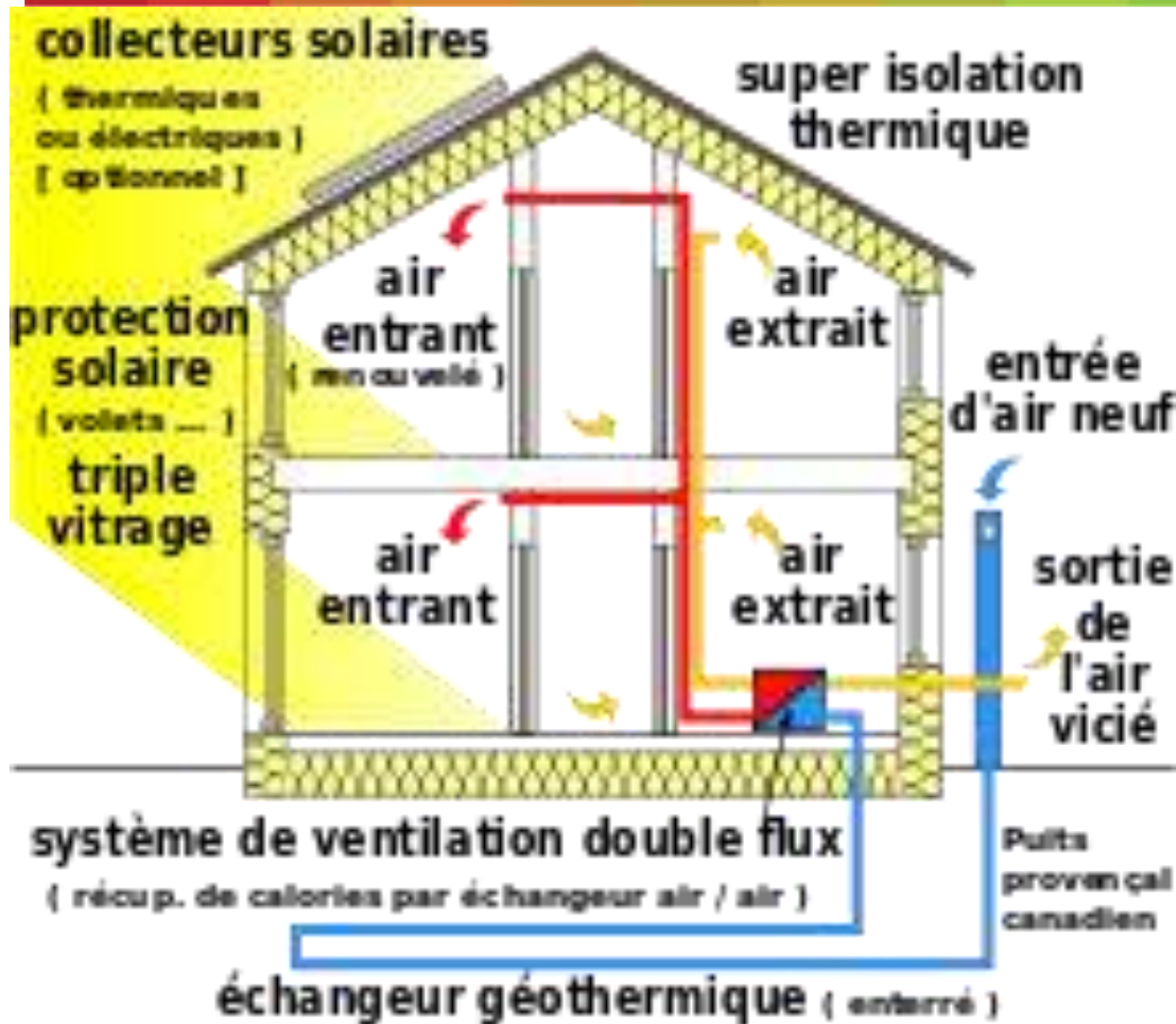
# Étiquette énergie

## Evolution de l'offre de lave-linge en fonction de la classe énergétique



Sources : Données UFC-Que Choisir

# Chauffage, potentiel « illimité »



La consommation de chauffage du bâtiment peut descendre... jusqu'à zéro. Les apports « gratuits » peuvent en effet compenser les besoins. Mais le compromis coût-énergie grise-gains reste complexe...

# Politiques et problèmes



Les politiques de maîtrise de l'énergie ont donné lieu depuis quarante ans à une production intellectuelle abondante, entre économie, techniques de l'ingénieur, sociologie.

- La carotte d'or de Californie
- Des politiques de normalisations négociées
- Les tarifications progressives
- Les tarifications marginalistes et moyennes
- Décroissance: L'énergie non vendue, les infrastructures échouées
- Le CAC 40 à l'envers
- Le dilemme du locataire
- Le passager clandestin et l'action collective

> **cours 9**

# Des questions?

---



*Peyo*