

**YAKA – YAPAKA - YAKAPA**

# **LA MUTATION ÉNERGÉTIQUE**

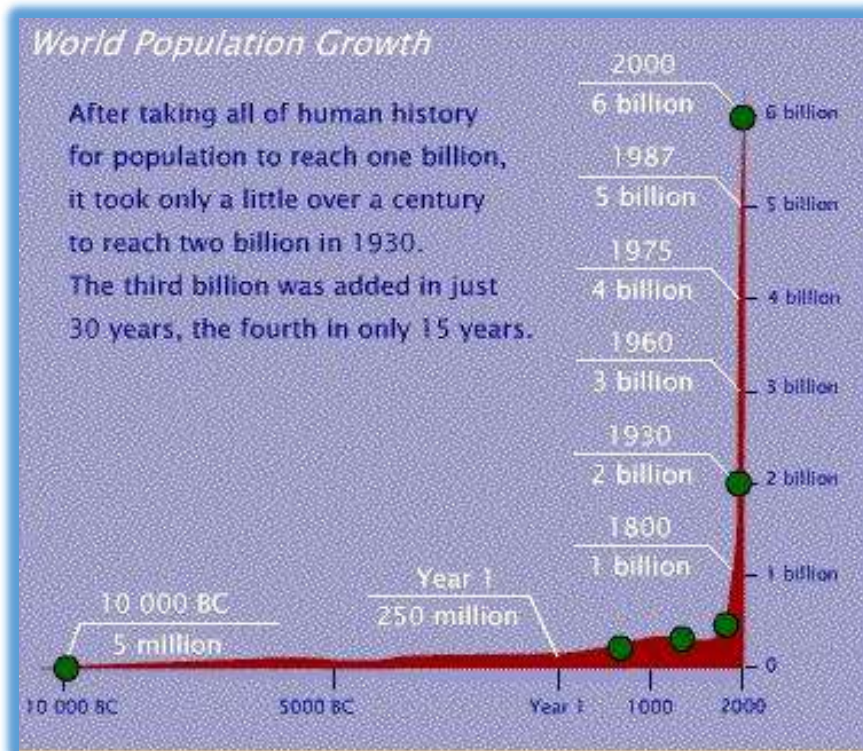
***Paul Cobut***

***21 septembre 2022***

**ETAT DES LIEUX**

# ÉTAT DES LIEUX

## TOUS LES INDICATEURS SONT AU ROUGE



- **Explosion démographique insensée**
- **Dérive climatique incontestable**
- **Emissions de gaz à effet de serre accrues**
- **Déforestation accélérée**
- **Consommation d'énergie croissante**
- **Epuisement des réserves d'eau**
- **Disparition de nombreuses espèces animales**

**NOTRE SYSTÈME ÉCONOMIQUE EST BASÉ SUR UN POSTULAT:**

## **CROISSANCE CONTINUE ...**

- PIB mondial en très forte augmentation (x 7 de 1950 à 2000)
- Durant le 20<sup>ème</sup> siècle, la consommation d'énergie a été multipliée par 6. Dans l'hypothèse « no change », elle devrait encore tripler pour 2050
- Le développement des pays émergents est extraordinaire:  
en 1998, ils représentaient 5% du commerce mondial  
en 2015, ils ont atteint 46% !
- La consommation de minerais au 20<sup>ème</sup> siècle fut 27 fois plus importante qu'au siècle précédent

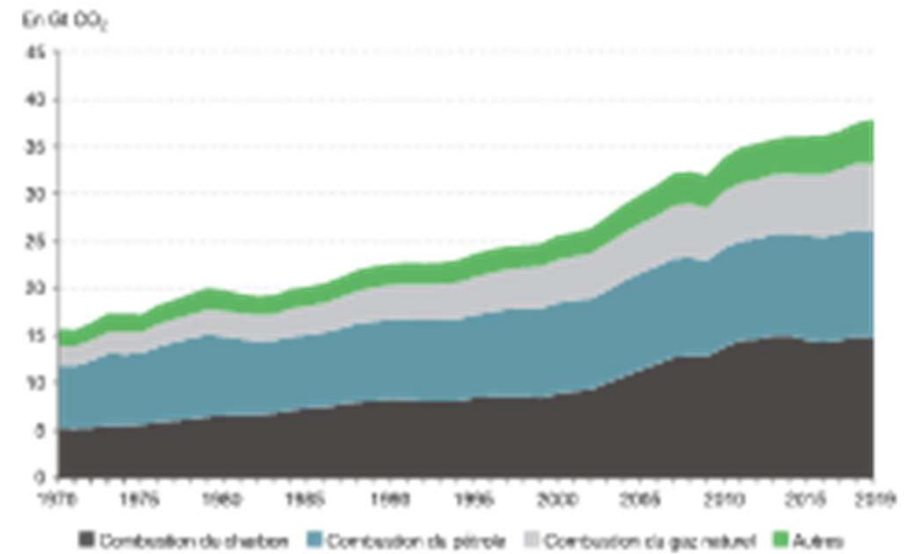
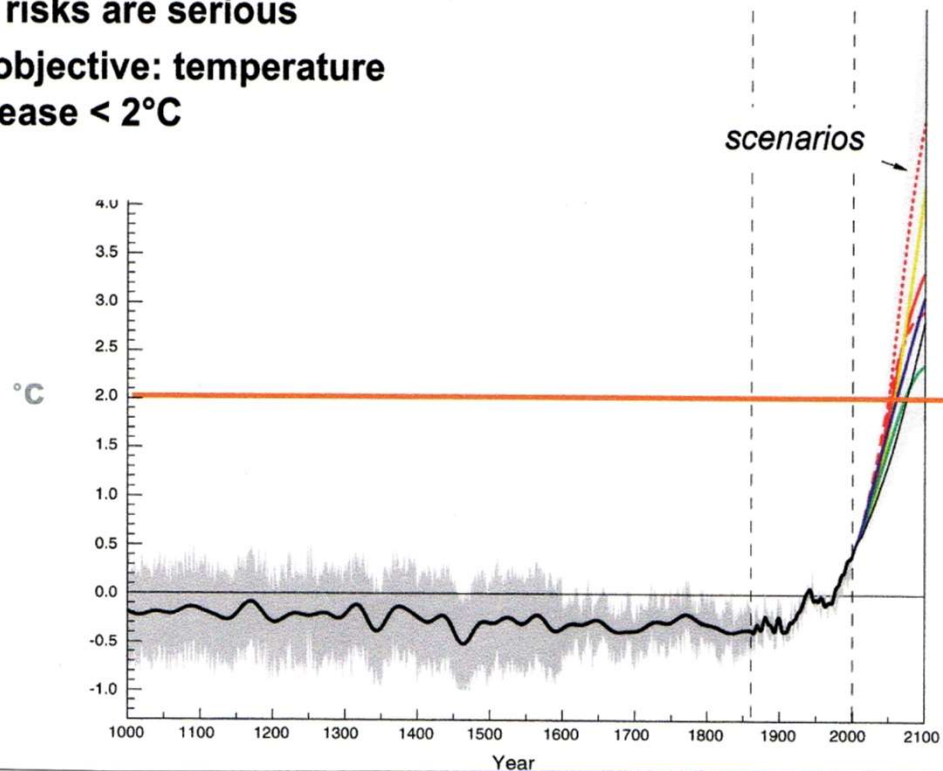
**... DANS UN UNIVERS LIMITÉ**

## **IL EN RÉSULTE**

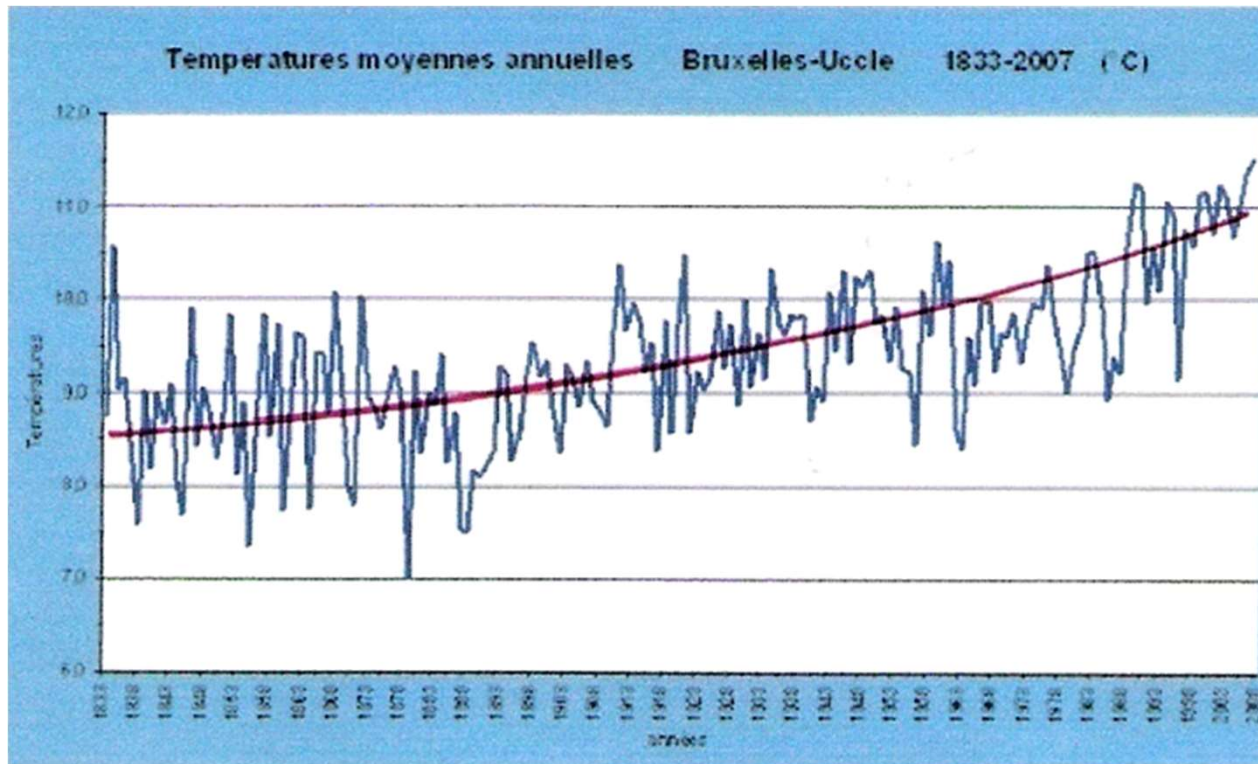
- **UNE DIMINUTION DES RESSOURCES NATURELLES**
- **UNE DIMINUTION DES RÉSERVES DE MINÉRAIS**
- **DES BESOINS EN ÉNERGIE SANS CESSÉ CROISSANTS**
- **UNE POLLUTION ACCRUE DE TOUS LES MILIEUX**
- **DES ÉMISSIONS IMPORTANTES DE GAZ À EFFET DE SERRE**
- **UNE DÉRIVE CLIMATIQUE PRÉOCCUPANTE**

# L'IMPACT DE L'ACTIVITÉ HUMAINE SUR LE CLIMAT EST INCONTESTABLE

- × The risks are serious
- × EU objective: temperature increase  $< 2^{\circ}\text{C}$



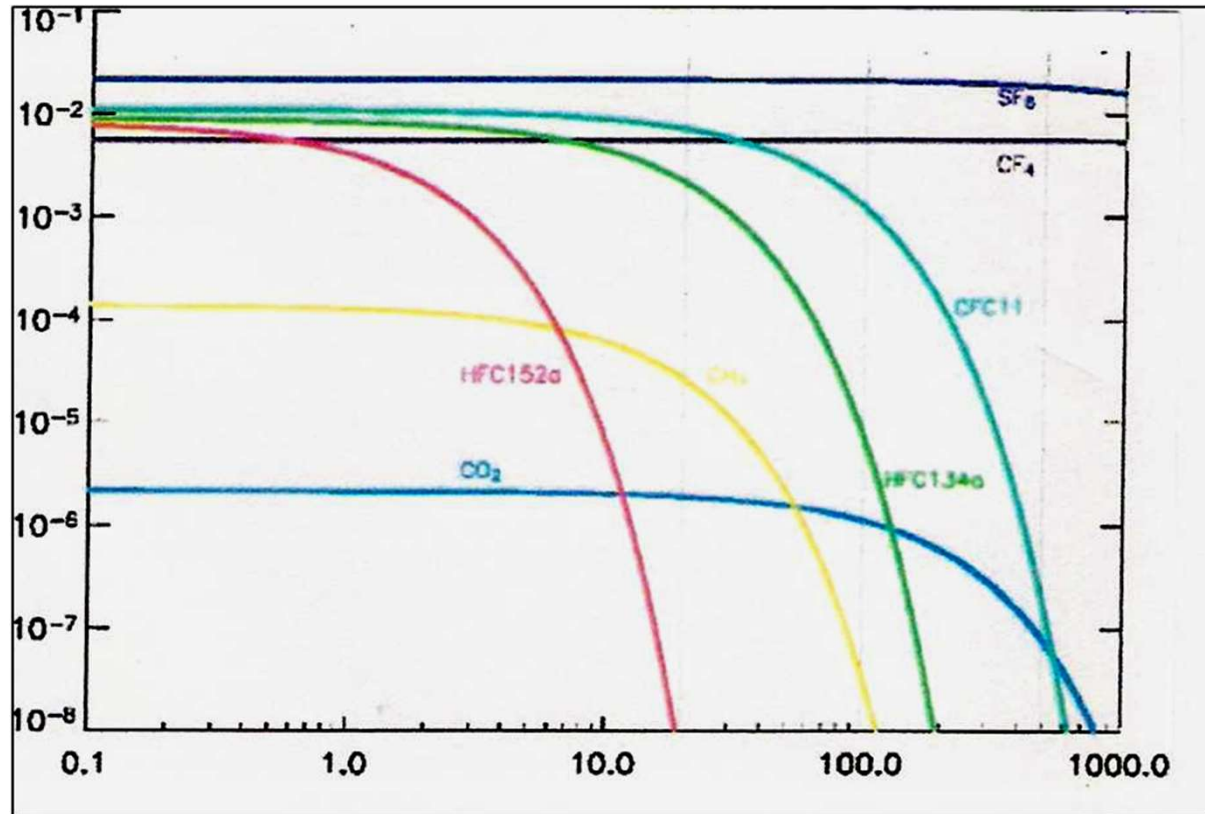
## LES EFFETS DE LA DÉRIVE CLIMATIQUE SONT DÉJÀ BIEN PERCEPTIBLES



**L'ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE EST DÉJÀ BIEN MARQUÉE EN BELGIQUE ET 4 DES 5 DERNIÈRES ANNÉES SONT LES PLUS CHAUDES ENREGISTRÉES À UCCLE**

## LA DÉRIVE CLIMATIQUE EST DÙE AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

- H<sub>2</sub>O (Vapeur d'eau)
- CO<sub>2</sub>
- CH<sub>4</sub>
- CF<sub>4</sub>
- SF<sub>6</sub>
- NO<sub>2</sub>
- Fréons
- .....



CHAQUE GES EST CARACTÉRISÉE PAR LA FORCE DE SON IMPACT EN TANT QU'EFFET DE SERRE ET PAR SA DURÉE DE VIE DANS L'ATMOSPHÈRE



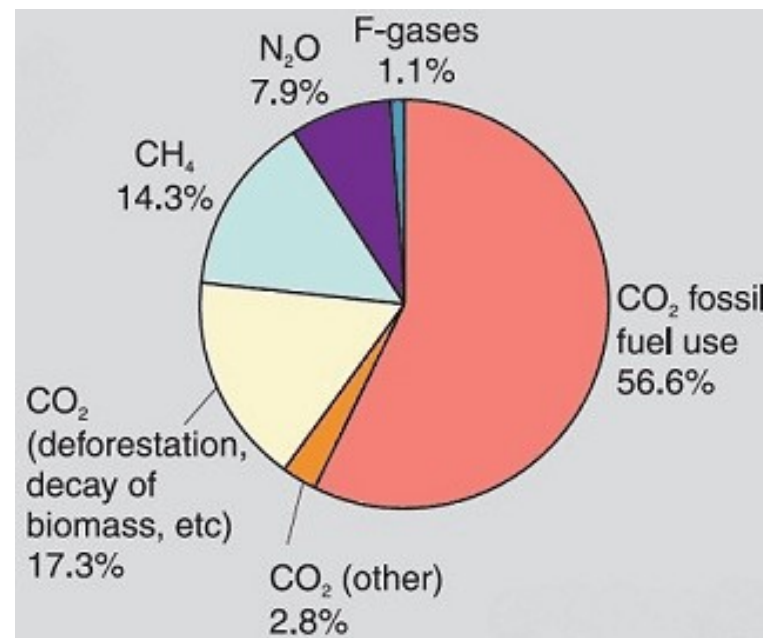
- **CHAQUE GES EST COMPARÉ AU CO2 EN TENANT COMPTE DE SON IMPACT EN EFFET DE SERRE ET DE SA DURÉE DANS LE TEMPS**

→ **traduction en éq CO2**

<b>GES</b>	<b>PRG</b>
CO2	1
CH4	25
N2O	298
CF4	7290
SF6	22200
R-1234ZE	6
R-22	1810
R-32	675
R-134A	1430
R-404A	3922
R-407A	2107
R-410A	2088
R-502	4657
R-507	3985

# IMPACT DES DIFFÉRENTS GES SUR LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE (2019)

L'IMPACT DES DIFFÉRENTS GES TIENT COMPTE DE LEUR PRG RESPECTIFS



ON CONSTATE QUE LE MÉTHANE EST LE SECOND GES EN IMPORTANCE APRÈS LE CO<sub>2</sub> GÉNÉRÉ PAR LA COMBUSTION DES MATIÈRES FOSSILES, LA DÉFORESTATION ET LA PUTRÉFACTION DES MATIÈRES ORGANIQUES

## **UN GES DE PREMIÈRE IMPORTANCE PASSÉ SOUS SILENCE**

**LA VAPEUR D'EAU** EST LE GES LE PLUS IMPORTANT, MAIS ON L'IGNORE CAR SA PRÉSENCE EST CONSIDÉRÉE COMME UNE CONSTANTE PHYSIQUE DE NOTRE ENVIRONNEMENT

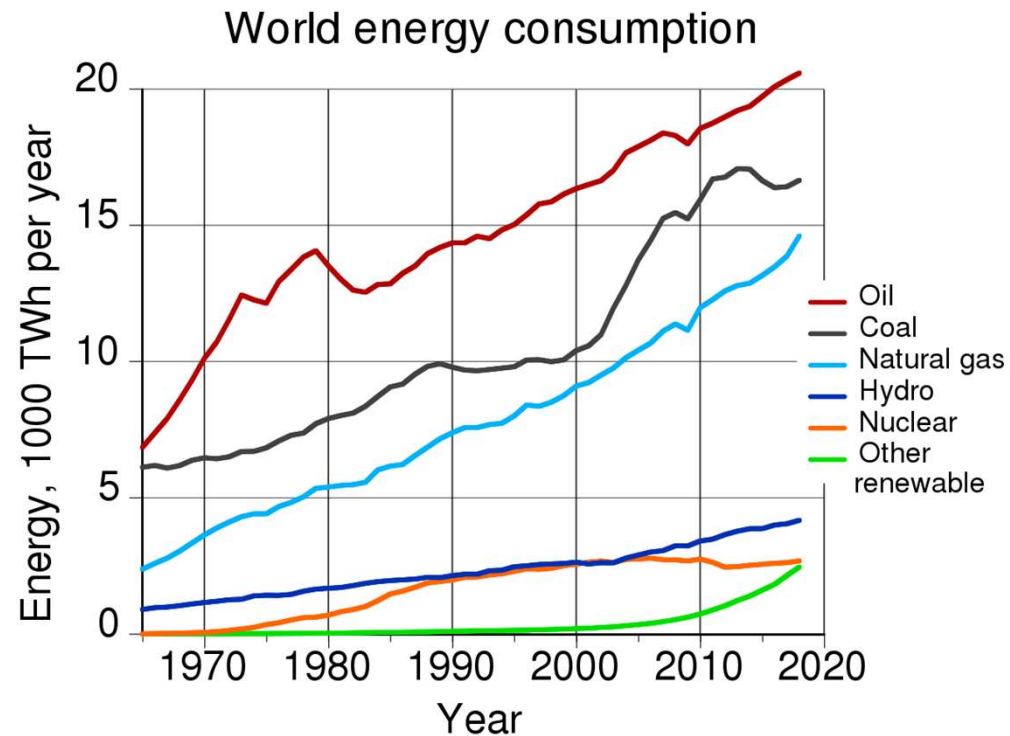
### **MAIS**

L'HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR EST INFLUENCÉE PAR LA TEMPÉRATURE DES OCÉANS QUI CONDITIONNE L'ÉVAPORATION DE L'EAU

L'ACTIVITE HUMAINE NE DOIT PAS ÊTRE NÉGLIGÉE. LA COMBUSTION DU FUEL ET DU GAZ NATUREL SURTOUT PRODUIT UNE GRANDE QUANTITÉ DE VAPEUR D'EAU QUI INFLUENCE L'HYGROMÉTRIE

L'IMPACT DES VARIATIONS HYGROMÉTRIQUES SUR LE CLIMAT DEVRAIT ÊTRE ANALYSÉ SÉRIEUSEMENT

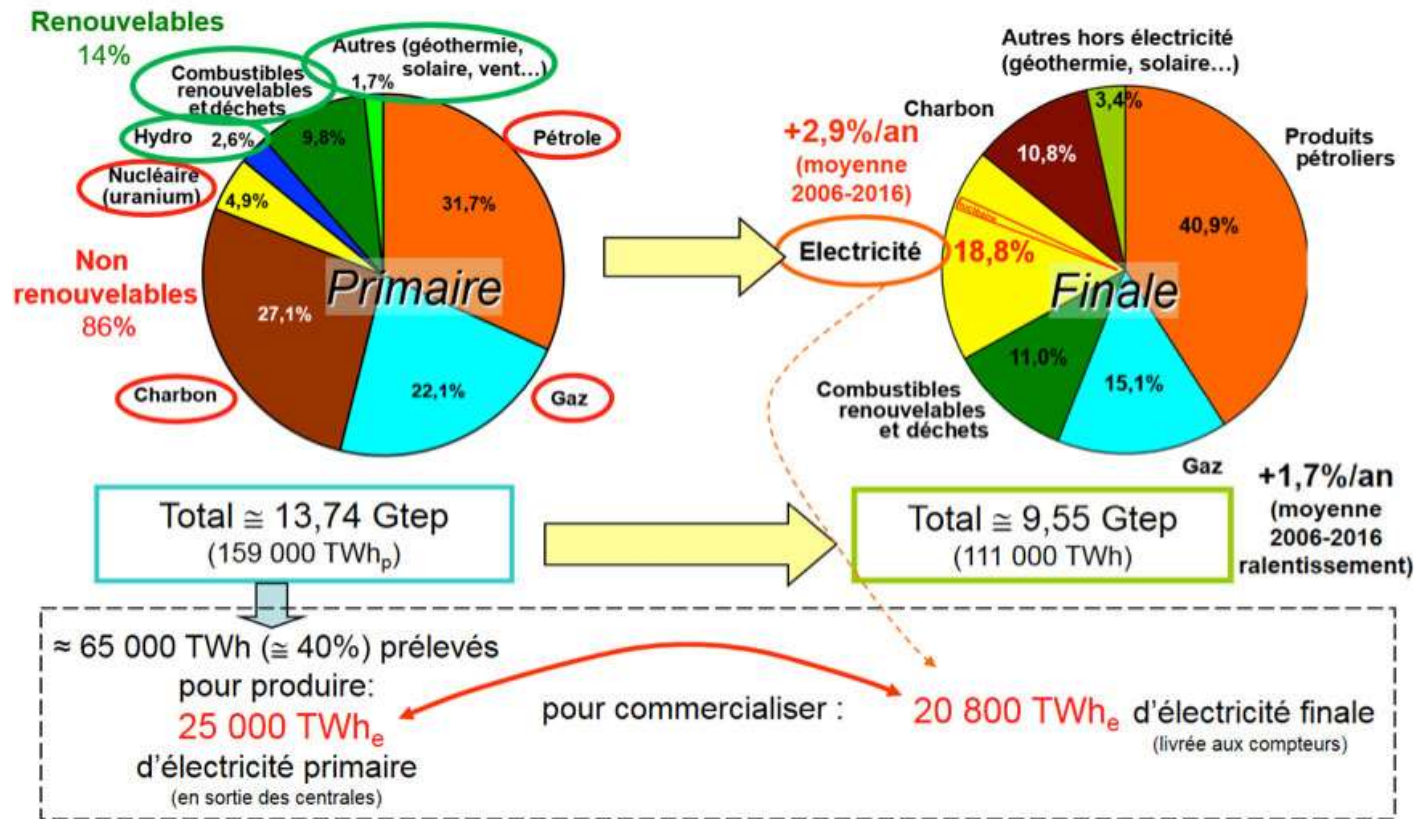
## EVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE



ON CONSTATE UNE AUGMENTATION PERSISTANTE DE LA CONSOMMATION DE PRODUITS FOSSILES MALGRÉ LA PERCÉE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

DEPUIS 50 ANS, L'AUGMENTATION ANNUELLE MOYENNE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE EST DE **2,5 %/AN**

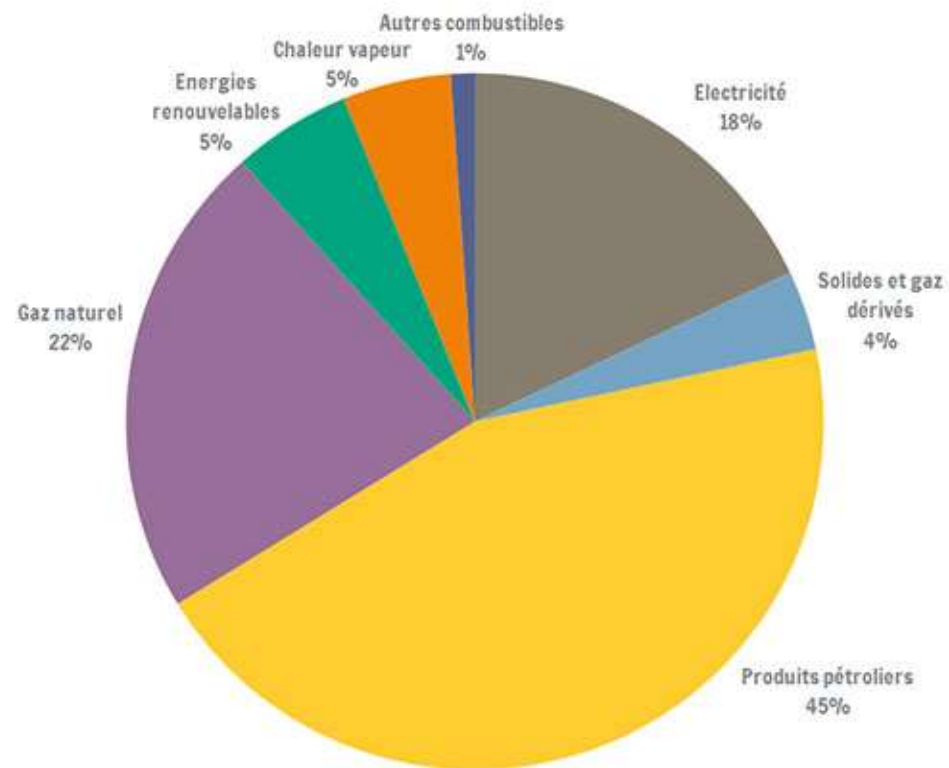
# ENERGIE PRIMAIRE ET ENERGIE FINALE (utile) - 2018



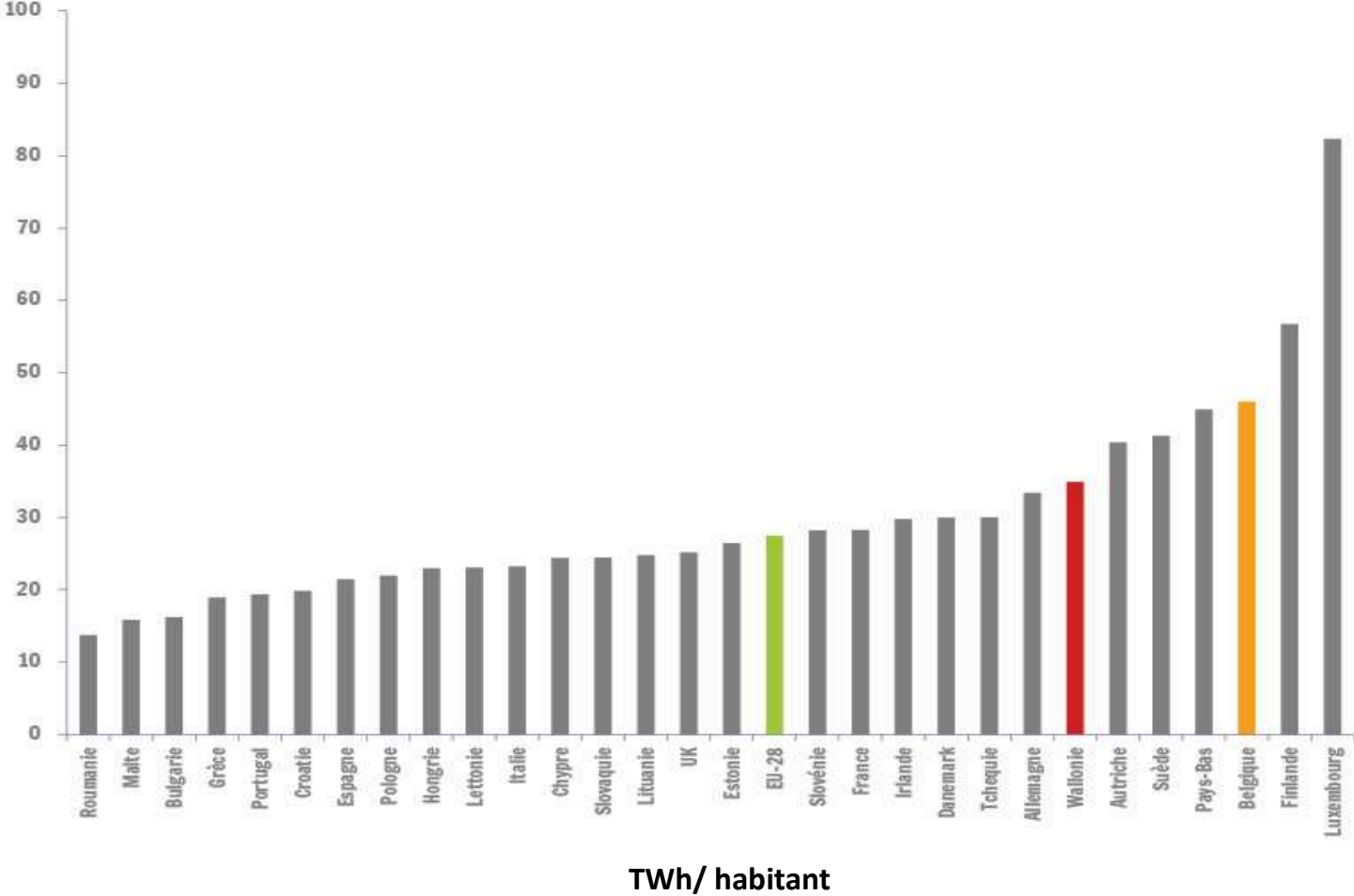
LA PERTE ENTRE L'ÉNERGIE PRIMAIRE CONSOMMÉE ET L'ÉNERGIE FINALE UTILE EST DE **30 %**

## ZOOM SUR LA BELGIQUE

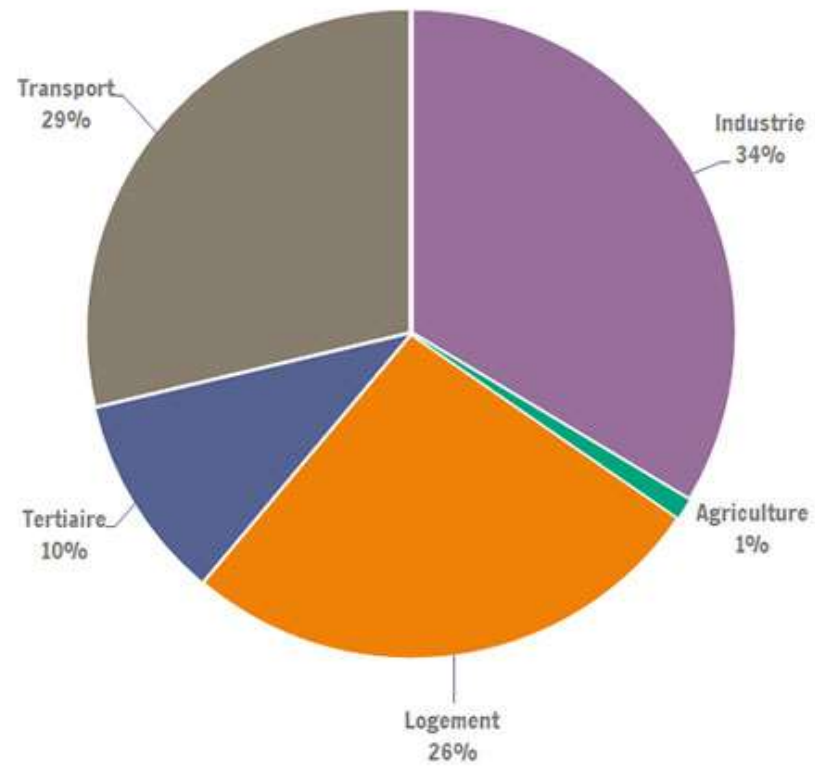
**LA CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE ÉTAIT DE 415 TWH EN 2019**



# NOUS SOMMES PARMIS LES GROS CONSOMMATEURS D'ÉNERGIE de L' UE



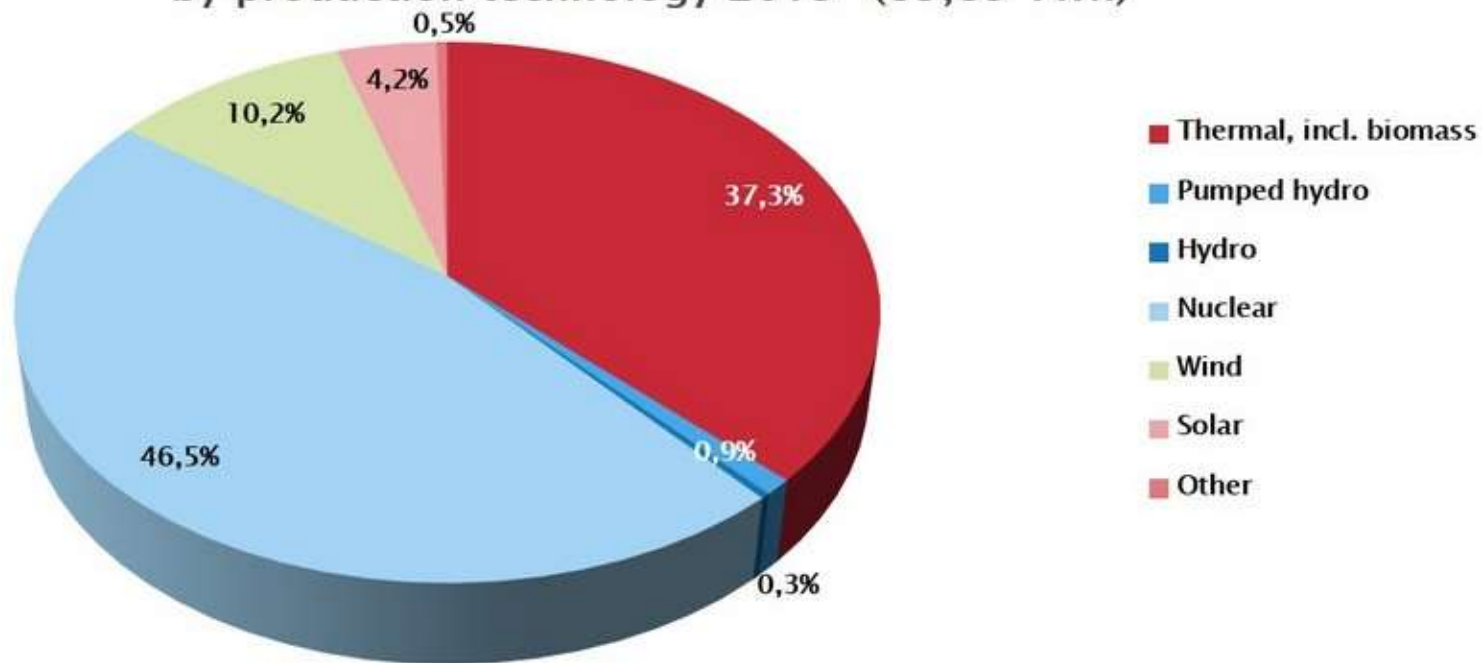
## LA RÉPARTITION PAR SECTEUR EST LA SUIVANTE





## ANALYSE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Total net electricity production in Belgium  
by production technology 2019\* (89,85 TWh)



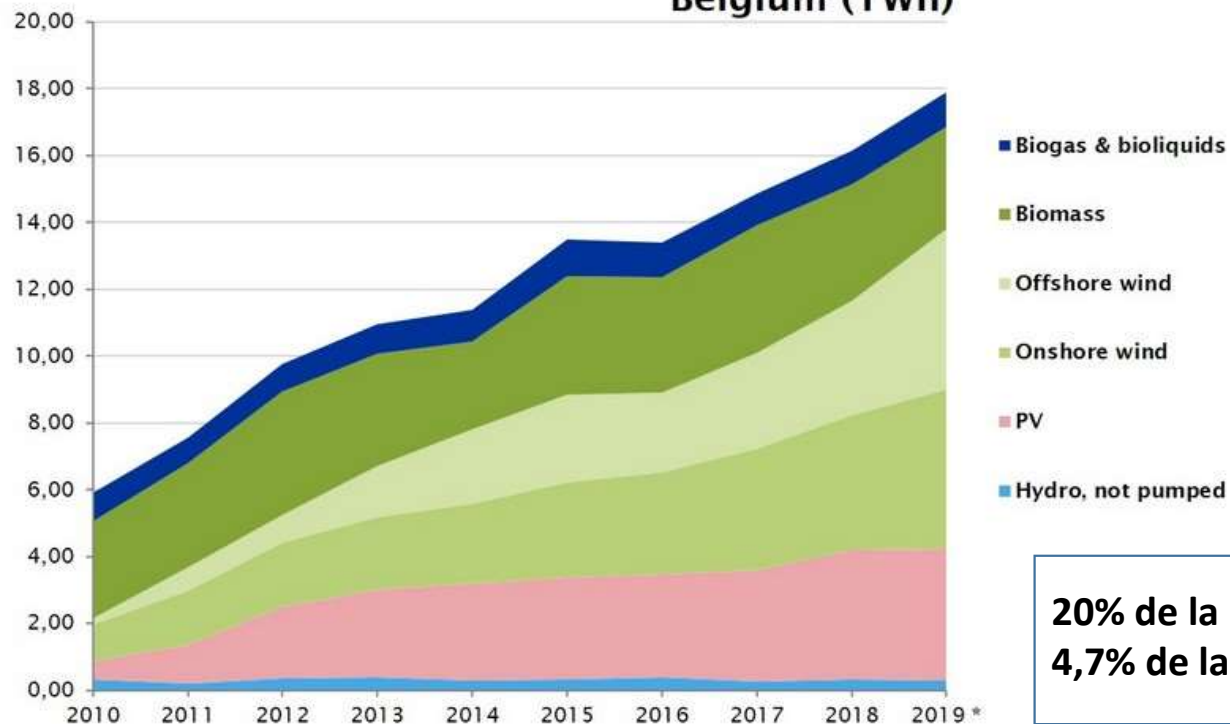
## **PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ET ÉMISSIONS ACTUELLES DE CO<sup>2</sup>**

**( cycle de vie – mix énergétique UE 2020 )**

<b>MODE DE PRODUCTION</b>	<b>gCO<sup>2</sup>/kWh</b>
capteurs photovoltaïques	<b>42</b>
éoliennes	<b>11</b>
centrale au gaz naturel	<b>490</b>
centrale au charbon	<b>1000</b>
centrale nucléaire	<b>9</b>

# LE DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUEVABLE EST REMARQUABLE ... MAIS INSUFFISANT

Gross electricity generation by renewables in Belgium (TWh)



20% de la production d'électricité  
4,7% de la consommation d'énergie

## **QUELLES CONCLUSIONS TIRER DE LA SITUATION ACTUELLE ?**

- 1/ LA CIVILISATION DU « TOUJOURS PLUS » (démographique, économique) N'EST PLUS TENABLE
- 2/ LES **GES** SONT LA PRÉOCCUPATION À COURT TERME BIEN DAVANTAGE QUE LES DÉCHETS NUCLÉAIRES
- 3/ COMPTE TENU DE LA DURÉE DE VIE DU CO<sub>2</sub> ET DU CH<sub>4</sub> DANS L'ATMOSPHÈRE, LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE VA SE POURSUIVRE JUSQU'À UN POINT D'ÉQUILIBRE DE L'ORDRE DE 2,5 ... 3°C POUR LA FIN DU SIECLE.
- 3/ **LA COMBUSTION EST L'ENNEMI N°1** : ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>, DE VAPEUR D'EAU, ET EN COMBUSTION GAZ, PERTES DE MÉTHANE À LA PRODUCTION ET À LA DISTRIBUTION ....
- 4/ L'AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION DE VIANDE PROVOQUE DES ÉMISSIONS DE CH<sub>4</sub> IMPORTANTES
- 5/ **L'ÉLECTRICITÉ EST LE VECTEUR DE DÉVELOPPEMENT POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

## ÉMISSIONS EN g éqCO<sub>2</sub> DE LA COMBUSTION

<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>g CO<sub>2</sub>/kWh</b>	<b>PERTES gCH<sub>4</sub>/kWh</b>	<b>éq gCO<sub>2</sub>/kWh</b>	<b>TOTAL éq CO<sub>2</sub>/kWh</b>
BOIS	30*	0	0	<b>30</b>
CHARBON	360	0	0	<b>360</b>
FUEL DOMESTIQUE	270	0	0	<b>270</b>
GAZ NATUREL	200	5,4**	135	<b>335</b>

\* différentiel par rapport à la putréfaction naturelle, en supposant que chaque kg de bois brûlé est remplacé par un kg de bois planté

\*\* pertes de méthane à l'extraction et en distribution : 8%

# **LES EFFETS DÉSASTREUX DE L'AGRESSION RUSSE EN UKRAINE**

EXPLOSIONS MASSIVES AVEC DÉGAGEMENT IMPORTANT DE **GES** ET DE GAZ TOXIQUES

CONSOMMATION IMPORTANTE DE FUEL POUR LE MATERIEL MILITAIRE

LA DIMINUTION DRASTIQUE DES EXPORTATIONS RUSSES DE GAZ NATUREL ET DE PÉTROLE FORCE DE NOMBREUX PAYS EUROPÉENS À REMETTRE EN SERVICE DES CENTRALES AU CHARBON (Allemagne, Danemark, Grande Bretagne, France...)

**LES OBJECTIFS CLIMATIQUES NE POURRONT ÊTRE TENUS, MÊME SI CETTE GUERRE A ÉGALEMENT POUR EFFET D'ACCÉLÉRER LES INVESTISSEMENTS EN ÉNERGIES RENOUVELABLES ET D'ACCÉLÉRER LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE**

**YAKA**

- **DÉCRETER 0g éq CO2 POUR 2050**

mais cet objectif est-il vraiment réalisable ?

Pourra-t-on faire de l'acier, du ciment, du verre sans émission de CO2 ?

Faudra-t-il bannir définitivement certains matériaux ?

Devra-t-on interdire toute combustion hors H<sup>2</sup> ?

- **UTILISER EXCLUSIVEMENT LES SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLES**

mais pourra-t-on passer, au stade mondial, de 15% à 100% de l'énergie en 30 ans ?

Quels seront les investissements nécessaires (production et réseau de distribution) en trois décennies ?

Quel espace vont occuper les dispositifs d'exploitation des énergies renouvelables ?



## QUELLES SONT LES ÉNERGIES RENOUVELABLES UTILISABLES ?

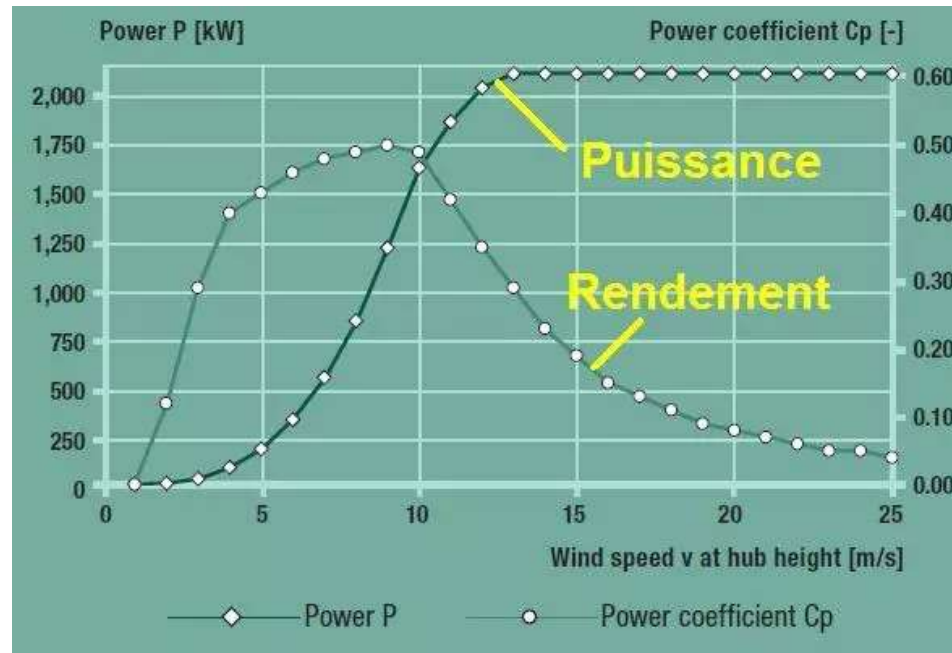
ENERGIES	TWh 2018	TWh 2050?	Evol %/an
BOIS énergie	12642	17380	1
EOLIEN	565	?	?
SOLAIRE	1273	?	?
BIOMASSE	518	2470	1,5
DECHETS	39	170	5
GEOTHERMIE	89	370	5
HYDRAULIQUE	4325	6760	1,5
MAREES	1	40	12,5
<b>TOTAL RENOUVELABLE</b>	<b>19.452</b>	<b>27190 + ??</b>	<b>8,8</b>
<b>TOTAL ENERGIE FINALE</b>	<b>129.000</b>	<b>285.000</b>	<b>2,5</b>

POUR UNE PRODUCTION D'ÉNERGIE TOTALEMENT RENOUVELABLE, IL FAUDRAIT PRODUIRE 257.810 TWH EN 2050 AVEC LE SOLAIRE ET L'EOLIEN , SOIT RESPECTIVEMENT ENVIRON :

**103.000** TWH POUR LE SOLAIRE (40%) ET **155.000** TWH POUR L'EOLIEN (60%)

# ÉOLIENNES

LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EST DÉPENDANTE DE LA VITESSE DU VENT



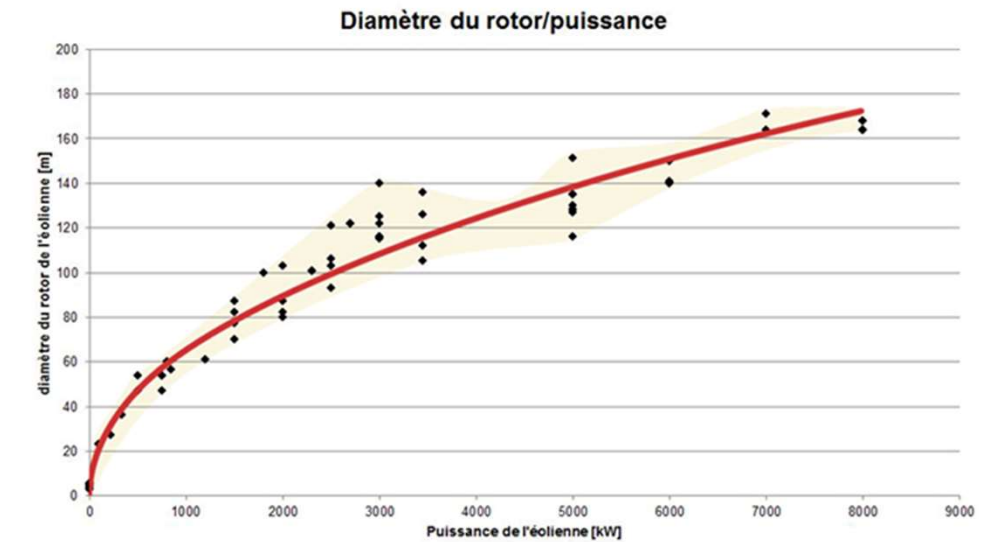
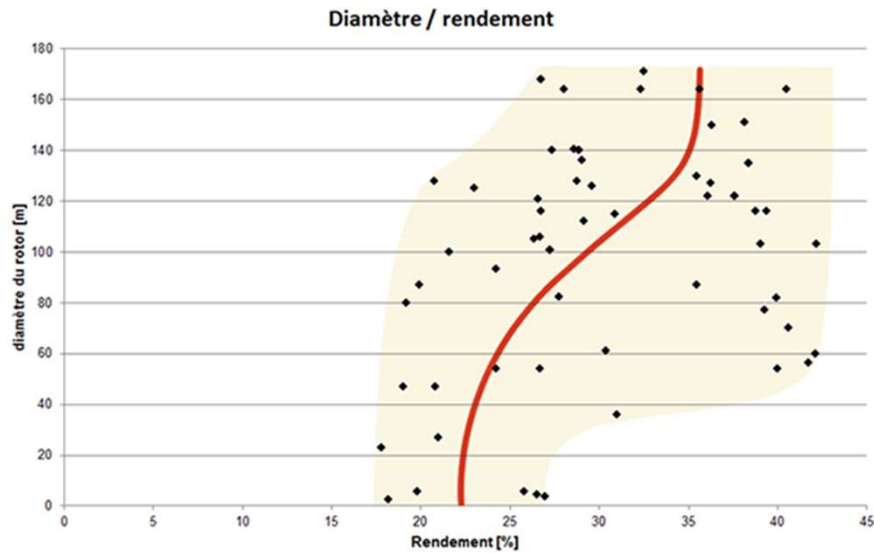
LA PUISSANCE MOYENNE DÉVELOPPÉE EST DONC FORT DIFFÉRENTE DE LA PUISSANCE NOMINALE P<sub>n</sub> (V=12M/SEC)

ON SHORE : P<sub>moy</sub> = env **0,22 ... 0,25** P<sub>n</sub>

OFF SHORE : P<sub>moy</sub> = env **0,35 ... 0,40** P<sub>n</sub>

# ÉOLIENNES

L'AUGMENTATION DU DIAMÈTRE DES PALES PERMET UNE AUGMENTATION DE PUISSANCE AVEC UN RENDEMENT OPTIMAL

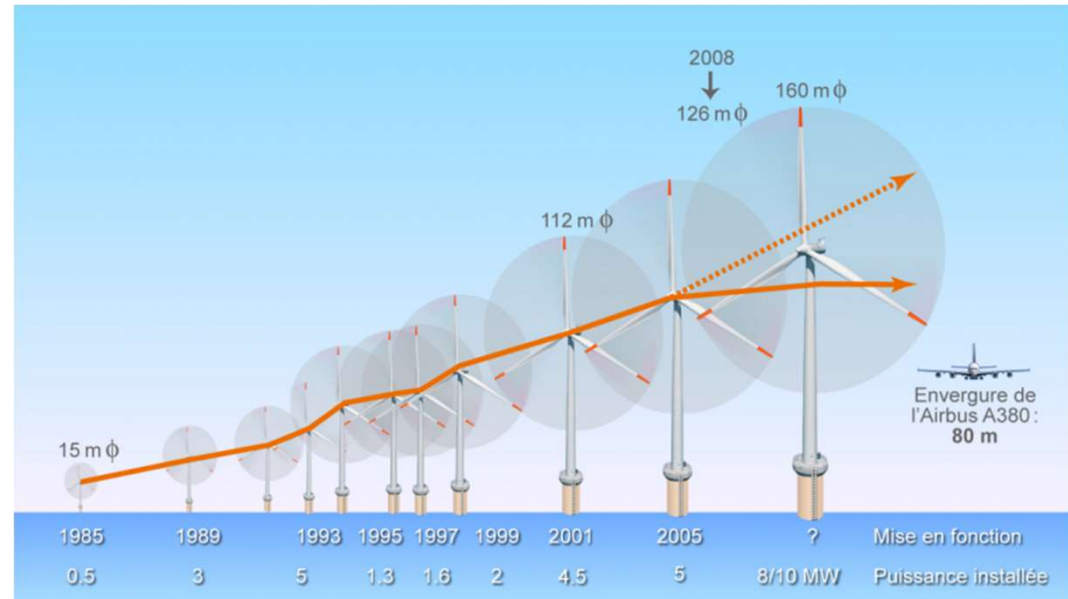


# LES ÉOLIENNES

## ÉVOLUTION PRÉVISIBLE DE LA PUISSANCE NOMINALE UNITAIRE JUSQU'À 10 MWn

### FACTEURS DE LIMITATION :

- STABILITÉ
- VITESSE EN BOUT DE PALES
- NIVEAU SONORE (on shore)
- POLLUTION VISUELLE



MAIS IL FAUT UNE DISTANCIATION ENTRE LES ÉOLIENNES (turbulences)

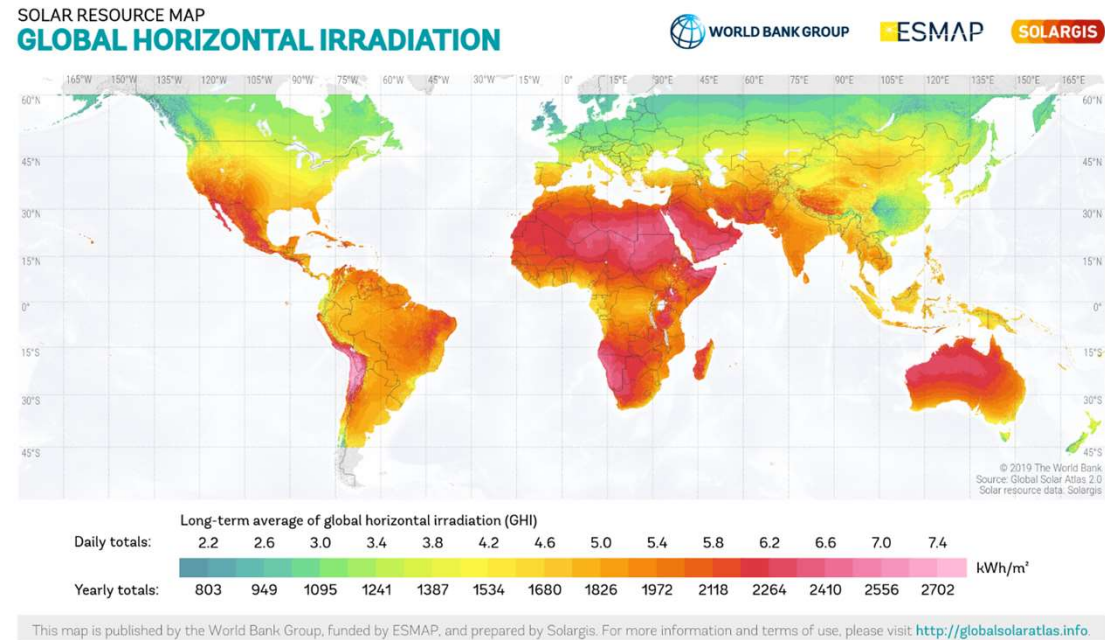
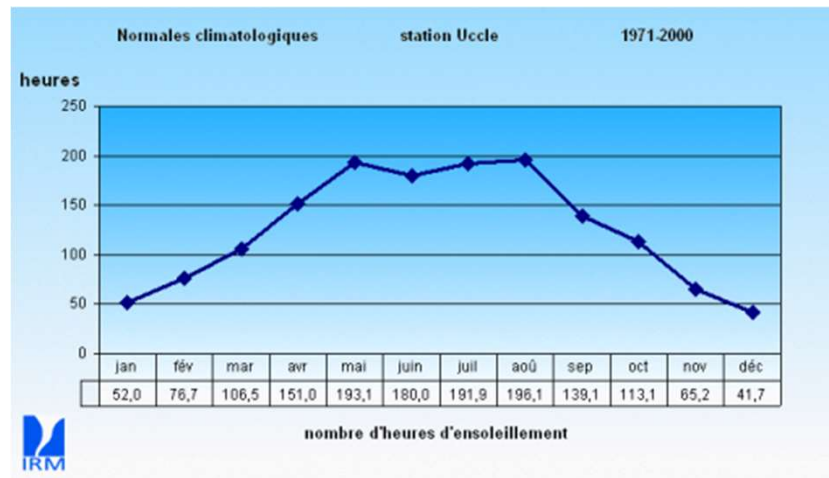
La densité maximale est de **150 MW nominal/km<sup>2</sup>**

# ÉNERGIE SOLAIRE

## L'ÉNERGIE SOLAIRE PEUT ÊTRE CAPTÉE

- Pour une production d'électricité (97% actuellement)
- Pour une production thermique (3% actuellement)

L'ENSOLEILLEMENT DÉPEND  
FORTEMENT DE LA LATITUDE



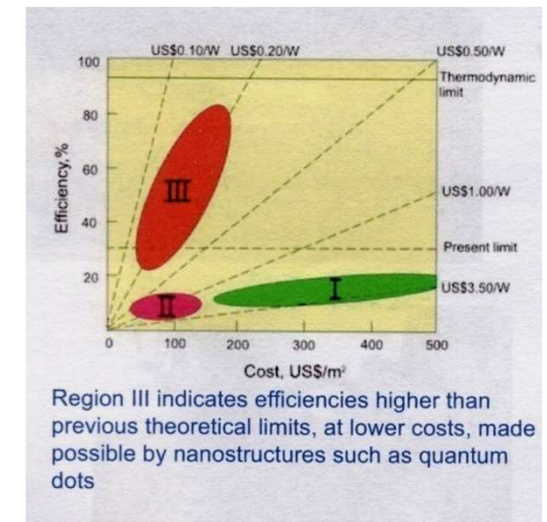
IL VARIE EN FONCTION DE LA SAISON  
ET N'EST DISPONIBLE QUE DE JOUR

# RENDEMENT DE LA CAPTATION PHOTOVOLTAÏQUE

LE RENDEMENT DU CAPTEUR VA DÉPENDRE DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HUMIDITÉ AMBIANTES ET DES PARAMÈTRES D'INSTALLATION (orientation, inclinaison)

	<i>Inclinaison</i>						
<i>Orientation</i>	<i>0</i>	<i>15</i>	<i>25</i>	<i>35</i>	<i>50</i>	<i>70</i>	<i>90</i>
<i>Est</i>	0,88	0,87	0,85	0,83	0,77	0,65	0,50
<i>Sud-est</i>	0,88	0,93	0,95	0,95	0,92	0,81	0,64
<i>Sud</i>	0,88	0,96	0,99	1	0,98	0,87	0,68
<i>Sud-ouest</i>	0,88	0,93	0,95	0,95	0,92	0,81	0,64
<i>Ouest</i>	0,88	0,87	0,85	0,82	0,76	0,65	0,50

LE RENDEMENT ACTUEL DES INSTALLATIONS PV EST DE L'ORDRE DE **20%**.  
ON PEUT ESPÉRER, AVEC LES PERSPECTIVES SILICIUM-PEROVSKITES  
PORTER CE RENDEMENT À **PLUS DE 25% POUR 2030**



## **RÉSULTAT DE L'APPROCHE YAKA AXÉE EXCLUSIVEMENT SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES TRADITIONNELLES**

EN REPRENANT LES OBJECTIFS À RÉALISER :

**SOLAIRE 103.000 TWh/an :**

Cela signifie le développement de **345.000 km<sup>2</sup>** de capteurs PV avec un rendement de 25% et un ensoleillement mondial moyen de 1200 kWh/m<sup>2</sup> (plus de 10 fois le territoire de la Belgique !)

**EOLIEN 155.000 TWh/an :**

Cela signifie un espace de **337.000 km<sup>2</sup>** couvert par 5.055.000 éoliennes de 10 mW avec un facteur de charge moyen de 35% ( plus de 10 fois le territoire de la Belgique ! )

## EN CONCLUSION

### CETTE APPROCHE APPARAÎT IRRÉALISTE

- **Surface adéquate** nécessaire très importante
- Investissements colossaux en capteurs et éoliennes
- Investissements gigantesques en réseaux d'interconnexion
- Tonnage de béton pour l'ancrage des éoliennes ( 1500 T on shore, 5000 T off shore)
- Durée de vie des équipements ( capteurs PV 20 à 25 ans, pales d'éoliennes 15 à 18 ans )
- Charges d'entretien difficiles à assumer
- Charges de recyclage des capteurs et éoliennes

**ET LA VARIABILITÉ DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE N'EST PAS PRISE EN CHARGE  
ELLE NÉCESSITE LE STOCKAGE DE L'ELECTRICITE OU LE RECOURS À D'AUTRES ÉNERGIES**





**YAPAKA**

**LA SEULE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ PAR DES ÉNERGIES  
RENOUVELABLES POUR FAIRE FACE AUX BESOINS ÉNERGÉTIQUES  
GLOBAUX EN 2050 SEMBLE BIEN ILLUSOIRE**

**LE PROBLÈME DU STOCKAGE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EST LOIN D'ÊTRE  
RÉSOLU**

**IL FAUDRA, SANS AUCUN DOUTE AVOIR RECOURS A UNE OU PLUSIEURS  
ÉNERGIES COMPLÉMENTAIRES**

**CERTAINS PROCESS ET CERTAINS TRANSPORTS (MARITIME, AÉRIEN) NE  
POURRONT SE PASSER FACILEMENT DE LA COMBUSTION. IL FAUDRA  
DONC AUSSI SONGER À CAPTURER LE CO<sup>2</sup> ET À LE TRANSFORMER**

## **UN IMPACT NÉGATIF À COURT TERME À RÉSORBER AU PLUS VITE**

**LA PRODUCTION MASSIVE DE CAPTEURS PV ET D'ÉOLIENNES AINSI QUE LEUR MISE EN ŒUVRE IMPLIQUERONT UN SURCROÎT DE CONSOMMATION D'ÉNERGIES FOSSILES QU'IL CONVIENDRA DE RÉSORBER AU PLUS VITE PAR UNE MISE EN PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ TRÈS RAPIDE**

**L'EXTENSION ET LE RENFORCEMENT DES RÉSEAUX D'INTERCONNEXION, DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION DEVRONT DONC ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES. L'EXTRACTION DU CUIVRE ET DE L'ALUMINIUM ENGENDRERA UNE CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET UNE POLLUTION IMPORTANTES**

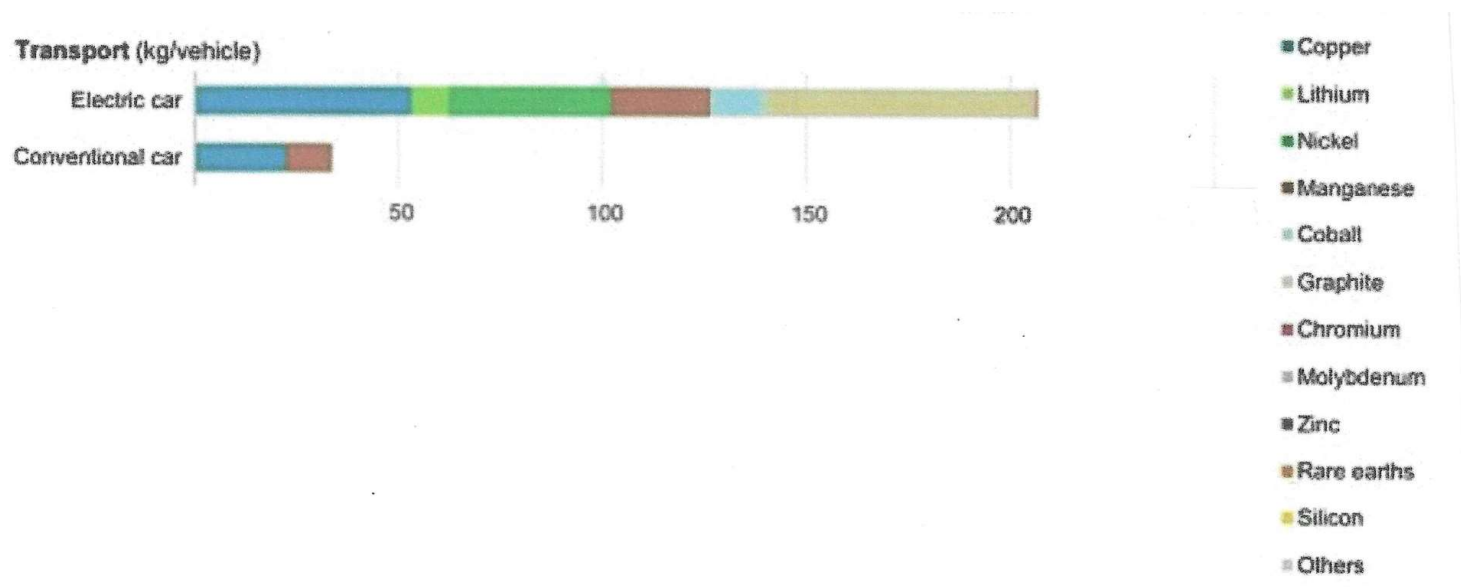
**IL FAUDRA AUSSI PRODUIRE LES APPAREILS ÉLECTRIQUES RÉCEPTEURS QUI NÉCESSITENT L'EXTRACTION DE NOMBREUX MINÉRAUX COMME LE LITHIUM, LE COBALT, LE MANGANÈSE, LE ZINC, LE NICKEL, LE GRAPHITE ... ET DE TERRES RARES UTILISÉS DANS LES TECHNOLOGIES MODERNES. L'EXTRACTION DE CES MINÉRAUX S'ACCOMPAGNE D'UNE POLLUTION TRÈS IMPORTANTE (déplacement de la pollution)**

**LE RISQUE EST RÉEL D'UNE PÉNURIE RAPIDE DE CERTAINS MINÉRAIS ESSENTIELS À LA CIVILISATION ÉLECTRIQUE**



## LES RÉCEPTEURS ÉLECTRIQUES SONT DE GRANDS CONSOMMATEURS DE MINÉRAIS ET DE TERRES RARES

a titre d'exemple, la voiture électrique demande 6 fois plus de minéraux que la voiture thermique conventionnelle  
MINÉRAUX EN KGS PAR VÉHICULE (valeur moyenne)



De même, la production d'énergie électrique par PV et éoliennes requiert 2 fois plus de minerais que la production de centrales thermiques

## **DES BESOINS EN MINERAIS EXCESSIVEMENT IMPORTANTS**

**POUR FAIRE FACE AUX OBJECTIFS DE PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DÉCARBONNÉE, L'AIE PRÉVOIT UNE AUGMENTATION, D'ICI À 2040, DE LA PRODUCTION DES MINERAIS :**

- De 200% pour le cuivre et l'aluminium
- De 400 à 500 % pour le zirconium
- De 2000 à 2500 % pour le cobalt et le nickel
- De 4000% pour le lithium
- De 5000% pour les terres rares

**CES MINERAIS NE SONT PAS OU PEU DISPONIBLES EN UE. LES TERRES RARES SONT PRODUITES A 86% PAR LA CHINE ....IL EST DONC URGENT**

- De prospecter en vue d'exploiter de nouveaux champs miniers
- De mettre en place très rapidement des filières de recyclage
- De mettre en œuvre des techniques adaptées de traitement des eaux pour réduire la pollution

## **LE STOCKAGE D'ÉNERGIE**

**LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE INTERMITTENTE NÉCESSITE FORCÉMENT UN SURCROÎT DE PUISSANCE INSTALLÉE, MAIS AUSSI UN ÉNORME INVESTISSEMENT DANS DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE, EN L'ABSENCE DE CENTRALES ÉLECTRIQUES COMPLÉMENTAIRES**

**DIFFÉRENTES INSTALLATIONS DE STOCKAGE PEUVENT ÊTRE ENVISAGÉES :**

- **Stockage électro-chimique par batteries**
- **Stockage thermodynamique par air comprimé**
- **Stockage d'énergie cinétique par volants d'inertie**
- **Stockage gravitaire de masses d'eau (pompage – turbinage) on shore et off shore**
- **Stockage par électrolyseurs pour la production d'hydrogène**

**IL FAUT CEPENDANT IMAGINER LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE COLOSSALE À STOCKER DANS LE CAS D'UNE SEMAINE D'HIVER FROID AVEC UN VENT FAIBLE. LA PRODUCTION PV SERA NULLE ET LA PRODUCTION ÉOLIENNE DE L'ORDRE DE 10% DE LA CAPACITÉ INSTALLÉE**

**IL EST DONC ABSOLUMENT IMPENSABLE DE SE PASSER DE CENTRALES D'APPOINT. CELLES-CI SERONT AU GAZ NATUREL ( 490 gCO<sup>2</sup>/kWh) OU NUCLÉAIRES (9 g CO<sup>2</sup>/kWh)**

## **LE STOCKAGE D'ÉNERGIE**

**LE STOCKAGE D'ÉNERGIE S'ACCOMPAGNE DE PERTES PLUS OU MOINS IMPORTANTES SUIVANT LE PROCESSUS**

### **EXEMPLES**

CYCLE DE CHARGE/DÉCHARGE BATTERIE :  $\eta = 0,85 \dots 0,90$

CYCLE STOCKAGE/DÉSTOCKAGE VOLANT D'INERTIE :  $\eta = 0,80 \dots 0,85$

STOCKAGE HYDROGÈNE ET REPRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ :

- Electrolyse pour production d'hydrogène :  $\eta = 0,70 \dots 0,75$
- Production d'électricité THV :  $\eta = 0,55 \dots 0,60$
- Rendement global :  $\eta = 0,70 \dots 0,75 \times 0,55 \dots 0,60 = 0,39 \dots 0,45$



# LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ NUCLÉAIRE : STOP OU ENCORE ?

IL EST TEMPS DE NE PLUS COFONDRE MILITANTISME DOGMATIQUE ET INTÉRÊT GÉNÉRAL.  
LES POSTULATS POLITIQUES DOIVENT FAIRE PLACE AUX ANALYSES SCIENTIFIQUES SÉRIEUSES

IL FAUT METTRE FIN AUX AFFIRMATIONS ERRONNÉES :

Après le largage de la BOMBE atomique sur Hiroshima en 1945, les media ont décrété que le site serait inhabitable pur 1000 ans. Les voitures Mazda y sont produites depuis 60 ans ....



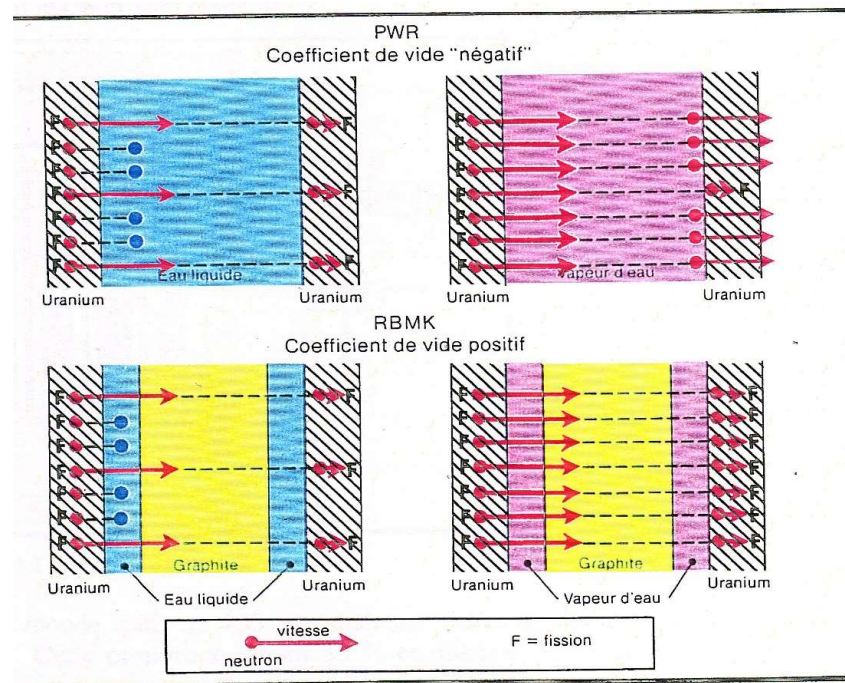
pixtastock.com - 1386115

vues d'Hiroshima 2021



## LA CATASTROPHE DE TCHERNOBYL POURRAIT SE RÉPÉTER DANS UNE CENTRALE PWR ?

La technologie du RBMK de Tchernobyl avec modération par graphite et celle du PWR occidental avec modération par eau surpressée ( PWR ) sont fondamentalement différentes. En cas de surchauffe, le premier est auto-emballant, le second est auto-régulant



**CELA NE DEDOUANE CEPENDANT AUCUNEMENT LES CENTRALES NUCLÉAIRES OCCIDENTALES D'UNE OBLIGATION DE NORMES DE SÉCURITÉ EXCESSIVEMENT SÉVÈRES**

**LA CATASTROPHE DE FUKUSHIMA, EN 2011, EST-ELLE UNE CATASTROPHE NUCLÉAIRE ?  
EN RÉALITÉ, IL S'AGIT D'UN SÉISME TELLURIQUE D'AMPLITUDE 9,3 SUR L'ÉCHELLE DE RICHTER !**

**Victimes du séisme : 19630 ( et 2569 disparus)**

**Victimes dans la centrale nucléaire : 0**

**Aucune épidémie de cancers signalée**

**L'OMS a déclaré, après enquête en 2019, que l'eau de Fukushima était potable**

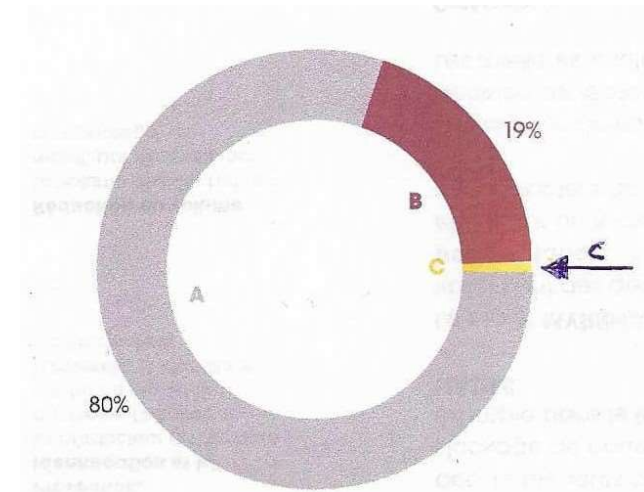
**Certaines épreuves des jeux olympiques de Tokyo en 2021 devaient avoir lieu à Fukushima**



# LES DÉCHETS NUCLÉAIRES constituent-ils un problème écologique majeur ?

## CLASSIFICATION DES DÉCHETS

- CLASSE A : faible ou moyenne radioactivité et demi vie < 30 ans
- CLASSE B : faible ou moyenne radioactivité et demi vie > 30 ans
- CLASSE C : haute radioactivité demi vie < et > 30 ans



**DURANT LES 50 ANNÉES DE FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLÉAIRES  
EN BELGIQUE, LES DÉCHETS DE CLASSE C REPRÉSENTENT UN VOLUME DE 2500 M<sup>3</sup>.**

**CE VOLUME POURRAIT ÊTRE RÉDUIT DE 100 FOIS ET L'ACTIVITÉ RADIOACTIVE PAR 1000  
FOIS PAR TRANSMUTATION DANS LES RÉACTEURS DE NOUVELLE GÉNÉRATION**

# LA FILIÈRE NUCLÉAIRE FAIT L'OBJET DE NOMBREUX DÉVELOPPEMENTS

## FISSION NUCLÉAIRE

- **RÉACTEUR À NEUTRONS RAPIDES**, refroidis au sodium, capables de brûler les déchets des centrales PWR car ils fonctionnent avec du plutonium et de l'uranium appauvri  
projets Natrium de TERRA POWER (USA) et MYRRHA (Bel) qui a validé le fonctionnement d'un réacteur test.  
projets en Russie et en Chine
- **RÉACTEUR AU THORIUM** utilisant un combustible liquide noyé dans du sel fondu qui joue le rôle de refroidisseur primaire → pas d'eau et pas de tour de refroidissement. Si le combustible est exposé à l'air, il devient solide. Peu de déchets radioactifs  
test en cours en Chine. Prévision de mise en service 2030
- **MINI CENTRALES PWR** de 300kW à 100MW sans besoin de source de refroidissement extérieure.  
Niveau de sécurité élevé  
nombreuses sociétés privées US, Russie
- **MINI RÉACTEUR NUCLÉAIRE KILOPOWER** (10 kW) en développement à la NASA pour l'expédition sur Mars.  
A l'avenir des réacteurs de ce type pourraient servir d'appoint localisé ou de source d'énergie dans des zones peu développées

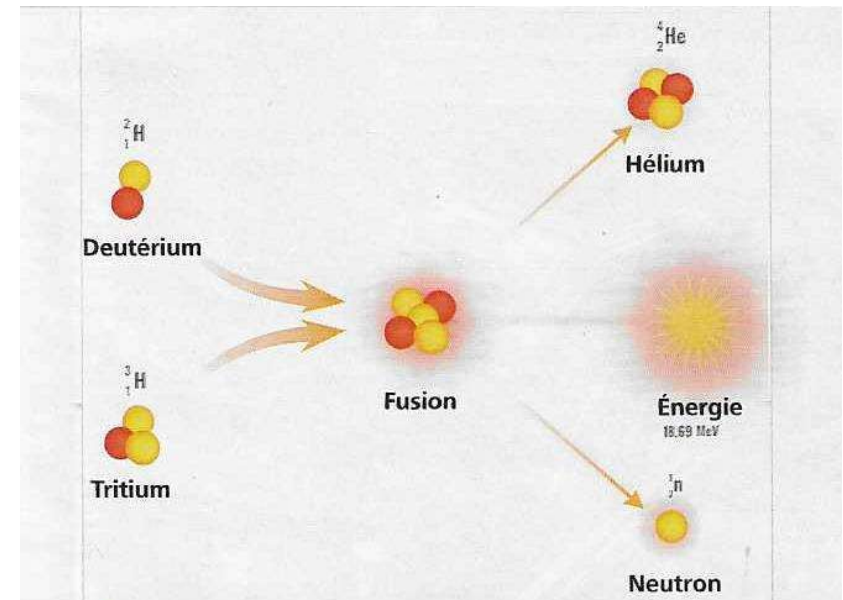


# LA FILIÈRE NUCLÉAIRE FAIT L'OBJET DE NOMBREUX DÉVELOPPEMENTS

## FUSION NUCLÉAIRE

ESPÉRANCE À TERME D'OBTENIR UNE ÉNORME QUANTITÉ D'ÉNERGIE  
SI GAIN >1  
Nécessité d'une très haute temp ( > 130Mio°K)

- FUSION NUCLÉAIRE avec confinement magnétique ou inertiel du plasma  
projet ITER (UE + USA, CHINE, RUSSIE ...), JET (UK), CFETR ( CHINE )  
Production vers 2050 ????
- CONCENTRATION DE FAISCEAUX LASER (USA)
- PRODUCTION D'ONDES DE CHOC  
projet General Fusion (canada), First Light Fusion (UK)
- VARIANTE AVEC DEUTERIUM et HELIUM<sup>3</sup> (isotope très présent sur la lune)  
projet Helion Energy (USA)  
Prototype 2024, production 2035 ????
- REACTION D'UNE PARTICULE DE MATIÈRE AVEC SON ANTIPARTICULE  
projet NASA (USA)



## **POLITIQUES DÉFINIES POUR LES CENTRALES D'APPOINT**

- **EN ALLEMAGNE**

mise en place de centrales alimentées au gaz naturel ( production importante de CO<sup>2</sup> et de vapeur d'eau )  
Nordstream pipe, accord avec la Russie ???XXX → remise en service de centrales au charbon !

- **AU JAPON**

décision de miser sur l'hydrogène en importation, principalement d'Australie. Mélange avec azote pour produire un ' ammoniac vert '. Utilisation également de cette filière pour le transport et le chauffage urbain  
Pas démissions de CO<sup>2</sup> mais bien de NOx et de vapeur d'eau. Nouveaux investissements dans le nucléaire

- **EN CHINE**

exploitation maximale de l'énergie hydraulique. Développement de la filière nucléaire : actuellement 4 réacteurs, 17 en cours de constructions, 30 projets validés et 90 en cours de validation, mise au point des centrales à neutrons rapides et au Thorium

- **EN FRANCE**

priorité au nucléaire (nouvelles unités EPR et mini PWR)

## L'HYDROGÈNE : UN COMBUSTIBLE INCONTOURNABLE ?

- L'HYDROGÈNE SEMBLE ÊTRE DANS L'ÉVOLUTION LOGIQUE VERS LA COMBUSTION DÉCARBONÉE  
**C** bois → **C<sub>2</sub>nH<sub>n</sub>** charbon → **C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>** fuel → **CH<sub>4</sub>** gaz naturel → **H<sub>2</sub>** hydrogène
- SA COMBUSTION LIBÈRE DE LA VAPEUR D'EAU H<sub>2</sub>O QUI EST UN GAZ À EFFET DE SERRE NON ÉTUDIÉ JUSQU'À PRÉSENT CAR CONSIDÉRÉ COMME INÉLUCTABLEMENT PRÉSENT DANS L'ATMOSPHÈRE POUR DES RAISONS NATURELLES. CE PROBLÈME PEUT ÊTRE ÉLIMINÉ PAR CONDENSATION
- À PRESSION ATMOSPHÉRIQUE, SON POUVOIR CALORIFIQUE EST DE 3 kWh/Nm<sup>3</sup>(PCI) ou 3,5 kWh/Nm<sup>3</sup> (PCS), CE QUI EST TRÈS FAIBLE. IL FAUT DONC LE COMPRIMER (À **700 BARS** → **1,65 kWh/litre**) OU LE LIQUIFIER (À **-253°C** → **2,8 kWh/litre**)) POUR OBTENIR UNE DENSITÉ D'ÉNERGIE VOLUMIQUE A PEINE SATISFAISANTE.
- LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE PAR ELECTROLYSE IMPLIQUE UNE CONSOMMATION IMPORTANTE D'EAU. LES RÉSERVES D'EAU CONSTITUENT UNE LIMITE À CETTE PRODUCTION
- L'USAGE DE L'HYDROGÈNE NÉCESSITE D'IMPORTANTES PRÉCAUTIONS DE SÉCURITÉ CAR C'EST UN GAZ FACILEMENT DÉTONANT ( teneur dans l'atmosphère 4 à 75% )



## **LES CARBURANTS VERTS, UNE ALTERNATIVE INTÉRESSANTE**

- **LES CARBURANTS DE SYNTHÈSE ONT ÉTÉ FABRIQUÉS PAR LES ALLEMANDS DURANT LA DERNIÈRE GUERRE MONDIALE SUIVANT LE PROCÉDÉ FISCHER-TOPSCH BASÉ SUR LA LIQUÉFACTION DU CHARBON**
- **LA FABRICATION D'UN CARBURANT VERT, PROCHE DE L'ESSENCE, UTILISERAIT DU CO<sup>2</sup> RÉCUPÉRÉ COMBINÉ À DE L'HYDROGÈNE VERT. SOLUTION INTÉRESSANTE POUR LES PROBLÈMES DE MOBILITÉ (VOITURE, AVION, BATEAU ...)**
- **PRIX DE REVIENT AU LITRE ACTUEL : 8 EUROS PENDANT ( phase de test ), L'ÉQUIPEMENTIER BOSCH PRÉVOIT DE POUVOIR DESCENDRE ENTRE 1 ET 1,2 €/LITRE À L'HORIZON 2050**
- **PROJET ENAP- EXXON-MOBIL- PORSCHE – SIEMENS en cours de réalisation au Chili**
- **LA FILIÈRE CARBURANTS VERTS IMPLIQUE LA RÉCUPÉRATION DE CO<sup>2</sup>, DANS LES CENTRALES ÉLECTRIQUES ALIMENTÉES AU GAZ NATUREL ET LES PROCESS INDUSTRIELS DANS UN PREMIER TEMPS, ET , PEUT ÊTRE, DIRECTEMENT DANS L'ATMOSPHÈRE DANS UN DEUXIÈME TEMPS ?**

## **LES BATTERIES**

- **BATTERIES LITHIUM-ION LES PLUS UTILISÉES ACTUELLEMENT .**
- **D'AUTRES TYPES SONT ACTUELLEMENT EN DÉVELOPPEMENT ( lithium-soufre, sodium-ions, graphène, batterie à anode silicium, batterie solide ...) : PLUS GRANDE DENSITÉ D'ÉNERGIE PONDÉRALE. (+30% en 2030 ?)**
- **NÉCESSITÉ DE RECYCLAGE DE NOMBREUX MINÉRAUX ( LITHIUM, NICKEL, GRAPHITE, TERRES RARES ... )  
LA MULTIPLICITÉ DES DÉVELOPPEMENTS DANS CE DOMAINE EST UN PROBLÈME POUR DÉFINIR LES  
PRIORITES DE RECYCLAGE**
- **LA DUREE DE VIE DES BATTERIES EST DE L'ORDRE DE 2500 ... 3000 CYCLES DE RECHARGE ( -30% en cas de charge rapide )**
- **LE COÛT ET LA DENSITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BATTERIES EN CONFINENT L'USAGE AU STOCKAGE D'ÉNERGIE  
POUR LES VÉHICULES ET, ÉVENTUELLEMENT, POUR LES CAPTEURS PV DOMESTIQUES**

# **LA MOBILITÉ : SOLUTIONS POSSIBLES**

## **AÉRONAUTIQUE**

- Remplacement de l'avion par le train pour des distances jusqu'à 1000 kms
- Utilisation impossible de l'électricité, difficile de l'hydrogène liquide, probable de carburant vert

## **TRAINS**

- Développement du réseau TGV pour les passagers et pour le fret
- Mise en place vraisemblable d'un réseau HGV (hyperloop) pour les distances de plus de 300 kms à trafic dense
- Usage possible de l'hydrogène en remplacement du diesel

## **MARINE MARCHANDE**

- Utilisation de carburant vert pour les navires de petit et moyen tonnages
- Utilisation d'hydrogène liquide ou d'hydrogène sous pression
- Utilisation de mini réacteurs nucléaires (utilisés depuis plusieurs décennies en marine de guerre)

## **MARINE FLUVIALE ET DE PLAISANCE**

- Utilisation de carburant vert ou de batteries électriques pour les petits bateaux et faibles distances

## TRANSPORT ROUTIER

- Utilisation probable de carburants verts et possible de l'hydrogène sous pression

## LIVRAISON URBAINE

- La propulsion électrique s'imposera pour des raisons de pollution et pour son excellent rendement en trafic urbain

## VÉHICULE PERSONNEL

- Disparition probable de la majorité des véhicules de société
- Le véhicule personnel sera largement défavorisé au profit du vélo et des transports publics
- L'objectif de convertir tous les véhicules à la propulsion électrique pure ne pourra être réalisé :
  - à cause d'une production insuffisante de minéraux dont les sources risquent s'appauvrir rapidement, sans parler de l'énorme pollution liée à leur extraction
  - à cause du recyclage polluant des batteries
  - à cause de la disponibilité insuffisante de bornes de recharge en milieu urbain. Où recharger sa voiture lorsque l'on doit parquer sa voiture où on a la chance de trouver une place ?
  - à cause de la surcharge des réseaux de transport mais surtout de distribution dont le renforcement va requérir des investissements considérables

- **Le véhicule à usage exclusivement urbain devra être électrique car il présente une consommation minimale dans ce contexte de par la récupération d'énergie au freinage et de par la suppression de consommation au ralenti**
- **Le véhicule utilisé fréquemment pour des plus grandes distance devrait être de type hybride carburant vert/électricité de manière à éviter les recharges longues et difficiles à supporter par les réseaux mais à permettre de rouler électrique en ville**
- **Le développement du véhicule autonome laisse entrevoir de grandes perspectives. Il pourrait être utilisé à la demande comme un taxi et supplanter le véhicule personnel**



## **LE CHAUFFAGE ET LA CLIMATISATION**

- **La conception des bâtiments va devoir s'adapter au nouveau paradigme :**
  - **isolation thermique renforcée (bâtiments basse énergie ou passifs)**
  - **diminution de l'impact solaire pour diminuer la charge thermique en été**
  - **renouvellement d'air renforcé avec récupération d'énergie pour tenir compte des épidémies virales potentielles. Placement d'un traitement UV sur l'apport d'air neuf.**
  - **intégration de plantations dans les projets de bâtiments tertiaires**
- **Rénovation profonde ou destruction et remplacement des bâtiments existants non économiquement rénovables**
- **Construction résidentielle densifiée**
- **Implantation de chauffage urbain avec boucles à température modérée et implantation sur ce réseau de pompes à chaleur eau/eau**

- **La pompe à chaleur doit supplanter le chauffage par combustion dans les nouveaux projets et doit s'imposer dans la plupart des projets de rénovation. Elle présente les avantages suivants :**
  - **possibilité de fonctionner avec de l'énergie électrique décarbonée**
  - **rendement énergétique élevé**
  - **pas de pollution en site urbain**
  - **possibilité de rafraîchissement lors de fortes chaleurs en été**
- **Le chauffage au mazout en site urbain devra être proscrit pour réduire les émissions de CO<sup>2</sup> et la pollution par la suie et les poussières fines**
- **Les chaudières au gaz naturel sont inadaptées aux besoins thermiques du logement sur-isolé thermiquement. De plus, l'extraction de gaz naturel s'accompagne de pertes importantes de méthane (6 à 13%) et de pertes (env 2%) dans les réseaux de transport et de distribution.**  
**1g CH<sub>4</sub> = 25g CO<sub>2</sub>**
- **La chaudière H<sup>2</sup> devrait remplacer les chaudières mazout et gaz naturel**
- **Le chauffage et la climatisation par rayonnement à température modérée va s'imposer par rapport au système convectif ou à air pulsé**
- **La climatisation par rafraîchissement évaporatif ou adiabatique ainsi que la sur-ventilation nocturne doivent permettre de diminuer la consommation relative à la climatisation**

# **L'INDUSTRIE : UNE MUTATION LENTE ET DIFFICILE**

## **INDUSTRIE LÉGÈRE ET DE TRANSFORMATION**

- Les process sont généralement peu dépendants de la nature de la source utilisée. Bon nombre de ces process sont déjà électriques aujourd'hui. L'adaptation de l'industrie légère ne devrait donc pas poser de réel problème. Elle demandera un peu de temps simplement par manque de moyens financiers. La 'destruction créative' de Schumpeter y fera son œuvre...

## **INDUSTRIE LOURDE ET A FORTE DENSITÉ ÉNERGÉTIQUE**

- La source d'énergie intervient parfois directement dans le process (ex. hauts fourneaux)
- La mise au point des process est généralement longue et onéreuse. On évite de devoir modifier des paramètres qui peuvent demander de nouvelles mises au point
- Les investissements pour la production sont lourds et sont donc réalisés sur base d'un amortissement de longue durée (béton, acier, ...)
- Les industries à forte densité énergétique (rapport coût énergie/prix de revient du produit fini élevé) auront difficile à se convertir à l'énergie électrique décarbonnée, forcément plus chère



## **LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES : LE BOTTLENECK DE LA MUTATION**

- la conversion de l'économie à l'électricité verte va nécessiter une puissance électrique importante, mais le plus difficile sera de récolter l'énergie verte produite, éolienne et solaire, d'alimenter les électrolyseurs pour la production d'hydrogène et d'alimenter le client final, industriel et surtout particulier.
- Il faudra, sans doute, créer des lignes de transport DC pour le densifier et réduire les investissements. Cela impliquerait cependant l'usage de convertisseurs de puissance pour repasser en courant alternatif
- La puissance de pointe risque d'être 3 fois plus élevée qu'aujourd'hui si une surveillance constante des besoins n'est pas monitorée. Un calcul simple montre l'impact important de la généralisation du véhicule électrique:
  - énergie moyenne nécessaire 200 Wh/km
  - kilométrage moyen annuel 15000 kms
  - nombre de véhicules en Belgique 6 millions
  - consommation électrique complémentaire : **108 TWh**

- **Au stade résidentiel, on compte aujourd'hui une puissance foisonnée de l'ordre de 4,5 kW en moyenne par logement. En milieu rural et suburbain, elle serait triplée au creux de l'hiver en tenant compte du chauffage thermodynamique et de la station de charge du véhicule électrique dans le cadre de la généralisation de celui-ci. Elle serait moins que doublée dans le cas de l'usage d'un véhicule hybride carburant vert/électrique**
- **En milieu urbain, les bornes de recharge seront, pour la grande majorité, hors domicile. Un calcul simpliste permet d'imaginer le nombre de bornes de recharge nécessaire pour y éviter des files interminables**
  - **Aujourd'hui durée d'un plein 3 minutes, autonomie 800 kms**
  - **Demain, durée d'une recharge 120 minutes, autonomie 400 kms**

**Le nombre nécessaire de bornes de recharge est gigantesque**

- **Pour résoudre les problèmes liés à la généralisation du véhicule électrique, il n'y a qu'une solution: empêcher le citoyen d'utiliser une voiture. Cette politique est déjà en cours actuellement ....**

## **EN CONCLUSION**

- **il n'y a pas qu'à décréter de passer exclusivement à l'énergie verte électrique en multipliant les éoliennes et les capteurs solaires, il faudra investir lourdement en unités de stockage et/ou en unités de production d'appoint d'une part et dans le renforcement des réseaux de transport et de distribution. Il faudra aussi renforcer l'offre des transports publics.**

**IL S'AGIT D'INVESTISSEMENTS PUBLICS COLOSSAUX. EN AURONS NOUS LES MOYENS AVEC UNE DETTE PUBLIQUE QUI A DÉPASSÉ 150% du PIB ?**

- **les mutations industrielles seront également très lourdes et nécessiteront un timing assez long pour ne pas mettre en péril leur viabilité**
- **LES TRANSPORTS A LONGUE DISTANCE (Avions, bateau, train) devront être adaptés ce qui induira également des investissements très lourds**
- **Il faut mettre en œuvre toutes les possibilités de diminuer les émissions de CO<sup>2</sup> et songer à décarboner plutôt que de parler seulement d'énergie verte**

## **EN CONCLUSION**

- **il sera très difficile de se passer complètement de la combustion pour l'industrie lourde et pour certains moyens de transport. La combustion de l'hydrogène vert peut être la solution**
- **Il faudra mettre au point rapidement des moyens de captation du CO<sup>2</sup> afin de le recombinaer dans un process de fabrication de carburants 'verts'.**
- **L'utilisation des technologies vertes induit une énorme pollution et une grande consommation d'eau dans les pays d'extraction des minéraux indispensables**
- **La filière d'approvisionnement de la majorité des minéraux est contrôlée par la Chine. Le recours inconsidéré à ces minéraux pourrait être un désastre économique pour l'Europe;**
- **Les nouveaux développements de l'industrie nucléaire sont prometteurs. Ils doivent permettre une production d'énergie non carbonée en assurant une meilleure indépendance économique avec une sécurité accrue .  
Ils pourraient aussi permettre de diminuer drastiquement les besoins en stockage d'énergie**

**YAKAPA**

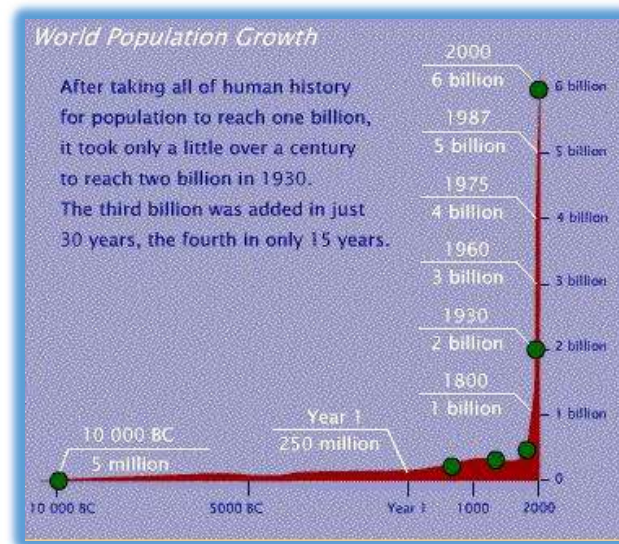
## L'EXPANSION DÉMOGRAPHIQUE EXPONENTIELLE<sup>2</sup>

- la population mondiale augmente de 350.000 personnes par jour ! Nous allons atteindre les 8 milliards d'humains à la fin de cette décennie et nous dépasserons probablement les 11 milliards pour la fin du siècle !

Où place t-on la limite avant que des troubles graves ne surviennent ?

Comment espérer réduire drastiquement les émissions de GES dans un tel contexte démographique ?

Comment pourvoir ces humains en alimentation saine et comment gérer leurs déchets ?



## **LE MYTHE DE LA CROISSANCE CONTINUE**

- **L'économie très concurrentielle d'aujourd'hui est basée sur l'innovation, ce qui oblige l'entreprise à contracter des emprunts. Pour rembourser ceux-ci et les intérêts afférents, nos économistes ne voient qu'une solution: la croissance continue**
- **La consommation est donc le point clé de cette vision économique et le commerce a été remplacé par le marketing dont l'objectif est de faire acheter des produits inutiles par des personnes qui n'en ont aucun besoin réel. Aujourd'hui, des influenceurs et influenceuses nous indiquent les voies de consommation ....**
- **Inéluctablement, cette spirale mène à terme à la catastrophe. Ne serait-il pas temps de remplacer le 'toujours plus' par le 'toujours mieux'. Cela implique un peu de maturité chez le citoyen qu'on a dénaturé en 'consommateur'**

## **LE GASPILLAGE (et le snobisme) EST ENTRÉ DANS NOS MOEURS**

- **Le gaspillage le plus honteux mais aussi le plus durable, est celui de la mode. On jette des vêtements en parfait état pour un changement de couleur ou des pattes d'éléphant au lieu de fuseaux**  
**On est même assez idiot que pour trouver des vêtements neufs ....**

**Mais le gaspillage touche tous les domaines :**

- **Garder son smartphone plus de 2 ans est d'un ringard inacceptable. Rouler dans une voiture qui a plus de 5 ans, c'est d'un minable !**
- **Pour rappel, la consommation d'un véhicule dépend de la surface frontale, du facteur Cx et du poids du véhicule. Le SUV a tout faux, mais c'est la mode.... Il consomme pourtant 12 à 15% de plus qu'un break correspondant**
- **Quel est l'intérêt de construire des véhicules avec des moteurs de plus de 150 kW ?**



- **Une récente étude réalisée par la ville de Paris a montré que 17% de la nourriture achetée n'est pas consommée.**

**Ce n'est rien à côté des croisières de loisir où le gaspillage alimentaire dépasse 25% !**

- **Notre mode de vie et particulièrement nos loisirs sont fort peu respectueux de notre environnement et peu économes en énergie ( city trip, croisière, 4x4 en montagne, festivals, événements sportifs nocturnes ou dans des stades climatisés ...)**  
**N'oublions pas de faire un tour à Dubaï, the last place to be ...**
- **Le trafic aérien de loisir a triplé en 20 ans. Les mini-trips ont fait la fortune des compagnies low-cost**
- **La consommation d'eau par habitant a doublé en trente ans. Notre habitat ancien est trop peu isolé thermiquement et nécessite une rénovation ... ou son remplacement**
- **Notre consommation informatique a explosé et représente aujourd'hui 4,8 % de la consommation d'énergie mondiale.**

## **LA GESTION PUBLIQUE : UN EXEMPLE À NE PAS SUIVRE**

- **la gestion de l'État est basée sur des budgets à dépenser plutôt que sur des économies à réaliser et des investissements à gérer**
- **les gaspillages sont multiples et variés**
  - **éclairage inutile des autoroutes**
  - **éclairage public vétuste et énergivore**
  - **bâtiments publics et scolaires mal isolés, mal équipés**
  - **gestion peu efficace des transports publics .....**
- **compte tenu des multiples problèmes qu'il faudra surmonter pendant la mutation énergétique, il serait, sans doute, utile de remplacer la multitude de cabinetards par des comités composés de scientifiques aptes à guider les ministres dans des décisions qui seront de la plus haute importance.**

## **EN CONCLUSION : IL N'Y AURA PAS DE SOLUTION MAGIQUE !**

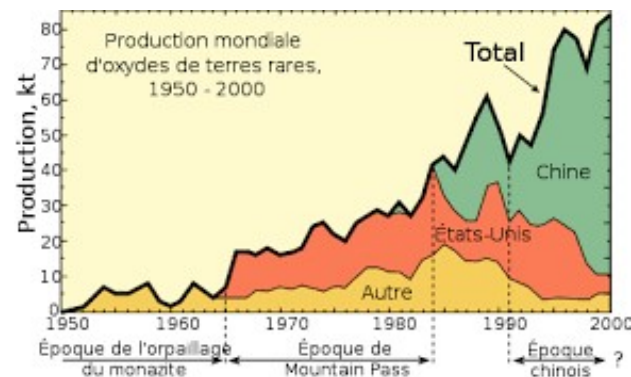
- LA MUTATION ÉNERGÉTIQUE EST UNE VÉRITABLE RÉVOLUTION INDUSTRIELLE. ELLE VA AMENER **DE PROFONDS BOULEVERSEMENTS**, PAS SEULEMENT EN CE QUI CONCERNE LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION MAIS AUSSI DANS LES DOMAINES INDUSTRIELS, DANS LA MOBILITÉ, DANS L'AMÉNAGEMENT DU TRAVAIL, DANS NOTRE VIE DOMESTIQUE
- DE NOMBREUSES DÉCISIONS CRUCIALES DEVRONT ÊTRE PRISES ET **LES ERREURS D'AIGUILLAGE SERONT LOURDS DE CONSÉQUENCE.**
- IL FAUT **BANNIR TOUTE VISION DOGMATIQUE** POUR UNE ANALYSE SCIENTIFIQUE, ÉCONOMIQUE ET MÊME GÉOPOLITIQUE TRÈS SÉRIEUSE. IL FAUT FAIRE LE CHOIX ENTRE MILITANTISME ET INTÉRÊT GÉNÉRAL.
- IL VA FALLOIR **GÉRER LES RESSOURCES AVEC GRANDE EFFICACITÉ** ET METTRE EN PLACE DES FILIÈRES DE RECYCLAGE TRÈS PERFORMANTES
- IL EST NÉCESSAIRE D'INFORMER LE PUBLIC, PAR DES EXPERTS SCIENTIFIQUES RECONNUS ET EN TOUTE TRANSPARENCE, SUR LES DIVERSES SOLUTIONS ET **L'ANALYSE COMPLÈTE DE LEUR CYCLE DE VIE. LA MUTATION ÉNERGÉTIQUE EST UN MUST INCONTOURNABLE, MAIS LE CITOYEN DOIT SAVOIR ET COMPRENDRE QU'ELLE A UN COÛT À ASSUMER**

**DE TOUTE ÉVIDENCE, LE PRIX DE L'ÉNERGIE VA TRÈS FORTEMENT AUGMENTER ET AURA UN IMPACT NÉGATIF SUR LE POUVOIR D'ACHAT QUE LE CITOYEN VEUT EN PERPÉTUELLE AUGMENTATION.**

**LA LIBERTÉ DE MOUVEMENT SERA AUSSI AFFECTÉE.**

**ON PEUT S'ATTENDRE A D'IMPORTANTES MIGRATIONS CLIMATIQUES ET LA SITUATION POURRAIT DEVENIR SOCIALEMENT EXPLOSIVE ...**

**NOTRE DÉPENDANCE VIS-À-VIS DE LA CHINE POUR LES FILIÈRES D'APPROVISIONNEMENT RISQUE DE S'AVÉRER TRÈS DANGEREUSE ...**



**A MOYEN TERME, LE PROBLÈME FONDAMENTAL QUI SE POSE EST SIMPLE**  
:

**ACCROISSEMENT DE LA POPULATION, CONSOMMATION PAR HABITANT EN HAUSSE**

**AUGMENTATION VERTIGINEUSE DE LA POLLUTION**

**DIMINUTION RAPIDE DES RESSOURCES MINÉRALES, ALIMENTAIRES ...**

**LA SOLUTION SERA COMPLIQUÉE ET L'ISSUE POURRAIT ÊTRE DRAMATIQUE**

**TOMORROW WILL BE ANOTHER DAY !**

