

# ÉLECTRICITÉ ET CHAUFFAGE

Duncan Millard

Conseiller international en statistiques

[duncan.millard68@gmail.com](mailto:duncan.millard68@gmail.com)

# Grandes lignes



Principales tendances en matière d'électricité



Concepts clés

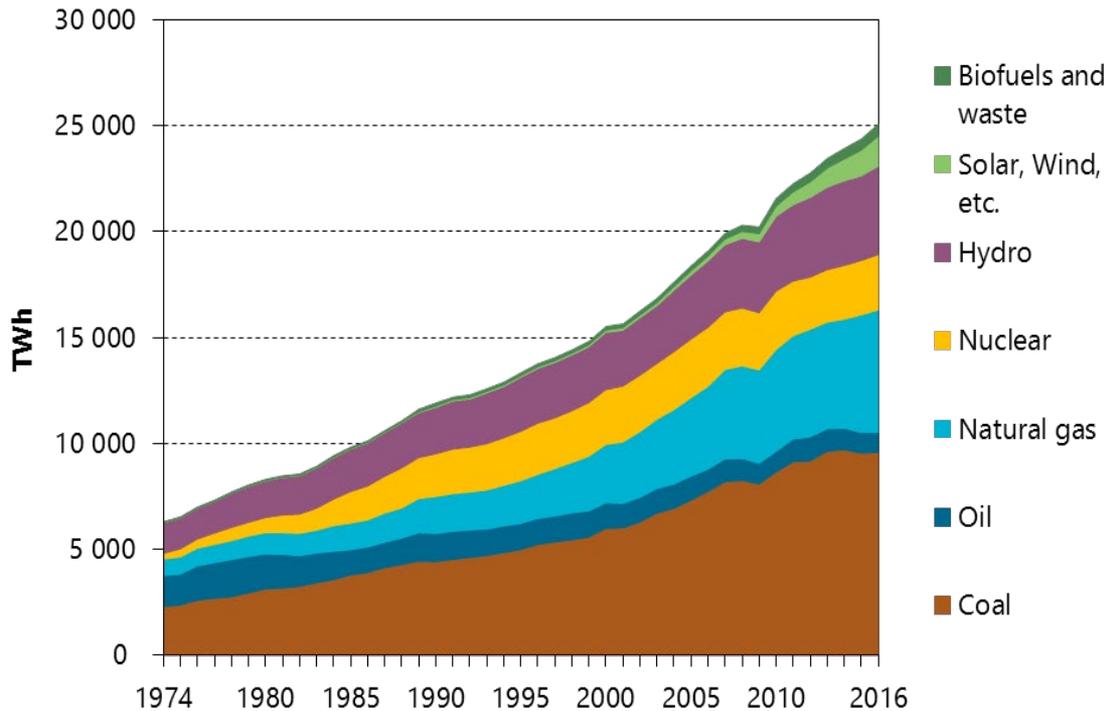


Points clés pour le reporting



# Principales tendances en matière d'électricité

# Production mondiale d'électricité par source



Évolution depuis 1974 :

Total : 1974 : 6 298 TWh

2016 : 25 082 TWh

4X plus de production

d'électricité dans le monde:

- Baisse de la part du pétrole

- Diminution de la part de

- l'hydroélectricité

- Part plus élevée du gaz

- naturel

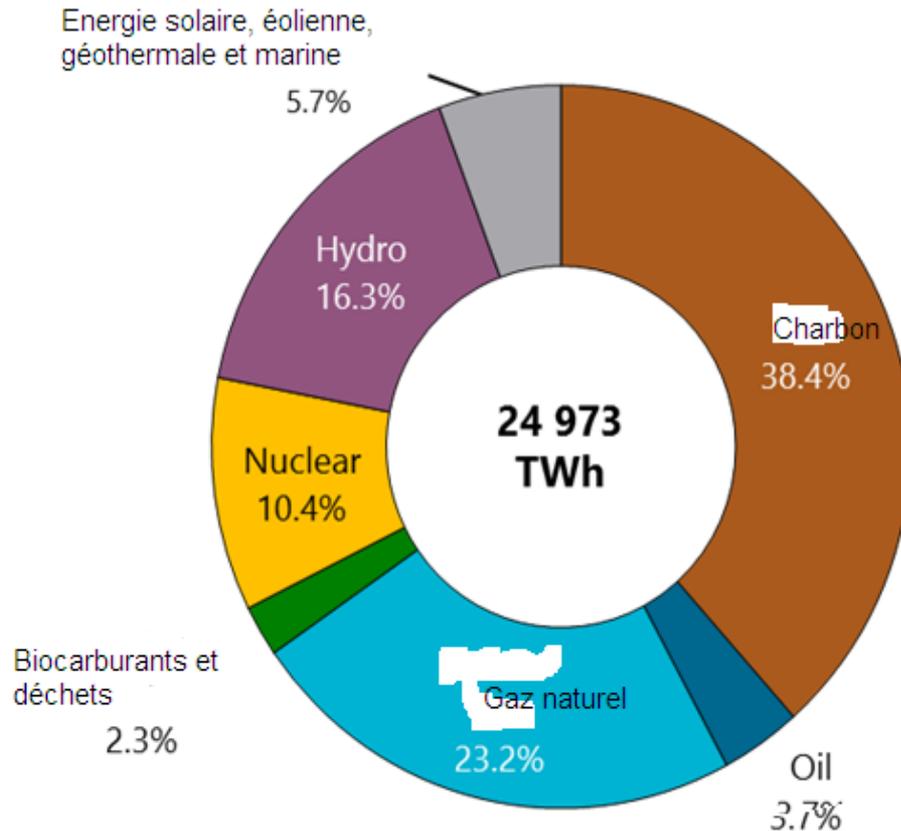
- Part plus élevée de l'énergie

- nucléaire

- Part plus élevée du solaire

- et de l'éolien.

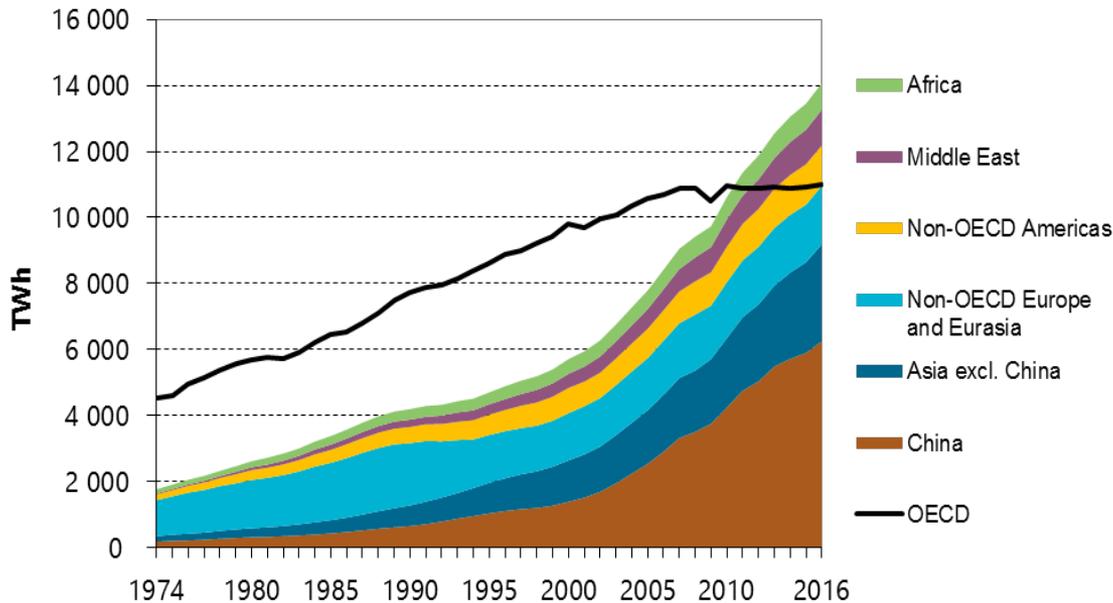
# Production mondiale d'électricité par source (2016)



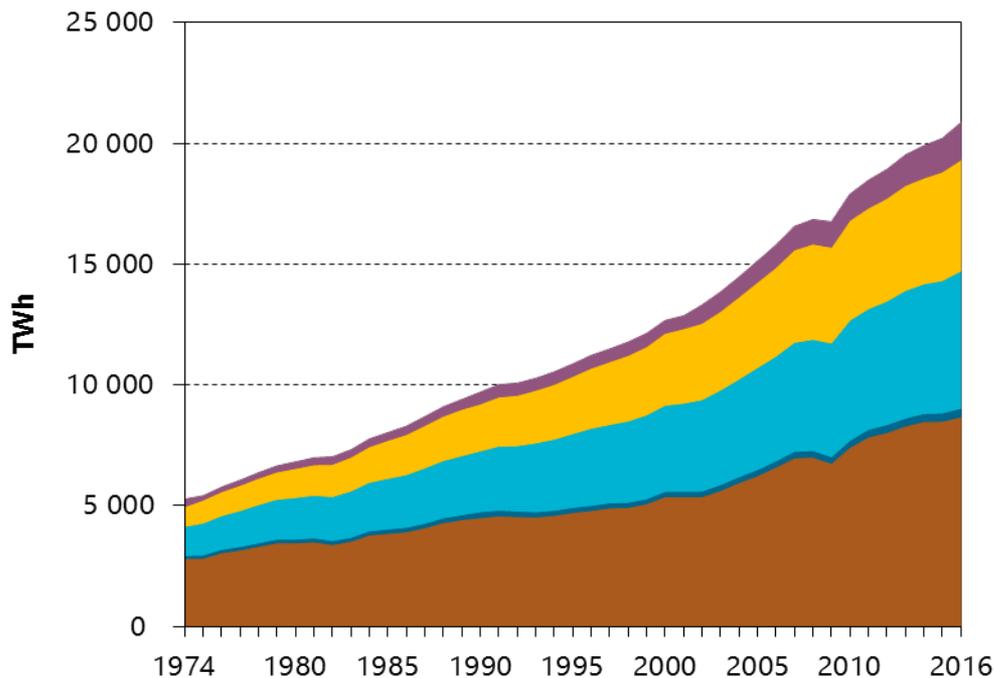
## À compter de 2016 :

- Le charbon est le combustible dominant
- 68 % de la production d'électricité provient des combustibles
- La production solaire et éolienne est faible, mais en croissance.

# Production mondiale d'électricité par région



- Les tendances de la croissance de la production diffèrent selon les régions
- En 2011, les pays non membres de l'OCDE produisent la majeure partie de l'électricité mondiale (2016 : 56%)
- Forte croissance en Asie ces dernières années



- La consommation d'électricité a été multipliée par 4 depuis 1974

L'industrie demeure le secteur de consommation le plus important

Toutefois, les secteurs résidentiel et commercial augmentent leur part de consommation.



Concepts clés

# L'énergie par rapport à la puissance

- **Puissance = Energy / Temps**

1 Watt = 1 Joule / seconde

**En une heure:** 1 Watt de puissance consomme 3 600 Joules d'énergie; par commodité, cette quantité est connue sous le nom de wattheure (Wh)

i.e. 1 wattheure = 3600 Joules

**Point clé :** Les watts sont des unités de puissance

Les wattheures (Wh) sont les unités de l'énergie

# Électricité : Energie primaire vs énergie secondaire

L'électricité est produite à la fois comme énergie primaire et secondaire

Primaire



Hydro



Solaire  
PV



Combustibles



Nucléaire



Géothermale

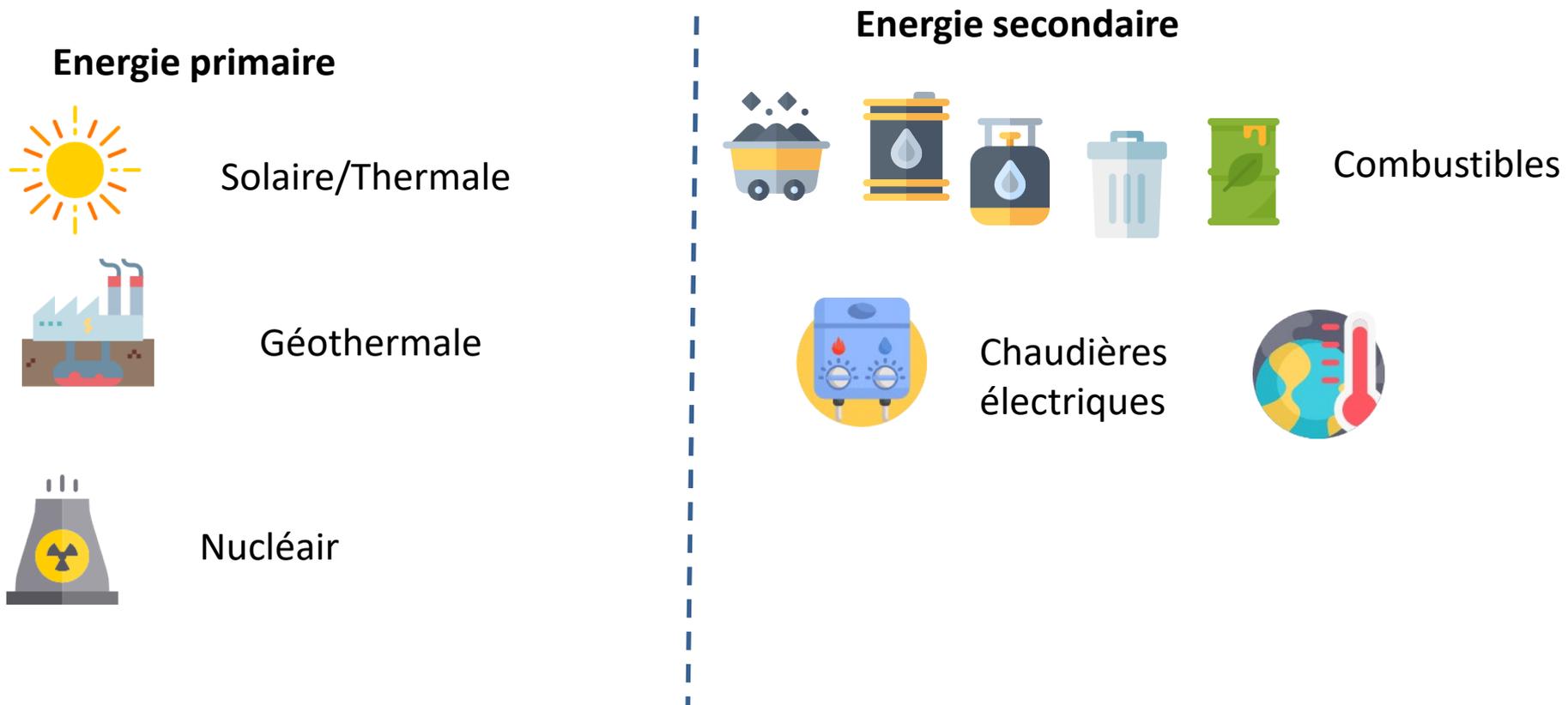
Marée/vague



Solaire/Thermale  
(Energie solaire concentrée)

# Chauffage : Energie primaire vs énergie secondaire

La chaleur est également produite sous forme d'énergie primaire et secondaire.

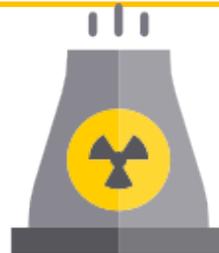


- Production: Deux types de producteurs

Producteur de  
l'activité principale

La production d'électricité ou de chaleur pour des tiers  
comme  
activité principale.

Autoprodacteur



Produire de l'électricité ou de la chaleur en tout ou en  
partie pour leur propre usage, en tant qu'activité soutenant  
leur activité principale.

Note : les classifications dans le bilan énergétique ne dépendent pas de la propriété (publique ou privée) ou de la taille de la centrale énergétique.

# Production: Trois types de Centrale

Electricité seulement

**Produire de l'électricité seulement**



Chaleur seulement

**Produire de la chaleur seulement**



Production combinée  
de chaleur et  
d'électricité (CHP)

**Produire simultanément de l'électricité et de la  
chaleur**



# Conventions relatives à la présentation des rapports : Électricité et chauffage



Producteur de l'activité principale



Autoprodacteur



Electricité seulement

**Déclarer toute la production**

**Déclarer toute la production**



Chaleur seulement

**Déclarer toute la production**

Le rapport chaleur VENDU seulement\*



Production combinée de chaleur et d'électricité (CHP)

**Déclarer toute la production**

**Déclarer toute la production de l'électricité**  
**Le rapport chaleur VENDU seulement\***

- Ne déclarez que les intrants de combustible liés à la chaleur vendue.

# Production : Brut vs Net

- **Production brute :** Toute l'électricité ou la chaleur produite
- **Usage propre :** Quantité consommée pour soutenir l'exploitation de l'usine
- **Nette Production:** Electricité ou chaleur distribuée



# Conventions relatives à la présentation des rapports : Usage propre



Electricité  
seulement

Chaleur  
seulement

Production  
combinée de  
chaleur et  
d'électricité  
(CHP)

Producteur de l'activité  
principale



Autoprodacteur

**Brut - Utilisation propre = Net**

**Brut - Utilisation  
propre = Net**

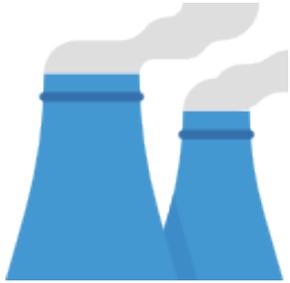
**Brut - Utilisation propre =  
Net**

**Assume Gross = Net  
(of heat sold)**

**Brut - Utilisation propre =  
Net**

Électricité : Brut - Utilisation propre = Net  
Chaleur : Supposons Brut = Net (de la chaleur  
vendue)

# L'Offre et la Demande



Usage  
propre



Commerce



Pertes

Production  
brute

Nette  
production



Entrées de  
carburant

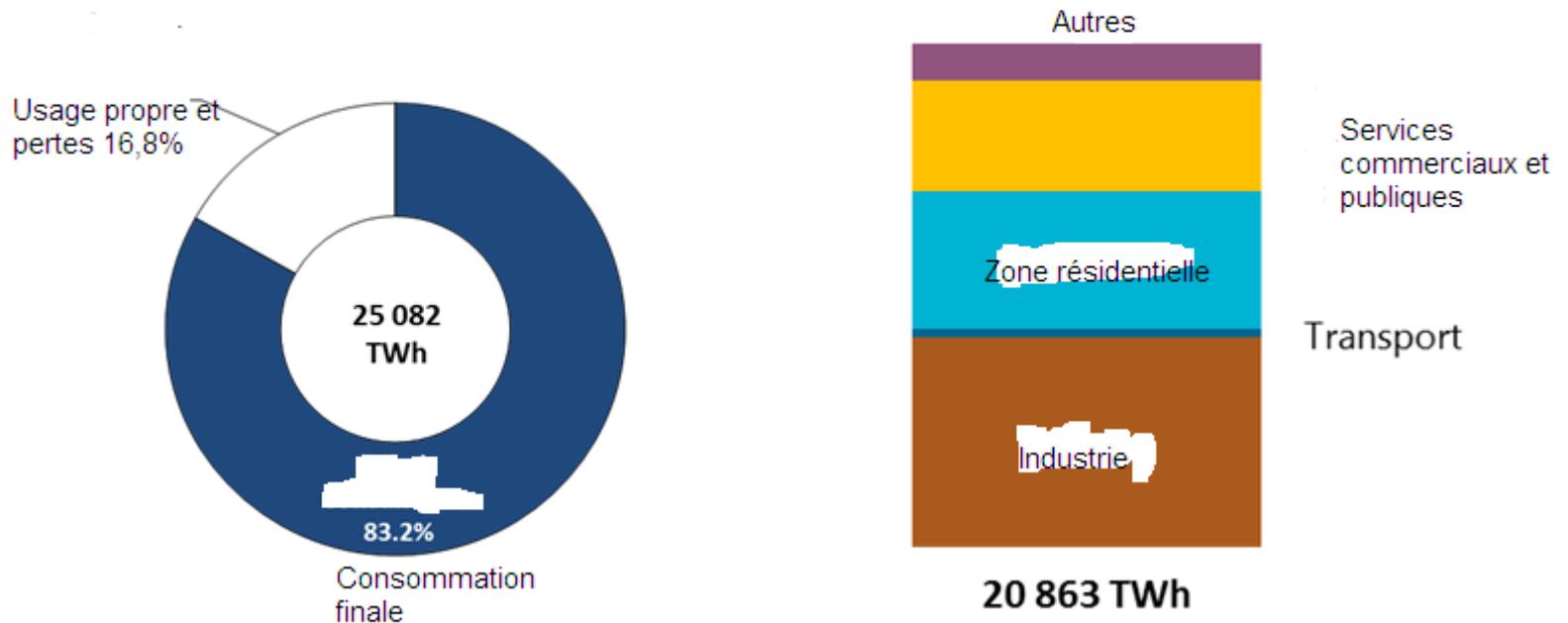
Utilisé pour :

- Centrales -Hydroélectriques à accumulation par pompage
- Chaudières électriques\*
- Pompes à chaleur\*

•Pour chaleur vendue uniquement

Consommation finale

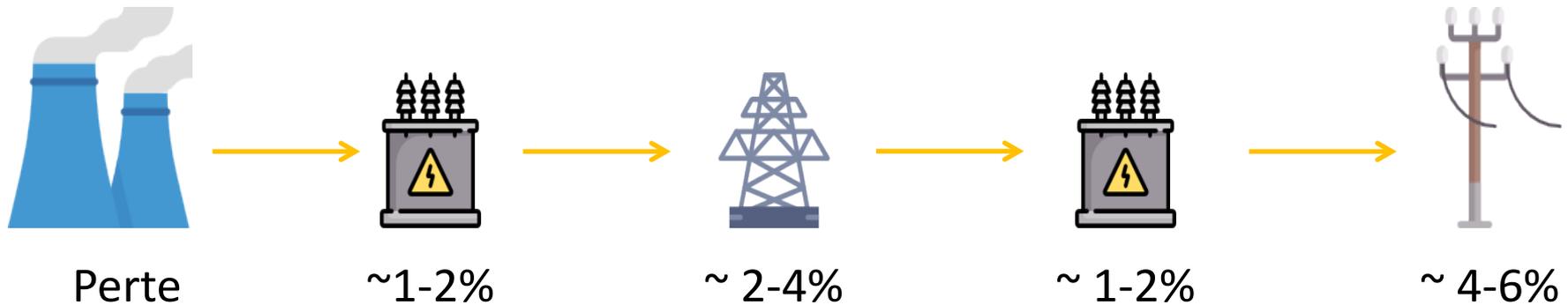
# Production Brute vs Consommation Finale (2016)



La différence entre la production brute et la consommation finale est due aux pertes liées à l'utilisation propre et aux pertes liées au transport et à la distribution.

# Pertes liées à la transmission et à la distribution

- L'énergie est perdue lorsque l'électricité circule dans les câbles et les transformateurs.
- En général, on s'attendrait à ce que les pertes se situent dans une fourchette d'environ 5 à 15 %.
- Cependant, des pertes plus importantes peuvent survenir, en particulier dans la distribution (utilisation non autorisée).



# Commerce

Contrairement aux autres combustibles, le commerce de l'électricité et de la chaleur :

Est rapporté sur la base des frontières franchies, NON de l'origine et de la destination ou de la propriété de l'usine. Comprend tous les échanges commerciaux, y compris le transit.

Exemple : Les exportations d'électricité du Portugal vers la France transitant par l'Espagne seraient déclarées comme :

Portugal : Exportations vers l'Espagne

Espagne : Importations en provenance du Portugal et exportations vers la France

France : Importations en provenance d'Espagne

Ceci est vrai même si l'usine était de propriété allemande.



# Efficacité de la production

**Efficacité = Sortie / Entrée (NCV)**

**Exemple:**

- Elle est toujours < 100 %.
- Elle diffère selon le combustible / la technologie
- Elle doit être calculée en unités d'énergie

20 Unites

**Chaleur perdue**

40 Unités

**Energie**

20 Unites

**Sorties**



60 Unités

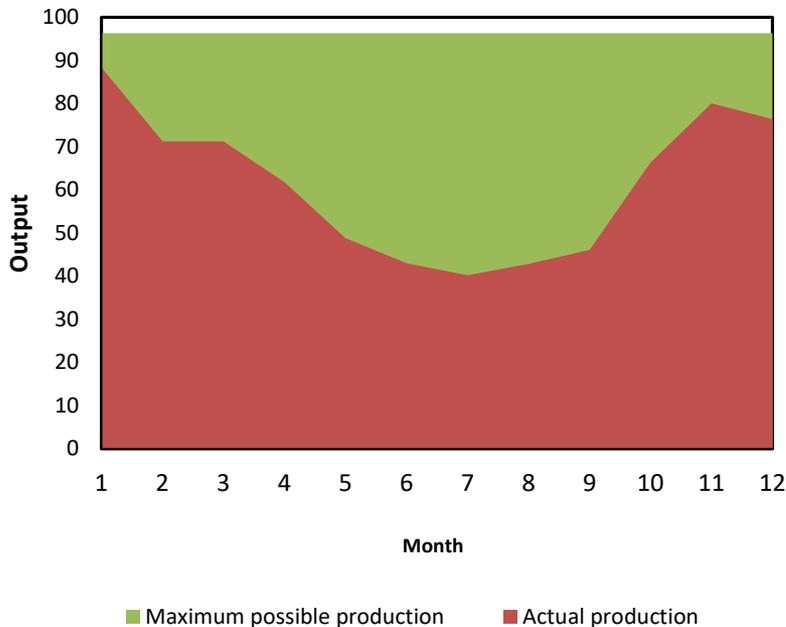
**Entrées**



Rendements moyens % pour les centrales électriques	
FUEL	Efficacité
fioul	17% - 33%
gaz/diesel	35% - 41%
anthracite	30% - 40%
natural gas	30% - 50%
Centrales électriques à CHP	50% - 70%

# Facteurs de capacité (facteurs de charge, taux d'utilisation)

## Un indicateur de l'utilisation de la centrale au cours de l'année



Production actuelle

Production maximum possible

*Must always be between 0-100%!*

Dans l'hypothèse d'un fonctionnement continu à pleine capacité nominale sur la période considérée (capacité x heures dans l'année).

The actual energy output over the same period of time.

**La capacité maximale nette est la puissance potentielle maximale qui peut être fournie au point de sortie, avec toute l'installation en marche, au 31 décembre.**

## Facteurs récents de capacité moyenne de l'OCDE

- Nucléaire **74.3**
- Hydro **34.5**
- Géothermal **80.6**
- Solair **13.3**
- Eolien **26.2**
- Fossile **44.9**

## Calculer les facteurs de Capacité

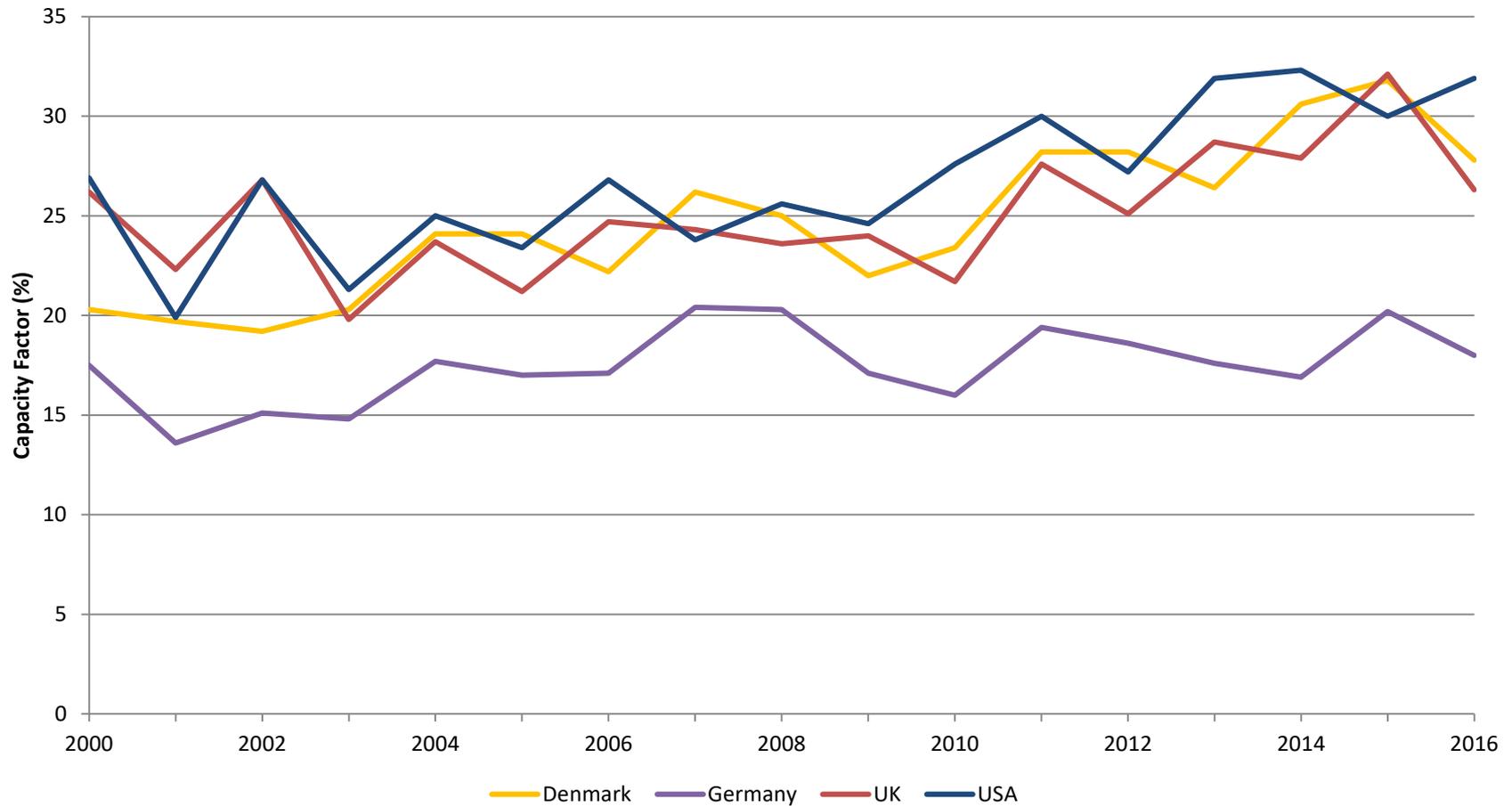
**Pouvez-vous imaginer comment le facteur de capacité peut être utilisé pour vérifier les données ?**

# Facteurs de capacité - comment sont-ils utilisés pour vérifier les données ?

- Ne doit jamais dépasser 100%. Si c'est le cas, cela signifie ...
- La capacité est trop faible ou la production d'électricité trop élevée.
- Cela se produit parfois dans le cas de la cocombustion, car les données de capacité disponibles sont généralement liées à un seul combustible.
- Une autre suggestion pour l'utilisation des taux d'utilisation est de vérifier les séries chronologiques.
- Toute baisse ou augmentation importante est généralement la cause des fluctuations de capacité - vérifiez les données s'il n'y a pas eu de changements.

# Exemple de Facteurs de capacité (charge) : Eolien

## taux d'utilisation de la capacité-Eolien



# Répercussions de l'évolution de la capacité et des conditions météorologiques

Dans le domaine des énergies renouvelables, les facteurs d'usage (et donc d'utilisation) peuvent être fortement influencés par :

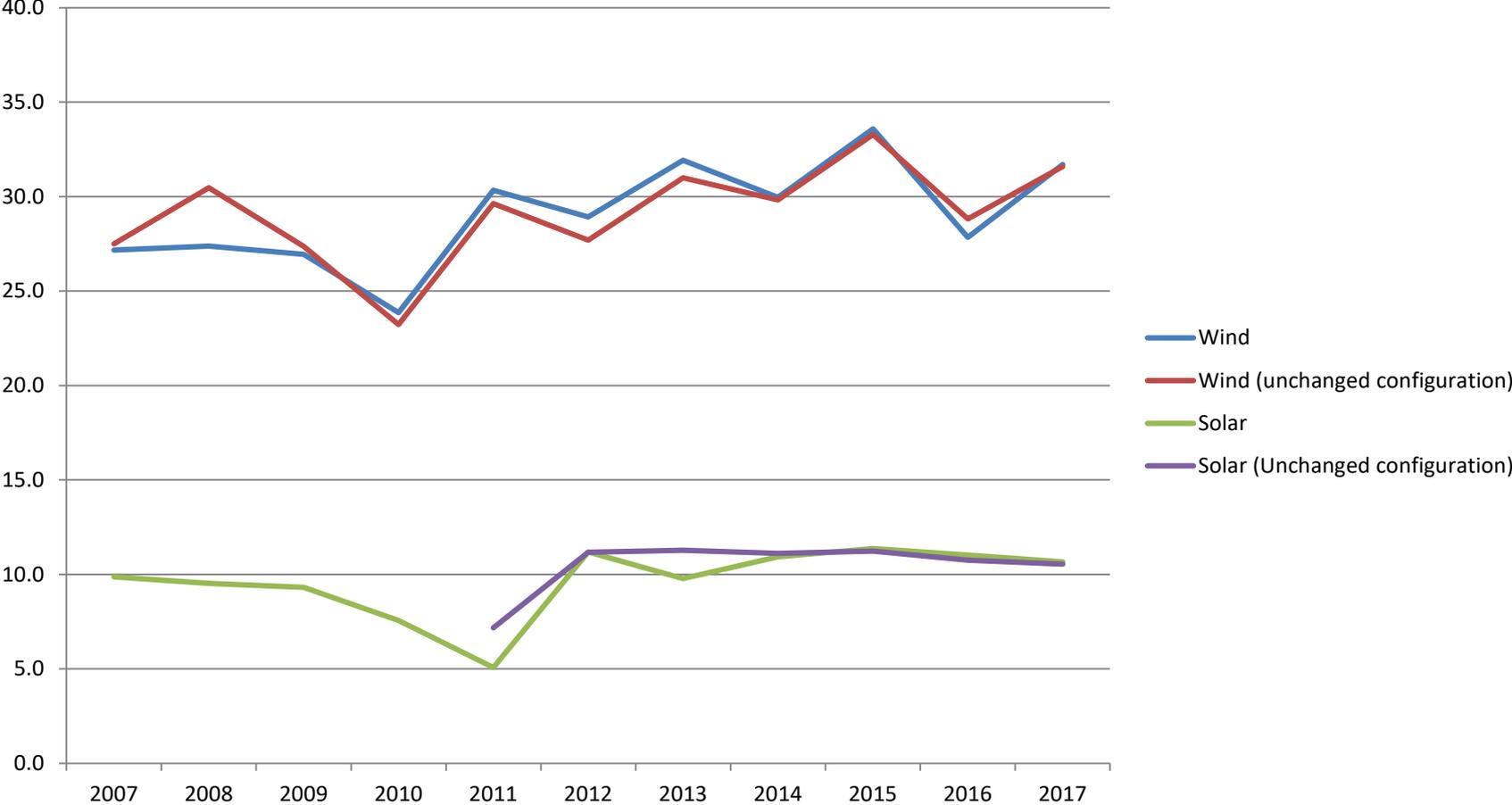
- les conditions météorologiques ;
  - la vitesse du vent pour les vents de terre et de mer,
  - pluviométrie pour l'hydroélectricité
  - heures d'ensoleillement pour le PV solaire.
- l'ajout non uniforme de capacité, par exemple, une grande génératrice pourrait ajouter une installation de grande capacité vers la fin de l'année et ne produire que pendant une très courte période.

Pour éliminer le premier effet, l'UE utilise des facteurs de charge moyens à long terme (5 ans pour l'énergie éolienne et 15 ans pour l'énergie hydraulique) dans son calcul des énergies renouvelables , pour le besoin de son objectif d'énergies renouvelables.

Pour la seconde, une approche est la "base de configuration inchangée »

c.-à-d. n'inclure que les usines qui produisent au début et à la fin de l'année, ce qui donne une image plus fidèle de la tendance sous-jacente.

# Facteurs de charge du Royaume-Uni/une configuration total et inchangée



# Source des Données électriques- Différents types de

## Enquêtes



collecte de données

## Données administratives



Régulateurs d'énergie

Bureaux de douane

Données recueillies lors de la mise en œuvre des programmes/politiques

## Mesures directes

- Producteurs d'électricité, gestionnaires de réseaux de transport et de distribution,
- opérateurs du marché / bourses de l'électricité
- Entreprises
- Ménages



Compteurs conventionnels et intelligents

p. ex. informations sur la capacité de l'installation - p.

ex. capacité PV solaire -> PV solaire

Production d'électricité derrière le compteur

## Estimation/modélisation



# Techniques d'estimation de la production

- La meilleure approche est la mesure directe - la génération par l'opérateur est connue
- Appliquer des facteurs de charge moyens pour connaître la capacité
- "Emprunter" les facteurs de connaissance de charge, du pays voisin ou d'un pays de climat similaire.
- Extrapoler à l'aide d'études pilotes à petite échelle
- Études de couplage de données pour le PV résidentiel

# Estimation de la Capacité

- Utilisation de données commerciales pour estimer la quantité d'énergie photovoltaïque installée
- Les panneaux solaires représentent la quasi-totalité du commerce sous le code SH 854140, les statistiques d'importation pour ce groupe de produits sont un bon indicateur de la quantité de panneaux solaires importés dans un pays.
- Pour plus d'informations, voir [:https://www.irena.org/publications/2018/Dec/Measurement-and-estimation-of-off-grid-solar-hydro-and-biogas-energy](https://www.irena.org/publications/2018/Dec/Measurement-and-estimation-of-off-grid-solar-hydro-and-biogas-energy)
- Images satellite
- Reportages dans la presse/les médias ?



## Points clés pour la communication des données sur l'électricité et la chaleur

# Tableaux et produits

L'AIE compte 8 tableaux couvrant production de données sur l'électricité et la chaleur par :

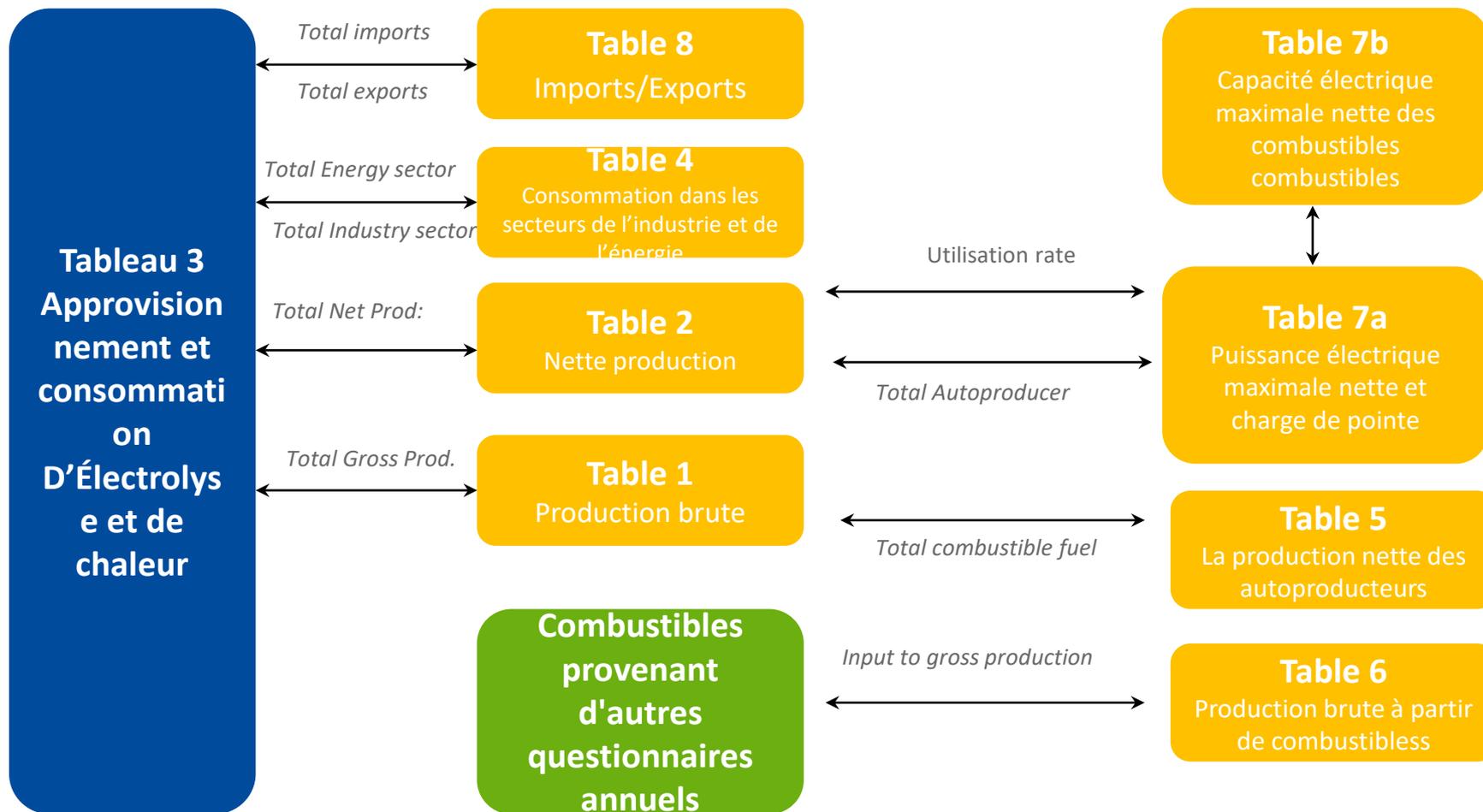
- 47 carburants individuels
- type de producteur
- type d'installation/unité
- Données de consommation par secteur
- Informations techniques sur les systèmes électriques

Plus 6 autres tableaux:

2008		MAIN ACTIVITY PRODUCER PLANTS			AUTOPRODUCER PLANTS			TOTAL	
Menu		ELECTRICITY (DMt)	CHP	HEAT (DMt)	ELECTRICITY (DMt)	CHP	HEAT (DMt)	MAIN ACTIVITY PRODUCER	AUTOPRODUCER
		A	B	C	D	E	F	G(=A+B+C)	H(=D+E+F)
ELECTRICITY UNIT: GWh (10 <sup>6</sup> kWh)									
Electricity	1	55 394	226		1 227	2 857		55 620	4 084
Nuclear	2							0	0
Hydro	3	23 772			421			23 772	421
Pumped/Storage	4							0	0
Geothermal	5							0	0
Solar	6							0	0
Tide, Wave and Ocean	7							0	0
Wind	8	38						38	0
Combustible Fuels	9	31 584	226		606	2 857		31 810	3 663
Heat from Chemical Sources	10								0
Other Sources	11							0	0
HEAT Unit: TJ									
Heat	12		0	0		0		0	0
Nuclear	13							0	0
Geothermal	14							0	0
Solar	15							0	0
Combustible Fuels	16							0	0
Heat Pumps	17							0	0
Electric Boilers	18							0	0
Heat from Chemical Sources	19								0
Other Sources	20							0	0

2012		ELECTRICITY (GWh)		HEAT (TJ)	
Menu					
Total gross production	1	C>	69 793		0
Own use	2	C>	1 623		0
Total net production	3	C>	68 061		0
Total imports (balance)	4	C>	1 358		0
Total exports (balance)	5	C>			0
Used for heat pumps	6	C>			0
Used for electric boilers	7	C>			0
Used for pumped storage	8	C>			0
Used for electricity production	9	C>			0
Electricity/heat supply	10	C>	69 236		0
Distribution losses	11	C>	6 001		0
Final consumption (calculated)	12	C>	64 164		0
Statistical differences	13		1		0
Final consumption (observed)	14		64 163		0
Energy sector	15		646		0
Industry sector	16		36 599		0
Transport sector	17		426		0
Rail	18		426		0
Flight/air transport	19				0
Road	20				0
Not elsewhere specified (Transport)	21				0
Residential	22		8 749		0
Commercial and public services	23		7 636		0
Agriculture/Forestry	24				0
Fishing	25				0
Not elsewhere specified (Other sectors)	26		188		0

# Tableaux et Questionnaire sur les relations dans le questionnaire sur l'électricité et la chaleur



# Production nette d'électricité et de chaleur

2008		MAIN ACTIVITY PRODUCER PLANTS			AUTOPRODUCER PLANTS			TOTAL	
Menu		ELECTRICITY (ONLY)	CHP	HEAT (ONLY)	ELECTRICITY (ONLY)	CHP	HEAT (ONLY)	MAIN ACTIVITY PRODUCER	AUTOPRODUCER
ELECTRICITY UNIT: GWh (10 <sup>6</sup> kWh)		A	B	C	D	E	F	G(=A+B+C)	H(=D+E+F)
Electricity	1	55 394	226		1 227	2 857		55 620	4 084
Nuclear	2							0	0
Hydro	3	23 772			421			23 772	421
<i>Pumped Hydro</i>	4							0	0
Geothermal	5							0	0
Solar	6							0	0
Tide, Wave and Ocean	7							0	0
Wind	8	38							
Combustible Fuels	9	31 584	226						
Heat from Chemical Sources	10								
Other Sources	11							0	0

Type de Centrale

Type de producteur

HEAT Unit: TJ									
Heat	12		0	0		0	0	0	0
Nuclear	13							0	0
Geothermal	14							0	0
Solar	15								
Combustible Fuels	16								
Heat Pumps	17								
Electric Boilers	18								
Heat from Chemical Sources	19								
Other Sources	20								

Des détails sur le type de combustible sont également recueillis.

Sources d'électricité et de chaleur

# Production nette d'électricité et de chaleur

- Exemple :
- Une **centrale électrique** utilise du gaz naturel et produit 5000 GWh d'électricité
- Une **centrale hydroélectrique** produit 20 GWh d'électricité
- Une **installation de recyclage des déchets** utilise les déchets pour produire 45 GWh d'électricité

2015		MAIN ACTIVITY PRODUCER PLANTS			AUTOPRODUCER PLANTS			TOTAL
		ELECTRICITY (ONLY)	CHP	HEAT (ONLY)	ELECTRICITY (ONLY)	CHP	HEAT (ONLY)	
ELECTRICITY UNIT: GWh (10 <sup>6</sup> kWh)		A	B	C	D	E	F	G(=A+B+C)
Electricity	a	5 020	0		45	0		5 020
Nuclear	b							0
Hydro	c	20						20
<i>Pumped Hydro</i>	d							0
Geothermal	e							0
Solar	f							0
Tide, Wave and Ocean	g							0
Wind	h							0
Combustible Fuels	i	5 000			45			5 000
Heat from Chemical Sources	l							

# Production brute d'électricité et de chaleur à partir de combustibles 1/2

2008				MAIN ACTIVITY PRODUCER PLANTS		
Menu				ELECTRICITY (ONLY)	CHP	HEAT (ONLY)
FUELS		UNITS		A	B	C
ANTHRACITE	Fuel input	1	10 <sup>3</sup> t			
	Fuel input	2	TJ (NCV)			
	Elec. prod.	3	GWh			
	Heat prod.	4	TJ			

Pour chaque combustible :

L'ALIMENTATION doit :

être déclarée à la fois en unités naturelles (p. ex., ktonnes) et en unités énergétiques (p. ex., TJ)

appariement L'ALIMENTATION donné dans les autres questionnaires.

$$\text{INPUT (TJ)} = \text{INPUT (ktons)} \times \text{NCV (TJ/ktons)}$$

VCN doit :

être dans les plages de référence pour un carburant donné (fiabilité),

Correspondant aux VCN indiquées dans les autres questionnaires.

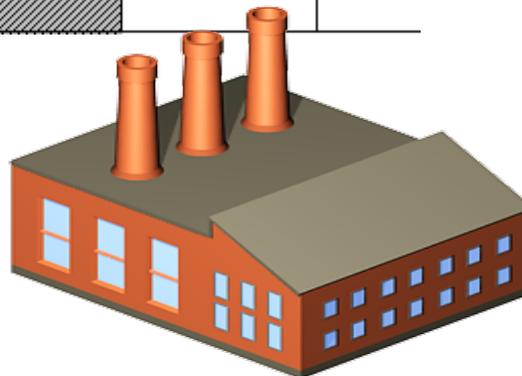
# Production brute d'électricité et de chaleur à partir de combustibles 2/2

2008				MAIN ACTIVITY PRODUCER PLANTS		
Menu				ELECTRICITY (ONLY)	CHP	HEAT (ONLY)
FUELS			UNITS	A	B	C
ANTHRACITE	Fuel input	1	10 <sup>3</sup> t			
	Fuel input	2	TJ (NCV)			
	Elec. prod.	3	GWh			
	Heat prod.	4	TJ			

Sortie :  
Électricité brute  
124 GWh

Entrée :  
Anthracite

100 kt, 22 TJ/kt



$$124 \text{ GWh} * 3.6 \text{ (TJ/GWh)} = 20.3\%$$

$$100 \text{ kt} * 22 \text{ (TJ/kt)}$$

Efficacité =

# Liste de contrôle finale

Les producteurs de l'activité principale produisent de l'électricité/de la chaleur en tant qu'activité principale, tandis que les autoproducteurs produisent de l'électricité/de la chaleur en tant qu'activité supplémentaire (partiellement ou totalement pour leur propre usage).

Pour l'électricité : Production nette = production brute - utilisation propre

Pour la chaleur :

Activité principale : Production nette = production brute - utilisation propre

Autoproducteurs : Production nette = Production brute

Efficacité de génération = Sortie / Entrée (NCV) et doit toujours être <100

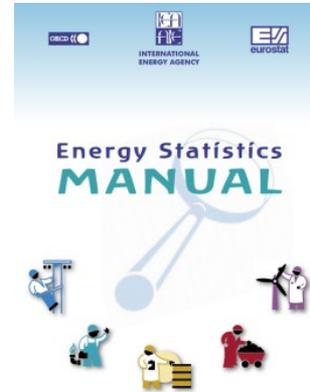
Facteur de capacité = production réelle / production potentielle maximale

Production potentielle maximale = Capacité \* 24 (heures) \* 365 (jours)

# En savoir plus sur les statistiques sur l'énergie

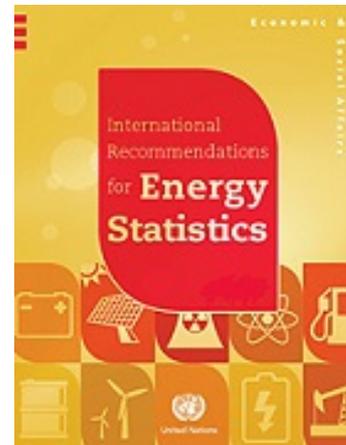
Un manuel complet de statistiques sur l'énergie disponible en 10 langues.

*Cliquez pour le télécharger gratuitement !*



*Visitez le site Web Statistiques de l'AIE pour accéder à d'autres ressources, y compris nos webinaires, nos questionnaires, notre glossaire et la documentation relative à nos méthodes de collecte de données.*

Pour en savoir plus sur le cadre international des statistiques de l'énergie, veuillez consulter les Recommandations internationales pour les statistiques de l'énergie (RISE) des Nations Unies.



Merci pour votre attention  
Avez-vous d'autres questions?



# COLLECTE ANNUELLE DE DONNÉES SUR L'ÉLECTRICITÉ AU ROYAUME-UNI

<https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-business-energy-and-industrial-strategy/about/statistics>

## À titre de référence

Il s'agit d'une réflexion personnelle sur la collecte de données sur l'électricité au Royaume-Uni, présentée par l'ancien statisticien en chef de l'énergie et du changement climatique au Royaume-Uni pour la période 2008-2015.

Les activités du Département de l'Énergie et du Changement du Climat (DECC) ont été intégrées au sein du département des Affaires, de l'Énergie et de la Stratégie Industrielle (DAESI) en 2016.

# Collecte annuelle de données sur l'électricité

**Chaque année, trois enquêtes principales sur l'électricité sont réalisées:**

- une enquête détaillée auprès des principaux producteurs d'électricité (PPE),
- une enquête auprès des principaux fournisseurs,
- et une enquête moins détaillée sur les distributeurs d'électricité.
- Celles-ci sont complétées par des données supplémentaires provenant de l'analyse de l'électricité;
- l'enquête sur les auto génératrices,
- la grille nationale,
- Bureau de la statistique du fer et de l'acier,
- Énergies renouvelables à petite échelle (sous-traitance), ainsi qu'une analyse interne.
- Les statistiques annuelles sont publiées un an à terme échu (t-1), mais des révisions sont généralement apportées aux deux années précédentes, t-2 et t-3, lorsque des données révisées ont été reçues.

# Enquête (1)

**Enquête auprès des grands producteurs d'électricité (annuelle) : recensement d'environ 35 PPM sondés par voie électronique –**

Collecte pour le combustible utilisé, les CV, l'électricité produite, l'électricité nette fournie au réseau, l'utilisation propre d'électricité, les ventes et la capacité, ventilés par type de production/combustible. Dans le cas des centrales à accumulation par pompage, toute l'électricité consommée pour le pompage est également signalée.

**Couverture** : tous les GPE, représentant environ 90 % de la production d'électricité

- Taux de réponse : environ 100 %.
- Certaines centrales électriques des GPE déclareront individuellement
- Enquête auprès des fournisseurs d'électricité (annuelle) : environ 30 fournisseurs principaux interrogés par voie électronique - données sur les ventes ventilées par code SIC. Cela inclut également des informations sur la valeur des ventes, utilisée dans le calcul des prix de l'énergie.
- Couvrant environ 95% des ventes d'électricité, Taux de réponse : ~ 100%
- Enquête auprès des distributeurs d'électricité (annuelle) : 13 gestionnaires de réseau de distribution (GRD) - tous, à l'exception des deux GRD écossais, interrogés pour la quantité d'électricité distribuée et les pertes.

# Autres collectes de données - Générateurs automatiques/CCP

- 50 % de la production des " autres générateurs " provient de la production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) de bonne qualité. Des données de bonne qualité sur la cogénération sont collectées chaque année par le biais des données administratives du système CHPQA. Le système de collecte de données du CHPQA couvre toutes les centrales qui sont certifiées comme ayant une cogénération de bonne qualité.
- Quinze pour cent de l'électricité produite par d'autres producteurs" est produite par la partie "uniquement électrique" des centrales de cogénération, qui consiste en la capacité électrique des centrales de cogénération qui ne sont pas considérées comme de bonne qualité et qui est tirée des données recueillies dans le cadre du processus CHPQA.
- Enquête trimestrielle EGI : De plus, 15 % de la production d'électricité provenait de centrales électriques " uniquement ". Les données relatives à ces usines sont recueillies trimestriellement au moyen d'une enquête menée par l'Institut de la santé publique et des populations du Bureau National des Statistiques (ONS) pour le compte du DECC.

# Sources de données supplémentaires

- Bureau de la statistique du fer et de l'acier (ISSB) (annuel) : électricité produite, consommée et perdue par l'industrie sidérurgique, les hauts fourneaux et les fours à coke.
- Base de données sur les énergies renouvelables (annuelle) : production d'énergies renouvelables (y compris la cocombustion) (pour les non-GPE).
- DECC (analyse interne annuelle) : Pouvoirs calorifiques et facteurs de conversion, utilisés pour convertir les masses combustibles en unités énergétiques.
- British Energy (annuel) : Rendements thermiques moyens pour l'électricité nucléaire.
- Réseau national : exportations/importations d'électricité à destination/en provenance de la France et des Pays-Bas, toutes les demi-heures,
- Opérateur du marché unique de l'électricité : exportations et importations d'électricité à destination et en provenance de la République d'Irlande, toutes les demi-heures,
- Elexon (mensuel) : pertes de transport et données de production pour le réseau national GB.
- Ofgem : sommaire des parts de distribution et des pourcentages de pertes

# Électricité fournie par type de combustible, de 1990 à 2017

