Repoussé à fin 2021 en raison du confinement ?

La "Solar Water Economy"

en région Ile de France ?

Le plus dure dans le confinement c'est la première année

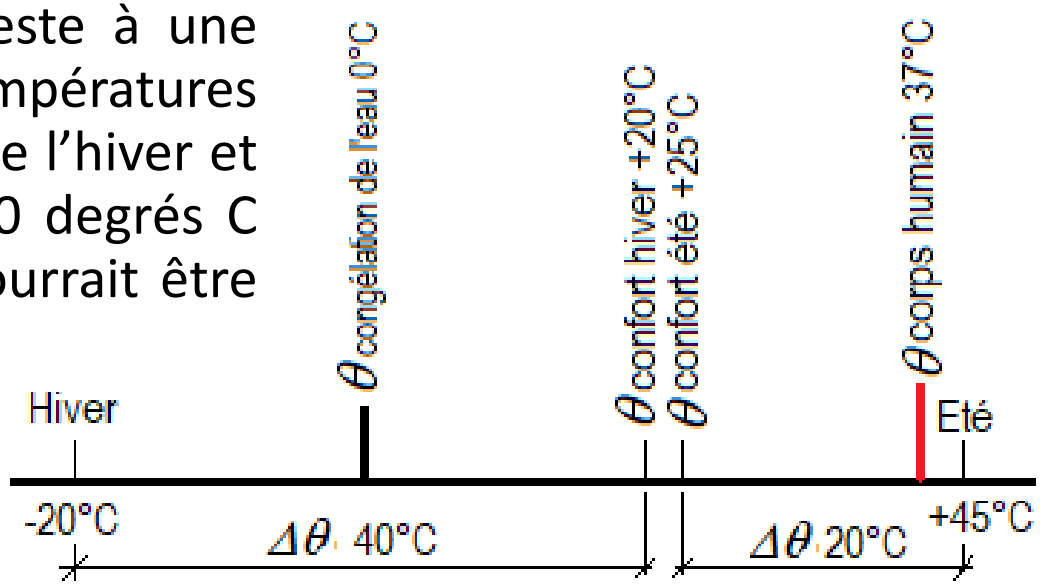
Mon intention était de diffuser gratuitement le contenu de ce fichier sur l'énergie après une première divulgation vers l'enseignement et ceci à la fin des problèmes sanitaires liés au covid19. Mais nous sommes maintenant à l'heure du choix et le Lutin thermique que je suis se sent moralement obligé de diffuser ses travaux dès à présent vu l'urgence.

Les livres de Jean-Marc JANCOVICI traitants de notre transition énergétique et encore plus les propos de Yves COCHET ancien ministre de l'écologie sont d'une nature pessimiste qui affecte notre moral. Pour eux, quoi qu'on fasse, tout est fichu. On a l'impression qu'il n'est pas possible de réduire notre consommation sans affecter notre confort. A l'opposé du message qu'ils font passer, cette proposition de mise en œuvre de la *"Solar Water Economy"* est une ouverture raisonnable vers un monde plus social réduisant les inégalités et allant dans le sens de la préservation de nos écosystèmes et de l'atténuation climatique. Je souhaite vous transmettre ici, grâce dans un premier temps à l'eau, un message d'espoir. Ce message est le suivant: compte tenu des besoins énergétiques dans une région surpeuplée comme celle de l'Ile de France, vous expliquez qu'il est réaliste de les satisfaire en minimisant, voire en supprimant à terme l'usage des produits fossiles et du nucléaire au profit des énergies renouvelables.

Ceci en mettant en évidence comment le soleil ainsi que les capacités thermiques conjuguées de l'eau superficielle et celle de notre sous-sol, lorsqu'elles sont aidées par le vent sont, pour l'essentiel, à même de mieux les satisfaire que l'atome et la combustion. Ceci en abordant les changements de chaînes énergétiques que cela va impliquer et sans vous cachez les difficultés et les limites actuelles de ce changement en ce qui concerne le stockage de l'énergie électrique. La contrainte principale du courant électrique est d'éviter la désynchronisation entre production et consommation. La fréquence du courant alternatif europeéen doit constamment rester à 50 Hz. Il faut savoir qu'en dessous de 49,5 Hz, des sécurités s'enclenchent pour couper certaines zones et isoler les centrales pour éviter les coupures de courant.

Si l'on observe quantitativement et globalement le besoin en énergie pour assurer le confort thermique de l'habitat sur l'année calendaire on observe que l'on a, grâce aux échanges thermiques thermodynamiques, plutôt tendance à refroidir notre environnement qu'à le réchauffer. A l'heure du réchauffement climatique, cela est plutôt une bonne nouvelle. On constate en effet au travers des chiffres que l'homme, pour assurer son confort, à globalement plus besoin de chaud que de froid, sensiblement deux fois plus, ce qui, à l'heure du réchauffement climatique, va plutôt dans le bon sens.

En effet, alors que l'intérieur de son corps reste à une température constante de 37 degrés C, les températures extrèmes, sensiblement égales à -20 degrés C de l'hiver et de + 45 degrés C de l'été sont espacées de 40 degrés C d'une température de confort hivernale qui pourrait être de 20 degrés alors qu'elle n'est espacée que de 20 degrés de ce qui pourrait être une température de confort estivale de +25 degrés.



Vu que l'on ne peut consommer l'énergie que si on l'a produite en amont et transportée vous allez certainement vous étonner de voir que la consommation de l'énergie est située devant la production dans ce plan. Il y a à cela une importante raison: Homo sapiens est un glouton énergivore qui a intérêt dans le cadre du réchauffement climatique à évoluer en premier vers le *"consommer moins"* plutôt que vers le *"produire plus".* J'ai commencé, pour cette raison, à évoquer comment nous pourrions satisfaire notre confort grâce à de nouvelles chaînes énergétiques consommant moins d'énergie. Cette façon de classer les chapitres devrait me permettre de mieux vous expliquer ce que doit être dans la pratique la nature de notre transition énergétique, du moins je l'espère.

1 L’eau P11
2 Consommation de l’énergie P47
3 Production de l’énergie P167
4 Les chiffres P215
5 L’urgence du changement P219
6 La finance et les acteurs P253
7 La cartographie P293
8 La synthèse P385

Entre

Ce que je pense,

Ce que je veux dire,

Ce que je crois dire,

Ce que je dis,

Ce que vous avez envie d'entendre,

Ce que vous entendez,

Ce que vous comprenez...

il est probable que l’on va avoir des difficultés à communiquer.

Mais essayons quand même...

Bernard Werber

L’importance de la ponctuation*. Un français sent la différence entre :*
« La Ministre dit, l'institutrice est une imbécile » et
« La Ministre, dit l’institutrice, est une imbécile.

Le temps qui passe

La bonne compréhension du « temps qui passe » va nous permettre de mettre en évidence ce qu'il va falloir faire en ce qui concerne notre transition énergétique. Ceci dans de nombreux domaines. Qui plus est en nous permettant de comprendre ce qui nous attend si nous ne faisons rien,

- tout d'abord dans le domaine de la consommation de l'énergie thermique dès lors que l'on prend en compte la chaleur spécifique des matériaux. Ceci pour une base de temps allant d'une fraction de seconde avec la douche à quelque 10 minutes pour le bain et pouvant atteindre une cinquantaine d'heures pour le système formé par un immeuble (ou une maison) et sa chaufferie.

- puis dans le domaine de la production d'énergie qu'il va falloir assurer pour satisfaire le besoin en permanence malgré les mouvements de la terre par rapport au soleil. Ceci dans un premier temps pour une base de temps de 12 h correspondant à l'alternance jour-nuit de la production solaire en raison de la rotation de la terre sur son axe. Puis dans un deuxième temps une base de temps de 8760h résultant cette fois de l'alternance été hiver en raison de la rotation de la terre autour du Soleil

- le temps qui passe c'est aussi le constat que les produits fossiles sont par nature non-renouvelables et qu'au rythme de consommation actuel c'est l'épuisement des ressources dans environ 10 ans avec la nécessité d'assurer notre besoin avec des chaînes énergétiques moins énergivores que les chaînes actuelles avant cette échéance

- le temps qui passe c'est enfin en raison des gaz à effet de serre générés par la combustion des produits fossiles le constat que même si nous arrêtions immédiatement la combustion de ces produits, c'est sensiblement +2° C par rapport à l'ère préindustrielle qui nous attend dans une centaine d'années.

1 L'eau

L’eau sur terre

Le tableau de Mendeleïef

Le cycle de l’eau douce

Les eaux sont *superficielles* et *profondes*

Les risques de sécheresse

L’eau véhicule thermique

Au Coeur de la matière

L’enthalpie

Comment mieux consommer et produire

L’eau sur terre

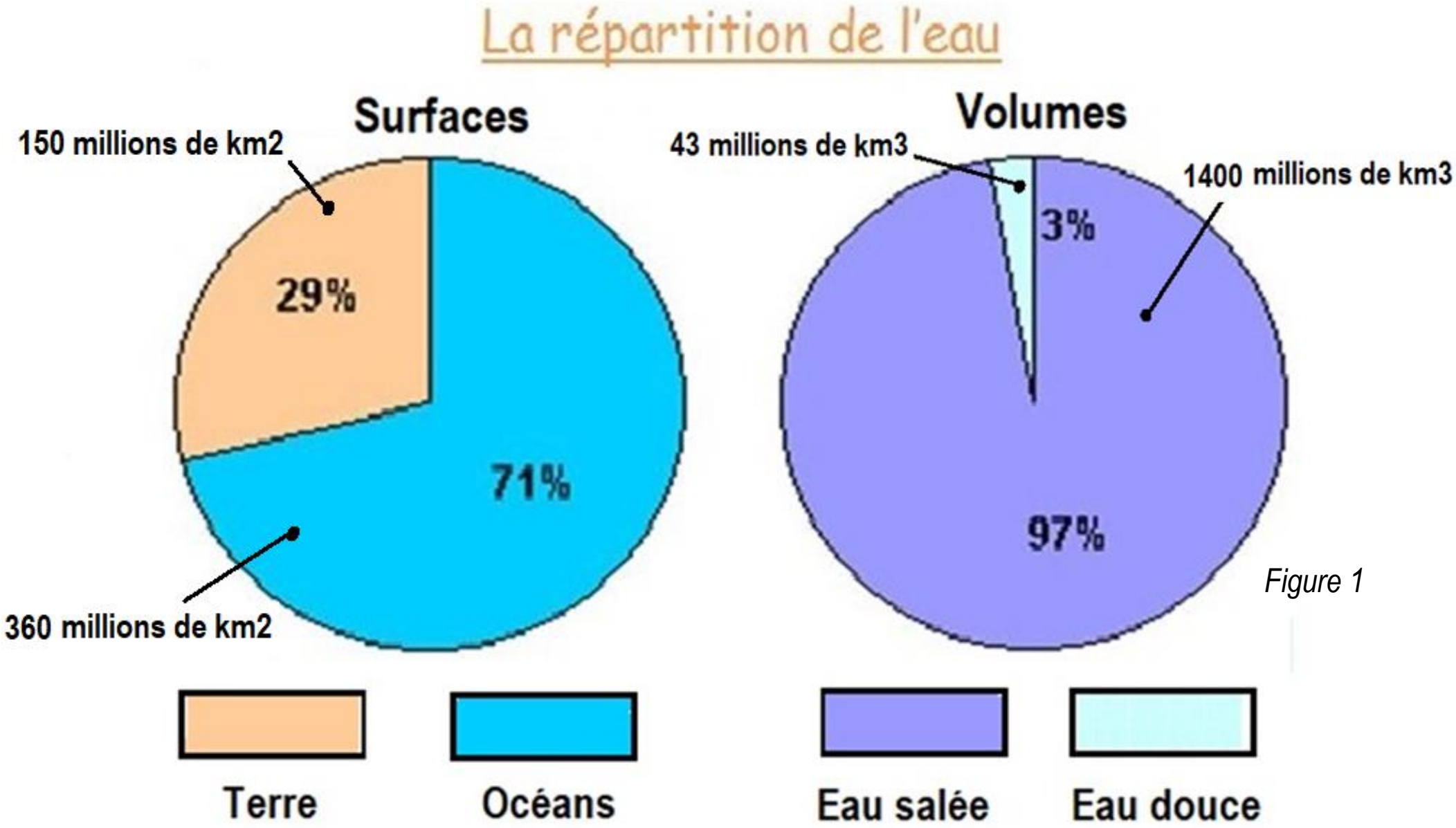


Figure 1

Figure 1

L'eau (H_2O), composée d'hydrogène et d'oxygène fait partie intégrante de notre vie. Bien que le volume d'eau douce ne représente que 3% du volume total, le potentiel d'énergie thermique renouvelable mis à la disposition de l'homme à l'intérieur des terres habitées par ses rivières, ses lacs et l'eau contenue dans le sous-sol est le plus souvent supérieur à ses besoins thermiques. Ceci particulièrement si l'on ajoute le potentiel thermique de l'eau de mer qui gèle à seulement -2 degrés centigrade en raison de sa salinité moyenne de 35 grammes de cristaux de sel par litre d'eau. L'eau est en effet un formidable véhicule thermique et on va progressivement voir comment des paramètres tels que sa conductivité, sa chaleur spécifique et la chaleur latente de fusion (fonte de la glace) permettrons à homo sapiens de passer le cap de la transition énergétique et de mieux comprendre le fragile équilibre des forces de la nature.

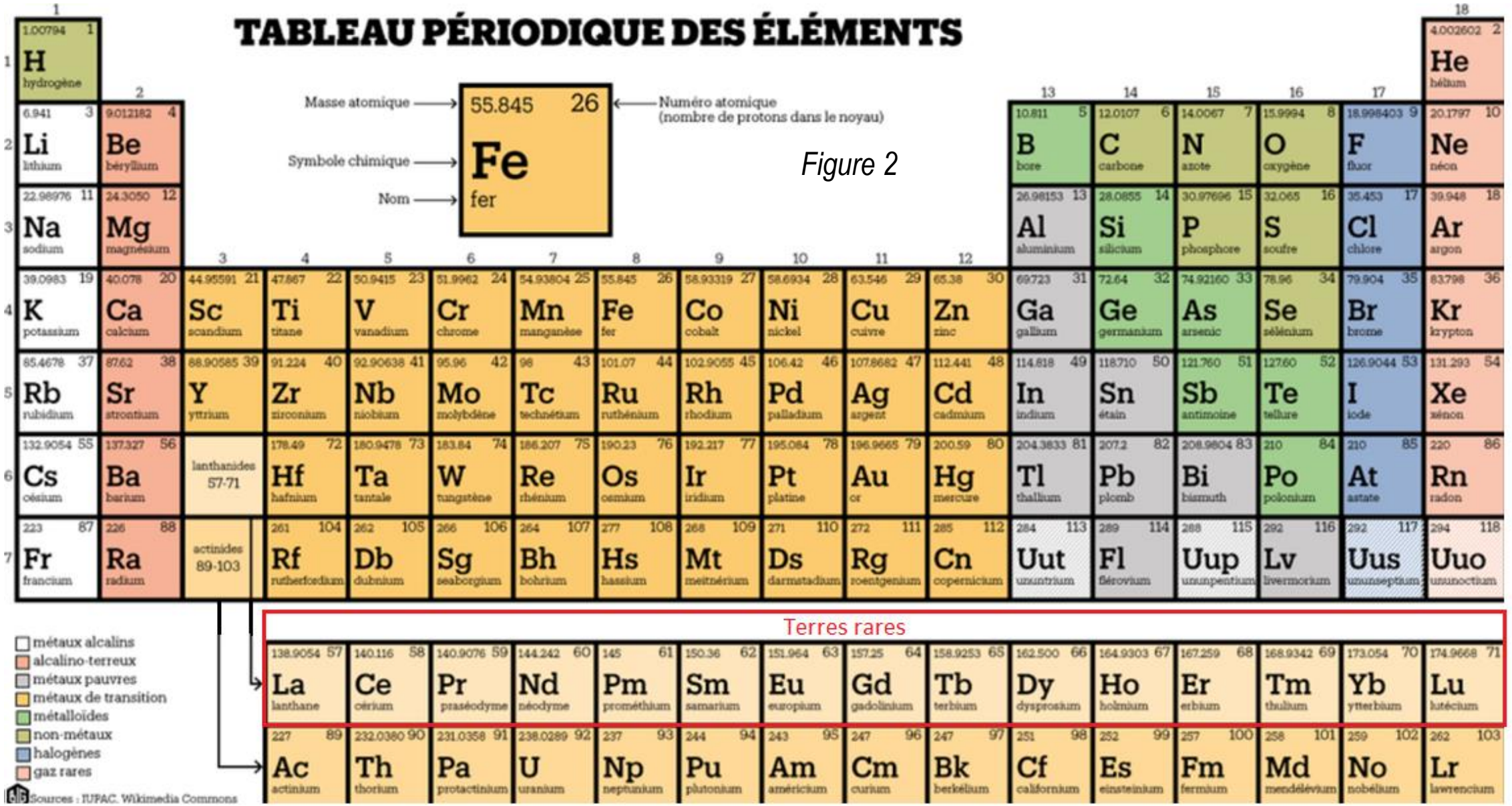


Figure 2

Il a été complété depuis mais nous le devons à Dimitri Ivanovitch Mendeleïef, chimiste russe qui l'a créé de son vivant (1834-1869)

Figure 2

L’hydrogène premier l’élément de ce tableau est le plus léger et aussi l’élément le plus abondant dans l’univers (La masse de l’univers est composée à 75% d’hydrogène)

De nombreux éléments contenus dans ce tableau sont déjà couramment utilisés dans l’industrie. Par exemple le carbone (C), le cobalt (Co) et le nickel (Ni) pour améliorer les caractéristiques d’un métal tel que le fer(Fe) (suppression de la corrosion et meilleure résistance mécanique)

De nombreux autres éléments moins connus tels que les métaux rares vont prendre une place importante dans la réussite de notre transition énergétique. Le Lithium (Li) deuxième élément du tableau de *Mendeleïef* par exemple prend déjà une place importante dans la fabrication des batteries électriques. Quant au silicium (Si) utile aux panneaux solaires, son abondance sur terre est très importante

Le carbone (C) sous sa forme graphite va quant à lui être utilisé dans la construction des piles à combustible.

(Voir les 2 cartes mondiales des métaux rares et leur dépendance à l’eau au chapitre 7 Cartographie)

Le cycle de l’eau douce

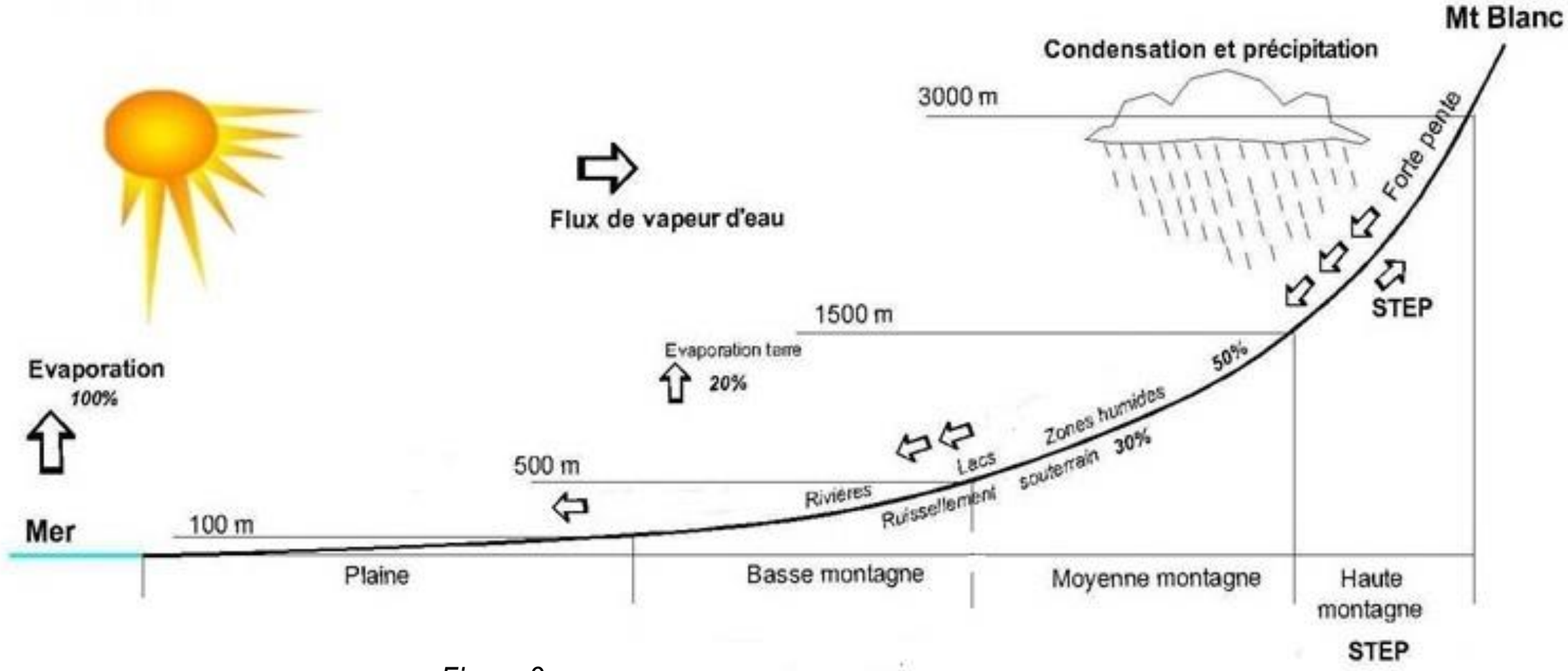


Figure 3

Le cycle évaporation-condensation figure 3

Le cycle naturel évaporation-condensation de l'eau de mer est extrêmement important pour le devenir de l'homme. Ce cycle naturel assure en effet son approvisionnement en eau douce potable et permet de comprendre pourquoi la température moyenne à la surface de la terre qui devrait être de - 19 degrés C vu son éloignement par rapport au soleil, est beaucoup plus clémente.

Le français de l'hexagone qui dispose en moyenne d'une surface au sol de 8600 m² et d'une hauteur de précipitation voisine de 800 mm bénéficie de cet approvisionnement naturel. La France métropolitaine est en effet avec ses 65 millions d'habitants et sa surface de 550 000 km² un des pays européen où la densité démographie est la plus faible. Le généreux cycle de l'eau met ainsi annuellement à la disposition de chacun d'entre nous près de 8 400 m3 soit environ 23 m3 d'eau par jour. Le besoin en eau n'est cependant pas satisfait en permanence sur tout notre territoire en raison de l'irrégularité des précipitations comme on va bientôt le voir. Dans une métropole comme Paris avec une densité démographique de 20 000 citadins par km², le parisien ne dispose que de 50 m² au sol. Ce sont alors les eaux souterraines encore potables qui viennent alors au secours du citadin

Le cycle naturel de l'eau ce n'est pas seulement les ruissellements de surface et l'eau contenue dans le lit des rivières et des fleuves. C'est aussi l'eau qui s'infiltre dans le proche sous-sol en restant en communication avec la rivière. Cette nappe d'eau dite libre s'écoule elle aussi comme la rivière vers la mer mais beaucoup plus lentement qu'elle. (Voir Darcy pour les vitesses d'écoulement).

Mais il n'y a pas sur terre que ces eaux superficielles. Il faut savoir que l'eau s'infiltre ou s'est infiltrée il y a très longtemps dans notre sous-sol profond. On parle alors de nappes captives qui sont parfois emprisonnées entre deux couches de terrain imperméable. Cette eau dite géothermale emprisonnée dans les couches profondes de l'écorce terrestre bénéficie de la chaleur interne du sous-sol dû à la radioactivité du magma en fusion sous la croûte terrestre. Très rarement cette eau chaude émerge naturellement en surface

Les quantités d'énergie thermique contenues dans l'eau géothermale de ces nappes captives profondes sont inférieures potentiellement à celles des eaux superficielles de ruissellement mais sont loin d'être négligeables à l'échelle de nos besoins en chaleur. Elles sont du même ordre de grandeur que celles issues des réseaux de chaleur basés sur la combustion des ordures actuellement en exploitation en Allemagne, en Suisse et à moindre échelle en France. (voir le dogger parisien au chapitre 3) figure 71

Les eaux de la Seine ne sont pas encore potables mais ce qu'il est important de réaliser est le fait que ce fleuve, lorsqu'il traverse la région IDF, met à la disposition de chaque citadin et malgré sa densité démographie importante, un volume d'eau non potable proche de 3 m^3/jour. Ceci compte tenu de son débit moyen à Paris de 300 m^3/s et du nombre d'habitants en région IDF de quelque 10 millions. Sans trop anticiper sur ce que seront nos nouvelles chaînes énergétiques, l'eau, en raison de sa chaleur spécifique particulièrement élevée pourrait bien dans un avenir proche assurer le chauffage de l'habitat avec des performances sensiblement supérieures à celles obtenues avec l'air et très supérieures à celles obtenues aujourd'hui avec l'effet joule et la combustion. Ceci par le fait que mise à part les 20% qui s'évapore, l'homme va petit à petit prendre conscience qu'il va pouvoir bénéficier de la chaleur interne de l'eau. Et ceci à 3 niveaux :

- grâce aux ruissellements de surface des rivières et des fleuves (50%),
- dans les 30% qui s'infiltre dans le sol en alimentant ce que l'on appelle les nappes libres qui s'écoulent elles aussi et comme la rivière vers la mer .
- dans les aquifères captifs chauds et profonds généralement contenus entre des couches de terrain imperméable.

Le profil des rivières *L'amont et l'aval*

L’eau douce et l’électricité

On va voir au chapitre *2-consommation (figure 34)*qu’il faut une énergie égale à 1,16 kWh pour élever 1 m³ d’eau de 1°C et on comprend inversement qu’en abaissant de 10°C un m³ d’eau on récupère 11,6 kWh thermique.

L’énergie récupérée par ce même m³ d’eau dans un barrage hydroélectrique implanté en haute montagne à 2000 m d’altitude et ayant une hauteur de chute de 200m, c’est une énergie électrique récupérée dans les turbines $E = mgh$ = 1000 x 9,81 x 200 = 1 962 000 joules correspondant à 0,55 kWh sensiblement 20 fois plus faible. Homo sapiens commence à comprendre que les avantages qu’il peut tirer les turbines hydroélectriques pour convertir l'énergie potentielle des écoulements de surface en énergie électrique est sujet à caution. Il lui reste aussi à mieux mesurer l’absurdité du chauffage électrique par effet joule.

La vapeur d’eau et l’effet de serre

Il résulte du cycle naturel évaporation-condensation de l'eau que la vapeur d'eau est contenue dans l'atmosphère. Cette vapeur d'eau douce se comporte comme un gaz naturel responsable des deux tiers de l'effet de serre. Cet effet de serre qui retient l'énergie réfléchie par la terre principalement sur sa face cachée est la raison pour laquelle la température moyenne à la surface de la terre qui devrait être de - 19 degrés C est clémente et de l'ordre de + 15 degrés C

Les eaux superficielles

Différents type d'aquifères

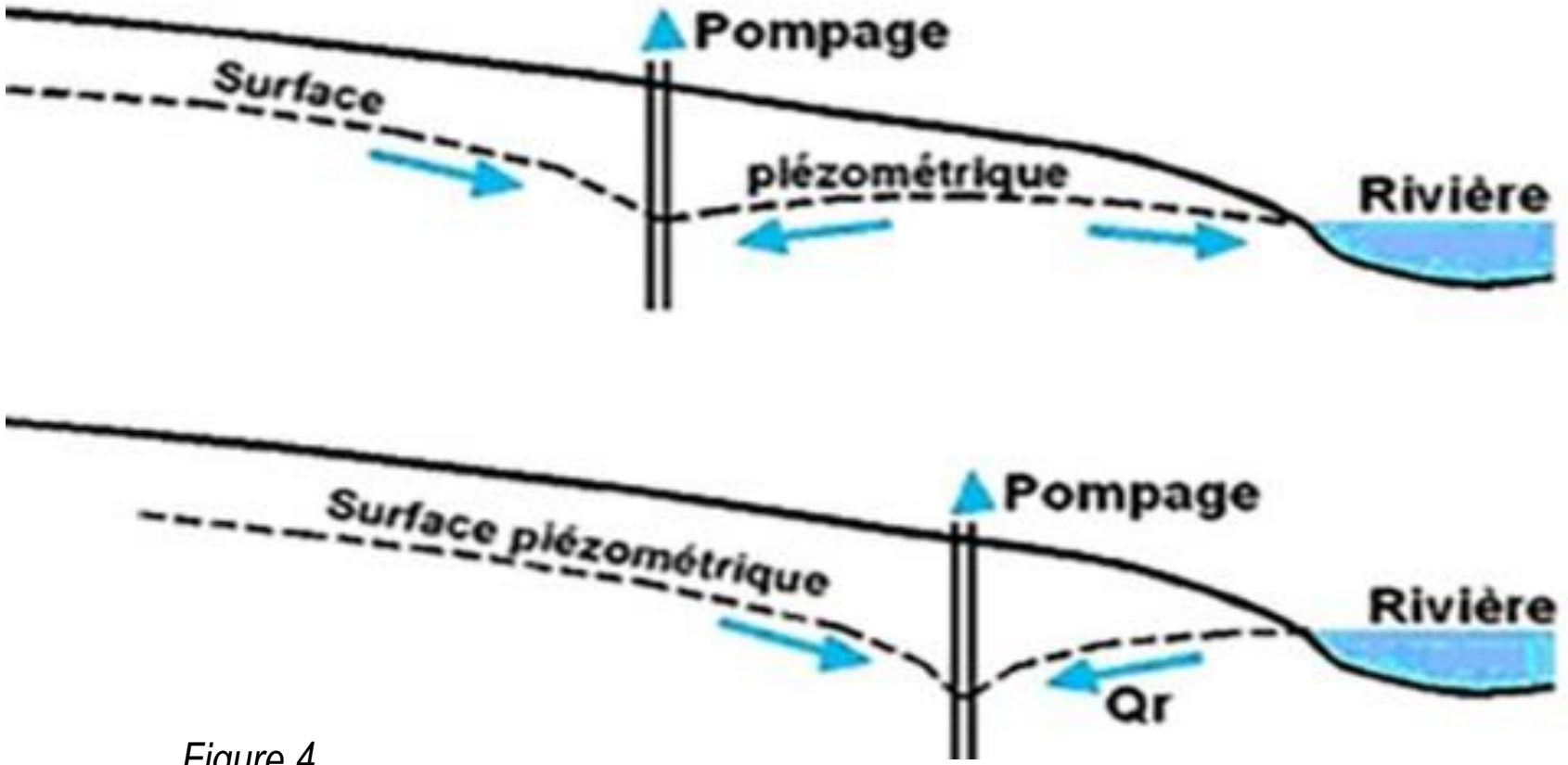
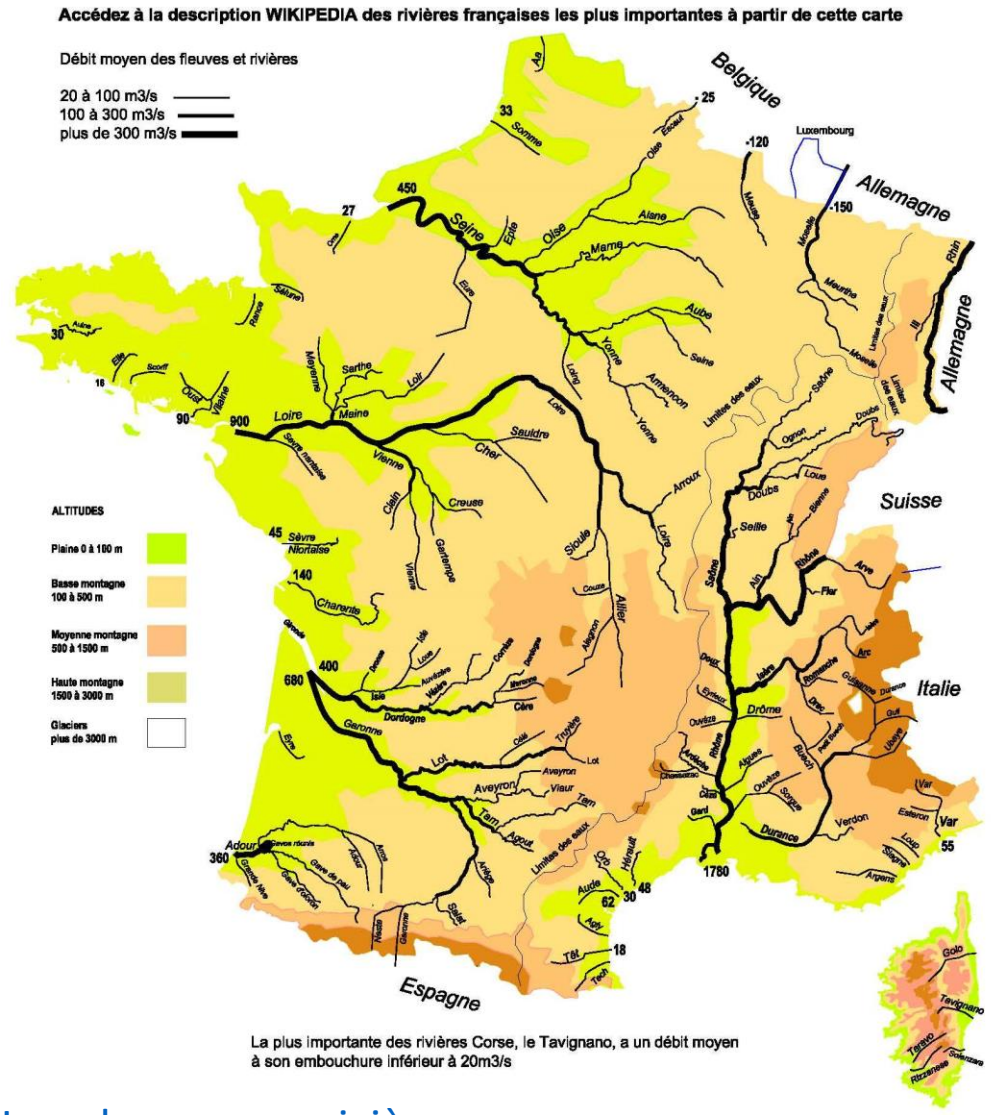
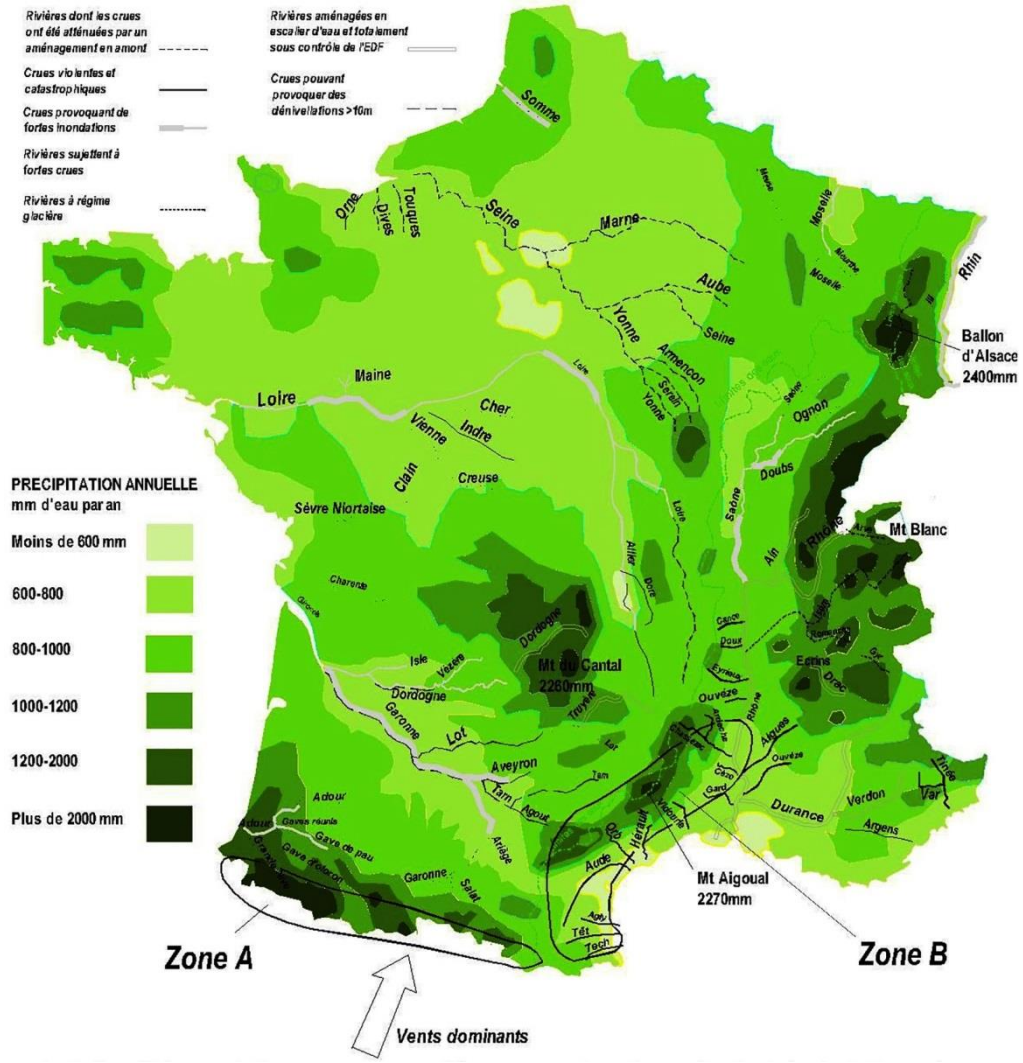


Figure 4

et profondes (nappes captives) ↓

L'eau et le ruissellement de surface





[Les plus grosses rivières]

Il suffit de cliquer sur le nom de la rivière pour accéder aux informations WIKIPEDIA

La pluviométrie moyenne dans l'hexagone en moyenne 800 mm/an

Les bassins versants

1 Bassins de la Loire et de la Charente

2 Bassin du Rhône et de la Saône

3 Bassin de la Seine et de la Marne

4 Bassin de la Gironde

5 Bassin de la Leyre

6 Bassin de l'Adour

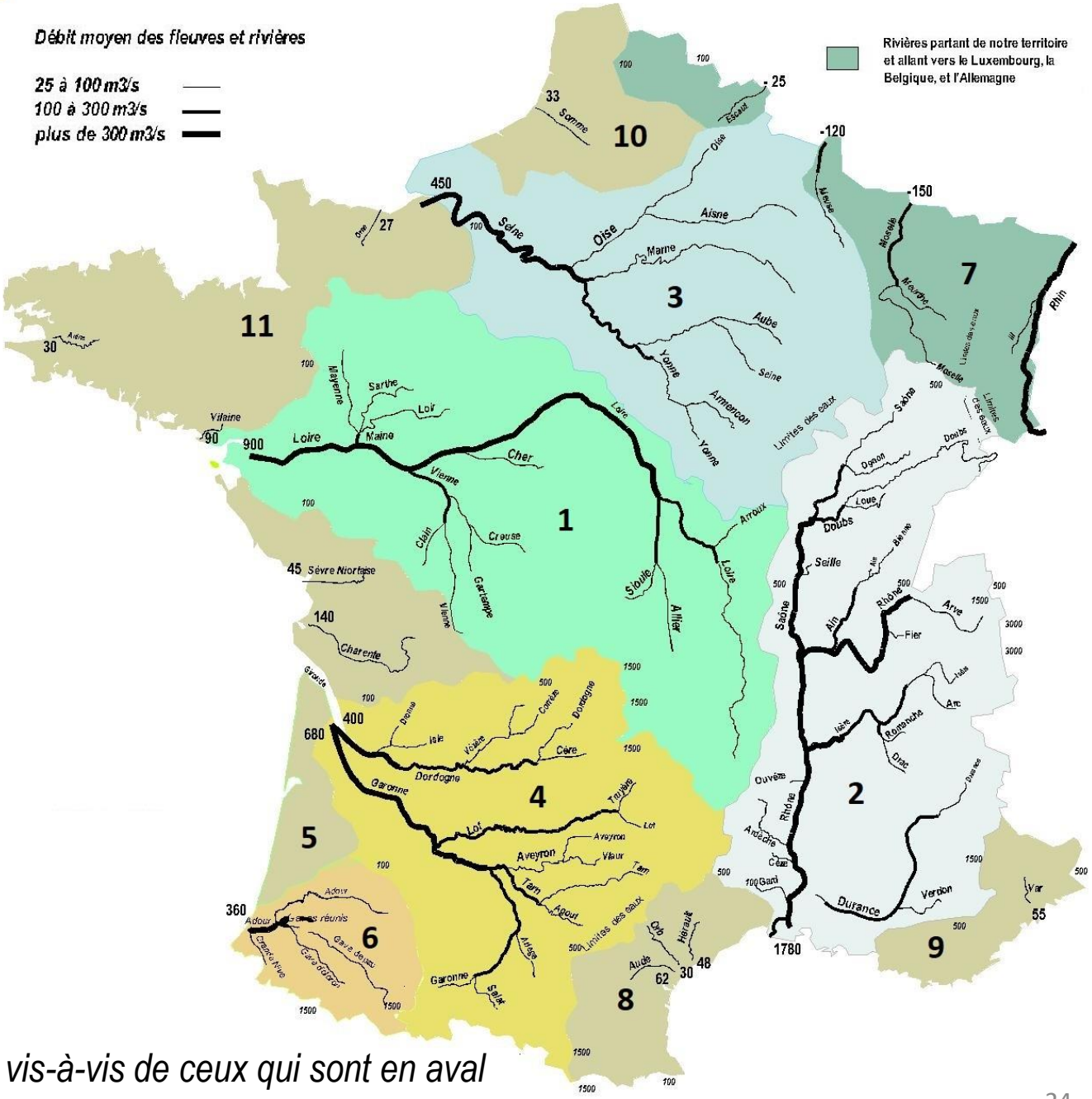
7 Bassin du Rhin (coté français)

8 Bassin méditerranéen ouest

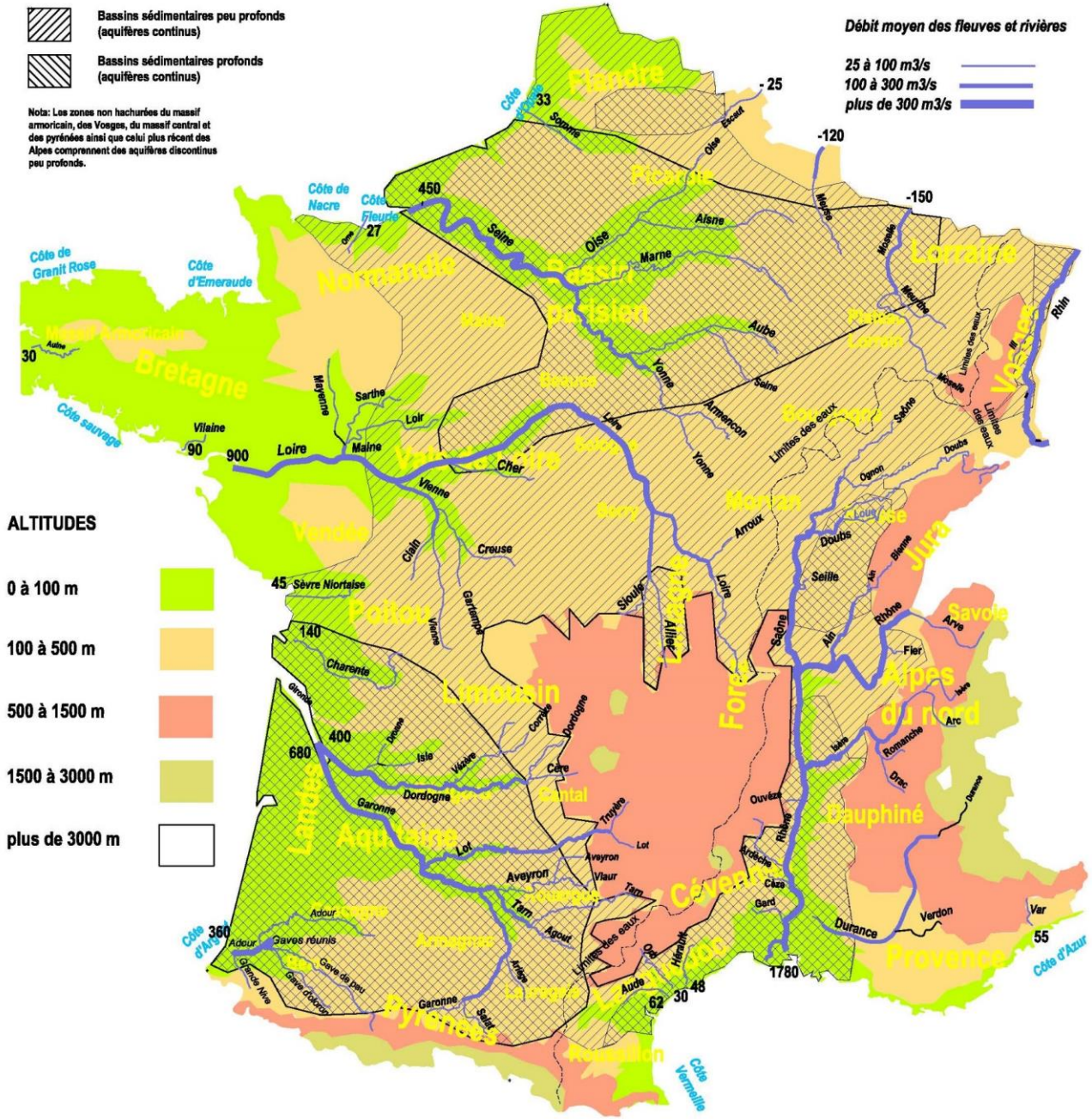
9 Bassin méditerranéen est

10 Nord

11 Bassin Normandie Bretagne



Celui qui est en amont a une lourde responsabilité vis-à-vis de ceux qui sont en aval



Les aquifères superficiels

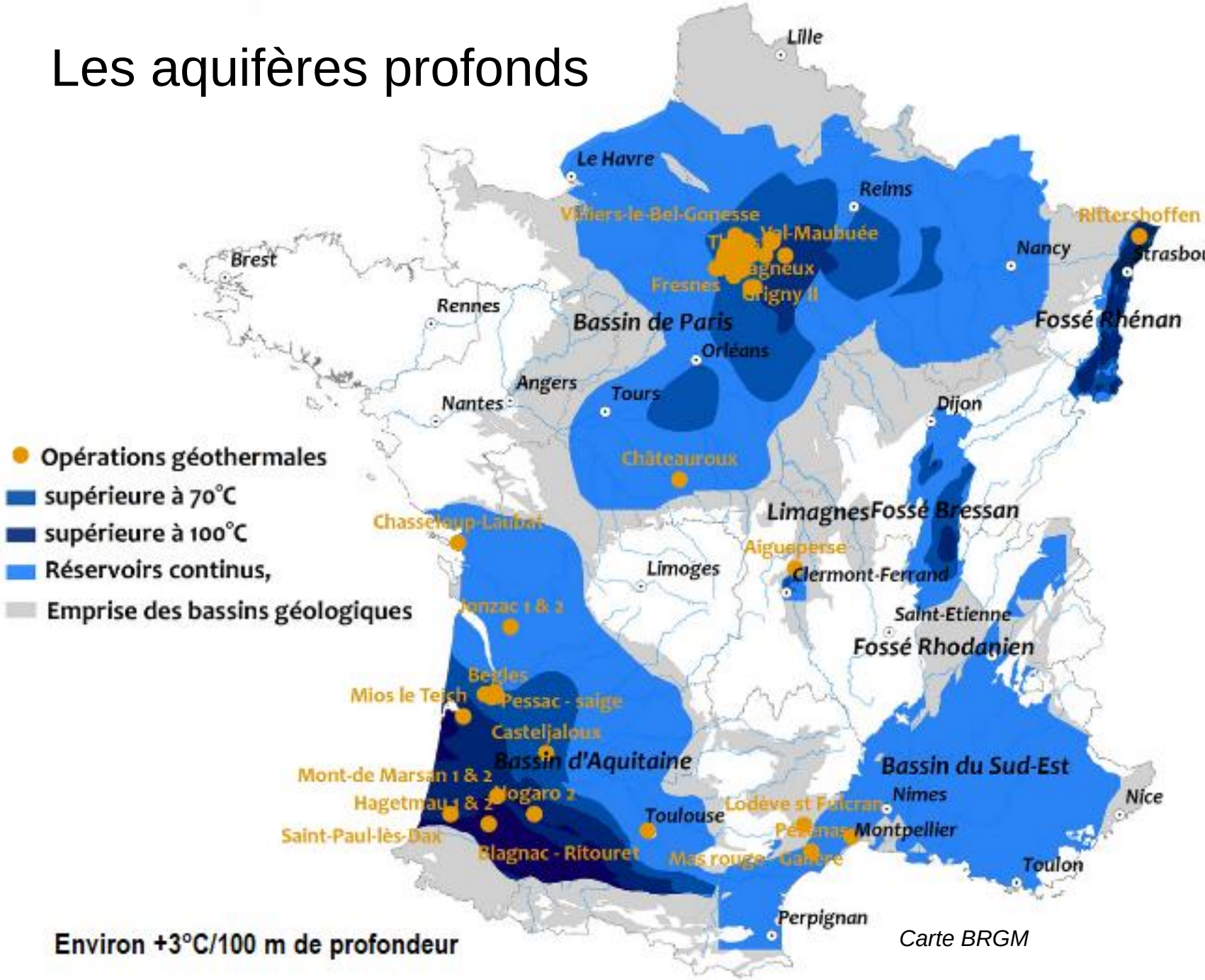
que l'on qualifie de ''libres'' s'écoulent comme la rivière vers la mer mais beaucoup plus lentement qu'elle

Les types de rivières

Vitesse de l'eau dans les aquifères libres

Le sous-sol de nos rivières

Les aquifères profonds

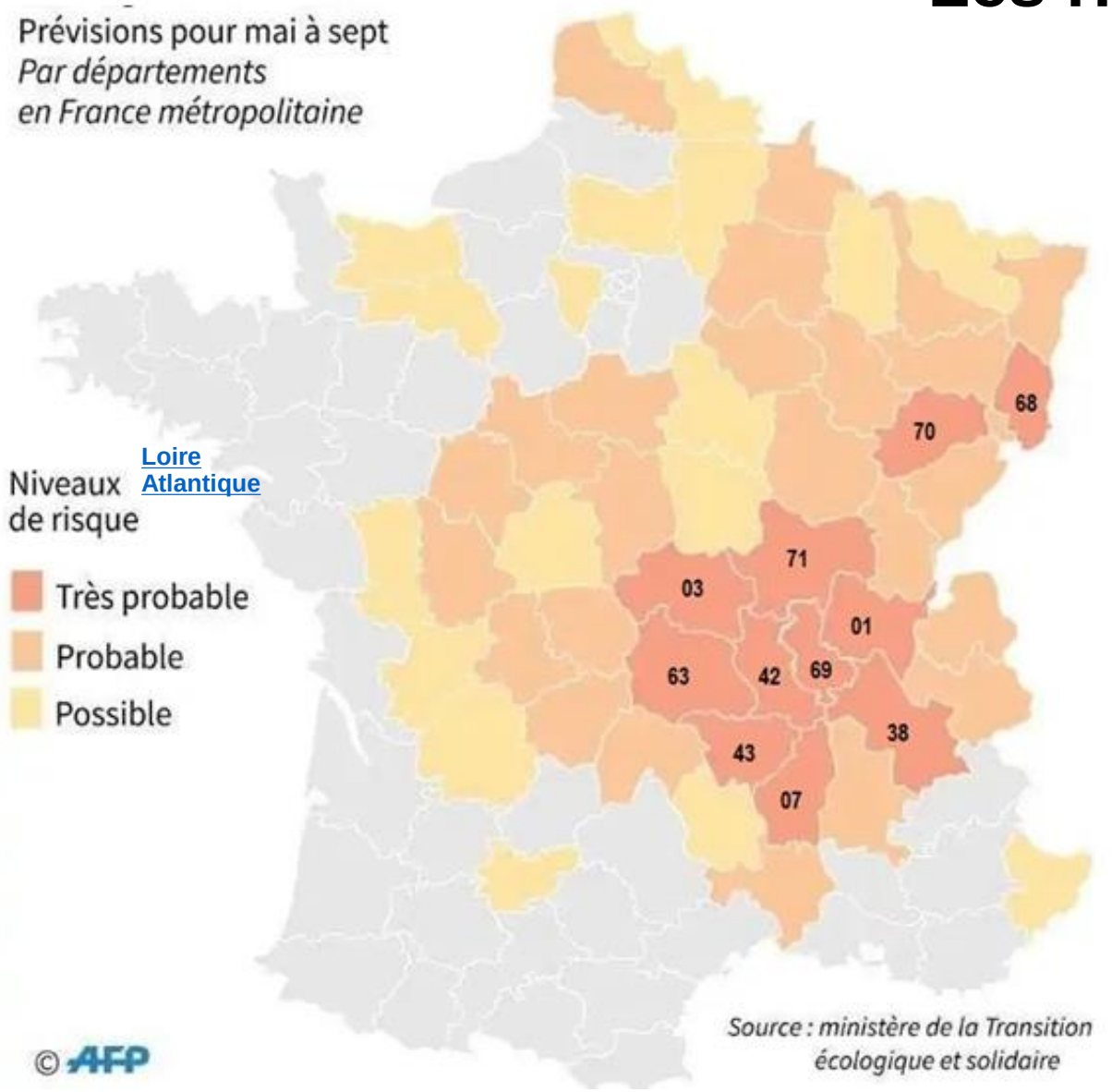


Carte BRGM

Lorsqu'il pleut une partie de l'eau s'enfonce naturellement par gravité dans le sol perméable jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche de terrain imperméable. Il se forme alors des aquifères profonds tels que le dogger parisien qui prennent la température du sous-sol.

Ces eaux sous-terraines sont naturellement réchauffées et prennent la température du sol résultant de l'interaction nucléaire faible.

Les risques de sécheresse



En France métropolitaine

Les idées de base associées à la « Solar Water Economy » ne sont pas seulement liées au chauffage de l'habitat et à des technologies relativement avancées comme celle des PAC eau-eau à compresseur évoquées dans le deuxième chapitre. Concernant l'agriculture on commence à percevoir un manque d'eau dans certaines régions de l'hexagone français et ceci particulièrement dans les départements français suivants : 01 Ain, 03 Allier, 07 Ardèche, 38 Isère, 42 Loire, 43 Haute Loire, 63 Puy de Dôme, 68 Haut Rhin, 69 Rhône, 70 Haute Saône, 71 Saône et Loire. Il va falloir trouver des solutions pour assurer le besoin en eau de ces régions françaises.

En Europe

Dans le monde

Ce n'est pas pour l'essentiel pas un manque d'eau qu'il faut craindre avec le dérèglement climatique en cours mais le fait qu'il y a selon les endroits trop d'eau par moments et pas assez à d'autres. Irrégularités qui vont poser le problème du développement des infrastructures de stockage. *Cette disponibilité irrégulière en eau douce préoccupe l'ONU. Une réunion regroupant près de 200 pays et les membres du GIEC de ces pays s'est tenue mi 2019 à Genève. Un volumineux rapport de plus de 1000 pages établi à l'issue de cette réunion a mis en évidence qu'un quart de l'humanité (particulièrement dans 17 pays listés par l'IESF) va faire face à des problèmes d'approvisionnement en eau. Il va falloir par exemple que les Indiens s'impliquent dans une réflexion prenant en compte l'excédent d'eau pendant la mousson et le fait que les glaciers de l'Himalaya sont progressivement en train de disparaître*

La solution retenue sur l'image ci-dessus, en évitant les infiltrations dans le sol et l'évaporation permettrait associer le solaire voltaïque à la rétention de la pluviométrie. Alors que le français se suffit de 150 litres d'eau potable par jour soit environ 50 m3 par an, il serait ainsi possible à partir d'un panneau solaire de 25 m2 de retenir à l'année sensiblement 25 m3 d'eau potable soit la moitié du besoin global compte tenu de la pluviométrie moyenne en France voisine du mètre.

Le prix de revient de l'électricité voltaïque va devenir (est déjà?) compétitive par rapport à l'électricité nucléaire. Bientôt des routes voltaïques ?

Les parcs voltaïques font bon ménage avec la biodiversité. Cette possible récupération de l'eau pour suppléer au manque d'eau dans certaines régions françaises est l'occasion de parler de l'autoroute solaire qui pourrait bientôt être l'occasion de remplacer la cellule photovoltaïque monofaciale classique par celle du panneau solaire biface utilisant au maximum l'albédo. Une technologie qui peut, en diminuant le coût du mégawattheure, accroître la productivité en énergie électrique de 25 à 40%. L'albedo (grandeur sans dimension inférieure à 1), est le pouvoir réfléchissant d'une surface, c'est-à-dire le rapport de l'énergie lumineuse réfléchie à l'énergie lumineuse incidente.

Albédo de différente surface

- Corps noir parfait 0
- Sol sombre 0,05 à 0,2(cultures, foret)
- Surface de l'eau 0,02 à 0,04 (lacs, mer)
- Sable sec 0,35
- Glace environ 0,60
- Neige fraîche environ 0,8
- Miroir parfait 1.

L’eau douce en France métropolitaine

Un français boit en moyenne 1,5 litre d'eau par jour et il consomme sensiblement 150 litres d'eau sanitaire par jour ce volume incorporant environ 50 litres d'eau chaude. Son besoin en eau non potable pour assurer le chauffage de son habitat grâce au chauffage thermodynamique aquathermique avec une chute de température de 10 degrés centigrade à la source froide est quant à lui nettement plus important. Il est en effet de l'ordre de 2 m^3 par jour. Ceci avec un potentiel naturel voisin de 3 m^3 par jour en région parisienne compte tenu du débit de la Seine et des 10 millions d’habitants qui peuplent la région IDF. L’énergie thermique journalière moyenne de 20 kWh qui en résulte pour un différentiel de 10 degrés, c’est 7300 kWh disponible annuellement.

Quand au généreux cycle de l'eau de l'hexagone français, il met annuellement en moyenne à la disposition de chacun d'entre nous un volume d'eau heureusement beaucoup plus important.

Ceci compte tenu :

- de la démographie en France qui fait que sur une France métropolitaine d'environ 600 000 km^2 pour 60 millions d'habitants chaque français dispose sensiblement de 1 ha de terrain où 10 000 m^2
- du fait qu'à raison d'une hauteur de précipitation annuelle moyenne de 800 mm par an et par m^2 sur l'hexagone français, il tombe sur cette surface un volume d'eau de

  0,8 x 10 000 = 8 000 m^3 (22 m^3/jour)

C'est donc un volume d'eau douce sensiblement 10 fois supérieur au besoin qui est mis à notre disposition en France métropolitaine pour assurer le chauffage thermodynamique. Si l'on parle actuellement de rationner l'eau potable dans notre pays cela est très probablement dû au fait que l'eau de pluie par nature potable est polluée dès qu'elle rentre en contact avec notre environnement. Constatation qui n'est pas très réjouissante. Il y a toutefois 2 notions qui vont venir pondérer les chiffres ci-dessus

- une partie de cette eau s'évapore
- les études réalisées au titre du projet "explore 2070" qui sert de base de réflexion au ministère de la transition écologique et qui prévoit une baisse du débit des cours d'eau pouvant atteindre 40 % à l'horizon 2070 par rapport à ce qu'il est actuellement. On constate heureusement que dans le pire des cas le potentiel reste très supérieur au besoin

C'est seulement dans les grandes métropoles comme Paris que le potentiel naturel thermique de l'eau risque d'être à l'avenir proche voire sensiblement inférieur au besoin.

L’eau véhicule thermique

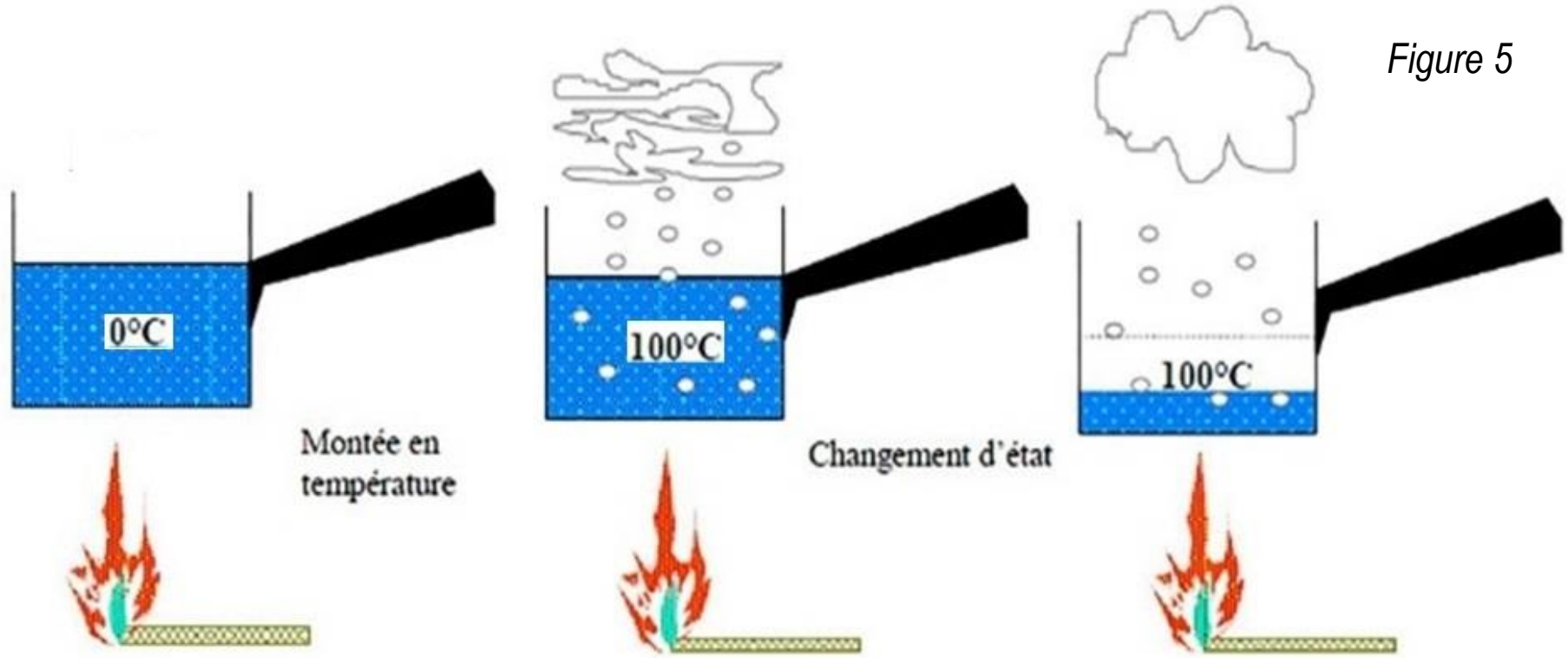


Figure 5

Sa chaleur spécifique 4,18 kJ/kg et degréC

Sa chaleur latente 2250 kJ/kg

*on a : **W** = 1,16 **V** x **ΔT***

énergie en kWh volume en m3 écart de température en ° C

ou en puissance :

Puissance en kW ≅ débit en m3/h x écart de température en ° C

Figure 5

En mettant une casserole d'eau très froide sur le feu et en laissant la même puissance de chauffe, on constate qu'il faut 5 fois plus de temps pour évaporer l'eau que pour élever la température à 100 degrés. Cette capacité des corps à transférer de l’énergie lorsqu’ils changent d’état est le point de départ qui permet de comprendre le chauffage thermodynamique.

L’eau formidable véhicule thermique

On verra par la suite que généraliser le chauffage urbain en région parisienne en utilisant l’électricité pour entraîner le compresseur des pompes à chaleur et en faisant circuler l’eau dans des tuyauteries comme cela est proposé au chapitre 2 serait une solution particulièrement performante pour généraliser un mode de chauffage de l’habitat particulièrement sobre en énergie finale payante. Ceci par le fait qu’il serait capable de cumuler deux potentiels gratuits

- Celui de l’eau géothermale de la nappe captive constituée par le dogger

- Celui des eaux superficielles constituée par la Seine

L’expérience acquise dans les technologies de forage pétrolier serait bien utile pour tirer profit du premier potentiel. Quant au réseau secondaire à 15° C avec retour à 5° C une fois la chaleur transmise à l’habitat, il serait constitué de groupe de pompage et de tuyauteries basse pression

Voir Tableau ci-contre qui communique la puissance mises en jeu proche de 30 000 kW pour un débit d’eau de 2500 m³/h.

Ceci avec un petit clin d’œil à Mrs Grossetête, Thellier et les cours du CNAM

	B	C	D	E	F
1	**RESEAU TUYAUTERIE d'ENP**		Allée à 15°C	Retour à 5°C	Total
2					
3	Diamètre intérieur tuyauterie	mm	700	700	
4	Viscosité cinématique	centistoke	1.1	1.3	
5	Longueur tuyauterie	m	2000	2000	
6	Nombre de coudes arrondis		5	5	
7	Débit	m3/h	2500	2500	
8					
9					
10	Débit	litres/mn	41667	41667	
11	Surface intérieure tuyauterie	m²	0.385	0.385	
12	Vitesse du fluide	m/s	1.804	1.804	
13	Nombre de Reynolds	sans dimension	1148297	971636	
14	Type d'écoulement	Turbulent	>4000	>4000	
15					
16	Longueur équivalente totale	m	2070	2070	
17					
18					
19					
20	Perte de charge totale	bar	0.93	0.97	1.90
21	Puissance perdue	kW	65	67	131.85
22	Puissance thermique transférée	kW			29000
23	Rendement				0.995
24					
25	Temps de transfert	secondes			2217
26	Pertes thermiques en ligne				négligeables

La capacité thermique massique (faut-il prélever l'énergie thermique naturelle dans l'air, la terre, ou eau ?

Homo sapiens craint plus le chaud que le froid. Lors de la canicule de l'été 2003 qui a fait selon l'Inserm plus de 70 000 morts en Europe, les températures enregistrées n'ont guère dépassées les 40 degrés soit seulement 3 degrés au-dessus de la température intérieure naturelle du corps humain de 37 degrés C. Ceci alors que lorsque la température extérieure est de 7 ° C, il supporte sans problème en se couvrant une différence de 30° C dix fois supérieure. Heureusement que l'eau sur la peau qui s'évapore dans l'air apporte de la fraîcheur vu que nous n'allons probablement pas pouvoir généraliser la climatisation avec l'air à l'intérieur de l'habitat. Ceci compte tenu du fait que l'air n'est pas le véhicule thermique adapté pour réguler la température. Une raison importante va en effet probablement condamner cette technologie en ville, elle est dans le fait que pour créer du froid à l'intérieur de l'habitat au plus chaud de l'été les évaporateurs (qui fonctionnent comme le fait un réfrigérateur) réchauffent dangereusement l'air ambiant extérieur des villes déjà très élevée. Si l'on devait généraliser ce type de régulation à l'ensemble de l'habitat urbain, la température à l'intérieur des villes deviendrait intenable. Qui plus est, en raison du bruit qu'ils génèrent et de leur encombrement les évaporateurs des pompes à chaleur *air air* sont gênants. Heureusement comme nous le verrons par la suite, grâce à la Seine, le potentiel thermique de l'eau superficielle est là pour nous aider. On mesure en écrivant ces lignes tout l'intérêt de la *''Solar Water Economy"* qui échange l'énergie thermique renouvelable dans l'eau et non dans l'air. Ceci dans la mesure où il est alors possible de restituer dans l'eau géothermale des nappes captives profondes l'énergie thermique que l'on y a prélevée en hiver. La qualité de l'air à l'intérieur de l'habitat nécessite une bonne ventilation des bâtiments et est indispensable.

Air ou eau?	Phase	Capacité thermique massique ($J\ K^{-1}\ kg^{-1}$)
Air (sec)	gaz	1 005
Air (saturé en vapeur d'eau)	gaz	≈ 1 050
Eau	liquide	**4 185**

On constate sur le tableau ci-contre que la capacité thermique massique de l'eau (4,18 kilojoules/kg et degré) est sensiblement 4 fois plus importante que celle de l'air. Pourtant on verra que le potentiel thermique de l'eau géothermale profonde est relativement faible en regard du besoin important résultant de la densité urbaine élevée. Il faut savoir qu'une capitale comme Paris intra-muros et sa proche banlieue ne laisse sensiblement que 50 m2 au sol disponible par parisien (20 000 habitants au km2)

La chaleur spécifique.

Pour augmenter la température de un gramme ou un cm3 d'eau de 1°C, il faut fournir une quantité de chaleur égale à 1 petite calorie.
L'anglais James Prescott a établi l'équivalent mécanique de la chaleur : à savoir
1 petite calorie = 4,18 joules. Cette correspondance permet d'établir qu'il faut une énergie égale à 1,16 kWh pour élever 1 m3 d'eau de 1°C*
(Ceci vu 1 kilocalorie correspond à 4,18 kilojoules et qu'il y a 3600 kilojoules dans 1 kWh)

Lorsque l'on se baigne dans la mer alors que l'eau fait 10°C, les chaleurs spécifiques de l'eau et de l'air sont telles que la quantité de chaleur contenue dans un m3 d'eau de mer à 10°C est la même que celle qu'il faut fournir pour élever 4000 m3 d'air de 0 à 10°C .
Nous verrons au chapitre 2 (production) comment un fluide interface transfère l'énergie thermique du premier lieu vers le deuxième.
La France commence à s'impliquer dans ces systèmes.

$$\frac{m^3}{h} \times \frac{kWh}{m^3\ °C} > kW/°C$$

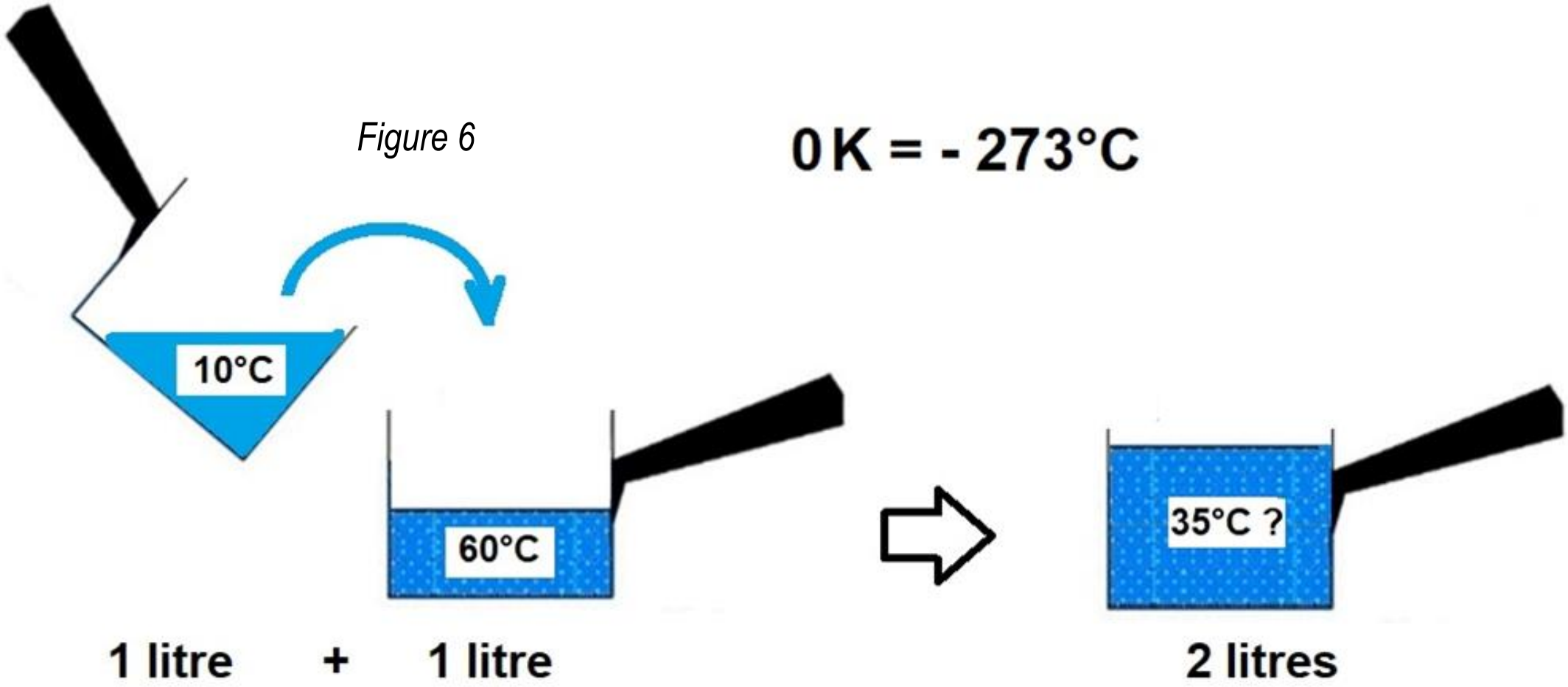
Mise en température d'une maison.. plus d'une journée…

Si l'on quitte sa maison pendant plusieurs semaines en période hivernale et que l'on coupe le chauffage en partant pour économiser l'énergie, la température à l'intérieur de la maison décroît lentement.

Inversement si l'on remet le chauffage au moment où l'on revient on constate qu'il faut environ 24 heures voire plus pour obtenir une température de confort à l'intérieur de celle-ci. Il est possible connaissant la puissance de la chaufferie ainsi que l'épaisseur et la chaleur spécifique des matériaux constituant l'enveloppe de la maison de calculer les temps de mise en température. On parle alors de constante de temps, de fonction de transfert et cela demande des connaissances en mathématiques

Flux thermique eau avec mélange physique

Figure 6



[*Théorie*]

Figure 6

Si on mélange un litre d'eau à 10 degrés avec un litre d'eau à 60 degrés on devine intuitivement que l'on obtient 2 litres d'eau à 35 degrés.
(Les quantités sont les même et la moyenne arithmétique de 60+10 est 35.

Dans la pratique les deux potentiels thermiques s'additionnent ce qui permet de trouver la température du mélange lorsque les volumes ne sont pas les mêmes (voir lien vers théorie)

Conductivité thermique (Isolation)

Conductivité λ (lambda)	Watt.m^{-1}.K^{-1}
Air et le verre	0,024
Bois	0,2
Eau	0,6
Terre sèche	0,75
Acier	50
Cuivre	386

La conductivité thermique est un paramètre associé à la matière qui permet de chiffrer sa capacité à transmettre l'énergie thermique. Cette capacité est d'autant plus élevée que λ (lambda) est important. Lambda (λ) est défini à partir du système international d'unité (le mètre) à savoir pour une épaisseur de matière égale au mètre sur une surface de 1 m². A titre d'exemple:

- La puissance thermique traversant une couche d'air de 2 cm d'épaisseur soit 0,02 m (par exemple entre deux vitres) laisse passer une puissance de 0,024/0,02 = 1,2 watt par m² et 1 ° K (ou 1° C) de différence de température entre la face intérieure des vitres
- Pour une même différence de température de 1 ° K (ou 1° C) entre ses 2 faces, la puissance thermique traversant une paroi métallique en acier de 1 mm d'épaisseur est de 50/0,001 = 50 000 watt par m²

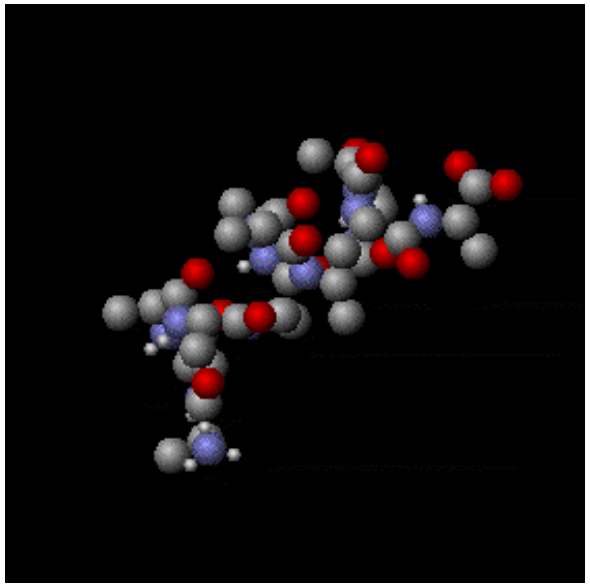
En d'autres termes on peut dire qu'à épaisseur égale, le verre et l'air qui laissent passer l'énergie sensiblement la même quantité d'énergie sont environ 8 fois moins déperditif que le bois et 2 000 fois moins déperditifs que l'acier.
Quant au cuivre son coefficient de transmission thermique extrêmement élevé est bien utile pour transmettre la chaleur du circuit chauffage à l'eau chaude sanitaire.

La conductivité thermique des matériaux est un paramètre important en ce qui concerne :

- l'isolation des bâtiments
- La transmission de l’énergie thermique dans les échangeurs de température

Les pages qui suivent mettent en évidence que l’eau, en raison de sa capacité à emmagasiner la chaleur ou le froid est un formidable véhicule thermique.

Au cœur de la matière: *L'égalité de Clausius*



A -273° C rien ne bouge

Pour voir ce qui se passe lorsque la température augmente cliquer ici

Et si elle augmente encore ici

On ne peut évoquer les systèmes type pompe à chaleur sans introduire les études de Rudolf Claudius sur l'entropie de la matière et le fait que l'énergie contenue dans celle-ci ainsi que sa désorganisation augmente avec sa température.
A la température de - 273 ° C soit 0 ° Kelvin la matière est figée comme représenté sur la figure de gauche. Par contre si la température augmente la désorganisation de la matière augmente en proportion.

Il y a beaucoup de paramètres qui caractérisent la qualité du fluide circulant dans le cœur d'une pompe à chaleur mais les 2 caractéristiques principales du fluide dit caloporteur d'une pompe à chaleur est sa capacité à générer du froid dans l'évaporateur à la sortie du détendeur et du chaud dans le condenseur (Ce que le thermodynamicien appelle son ***enthalpie E*** *et qui s'exprime en kilojoule/kg****)*** *lorsqu'il vient d'être comprimé à l'état gazeux par le compresseur****.***
Pour une pompe à chaleur décrivant un cycle thermodynamique (en principe réversible), l'application du second principe au système ditherme, permet d'écrire que ***E3 / Tc = E2 / Tf*** (Egalité de Clausius). Introduite par Rudolf Clausius dans ses études sur l'entropie de la matière, l'égalité de Clausius qui peut s'écrire ***E3 / E2 = Tc / Tf*** caractérise le degré de désorganisation des particules constituant cette dernière.

La quantité d'énergie contenue dans la matière étant d'autant plus grande que la température de celle-ci est élevée.
À la température de 0 ° Kelvin (-273 ° C), la matière est figée et l'énergie contenue dans celle-ci est nulle.
Cette désorganisation ainsi que l'énergie contenue dans la matière prouve la potentialité du chauffage thermodynamique. En effet, lorsque la température de la source chaude est égale à la température de la source froide, par exemple lorsque l'on commence à chauffer l'eau froide sanitaire à 10 ° C en utilisant l'eau de la nappe phréatique également à 10° C , ***Tc*** étant égal à ***Tf,*** il en résulte que ***Tc / Tf*** est égal à 1 ainsi que ***E3 / E2 .*** Cela signifiant que toute l'énergie thermique ***E3*** disponible à la source chaude est théoriquement de l'énergie renouvelable ***E2*** prélevée dans l'environnement, l'énergie électrique ***E2*** nécessaire pour entrainer le compresseur étant théoriquement nulle. Il y a bien sur des limites physiques à cela mais la page 119 du chapitre 2 illustre le potentiel thermodynamique de la Seine à Paris. Cette limite physique semble être actuellement un COP voisin de 6
(voir la revue CFP et le constructeur de PAC Carrier aux USA qui évoque des COP de 7)

La compréhension de l'enthalpie

Lorsque l'on parle de pompes à chaleur
on ne peut ignorer ce qu'est l'enthalpie.
Une notion associée à l'agitation interne de la matière.
La matière contient en effet en son sein de l'énergie thermique par le fait de l'agitation des molécules de matière qui la constituent

- lorsque la température de la matière est à - 273°C l'agitation ainsi que la quantité d'énergie contenues dans celle-ci est nulle
- lorsque la température de la matière augmente l'agitation de celle-ci augmente ainsi que la quantité d'énergie contenue dans cette dernière

Je reviendrais sur cette notion très importante.

"Il faut laisser le temps au temps" disait François Mitterrand. Pas trop tout de même estime le CSLT

Mieux consommer et produire l’énergie

Face au manque d'eau potable qui nous guette recycler davantage l'eau usée provenant de la rivière en la filtrant comme cela va vous êtes proposé dans la "Solar Water Economy" pourrait être une orientation à suivre en ce qui concerne *notre façon de consommer l'énergie électrique* grâce à l'aquathermie.

Concernant cette fois non pas la *consommation* mais la *production* de l'énergie électrique grâce à l'hydrogène contenue dans l'eau, il semble évident qu'une eau filtrée et propre permettra d'améliorer les performances de l'électrolyse de l'eau permettant de produire l'électricité à partir de l'hydrogène. Ceci comme envisage de le faire l'Allemagne en collaboration avec le Kazakhstan.

Ce qui est indispensable à notre survie

Les 3 principales ressources indispensables à notre survie sont: l'oxygène, l'eau, et la nourriture. On peut survivre :

- 30 jours sans manger,
- 3 jours sans boire
- 3 minutes sans respirer, guère plus

Concernant l'eau, Pasteur nous a appris que notre corps est composé à 70% d'eau

Concernant l'air nous venons de découvrir que les particules de très petite taille (inférieure à 2,5 microns) sont dangereuses pour la santé

Quand tout sera privatisé on sera privé de tout

Participez à la votation citoyenne sur l'eau

La truite baromètre de nos rivières

De l'eau potable pour tous

Propos de Danielle Mitterrand à propos de l'eau

En ce qui concerne la relation individu-état, va se poser court termes pour la nouvelle chaine énergétique associée au chauffage de l'habitat le même problème que celui qui s'est posé pour notre santé

2 Consommation de l'énergie

Préliminaires

- *Les besoins du citadin français en énergie (chauffage, électroménager, nourriture, voiture)*
- *Consommation en énergie d'Homo sapiens selon les pays*
- *La combustion du bois ,du fioul, du gaz et l'effet joule*
- *Les moteurs thermiques et leur alternative*
- *Les mauvaises et les bonnes chaînes énergétiques (COP et COP)*
- *La pompe à chaleur aquathermique et la transition énergétique*
- *Une transition lente…….*
- *Le chaud et froid ainsi que le diagramme de Mollier*
- *La température à la source chaude*
- *Faire du chaud puis du froid (la climatisation) en inversant le sens de rotation du compresseur ou avec une vanne 4 voies*
- *La consommation d'énergie en France et dans le monde*

Passer à l'acte en région IDF ?

- *Le chauffage de l'habitat et la thermodynamique (Chauffage seul ou chauffage avec la voiture)*
- *Les eaux superficielles et géothermales leur association en région Parisienne*
- *Le potential thermique de la Seine à Paris*
- *La densité urbaine à Paris*
- *Les chaufferies hybrides et les circuits hydrauliques (maisons individuelles et immeubles)*
- *La chaufferie hybride avec l'eau et le gaz*
- *Les composants des pompes à chaleur (compresseur, échangeurs de température, fluides caloporteurs)*
- *Le temps qui passe*
- *Le transport de l'énergie et les effets de parois*

Les besoins actuels du citadin français en énergie

Ceci en dehors du transport aérien et ferroviaire, de l'industrie et de l'agriculture

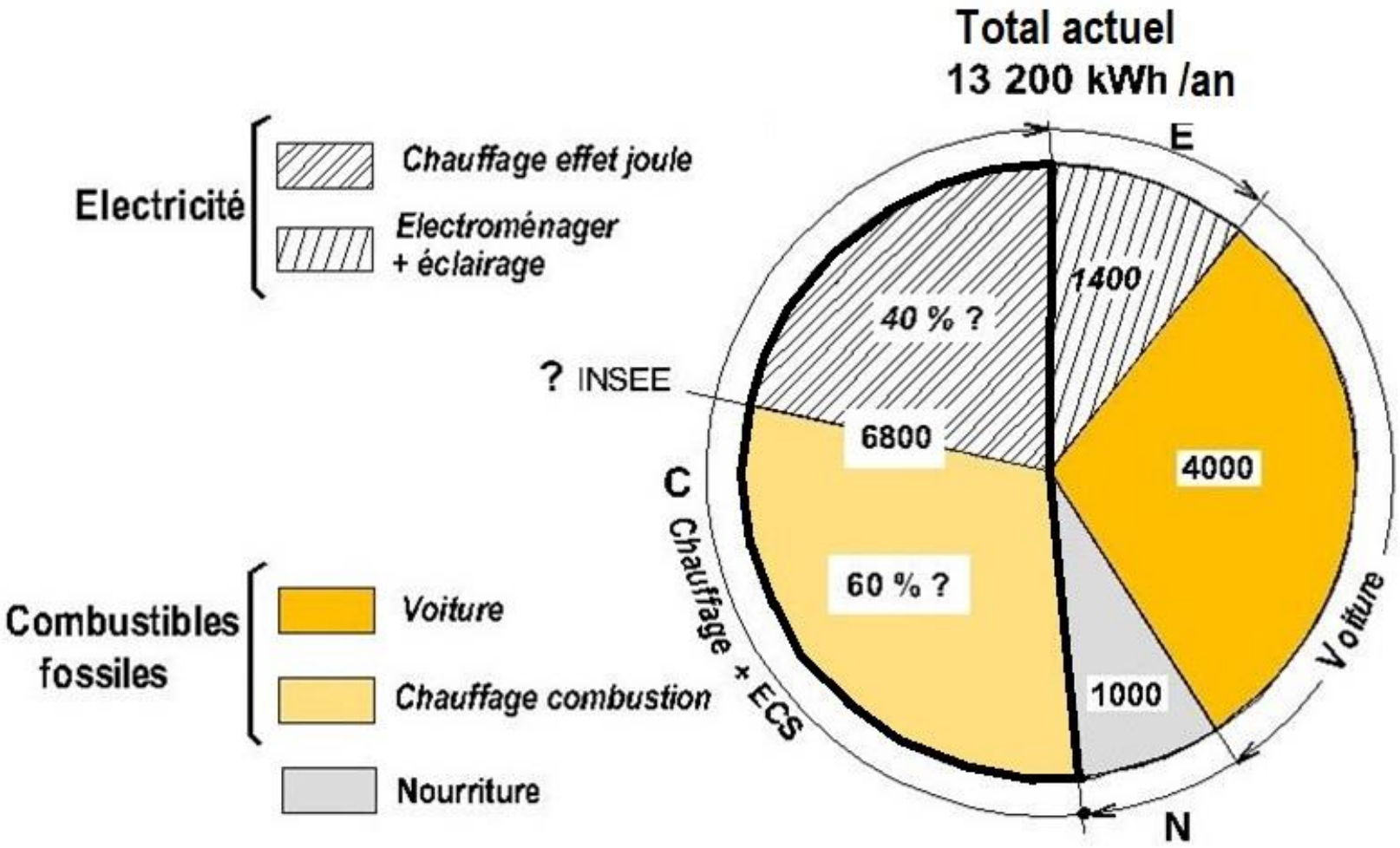


Figure 7

Etude faite pour un citadin vivant en appartement (valeur moyenne). Voir page 137 pour la maison

figure 7

Lorsque l'on observe cette galette concernant la consommation du citadin français en énergie on s'aperçoit qu'il donne plus à manger à son logement et à sa voiture que pour se nourrir. C'est en effet environ la moitié qui est consommée pour assurer la climatisation de son habitat, l'autre moitié étant principalement constituée par l'essence ou le gazole qui alimente sa voiture individuelle.

Le reliquat comprend deux parts sensiblement égales : l'énergie contenue dans ses aliments et l'énergie dépensée pour l'électroménager

Quelques idées :

- *Généralités sur les chaînes énergétiques*
- *pour diminuer la consommation d'énergie du poste le plus lourd : le chauffage actuel*

L'homme et plus restrictivement le parisien a principalement besoin d'énergie pour se chauffer, faire avancer sa voiture, s'éclairer, assurer l'électroménager, manger. Le type d'énergie diffère selon le besoin, il lui faut de l'énergie thermique pour se chauffer, de l'énergie électrique pour s'éclairer et faire fonctionner l'électroménager ainsi que de l'énergie mécanique pour faire avancer sa voiture. Quant à l'énergie contenue dans l'aliment elle est utilisée par homo sapiens d'une part sous forme d'énergie thermique pour maintenir son corps à 37 degrés vu que la température moyenne sur notre planète de 15 degrés centigrades est plus faible que celle de son corps et qu'il a besoin d'énergie sous sa forme mécanique.

- **C** *Pour se chauffer, à savoir satisfaire ses besoins en énergie **thermique,** le français utilise actuellement deux chaînes énergétiques complètement différentes l'une de l'autre, la combustion du fioul ou du gaz d'une part et d'autre part l'effet joule, dans la pratique les radiateurs électriques . Le chiffre de **6800** kWh est une prospective de ce que pourrait être la consommation moyenne assurant le chauffage de l'appartement d'un Français de l'hexagone habitant en ville. Le besoin en énergie du citadin français est en effet principalement le **chauffage** (Environ 50% du besoin total). Vivant en moyenne dans quelque 28 m² habitable dans un appartement qui dissipe quelque 240 kWh par m² habitable en lieu et place des 50 kWh de la RT 2012, la quantité d'énergie thermique qu'il consomme annuellement pour se chauffer correspond sensiblement à 6800 kWh. Ce chiffre tient compte du fait que le besoin du citadin logé en appartement est plus faible que celui du campagnard logeant dans une maison individuelle par le fait que les surfaces de déperditions thermiques d'une maison sont très supérieures à celles d'un appartement. Cette orientation vers les immeubles et leurs appartements a été choisie pour vous donner une meilleure vision du futur et tenir compte d'un accroissement probable de la population urbaine malgré le télétravail qui va se faire progressivement au détriment de la population rurale. Il n'y a pas encore à ma connaissance de statistique faisant la répartition combustion-chauffage électrique en France mais il a été estimé ici et à la figure 32 page 105 que 60% des français se chauffe avec la combustion et les 40% restant avec des radiateurs électriques. Cela ne devrait pas être trop loin de la réalité. Trois types de répartition on aussi été évoquées page 67*
- **V** *Pour satisfaire ses besoins en énergie **mécanique**, c'est-à-dire pour alimenter sa voiture, le français utilise actuellement presqu'exclusivement la combustion de l'essence et de ses dérivés. Ceci avec le moteur à combustion interne utilisant des produits fossiles que ce soit pour sa voiture ou plus généralement pour le transport routier. Quant à l'incidence sur notre environnement et les performances de cette chaine énergétique, tout est malheureusement clair : mauvaise performances et pollution des villes avec les gaz de combustion (particules fines dangereuses pour nos poumons). Le chiffre de **4000** kWh correspond à la consommation de sa voiture individuelle : ceci à raison de 10 000 km par an et d'une consommation de 8 litres d'essence au 100 km. Les 800 litres d'essence consommées annuellement par la voiture du couple fiscal homme-femme correspondent compte tenu du pouvoir calorifique de l'essence proche de 10 kWh par litre à une quantité d'énergie thermique de 4000 kWh pour chacun d'eux.*
- **E** *Le chiffre de **1400** kWh correspond à **l'électroménager et à l'éclairage***

*Le chiffre **N** de 1000 kWh correspond aux **aliments** consommés et produit localement par homo sapiens.*
Voir aussi quelques conseils sur les règles à respecter pour l'alimentation à la fin du chapitre 5 sur l'urgence du changement

Agriculture locale ?

On observe donc sans crainte de se tromper et aussi incroyable que cela puisse paraître qu'homo sapiens consomme nettement plus d'énergie pour se chauffer et alimenter sa voiture que pour se nourrir. Il suffit pour cela de comparer les chiffres pour constater qu'il consomme en pratique environ 6 fois plus d'énergie pour se chauffer que pour s'alimenter. La différence étant un peu plus faible lorsque l'on fait la comparaison par rapport à la voiture.

Mais attention, il faut faire la part des choses. Ce raisonnement n'est valable que si la nourriture est produite localement. Cela pour une raison simple, la quantité d'énergie consommée pour transporter l'aliment peut être bien supérieure à l'énergie contenue dans l'aliment lui- même. Ceci particulièrement avec les échanges internationaux. Par exemple si homo sapiens fait venir sa nourriture des antipodes par avion. On estime en effet que la consommation moyenne pour transporter une charge de 100 kg (un passager avec ses bagages) par avion à beau être sensiblement deux fois plus faible qu'avec la voiture (environ 3 litres de kérosène pour 100 km), il y a la distance. Cela signifie que si 1kg d'aliment venant des antipodes parcours 20 000 km par avion avant d'être consommé, il aura fallu brûler pratiquement 8 fois son poids en kérosène avant de pouvoir le consommer. Ceci en assimilant le pouvoir calorifique du kérosène à celui de l'essence. Ces chiffres exorbitants devraient inciter :

- un organisme comme l'ONU du bien fondé de taxer le kérosène pour l'aviation civile comme cela se pratique pour le carburant destiné au transport routier et à la voiture individuelle.

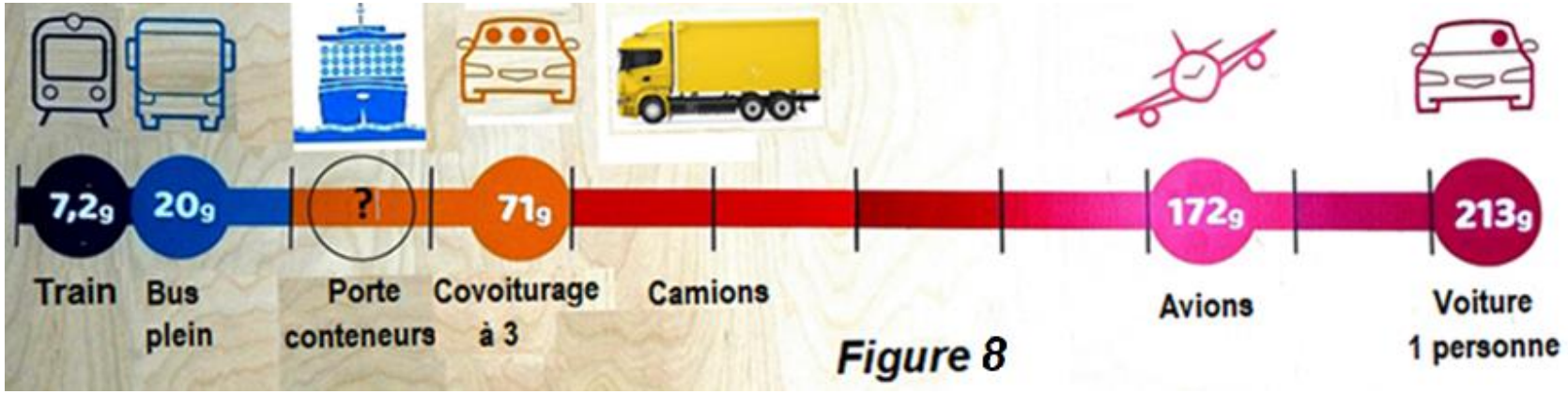
- homo sapiens à cultiver et manger local pour éviter le gâchis actuel . Si ce n'est la mauvaise qualité du carburant utilisé la situation semble toutefois moins grave avec le transport maritime par porte-conteneurs qui traite sensiblement 80% des exportations-importations mondiales

(voir figure 8 page suivante)

*La **figure 8** ci-dessous établie par Tresorio.com fait le point à ce sujet pour différent mode de transport en qui concerne le déplacement à l'horizontal d'une charge de 100 kg sur 100 km. Sur cet abaque a été rajouté le logo correspondant au porte-conteneur. Ce mode de transport maritime bien que proche de la mondialisation et du toujours + génère toutefois selon mes calculs une situation nettement moins grave que l'aviation avec un logo qui se situerait à environ 32 grammes de C02 .*

Porte conteneurs

En effet, si l'on en croit les caractéristiques générales des porte-conteneurs , ces derniers peuvent transporter une charge de 185 000 tonnes (port en lourd) et ceci en navigant à 23 kns correspondant à 42 km/h (1 kns = 1,85 km/h) ce qui lui permet de parcourir ces 20 000 km s'il vient des antipodes en 480 heures (20 jours). Compte tenu de la puissance de ses moteurs diesel de 54 000 kilowatts ou 73 500 CV (1CV = 0,735 kW) et de la consommation moyenne d'un moteur thermique de 150 g/CV heure, il consomme pour faire ce trajet de 20 000 km : 0,15 x 73 500 x 480 x 10^{-3} = 5 180 tonnes de gasoil ce qui correspond à moins de 3% de la masse de marchandise transportée, ce qui est quand même nettement moins grave que l'aviation. C'est tout de même une quantité d'énergie égale à 25 millions de kWh qui est consommée pour le transport de ces 185 000 tonnes de marchandise. Certes, pour réduire les coûts, le combustible est parfois du fuel lourd de très mauvaise qualité mais on constate au travers de ces chiffres que dans le cas des très longs trajets l'énergie nécessaire au transport de l'aliment avec les portes conteneurs serait sensiblement 10 fois inférieure à l'énergie contenue dans l'aliment lui même au lieu d'être environ 8 fois supérieure pour l'aviation. Il faut espérer que sur le long terme on sera capable grâce à la recherche, de développer la construction de structures volantes propulsées à l'hydrogène capables d'abaisser la consommation d'énergie au niveau du celle du porte conteneur. (Voir la fin du chapitre 2 sur l'urgence du changement)



Tresorio.com
(Poids de CO2 émis pour déplacer à l'horizontal une charge d'environ 100 kg sur 100 km avec les modes de transport actuels

Lorsqu'on observe la figure 8 qui vise les émissions de gaz carbonique pour déplacer à l'horizontal une charge d'environ 100 kg sur une centaine de kilomètres on s'aperçoit, corolaire de ce que l'on vient de dire, que la voiture et l'avion sont très mal situées.

Le train quant à lui est à l'évidence le moyen de transport de loin le plus économique en termes d'émission de gaz à effet de serre.

Les matériaux utilisés pour fabriquer les vêtements que nous portons et les km qu'ils ont parcourus avant que nous les portions devraient aussi nous faire réfléchir.

Notas

1 Nous serons probablement amené à considérer que pour survivre, la quantité utile d'énergie contenue dans les aliments absorbés par une personne qui vit dans un milieu à -30 degrés C est supérieure à celle d'un individu qui vit dans un milieu à +40 degrés. En effet dans le premier cas la température extérieure est 67degrés C inférieure à celle de son corps alors que ces deux températures sont pratiquement au même niveau dans le deuxième cas.

2 Il est probable que l'agriculture purement urbaine restera insuffisante pour nourrir le citoyen

Ce qu'homo sapiens consomme selon les pays

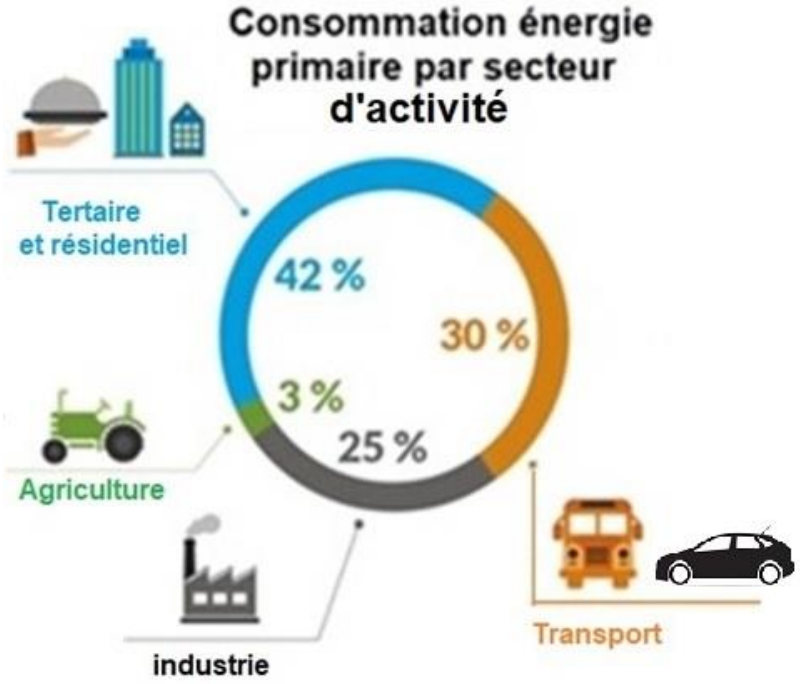
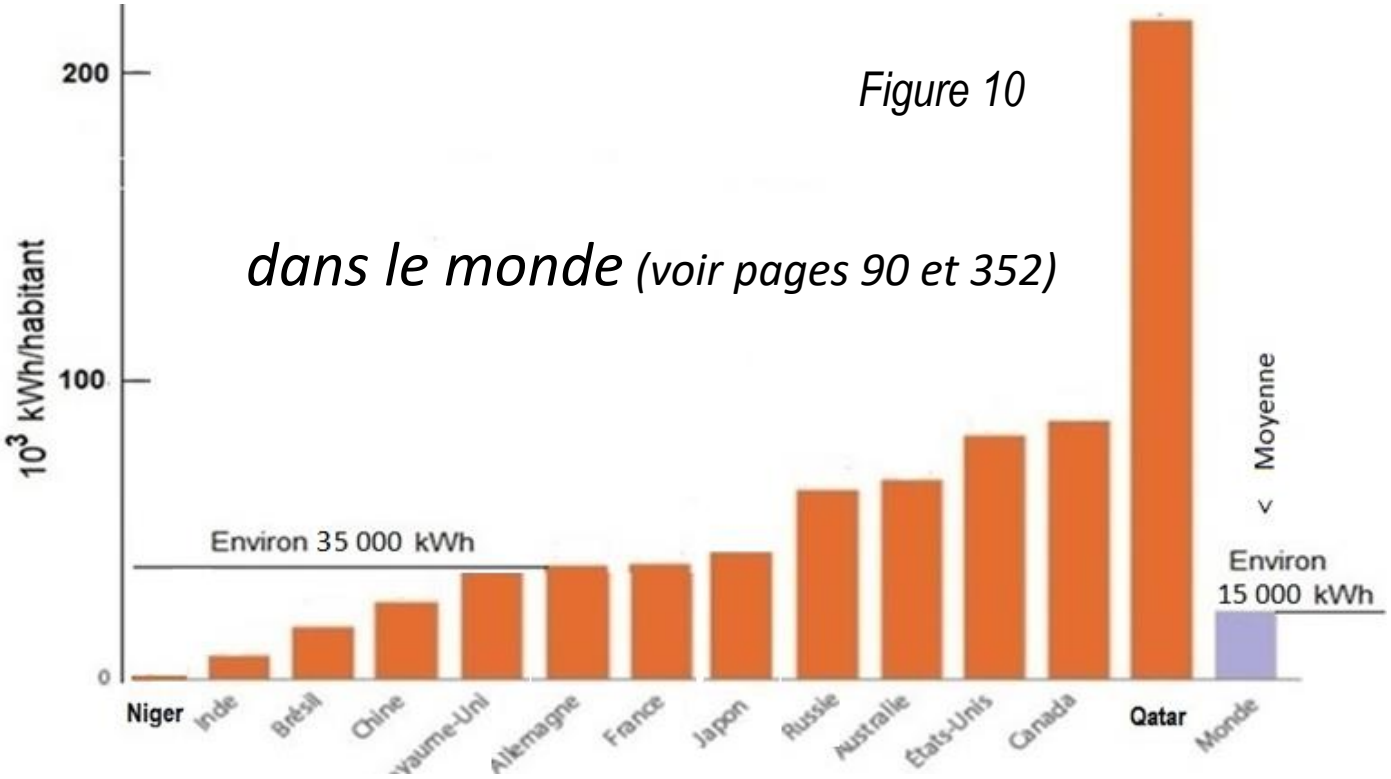


Figure 9

en France *(voir page 88)*

Figure 10

dans le monde *(voir pages 90 et 352)*



Le Canada, les USA, l'Australie, et la Russie sont les gloutons énergivores de la planète terre, la France et l'Allemagne très proches en terme de consommation pourraient faire mieux, quant au Niger…

Figure 9

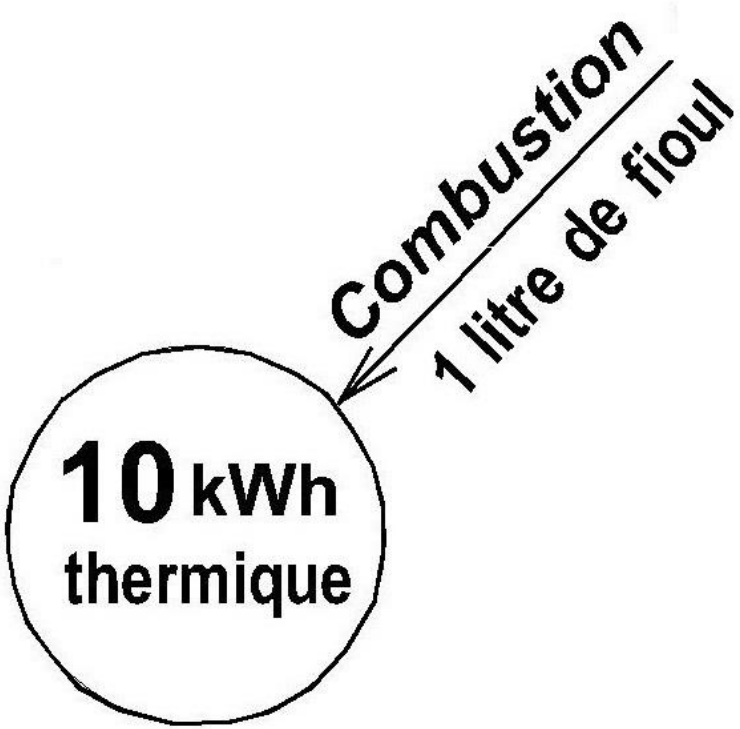
La consommation d'énergie en France est différente selon le secteur d'activité. C'est de loin l'habitat qui absorbe le plus d'énergie : près de la moitié du total. Vient ensuite le transport et l'industrie avec un petit complément, celui de l'agriculture. A défaut d'évoluer vers une amélioration de la génération thermique la réglementation évolue lentement vers l'amélioration de l'isolation de l'habitat et la diminution des déperditions

Figure 10

Cette figure quant à elle donne une idée de ce que chaque Homo sapiens consomme individuellement et annuellement selon le pays où il habite. La France et l'Allemagne se situent au milieu du lot avec environ 40 000 kWh par habitant

La combustion du fioul

Figure 11



La puissance ***P*** est égale au débit de fioul ***Qf*** que multiplie son pouvoir calorifique ***PCI***

On a $P = Qf \times PCI$

$$\frac{\text{litre}}{\text{h}} \times \frac{\text{kW,h}}{\text{litre}}$$

CO2 ***et*** *pollution aux particules fines*

Le chiffre 10

Figure 11

Nous allons dans les pages qui suivent observer à partir de quelle quantité d'essence, de fioul, de gaz ou d'électricité il est possible d'obtenir 10 kWh d'énergie thermique. Ceci selon la nature des chaînes énergétiques que nous utilisons actuellement.

La combustion d’un litre de fioul permet par exemple d'obtenir 10 kWh thermique

La combustion du gaz naturel

Consommation

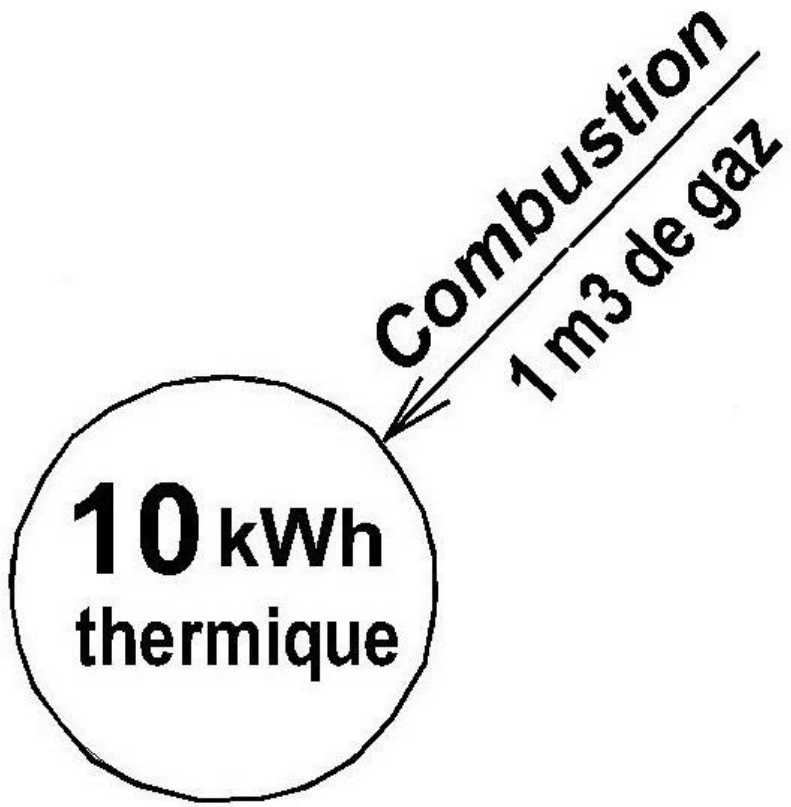


Figure 12

La combustion d'un m3 de gaz naturel permet elle aussi d'obtenir 10 kWh thermique

Nota important

Il convient toutefois d'être prudent avec les anciens systèmes fonctionnant en tout ou rien tel que le gicleur d'un brûleur sur une chaudière à fuel. Il faut en effet tenir du rapport de temps arrêt-marche.

Il peut être utile de connaître la pression à l'entrée du gicleur disons par exemple 8 bar et le débit de fuel qui circule au travers du gicleur à cette pression. Toutefois pour viser juste, il faut tenir compte des habitudes prisent par les chauffagistes. Ceux-ci se voient imposer des débits en gallons/heure sur les abaques. Ceci alors qu'un gallon c'est 3,78 litres aux USA alors que c'est 4,54 litres en Grande-Bretagne et au Canada. Nous sommes peut-être plus canadien qu'américain en raison de la langue mais dans le doute ce serait tout de même bien d'avoir plus de précisions à ce sujet. Ceci dit, si l'on souhaite utiliser la *méthode du gicleur* pour évaluer les déperditions dans la maison, il ne suffit pas d'avoir levé cette incertitude. Il est maintenant nécessaire de savoir quel est le rapport temps de marche/ temps d'arrêt (Le brûleur fait du bruit ou non) et d'associer ces informations aux conditions de températures. C'est à dire faire ce contrôle de temps une fois que le système fonctionne en régime établi avec des températures intérieures et extérieures aussi constantes que possible (Ce qui compte dans la pratique c'est la différence de températures entre l'extérieur et l'intérieur de la maison qui doit rester constante pendant ces mesures).

Si le débit dans le gicleur est par exemple de 0,85 gallons/h en gallons canadien avec 20 degrés dedans et 0 degrés dehors avec un temps d'arrêt brûleur deux fois plus important que le temps de marche, le débit est égal à à 0,85 x 4,54 = 3,86 l/h, la puissance instantanée égale à 38,6 kW et la puissance moyenne fournie par la chaudière ainsi que celle perdue dans la maison en raison des déperditions pour les températures ci-dessus égale à 38,6/3 = 12,8 kW

Le respect de ce qui précède est une condition essentielle si l'on souhaite utiliser la méthode du gicleur pour conforter le calcul théorique des déperditions thermiques dans les parois.

Ce qui est en passe de devenir le passé

1) L'effet Joule (Les radiateurs électriques)

Figure 14

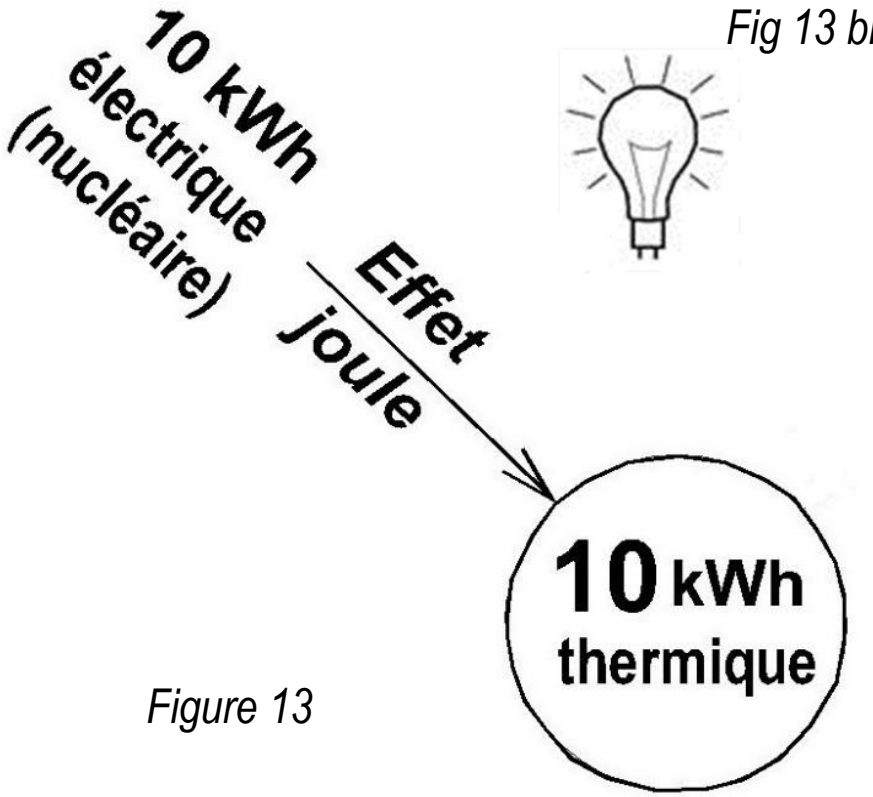
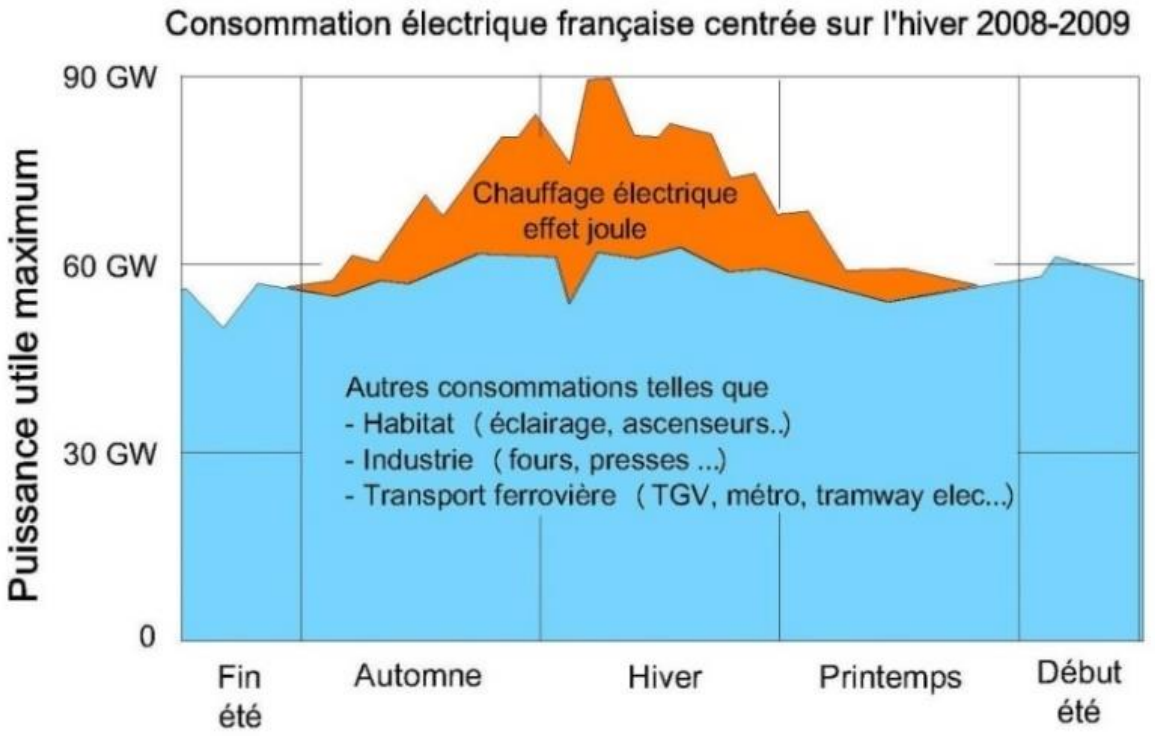


Fig 13 bis

Figure 13



$U = R\,i \qquad P = U\,i = R\,i^2 \qquad W = P\,t = R\,i^2\,t$ les unités dans le système SI :

U Tension en volt ***P*** Puissance en watt ***W*** Energie en joule ***R*** Résistance en ohm (Ω) ***i*** Intensité en Ampère ***t*** en secondes

Figure 13

Lorsqu'on envoie du courant électrique dans une résistance, ce que l'on appelle l'effet joule, il y a formation de chaleur et équivalence entre les kWh électrique consommés et les kWh thermique fournis.

Ce mode de chauffage induit une surconsommation électrique importante au plus froid de l'hiver qui est indiquée en rouge sur la figure 14.

Fig 13 bis
C'est en faisant passer du courant électrique dans un filament de tungstène, ayant un point de fusion très élevé que l'on obtient une lampe qui éclaire en portant à incandescence et par « effet Joule » le métal.

2) Les moteurs thermiques

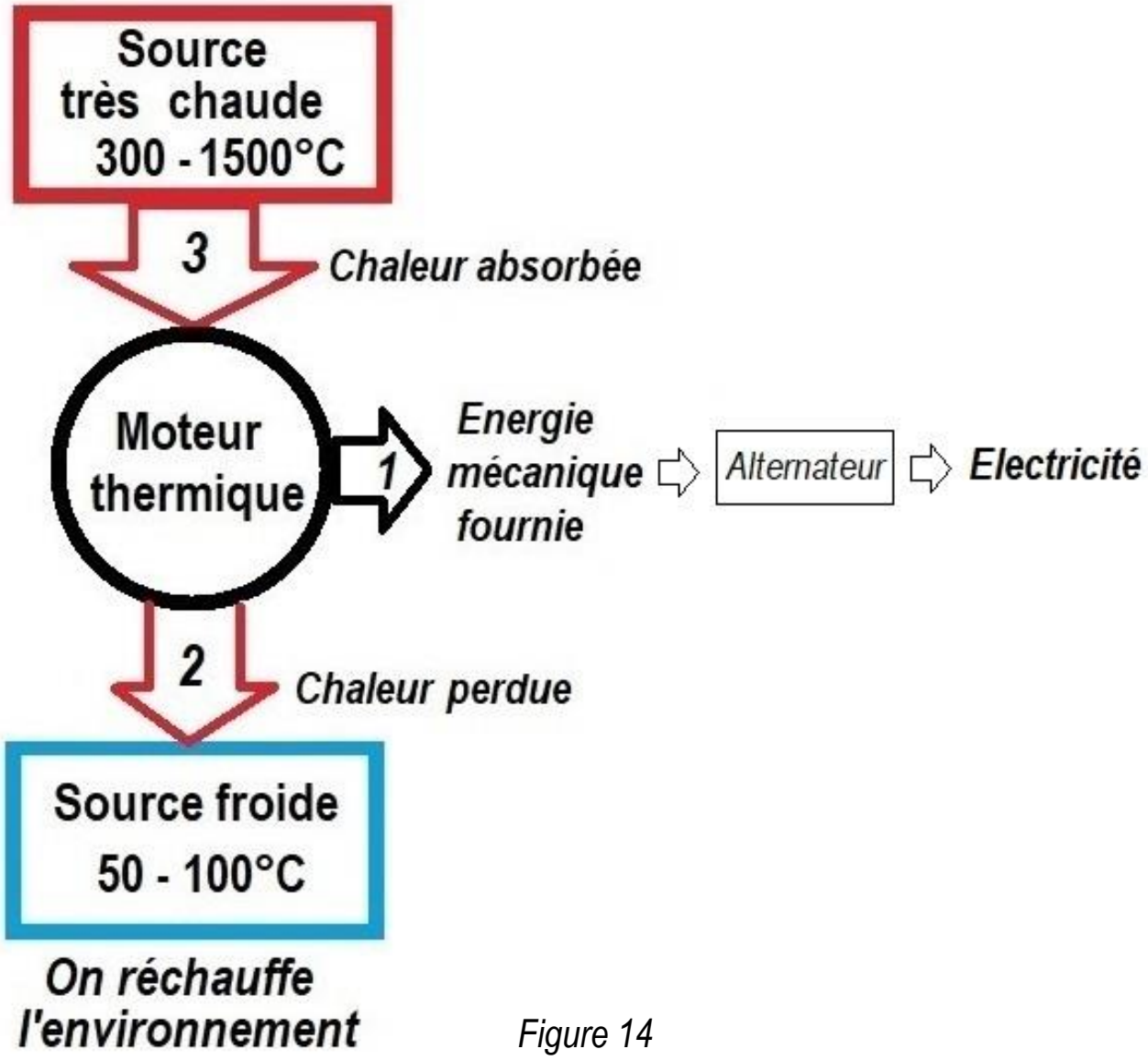


Figure 14

Il s'agit des moteurs thermiques du type moteur à essence et turbine à gaz.

Ces deux systèmes très comparables passent par les hautes températures. Ils polluent et réchauffent l'environnement (2) en fournissant de l'énergie mécanique (1)*

La loi de conservation de l'énergie est respectée : le système émet autant d'énergie qu'il en reçoit : 1+2 =3

*Rendement **r** : 1 que divise 3 = 0,33*

**La source très chaude peut même atteindre dans certains moteurs thermique des températures proches de 1500 ° Ceci en soulevant de graves problèmes métallurgiques.*

Figure 14

Elle représente sous forme symbolique la chaîne énergétique actuellement la plus utilisée dans le monde : A savoir la chaîne énergétique comprenant un moteur thermique utilisant les hautes températures pour générer de l'énergie mécanique puis de l'énergie électrique en fin de chaîne. Ceci grâce à un alternateur.

Ceci aussi en sachant que les hautes températures en amont sont obtenues soit par la combustion des produits fossiles soit par la fission de l'uranium dans les centrales nucléaires.

Maintenant

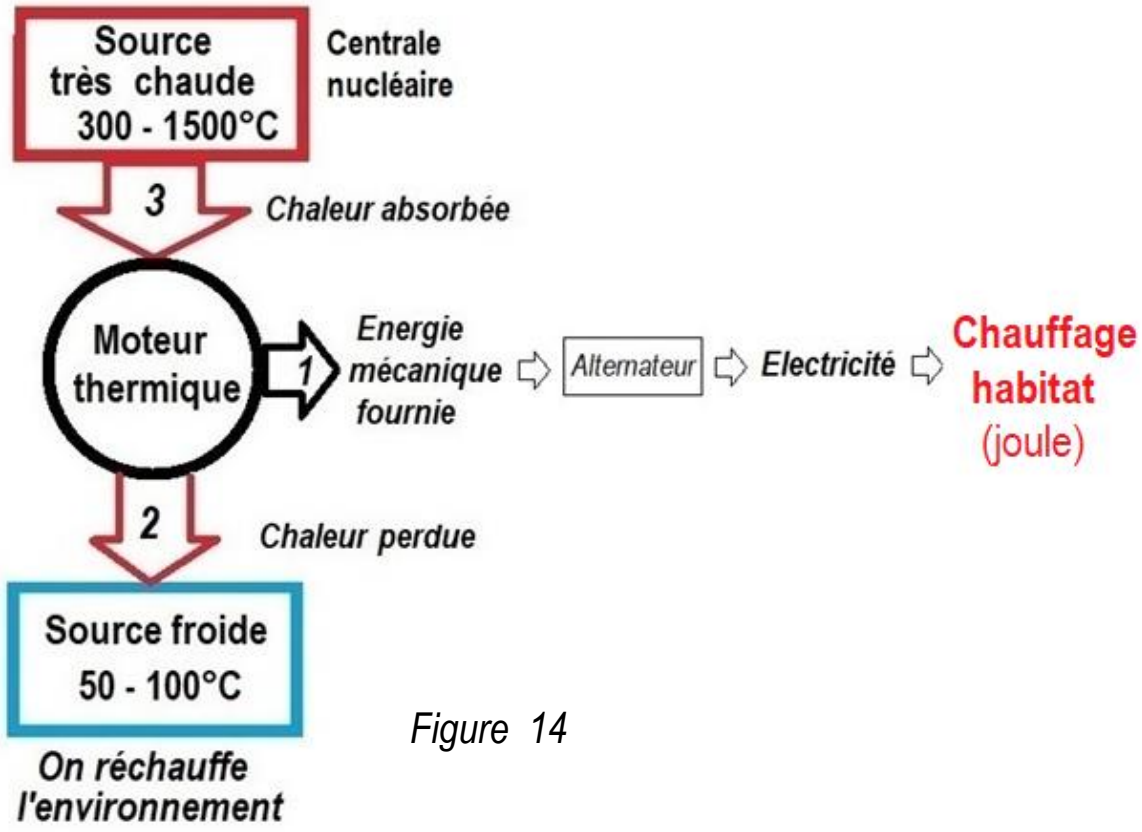


Figure 14

quand?

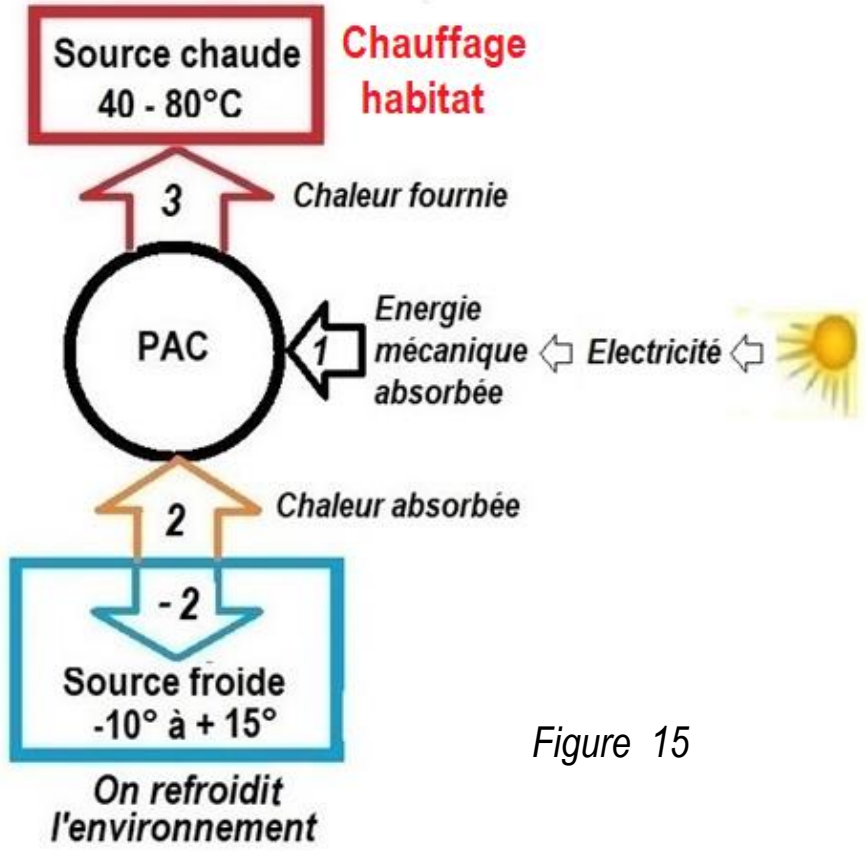


Figure 15

Besoin en chaleur? 2 chaines énergétiques bien différentes

Les performances de la chaine énergétique associée aux centrales nucléaire passant par le moteur thermique pour assurer le chauffage et la climatisation de l'habitat est à l'évidence longue et déplorable en terme de performance.

Pour une même quantité d'énergie électrique la Pompe à Chaleur (PAC) produit à minima trois fois plus de chaleur (Dans la pratique 5 à 6 fois plus si l'on prélève l'énergie thermique renouvelable dans l'eau et non dans l'air). On conçoit en observant la figure de gauche l'absurdité du chauffage par effet joule avec son COP de 1 (Voir figure 13)

Figures 14 et 15

Sur cette page qui reprends la précédente j’ai voulu montrer la modification qui est souhaitable pour chauffer l’habitat

- sur la gauche (*figure 14*) : comment l'on chauffe actuellement l'habitat avec l'effet joule et la chaîne énergétique utilisant le moteur thermique

- sur la droite (*figure 15*): comment on pourrait le faire avec une chaîne énergétique plus courte sans passer par les hautes températures et sans utiliser le moteur thermique. Ceci grâce à l'électricité solaire et au chauffage thermodynamique en prélevant l'énergie thermique sur l'air avec un coefficient de performance (COP) de 3

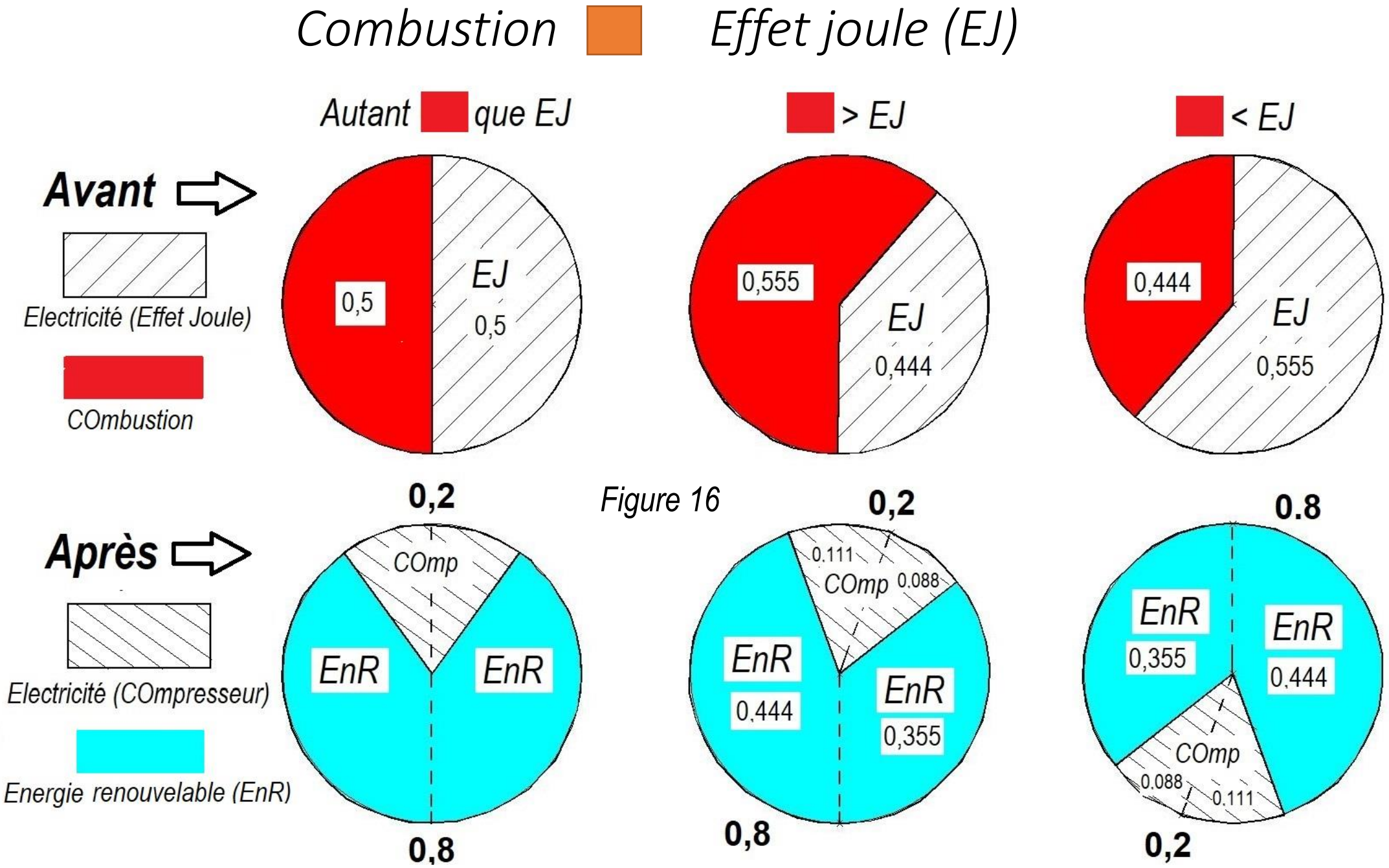

Combustion
Effet joule (EJ)
Autant
que EJ
> EJ
< EJ
Avant
Electricité (Effet Joule)
COmbustion
0,5
EJ
0,5
0,555
EJ
0,444
0,444
EJ
0,555
0,2
0,8
Après
Electricité (COmpresseur)
Energie renouvelable (EnR)
COmp
EnR
EnR
0,2
0,111
COmp
0.088
EnR
0,444
EnR
0,355
0,8
0.8
EnR
0,355
EnR
0,444
COmp
0.088
0.111
0,2

Figure 16

Figure 16

Le chauffage de l'habitat dans une grande métropole comme Paris est assuré actuellement soit par l'effet joule (*EJ*) c'est à dire les radiateurs électriques, soit par la combustion (*CO*). Vu le gâchis énergétique que représente l'effet joule (*EJ*), il n'est pas acceptable qu'aucune statistique expliquant la part prise en pourcentage par chacune de ces chaînes énergétiques ne soit accessible à partir d'organismes tels que l'INSEE. La vérité est probablement dans la colonne du milieu avec une sensible prédominance de la combustion (*CO*)

La ligne supérieure montre la situation avec les chaines énergétiques actuelles qui réchauffe l'environnement extérieur. Ceci avec une répartition 50/50 à gauche, une prédominance combustion (*CO*) au milieu et une prédominance effet joule (*EJ*) sur la droite

La ligne inférieure montre la situation après passage au chauffage thermodynamique en échangeant sur l'eau avec un COP de 5. On constate qu'il est ainsi possible d'abandonner la combustion, le besoin thermique étant assuré en prélevant l'essentiel (80%) de l'énergie thermique dans l'environnement naturel en le refroidissant (*EnR*), le complément de 20% étant assuré par l'électricité.

La bonne et la mauvaise chaîne énergétique

*On commence je crois en 3ème à manipuler les équations algébriques. Pour tenter de me faire comprendre je ne vous expliquerais pas les détails et la signification de ces formules valables si les températures sont exprimées en degrés Kelvin vu que vous ne comprendriez probablement pas mes explications. Je vous demande seulement de vous rappeler que la grande lettre T représente des températures (**c** quand c'est chaud, **f** quand c'est froid. Il y a une chose que vous pouvez je pense vérifier: son exactitude algébrique « apparente » vu que le produit des deux termes est bien égal à 1*

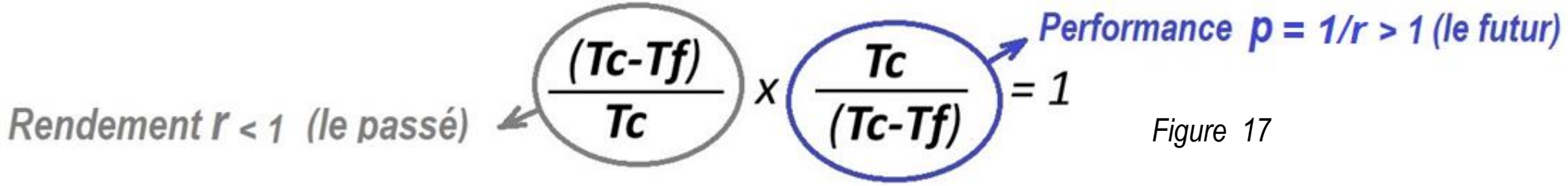


Figure 17

*Je vous demande de me croire si je vous dis que le **1er** terme **(Tc-Tf)/Tc** représente le rendement des chaînes énergétiques basées sur le **« moteur thermique »** que nous utilisons actuellement pour nous chauffer en hiver et assurer la motorisation de nos voitures. Ces chaînes énergétiques aux performances modestes (**r** comme rendement < 1) sont dans la pratique la combustion des produits fossiles et le nucléaire qui passent par la case thermique des hautes températures pour produire notre couteuse électricité. Ces deux chaînes énergétiques sont celles qu'il va falloir que nous abandonnions sans trop attendre pour assurer le confort thermique de notre l'habitat et la motorisation de nos voitures. Cela pour ne pas affecter dangereusement notre environnement. On a grosso modo **r** = 0,33 (ce qui revient à dire qu'avec ces chaînes, l'on perd inutilement 66 % de l'énergie en réchauffant notre environnement.*

*Quant au **2ème** terme **Tc/(Tc-Tf)** , il représente les performances de la chaîne énergétique type « **moteur frigorifique** » qu'il va falloir généraliser en remplacement de la chaîne énergétique précédente pour assurer le chauffage et la climatisation de l'habitat. Ceci par le fait que la performance **p** aussi appelé **COP** est cette fois supérieure à 1. Les performances de cette 2ème chaîne énergétique qui met en jeu des températures beaucoup plus faibles sont nettement améliorées par rapport à la précédente. Avec **p** = 1/**r** = 1/0,33 = 3 (ce chiffre beaucoup plus intéressant résultant du prélèvement important de chaleur renouvelable dans notre environnement)*

La page qui précède est un peu plus difficile à comprendre.

Je vous demande seulement :

- pour la première, la formule de la figure 17, de vérifier qu'elle est exacte algébriquement. On verra par la suite que le terme de gauche représente les performances des anciennes chaînes énergétiques basées sur le moteur thermique alors que le terme de droite représente les performances des chaînes énergétiques que nous allons devoir maintenant utiliser vu l'amélioration qu'elles apportent en ce qui concerne leur performances (*COP*)

On verra aussi par la suite grâce au sablier qu'il y a le mauvais *COP* (les voyages internationaux) et le bon COP (le restez chez soi)

Figure 16

Il s'agit de la même chaîne énergétique que celle de la *figure 15* qui présente l'avantage de ne pas passer par les hautes températures et le moteur thermique. Mais cette fois en prélevant l'énergie thermique sur l'eau et non sur l'air. Ceci avec un coefficient de performance *COP* égal à 5 (voire mieux) au lieu de 3. L'amélioration des performances étant liée aux températures des sources chaudes (***Tc***) et froide (***Tf***) plus proches l'une de l'autre. On verra plus tard pourquoi

Les pompes à chaleur aquathermique

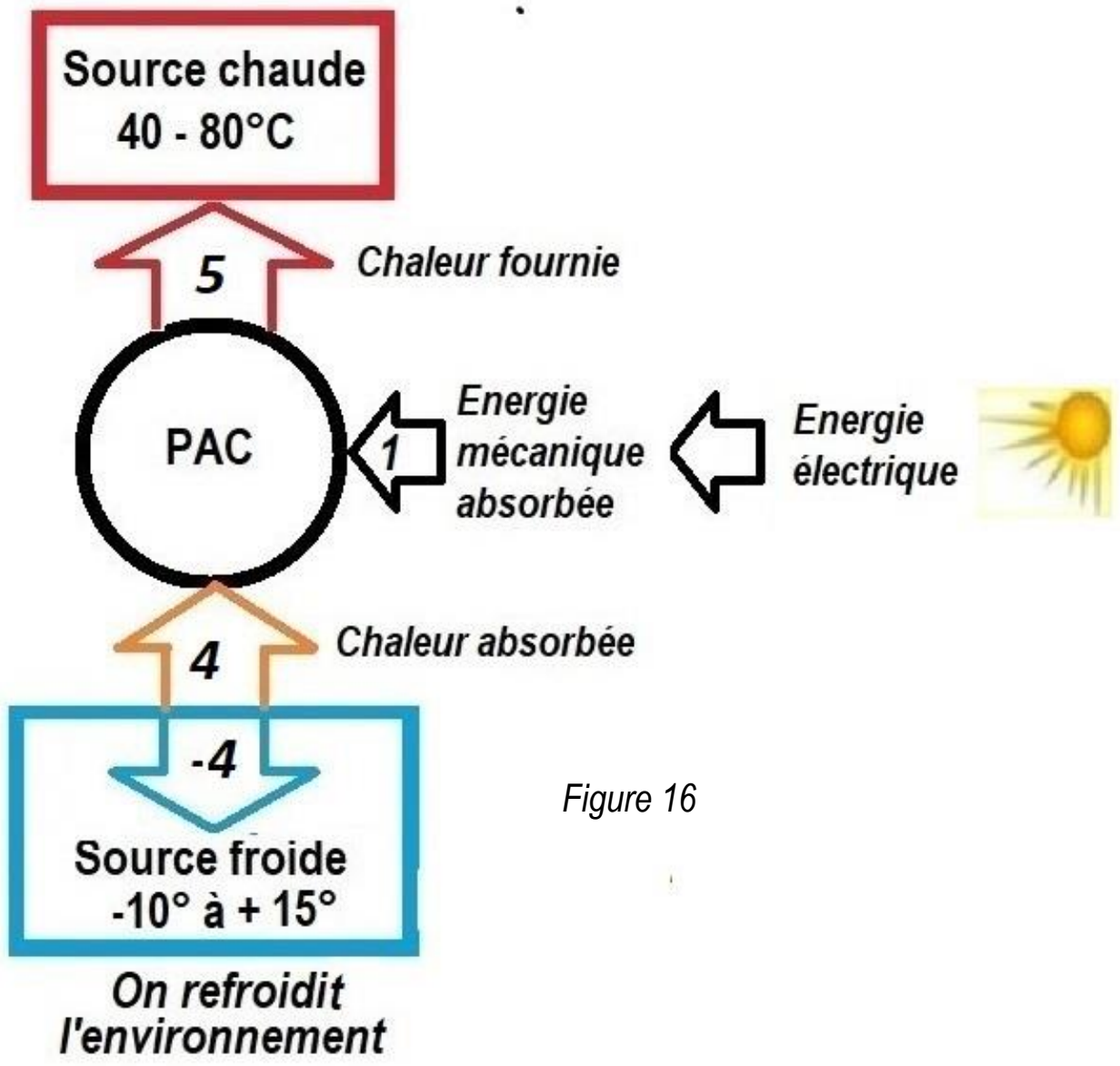


Figure 16

La pompe à chaleur aquathermique, comme les moteurs thermiques émettent autant d'énergie qu'ils en reçoivent et respectent les lois de conservation de l'énergie :

4 + 1 = 5

*En prélevant l'énergie dans l'eau en hiver leurs performances (**p**) sont presque deux fois supérieures à celles des pompes à chaleur échangeant sur l'air*

p = 5/1= **5** *(COP)*

Une transition énergétique lente….

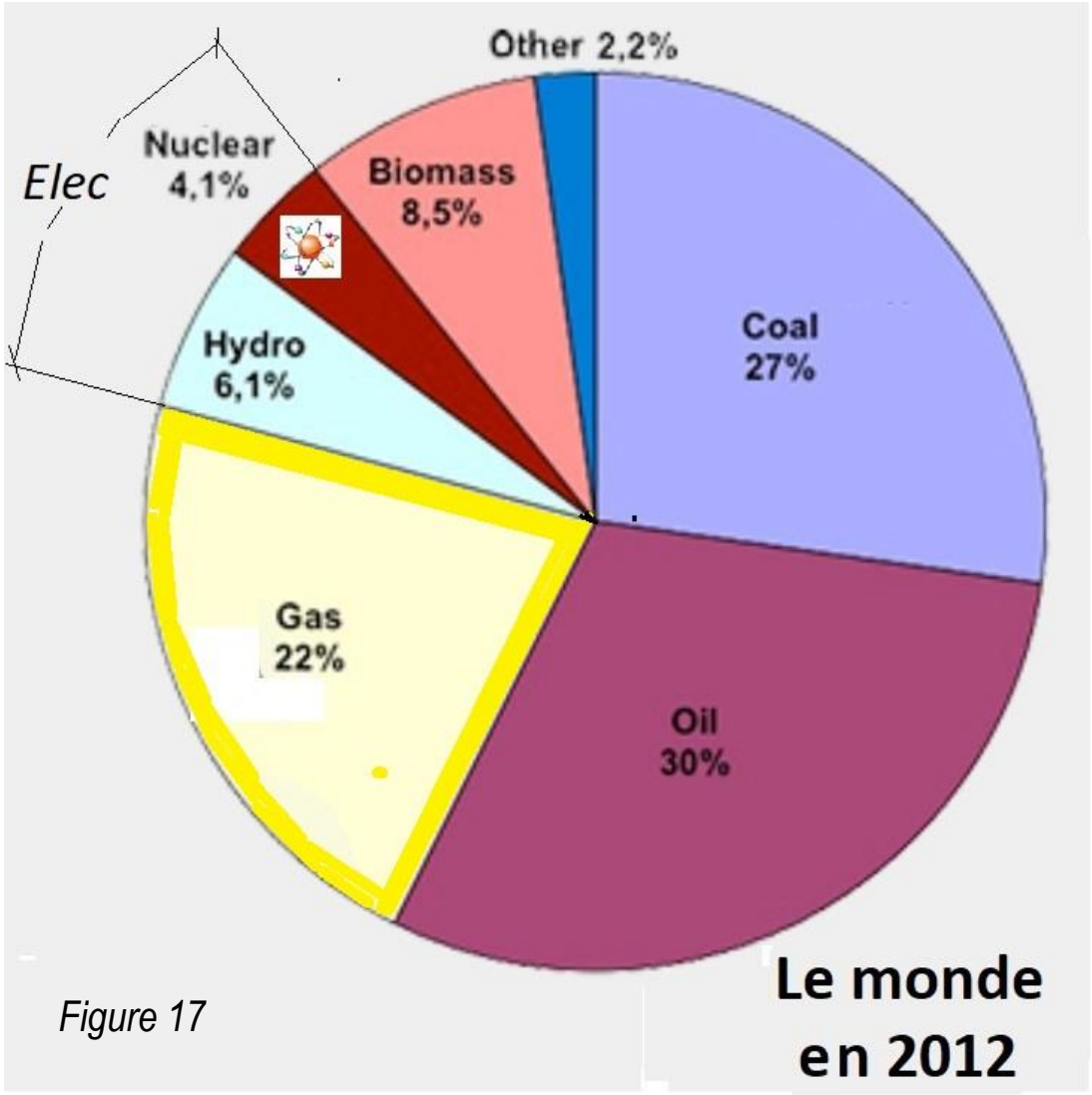


Figure 17

Figure 18

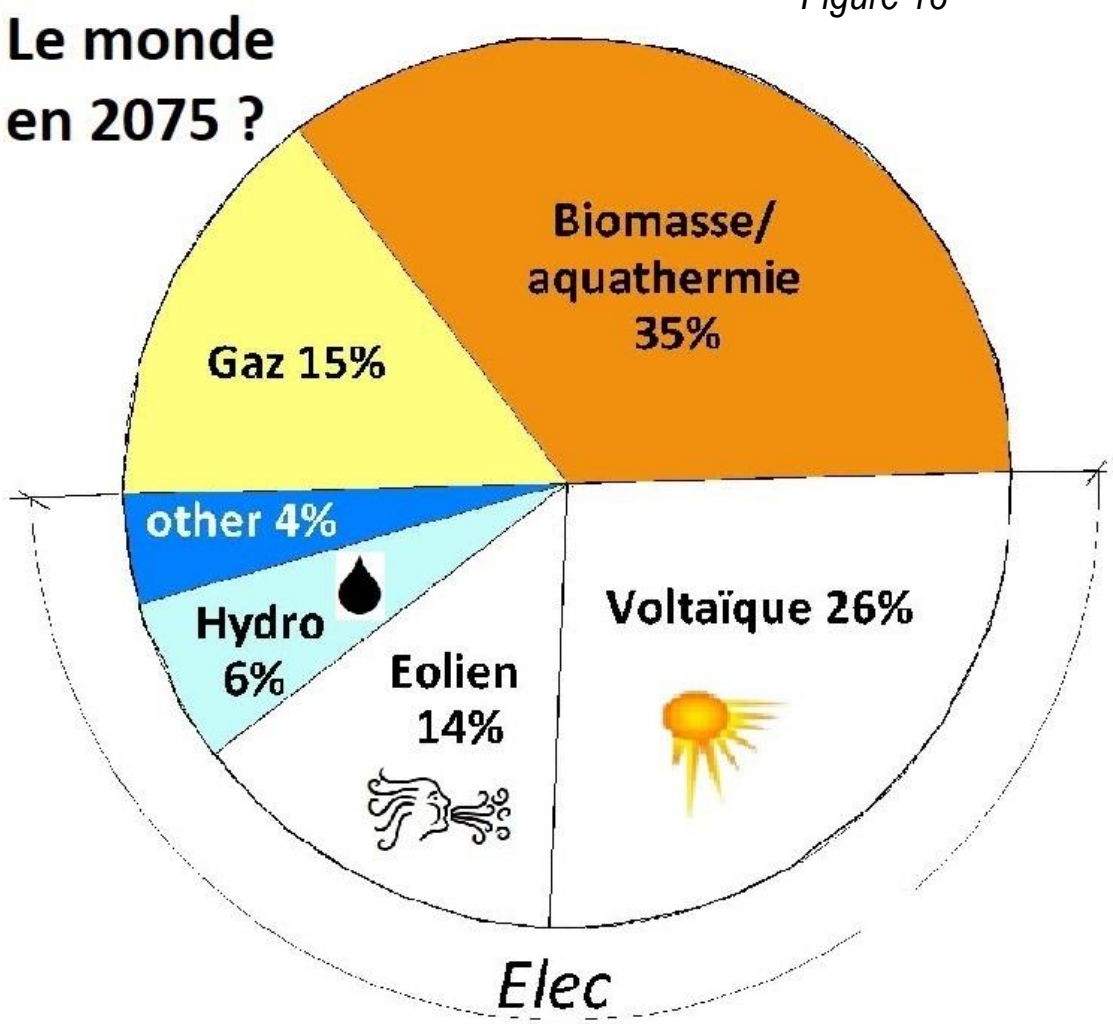


Figure 17

Elle montre comment le monde s'approvisionne actuellement en énergie. Actuellement ce sont principalement 3 combustibles fossiles, l'essence, le charbon et le gaz, générateur de gaz à effet de serre qui assure l'essentiel du besoin. Le complément étant assuré par l'hydraulique, le nucléaire et la biomasse

Figure 18

Elle montre comment il envisage de le faire en 2075. Ceci grâce à la géothermie associée à l'aquathermie, au voltaïque associé à l'éolien et probablement avec un petit reliquat gaz. La Chine optimiste, espère même parvenir au zéro carbone, c'est-à-dire sans le gaz dès 2060.

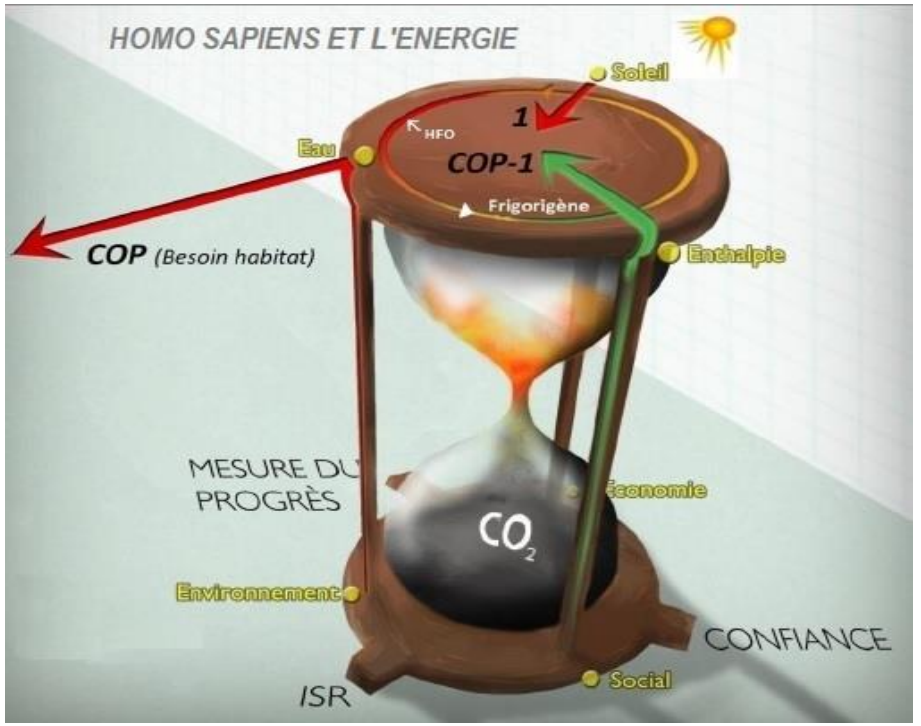
Un facteur favorable à la transition: l'arrivée à la présidence des USA de Joe Biden qui rejoint les accords de Paris sur le climat.

Un lutin thermique lui fait une proposition.

Le bon et le mauvais COP

Améliorer rapidement la qualité de l'air dans nos villes en diminuant nos charges chauffage sans déséquilibrer notre économie et sans aggraver le réchauffement climatique devraient être les principaux objectifs de notre transition énergétique. Ceci de telle sorte que la médecine pulmonaire et le médiateur de l'énergie dans nos cités ainsi que la montée annoncée des océans ne soit plus qu'un mauvais souvenir. Pour cela il va falloir que nous réalisions après avoir choisi la bonne chaîne énergétique pour assurer le chauffage de l'habitat qu'il y a le "mauvais" et le "bon" COP, un peu comme il y a le mauvais et le bon cholestérol.

- Le "mauvais COP" c'est l'enfer du "consommer plus" avec tous ces voyages internationaux en avion convergeant vers le pays organisateur de ces COP, 22, 23, 24 25 et bientôt 26 à Glasgow en écosse heureusement repoussé etc... Un enfer pavé de bonnes intentions certes, mais absent de pragmatisme qui nous entraîne années après années vers l'aggravation de notre empreinte écologique



ISR *investissement socialement responsable*
COP *coefficient de performance*

- Le "bon COP", c'est celui du "consommer moins" associé à la thermodynamique et sa pompe à chaleur pour la climatisation de l'habitat. Une chaîne énergétique aux performantes élevées ayant pour valeur le rapport entre l'énergie thermique arrivant dans le logement pour assurer notre confort et l'énergie électrique nécessaire pour produire cette énergie thermique. À l'inverse de la chaîne basée sur le cycle de Carnot et les hautes températures qui fournit de l'énergie mécanique cette chaîne énergétique du "consommer moins" se suffit d'une petite quantité d'électricité: celle nécessaire au moteur électrique entraînant le compresseur. Autre avantage important à l'heure du réchauffement climatique : elle refroidit plutôt notre environnement au lieu de le réchauffer. Quant aux performances de cette deuxième chaîne énergétique on observe que la performance s'améliore

- si la température à la source froide augmente.

- si l'on diminue la température à la source chaude. voir à ce sujet les radiateurs basse température

Complément technique

La théorie permet, à partir de la formule Rendement = ***(Tc-Tf)/Tc*** d'évaluer le rendement du *cycle de Carnot* et de se faire une idée du rapport entre l'énergie mécanique en sortie du *moteur thermique* et la quantité d'énergie thermique qui a été nécessaire pour produire cette énergie mécanique. Le calcul montre qu'en pratique c'est 66 % de l'énergie potentielle contenue dans le combustible qui est perdue et qui réchauffe inutilement notre environnement!. En opposition complète avec le *cycle de Carnot* la théorie permet de mettre en évidence les performances du chauffage ou de la réfrigération thermodynamique. Une chaîne énergétique qui n'a rien à voir avec la précédente puisque les performances de cette chaîne énergétique s'obtiennent à partir d'une formule qui n'est autre que l'inverse de la précédente à savoir ***Tc/(Tc-Tf).***

Une chaîne énergétique qui est celle du réfrigérateur ou de la pompe à chaleur dans laquelle le système reçoit de l'énergie mécanique au lieu d'en émettre. Une chaîne énergétique qui, à l'inverse de la précédente voit sa performance s'améliorer lorsque la température à la source chaude ***Tc*** diminue et que la température à la source froide ***Tf*** augmente. À ce point différentes du *moteur thermique* que l'on ne parle plus de rendement mais de performances. Des performances on va le voir incomparablement supérieures au *moteur thermique* et à la combustion permettant de produire au choix de l'énergie thermique positive (du chaud) ou négative (du froid). Ceci en consommant sensiblement 5 fois moins d'électricité qu'avec le chauffage électrique par effet joule. Ce qui précède prouve que les pays dits « développés » n'ont pas montré l'exemple de ce qu'il faut faire en ce qui concerne l'énergie. Ceci en ne considérant pas l'énergie thermique à sa juste valeur. Pour éclaircir la situation, il leur appartient maintenant de reconnaître qu'ils se sont trompés. L'influence néfaste des chaînes énergétiques actuelles qu'il s'agisse du nucléaire ou de la combustion des produits fossiles résident principalement dans le fait qu'elles passent par la case des hautes températures et du moteur thermique pour produire l'énergie électrique nécessaire à nos besoins. L'action de l'homme concernant la température sur terre n'est pas négligeable. Ceci dit l'épuisement prochain de nos réserves d'énergie non renouvelables à l'échelle du siècle et le temps qui va être nécessaire pour modifier nos chaînes énergétiques font que l'urgence du changement est bien là

Chaud Froid Performance (CFP)

Une PAC peut fonctionner selon deux modes de fonctionnement

En mode chaud (mode pompe à chaleur) la chaleur émise par le fluide caloporteur à l'intérieur de l'habitation est égale à la chaleur qu'il reçoit à savoir celle émise par le compresseur majorée de celle reçue par l'environnement lorsqu'il le refroidit

*E*n été, une pompe à chaleur peut fonctionner en *mode froid* (mode climatisation) et refroidir l'intérieur du logement au lieu de le réchauffer. Ceci grâce à une vanne 4 voies qui inverse les fonctions assurées par l'évaporateur et le condenseur de telle sorte que le système réchauffe l'environnement au lieu de le refroidir.

Lors de son cycle de fonctionnement le *fluide caloporteur* de la pompe à chaleur passe alternativement de l'état liquide à l'état gazeux pour revenir à l'état liquide. L'énergie qu'il émet lorsqu'il est à l'état liquide dans le condenseur (entropie) est égale à la somme des énergies qu'il reçoit: celle lorsqu'il est à l'état gazeux et à très basse température dans l'évaporateur majorée de l'énergie fournie par le compresseur. Le coefficient de performance (COP)de ces deux systèmes est le rapport entre l'énergie émise par le fluide caloporteur lorsqu'il est à l'état liquide dans le condenseur et l'énergie utile à l'entretien du cycle à savoir celle fournie par le compresseur. On démontre que le ***COP*** de ces 2 chaînes énergétiques est égal à ***Tc***/(***Tc*** -***Tf***). ***Tc*** et ***Tf*** étant les températures aux sources chaude et froide exprimées en degré Kelvin. voir démonstration

L'entropie du fluide caloporteur s'exprime en kJ/kg. La puissance thermique délivrée par une pompe à chaleur en mode chaud est égal à l'entropie du fluide caloporteur par son débit kJ/kg x kg/s = kJ/s > kW

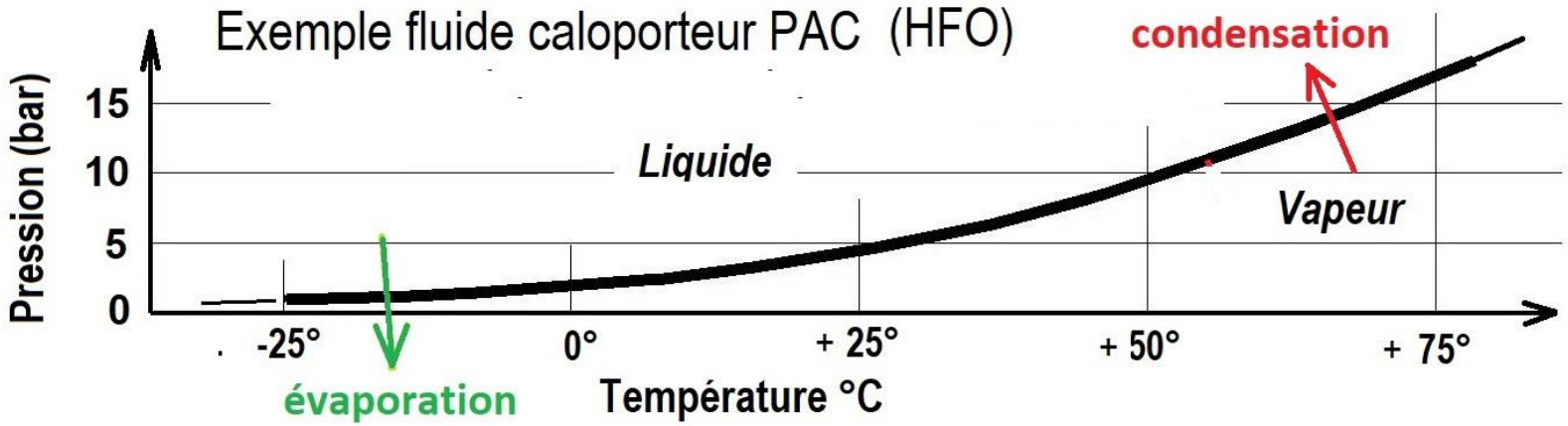


Figure 19

Figure 19

Cette figure est un moyen pour moi de commencer à vous expliquer comment se font les transferts thermiques permettant de prélever l'énergie thermique dans notre environnement naturel avec la pompe à chaleur. Ceci sachant que :

- lorsque le fluide caloporteur est chaud lors de la phase condensation, il réchauffe l'habitat

- lorsque le fluide caloporteur est très froid lors de la phase évaporation, il refroidit l'environnement

Le diagramme de Mollier

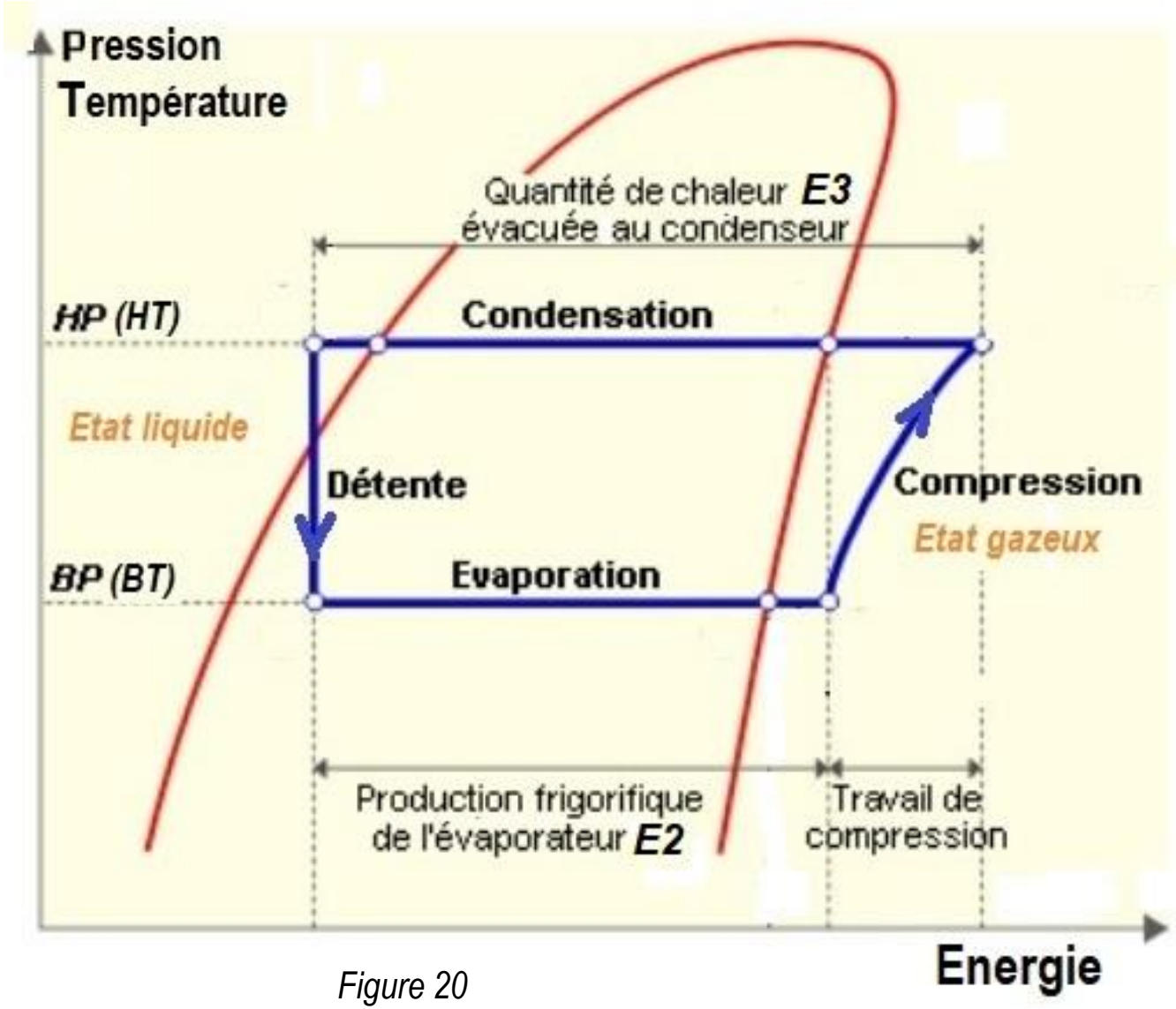


Figure 20

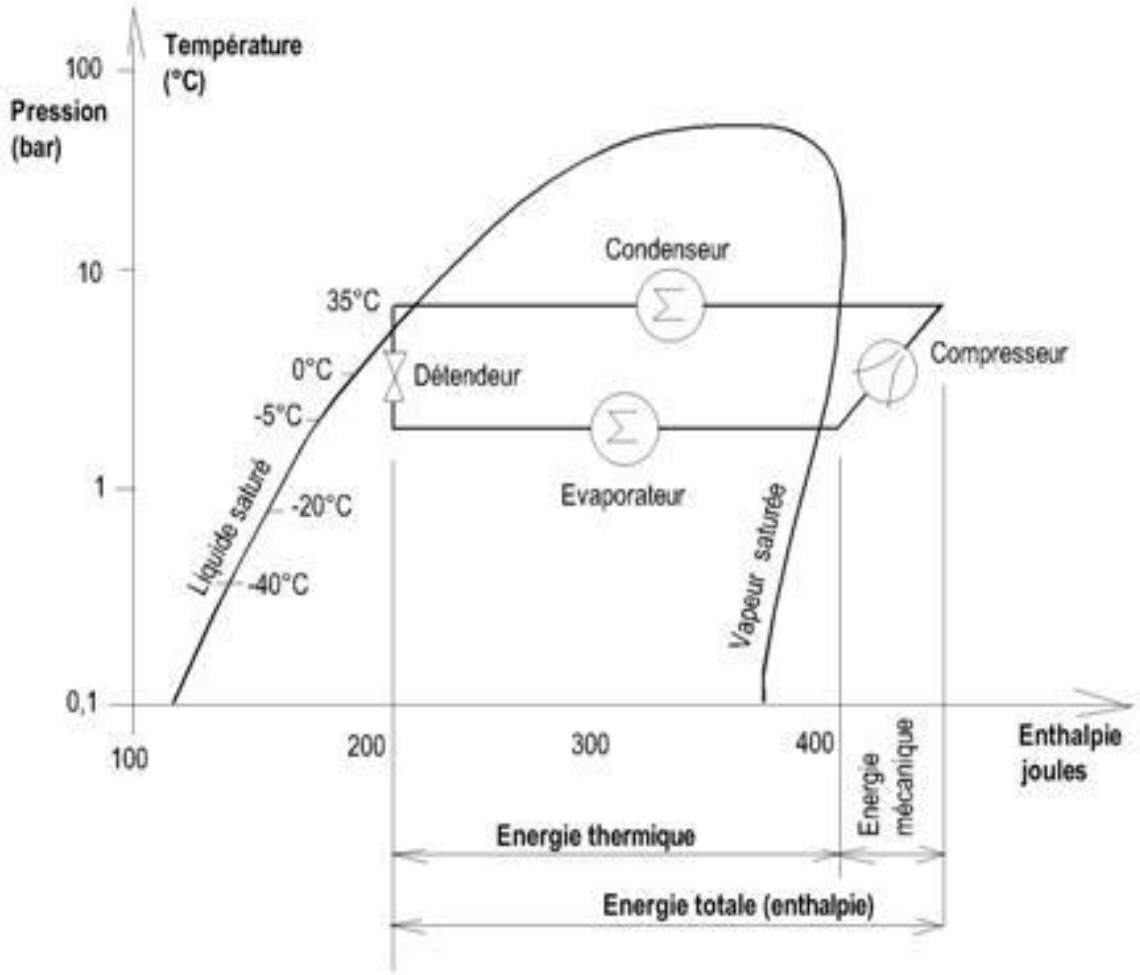
Lorsque le fluide caloporteur de la pompe à chaleur à fait un tour complet en se retrouvant dans l'état gazeux initial à l'entrée du compresseur après être passé par l'état liquide dans le condenseur, l'énergie qu'il a reçu, lors de la phase compression majorée de l'énergie thermique reçue de l'environnement en le refroidissant est égale au signe près à la quantité de chaleur qu'il a émis dans le condenseur.

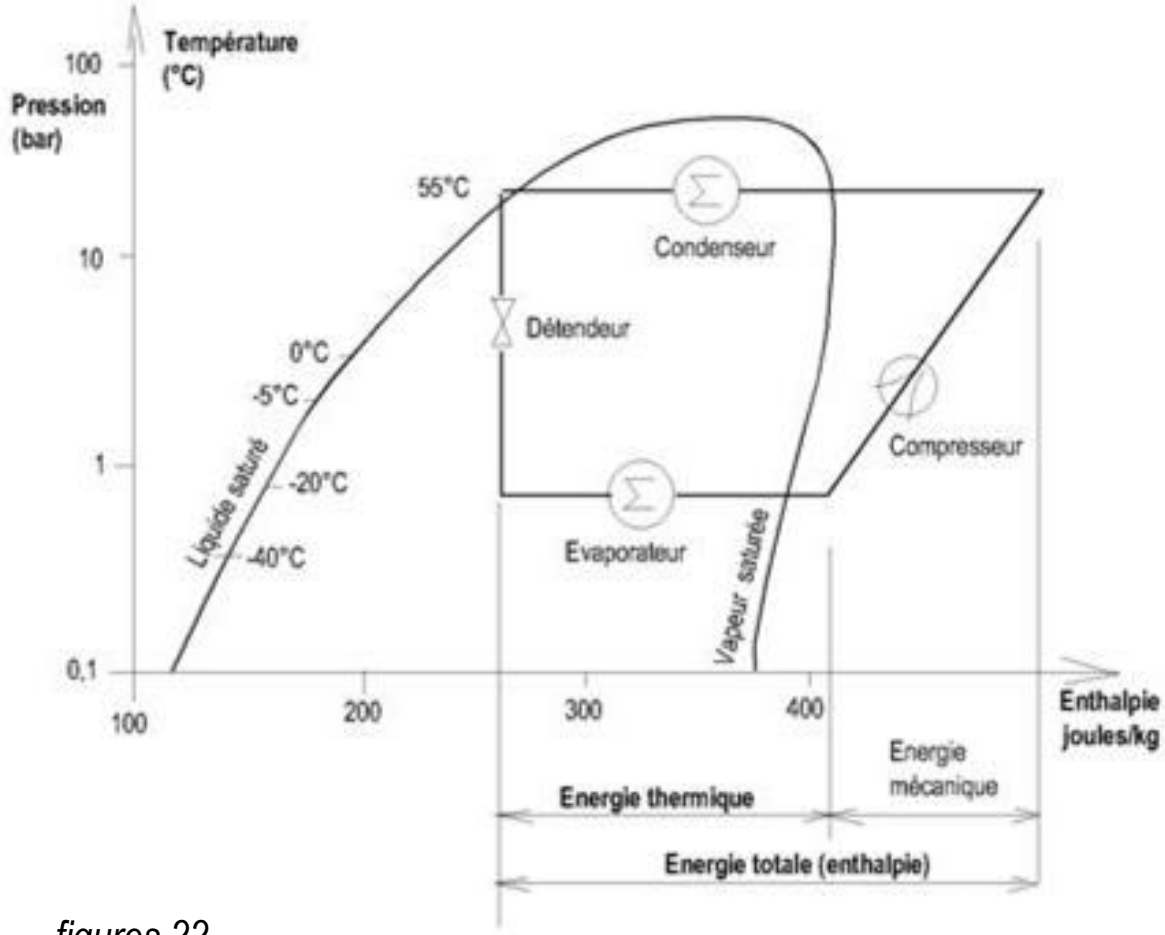
Figure 22

Elle représente le diagramme de Mollier bien connu des techniciens se préoccupant des pompes à chaleur. Il est important de comprendre que la chaleur transmise à l'habitation par le condenseur de la pompe à chaleur est égale compte tenu de la conservation de l'énergie à la somme des énergies frigorifiques émise à l'évaporateur majoré du travail de compression lorsque le fluide caloporteur de la pompe à chaleur est à l'état gazeux.

Il y a certes le calcul mais la *figure 22* représentant le diagramme de Mollier permet aussi de comprendre que l'on améliore les performances de la pompe à chaleur en diminuant la température à la source chaude. Cette notion est importante pour orienter la chauffage thermodynamique de l'habitat urbain dans le bon sens. Il faut aussi noter la prise de conscience des Lutins thermiques et de l'Association des Responsables de Copropriété (ARC) que la tentative d'individualisation des frais de chauffage dans les immeubles est une erreur dans la mesure où elle augmente la température à la source chaude en affectant les performances.

Bon à gauche, moins bon à droite





figures 22

La température à la source chaude

Figure 21

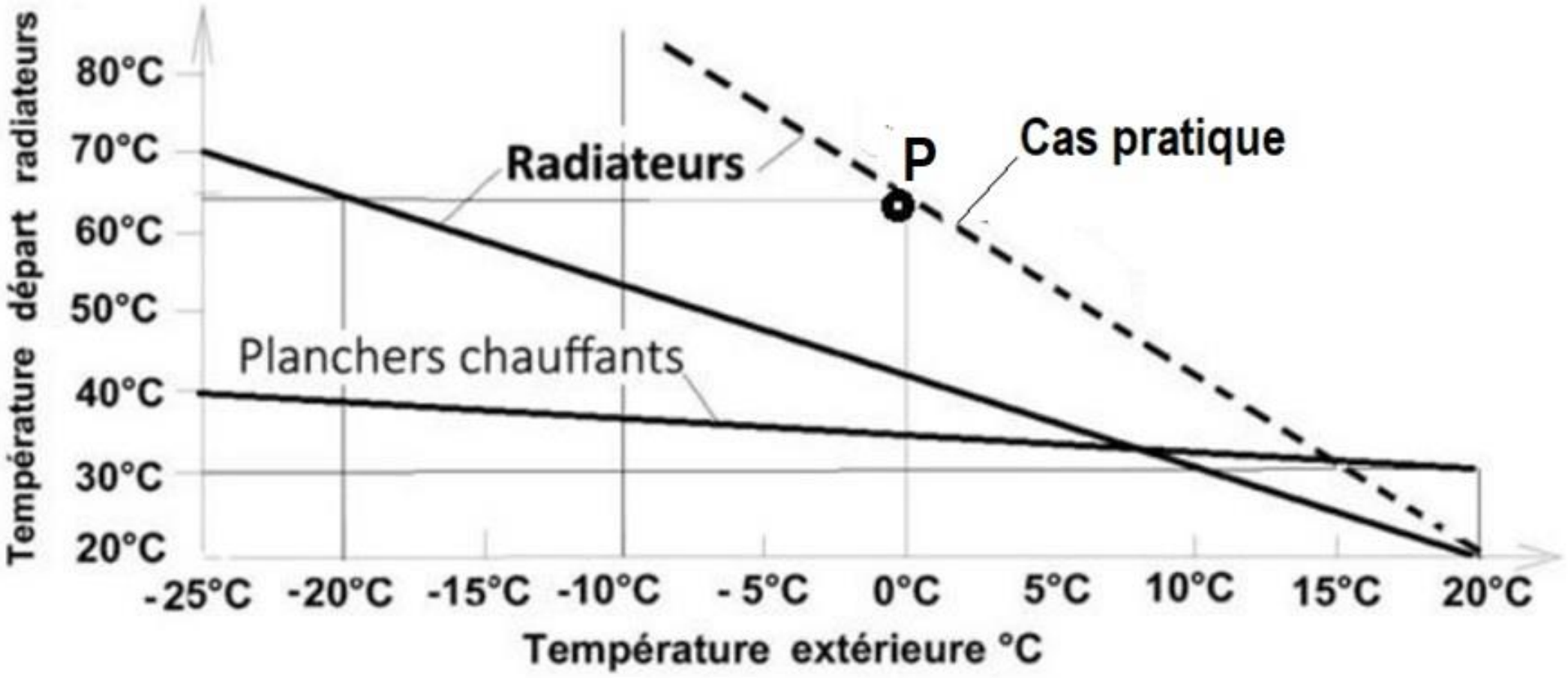


Figure 21

Extraite d'une revue CFP, cette figure montre les résultats obtenus dans des chauffages collectifs finlandais en ce qui concerne la température utile dans les planchers chauffants et dans les radiateurs lorsque la température à extérieure varie.

Pour comprendre comment se situe mon immeuble à ce sujet, j'ai rajouté en pointillé après l'avoir mesuré qu'elle était le besoin en température dans notre circuit de chauffage pour une température extérieure de 0°C (point P).

On observe que le confort thermique de la Finlande, un pays européen pourtant bien froid, est assuré avec une température de l'eau dans les radiateurs plus faible qu'en France. Cela prouve que ce pays est en avance sur la France. Il a compris avant nous que les performances du chauffage thermodynamique s'améliorent lorsque la température utile pour assurer le besoin thermique est plus faible grâce aux radiateurs basse température.

On a intérêt à doubler, voire à tripler la surface des radiateurs hydrauliques existants pour diminuer la température à la source chaude. Quant à la construction neuve, le plus efficace est de prévoir des planchers chauffant. La mesure de la température de départ vers les radiateurs peut se faire avec un thermometre infrarouge

Faire du chaud puis du froid *en inversant le sens de rotation du compresseur*

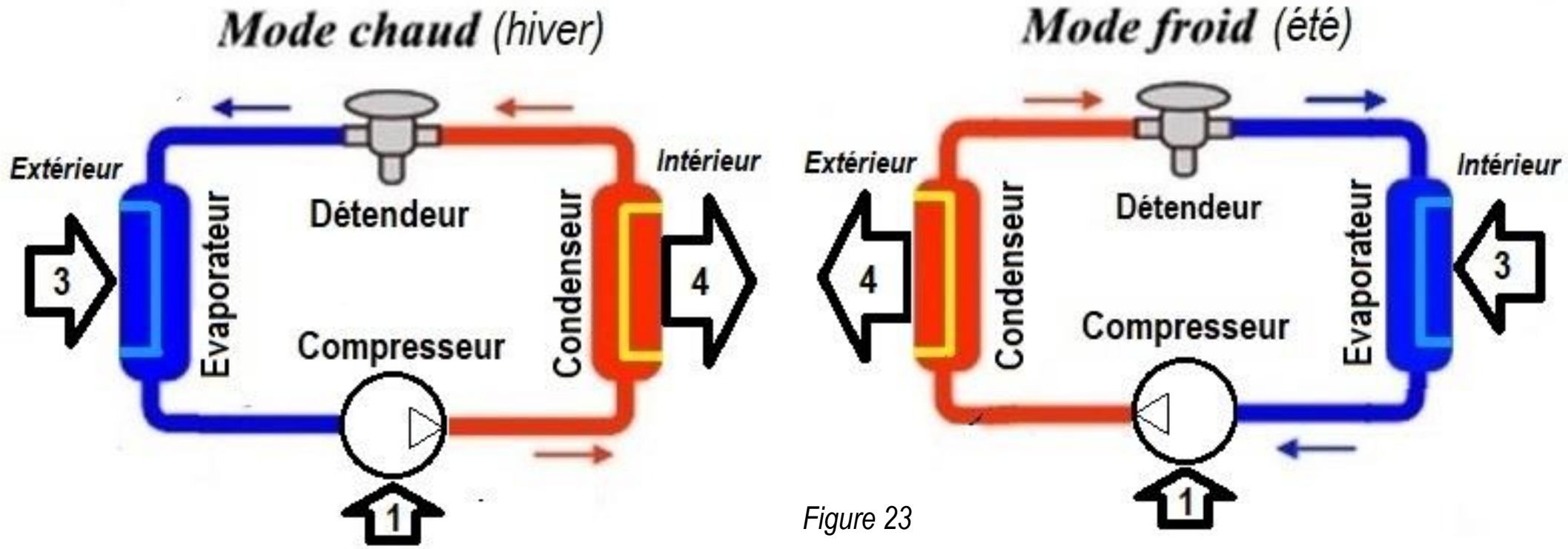


Figure 23

Le fluide caloporteur reçoit et émet de l'énergie thermique

Que l'on soit en chauffage ou en climatisation la quantité de chaleur émise par le fluide caloporteur (flèche sortante) est égale à la quantité de chaleur qu'il reçoit (flèches rentrantes). La qualité d'une chaîne énergétique se mesure comme étant sa faculté de satisfaire au mieux le besoin.

Le besoin étant pour la chaîne de gauche la quantité de chaleur émise dans le condenseur (4) en regard de l'énergie électrique consommée égale à 1 (COP = 4). Quant à la performance de la chaîne de droite, elle s'évalue comme étant le froid émis par le fluide caloporteur dans l'évaporateur en regard de l'énergie électrique consommée égale à 1 (COP = 3).

Faire du chaud puis du froid *en rajoutant une vannes 4 voies sur le circuit*

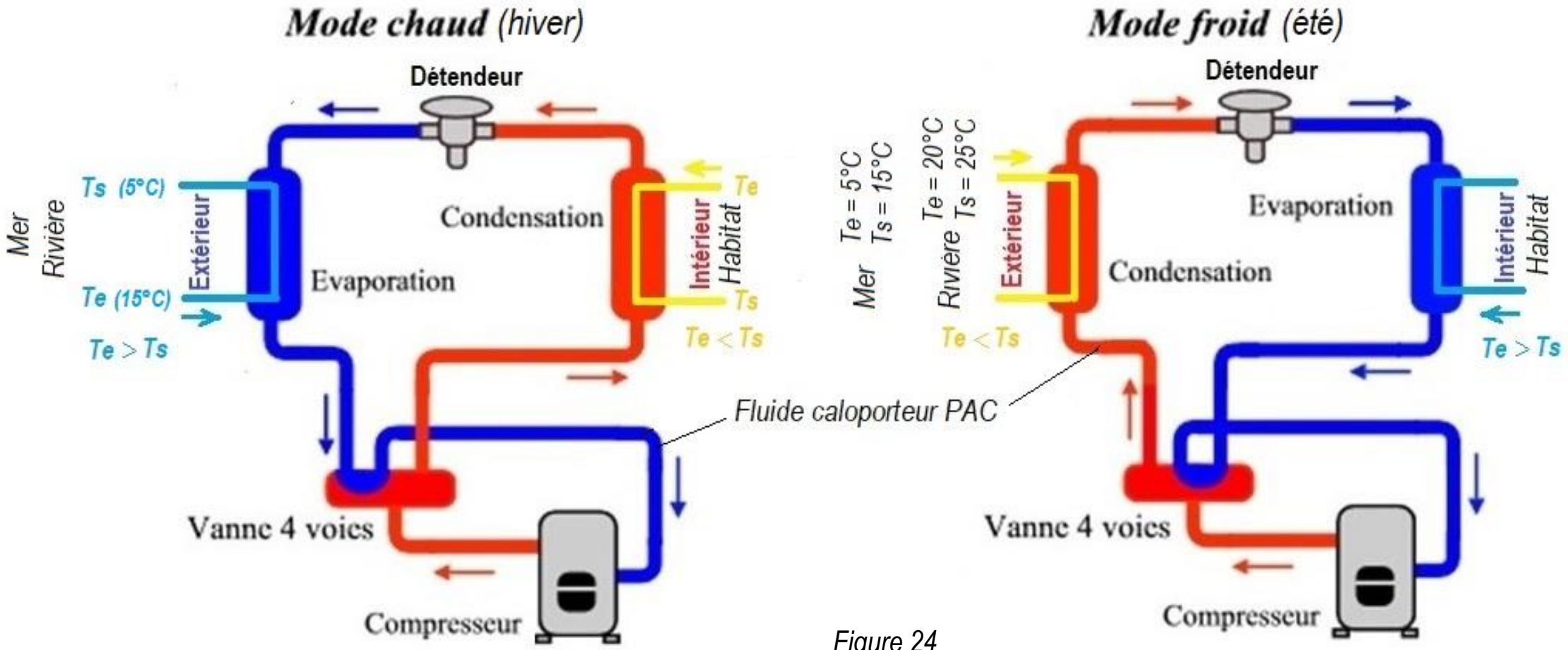


Figure 24

Le fluide caloporteur reçoit et émet de l'énergie thermique

Figures 23 et 24

Ces 2 figures montrent comment il est possible en inversant le débit au niveau du compresseur d'inverser les flux thermiques.

Ceci de telle sorte que le système puisse générer à volonté du chaud lorsqu'il fait froid ou du froid lorsqu'il fait chaud.

L'inversion du débit pouvant se faire en changeant le sens de rotation du compresseur (*fig 23*) ou en rajoutant une vanne 4 voies sur le circuit (*fig 24*)

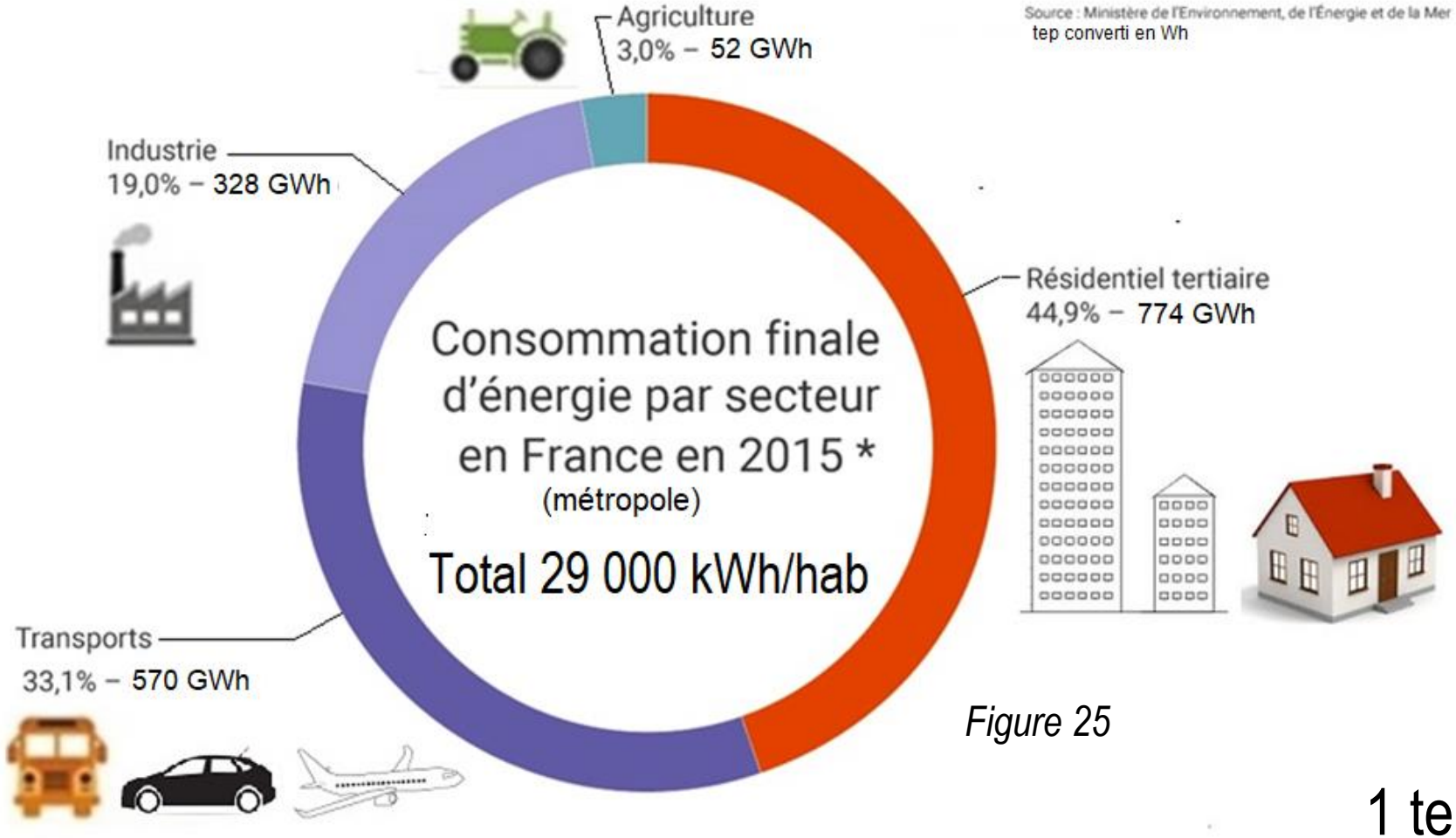


Figure 25

1 tep = 11 600 kWh

Grosso modo en France c'est moitié électricité moitié produits fossiles.
Il est possible que les 33,1% relatifs aux transports sont sous estimés

figure 25

La galette de consommation française globale en énergie est cette fois voisine de 1,72 GWh (29 000 kWh par français compte tenu de la population de l'hexagone de 65 millions d'habitants). Elle tient compte du fait que une tep équivaux à 11 600 kWh et elle englobe cette fois l'industrie, le transport aérien et l'agriculture et est sensiblement le double de celle de 13 200 kWh évoquée page 46 (figure 7).

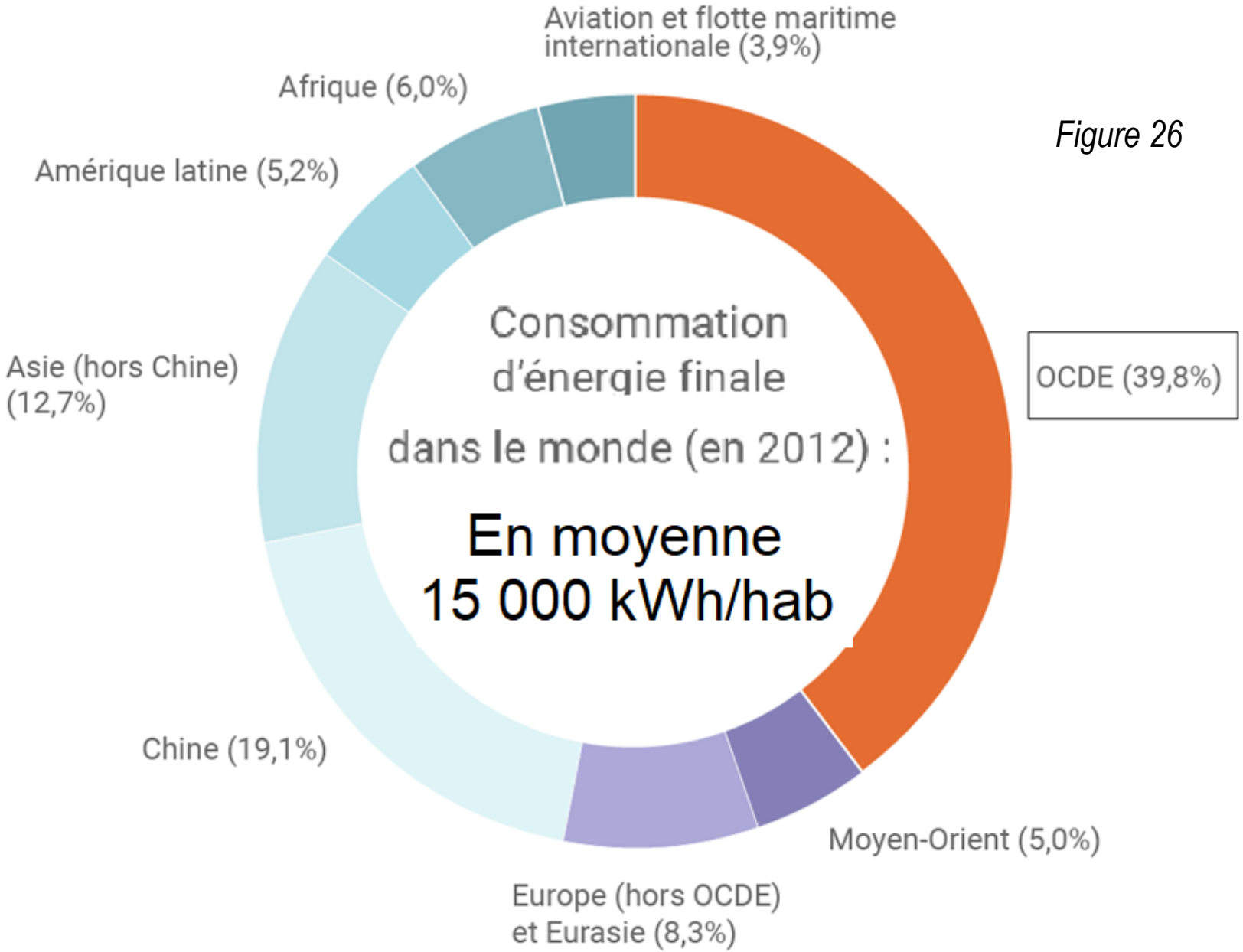


Figure 26

© 2015 – connaissancedesenergies.org

figure 26

La consommation mondiale a encore probablement augmentée depuis cette époque mais on retrouve sur cette figure et après conversion des tep en Wh la même consommation moyenne sur terre pour chaque homosapiens que celle évoquée figure 10 au début de ce chapitre à savoir 15 000 kWh pour chacun d'entre nous. Vu que nous sommes 7 milliards sur terre notre consommation globale en énergie est sensiblement de 105 000 GWh.

Si les chinois et les indiens qui représentent à eux deux environ 40% de la population mondiale à savoir 1,44 + 1,38 = 2,82 milliards d'habitants et qui consomment actuellement en moyenne environ 10 000 kWh par habitant consommaient autant d'énergie par habitant que les Etats Unis et le Canada, deux gloutons énergivores de l'OCDE qui consomment actuellement en moyenne 80 000 kWh par habitant, cela aurait pour effet de tripler sensiblement la consommation mondiale en énergie finale par rapport à ce qu'elle est actuellement .

Passer à l'acte en zone Ile de France?

Consommation par citadin (chauffage + voiture +nourriture)

L'énergie la plus chère est celle que l'on consomme mal.

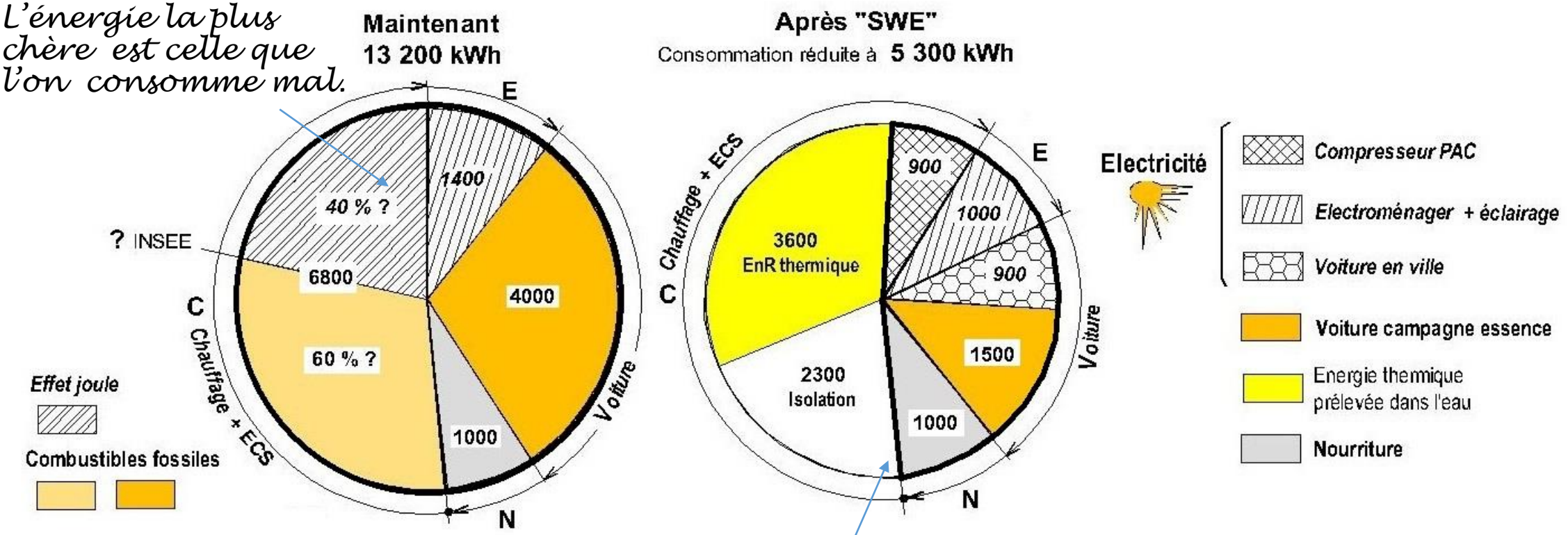


Figure 27

L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas

Figure 27

Sur la gauche : la consommation moyenne annuelle actuelle en énergie d'un parisien tel que cela a été évoqué précédemment.

Sur la droite : ce que pourrait être cette consommation avec une isolation raisonnable* en adoptant :

- un chauffage thermodynamique échangeant sur l'eau ayant un *COP* de 5
- une motorisation hybride rechargeable pour la voiture. Ceci avec une voiture qui roulerait en mode électrique pour tous les petits déplacements en région parisienne et en mode conventionnel essence pour les grands déplacements vers la province pendant les vacances

* Voir aussi page suivante ce qui pourrait éventuellement être tenté pour diminuer le besoin en électricité en ville grâce à l'isolation intérieure dans les immeubles avec balcons

Complément sur la nouvelle façon de satisfaire nos besoins énergétiques avec la « Solar Water Economy »

*La "SWE" est la vision de ce que pourrait être une transition énergétique allant dans le sens de l'abandon de nos 2 principales chaines énergétiques actuelles à savoir la combustion des produites fossiles et l'effet joule devenues obsolètes en raison de leur piètres performances. Ceci en ne faisant appel qu'au soleil et à l'eau pour satisfaire nos besoins en énergie. La partie gauche de la figure 27 montre comment l'on satisfait nos besoins en énergie actuellement et la partie droite comment le besoin en énergie pourrait être satisfait avec le concept énergétique "SWE" . Un concept dans lequel l'eau occupe une position centrale. Une position centrale par le fait que l'utilisation de l'eau au lieu de l'air minimise le besoin liée aux apports solaires électriques et est mieux adaptée que l'air pour la santé de l'homme*****. Si nous procédons sans trop attendre, il ne semble pas trop tard d'espérer mettre en place ce nouveau concept sans remettre trop gravement en cause notre modèle économique. On va se rendre compte qu'avec ces nouvelles chaînes énergétiques on pourra préserver nos ressources grâce à l'eau et au soleil en consommant nettement moins d'énergie finale qu'actuellement. Ceci particulièrement pour le poste le plus lourd quantitativement celui du chauffage de l'habitat. On va voir comment, en assurant son confort, la nouvelle consommation en énergie d'un citadin français après mise en place de ces nouvelles chaînes énergétiques que nous allons évoquer maintenant peut devenir égale à 5300 kWh au lieu de 13 200 . Ceci moyennant un effort abordable pour l''isolation de l'existant (33%) avec des consommations pour chaque poste se répartissant ainsi.:*

C *La zone jaune représente* ***le chauffage****: 3 600 kWh d'énergie thermique gratuite prélevée dans l'environnement + 900 kWh électrique =* ***4500*** *kWh*

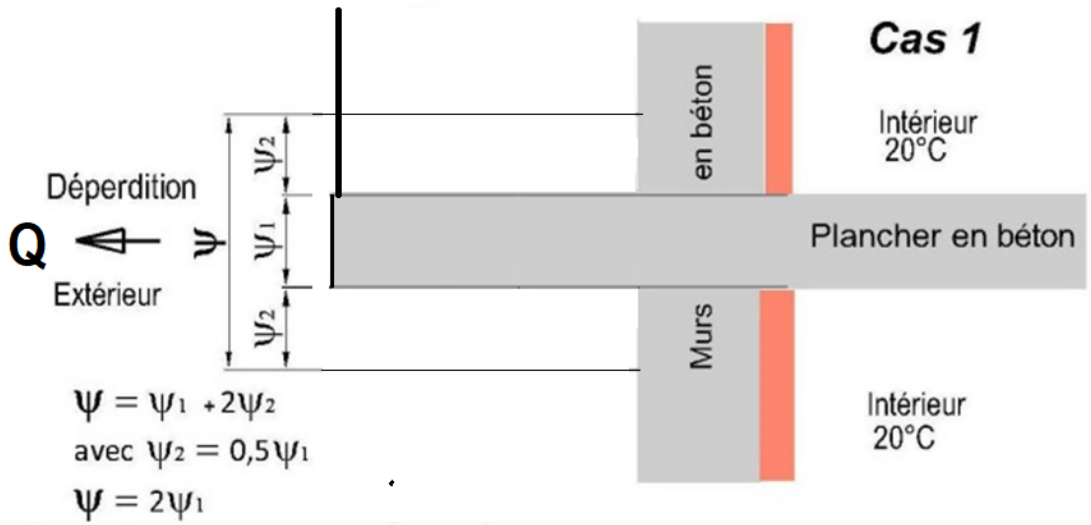
E *Le chiffre de* ***1000*** *kWh la nouvelle consommation correspond à* ***l'électroménager et à l'éclairage*** *(environ -30%)*

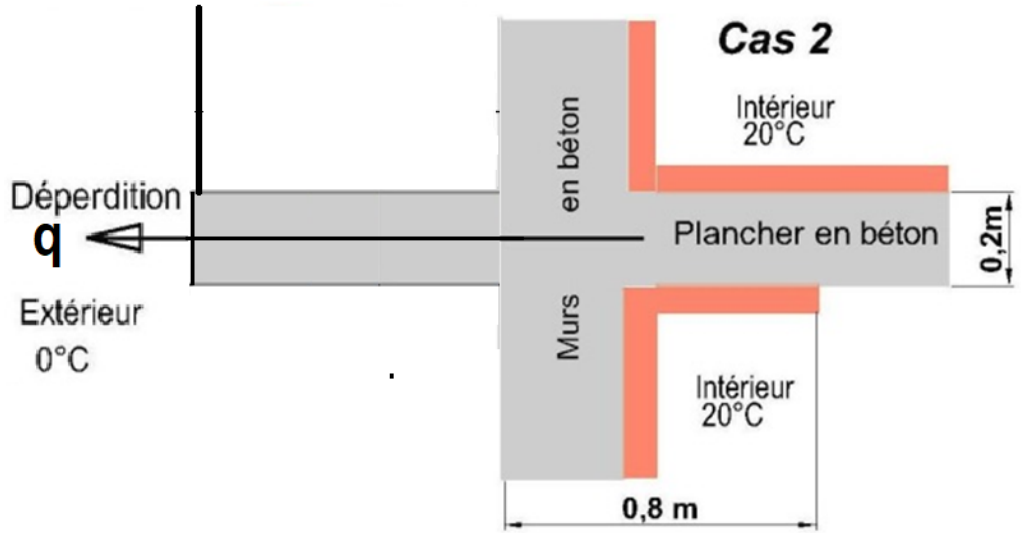
N *La couleur grise,* ***1 000*** *kWh inchangée représentant l'énergie contenue dans la* ***nourriture*** *produite localement*******

V *La nouvelle consommation pour la* ***voiture****. Ceci avec la voiture hybride rechargeable. La zone colorée rouge pendant les vacances (1 500 kWh de produits fossiles) et la zone avec figures hexagonales correspondant à la circulation en ville en mode électrique (900 kWh)*

***** *La différence entre la température intérieure de notre corps et celle de notre environnement est très importante ce qui condamne dans la pratique l'utilisation de l'air comme véhicule thermique pour assurer notre confort en ville. Le chauffage et la climatisation thermodynamique consiste en effet à refroidir notre environnement en hiver et à le réchauffer en été pour assurer notre confort thermique à l'intérieur de notre habitat. A ce sujet chacun d'entre nous peut en effet comprendre que si le chauffage thermodynamique refroidit au plus froid de l'hiver l'air extérieur dans les villes de 4 ou 5° C alors qu'il fait -20° C dehors pour assurer le confort de ceux qui sont à l'intérieur de leur maison cela ne va pas affecter dangereusement ceux qui sont à l'extérieur. Par contre s'il fait en été 45° C dehors et qu' il faut augmenter la température extérieure de 5 degrés pour assurer le confort thermique de ceux qui sont à l'intérieur chacun d'entre nous comprend qu'il en est tout autrement. En d'autres termes on conçoit que pour satisfaire autant ceux qui sont dehors que ceux qui sont dedans, il est irrecevable d'espérer généraliser les échanges thermiques avec l'air en ville pour assurer la climatisation des logements.*

****** *Ceci dit la tendance du* ***toujours+*** *et des transports maritimes internationaux de la nourriture par porte conteneurs est bien là avec le risque de voir le poste* ***V*** *flamber.*
C'est surtout ce que l'on appelle la résistance de vague du paquebot qui est source de consommation énergétique. Nos kayakistes ont trouvé comment supprimer cette ***résistance de vague*** *ce qui permet d'augmenter la vitesse sans consommer plus d'énergie*

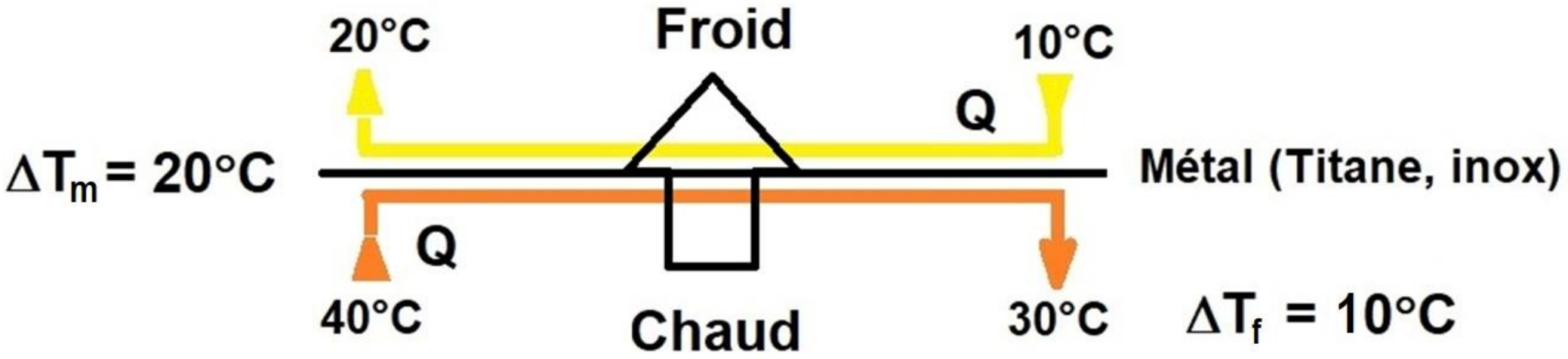




Les parties rouges montrent ce que serait l'emplacement de l'isolant mince sous vide

Flux thermique sans mélange physique

Figure 28



Le milieu froid reçoit une puissance thermique venant du milieu chaud
*P en kW ≅ **Q** (débit en m3/h) x ΔT_f en ° C = 10 **Q***

Cette puissance traverse la paroi métallique avec un écart de température ΔT_m de 20 ° C la surface d'échange étant calculée par le constructeur de l'échangeur de température. A noter que l'écart de température n'est pas nécessairement constant le long des plaques (Voir pour cela la suite de ce chapitre ainsi que le complément concernant les échangeurs à plaques avec les transferts thermiques envisageables selon la nature du métal et son épaisseur)

Figure 28

Il est possible avec les échangeurs à plaques métalliques d'assurer des transferts thermiques importants sans mélange physique entre l'eau chaude et l'eau froide. La quantité de chaleur émise par le réseau chaud inférieur est égale à la quantité de chaleur reçue par le milieu froid supérieur. Si les débits sur le circuit inférieur chaud et supérieur froid sont identiques, la chute de température sur le milieu chaud est égale à l'augmentation de température sur le milieu froid. On verra par la suite que les débits haut et bas peuvent être différents ainsi que la différence de température de part et d'autre de la plaque métallique entre l'entrée et la sortie.

Il est possible, en observant cette figure de commencer à extrapoler ce qui va être dit les pages suivantes. Ceci en considérant que le réseau inférieur est celui de l'eau géothermale profonde des nappes captives alors que celui le réseau supérieur est celui provenant de la Seine et alimentant l'évaporateur des pompes à chaleur.

On constate avec ce circuit hydraulique que les 2 potentiels thermiques, géothermique et superficiel s'additionnent. Ceci sans qu'il y ait le moindre mélange physique entre les deux écosystèmes lors des transferts thermiques. On comprend alors l'importance du sous-sol parisien en ce qui concerne la *production d'énergie thermique*.

Le chauffage de l’habitat et la thermodynamique

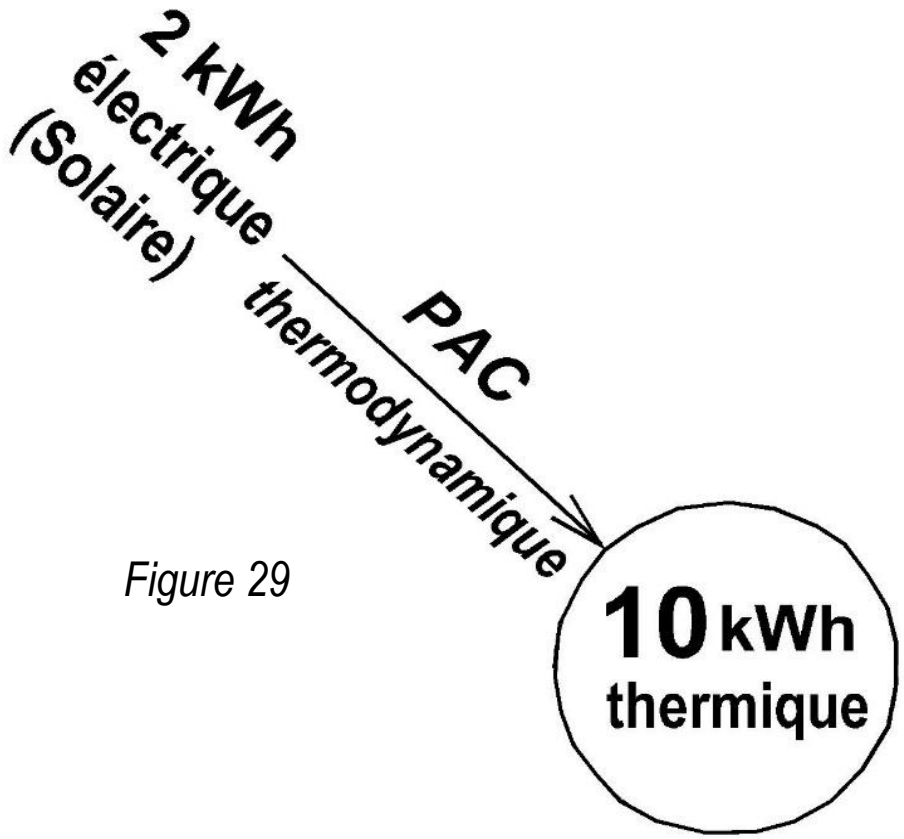


Figure 29

Alors qu'il faut 10 kWh électrique (correspondant à 1 litre de fioul ou 1 m3 de gaz) avec les chaînes énergétiques actuelles et leur COP de 1 pour fournir 10 kWh thermique, 2 kWh électrique sont suffisant pour fournir la même quantité de chaleur 10 kWh thermique avec le COP égal à 5 du chauffage thermodynamique. La consommation en énergie pour satisfaire le besoin thermique assurant la climatisation de l’habitat est totalement bouleversée. Ceci par rapport celle constatée avec la combustion ou le chauffage électrique actuel par effet joule évoqué aux pages 10, 11 et 12. Cela particulièrement lorsque les échanges thermiques prélevant l’énergie thermique renouvelable se font sur l’eau. On va voir par la suite comment, en prenant en compte des 1ère et 2ème loi de la thermodynamique, on obtient les 10 kWh thermique avec seulement 2 kWh électrique comme source d’énergie extérieure. Ceci dans le cadre d’un système fermé type pompe à chaleur avec un fluide caloporteur qui échange de l’énergie thermique mais pas de la matière.

Ceci avec un COP de 5 avec l’eau et non avec l’air.

Figure 29

Nous allons maintenant commencer à évoquer plus en détail comment le chauffage thermodynamique de l'habitat va nous permettre d’assurer notre confort thermique en limitant la quantité d'énergie finale nécessaire pour assurer cette fonction.

Alors que seulement 2 kWh thermiques pouvaient être obtenus à partir de 2 kWh électriques dans le cas des radiateurs électriques, c’est sensiblement 10 kWh thermiques qui seront disponibles avec le chauffage thermodynamique, la différence 8 kWh étant prélevée dans l'environnement en le refroidissant.

La pompe à chaleur (Transferts thermiques)

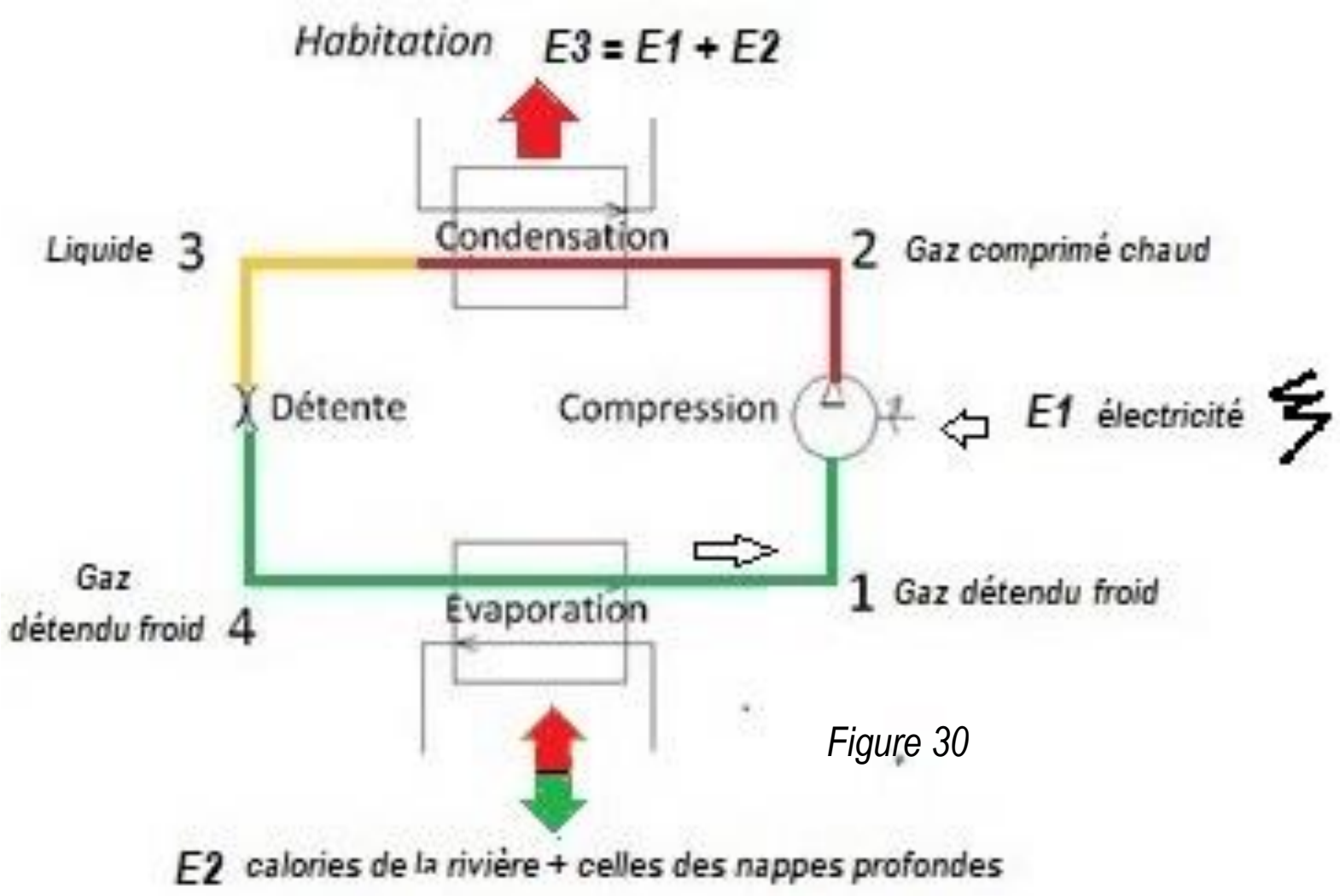


Figure 30

Coefficient de performance

COP = E3/E1

[La théorie]

*Pour augmenter **E3/E1** c'est-à-dire les performances on a intérêt à [baisser la température dans les radiateurs hydrauliques]*

[Les fluides frigorigènes]

Figure 30

Comme on vient de le voir, il n'y a pas de miracle dans le fonctionnement d'une pompe à chaleur dans la mesure où elle respecte les lois de conservation de l'énergie.

Ce qu'il est important de comprendre est le fait que l’énergie thermique E3 émise sous forme de chaleur dans le condenseur par le fluide caloporteur est égale à la somme des énergies qu'il reçoit à savoir :

- celle E2 de l'environnement lorsqu'il le refroidi dans l'évaporateur

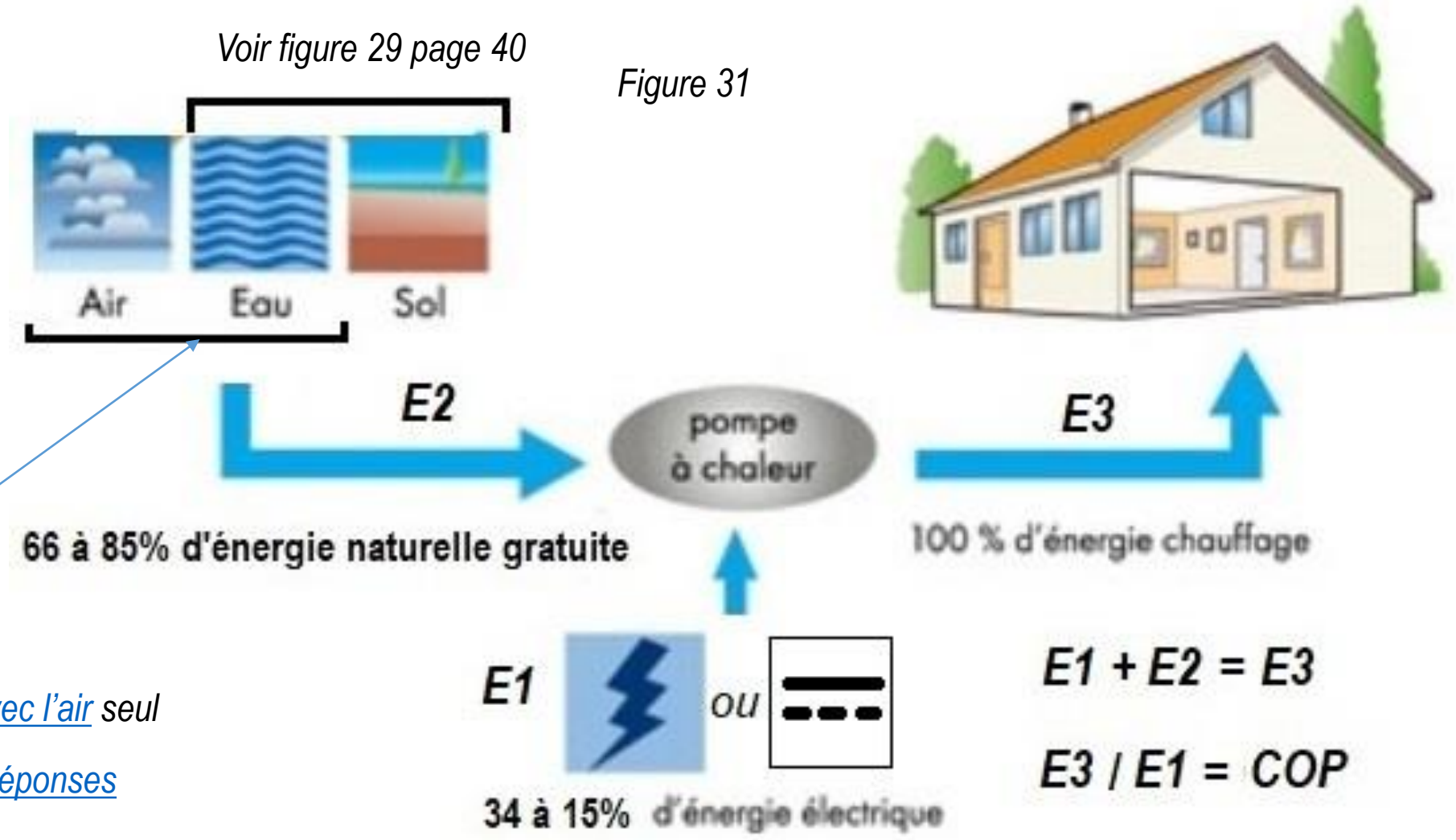
- celle E1 lors de la phase compression

La thermodynamique

Electricité > chaleur

Voir figure 29 page 40

Figure 31



Air ou eau?

Exemple avec l'air seul

Questions réponses

Calcul du COP selon les températures aux sources froides et chaude

Figure 31

On comprend grâce à cette figure complémentaire de la *figure 30* précédente que l'énergie prélevée dans l'environnement par l’évaporateur peut-être associé à l’air, à l’eau, ou au sol.

La maison quant à elle peut être remplacée par un immeuble avec bien évidemment un niveau de puissance plus important fonction de la consommation en combustible ou en électricité de l'ensemble des copropriétaires.

Un certain nombre de liens vers des applications permet de se faire une idée plus approfondi du fonctionnement de ce type de chaîne énergétique.

Consommation chauffage seul

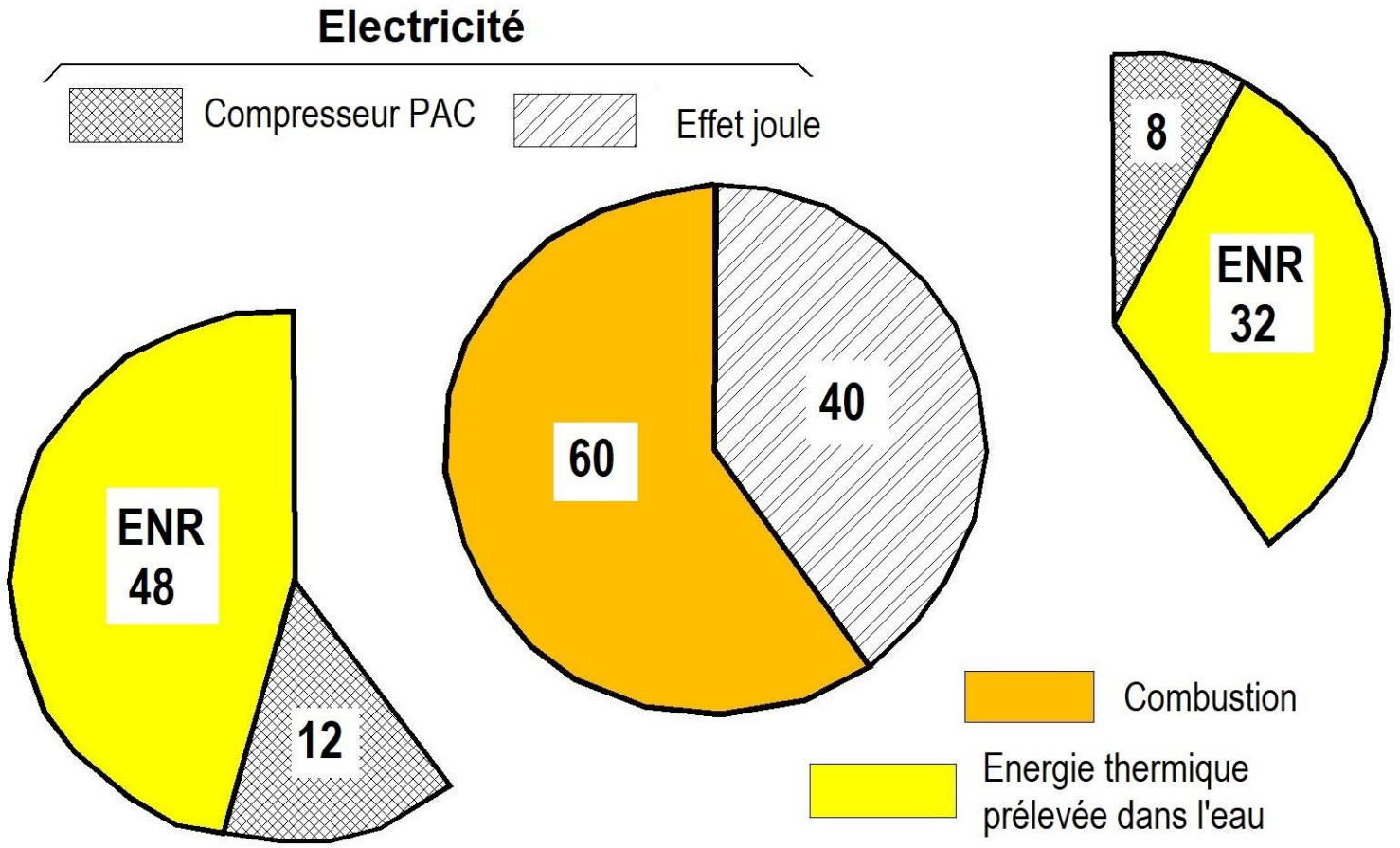


Figure 32

Conservation énergie

1) **Energie globale**
- avant 60 +40 =100
- après
  ENR (48 + 32) = 80
  Electricité (12 + 8) = 20
  Total 100

2 **Par secteur** avec **COP de 5**
- combustion
  48+12 = 60 60/12 = 5
- effet joule
  32 + 8 =40 40/8 = 5

Figure 32

Il ne semble pas possible de trouver des statistiques sur la part relative des deux mode de chauffage utilisés actuellement en France pour chauffer l'habitat, à savoir les radiateurs électrique à effet joule (ce que l'on nomme à juste titre les grilles pain) et la combustion des produits fossiles

Le pourcentage 60 % combustion 40 % chauffage électrique retenu ici est probablement plus proche que celui de 50/50 évoqué dans les pages suivantes

On constate qu'un chauffage thermodynamique échangeant sur l'eau d'une nappe libre avec un COP de 5 demande des connaissances mais est relativement facile à obtenir

Tout compte fait on constate que sans toucher à l'isolation des bâtiments on supprime la consommation d'énergie fossile et la consommation électrique avec une consommation électrique globale 2 fois plus faible

(12 + 8 = 20 au lieu de 40)

Consommation chauffage + voiture

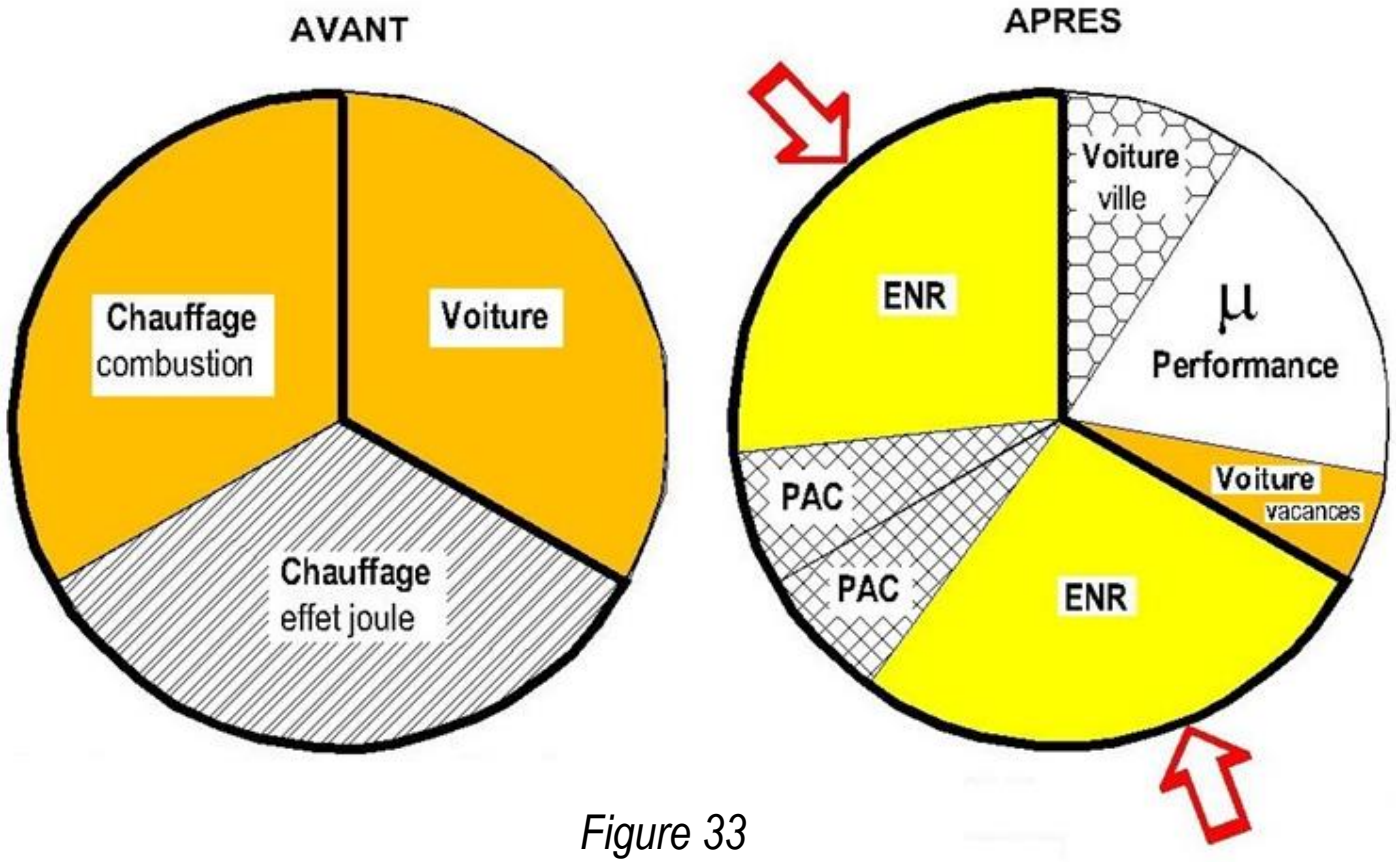


Figure 33

	AVANT	APRES
Chauffage effet joule	120	0
Voiture en ville	0	33
Compresseur PAC	0	2 x 24
Combustion Voiture + chauffage	240	20
ENR	0	2 x 96
Total général	360	81 Energie finale 192 **ENR**

Explication pour la voiture électrique hybride

Figure 33

Cette figure est une projection de ce que pourrait être notre nouvelle consommation globale en énergie pour assurer les deux fonctions les plus énergivores : le chauffage de l'habitat associé à la voiture. Ceci avec :

- un chauffage thermodynamique ayant un COP de 5 et une répartition 50/50 au lieu 60/40 en ce qui concerne la répartition combustion-effet joule
- Une consommation d'essence par la voiture avant conversion sensiblement égale au volume de fioul assurant le chauffage et une nouvelle consommation de la voiture conforme à celle définie précédemment avec la voiture hybride.

On observe que la consommation globale en produits fossiles est 12 fois plus faible (240 à 20) et la consommation en électricité réduite de 32% (120 à 81).

Les eaux superficielles et géothermales

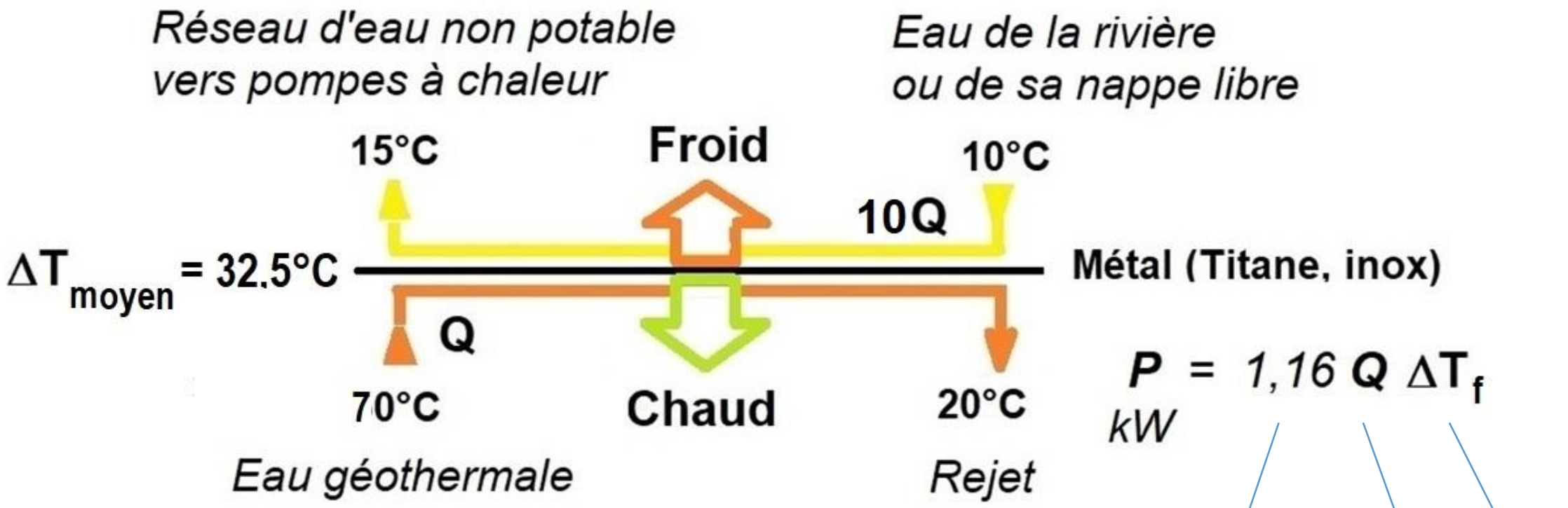


Figure 34

Chaleur spécifique de l'eau
1,16 kWh/degré et par m3

Conservation de l'énergie
10 Q x 5 = Q x 50

La potentialité de l'eau géothermale

Figure 34 : les potentiels thermiques de l'eau

Cette figure importante montre comment il serait possible grâce aux échangeurs à plaques et à des groupes de pompage hydrauliques de cumuler deux potentiels thermiques: celui des eaux superficielles avec celui des nappes d'eau chaudes souterraines. Grâce à un tel circuit il serait possible de bénéficier l'important potentiel thermique des eaux superficielles (la Seine pour la région parisienne) en cumulant ce potentiel avec celui des milieux naturels profonds dits "géothermiques" des nappes captives (le dogger pour la région parisienne). Et cela de telle sorte que la chaleur qui a été prélevé dans le milieu naturel profond y soit restitué en été sans réchauffer dangereusement l'atmosphère comme cela est le cas lorsque l'on échange les calories sur l'air

Pour appréhender correctement comment nous pourrions assurer le chauffage et la climatisation de l'habitat en utilisant les milieux aquatiques naturels il faut comprendre :

- que le potentiel de refroidissement cumulé de l'eau en hiver avant qu'elle n'arrive à l'état de glace dans une région surpeuplée comme la région parisienne est au signe près du même ordre de grandeur que le besoin thermique permettant d'assurer le chauffage de l'habitat parisien existant. Et ceci tel qu'il est conçu actuellement au niveau de l'isolation

- que l'énergie thermique prélevée en hiver dans le milieu naturel profond dit "géothermique" que l'on devrait en toute logique appeler " aquathermique " vu que l'énergie est prélevée en hiver dans ce que l'on nomme les nappes captives. Ceci en les refroidissant avec la possibilité d'y réinjecter en partie l'énergie thermique que l'on y a prélevé en hiver pendant la saison chaude en assurant la climatisation de l'habitat en été

- que les miracles n'existent pas et que ces échanges thermiques ne peuvent se faire sans un minimum de consommation en énergie électrique à savoir l'électricité entraînant le compresseur des pompes à chaleur

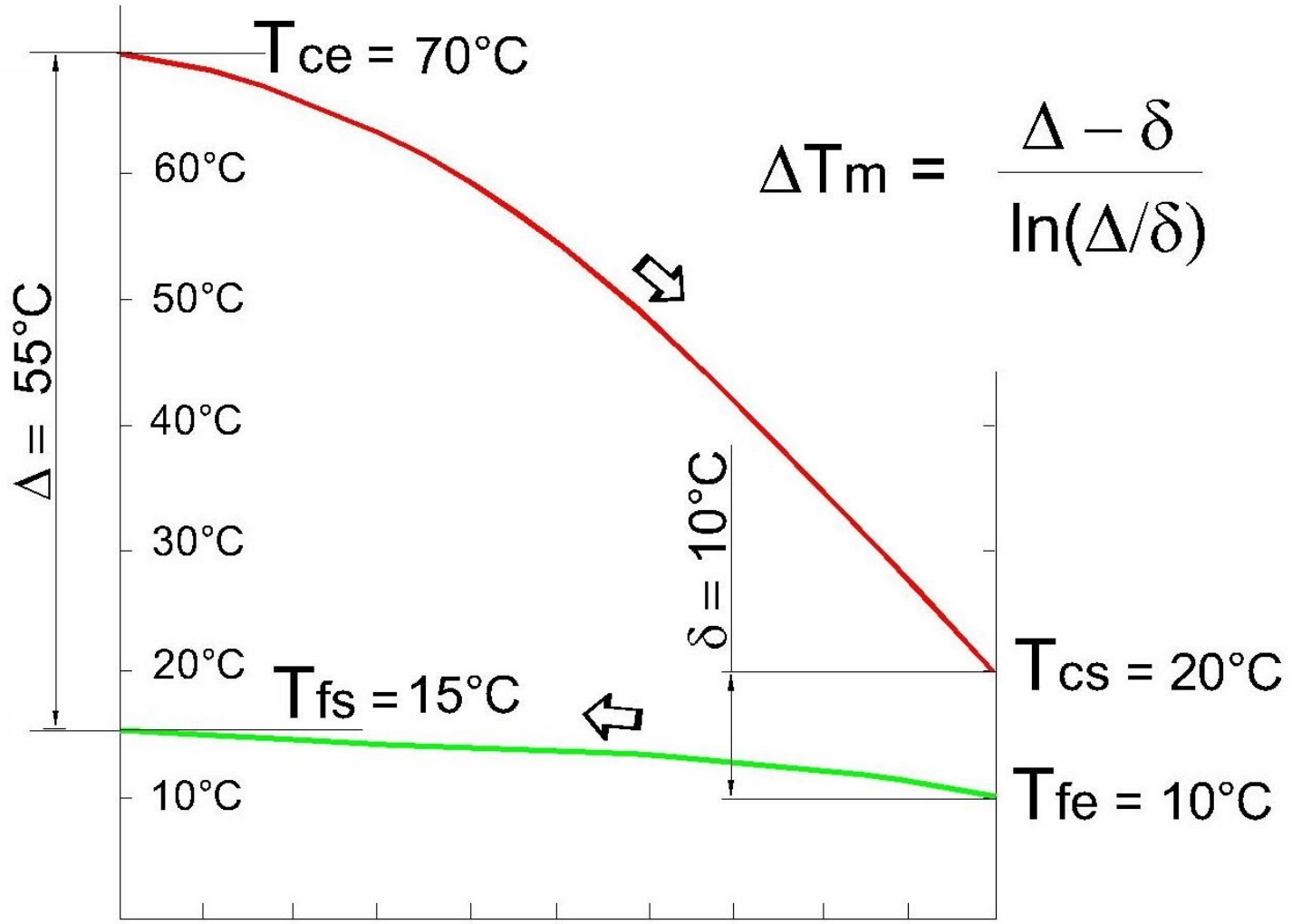


Figure 35

La différence de température le long de la plaque métallique variant le long de la plaque on peut pour simplifier prendre la moyenne arithmétique entre la valeur haute et la valeur basse, par exemple à partir de la figure précédente (10 + 55)/2 = 32,5.

Les constructeurs d'échangeurs thermiques à plaques utilisent plutôt la formule plus précise utilisant les logarithmes :

ΔT_{moyen} = (55 – 10)/ ln (55/10)

= 45/1,7 = 26,4

Figures 34 et 35

On aborde ici un point extrêmement important: prendre conscience comment il est possible grâce aux échangeurs à plaques d'additionner le potentiel thermique des énergies géothermales profondes avec celui des eaux superficielles (la Seine pour ce qui concerne la région parisienne)

Cette fois-ci le débit dans chacun de ces deux réseaux étant nettement différent contrairement à ce que l'on à vu précédemment.

La différence de température de part et d'autre des plaques métalliques n'étant cette fois pas constante, il faudra toute l'expérience de fabricants tels que *Alfa Laval en liaison avec des organismes tels que l'AFPAC* pour dimensionner correctement ces dispositifs d'échange thermique.

L’association géothermie-aquathermie

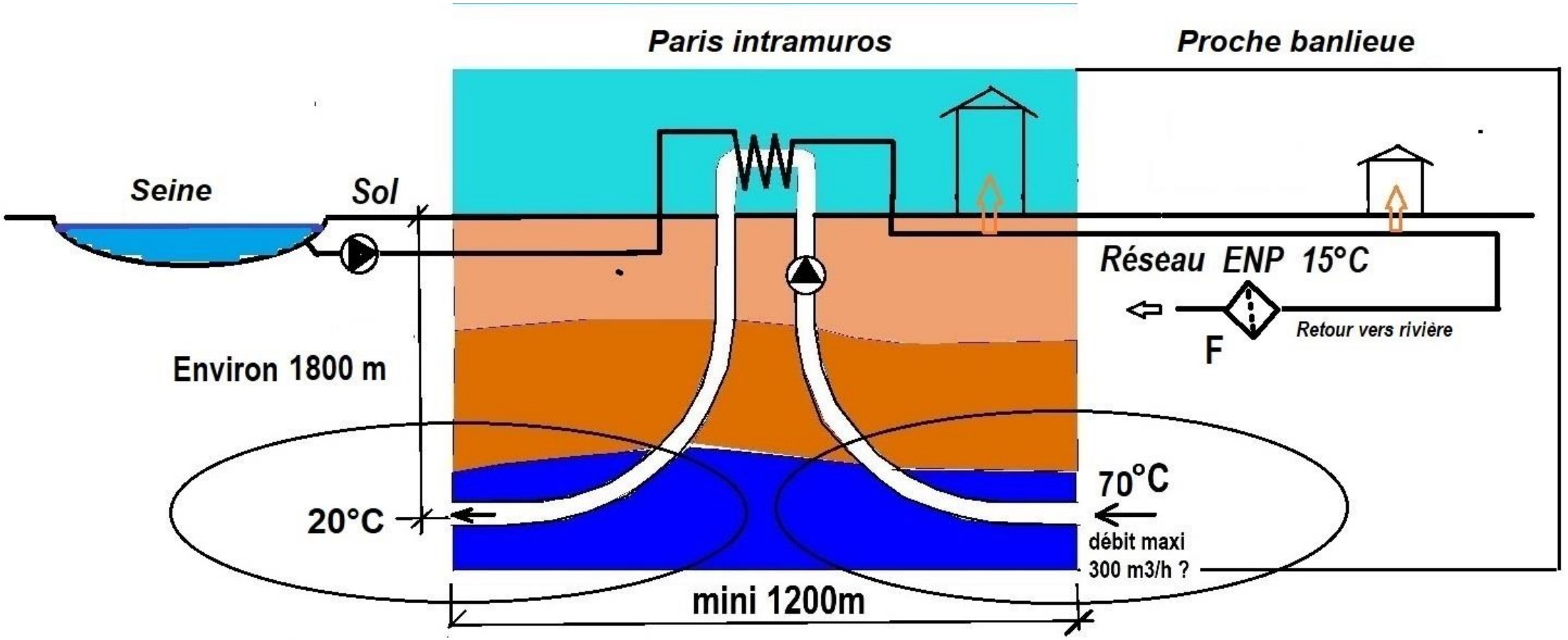


Figure 36 se reporter à la figure 34 précédente pour compréhension du transfert thermique

Figure 36

On retrouve sur cette figure le réseau hydraulique précédent utilisant les échangeurs à plaques pour ajouter au potentiel thermiques du réseau d'eau non potable (ENP) des eaux superficielles celui d’un doublet géothermique (voir complément ci-dessous) pompant l'eau chaude géothermale profonde

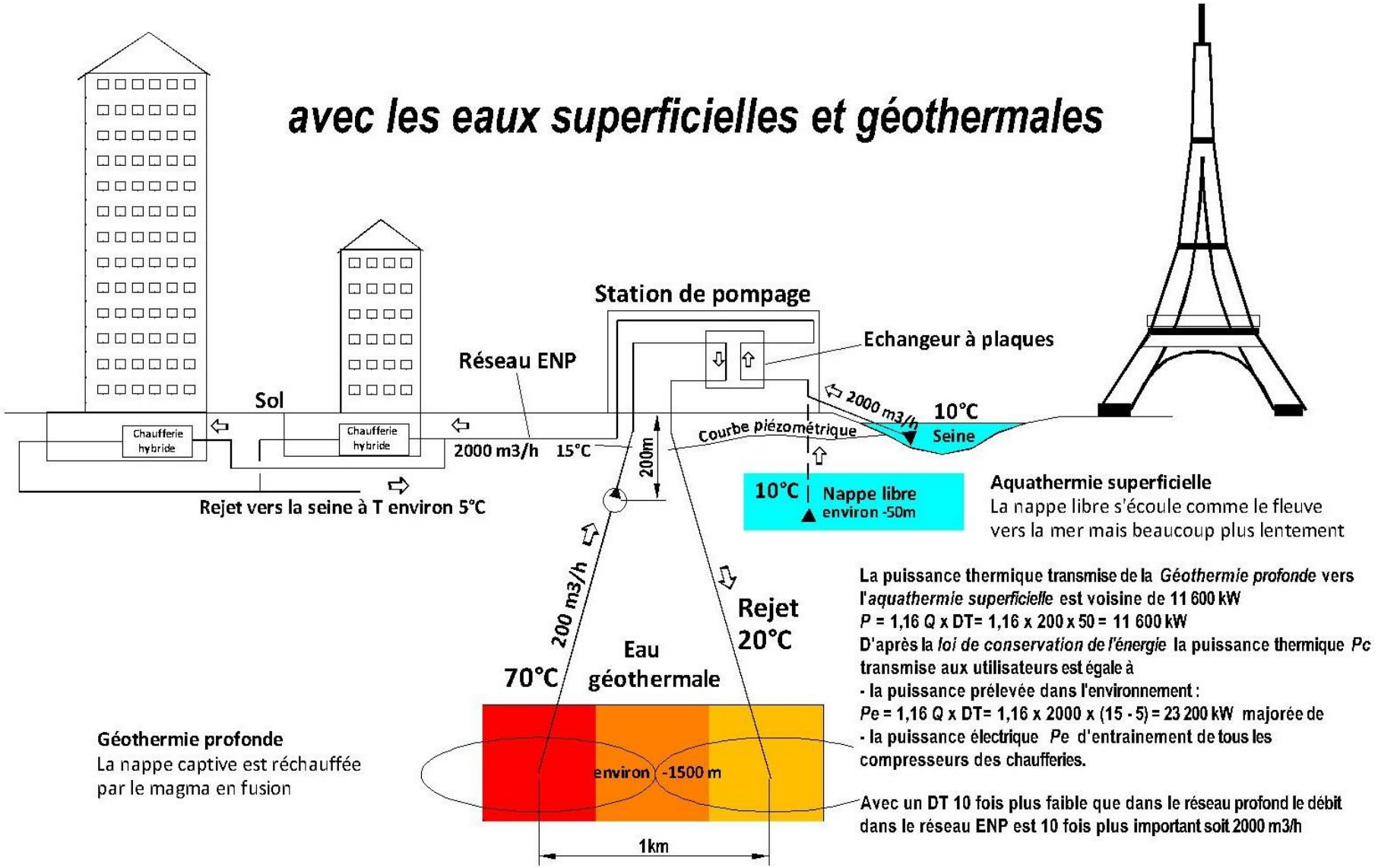
Le dogger en région parisienne, c’est un gradient géothermique d’environ 3 degrés par 100m
Un forage type gaz de schiste comme ceux réalisés au USA est adapté à nos besoins et à l’exemple des quelques doublets géothermiques réalisés à Villejuif

Cartes géologiques du BRGM

Réseau de Villejuif

Le chauffage urbain généralisé en région parisienne

Figure 37



Etude lorsque la température de la Seine change

Débit des rivières françaises en temps réel

Figure 37

Cette *figure 37* n'est d'autre que la *figure 36* représentée différemment.
L'idéal serait bien sûr de pouvoir pomper dans les nappes libre associées à la rivière au lieu de prélever l'eau dans cette dernière. Ceci compte tenu du fait qu'en prélevant directement dans la rivière, le potentiel thermique de cette dernière peut être nul au plus froid de l'hiver. Cela ne semble malheureusement pas envisageable dans les grandes métropoles vu le manque de surface au sol disponible. Ceci est la raison pour laquelle on voit apparaître sur la gauche la notion de chaufferie hybride dans lesquelles le gaz peut venir au secours du chauffage thermodynamique et à l'eau géothermale au plus froid de l'hiver lorsque la température de la Seine est trop basse

Le potentiel thermique naturel de l'eau est suffisant pour assurer le besoin chauffage de l'habitat dans une grande métropole comme Paris et sa proche banlieue

La région IDF et les eaux superficielles (températures moyennes)

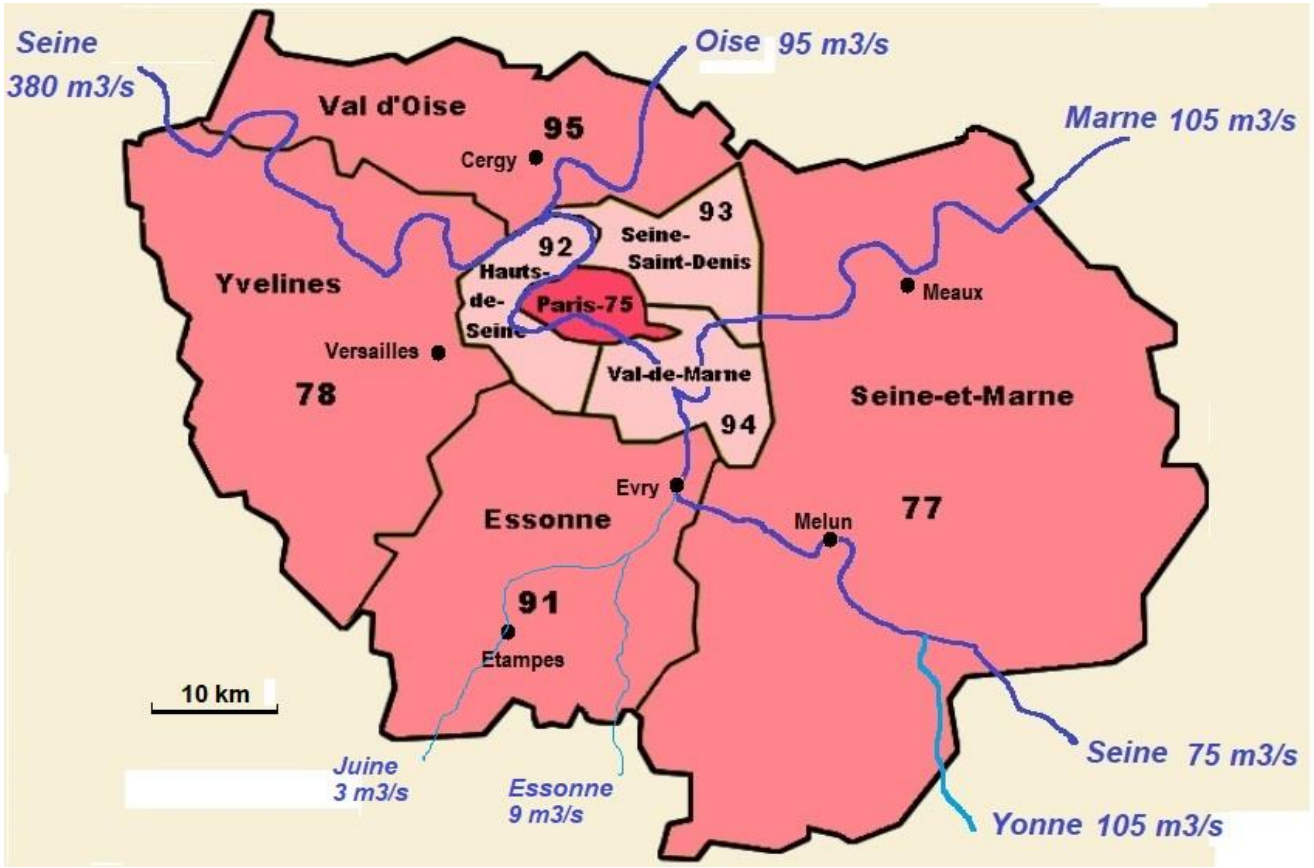


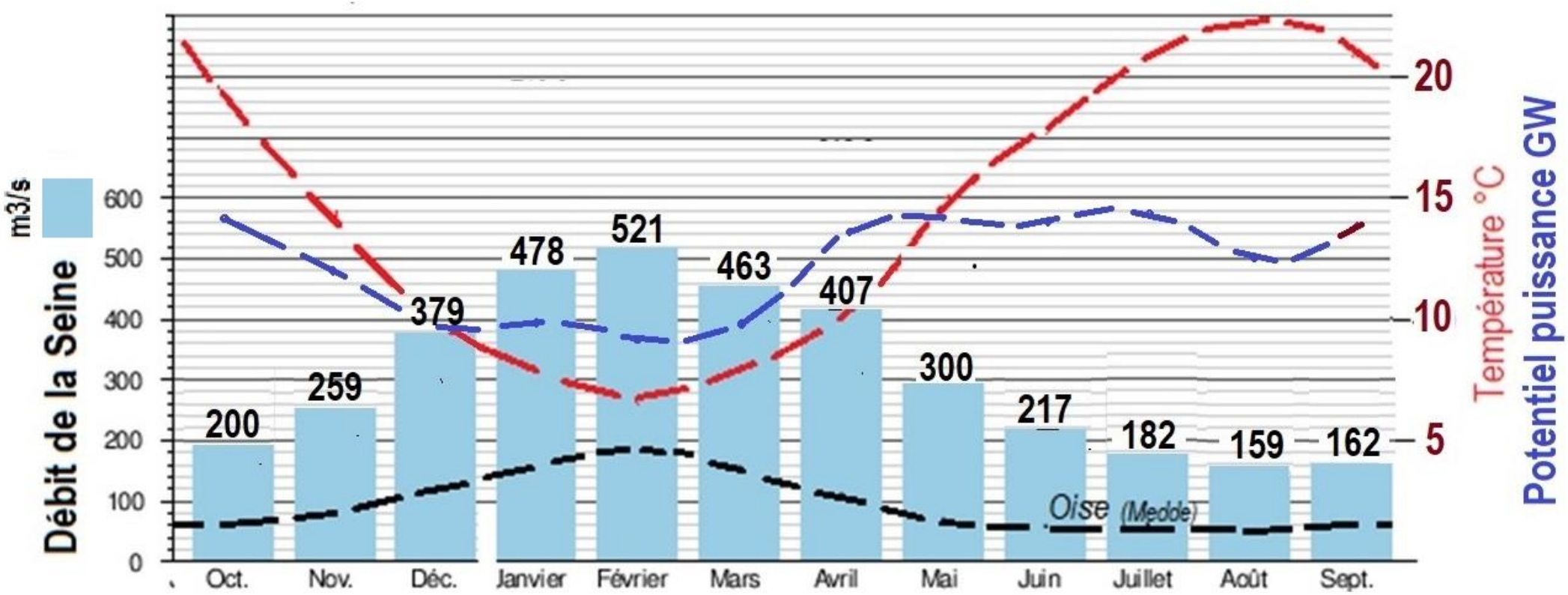
Figure 38

Chiffres clés : 8 départements, 12 millions d'habitants, 12 000 km, 1000 m² au sol par francilien

[Cartes gouvernementales de la région IDF et de ses rivières]

Potentiel thermique de la Seine à Paris

Figure 39



Valeurs moyennes de débit observées sur plusieurs dizaines d'années selon WIKI

selon CSLT

Figure 38

Il est difficile de se procurer des éléments concernant la température de la Seine à Paris. La *figure 38* donne une idée de ce que pourrait être actuellement les variations de cette température pendant l'année calendaire

Quant à la figure de gauche, les débits indiqués sont plutôt des valeurs minimum, les débits réels étant plus proches de ceux indiqués par WIKI par la suite.

Voir *fig 39*

Quant au débits, on constate que celui de l'Yonne lors de son confluent avec la Seine est paradoxalement sensiblement supérieur à celui de la Seine. Le débit de l'Oise quant à lui n'est pas à prendre en compte pour déterminer le potentiel thermique utile à la petite couronne (92 + 93 + 94)

Il faut ici remercier WIKI d'avoir eu la patience d'observer comment varie le débit de la Seine pendant l'année calendaire et ceci sur plusieurs dizaines d'années. On ne peut par contre que regretter qu'aucun travail sérieux* n'est été réalisé pour mesurer sa température pendant l'année calendaire. La courbe de puissance en bleu résultant des deux facteurs débit et température** relativement imprécise est donc approximative.

***Ce ne sont pourtant pas les organismes qui manquent (voir page 266 du chapitre sur les acteurs financiers)

****P** = 1,16 **Q** $\triangle$**T** P en kW avec Q en m3/h et ***T*** en degrés centigrade (Voir page 109)

Potentiel thermique de la Seine (pour Paris intramuros + proche périphérie)

		octobre	novembre	décembre	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septembre
Seine	Potentiel débit m3/s	272	327	485	600	650	580	535	360	272	240	207	200
	Potentiel température degrés C	15	11	7	4	3	2	7	12	15	19	21	19
	Potentiel puissance kW	17038080	15021072	14177520	10022400	8143200	4844160	15639120	18040320	17038080	19042560	18153072	15868800
	Potentiel par parisien (base 5 millions parisien) kW	3.4	3.0	2.8	2.0	1.6	1.0	3.1	3.6	3.4	3.8	3.6	3.2
	Périodes	période de chauffe du 15 septembre à la mi avril											
	Besoin	Moyen		--------	Maximum	----------					faible hors période de chauffe		
Géothermie	Potentiel par parisien kW	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625	0.3625
	base 250 m3/h ΔT =50°C avec 50 m2 au sol par												
	parisien soit sur 2 km2: 40 000 parisiens												
Total kW	Σ des POTENTIELS	3.8	3.4	3.2	2.4	2.0	1.3	3.5	4.0	3.8	4.2	4.0	3.5
Besoin	Moyen presque 1kW (cas pratique 800 000 kWh pour 150 hab)	satisfait sans la partie gaz de la chaufferie hydride qui est plutôt en secours en cas d'incident sur la pompe à chaleur (Voir pages 90 à 92)											
	Et au plus froid de l'hiver de l'ordre de 2 kW. Les												
	dérèglements climatique sont là mais ce n'est tout												
	de même pas au mois de mars que les												
	tempétaures sont les plus basses												

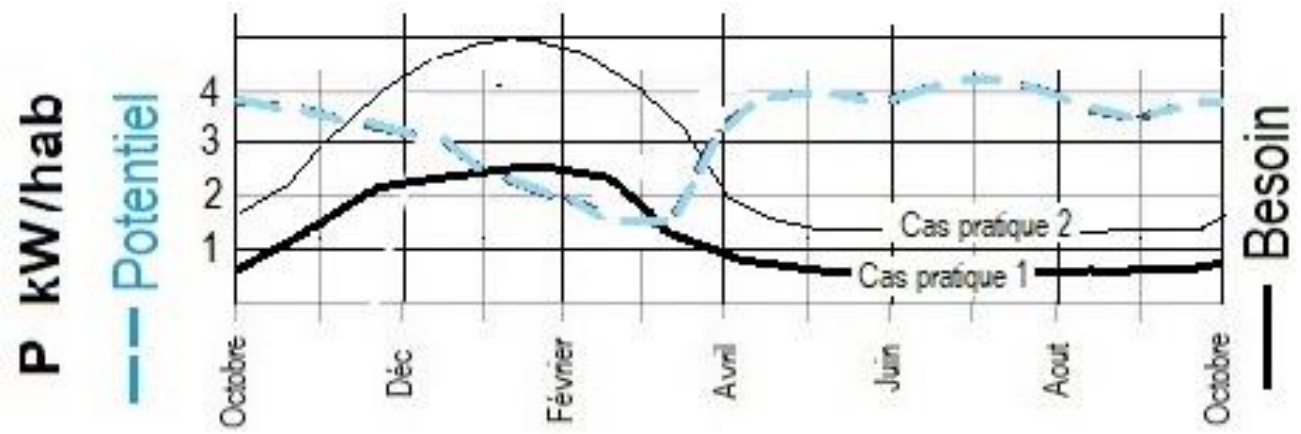


Figure 40

Le potentiel thermique a été défini en tenant compte d'n rejet dans la Seine en sortie des évaporateurs à 3° C et sans prendre en compte le débit de l'Oise qui se jette dans la Seine en aval de Paris.

Quant au besoin on peut se reporter au *2 cas pratiques* de mon livre sur l'énergie. C'est peut–être un peu juste en terme de potential dans le cas d'un hiver rigoureux. Dans ce cas le gaz peut venir au secours du chauffage thermodynamique avec la chaufferie hybride comme on va maintenant le voir

Figures 39 et 40

On observe sur ces figures que le potentiel thermique de la Seine à Paris est considérable et proche de 10 gigawatt au plus froid de l'hiver). Il faut toutefois se rendre à l'évidence: vu la population de Paris avec sa petite couronne voisine de 10 millions d'habitants cela ne fait tout au plus que 1 kW disponible par parisien. Et ceci avec une température de sortie des évaporateurs de 3°C peut être un peu basse. Heureusement avec le réseau envisagé les pages précédentes le potentiel thermique de l'eau géothermale s'ajoute à celui des eaux superficielles et il n'est peut être pas inenvisageable de profiter aussi de l'eau des nappes libres (Voir figure 54) qui est, elle, à 10°C voire un peu plus

Paris intramuros

Figure 41

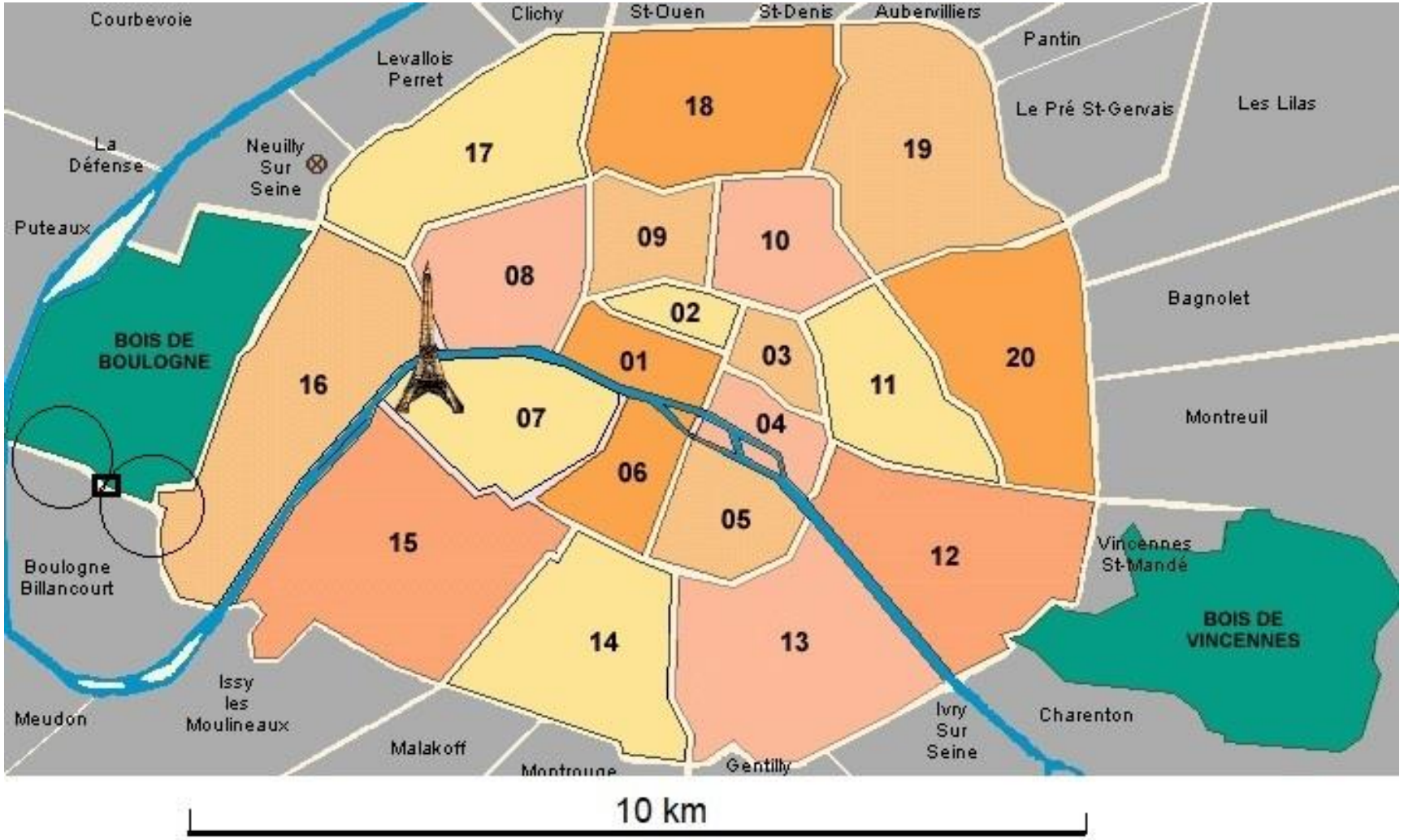


Figure 41

Métro parisien

actuel

Futur (& 7 Paris)

Chiffres clés : 20 arrondissements, 2 millions d'habitants, 100 km² . Beaucoup de communes à l'extérieur de Paris intramuros comme Boulogne ont environ la même densité urbaine.

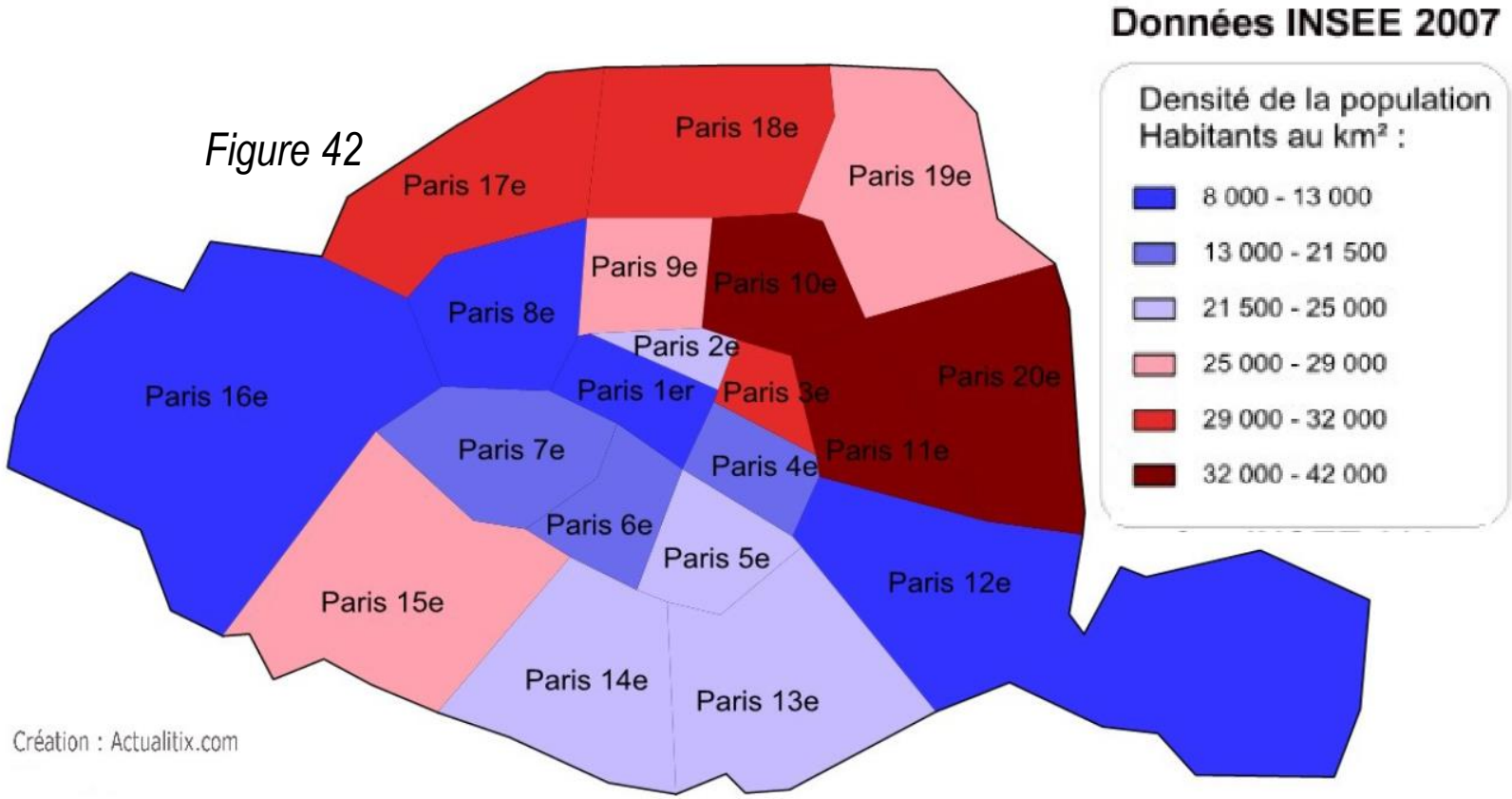
Figures 41 et 42

Le constat est un peu effroyable mais il faut se rendre à l'évidence : la densité urbaine dans Paris et sa petite couronne est considérable. Avec une densité urbaine moyenne de 20 000 habitants au kilomètre carré, chaque parisien ne dispose en effet que d'une surface au sol voisine de 50 m².

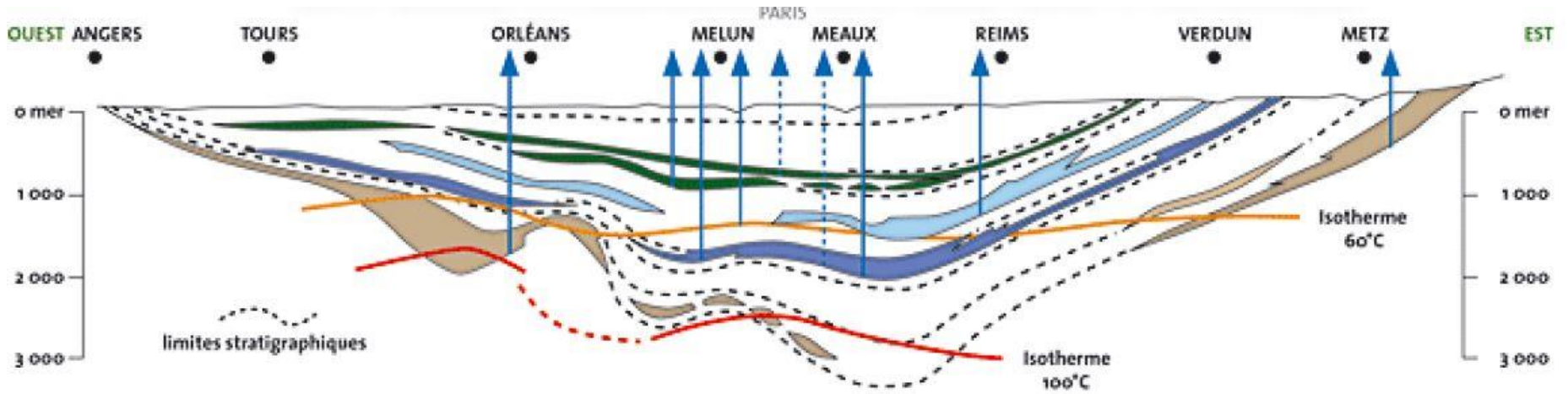
Ceci en raison de l'empilage à la verticale des appartements.

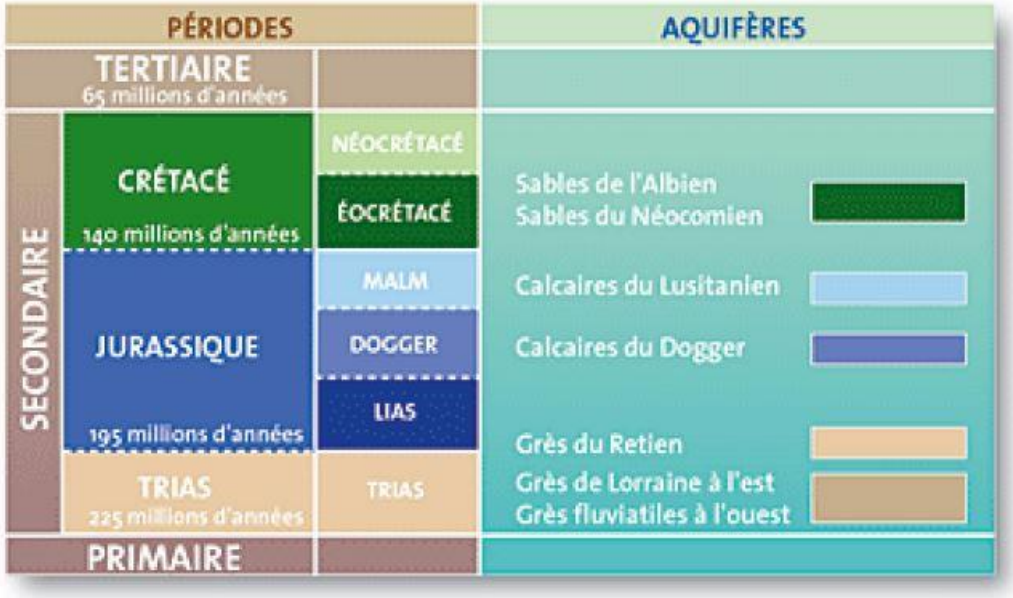
Dans la partie située à l'est de Paris intramuros la surface au sol disponible par parisien est même selon l'INSEE encore plus faible et voisine de 24 m². Ceci compte tenu du fait que 1 km² c'est un million de mètres carrés.

Figure 42



Les grands aquifères du bassin parisien





Complément

La *"Solar Water Economy*" est la vision de ce que pourrait une transition énergétique allant dans le sens de l'abandon des 2 principales chaînes énergétiques actuelles à savoir la combustion et l'effet joule assurant le chauffage de l'habitat et devenues obsolètes en raison de leur piètres performances. Ceci en ne faisant appel qu'à l'eau pour satisfaire l'essentiel de nos besoins en énergie thermique. Je vais maintenant tenter de faire sans me tromper une approche chiffrée de ce que pourrait être ce type de transition dans une région à forte densité de population comme la nôtre, celle de la région Parisienne. En raison d'une densité urbaine de 20 000 habitants au km² dans Paris intramuros et sa proche banlieue chaque parisien ne dispose que de 50 m² au sol, ce qui n'est pas grand chose. Pour ce qui concerne dans un premier temps l'énergie thermique associée à l'eau, pilier central de la *"Solar **Water** Economy*". Le potentiel thermique de l'eau en région IDF s'établi comme suit:

- le potentiel thermique des nappes captives profondes
- celui des eaux superficielles à savoir de la Seine qui traverse votre région
- la capacité que nous offre l'hydraulique d'additionner ces deux potentiels pour assurer nos besoins thermiques

1) Doublet géothermique avec l'eau géothermale profonde

Hypotheses

- surface doublet 2 km² (ou 2 millions de m²) soit compte tenu de la densité urbaine en region Parisienne (20 000 habitants au km²)

2 000 000 / 50 = 40 000 habitants

- débit doublet Q = 250 m3/h (Ce débit devant toutefois être confirmé par le BRGM) avec un ΔT de 50 ° C (70 a 20 ° C)

Ceci en perçant à un peu moins de 2000 m (voir figure 37 page 115)

Puissance géothermique disponible par doublet P = 1.16 x 50 X 250 = 14 500 kW soit 14 500 / 40 000 = 0,36 kW disponible pour chacun de ces 40 000 parisiens 24h sur 24. Soit une énergie disponible à l'année par parisien de 0,36 x 8760 = 3100 kWh.

A l'appui de ces chiffres la formule P = 1,16 Q x ΔT = 1,16 x (250/40 000)x 50 = 0,36 kW qui fait que chaque parisien dispose bien en effet d'une puissance moyenne de 0,36kW

2 Eaux superficielles (Seine)

Le débit moyen de la Seine à paris de 300 m3/s c'est sensiblement un milliard de kg d'eau en une heure.
Grâce à la capacité thermique de l'eau égale à 4,18 kJ / kg et par degré si on refroidit cette masse de 15 à 5 degrés on dispose d'une quantité de chaleur égale à 4,18 x 1 000 000 000 x 10 = 41 800 000 000 kJ et vu que 1 kWh c'est 3600 kJ c'est 11,6 millions de kWh qui sont disponibles en une heure pour environ les 10 millions de citadins en région IDF ce qui correspond sensiblement à une puissance de 1 kW par citadin.
(voir figure 39 page 118)

3 Comment profiter des 2 potentiels

Les figures précédentes permettent de comprendre comment l'hydraulique nous offre la possibilité grâce aux échangeur de température à plaques (Voir complément page 149 pour plus de détails) d'additionner ces deux potentiels. Ceci en portant la température de l'eau superficielle de 10 à 15 ° . C Cela permet de disposer d'un potentiel thermique plus important par le fait que la différence de température utile dans les évaporateurs des pompes à chaleur aquathermiques est portée de 5 à 10 ° C. Le ΔT dans le primaire des échangeur à plaques étant de 50° C alors qu'il n'est que de 5° C dans le primaire on comprend que le débit mis à disposition dans le secondaire de l'échangeur à plaque est 10 fois supérieur à celui du secondaire.

C'est donc en conscéquence un débit d'eau à 15° C de 2500 m3/h 10 fois supérieur à celui du doublet géothermique qui est disponible pour les 40 000 parisiens. Il n'y a donc pas de souci à se faire sur la potentialité des eaux superficielles dans la mesure où le besoin débit en eau superficielle pour les 10 millions de parisiens est sensiblement 2 fois inférieur au debit moyen de la Seine
[(2500 / 40 000) x 10 000 000]/3600 = 173 m3/s

Le potentiel thermique en énergie thermique renouvelable mis à la disposition de chaque parisien à partir d'un tel réseau est donc de [1,16 (2500 x 8760)x (15-5)] / 40 000 = 6350 kWh. sensiblement au besoin de 3600 kWh (voir page 92)

**

Même si l'on ne procèdait à aucune amélioration de l'isolation des bâtiments existants, on observe que ce potentiel thermique de 6300 kWh reste supérieur au besoin . Même dans le cadre de la *"**Solar** Water Economy* notre intérêt est de procéder à une isolation sommaire des bâtiments existants. En effet même avec un besoin en électricité pour entraîner le compresseur des pompes à chaleur divisé par 2 par rapport à ce qu'est le besoin en France avec les chaînes énergétiques actuelles, il va falloir tenir compte du besoin électrique de l'éclairage, de l'électroménager et surtout celui de la voiture hybride rechargeable. Il est maintenant temps de réaliser qu'il faut laisser le toujours+ est derrière nous..

A ceux qui m'accuseraient d'un excès d'optimisme je dirais qu'il est toujours possible grâce à la chaufferie hybride évoqué aux pages suivantes de satisfaire le besoin thermique en cas d'hiver particulièrement rigoureux avec un complément thermique assuré par la combustion gaz. Il faut toutefois relativiser, la dernière fois que la Seine a gelé c'était il y a bien longtemps (en 2006 je crois ?). Quoiqu'il en soit lorsqu'elle est à 5° C son potentiel thermique pour le chauffage de l'habitat est effectivement bien faible, voire nul.
Une société comme la CIAT bien au fait de ces techniques de chauffage thermodynamique basée sur l'aquathermie estime à juste titre qu'une pompe à chaleur échangeant sur l'eau ne peut fonctionner valablement si la température à la source froide est inférieure à 8° C)

Généralisation du réseau

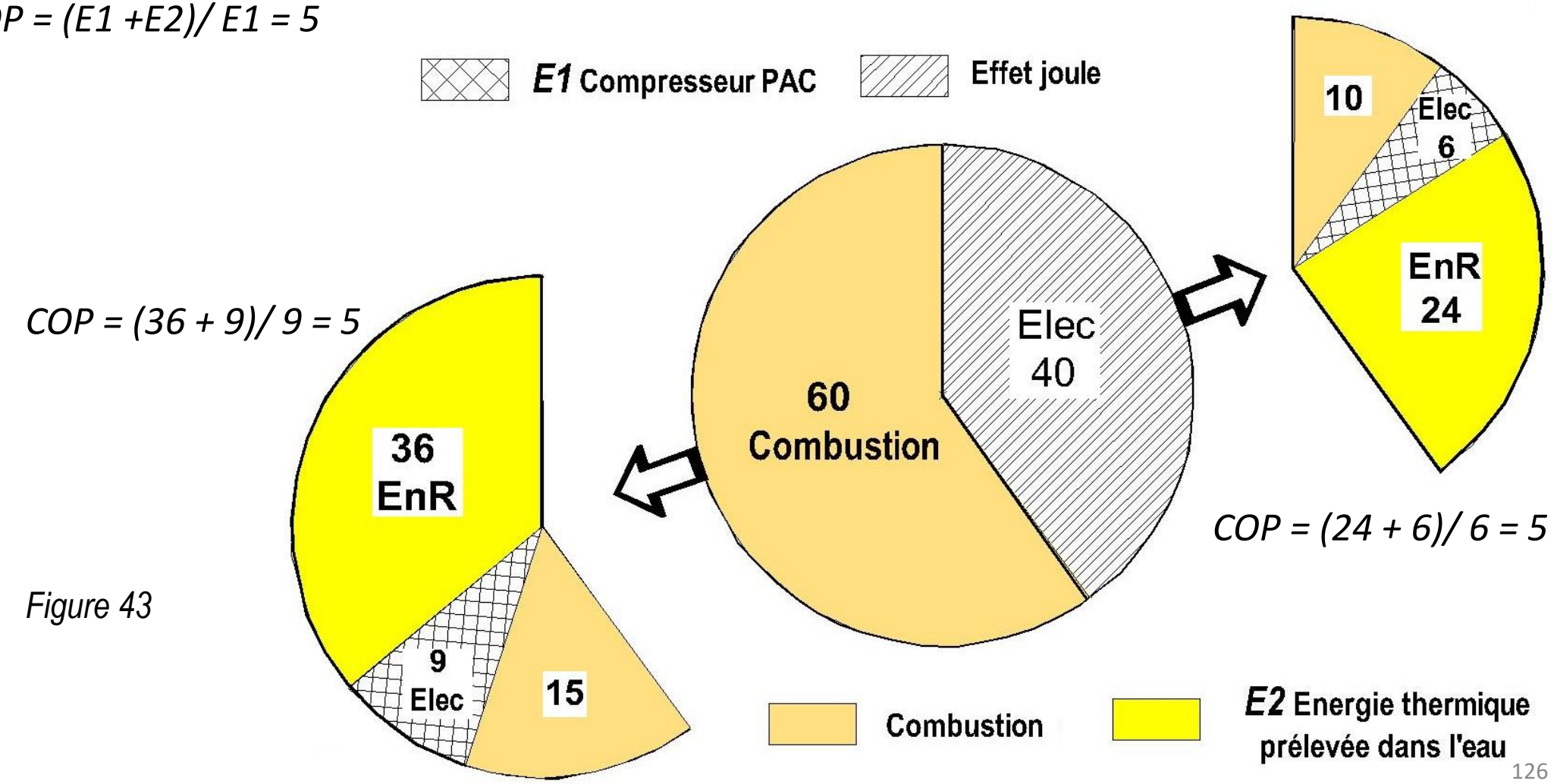
Il faut maintenant aussi tenir compte que l'étude ci-dessus a été faite en raisonnant à partir d'un seul doublet géothermique assurant le besoin pour 2 km² de surface au sol CAD pour 40 000 parisiens. Ceci alors que Paris intra-muros c'est 20 arrondissements et sensiblement 2 millions d'habitants sur environ 100 km2. Il est pour cette raison nécessaire de se faire à l'idée que pour subvenir aux besoins de l'ensemble des parisiens, il faudra en moyenne sensiblement 3 voire 4 doublets de ce type par arrondissement parisien ou par commune acculé au périphérique attenante à Paris Intramuros (Voir exemple pour la commune de Boulogne Billancourt page 79). Cela permet de situer le projet dans son ampleur. Ceci dit il faudra aussi tenir compte que la densité de population dans les arrondissements parisiens sont variables. (Voir figure 42) La surface au sol nécessaire pour implanter les groupes de pompages ainsi que les échangeurs à plaques est heureusement faible. Reste les tuyauteries et la gène temporaire que va entrainer leur mise en oeuvre. Pour ce poste je me réfère au commentaire de Jean-Marc Jancovici: *" Il n'y a pas d'innovation sans contrainte "*

Le chauffage de l'habitat avec les systèmes hybrides et l'eau

Paris ne s'est pas fait en un jour

Performance en mode pompe à chaleur

COP = (E1 +E2)/ E1 = 5



COP = (36 + 9)/ 9 = 5

COP = (24 + 6)/ 6 = 5

Figure 43

Figure 43

Le réchauffement climatique est là mais il ne faut pas perdre de vue qu'au plus froid de l'hiver la température de la Seine peut malgré tout descendre à des températures sensiblement inférieures à 5 degrés, ce qui annule le potentiel thermique des eaux superficielles. Il est dans ce cas certes possible d'élever la température sur le réseau ENP à environ 10 degrés grâce à l'apport géothermal mais comme chacun sait Homo sapiens est plutôt frileux et une évolution temporaire vers la *chaufferie hybride* capable d'assurer un apport thermique grâce à la combustion sera dans un premier temps probablement considéré comme nécessaire. La figure *43* montre dans ce cas ce que pourrait être la nouvelle répartition des énergies associant le gaz, l'électricité et l'énergie prélevée dans l'environnement

La puissance de la chaufferie hybride durant l'année calendaire

Figure 44

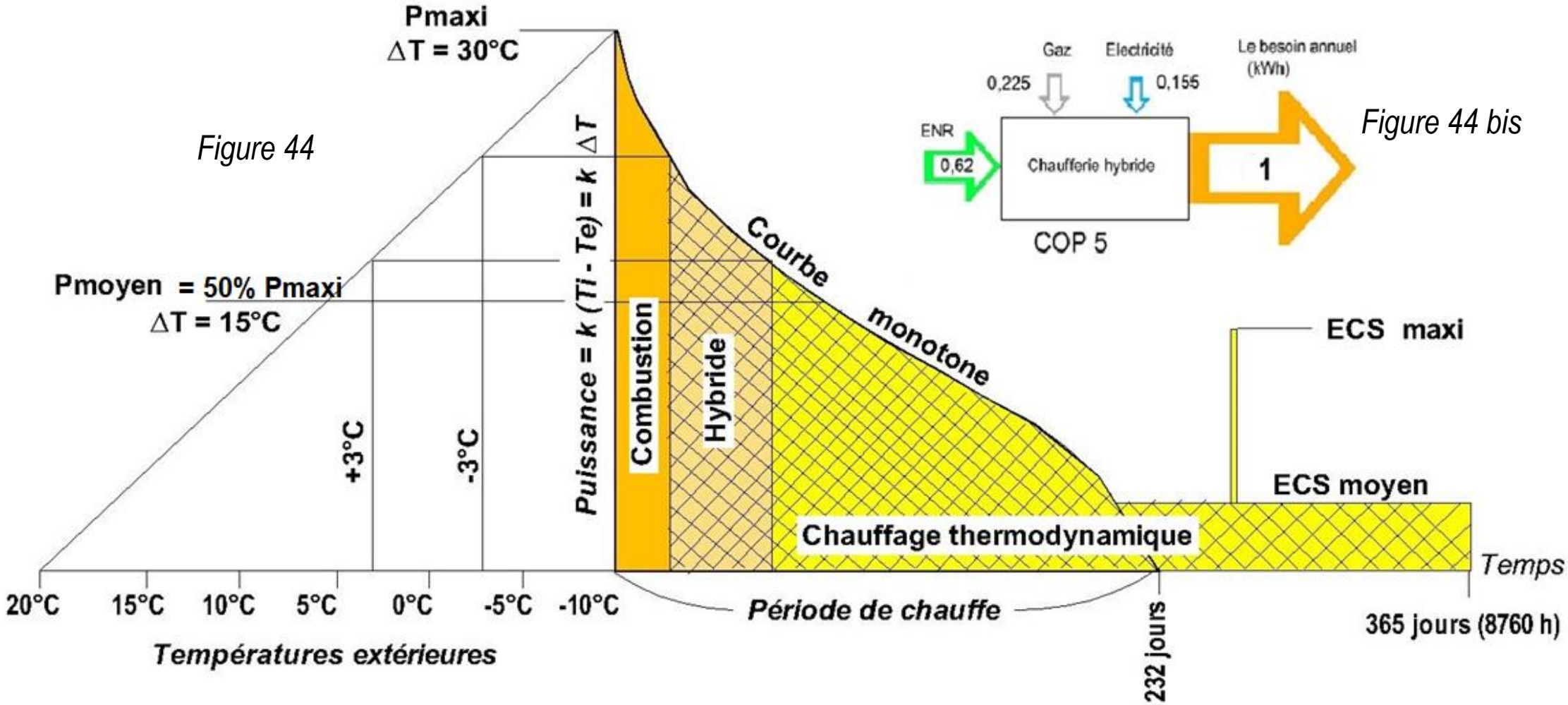


Figure 44 bis

La courbe monotone et les DJU

T ext	nb de jours	nb jours cumulés	DJU	P
-7	1	1	25	25
-6	1	2	24	24
-5	2	4	46	23
-4	3	7	66	22
-3	4	11	84	21
-2	4	15	80	20
-1	6	21	114	19
0	6	27	108	18
1	8	35	136	17
2	8	43	128	16
3	10	53	150	15
4	11	64	154	14
5	12	76	156	13
6	14	90	168	12
7	15	105	165	11
8	17	122	170	10
9	17	139	153	9
10	19	158	152	8
11	18	176	126	7
12	16	192	96	6
13	12	204	60	5
14	9	213	36	4
15	7	220	21	3
16	5	225	10	2
17	4	229	4	1
18	4	233	0	0
			2432	

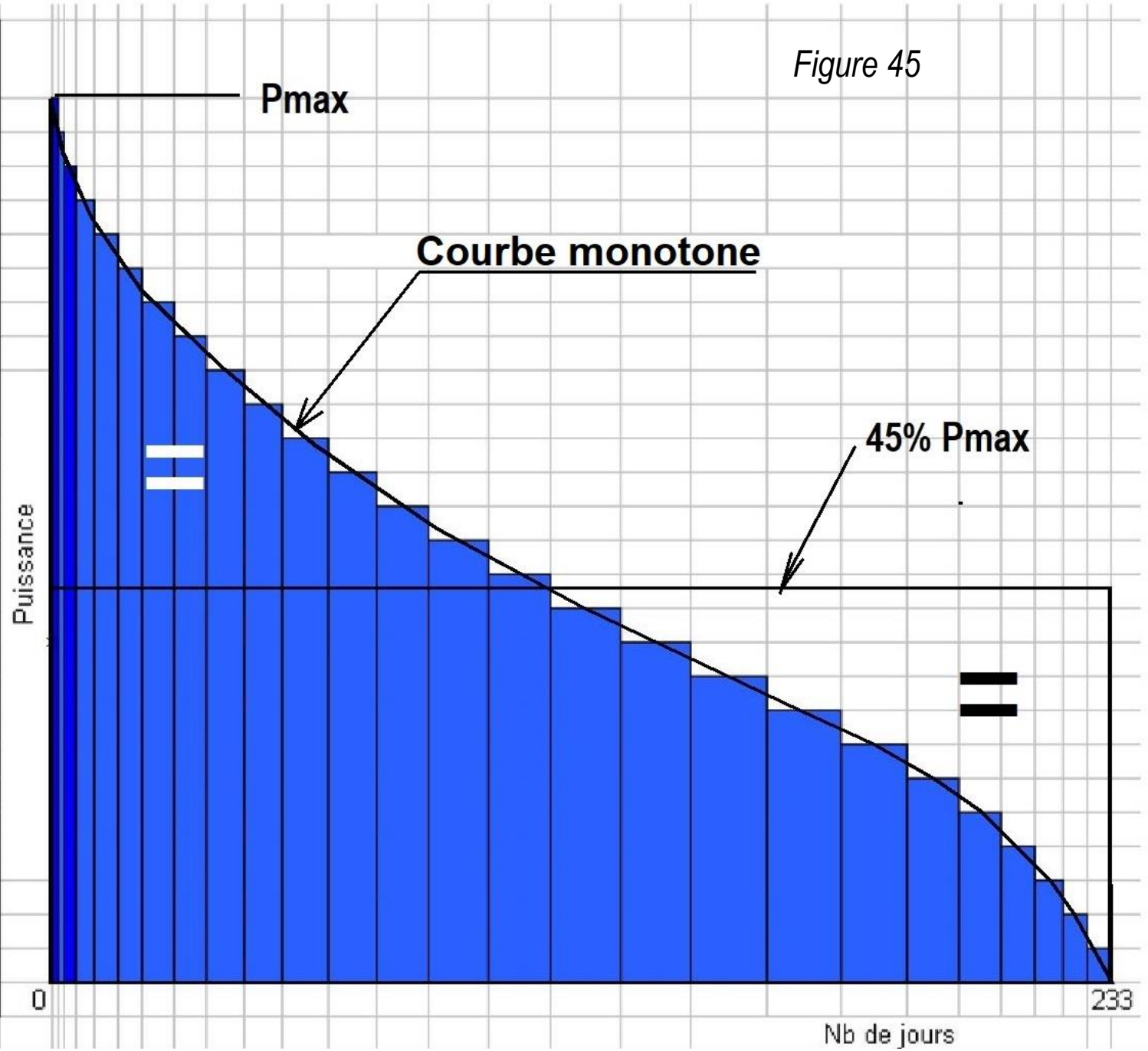


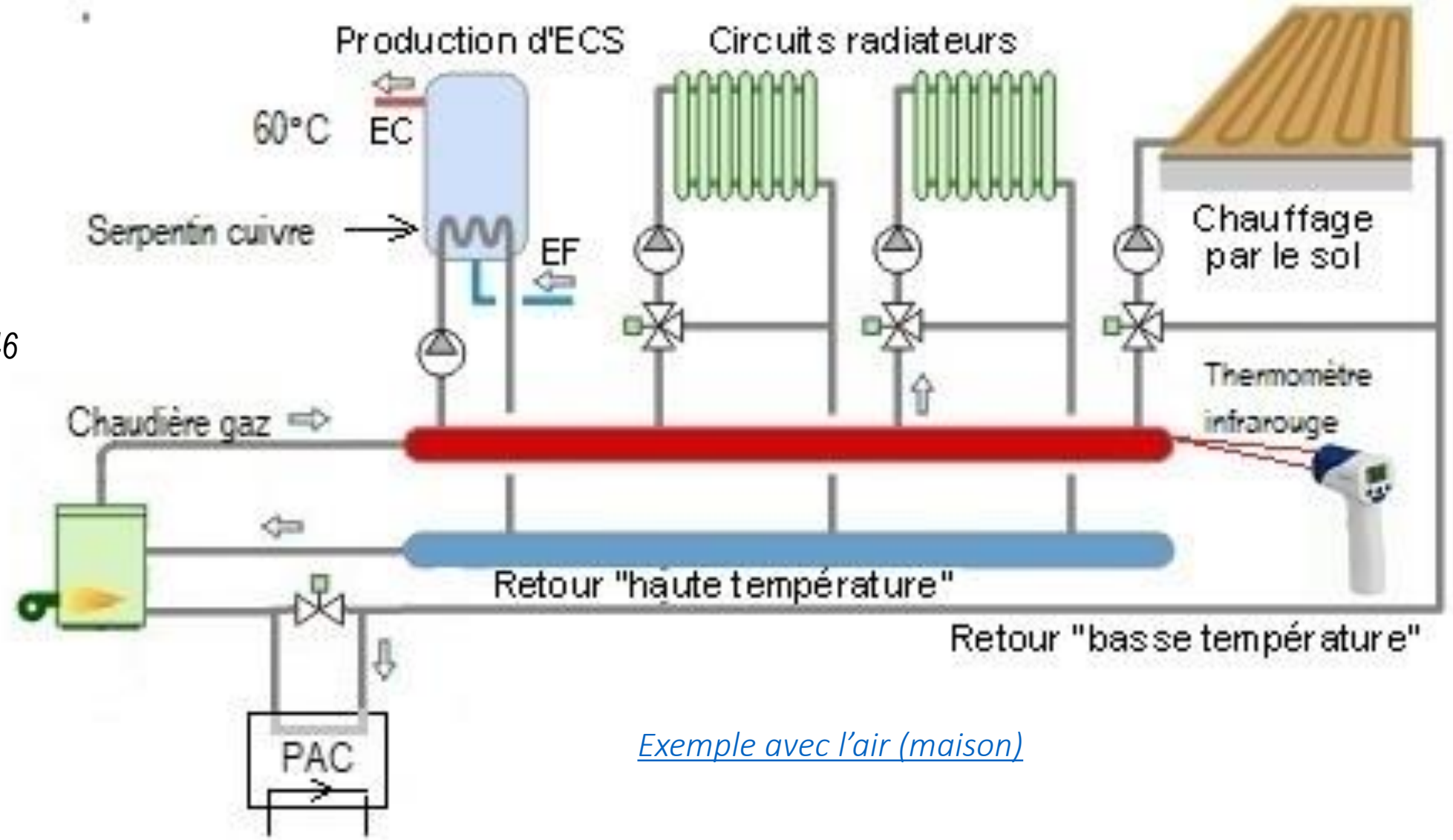
Figure 45

Figures 44 et 44 bis et 45

Ces figures permettent de comprendre comment, en fonction de la courbe monotone, le gaz et l'électricité se partagent le travail pour assurer le besoin. Ceci dit, si l'habitation se trouve à la campagne et sans réseau gaz, la phase combustion peut être réalisée avec des pellets ou éventuellement remplacée par l'effet Joule.

Circuit simplifié chauffage - Eau Chaude Sanitaire (maison)

Schéma 46



Exemple avec l'air (maison)

Circuit simplifié chauffage – ECS d'un immeuble)

Circuit bouclage ECS

Prévoir une température de départ vers les mitigeurs au moins égale à 50° C en raison de la légionellose

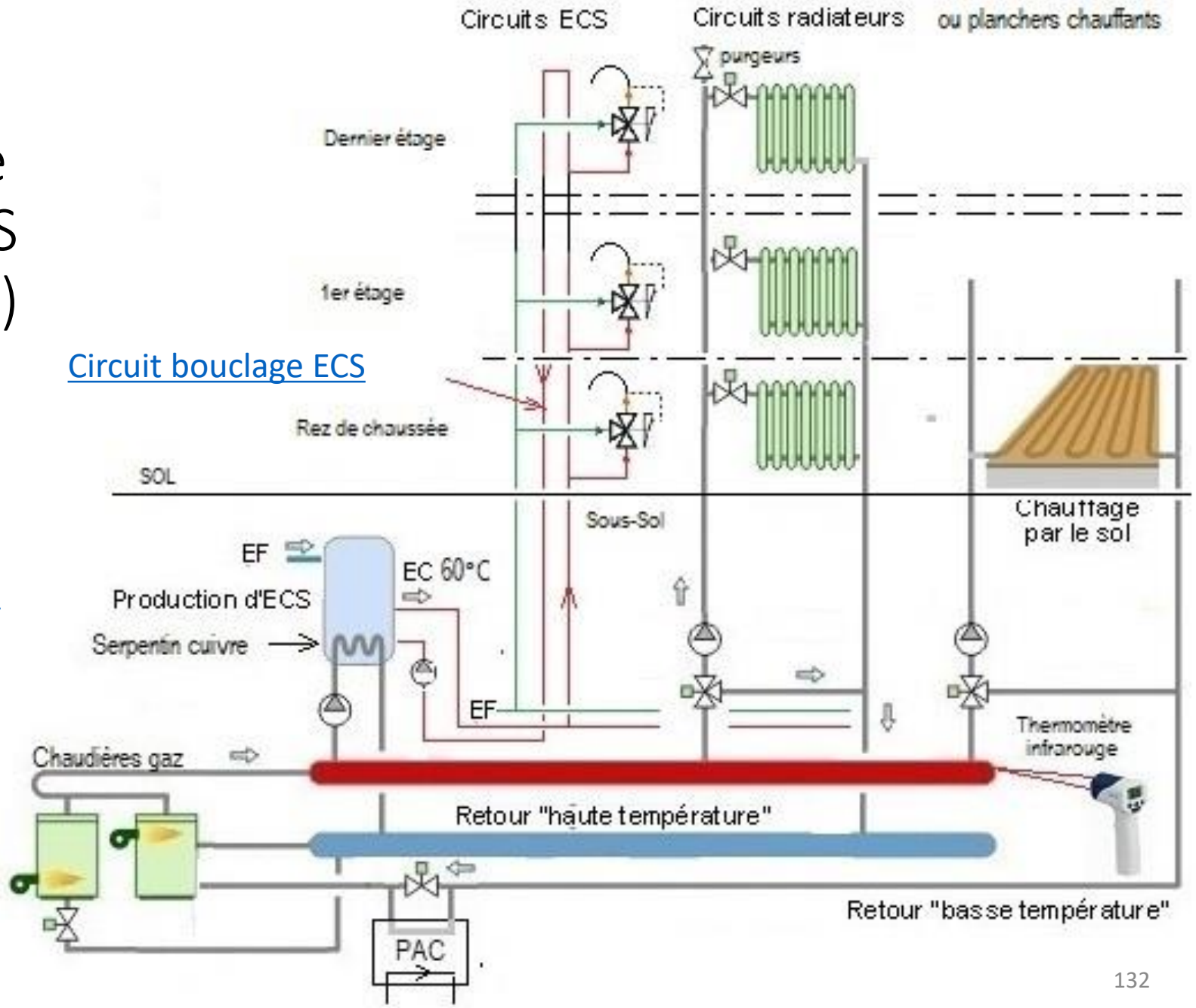


Schéma 47

Schémas 46 et 47

Ils montrent pour le schéma 46 comment pourrait être conçu le schéma hydraulique dans le cas d'une chaufferie hybride associée à la maison individuelle et pour le schéma 47 dans le cas d’un immeuble.

Dans la pratique le condenseur du système thermodynamique produisant la chaleur serait raccordé sur le circuit de retour basse température venant des radiateurs ou des planchers chauffant hydrauliques. À noter que dans le cas des immeubles le circuit comprend un bouclage permettant de disposer plus rapidement de l'eau chaude sanitaire

La maison et l'immeuble

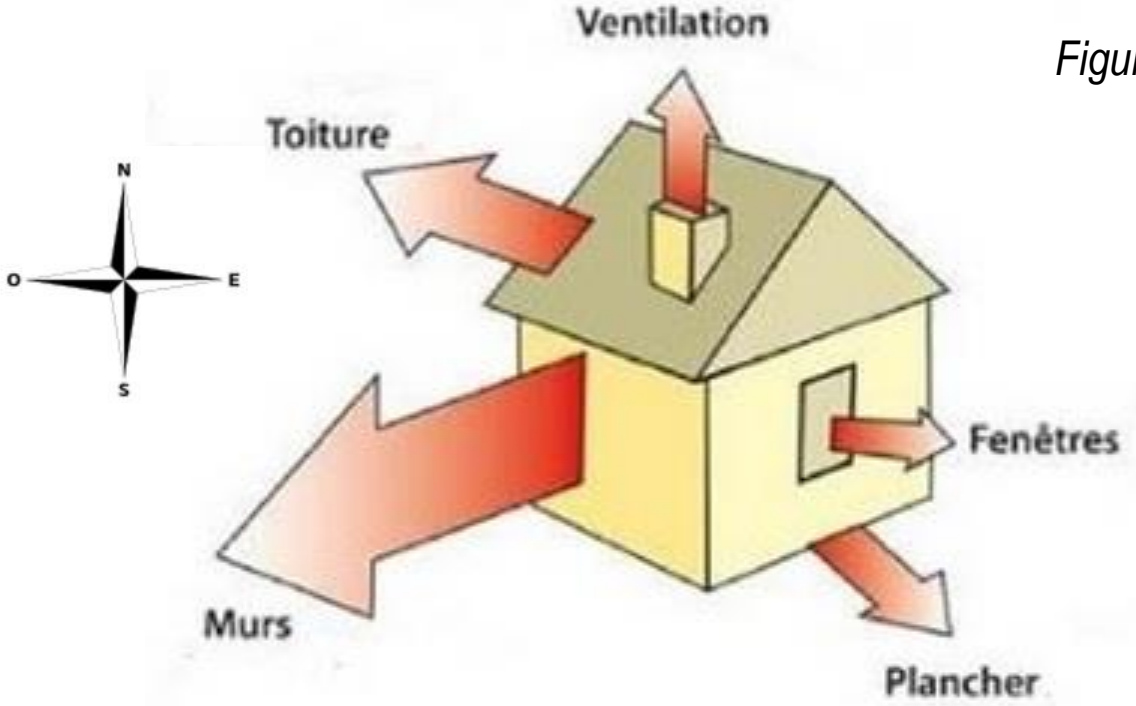
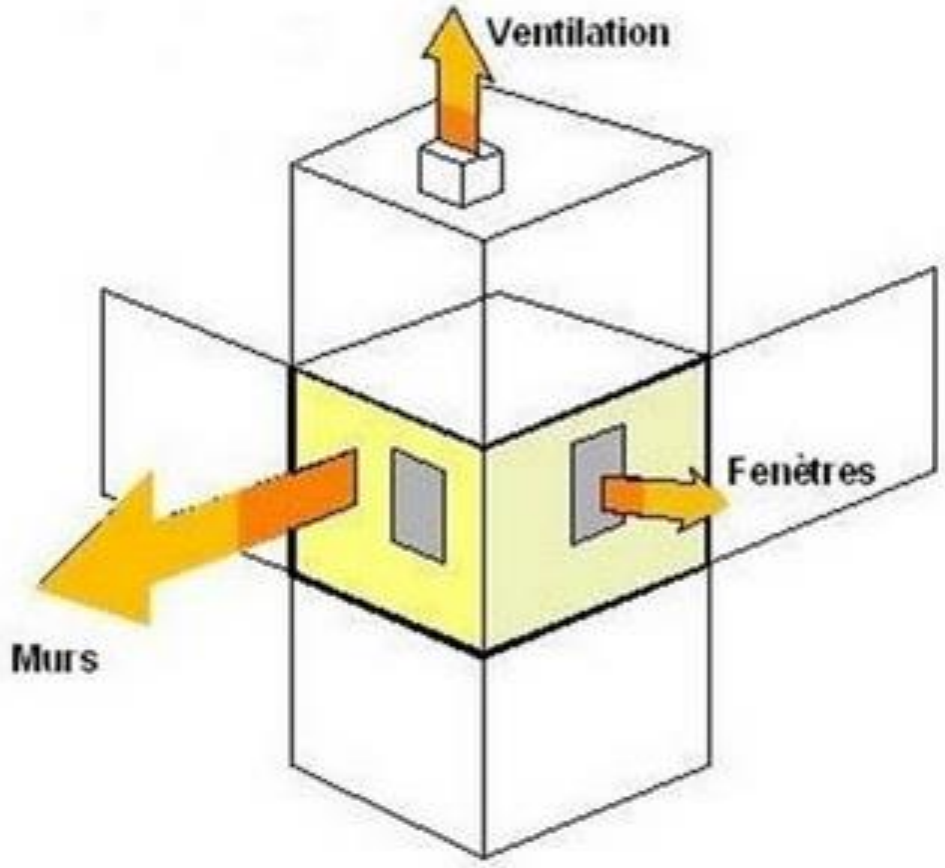


Figure 48



Les deux figures parlent d'elle-même en ce qui concerne l'importance relative des déperditions de l'habitat selon qu'il s'agit d'un appartement ou d'une maison.
Quant à l'individualisation des frais de chauffage dans le cas des immeubles, il n'est pas trop difficile de comprendre l'absurdité de cette mesure.

L'étalement urbain: La ville et la campagne

La tendance à l'urbanisation semble inexorable. Ceci au détriment du confort, de la surface habitable, de l'agrément de vie et de la santé. Le coronavirus a toutefois mis en avant une nouvelle méthode de travail basée sur le télétravail. Cette méthode qui permet de diminuer les déplacements en voiture ou par les transport en commun n'est bien évidemment pas valable pour tous les corps de métier. Ceux faisant appel pour l'essentiel à l'ordinateur et au téléphone sont toutefois accessibles au télétravail.

Au moment où le monde se voit, j'allais dire heureusement, contraint pour des raisons sanitaires de cesser le contact direct procuré par les liaisons long-courrier, "l'orgie numérique actuelle" me semble être un mal d'autant plus nécessaire qu'à l'exception peut-être de la 21 toutes ces "COP" et les contacts directs qui leur sont associées ont bien prouvé leur inefficacité.

Même si la quantité d'énergie requise pour alimenter la "toile mondiale internet " représente un pourcentage de l'énergie consommée dans le monde non négligeable, l'opportunité qu'elle nous offre de communiquer très rapidement est assurément à prendre en compte vu l'urgence qu'il a d'agir sans se tromper.

Répartition moyenne mondiale

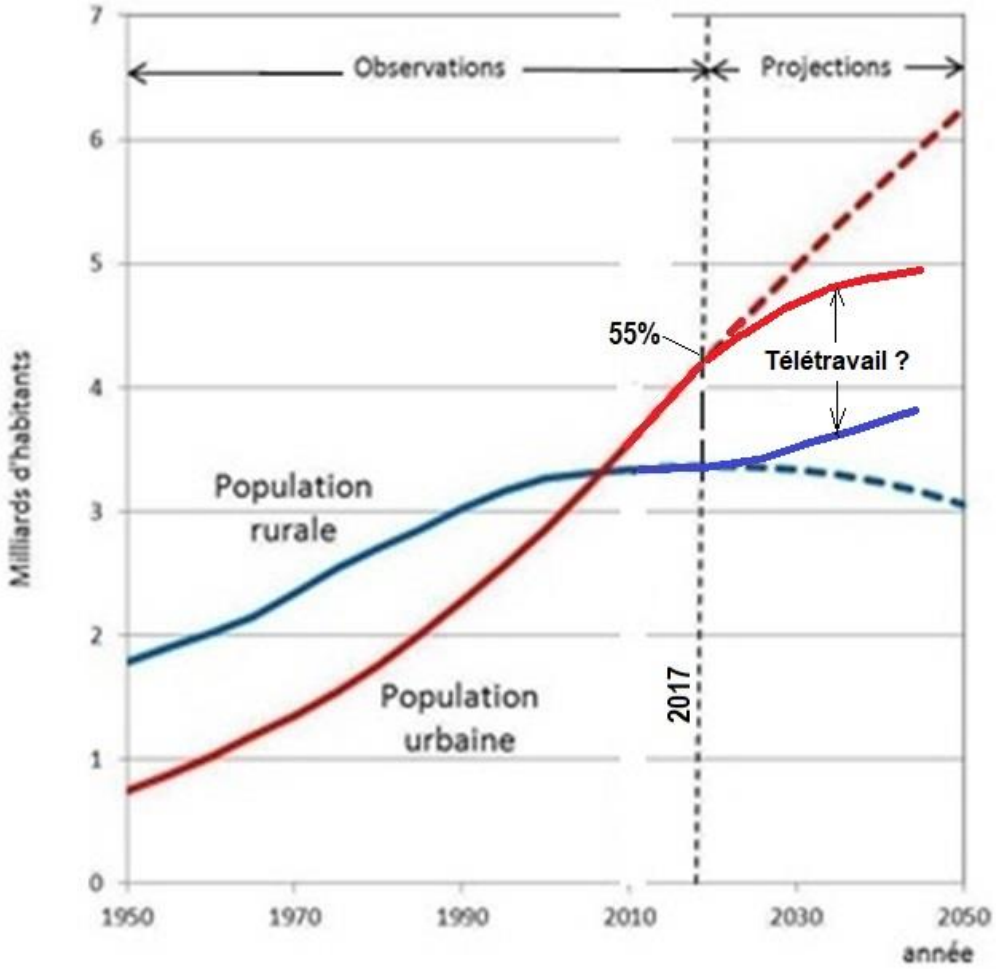


Figure 49

Figure 49

Le télétravail va changer un peu la courbe mais cette image est surtout là pour vous expliquer la raison pour laquelle j'ai concentré mon étude vers les villes plutôt que vers les zones rurales : ceci pour aller à l'essentiel étant donné que c'est là où la majorité d'entre nous allons vivre. (Voir population mondiale au chapitre 5)

Nous allons maintenant en complément de ce qui est évoqué dans mon livre sur la *« Solar Water Economy »* aborder plus en détail les principaux composants constituant une pompe à chaleur

La chaufferie hybride avec l'eau (gaz + électricité) en sous-sol :

Combustion

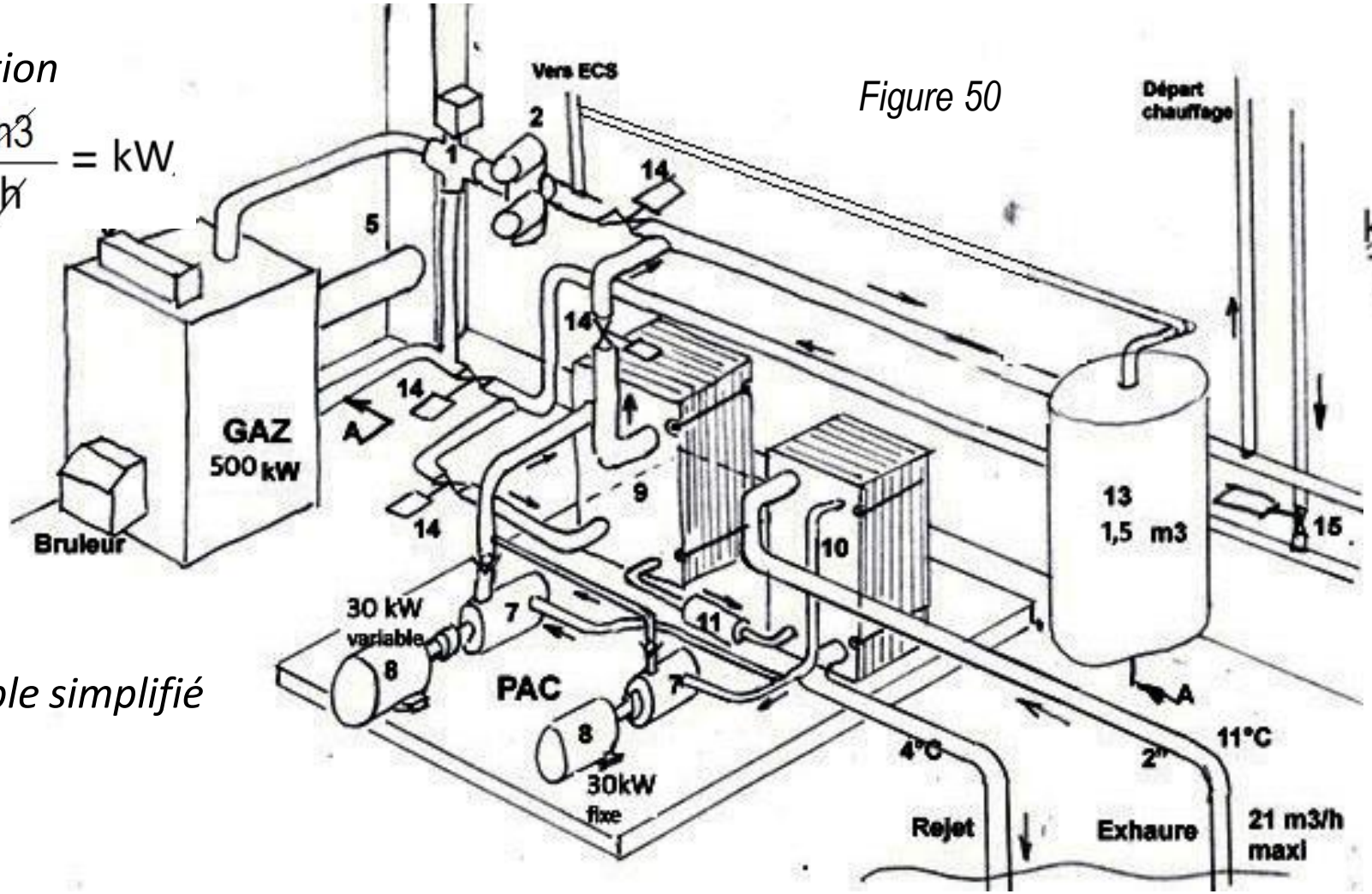
$$\frac{kWh}{m3} \times \frac{m3}{h} = kW$$

Figure 50

PAC en relève

$$P = Qf \times E$$

$$\frac{kg}{s} \times \frac{kJ}{kg} > kW$$



Ensemble simplifié

[Conseil PAC sur nappes libres en IDF]

Figure 50

Elle représente une vue en perspective ce que pourrait être une chaufferie hybride associant le gaz et l'électricité pour assurer le besoin thermique d'un immeuble.

Les deux échangeurs à plaques repère 9 et 10 constituant le condenseur et l'évaporateur de la pompe à chaleur seraient naturellement capotés thermiquement pour supprimer les déperditions thermiques.

Quant aux groupes motopompes qui symbolisent le compresseur de la pompe à chaleur, ils pourraient être disposés avantageusement à axe vertical plutôt que horizontal pour tenir compte du manque de place dans le sous-sol des immeubles (Technologie spirale *Copeland)*

Cabinet Christian Boissavy
35, boulevard de Magenta 75010 Paris
01 42 39 30 89 Bureau
00 377 6 78 63 37 56 Mobile
christian.boissavy@orange.fr

Monsieur Jean Marc Lenoir
15 rue Vauthier
92100 Boulogne-Billancourt

A l'attention de Messieurs Lenoir et Grossmann

Paris le 9 février 2013,

Objet: Proposition d'étude géothermique pour le site de la copropriété au 15 rue Vauthier à Boulogne-Billancourt (Hauts de Seine)

Messieurs,

Ce courrier fait la suite à la visite du site effectuée le vendredi 8 février, pour lever l'incertitude quant à la possibilité de réaliser un doublet de forages géothermique sur l'emprise foncière de votre copropriété. Je vous prie de bien trouver ci-joint ma meilleure proposition pour l'étude des ressources géothermiques basse température et cela en vue d'exploiter les ouvrages à un débit prévisionnel compris entre 20 et 30 m^3/h.
Dans un premier temps, une approche rapide a permis d'envisager une puissance de 250 kW pour la pompe à chaleur, mais ces éléments thermiques et en particulier la puissance maximum appelée en pointe (chaud et ECS) devront être validés, avec plus de précision, par un bureau d'étude thermique que vous aurez mandaté.
La visite du site permet donc d'envisager la réalisation du doublet de forage directement depuis la surface ou en alternative depuis le parking enterré qui offre une hauteur sous plafond de l'ordre de 3,5m.

Cette étude comprendra les éléments décrits ci- après :

1 Généralités

2 Géologie et hydrogéologie
- 2.1 Contexte général
- 2.2 Etude géologique
- 2.3 Hydrogéologie et qualité des eaux

3 Faisabilité et risques techniques

4 Description des ouvrages de production
- 4.1 Doublet de forages
- 4.2 Implantation et calcul de l'espacement nécessaire
- 4.3 Equipements hydrauliques et électriques
- 4.4 Tête de puits et systèmes de pompage

5 Evaluation économique prévisionnelle
- 5.1.1 Investissements (P4)
- 5.1.2 Evaluation des consommations énergétiques du doublet et estimation des coûts d'entretien et de maintenance (P1 - P2 - P3)

6 Aspects administratifs

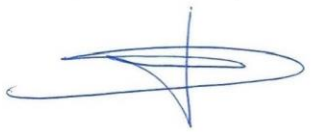
7 Synthèse

8 Planning et délais de réalisation

Nous pouvons réaliser cette étude pour un montant forfaitaire de 4500€HT. Notre prestation comprend : le rapport, la visite du site (déjà réalisée) et la participation à une réunion de présentation avec le conseil syndical de votre copropriété. Le délai de réalisation de cette étude est de 4 semaines à compter de la réception de votre ordre de service. Le paiement s'effectuera par chèque bancaire à réception de facture.

Dans l'attente de votre ordre pour cette étude, veuillez recevoir nos salutations distinguées.

Christian Boissavy



Forage vers nappe libre en région parisienne Faisabilité

Projet de chaufferie hybride (Cas pratique)

Gaz
+
électricité

Chiffres clés

800 000 kWh annuel
5000 m² habitables
60 appartements

L'Ademe et le mélange des genres

L'assistance locale
forage vers nappe libre

Les deux orifices permettant de connecter le condenseur de la pompe à chaleur aquathermique sont prévus sur le circuit retour des radiateurs (voir à droite de la photo)

Assistance à mise en œuvre

Théorie du comportement thermique de l'ensemble chaufferie-immeuble

On ne peut pas dire que nos radiateurs soient à basse température mais cette température étant malgré tout raisonnable, j'ai essayé de convaincre ma copropriété de commuter vers une chaufferie hybride à l'occasion de l'abandon de la chaufferie fioul. Ceci sans y parvenir complètement. Il a seulement été décidé :

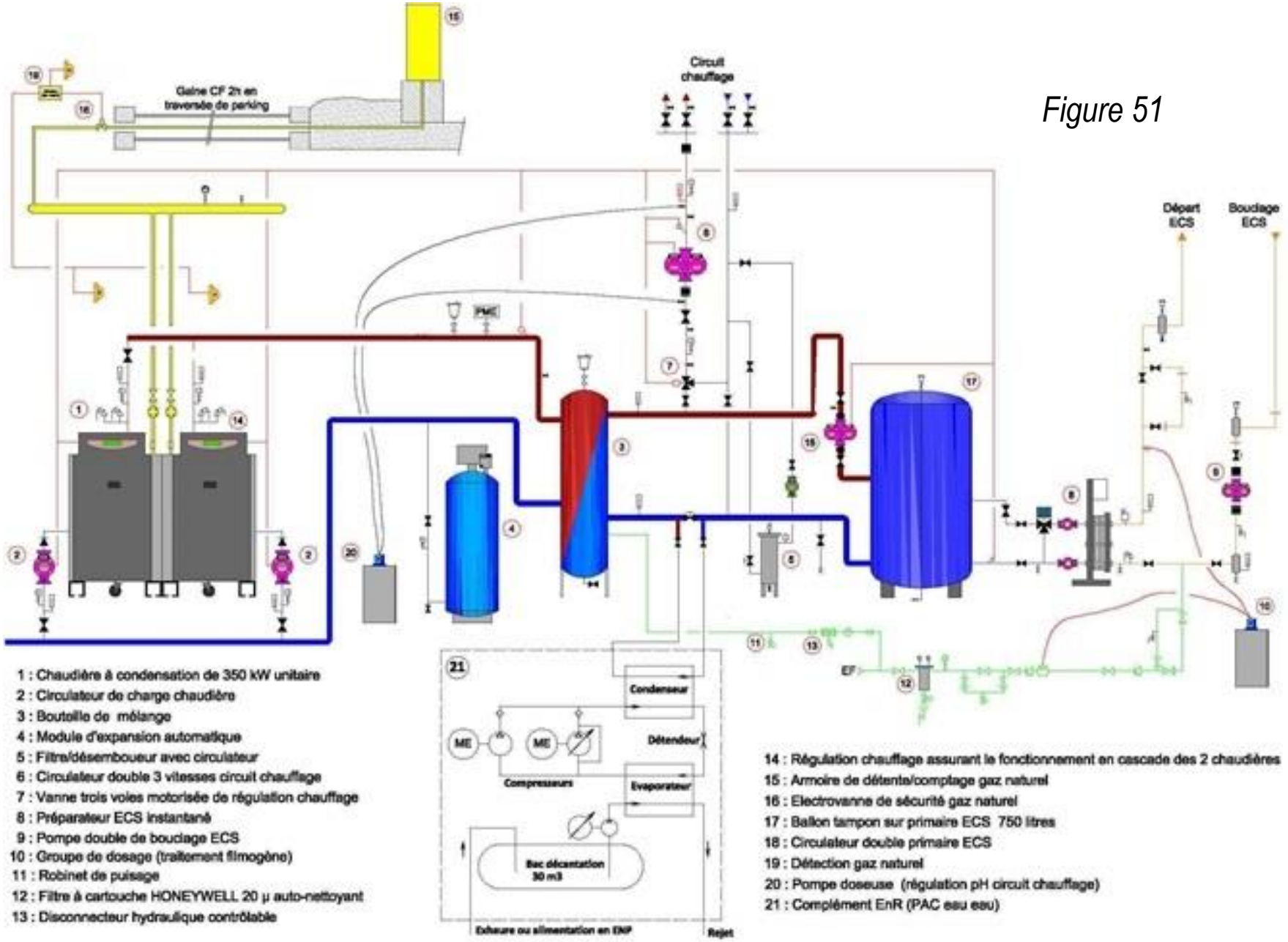
- de concevoir un circuit gaz autorisant cette évolution

- de mettre en place les deux connexions de la PAC sur le circuit de retour basse température du circuit chauffage

- de conserver le réservoir fioul enterré dans le jardin avec un additif antirouille aux fins d'utilisation comme bac de décantation en amont de l'évaporateur

Schéma hydraulique

Figure 51



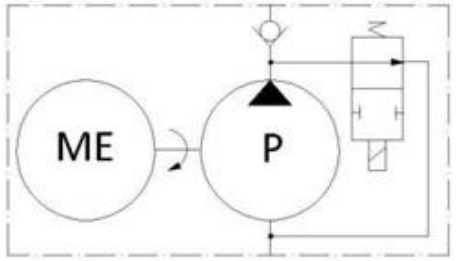
Le schéma hydraulique de la chaufferie hybride *Figure 51*

A noter principalement la partie 21 correspondant à la partie PAC eau-eau. Un mail a été envoyé il y a une petite dizaine d'années au centre de recherche VEOLIA pour attirer son attention sur le fait qu'il est possible de donner une seconde vie à nos anciens réservoirs à fioul en ville. Ceci en les réutilisant dans le cadre des chaufferies hybrides gaz-PAC aquathermique comme réservoir de décantation sur le circuit d'alimentation en eau des évaporateurs plutôt que de les laisser mourir dans le sous-sol de nos cités. Cela pour régénérer l'eau de nos rivières qui en ont bien besoin.

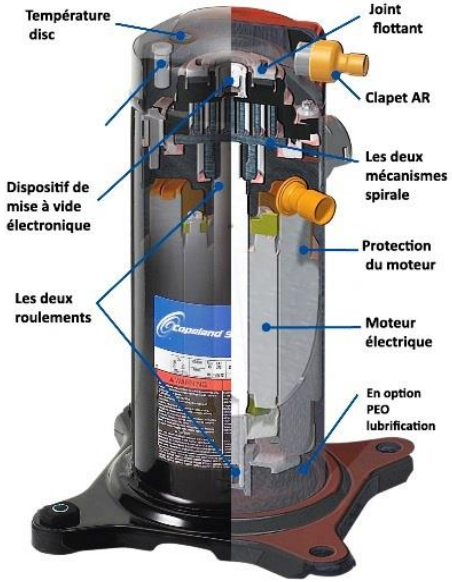
Les composants d'une pompe à chaleur

Le compresseur

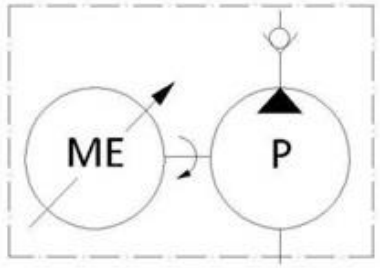
Type spirale (Copeland Scroll)



Figures 52



à vis Figures 53



Introduction des moteurs électriques à courant continu et à vitesse variable [23] pour assurer la variation de débit

Un peu de technique

Le compresseur est avec le condenseur, le détendeur et l'évaporateur les composants les plus importants d'une pompe à chaleur.

Le but recherché d'un compresseur est de faire varier le débit du fluide caloporteur de la pompe à chaleur à la demande. Pour obtenir ce résultat le compresseur est composé d'une pompe et d'un moteur électrique. Ce dernier peut être un moteur électrique à vitesse constante ou à vitesse variable. Ceci selon la puissance thermique souhaitée.

***Figure 52 :** lorsque celle-ci est inférieur à environ 200 kW et à l'échelle d'une maison ou d'un immeuble, la meilleure solution est de prévoir un entraînement à vitesse constante avec un moteur asynchrone standard comme indiqué sur la figure de gauche et de choisir des pompes du type Copeland particulièrement silencieuses et résistantes et d'un faible encombrement au sol. Ces pompes sont équipées d'un dispositif de variation de débit en dérivation incorporé. Il est ainsi possible d'implanter 2, 3 voire 4 petits groupes motopompes raccordés en parallèle pour assurer cette fonction.*

***Figure 53 :** Pour les réseaux de chauffage urbain et les puissances supérieures les pompes pourraient éventuellement être des pompes à vis entraînées par des moteurs électriques plus puissants à vitesse variable et à courant continu. L'expérience acquise par des sociétés comme Oilgear dans le domaine du forgeage avec une plage de vitesse importante sera utile pour solutionner ce type de chaîne énergétique*

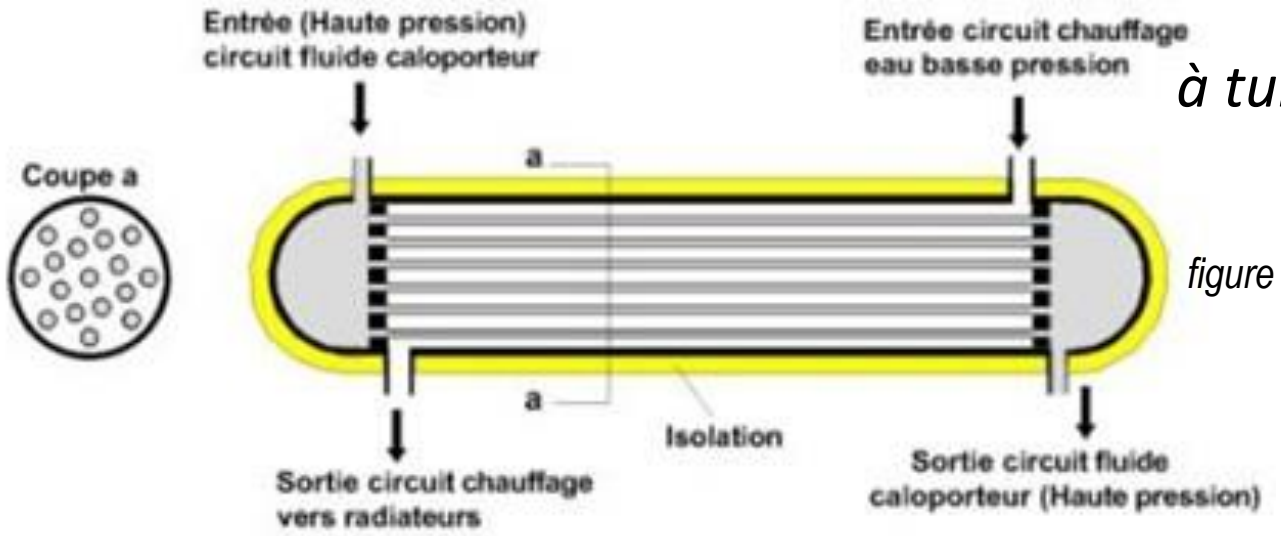
Les échangeurs de température *condenseur et évaporateur*

figure 54

à plaques

Fluides	Pression maxi de service	Température maxi de service	Matériaux		Coefficient d'échange eau/eau	Surface maxi d'échange par appareil	Débit maxi par fluide
			Joints	Plaques			
Liquide/liquide ou Vapeur/liquide	25 bar	150°C à 200°C selon le type de joint[2]	Nitrile Viton Hypalon Téflon Néoprène	Inox Titane Titane-palladium	3500 à 7500 W/m² K	2200m²	3500 m^3/h

Domaine d'utilisation des échangeurs à plaques Alfa Laval (Courtesy INSA)



à tubes

figure 55

Figure 54 Les échangeurs de température à plaques

Deux fluides de nature différente peuvent échanger de la chaleur. Un des deux fluides refroidissant l'autre ou au contraire en le réchauffant. Ceci sans qu'il n'y ait aucun mélange entre les deux fluides. Cette fonction importante est assurée par des échangeur de température généralement à plaques selon le principe de la figure 54. Le principal avantage des échangeurs à plaque est leur modularité (on ajoute ou on supprime des plaques). Ils peuvent être utilisé pour deux fonctions essentielles :

- En tant que condenseur ou évaporateur d'une pompe à chaleur (Voir page 101)
- Pour assurer le transfert thermique provenant des nappes captives profondes vers l'eau de la rivière et (Voir page 113)

Figure 55 Les échangeurs tubulaires

Ils sont moins flexibles que les échangeurs à plaques si l'on a mal évalué le dimensionnement. Par contre les échangeurs à tubes résistent mieux à la pression que les échangeurs à plaques.

Complément sur les composants des PAC

Les fluides caloporteurs

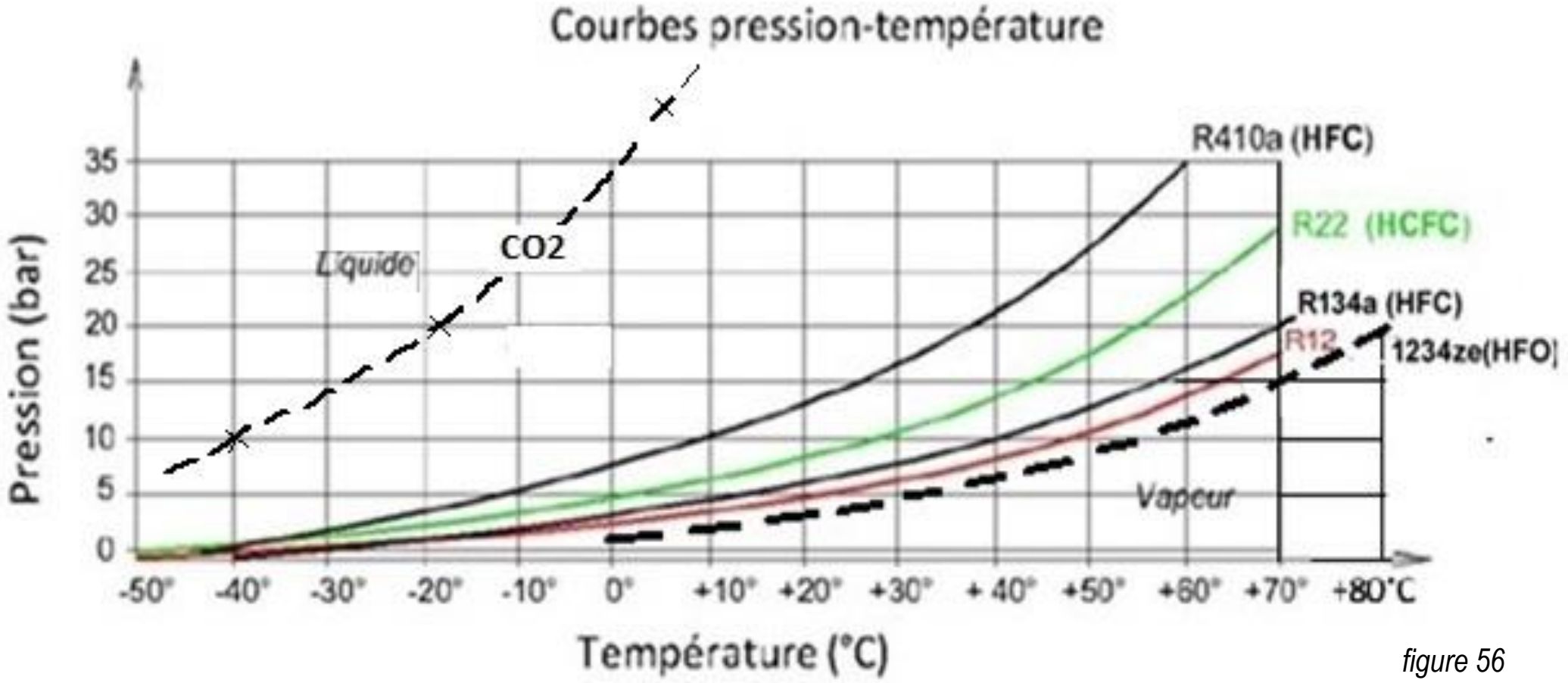


figure 56

Info sur les fluides caloporteurs

Le CO2 comme fluide caloporteur ne semble pas être une bonne idée

Figure 56

Le fluide caloporteur qui circule dans le circuit fermé d'une pompe à chaleur à compresseur est un élément essentiel de son fonctionnement. Ceci en raison de sa capacité à générer du chaud dans le condenseur lorsqu'il se transforme en liquide après avoir été comprimé en phase gazeuse par le compresseur ainsi que sa capacité à générer ensuite du froid dans l'évaporateur lorsque la pression chute dans le circuit. Il est ainsi capable de générer à volonté du chaud ou du froid dans une enceinte en prélevant dans l'environnement la plus grande partie de l'énergie thermique produite. On sait maintenant au travers des chiffres qu'il est possible de généraliser le chauffage urbain dans une grande métropole comme Paris en mettant en œuvre la nouvelle chaîne énergétique tel que cela est décrit entre les pages 113 et 116. Ceci étant donné que le potentiel thermique naturel disponible est sensiblement supérieur aux besoins. Il y aura bien sûr des échangeurs à plaques, des réseaux de tuyauteries ainsi que des groupes de pompage à disposer judicieusement dans notre grande métropole mais l'essentiel du problème à résoudre sera à l'évidence l'approvisionnement du fluide caloporteur qui prélève l'énergie dans l'environnement et qui le restitue dans l'habitat.

Le choix de l'Europe pourrait se porter à ce sujet vers le HFO, (HydroFluoro-Oléfines) 1234ze un fluide caloporteur de 4ème génération bien adapté aux échangeurs à plaques compte tenu de son fonctionnement à basse pression. L'Europe qui a choisi le gaz russe plutôt que le gaz de schiste américain pourrait équilibrer les relations internationales en approvisionnement le fluide caloporteur aux USA. Il ne s'agit pas de petite quantité. Le lecteur peut se reporter à page 154 chapitre 3) "rien est simple" qui tente de définir les quantités utiles de fluide caloporteur. Certes cela n'a rien à voir avec les besoins en combustible pour faire rouler une voiture mais à raison de 10 millions de parisiens et de 1 kg de HFO par parisien c'est tout de même un besoin ponctuel de 10 000 tonnes pour généraliser le chauffage thermodynamique échangeant sur l'eau dans une grande métropole comme Paris.

Le débit massique de fluide caloporteur à prévoir est fonction de la puissance requise et de l'enthalpie du fluide caloporteur de la pompe à chaleur . Le fichier sur la génération hybride gaz électricité de mon livre sur la SWE donne les bases du calcul (début de la page 8). Celui-ci devra être confirmé par le constructeur de la pompe à chaleur qui pourra utilement également confirmer la masse de fluide caloporteur contenue dans le circuit fermé de la pompe à chaleur

Bien comprendre le chauffage thermodynamique: rien n'est simple

Le dimensionnement d'une pompe à chaleur à compresseur est complexe. Et ceci même si l'on connait les déperditions de la maison ou de l'immeuble ce qui est le cas d'une modernisation. Il faut mettre en évidence:

1) Le volume du circuit d'eau chaude

Celui de l'installation existante n'est pas nécessairement adapté à la nouvelle chaine énergétique. Pour les anciennes PAC type « tout ou rien », la recommandation était de prendre environ 50 litres/kW (soit 750L pour une PAC de 15kW ou 7,5 m3 pour 150 kW. Avec les PAC nouvelle génération type « inverter » et débit du fluide caloporteur variable, il existerait une norme technique spécifiant que 14 litres/kW est largement suffisant (soit un volume de ballon tampon limité à environ 200 litres pour une PAC de 15kW et environ 2 m3 pour 150 kW

2) Le débit maximum du fluide caloporteur dans la PAC

ce débit ***Q*** est fonction de la puissance thermique maximum ***Pmax*** que devra délivrer la pompe à chaleur en kW ainsi que de l'enthalpie ***E*** en kilojoules par kilo (kJ/kg) du fluide caloporteur : on a ***Q*** = ***Pmax*** / ***E***
Si l'on utilise un fluide caloporteur HFO 1234 ze ayant une l'enthalpie de 290 kJ/kg alors que la puissance thermique maximum requise est de 150 kW le débit de fluide caloporteur utile est égal à ***Q*** = 150 / 290 = 0,517 kg/s
On observe l'homogénéité de la formule dans la mesure ou 1 kW correspond 1 kilojoule par seconde (des kJ/s que divise des kJ/kg donne bien des kg/s)

3) Et surtout, la masse de fluide caloporteur en circulation dans la PAC

Maintenant que l'on a une notion du débit requis pour le fluide caloporteur on conçoit que la masse ***m*** utile de fluide caloporteur dans le circuit fermé de la pompe à chaleur est fonction du temps de cycle ***T*** mis par le fluide caloporteur pour faire boucler son cycle répétitif compression à l'état gazeux, condensation détente. Ce temps de cycle fonction du débit et du volume caloporteur est laissé actuellement à l'appréciation du constructeur de la pompe à chaleur. Il semble important de veillez au temps de transfert de l'énergie thermique. D'après certains constructeurs, ce temps ne devrait pas être inférieur à 6 minutes (360 s) pour les PAC de petite taille. Si l'on décide de prévoir le même temps de cycle pour la PAC de 150 kW la masse de fluide caloporteur serait égale à $m = Q \times T = 0{,}517 \times 360 = 180$ kg

On conçoit au travers de ces calculs que l'installation d'une PAC est complexe, et demande du sérieux, du temps et des compétences : pour votre installation vous devrez faire appel à un professionnel maîtrisant les métiers de Chauffagiste, Thermicien, Frigoriste et Electricien, disposant de qualifications reconnues et de références, proposant uniquement du matériel performant et robuste ayant la certification « NF PAC », un matériel provenant de fabricants d'échangeurs de température issus nativement du monde du chauffage (meilleures régulations) et non du « froid » ou de la climatisation, et surtout ayant des compétences en régulation. Sans quoi, des conseils erronés seront graves de conséquences, notamment financières (réparation et surconsommation d'énergie). Le dimensionnement d'une pompe à chaleur exige des connaissances différentes de celles nécessaires à la mise en œuvre d'une « petite » chaudière gaz murale

Le temps qui passe et l'énergie

L'énergie *W* est égale à la puissance *P* que multiplie le temps ***t*** $W = P\,t$
Si l'on exprime la puissance en kilowatt (kW) et le temps en heures l'énergie s'exprime en kilowattheure (kWh).

S'il faut par exemple 35 kW pour chauffer une maison en hiver l'énergie consommée en une journée de 24h est de $W = P\,t = 35 \times 24 = 840$ kWh

On verra par la suite en étudiant la chaleur spécifique de l'eau qu'il faut 1,16 kWh pour augmenter un mètre cube d'eau de 1 degrés centigrade. Cela signifie que si l'on se fait couler un bain de 0,2 mètre cube à la température de 35° en utilisant une résistance électrique pour élever de 25° la température de l'eau froide initialement à 10 degrés, il faut une quantité d'énergie électrique égale à $1,16 \times 0,2 \times 25 = 5,8$ kWh . Cela signifiant également que si l'on souhaite que son bain soit prêt en 10 min (0,166 heure) la puissance requise pour obtenir ce résultat est de $P = W/t = 5,8 / 0,166 = 35$ kW et égale à celle qui est proche du niveau de puissance pour chauffer une maison mal isolé en hiver.

Le temps qui passe et le potentiel énergétique de l'eau

Il n'est pas possible de passer sous silence les 2 pages qui suivent sur *le temps qui passe*.
Ceci en raison de leurs importances. Elles font en effet intervenir à la fois les notions de *temps* et de potential énergétique des corps.
La puissance et l'énergie sont en effet deux notions proches l'une de l'autre .
La deuxième, l'énergie, est dépendante de la première et d'un 3ème paramètre: *le temps qui passe*.

- La première formule $W = P\,t$ associe la puissance, l'énergie et le temps qui passe
- Voir aussi page 159 les deux formules qui associent la notion de potentiel thermique de l'eau de 1,16 kWh /m3 et ° C et *le temps qui passe*

Le bain en… 10 mn

L'énergie W est égale à la puissance P que multiplie le temps t : $W = P\,t$

Si l'on exprime la puissance ***P*** en kilowatt (kW) et le temps ***t*** en heures l'énergie ***W*** s'exprime en kilowattheure (kWh)

S'il faut par exemple 30 kW pour chauffer une maison au plus froid de l'hiver,

l'énergie consommée en une journée de 24h est alors est égale à $P\,t = 30 \times 24 = 720$ kWh

L'ECS

Compte tenu de la chaleur spécifique de l'eau, il faut sensiblement* un kWh pour augmenter un m3 d'eau de 1 degré. (Voir page 32). Cela signifie qu'il faut une quantité d'énergie égale à 0,2 x 25 = 5 kWh si l'on se fait couler un bain de 0,2 m3 à la température de 35 degrés en utilisant une résistance électrique pour élever de 25 degrés la température de l'eau froide initialement à 10 degrés. Cela signifiant également que si l'on souhaite que son bain soit prêt en 10 min (0,166 heure), la puissance thermique requise pour obtenir ce résultat est de $P = W / t = 5 / 0{,}166 = 30$ kW et est égale à celle qui est nécessaire pour chauffer la maison au plus froid de l'hiver. Ces chiffres signifiants que si l'on utilise une pompe à chaleur ayant un coefficient de performance (COP) de 5 pour produire l'eau chaude sanitaire et chauffer la maison en coupant le chauffage pendant 10 mn, la chute de température dans la maison n'est pas significative compte tenu de la constante de temps thermique du système logement-chaufferie voisine de plusieurs dizaines d'heures et l'énergie électrique requise pour assurer la fourniture de l'eau chaude du bain et le chauffage est limitée à 725/5 = 145 kWh** la différence de 580 kWh étant prélevée dans l'environnement. Une fois installée, un tel dispositif de chauffage est capable d'assurer le besoin chauffage plus fourniture de l'eau chaude sanitaire dans les meilleures conditions sans faire appel au solaire thermique.

* En fait 1,16 kWh

** Le besoin en électricité est nettement plus faible qu'avec la chaîne énergétiques existante du type effet joule. Ce qui réduit d'autant le besoin en stockage électrique. Un travail d'équipe guidé par la réflexion individuelle de quelques individus d'exception , des connaissances approfondis en électronique et en programmation vont être nécessaire pour assurer le besoin en période hivernale probablement au travers d'un compromis géothermie profonde, électrolyse de l'hydrogène

Le temps de chauffe…… 5000h

Le chauffage et la période de chauffe (environ 5000h)

La puissance thermique disponible en kW avec un débit de la Seine proche de 400 m^3/s ou 1 440 000 m^3/h pour une différence de température de 10 degrés centigrade est égale à 1,16 x 1 440 000 x 10 = 16 704 000 kW

Le potentiel thermique exprimé en kWh de la Seine entre mi octobre et mi avril correspondant à une période de chauffe voisine de 4500h et avec un débit moyen proche de 400 m^3/s (voir page 46) à un volume d'eau égal à 1 440 000 x 4500 m^3 et une énergie égal 1,16 x 1 440 000 x 4500 x 10 = 7,5 x 10^{10} kWh

Ou 7500 kWh pour chacun des 10 millions de parisiens un peu supérieur au besoin actuel sans isolation (Voir figure 1) (30 m^2 de surface habitable par parisien sur la base d'une déperdition de 250 kWh /m^2 habitable)

$$\underset{kW}{P} = 1{,}16 \cdot \underset{m^3/h}{Q} \cdot \underset{°C}{\Delta T}$$

$$\underset{kWh}{P \cdot temps} = 1{,}16 \cdot \frac{\underset{m^3}{Q \cdot temps}}{} \cdot \underset{°C}{\Delta T}$$

Voir aussi le temps qui passe …..50 h et la constante de temps thermique d'un immeuble et sa chaufferie

Le temps qui passe et la vitesse

La vitesse ***V*** est la distance ***L*** que divise le temps *t* mis pour parcourir cette distance.

$$V = L / t$$

Si l'on exprime la distance en mètres (m) et le temps en secondes
la vitesse s'exprime mètres par seconde m/s.

Les flux d'informations électrique de la "toile mondiale internet" circulent dans les conduits sous-marins à la vitesse de la lumière (200 000 km/s. Cela signifie qu'il faut environ 30 millisecondes pour qu'une information émise de New York vers paris distant de 5836 km parvienne à sa destination.

Il est regrettable que l'on ne puisse, en raison des pertes de charge en ligne transporter l'énergie thermique contenue dans l'eau de la même façon sur de grandes distances. En effet en abaissant la température du fleuve amazone de 10 degrés centigrade à son embouchure, c'est avec son débit moyen de 200 000 m3/s et vu que nous sommes maintenant environ 8 milliards sur notre planète, un flux thermique de 1 kW qui serait disponible en hiver pour chauffer chacun d'entre nous.

L'âge est le temps qui nous sépare de notre date de naissance

Le transport de l'énergie et les effets de parois

Avec l'eau dans les tuyaux

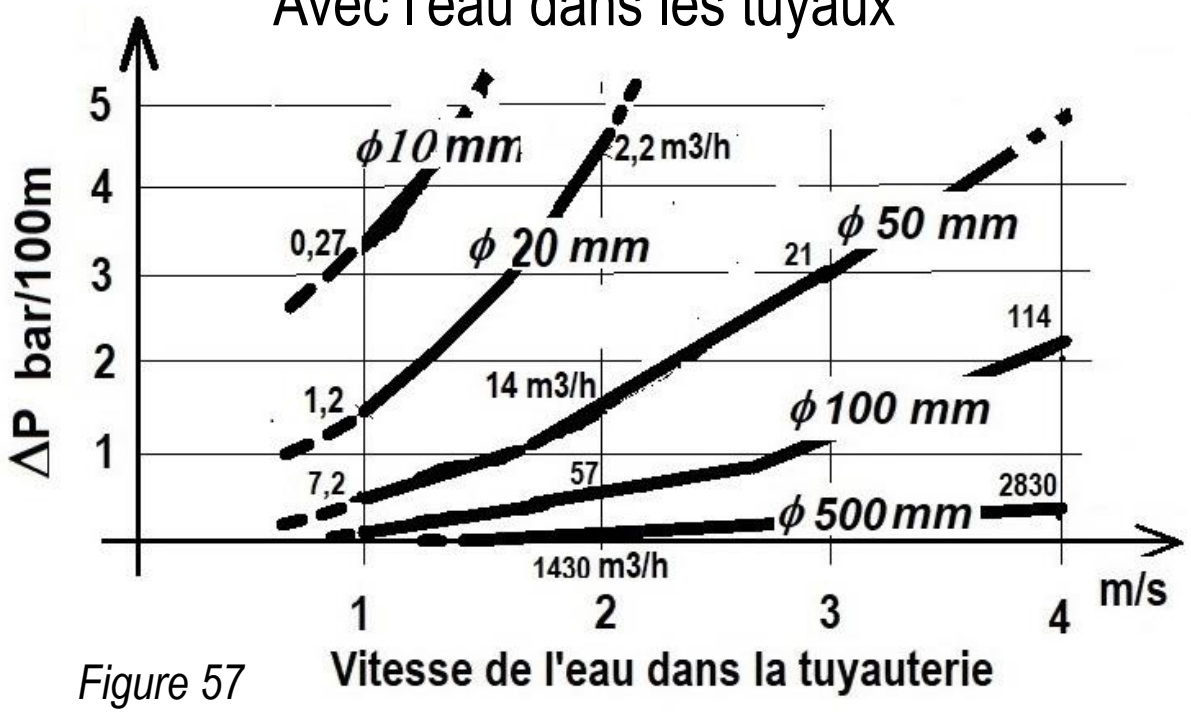


Figure 57

Avec l'air à la surface de la terre

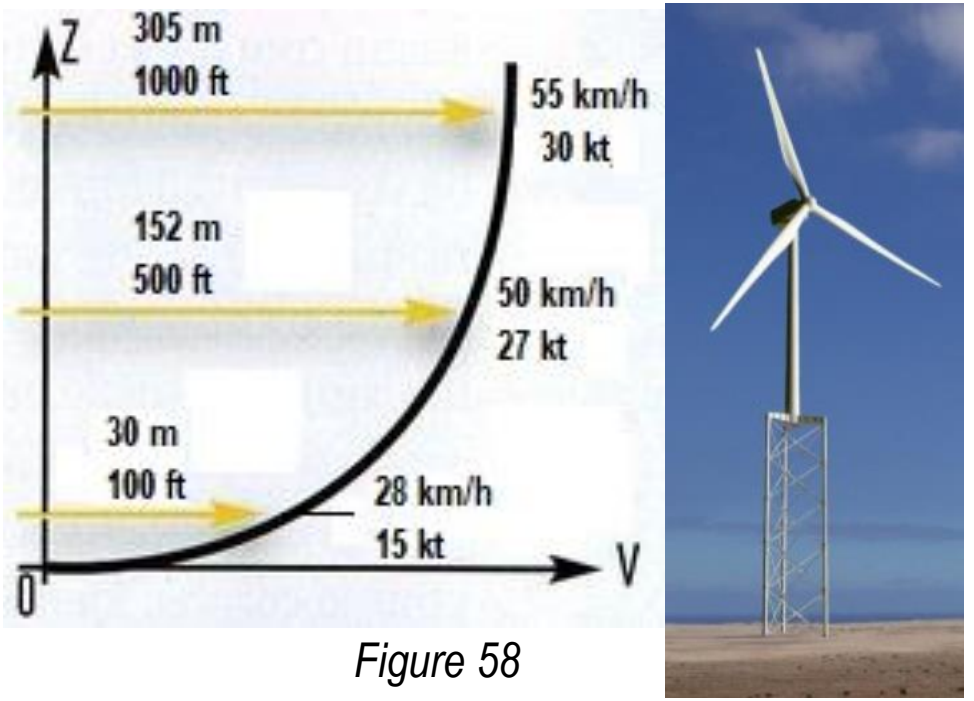


Figure 58

Les courbes ci-dessus ont été tracées en faisant appel aux théorèmes de Bernoulli et à la viscosité des fluides. Voir OCES

Les viscosités de l'air et de l'eau sont certes très différentes mais il faut savoir que lorsqu'un fluide se déplace le long d'une paroi qu'il s'agisse de l'eau ou de l'air, la vitesse du fluide augmente au fur à mesure que l'on s'éloigne de la paroi et est nulle au contact de celle-ci. Ces effets de paroi évoqués ci-dessus et les chutes de pression qui en résultent sont donc autant valables pour l'eau circulant dans une tuyauterie (figure de gauche) que pour l'air circulant à la surface de la terre (figure de droite). Il en résulte que pour une même vitesse de circulation de l'eau dans la tuyauterie les pertes de charges en ligne sont beaucoup plus importantes pour les tuyauteries de petit diamètre que pour celles de grande dimension. (Voir fichier xls pour calcul). Il en résulte également que les pales des éoliennes ne doivent pas être trop proche de la surface de la terre vu que la vitesse du vent augmente au fur à mesure que l'on s'éloigne du sol.

Figure 57

Une fois compris comment l'on peut tirer profit à la fois du potentiel thermique des eaux géothermales profondes et de celui des eaux superficielles sans qu'il y ait pour autant d'échange physique entre ces 2 écosystèmes (voir fig 36 et 37 précédentes), on comprend que l'étude de l'eau qui circule dans les tuyauteries ainsi que l'évaluation des pertes de charge qui en résultent entrainent des pertes de puissance qu'il convient d'évaluer pour dimensionner correctement les réseaux de chaleur. Le constat est le suivant : Le réseau à 15°C proposé au début de ce chapitre limite globalement les pertes de puissance. Ceci dans la mesure où les pertes thermiques des réseaux haute température comme cela se pratique encore en région parisienne deviennent prédominantes dès que les longueurs augmentent. On comprend en observant la figure 57 qu'il faudra cependant en raison des effets de parois, éviter impérativement les trop grandes longueurs avec les petites tuyauteries.

Figure 58

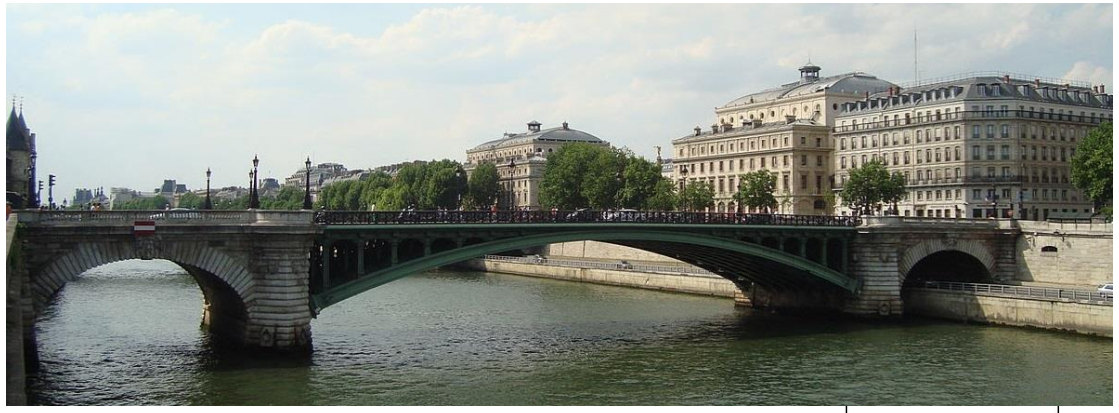
Le constat est un peu le même avec les éoliennes. L'air est évidemment totalement différent de l'eau en ce qui concerne la viscosité et la densité mais le constat est similaire : la vitesse du vent augmente si l'on s'éloigne de la surface du sol, ce qui explique en partie l'orientation vers le gigantisme actuel en ce qui concerne les éoliennes

Nous avons considéré dans ce premier chapitre que tirer profit de l'énergie thermique naturelle existant dans la nature n'était pas à proprement parlé produire de l'énergie. Avant de passer au nouveau chapitre concernant la production de l'énergie nous allons devoir considérer que l'énergie produite doit être transportée du lieu de production vers le lieu d'utilisation avant de pouvoir être consommée. Les pertes d'énergie en ligne qui résultent de la circulation de l'eau dans un tuyaux en raison des effets de paroi sont à prendre en considération. Ceci qu'il s'agisse des pertes thermiques au travers de la parois ou des pertes de pression le long de celle-ci.
En ce qui concerne les tuyaux, il nous faudra tenir compte du fichier permettant d'évaluer ces pertes de puissance en ligne. Ceci en :

- limitant autant que faire se peut la distance entre le lieu de production et de lieu d'utilisation
- raisonnant collectivement et non individuellement de telle sorte que le diamètre étant plus important les pertes de charges en ligne soient raisonnables.

La distance entre le lieu de production et de lieu d'utilisation avec les centrales nucléaire étant nécessairement importante pour des raisons touchants à la sécurité, la France a dû se résoudre malgré les conséquences du réchauffement climatique à laisser se dissiper dans l'environnement une quantité d'énergie thermique sensiblement égale à 2 fois l'énergie électrique produite.

Echanger sur l’eau pour chauffer c’est mieux mais quand elle gèle?



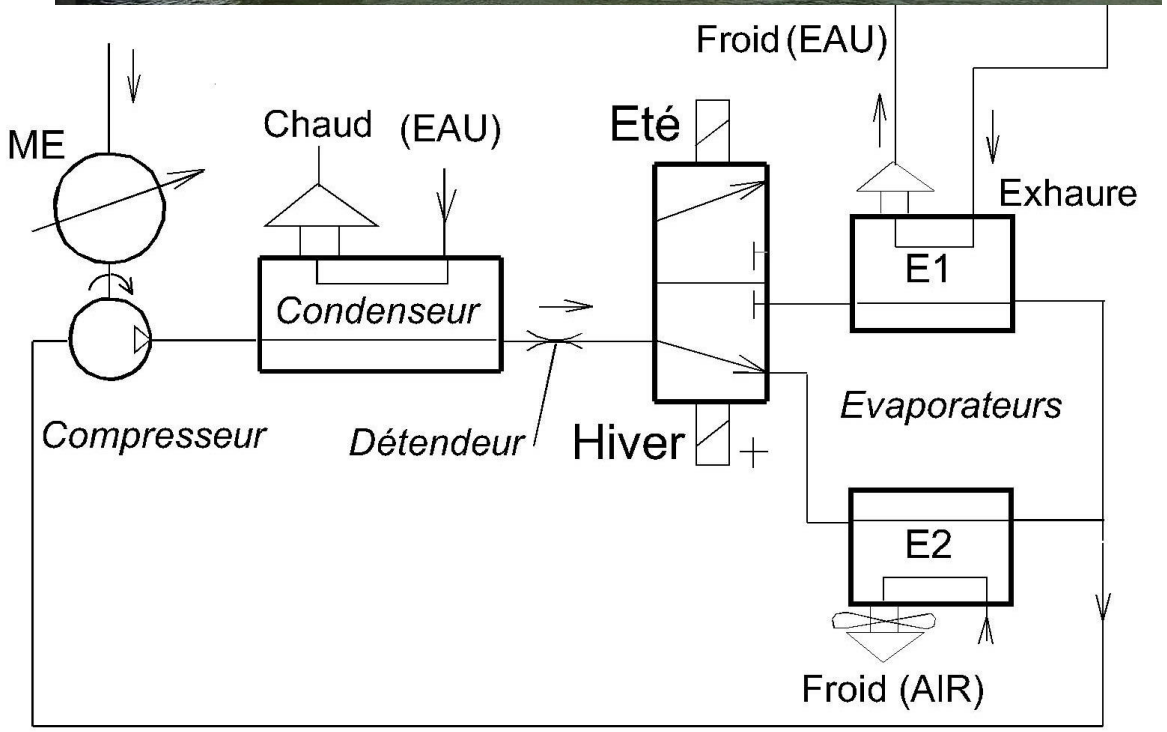


figure 59

(I) Le bois

L’usage du feu avec le bois par Homo erectus remonte à 1 million d’années. Vu que nous allons être contraint d’abandonner pour l'essentiel le pétrole et ses dérivés, l'homme moderne peut à nouveau se demander ce qu'il en est du bois-énergie pour assurer ses besoins thermiques. Ceci par exemple avec les bûches ou les pellets. Il peut se sentir rassuré par le fait que la quantité de gaz carbonique libérée durant leur combustion est la même que celle qui se libère naturellement lorsque le bois mort se décompose lentement dans la forêt. Mais il doit prendre en compte que le végétal, durant sa vie, prélève du gaz carbonique dans l’atmosphère grâce à la photosynthèse ce qui limite le réchauffement climatique.

On peut cependant dire que le bois est une énergie renouvelable. Qui plus est une énergie renouvelable qui sur un cycle complet de vie a un bilan carbone qui semble bien nul. Homo sapiens peut toutefois reprocher à la combustion du bois de générer des gaz nocifs pour ses poumons. Il peut aussi lui reprocher le fait que la quantité de gaz carbonique libérée dans l'atmosphère par sa combustion s'effectue beaucoup plus rapidement que lorsqu'ils se décompose dans la forêt une fois mort. Il est toutefois vraisemblable que la combustion du bois, interdite en ville, va se développer à la campagne.

Nous allons maintenant examiner plus précisément la combustion des dérivés du pétrole ainsi qu’une nouvelle façon d’utiliser l’énergie électrique pour satisfaire nos besoins thermiques

(II) Distillation du pétrole

Diesel, essence, essence + électricité, électricité seule, hydrogène ??

Je vais vous apporter quelques précisions sur la méthode utilisée par homo sapiens pour produire les différents dérivés du pétrole. Il faut savoir qu'une raffinerie n'est rien d'autre qu'une distillerie où le pétrole est distillé comme l'est la lavande pour la parfumerie ou le raisin pour la gnôle. La réalité est un peu plus complexe mais pour faire simple:

1) On verse du pétrole brut dans une immense cuve et on allume le feu dessous, très doucement. La cuve commence alors à « dégazer », et on récupère les gaz: propane, butane, GPL.

2) On augmente le feu vers 150 à 200° C, sortent les vapeurs plus lourdes qui, une fois condensées donnent les essences de pétroles. D'abord les naphtes, pour la pétrochimie, puis l'essence pour nos voitures.

3) On augmente encore la température jusque vers 300° c. Apparait alors les huiles: le kérosène pour les avions, le fameux gazole pour nos moteurs diesel, et le fioul domestique. et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne reste plus que les résidus: Les bitumes avec lesquels nous faisons nos routes.

Rien ne se perd dans le pétrole. Qu'on le veuille ou non, qu'on le consomme ou pas, le gazole représente environ 20% de la masse du pétrole brut sort des cuves au cours du processus. Ceci alors que le pourcentage est le double pour l'essence. La question qui s'est posé au départ pour le gazole a été : Qu'est-ce qu'on en fait si on ne le consomme plus? Vers la fin des années soixante, seuls les camions, des bateaux de petite taille et quelques rares voitures étaient équipés de moteurs diesel. On ne consommait pas tout et le surplus de gazole issu des raffineries était rejeté à la mer....

Les compagnies pétrolières, devant ce manque à gagner, se sont alors tournées vers les constructeurs automobiles pour leur demander de développer les moteurs diesel, ce qu'ils ont fait. Ceci avec de nouveaux alliages acceptant des hautes température de fonctionnement, des taux de compression plus élevés et l'intégration de système de suralimentation (les turbos). Ils ont ainsi obtenus des moteurs diesel aussi performants et aussi fiables que les moteurs à essence voire mieux. Une fiscalité française moins âpre sur le gazole, des panneaux publicitaires de 4 m sur 3 faisant l'apologie du moteur diesel et une presse qui vantait « l'écologie » du moteur diesel, affirmant qu'il polluait moins que le moteur à essence (grâce à l'adjonction de filtres à particule) a fait le reste et entraîné un succès fulgurant du "diesel". Le problème pour le politique est qu'aujourd'hui on souhaite se débarrasser les produits pétroliers. Comment inverser la tendance et résoudre ce dilemme?

On le devine, la tâche des acteurs de la transition énergétique ne va pas être simple. Qu'ils le veuillent ou non ces acteurs vont être associés aux "politiques " et ces derniers, s'ils veulent être réélus ont tout intérêt à nous expliquer ce qu'ils vont vouloir "faire" sur le fond avec une vision sur le long terme allant dans le bon sens. Ceci en améliorant notre fiscalité actuelle et en sortant d'un langage primaire du genre "yaka faukon" ou "yaka plus". Pour cela, ils vont devoir s'orienter dans une voix qui réduise les inégalités et freine la corruption ainsi que la spéculation. Ceci en ne perdant pas de vu l'essentiel: à savoir que nous ne devons pas revenir à la normalité vu que la normalité c'est le problème. Lourde tâche qui peut expliquer pourquoi certains ne souhaitent pas être réélus

Le complément climatisation

Le réchauffement climatique est à nos portes et nous avons tout intérêt à prendre en compte qu'en cas de chaleur intense lors de la période estivale une peau humaine humidifiée soumise au flux d'air d'un ventilateur ressent, en raison du froid généré par l'eau qui s'évapore, une sensation de fraîcheur bien agréable. Heureusement d'ailleurs vu que les dispositifs de climatisation assurant les échanges thermiques sur l'air sont irrecevables en ville. Ceci par le fait que ces climatiseurs air-air réversibles qui font du chaud lorsqu'il fait froid et du froid lorsqu'il fait chaud seraient de véritables bombes à retardement si l'on devait les généraliser dans les villes souvent surpeuplées pour assurer la climatisation de l'habitat en été. L'air n'est pas en effet le véhicule thermique adapté pour réguler la température à l'intérieur de l'habitat. Le bruit qu'ils génèrent et l'encombrement de ces pompes à chaleur réversibles air-air sont certes gênants mais pour l'essentiel, c'est une raison plus importante qui va condamner cette technologie en ville : pour créer du froid à l'intérieur de l'habitat au plus chaud de l'été, ces évaporateurs qui fonctionnent pour finir comme un réfrigérateur réchauffent dangereusement l'air ambiant des villes déjà très élevée. Avec 20 000 habitants au km2 à l'intérieur de Paris intramuros et 50 m2 au sol par habitant, la température deviendrait intenable en été si l'on devait généraliser ce type de régulation à l'ensemble de l'habitat et l'atmosphère surchauffé des villes le serait encore plus du fait de la climatisation.

Force est de constater que le retard pris en continuant à concentrer uniquement notre action sur le poste isolation en négligeant la génération est inquiétant. Certes les techniques d'isolation progressent. La guerre entre les isolants minces et les isolant épais semble heureusement terminée et le R de 6,2 m2.K/W des isolants minces modernes reconnu. Toutefois cette situation à sens unique pourrait bien être dramatique vu que dans une dizaine d'année, lorsque la demande va excéder l'offre et que le prix des produits fossiles va en conséquence flamber, nous n'aurons pas en 10 ans eu le temps d'assurer la transition vers la *« Solar Water Economy »* qui échange l'énergie thermique renouvelable dans l'eau et non dans l'air. Ceci avec l'avantage qu'au plus chaud de l'été, il sera possible avec cette technologie de restituer dans l'eau géothermale des nappes captives profondes l'énergie thermique que l'on y a prélevée en hiver sans affecter la température ambiante en ville. Il est clair que le gain moyen de 30% en consommation qui résulte selon l'Ademe de l'isolation de l'habitat n'est pas à l'échelle du besoin. Si nous continuons à ne prendre aucune action significative avec une génération thermique style *« Solar Water Economy »,* la tendance vers l'élévation de la température dans les villes en raison de la densité urbaine et du réchauffement climatique pourrait devenir intenable nous obligeant à la climatisation pour assurer le confort à l'intérieur de l'habitat.

Il n'y a pas d'innovation sans contraintes

Jean-Marc Jancovici

La distance entre les lieux de production et d'utilisation avec les centrales nucléaires étant nécessairement importante pour des raisons touchants à la sécurité, la France a dû se résoudre malgré les conséquences du réchauffement climatique à laisser se dissiper dans l'environnement une quantité d'énergie thermique sensiblement égale à 2 fois l'énergie électrique produite.

3 Production de l'énergie

Electrique

- *Avec le soleil seul, avec le vent*
- *Avec le soleil et le vent conjugué, et l'eau de mer*
- *Le temps qui passe*
- *Le stockage de l'électricité grâce à l'hydrogène et aux batteries peut-être à l'énergie thermique*
- *Le nucléaire avec la fission puis la fusion ? L'EDF et le nucléaire?*

Thermique

- *Avec la géothermie en région parisienne*
- *Avec l'eau de la Seine et l'eau géothermale en région en région parisienne*
- *Et pourquoi pas à Boulogne Billancourt dans la proche banlieue ?*

La mauvaise voie avec l'individuel?

Quelques réalisations collectives ***L'exemple de l'Allemagne***

Les deux facettes de l'hydrogène

Pour comprendre l'importance que va prendre le soleil pour la production d'énergie il est important de savoir que :

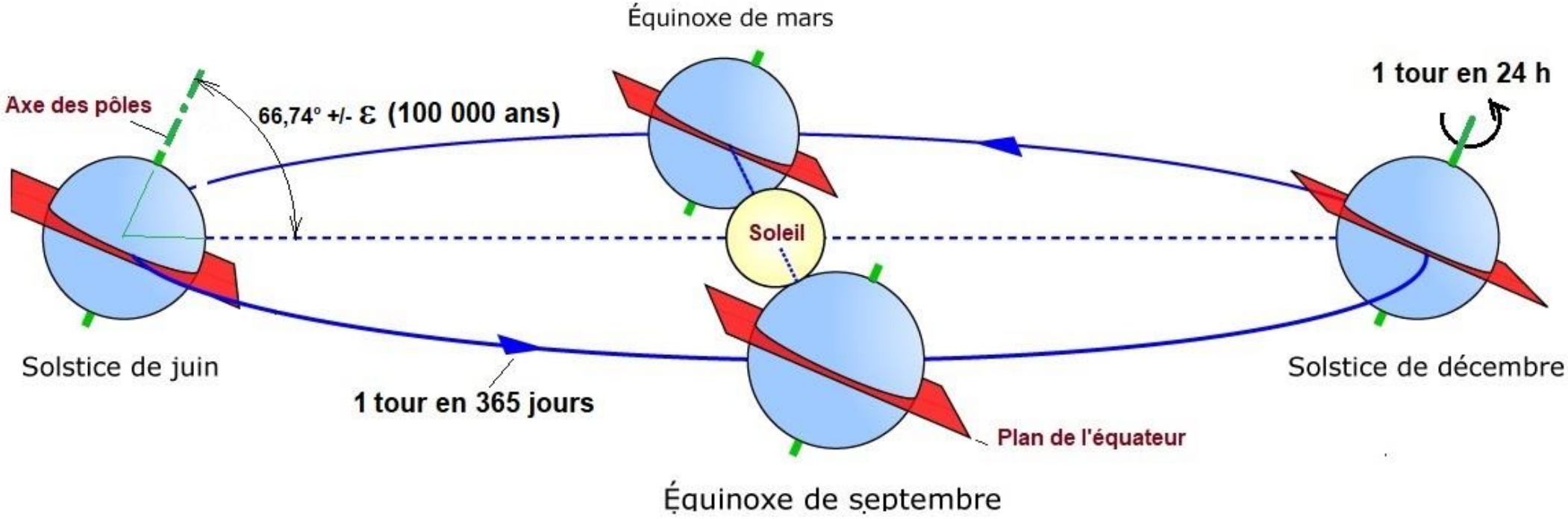
- le soleil libère plus d'énergie en une seconde que toute l'énergie consommée par l'humanité depuis sa création.

- notre deuxième maison "la terre" reçoit sensiblement du soleil en un jour une quantité d'énergie égale à ce qu'Homo sapiens y consomme en 1 an.

L'angle de Milankovic *Solstices et équinoxes (voir & 5 page 229)*

L'équinoxe correspond aux 2 moments de l'année où le soleil se trouve au zénith à l'équateur terrestre. La terre se trouve alors à angle droit (en prenant les pôles) avec les rayons du soleil.
Le jour et la nuit ont alors la même durée

En opposition à l'équinoxe les solstices correspondent aux 2 moments de l'année ou l'inclinaison de l'axe des pôles par rapport à l'équateur étant maximum la différence entre la durée de jour et de nuit est maximale. Ceci alternativement et de façon opposée entre les hémisphères nord et sud.



L'alternance jour-nuit… 12 h

L'alternance jour-nuit de la production solaire en raison de la rotation de la terre est de 12 h
En raison de leur capacité à stocker l'électricité,
les batteries pourraient bien malgré leur poids,
devenir les composants électriques de demain pour assurer le besoin en électricité. Ceci pour les petites quantités d'énergie. Elles pourraient en palliant principalement à l'alternance jour-nuit de la production solaire dû à la rotation de la terre assurer notre besoin. Ceci préférentiellement au bio-gaz. Leur apparition dans les voitures hybrides rechargeable pourraient bien être le catalyseur de leur développement pour participer à l'alimentation du compresseur des pompes à chaleur dans l'habitat

Bio-gaz ? 30 kg de paille = 10 kWh elec

Le bio-pétrole à l'espagnole ?

L'alternance été-hiver…….. 8760 h

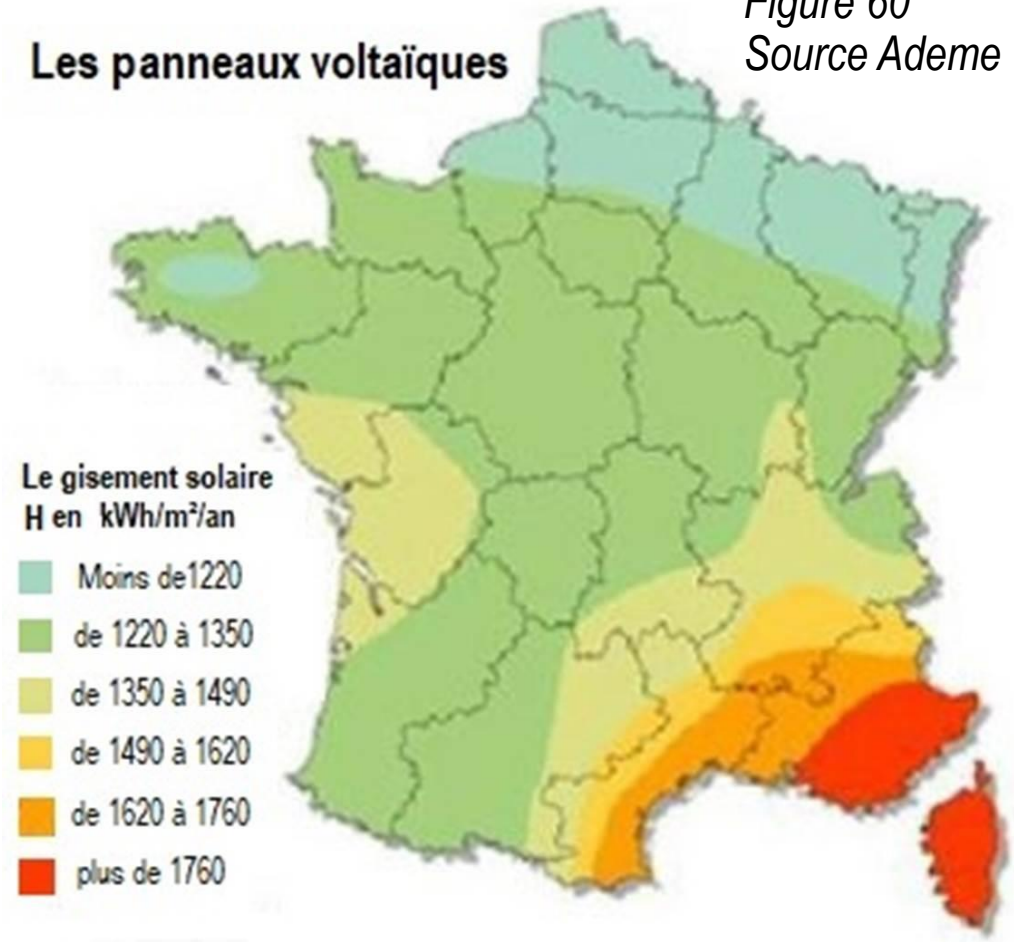
Est-t-il besoin de rappeler que l'alternance été-hiver de la production solaire en raison de la rotation de la terre autour du soleil est de 8760 h.
Pendant la période estivale la production est supérieure au besoin alors qu'elle est inférieure pendant la période hivernale. Il s'agit cette fois de quantités d'énergie très importantes

Dans l'état actuel des réalisations sur le plan mondial, les dispositifs de stockage de l'électricité pouvant emmagasiner les plus grosses quantités d'énergie sont à l'image de la Station de Transfert d'Energie par Pompage (STEP) française de Grandmaison. (Voir f*igure 68)*

Ces STEP ayant des problèmes pour satisfaire le besoin sur le plan quantitatif, l'hydrogène et la pile à combustible pourrait bien, pour des raisons relevant de la protection de nos écosystèmes être les organes qui vont se mettre en place dans les 2 décennies qui viennent pour solutionner le problème du stockage de masse de l'électricité.

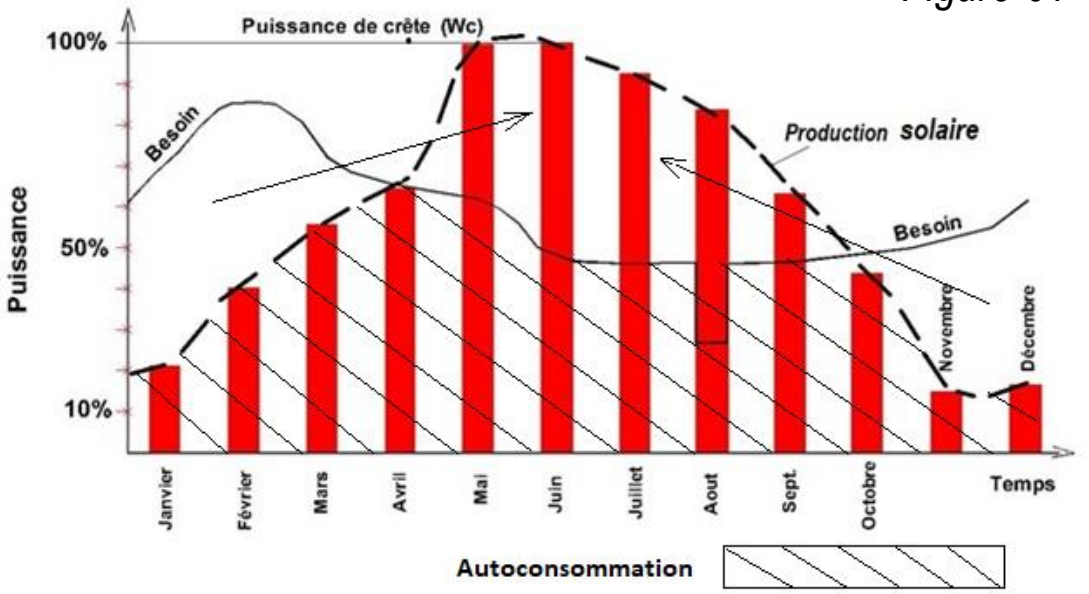
Le soleil

Figure 60
Source Ademe



Production et besoin électrique

Figure 61



Production voltaïque: méthode calcul approximative

Figure 60

On a du mal au travers d'internet à se faire une opinion de ce que peut nous apporter à l'année une surface de panneau voltaïque égale à 1 m2 en terme d'énergie électrique exprimé en kWh. Je suis tout de même parvenu à me faire une opinion à ce sujet. Ceci en aidant une voisine ayant commandé un peu rapidement 3 kWc de panneaux solaires pour implantation sur le toit de sa maison située en Seine et Marne. Ce que l'on peut dire c'est qu'en divisant par 10 la valeur de H exprimée kWh/m²/an sur la *figure 38* de l'Ademe on obtient sensiblement la production électrique à l'année exprimée en kWh de ce m² de panneau. Ceci sachant que la nuit il n'y a pas de production, que l'inclinaison du panneau et son orientation par rapport au sud influe sur la production, qu'il faut tenir compte des performances de l'onduleur qui converti le courant continu fourni par le panneau en courant alternatif compatible avec le réseau.

La *figure 61* quant à elle permet de comprendre que la puissance fournie par la panneau (en rouge) varie de façon importante selon la saison. Elle permet aussi de comprendre que c'est plutôt lorsque le besoin est important à savoir pendant la saison hivernale que la production du panneau est la plus faible.

Stockage électricité solaire (intermittence été-hiver)

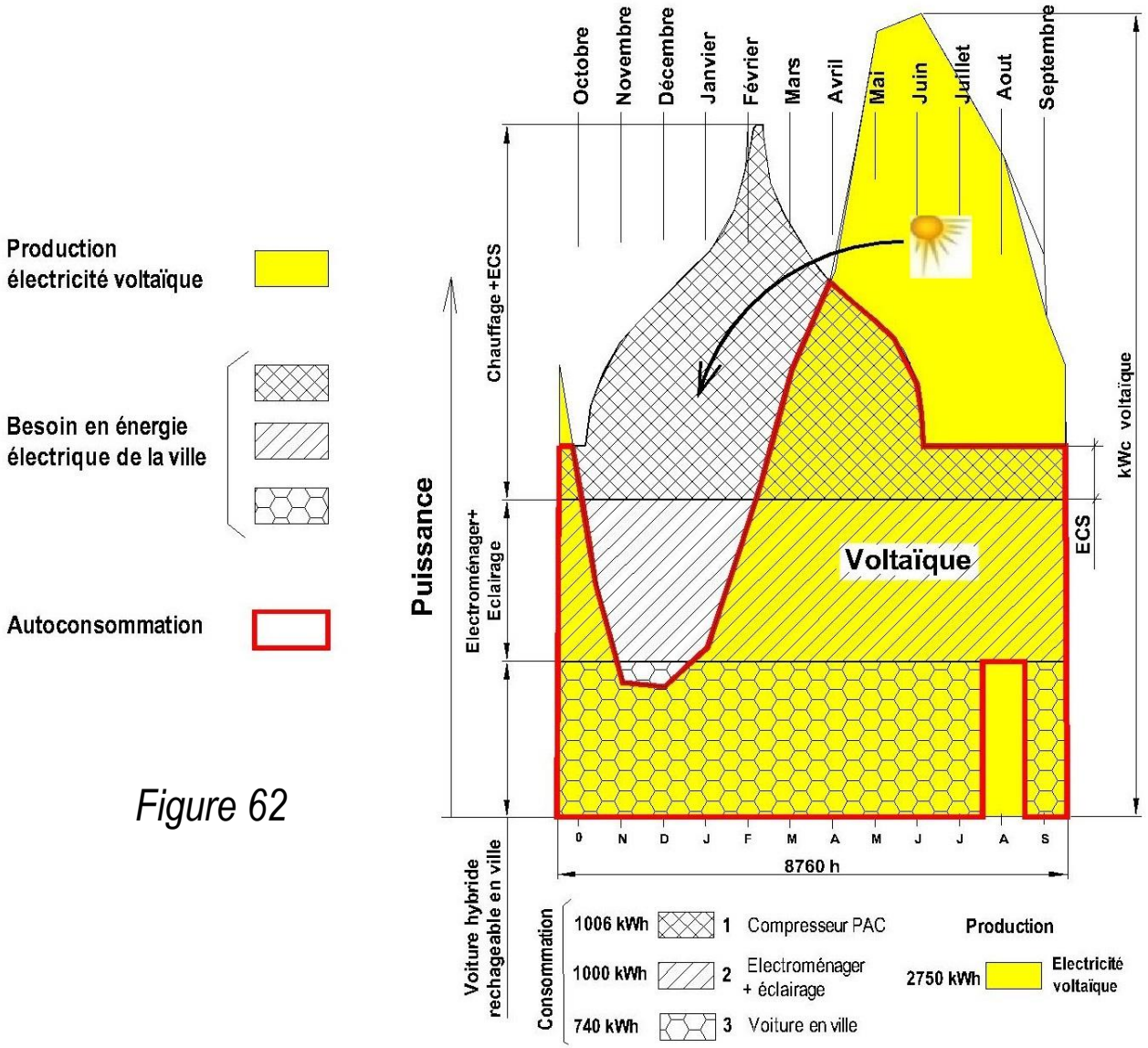


Figure 62

La quantité d'énergie pour assurer un stockage de masse de l'électricité solaire à l'échelle de temps des saisons est extrêmement important.

Un stockage local est souhaitable !

Bio gaz ? Voir page 11

30 kg de paille = 10 kWh electrique

Combustion bois et ordures

Figure 62

On observe sur cette figure qu'il devrait être possible grâce à l'autoconsommation (délimitée par un gros trait rouge) de satisfaire à partir du soleil et pendant une bonne partie de l'année le besoin en énergie électrique de la ville. Et ceci pour les besoins confondus du chauffage thermodynamique, de l'éclairage + électroménager, avec en sus l'approvisionnement d'une voiture hybride rechargeable fonctionnant en mode électrique. On examinera par la suite toutes les solutions qui s'offrent à nous pour limiter les transferts d'énergie afin de satisfaire le besoin en hiver. On comprend en voyant ces courbes qu'il nous faudra imaginer des dispositifs de stockage de l'électricité pour satisfaire le besoin en hiver.

Assurer le besoin avec l'autoconsommation

La promotion des énergies renouvelables d'origine solaire et le développement de l'électricité d'origine voltaïque est freiné actuellement en France par des obstacles à l'autoconsommation. La technologie de l'onduleur convertissant le courant continu fourni par le panneau voltaïque en courant alternatif compatible avec le réseau est pourtant bien maîtrisée et performante. Il s'agit vraisemblablement d'obstacles d'origine financière. Chaque partie située sur la chaîne énergétique de production et de livraison souhaitant mettre à son profit la différence importante entre le prix de revient élevé de l'électricité nucléaire et celui beaucoup plus bas d'origine solaire. Ceci quitte à compliquer le dispositif de comptage au détriment du social et de l'utilisateur final.

La réglementation et la législation de l'autoconsommation pour les systèmes basse puissance est encore pour ces raisons pratiquement inexistante. Ceci autant pour la maison individuelle que pour les syndics et leurs immeubles. Seul a tout de même été mise en place quelques tentatives d'autoconsommation dans le cadre du tertiaire (mairie, école…) et de l'industrie.

Production (voltaïque seule) et utilisation

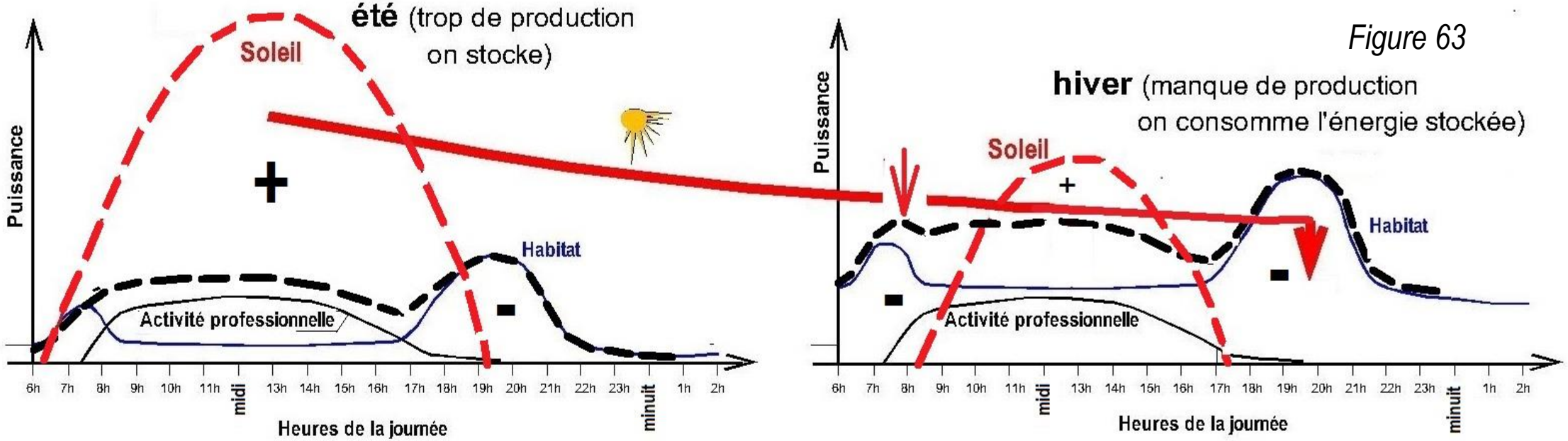


Figure 63

Les dissipations thermiques sur 24h sont faibles. De ce fait l'énergie sous sa forme thermique se conserve un jour sans problème. De ce fait avec l'aide éventuel des piles, la variabilité dans le temps de l'électricité provenant des panneaux solaires ne devrait pas poser de problèmes graves d'approvisionnement en électricité. Ceci par le fait que les quantités d'énergie mis en jeu à l'échelle de la journée sont assez faibles et qu'il n'y a pas de soucis à se faire vu que la production voltaïque peut être assez facilement dimensionnée pour être excédentaire par rapport au besoin. Par contre si la satisfaction de nos besoins en électricité en hiver ne faisait appel ni au nucléaire ni à la combustion des produits fossiles le stockage de l'énergie solaire excédentaire produite en été pour pouvoir en disposer en hiver lorsque la production solaire est faible va poser un problème difficile à résoudre vu **l'énorme** quantité d'énergie électrique devant être stockée. L'échelle de temps des saisons ne se chiffre plus en effet en heures mais en une voir 2 centaines de jours.

Figure 63

Il est pris ici comme base de réflexion une base de temps 365 plus faible que la précédente : le cycle jour-nuit au lieu de été-hiver.

Comme précédemment, seule électricité solaire voltaïque a été à nouveau pris en considération pour la génération mais il a été rajouté au besoin de l'habitat celui de l'énergie associée à l'activité professionnelle (industrie + agriculture).

On remarque, sur la partie gauche de la figure, que pendant les journées d'été la génération solaire est pratiquement toujours supérieure au besoin

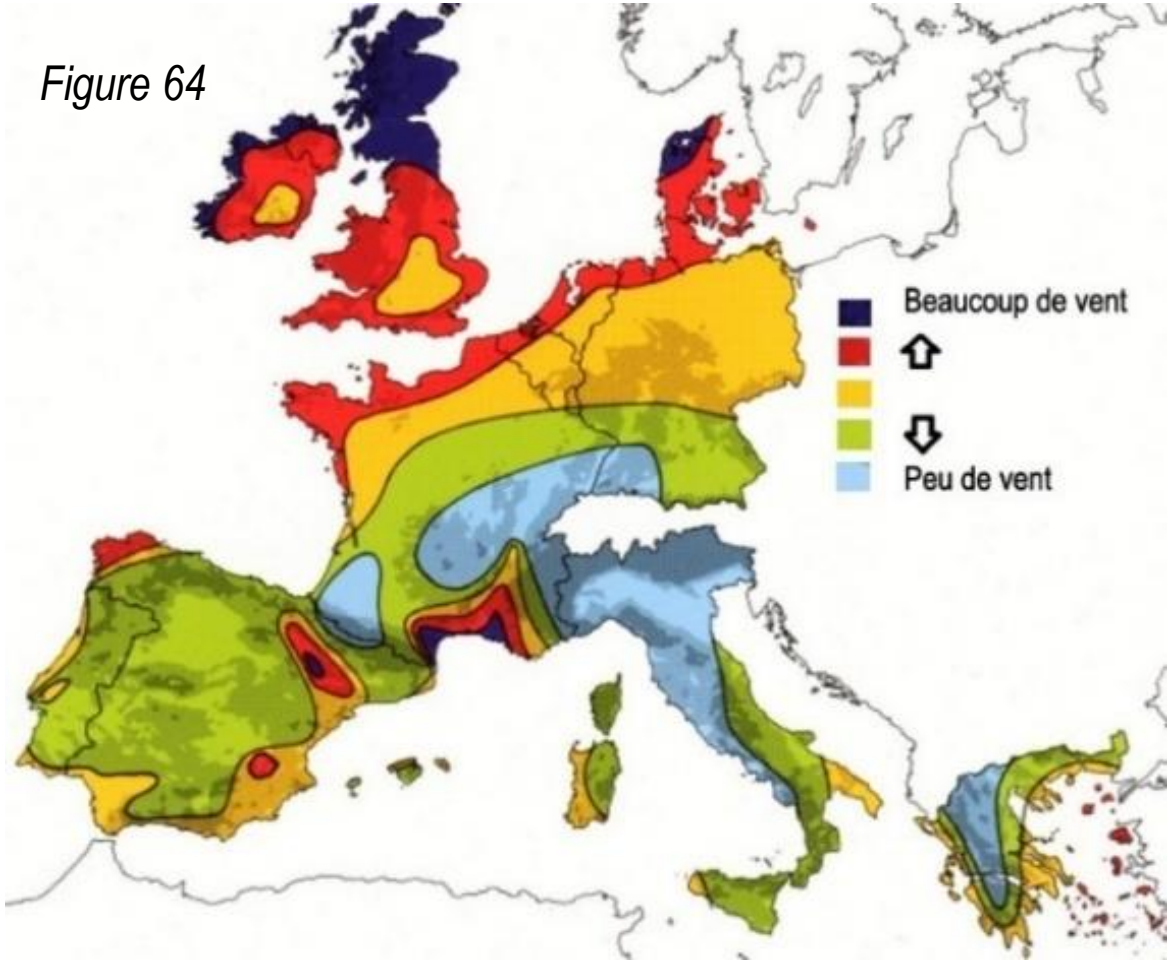
On remarque par contre sur la partie droite de la figure que la production solaire hivernale n'est que très peu de temps capable de satisfaire le besoin et que le déficit (le moins) est très supérieur à l'excédent (le plus)

On comprend en regardant cette figure que pour satisfaire le besoin, la quantité d'énergie devant être stockée en été pour récupération en hiver est extrêmement importante nécessitant un stockage de masse de l'électricité

Le vent et l'air

Production collective

Figure 64



Ça souffle ou pas

Le gigantisme des éoliennes tri-pales

Figure 64

La production d'énergie électrique renouvelable obtenue grâce aux éoliennes est complémentaire de la production voltaïque.

On observe que le potentiel éolien sur le continent européen est surtout en Angleterre et dans le nord de l'Europe.

Quant à l’évolution vers le gigantisme des éoliennes, il est justifié par les effets de parois que nous avons évoqués à la fin du chapitre précédent.

Complémentarité vent – soleil ?

Vue idylique du stockage (intermittence vent + soleil)

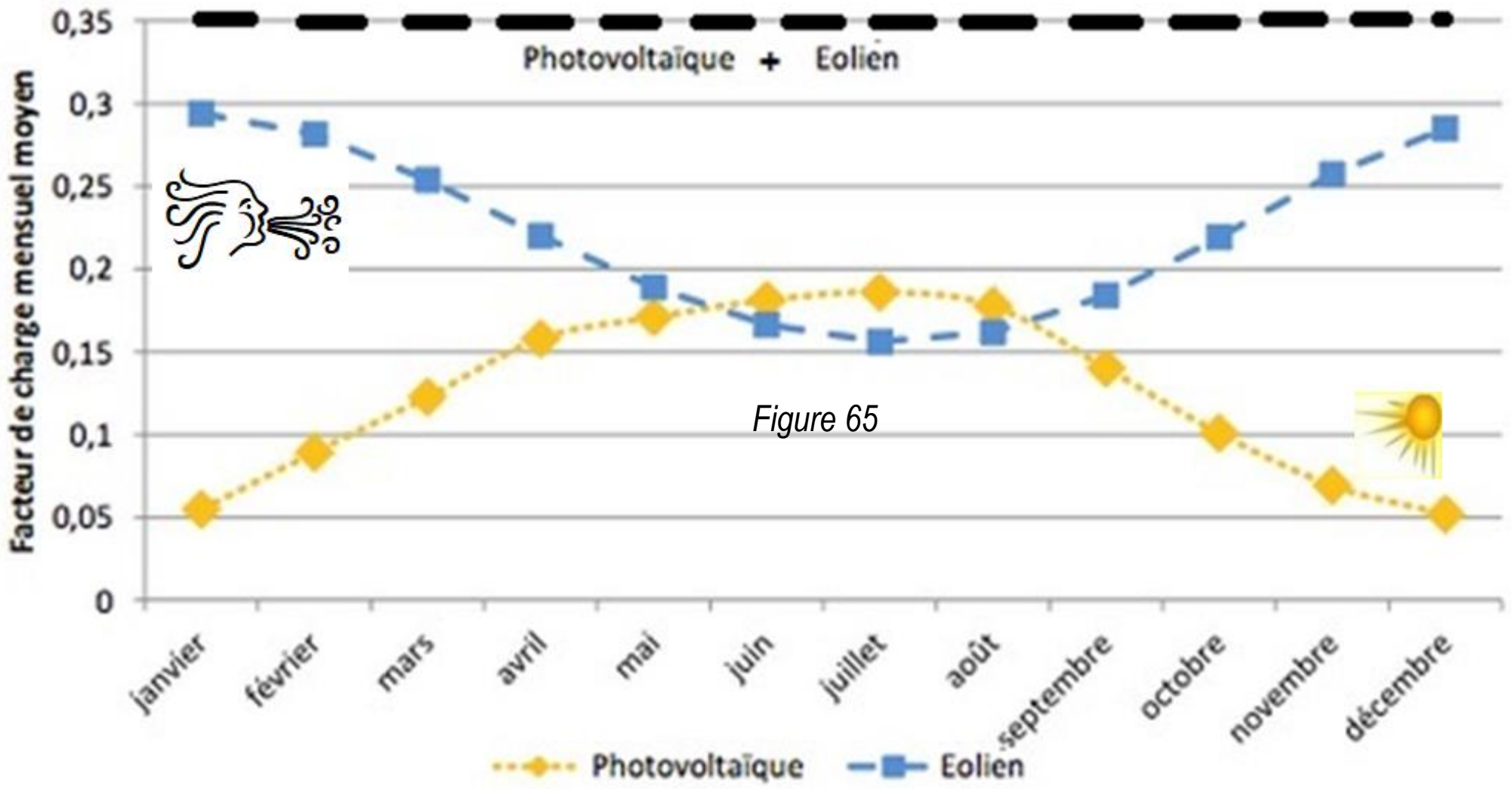


Figure 65

Figure 65

Cette figure, bien sûr idyllique, montre que si l'on adjoint à la génération solaire électrique la production électrique de l'éolien, ces deux techniques de production sont complémentaires les éoliennes aidants les panneaux voltaïques particulièrement en hiver lorsque le soleil fait défaut

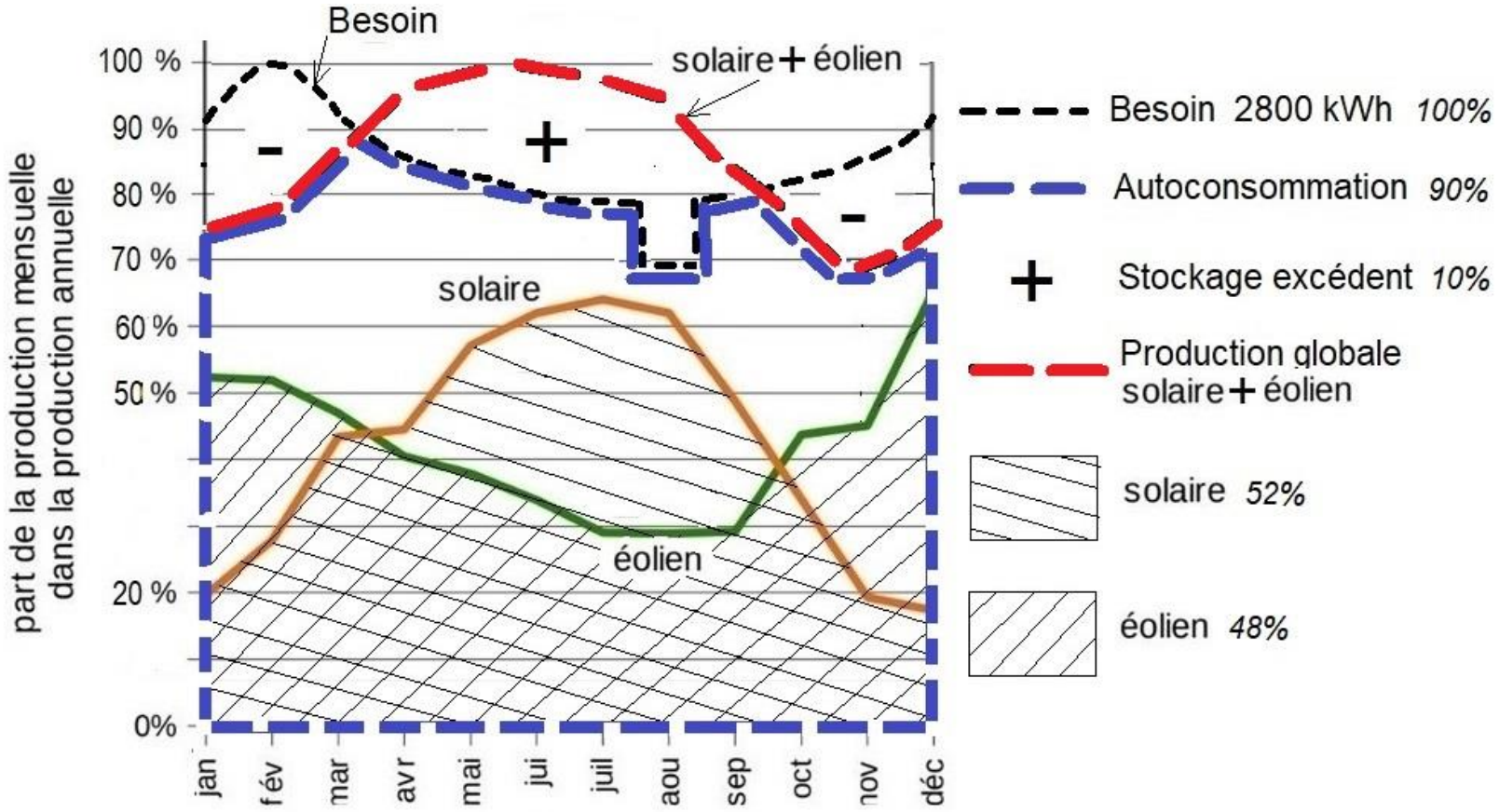
Satisfaction du besoin électrique avec vent + soleil

Figure 66

Le solaire voltaïque produit presque 4 fois plus en été qu'en hiver

L'éolien produit environ 2 fois plus en hiver qu'en été

Stockage été-hiver environ 10% du besoin total, soit sensiblement 280 kWh / parisien(voir page 25)



Notion positif négatif

Figure 66

Cette figure plus proche de la réalité que la figure 65 compare à nouveau la production conjuguée de l'éolien et du soleil au besoin. Ceci en tenant compte des saisons et en prenant à nouveau les mois comme base de temps. Elle permet de comprendre que les quantités d'électricité devant être stockées pour satisfaire le besoin sont maintenant plus faibles du fait de la complémentarité entre les deux techniques.

La figure 67 de la page suivante permet de comprendre que la remarque est la même si l’on prend les heures de la journée comme base de temps.

Production (voltaïque + éolien) et utilisation

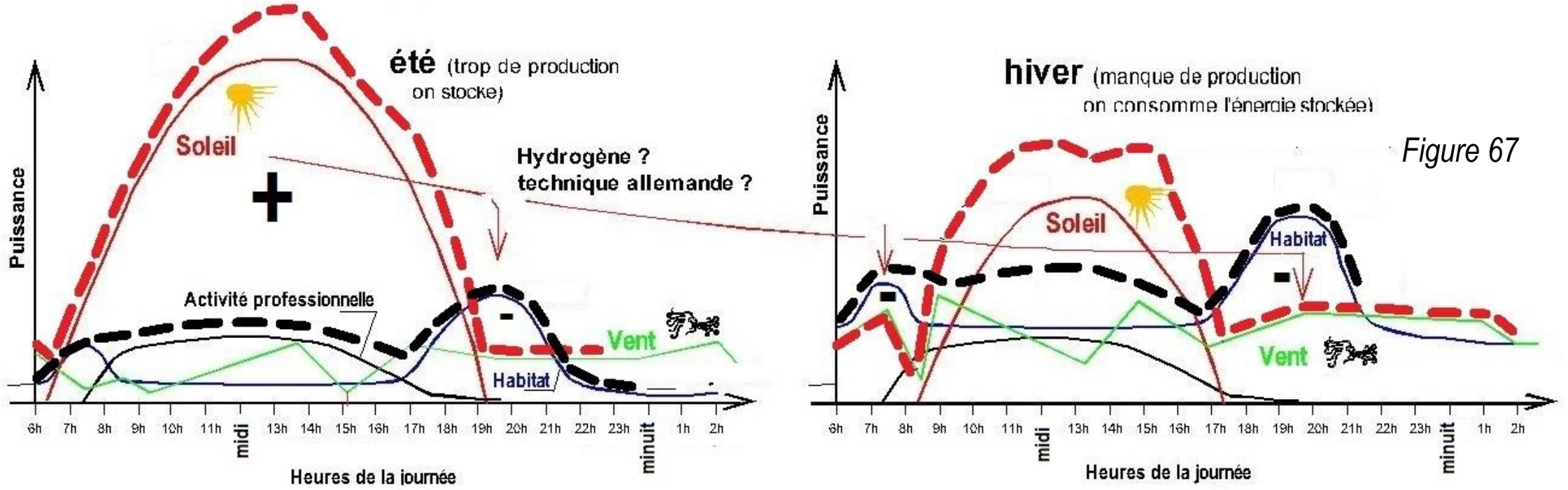
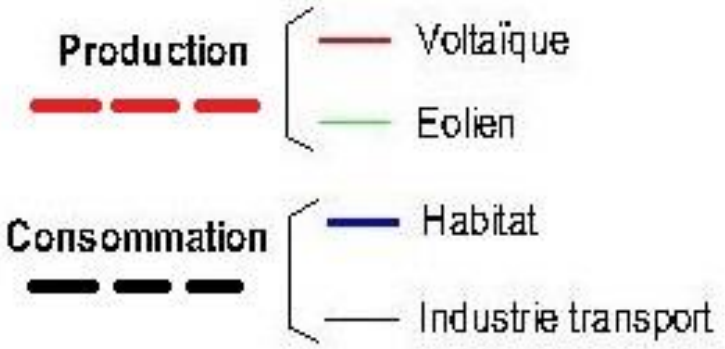


Figure 67

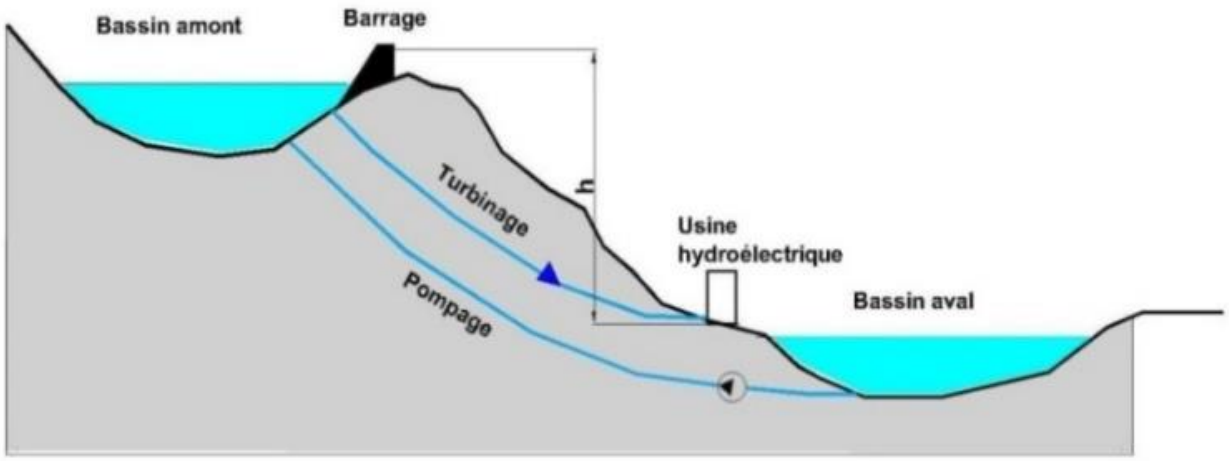


La figure ci-dessus du couple vent-soleil (éolien-voltaïque) moins idyllique que la précédente montre que les quantités d'énergie devant être stockées restent certes importantes importantes mais ne sont plus démesurées comme elles l'étaient avec le voltaïque seul. Pour éviter des coupures de courant alternatif extrêmement graves, la production doit être en permanence légèrement supérieure à la consommation. Ceci que le réseau soit à 60hz comme aux USA ou en 50 hz comme en Europe. Les STEP hydrauliques aident à satisfaire cette exigence mais seulement sur une échelle de temps limitée sensiblement inférieure à la semaine. Les techniques de régulation sont complexes mais grâce à l'électronique et aux prises d'informations sur machine Homo sapiens commence à comprendre les technologies qui doivent être mise en œuvre pour assurer la régulation de tels systèmes de tel sorte qu'il fonctionne correctement.

Stockage de masse de l'électricité

Station de Transfert d'Energie par Pompage (STEP)
(Exemple Grandmaison)

Figure 68



Voir STEP marine page 120

Pile à combustible avec l'hydrogène
Un premier exemple :les taxis *Hype* conçus par Toyota

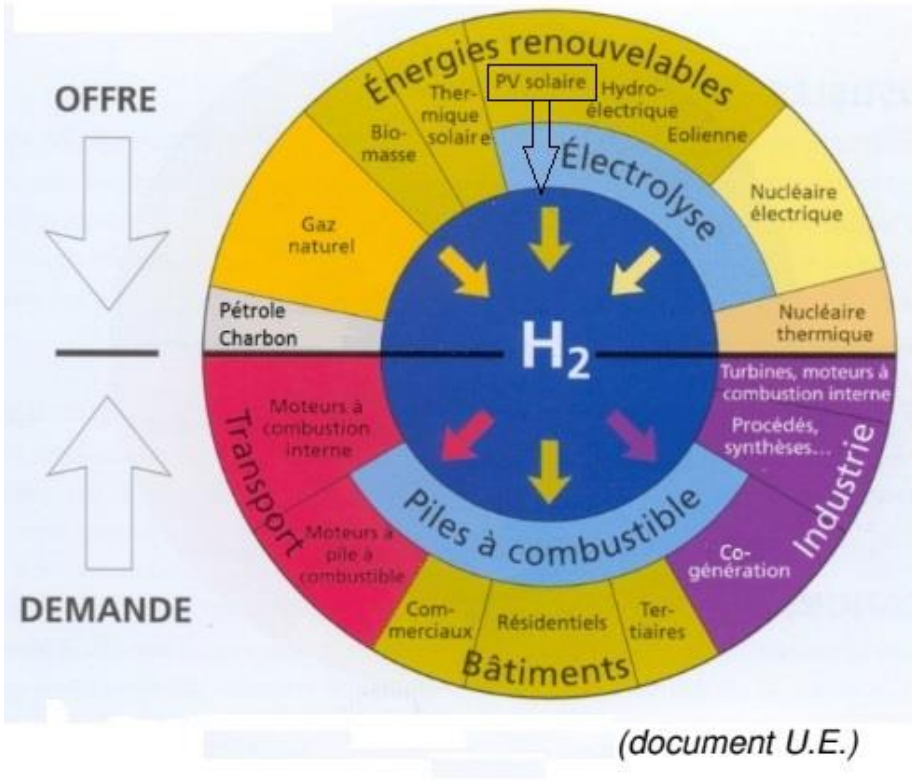
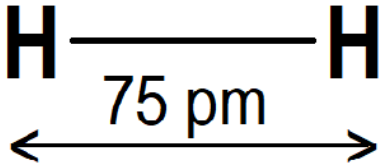


Figure 69

L’hydrogène



L'hydrogène, le premier élément du tableau périodique des éléments de Dimitri Mendeleïev (voir page 12) est l'élément le plus léger et le plus abondant dans l’univers. La minuscule molécule de *dihydrogène*
(75 picomètres) est composée de deux atomes d'hydrogène (**H**) qui n'existent pratiquement pas à l'état naturel. L’atome d'hydrogène est en fait associé à d’autre élément, par exemple dans l’eau avec l’oxygène (**$H_2$0**) ou avec le carbone (méthane **CH_4**). Il serait même associé à la matière vivante ce qui pourrait l’impliquer dans les problèmes sanitaires actuels. Il pourrait aussi, en composant isolé et autonome, devenir le combustible de demain. Une nouvelle chaîne énergétique utilisant *la pile à combustible* pourrait, lorsqu’il est utilisé sous cette forme, générer à la demande de l’électricité et de la chaleur. Dans les applications industrielles actuelles, on utilise trop souvent le gaz naturel, le pétrole, voire même du charbon comme source d’énergie pour produire l’hydrogène. On aurait probablement dû concentrer nos efforts de recherche sur la possibilité de l’extraire de l'eau par électrolyse en utilisant l’énergie électrique solaire en été lorsque cette dernière excède le besoin. Une fois extrait de l’eau par électrolyse le *dihydrogène* se présente sous la forme d’un gaz inodore et incolore qui a la particularité d’être énergétique. Ce gaz, de très faible densité massique, doit toutefois être refroidi à très basse température ou comprimé à très haute pression afin qu’il contienne dans un volume raisonnable une quantité d’énergie que l'on puisse stocker et transporter.

Stocker de l'hydrogène c'est stocker de l'énergie électrique

à basse température

L'hydrogène se liquéfie lorsqu'on le refroidit à une température inférieure à moins 253 degrés C. Il a alors une masse volumique proche de 71 kg/m3 sensiblement 10 fois plus faible que le kérozène. Il peut alors être stocké à l'état liquide et à la pression atmosphérique dans des réservoirs sous réserve que ces derniers soient parfaitement isolés thermiquement*. Cette technologie est réservé actuellement aux hautes technologies comme la propulsion spatiale. Les réservoirs de la fusée Ariane, conçus et fabriqués par Air Liquide, contiennent 28 tonnes d'hydrogène liquide qui vont alimenter son moteur central. Ces réservoirs véritable prouesse technologique ne pèsent que 5,5 tonnes à vide et leur paroi est très mince. Dans un réservoir de 300 m3 comme celui de l'airbus on ne pourrait stocker que 300 x 71 = 21 300 kg d'hydrogène liquide mais compte tenu du fait que le pouvoir calorifique de l'hydrogène en phase liquide, proche de 115 000 kJ/kg (ou 33 kWh/kg), est sensiblement 3 fois plus élevée que celui du kérozène voisin de 12 kWh/kg, la quantité d'énergie stockée grâce à l'hydrogène dans ce même réservoir de 21 300 x 33 = 702 900 kWh serait sensiblement 4 fois inférieur à la quantité d'énergie stockée avec le kérozène (300 000 x 0,8 x 12 = 2 880 000 kWh. Le réservoir d'hydrogène, à énergie emmagasinée équivalente, sera sensiblement 4 fois plus volumineux mais par contre 3 fois plus léger. Cet état de fait pourrait justifier l'utilisation de profil d'aile épais pour les ailes volantes. Reste l'étude complexe du profil de l'aile volante pour assurer la portance ainsi que l'accélération au décollage.

* Le vide qui a une masse nulle et qui est parfaitement isolant semble parfaitement adapté comme isolant thermique pour l'aéronautique. (Voir le & 5 page 250)

à haute pression

L'hydrogène peut aussi être comprimé et stocké sous forme gazeuse. On peut ainsi en augmentant sa pression augmenter sa densité à température constante. Ainsi, à 700 bar, l'hydrogène possède une masse volumique de 42 kg/m3 contre 0.090 kg/m3 à la pression atmosphérique. Il peut alors restituer une quantité d'énergie voisine de 5 700 kJ/litre(1,6 kWh/litre pratiquement égale à l'énergie thermique dégagée par le gaz naturel (6 300 kJ/litre).

Le réservoir soumis à des pressions intérieures élevées est alors plus lourd et subit des contraintes mécaniques importante.

Aujourd'hui la majeure partie des constructeurs automobiles a retenu la solution du stockage sous forme gazeuse à haute pression. Cette technologie permet de stocker la quantité d'hydrogène nécessaire à une voiture alimentée par une pile à combustible pour parcourir de 500 à 600 km entre chaque plein.

Les batteries (La plus grosse batterie au monde sur mars?)

Le cobalt baptisé "or bleu" est actuellement avec le lithium un minerai recherché pour fabriquer les batteries alimentant les portables et les voitures électriques. Soixante % de la production mondiale de cobalt se fait en République Démocratique du Congo, un pays qui possèderait 50% des réserves mondiales.

Les batteries aux lithium-ion utilisent aussi du lithium pour leur fabrication. La rareté de ces produits motive la recherche qui est en passe d'orienter vers le sodium, un composant existant en grande quantité dans l'eau de mer et qui pourrait devenir le matériau des batteries de demain laissant le plomb loin derrière.

Batteries de voiture hybride rechargeables10 kWh ?

Stockage thermal de l’énergie électrique ? (Technique allemande)

Figure 70

On observe au travers des figures précédentes *(68 , 69, 70)* qu'homo sapiens est à la recherche d'un dispositif de stockage de masse de l'électricité d'origine renouvelable

Le dispositif de stockage envisagé par l'Allemagne et évoqué figure 70 sera-t-il le dispositif retenu pour le stockage de masse de l'électricité en Europe pour compenser l'alternance du couple éolien-voltaïque ? Cela semble improbable si la production d'hydrogène envisagé au Kazakstan (voir chapitre 7 cartographie par notre voisin prend place. Ceci même s'il est préférable de consommer l'énergie à proximité de l'endroit où on l'a produite afin de réduire les pertes d'énergie en ligne et supprimer ces interminables et inesthétiques liaisons filaires aériennes.

Compléments techniques

Pour éviter le « black-out » ou en d'autre terme une coupure de courant un réseau électrique doit toujours être en équilibre entre l'offre et la demande, c'est-à-dire entre la production et la consommation d'électricité. Pour garantir cet équilibre, y compris lors des pointes de consommation journalières et saisonnières, plusieurs solutions sont possibles :

- la plus coûteuse est celle qui consiste à accroître les moyens de production en construisant par exemple de nouvelles centrales dites "modulables" qui ne fonctionneront qu'un nombre limité d'heures par jour ou même par an lors des pics de consommation.

- la troisième alternative consiste, en cas de déséquilibre entre l'offre et la demande d'électricité, à réduire temporairement la consommation d'un site industriel par exemple ou d'un groupe de consommateurs. C'est ce qu'on appelle *l'effacement.* Également appelé *« gestion active de la consommation »,* l'effacement permet donc de piloter à distance la consommation pour maintenir l'équilibre du réseau et garantir ainsi une tension constante, sans devoir recourir à des centrales "modulables " qui sont la plupart du temps alimentées par des combustibles fossiles. Centrales qui sont non seulement fortement émettrices de CO2, mais plus coûteuses pour l'utilisateur dans la mesure où elles sont sollicitées au moment où les prix du mégawattheure sont les plus élevés. Des marchés se mettent ainsi petit à petit en place principalement avec l'industrie. Il ne s'agit pas ici de se priver mais d'arrêter la fabrication des produits finis sur le chaînes de production lors des pointes de consommation et de l'accroitre en bénéficiant d'un prix du mégawattheure plus attractif lorsque la demande en électricité est plus faible.

- Pour ce qui concerne notre continent l'Europe nous pouvons mettre en place des accords entre pays comme celui mis en place entre la Norvège et un pays plat comme le Danemark. Ceci pour assurer son approvisionnement en électricité lorsque le vent fait défaut. Où pour raisonner plus généralement approvisionner le pays en déficit d'énergie à partir d'un pays voisin qui produit plus que ses besoins propres

- multiplier les systèmes de stockage qui « emmagasinent » localement l'électricité lorsque la production excède la consommation et la restituer dans le cas contraire. C'est la solution que le bon sens nous recommande de mettre en place au sein de l'UE. L'Allemagne a annoncé mi 2020 son ambition de devenir le « fournisseur et producteur numéro 1 » d'hydrogène dans le monde. Quant à la France son ambition pourrait être de parvenir à concevoir en complément des trains à hydrogène (Alsthom) des véhicules au sol type camion et cars ainsi que des avions neutres en carbone propulsés à l'hydrogène dès 2035 .

La figure 69 de la page 185 représente ce vers quoi l'Europe à probablement intérêt à d'orienter pour solutionner le problème de stockage de masse de l'électricité. La pile à combustible qui peut générer à la fois chaleur et électricité grâce à l'hydrogène pourrait bien être un complément de chaîne énergétique au chauffage thermodynamique de l'habitat. Ceci pour aider les énergies renouvelables telles que le solaire voltaïque et l'éolien à assurer le chauffage de l'habitat au plus froid de l'hiver. Cette modification en profondeur de nos chaînes énergétiques actuelles serait bénéfique à notre environnement dans la mesure où elle rejette de l'eau et non des gaz brulés dans l'atmosphère pour assurer son fonctionnement. Notre intérêt pour protéger nos écosystèmes est donc assurément de développer intensément la recherche afin d'améliorer ces technologies sur le long terme. La molécule de dihydrogènee est en effet particulièrement énergétique : il faut savoir que la "combustion" d'un kg d'hydrogène libère environ 3 fois plus d'énergie qu'un kg d'essence, et ne produit que de l'eau en lieu et place des gaz brulés. ...

$$4\ (H{-}H) + O_2 \rightarrow 2\ H_2O + \text{Energie (thermique + électrique).}$$ [1)]

Pour stocker dans un volume restreint et à la pression atmosphérique une masse maximum d'hydrogène on transforme l'hydrogène gazeux en liquide en le refroidissant à très basse température (-253 degrés centigrade). Même à l'état liquide, l'hydrogène occupe cependant à masse égale un volume sensiblement 10 fois plus important que le kérosène. Cela pourrait inciter le secteur aéronautique à s'orienter vers la construction d'ailes volantes à profil épais pour pouvoir localiser le comburant (Voir & 5 page 250). Pour que ces nouvelles technologies puissent assurer les besoins en énergie de l'habitat et du transport il y a toutefois à cela au moins 3 conditions :

- obtenir un prix de l'hydrogène raisonnable et améliorer les technologies permettant de le stocker sous la forme la plus adaptée.
- ne pas se servir de la combustion des produits fossiles [2)] (vaporeformage) pour fabriquer cet hydrogène. Ceci en utilisant l'énergie solaire voltaïque pour assurer l'électrolyse de l'eau. Et ceci même si les performances de l'électrolyse ne sont pas très élevées. La fourniture de documents attestant l'origine de l'hydrogène acheté assurant qu'il s'agit bien d'hydrogène vert commence à se mettre en place. Le fait que la technique de production par électrolyse ne représente aujourd'hui en France que 1 % de l'hydrogène produit est la résultante d'une fiscalité inadaptée. Une fiscalité adaptée au besoin est à mettre en place qui fasse que l'hydrogène produit par vaporeformage du méthane soit plus onéreux que celui obtenu par électrolyse de l'eau.
- prendre conscience que pour être conservé à l'état liquide et à la pression atmosphérique, l'hydrogène doit être à maintenu à une température de -250° C encore plus froide que celle du gaz naturel liquéfié (GNL) contenu dans les méthaniers qui est proche de −160 ° C. Cette température très basse impliquant que les citernes de stockage de l'hydrogène comportent un isolant thermique de grande qualité (peut être le vide) pour que l'hydrogène soit maintenue à l'état liquide dans de bonnes conditions

L'abandon du nucléaire et des produits fossiles vers ces nouvelles technologies est possible mais il faut prendre conscience que l'abandon des chaînes énergétiques actuelles ne se fera par la force des choses que progressivement. Cela va prendre du temps, une voire deux générations? Il faut en effet se rendre à l'évidence que Paris ne s'est pas fait en un jour et qu'il y aura nécessairement une période transitoire pendant laquelle " l''hybride" à savoir l'association de l'électricité « verte » avec la combustion des produits fossiles va prendre place. Et ceci qu'il s'agisse du chauffage de l'habitat ou de la voiture individuelle. Il n'est pas irréaliste de penser pour les raisons évoquées ci-dessus que ces technologies se développent aussi dans l'aéronautique. Ceci étant donné qu'avec les long-courriers actuels la masse de kérosène étant équivalente à celle des passagers on peut imaginer tout l'intérêt qu'il y a de réduire la masse de combustible au profit du nombre de passagers. L'évolution de la chaîne énergétique utilisant les moteurs à hydrogène pourrait semble-t-il prendre 2 formes.

- soit un fonctionnement comme un moteur à combustion interne raccordé à un réservoir. Ceci en utilisant pour finir l'hydrogène comme combustible en lieu et place du kérosène, de l'essence ou du gasoil. Ce moteur devrait toutefois être revue et corrigée en diminuant son poids pour ce qui concerne l'aéronautique (Voir à nouveau le & 5 page 250)
- soit en passant par la pile à combustible pour le chauffage de l'habitat en hiver. Une solution qui présente l'avantage de générer non seulement de l'électricité mais aussi de l'énergie thermique.

LIENS ET REALISATIONS

1 dans le secteur associé au moteur à hydrogène

La première réalisation qui vient à l'esprit est associé à l'histoire de la voiture individuelle et à la 1ère action résultant des accords de Paris sur le climat de fin novembre 2015: le taxi français hype construit avec l'aide des japonais. Il faut aussi citer dès à présent dans le secteur le plus en amont: celui de la FABRICATION d'HYDROGENE par électrolyse, la Vendée française qui va montrer l'exemple de l'hydrogène vert obtenue par électrolyse de l'eau. L'entreprise nantaise L'hyphe a annoncé mi janvier 2020 avoir levé 8 millions d'euros de fonds pour installer en Vendée un premier site industriel de production d'hydrogène vert, qui sera opérationnel dès le premier semestre 2021. Le site devrait produire à terme de plusieurs centaines de kilos d'hydrogène issue d'une électricité d'origine renouvelables (éolien, photovoltaïque, hydraulique ..) . Une première station à hydrogène installée à La Roche-sur-Yon alimentera une première ligne de bus et des véhicules de la collectivité (bennes à ordures ménagères).

PRIX , BUS à Pau, dans le nord de la France, VOITURE, Renault (hybride),,

2 dans le secteur associé au chauffage de l'habitat avec (Viessmann),

3 dans le secteur associé au voltaïque en Gironde et dans la Meuse

Soleil

Selon WIKI la puissance du rayonnement solaire reçu par les couches les plus élevées de l'atmosphère est d'environ 340 W/m² en moyenne soit une énergie thermique reçue annuellement par m² égale à environ 3000 kWh (0,34x 8760). Compte tenu que nous sommes 7 milliards sur terre et que de la surface de la partie terrestre égale à 142 millions de km² (un km² c'est un million de m²) cela correspond à une quantité d'énergie par habitant égale à environ 61 millions de kWh . (142 000 000 x 1 000 000 x 3000)/7 000 000 000 = 60 857 000 kWh.

Cela est réconfortant dans la mesure où le problème de la satisfaction de nos besoins lorsque les énergies non renouvelables seront épuisées, ce qui ne va plus tarder, est résolu. Avantage encore plus significatif, le réchauffement climatique extrêmement préoccupant qui permet grâce au voltaïque de générer de l'électricité sans réchauffer l'atmosphère. On sait maintenant que la quantité d'énergie naturelle qui nous vient du soleil est considérablement supérieure au besoin moyen proche de 15 000 kWh de chaque homo sapiens (voir la page 52 du chapitre 2)

Plutôt que de recouvrir Paris d'une grosse bulle voltaïque pour assurer son besoin en électricité, il serait plus simple d'adjoindre quelques centrales voltaïques en Beauce. 25 m² de panneaux solaire disposés en Beauce, sur une surface sensiblement deux fois plus faible que la surface disponible au sol par parisien, permettrait de générer annuellement une quantité d'énergie électrique voisine de 2500 kWh proche du nouveau besoin global de 2800 kWh une fois mise en place nos nouvelles chaînes énergétiques permettant d'assurer les besoins confondus du chauffage urbain, de la voiture hybride rechargeable ainsi que de l'éclairage et de l'électroménager tel que cela a été défini au chapitre 2 consommation à la page 90

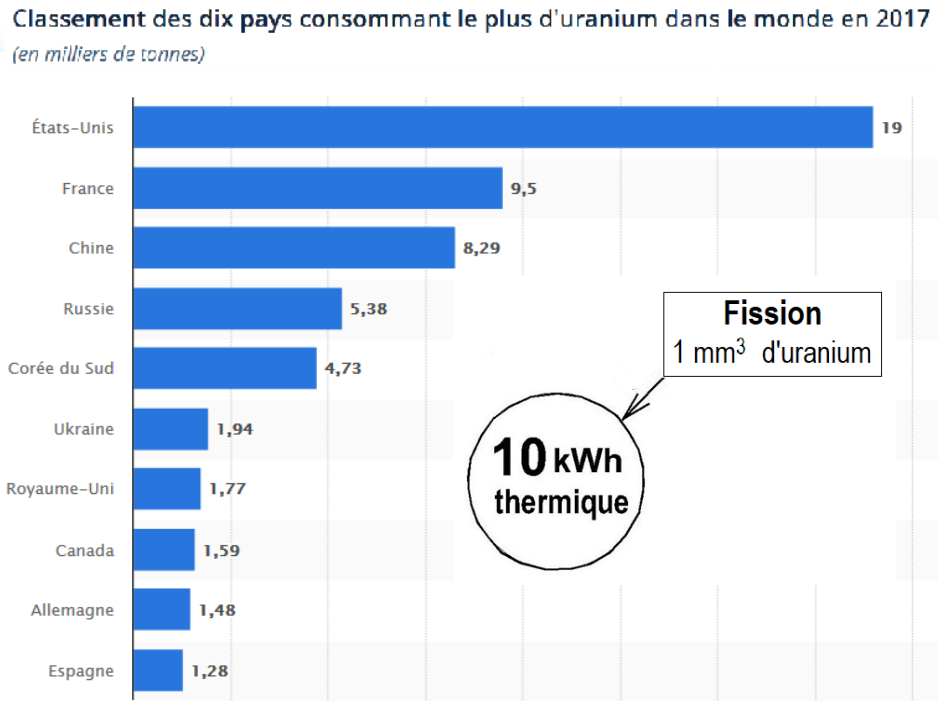
Vent

Paradoxalement, bien que le potentiel en énergie électrique issu du voltaïque devance celui de l'éolien c'est, selon le site *Révolution énergétique* l'éolien qui remporte la palme en Europe en assurant 17% du besoin avec une production de 240 Wh. Ceci alors que celle du voltaïque n'est que de 130 TWh. Il y a deux raisons qui expliquent ce résultat :

- les effets de parois évoqués au chapitre 2consommation page 159 figure 57 qui font que les performances de l'éolienne s'améliorent lorsque sa taille augmente.
- La diminution du niveau sonore (environ 3 db en moins) résultant de pièces allongées en forme de « dents de scie », qui se fixent selon *Révolution énergétique* sur le bord de fuite des pales.

La fission nucléaire avec l'uranium

	A	B	C	D	E	F	G
1		**Consommation**			**Réserves**		
2		USA	19000		Australie	1400000	
3		France	9500		Canada	593000	
4		Chine	8290		Kazakhstan	435000	
5		Russie	5380		Namibie	369000	
6		Corée du sud	4730		Niger	336000	
7		Ukraine	1940		Russie	260000	
8		Royaume-Uni	1770		Afrique du sud	260000	
9		Canada	1590		Brésil	156000	
10		Allemagne	1480		Indes	149000	
11		Espagne	1280		Chine	137000	
12			54960	tonnes		4095000	tonnes
13							
14		En durée si généralisation à la française					
15		France 9500 tonnes pour 60 millions d'habitants					
16		pour 7 milliards	1108333	tonnes :	3.7	ans	
17							



Densité de l'uranium 0,019 gramme par mm3

Cette page visualise la consommation et les réserves mondiales d'uranium. Les réserves semblent importantes, un peu comme le charbon. L'uranium toutefois comme les produits fossiles est loin d'être inépuisable. Si tous les pays du monde consommaient par habitant autant d'uranium que la France, il y en a pour….. moins de 4 ans.

(*densité de l'uranium 0,019 gramme par mm3*)

La fusion nucléaire ?

Lorsque la décision a été prise il y a une quinzaine d'années d'installer le réacteur expérimental nommé ITER basé sur la fusion nucléaire en France à Cadarache pour assurer notre approvisionnement en énergie le responsable du CNRS de l'époque avait donné sa démission estimant ce projet trop complexe sujet à une issu trop incertaine vu l'urgence qu' il y a à agir. À l'aube du réchauffement climatique comment ne pas émettre des doutes sur le bien fondé de s'orienter vers une chaine énergétique passant par les très hautes températures pour solutionner nos problèmes d'énergie. Et ceci même si nous arrivions à confiner magnétiquement la chaleur. De plus prétendre comme Goodplanet que le numérique pourrait aider à contrôler les instabilités de la fusion nucléaire ne me semble pas très raisonnable en ce qui concerne la sécurité

L'EDF et le nucléaire ?

Un rapport qui fâche EDF, le lobby du nucléaire et peut-être notre président a été établi par l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), une agence créé il y a 36 ans par l'OCDE. Ce rapport appuyé par le président de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) ainsi que par une association de polytechniciens regroupée sous le sigle *"Révolution énergétique"* commence à faire autorité et vient au secours de la *Solar Water Economy (*SWE). Ceci en établissant que la satisfaction du besoin en énergie des Français peut-être satisfait à 100% par des chaînes énergétiques associées aux énergies renouvelables moins couteuses et moins dangereuse que le nucléaire. Le projet Hercule consisterait à scinder EDF en trois parties :

- un premier pôle serait chargé de la production nucléaire et thermique (EDF bleu),
- un deuxième aurait la charge des concessions hydroélectriques (EDF Azur)
- un troisième (EDF vert) regrouperait tout le reste, notamment le solaire, l'éolien et la gestion des réseaux :

Il semble évident que pour former un système cohérent ces 3 pôles - en supposant qu'ils prennent place - devront collaborer étroitement et bien évidemment ne pas rentrer en concurrence les uns avec les autres. Ceci compte tenu du fait que les actions que vont devoir prendre chacune de ces trois parties sont complémentaires et étroitement associés. Chacun de ces pôles devra en effet avoir conscience du rôle que l'on attend de lui :

- le premier prendre conscience qu'il faut remettre à sa place l'énergie thermique et abandonner l'effet joule pour la générer
- le deuxième concentrer son action sur le stockage de masse de l'énergie électrique
- quant au 3eme force est de constater qu'il va devenir le pôle le plus important et le plus utile pour notre devenir énergétique.

Ceci dans la mesure où le prix de revient du kWh électrique renouvelable obtenu avec les nouvelles techniques évolue régulièrement à la baisse. L'avenir de ce troisième pole étant tributaire des deux premiers pôles qui devront faire correctement leur travail et rien de plus.
Voilà près de 10 ans qu'EDF se plaint d'être obligé par l'UE de vendre l'électricité qu'elle produit à ses concurrents. Ceci dans le cadre de la loi Nome et à un prix de 42 € le MWh (4,2 centimes d'€ le kWh) probablement inférieur au prix de revient une partie de l'électricité produite par ses 58 réacteurs nucléaires. Un prix fixe de il se trouve être sensiblement 3 fois plus faible que celui facturé à l'utilisateur CAD vous et moi.

Le nucléaire ce n'est pas seulement :

Les réacteurs nucléaires français qui produisent de l'électricité en réchauffant nos rivières, c'est aussi :

- les réacteurs à eau pressurisée PWR d'origine américaine, le CEA ayant proposé des modifications en fonction des incidents. L'EPR étant l'aboutissement de ce processus avec l'ASN qui surveille la réalisation .
- Les réacteurs à neutrons rapides à sel fondus qui seraient une solution selon le CNRS Grenoble .

En France 80% de notre électricité est produite par des réacteurs pilotables de +/-30% en une ½ heure en adéquation avec la demande du réseau. Le principal combustible est l'uranium.

Accidents : la liste des accidents par niveaux de gravité voir Wikipédia et UNSCAR .

Le réacteur de Tchernobyl (MBK) est une machine soviétique difficile à piloter et l'accident a été traité à la soviétique.

Les réacteurs japonais de Fukushima à eau bouillante BWR . Une vidéo de l'ASN explique le déroulement de l'accident, les difficultés, les erreurs et les conséquences .

C'est aussi :

La dangerosité de la radioactivité *(Voir le* ***& 7*** *pages 306 et 307)*

Le scientifique : c'est l'étude des composants du noyau des atomes: CERN,CEA, CNRS

Le militaire*:* « Si vous nous mettez en péril vous le paierez cher et vous serez en péril »

La datation par la mesure de la décroissance de la désintégration des noyaux : Carbone 14

Le médical : radiothérapie, traçage, stérilisation, indicateur SIVERS, ...

Le contrôle non destructif : voir à l'intérieur de la matière

La radioprotection : détecte les anomalies des rayonnements ionisants: ASN et IRSN

L'inquiétude générée en France par le ***projet européen Hercule*** à propos de l'EDF

Les inconvénients des réacteurs nucléaires pour produire l'électricité (selon Greenpeace)

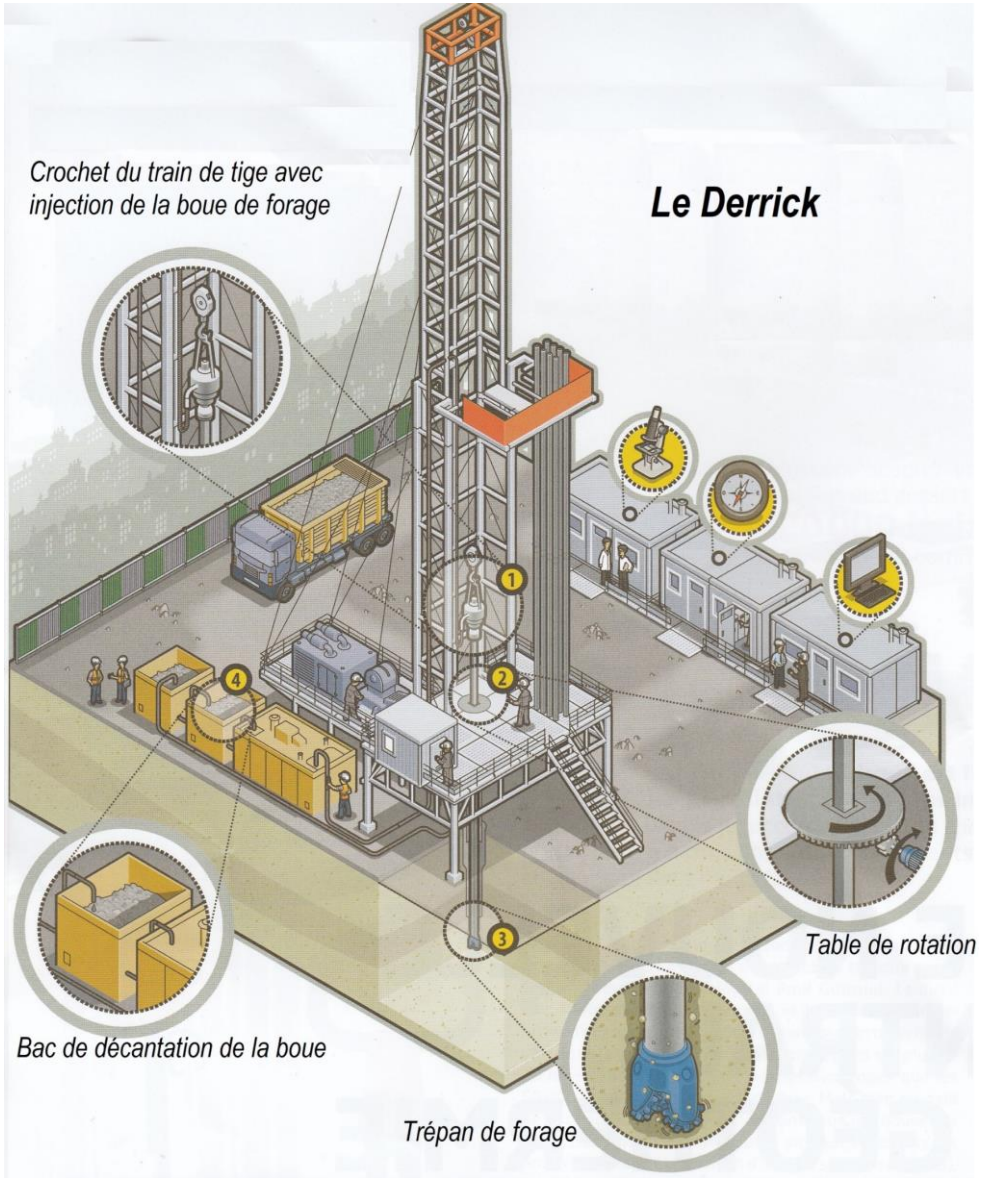
Géothermie

Tête de forage du doublet géothermique

DOSBox 0.74-2, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: LIN

```
<ENTREES>

diamètre intérieur de la tuyauterie= 200 mm
débit= 5000 l/mn
viscosité du fluide= .5 centistokes
longueur de la tuyauterie= 250 m
densité du fluide= 850 kg/m3
nombres de coudes à 90°...= 0
nombres de coudes arrondis= 2


<SORTIES>

vitesse du fluide= 2.641966 m/s
ecoulement turbulent
nombre de reynolds= 1056786
longueur équivalente totale= 258 mètres
perte de charge totale= .7543159 bar

puissance perdue= 6.166532 kw


voulez-vous imprimer le résultat sur votre imprimante?
```

Un débit ***Q*** de 300 m3/h avec une chute de température ΔT de 50° c'est une puissance thermique ***P*** disponible pour votre région de ***P*** = 1,16 x ***Q*** x ΔT = 17400 kW



Construire une centrale géothermique un projet d'ampleur

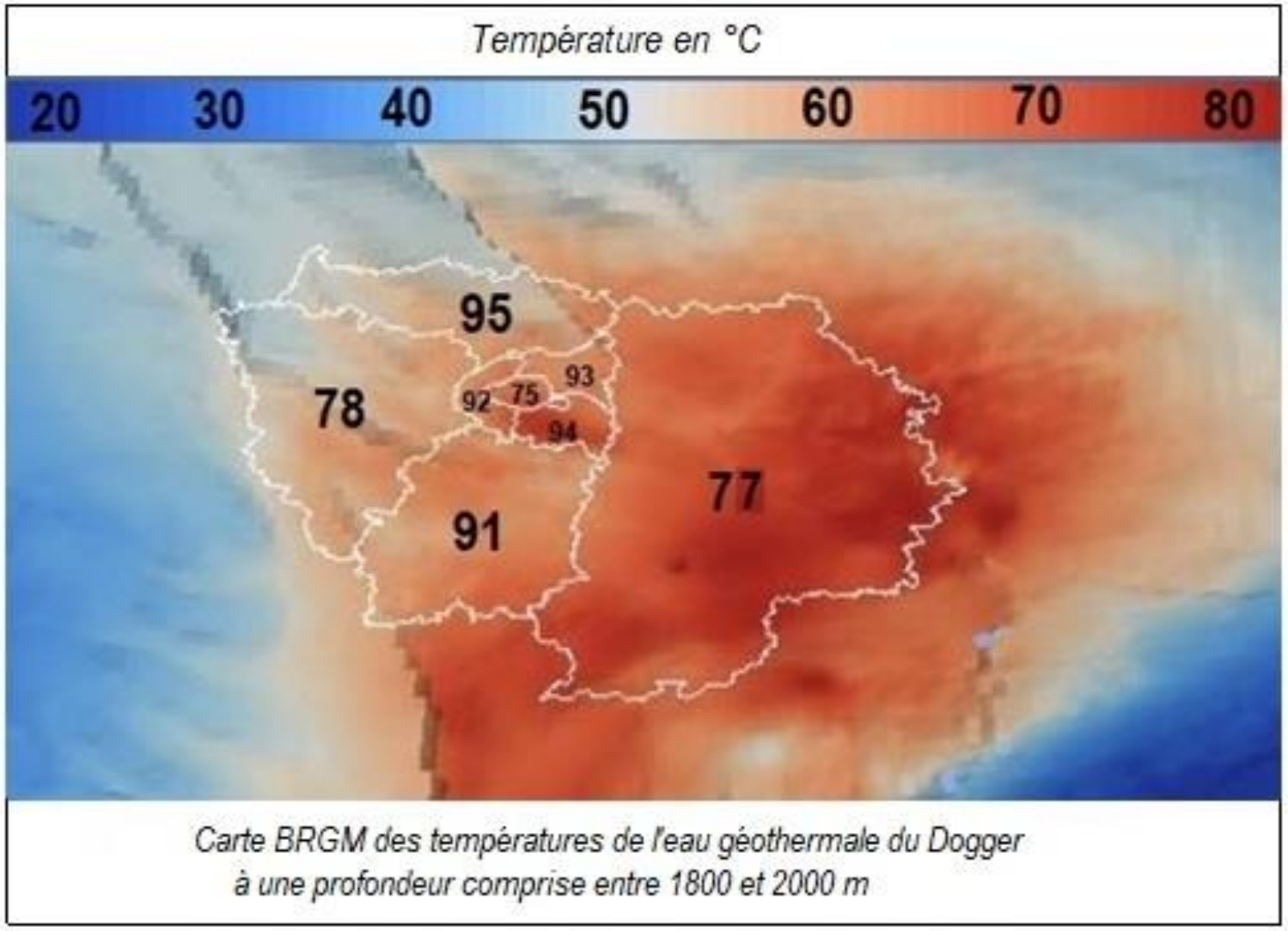
La réalisation d'une centrale de géothermie passe par de nombreuses étapes. On analyse tout d'abord le contexte local, densité de logements, volonté des élus locaux puis on réalise les études techniques et économiques. Commence ensuite les démarches administratives demande de permis de forer, étude d'impact environnemental, enquête publique. Enfin on passe à la réalisation avec le forage depuis la construction de la centrale le déploiement du réseau et la création des sous-stations la réalisation d'un tel projet prend plusieurs années

Le principe du forage Rotary

Avant de construire la centrale de géothermie en surface il faut forer le puits de production qui permet de pomper l'eau chaude et le puits de réinjection qui renvoi l'eau refroidi dans la nappe d'origine: c'est le doublet géothermal. Les puits sont forés selon une technique éprouvée issue de l'industrie pétrolière: le forage Rotary. Le trépan fixé à l'extrémité d'un train de tige est suspendu à un derrick pendant que les tiges tournent sur elle-même. Les trois roues dentées du trépan sont entraînés par la pression de la boue de forage injectée par l'intérieur du train de tige. L'ensemble grignote ainsi la roche lentement la boue remonte les résidus de forage par la périphérie du train de tiges. Elle est ensuite filtrée puis réinjectée en circuit fermé. Le train de tige est allongée au fil de l'avancement plusieurs diamètre de forage sont utilisés successivement en allant du plus gros vers le plus petit (26” à 9”). A chaque changement de diamètre les tubes sont scellés dans le puit formant alors sa structure interne. Lors du forage les deux puits peuvent être déviés progressivement vers l'horizontal grâce à la technologie issue du gaz de schiste aux USA jusqu'à ce que chaque extrémité soit éloigné d'environ 1500 m de telle sorte que l'eau de rejet ne viennent pas tiédir l'eau géothermale

Celcius et l’expérience des forages pétroliers avec Schlumberger

L’eau géothermale en Ile de France



Carte BRGM des températures de l'eau géothermale du Dogger à une profondeur comprise entre 1800 et 2000 m

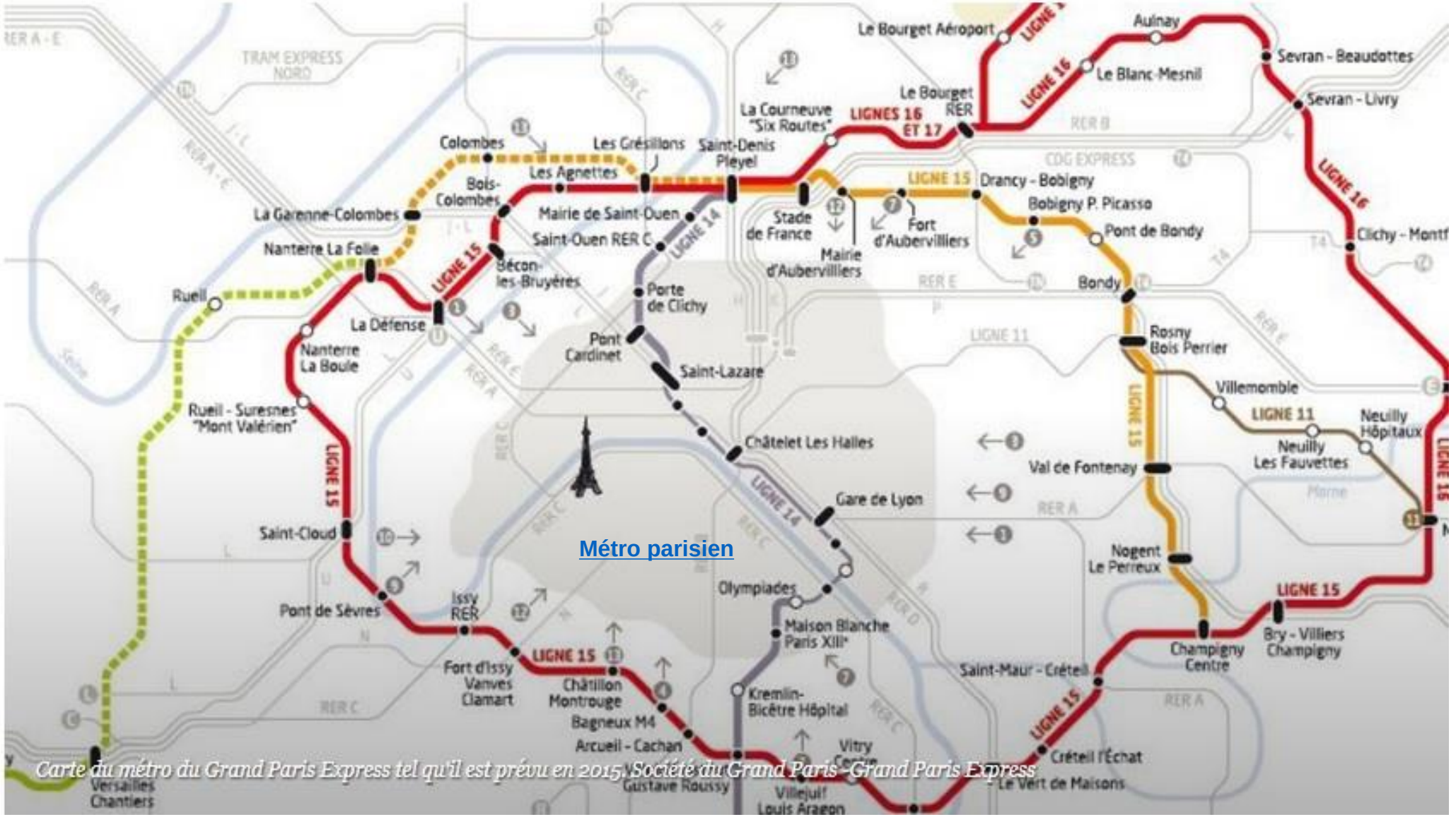
Figure 71

La région parisienne commence à tirer profit de l’eau géothermale.

L’eau géothermale des nappes profondes captives qu’il ne faut pas confondre avec les nappes libres superficielles qui s’écoulent vers la mer comme la rivière, mais beaucoup plus lentement qu’elle.

Villejuif

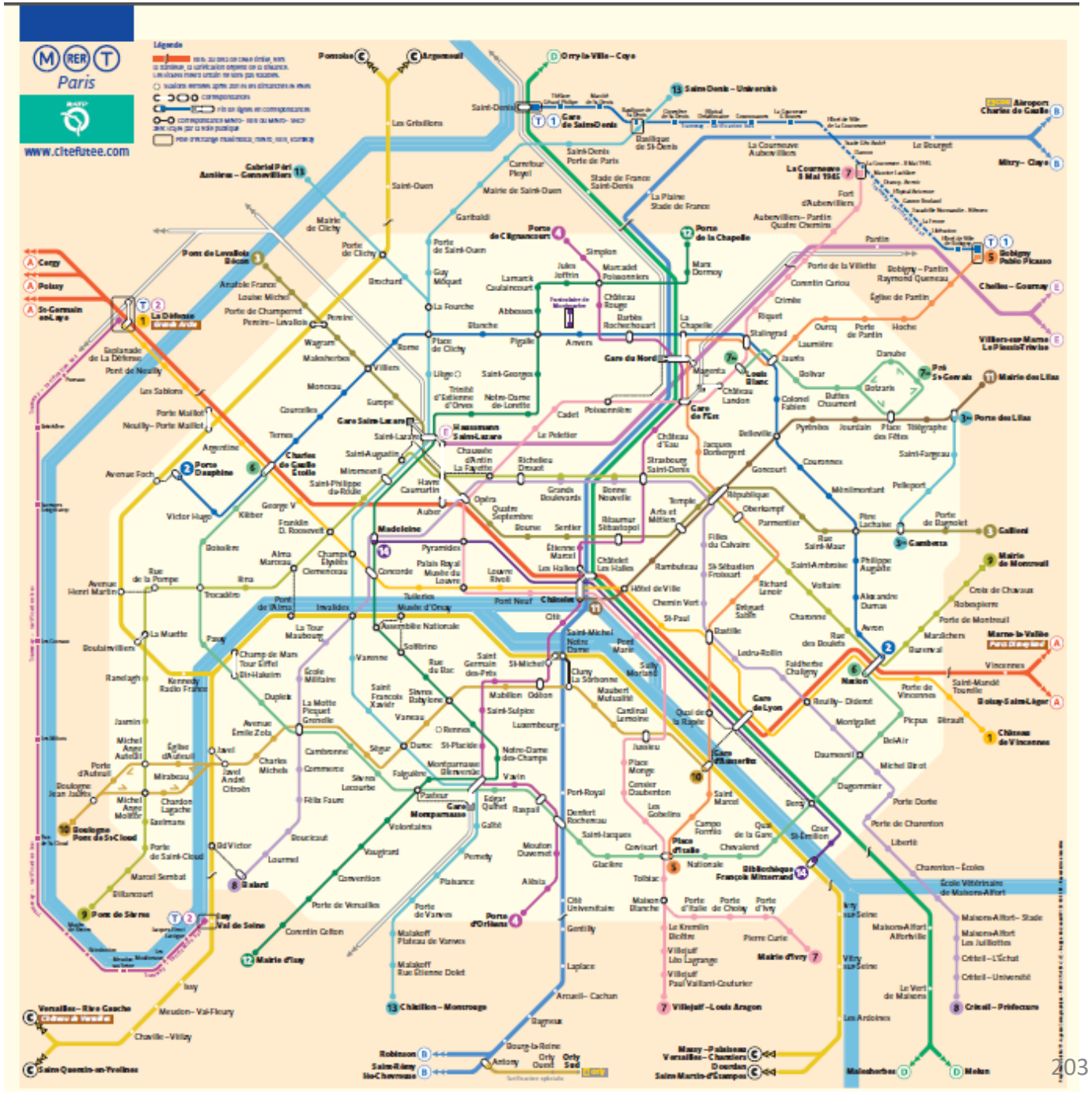
Le ‘’Grand Paris’’ des transports



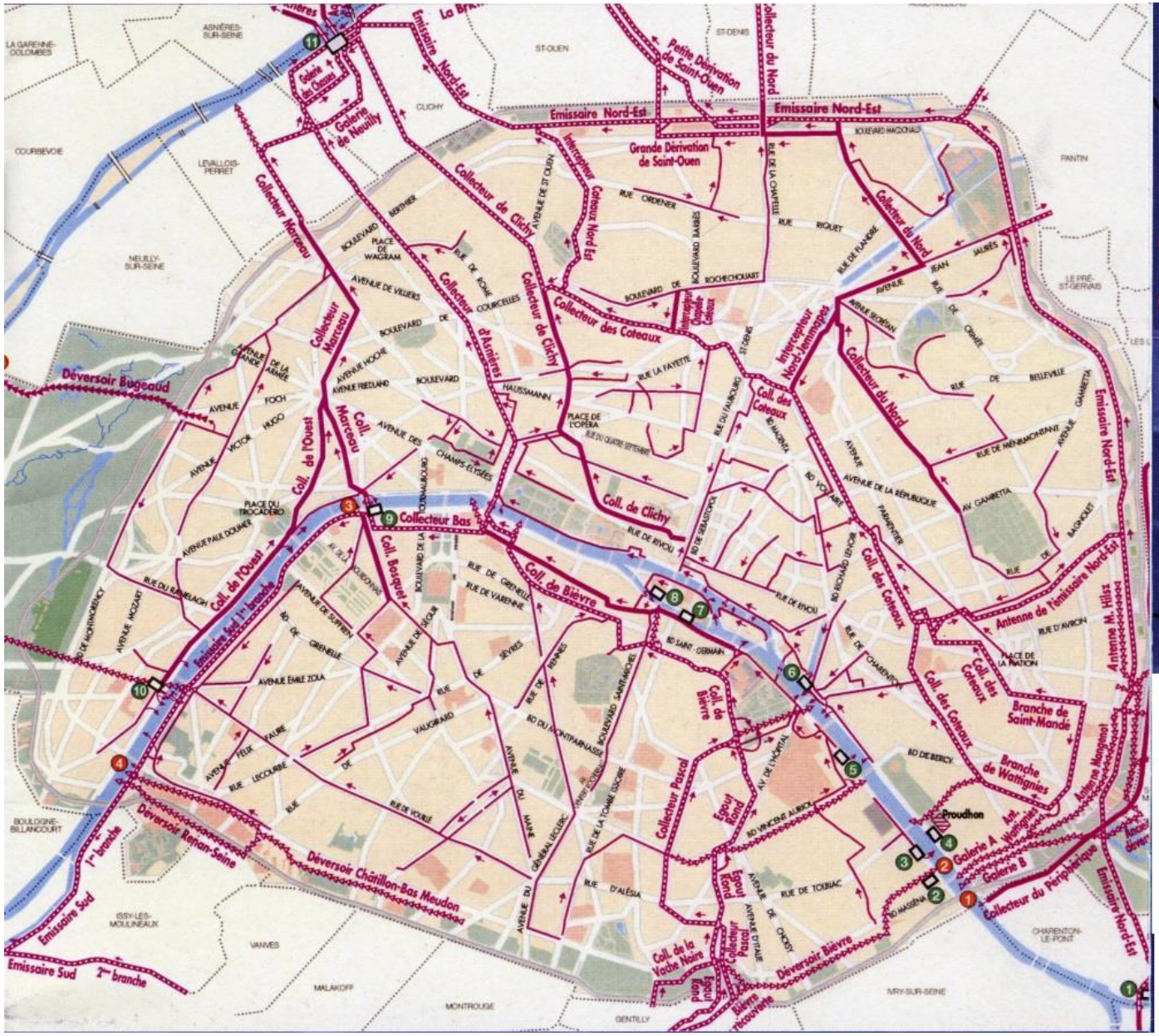
Carte du métro du Grand Paris Express tel qu'il est prévu en 2015. Société du Grand Paris - Grand Paris Express

La fin des embouteillages?

Le métro, ‘’petit Paris’’ des transports



Plan du réseau d'assainissement parisien



[Historique des égouts de Paris]

Les réseaux d'eau sous-terrain et les égouts de Paris

Le sous-sol Parisien abrite en plus du métro ancien et de celui du « grand Paris » à venir deux réseaux embryonnaires de chauffage urbain.

L'un associé à la combustion des ordures et l'autre de Villejuif utilisant uniquement l'eau géothermale. A ces liaisons souterraines s'ajoutent 3 réseaux d'eau distincts : 2 réseaux d'eau l'un d'eau potable, l'autre d'eau non potable avec un réseau d'assainissement et de drainage. Ce dernier, constituant les égouts de Paris est long de 2 500 km et a pour fonction de collecter et d'évacuer la pluviométrie ainsi que les eaux usées produites par les différentes activités humaines des parisiens. Souvent décrits comme un lieu obscur et nauséabond (notamment dans « Les Misérables » où Jean Valjean se perd en 1832), les égouts de Paris ont fortement évolués depuis les travaux entrepris par le préfet Haussmann et l'ingénieur Eugène Belgrand, tous deux à l'origine du réseau contemporain. Sous leur impulsion, toutes les rues de la capitale ont en effet été doublées d'une galerie en sous-sol, faisant alors de Paris l'une des villes les plus modernes au monde à ce sujet.

L'ensemble des égouts de Paris sont du type gravitaire et permettent d'évacuer vers la Seine un débit important proche de 300 m3/s correspondant à la pluviométrie d'une violent orage. Ils sont interconnectés selon la hiérarchie suivante:

1. *branchements particuliers de chaque immeuble,*
2. *égouts élémentaires de 1,30 m de large sous chaque rue,*
3. *collecteurs secondaires de 3 m de large avec cunette de 1,20 m*
4. *collecteurs principaux de 5 à 6 m de large avec cunette de 3,50 m, en général sous les boulevards (photos)*

Ceci sans compter les émissaires (égouts ronds de 2,50 à 6 m de diamètre, non visitables qui transportant les eaux usées vers les stations d'épuration)

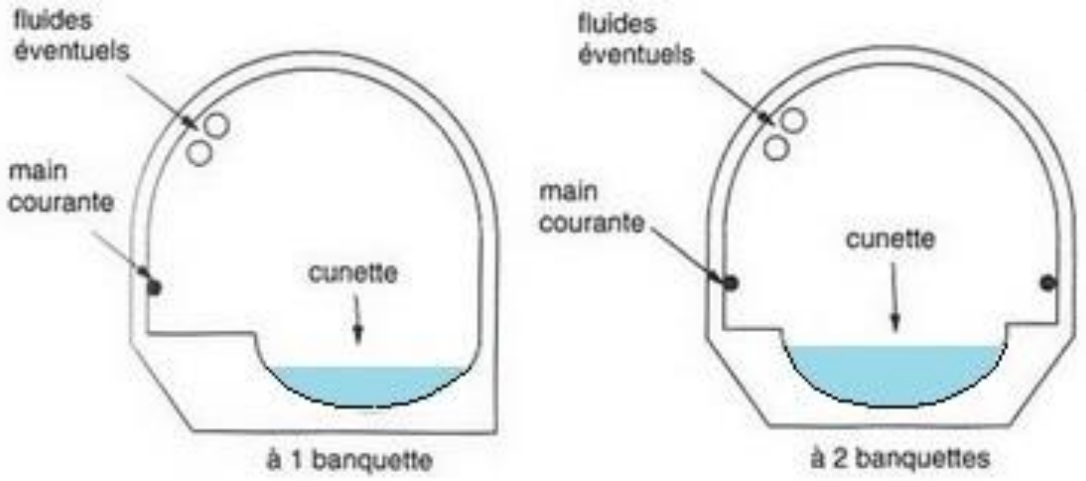


Figure 73

Les 46 réalisations de géothermie sur l'IDF en 2017

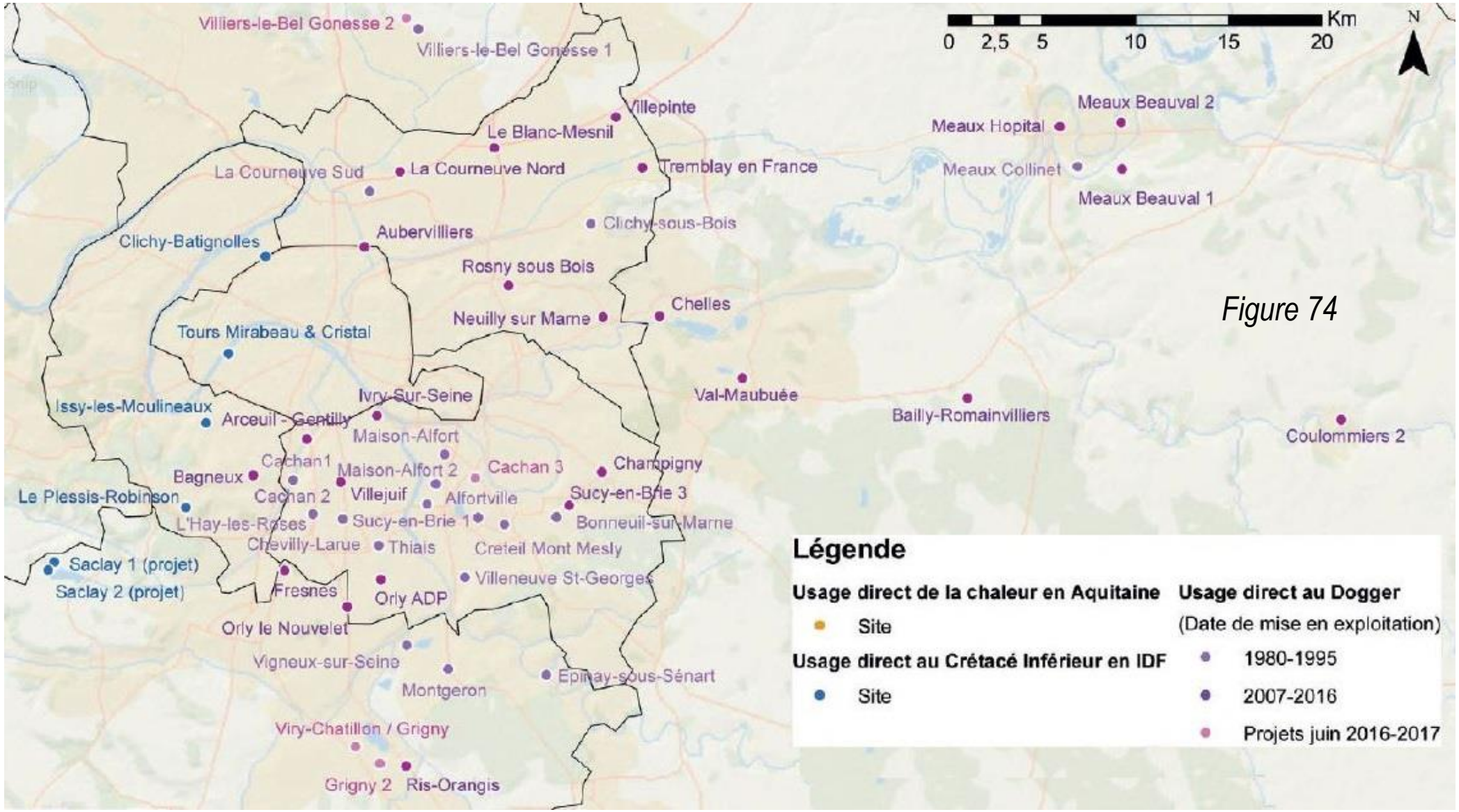


Figure 74

figure 75

Boulogne Billancourt 92100 point de départ de la SWE ?

La Seine qui entoure Boulogne Billancourt est une opportunité qu'il serait dommage de ne pas saisir. Il faut espérer que les boulonnais vont prendre conscience que 3 doublets géothermiques DG1 à 3 (petits cercles blancs) devraient être suffisants pour assurer le chauffage de leur commune moyennant l'apport thermique de la Seine. Ceci en implantant 3 stations de pompage SP1 à SP3 à l'emplacement de ces 3 doublets géothermiques pour assurer la distribution d'un réseau d'eau non potable à la température de 15° (gros points noirs). Cette commune pourrait ainsi disposer à moindre cout d'une énergie thermique annuelle voisine de 3 x 14 000 x 8760 = 368 000 000 kWh pour une température moyenne de la Seine variant entre 5 et 15° .

La population de cette commune étant selon l'INSEE de 117 282 habitants avec une densité de population proche de celle de Paris intramuros cela correspond sensiblement à 3 150 kWh thermique par habitant proche du nouveau besoin de 3600 kWh (voir figure 15 page 25) . Ces travaux permettraient de généraliser le chauffage urbain pour l'habitat existant dans cette commune moyennant une amélioration (après accord du BRGM) du débit d'eau chaude géothermique qui a été limité par sécurité à 200 m3/h par doublet. Ceci sans desservir les habitants d'Issy les Moulineaux des avantages de leur centrale de combustion des ordures. De tels travaux aurait pu être mieux contrôlés que ne l'a fait jusqu'ici l'entreprise française IDEX qui a déjà réalisé à proximité d'Issy les Moulineaux ***un début de réseau*** *ayant permis à quelques habitants de Boulogne situés coté Issy les Moulineaux de bénéficier des avantages du chauffage urbain. Il est clair que si cette commune de raisonne dans le sens de l'intérêt général elle a intérêt à s'équiper d'un réseau hydraulique // conforme à celui décrit précédemment*

Pour mémoire Boulogne Billancourt c'est:

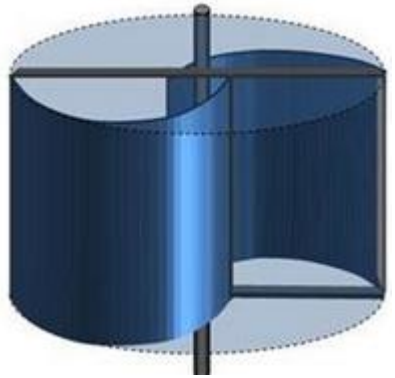
Population 117 282 habitants (source : INSEE) sur une surface de 6,2 km2 (6 200 000 m2).
Soit une densité de population de17 662 habitants au km²
Cela revient à dire que chaque boulonnais occupe une surface au sol voisine de 50m2 comme celle de Paris intra muros .

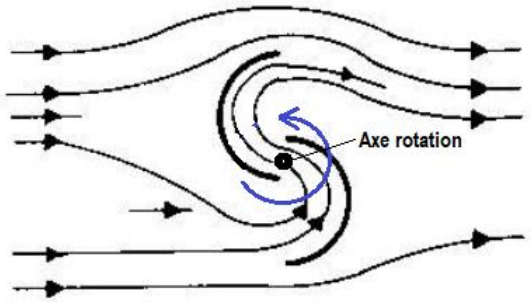
La ‘’Solar Water Economy’’ dans Paris et sa banlieue?

Les chiffres prouvent que le potentiel énergétique naturel du dogger et de la Seine confondues devraient nous permettre de réussir notre transition énergétique en région IDF. Ceci malgré une concentration urbaine particulièrement dense. Comme l'explique Jean-Marc Jancovici, il est exact que l'énergie thermique contenue à l'état latent dans un litre de pétrole, voisine de 10 kWh, est beaucoup plus importante que celle contenue dans un litre d'eau lorsque sa température varie de 10 degrés. (Dans la pratique mille fois plus importante). Ceci dans la mesure où il faut, compte tenu de la chaleur spécifique de l'eau une énergie sensiblement équivalente de 10 kWh pour élever un mètre cube d'eau de 10 degrés. Ce qu'il est important de réaliser c'est qu'avec un débit moyen de 300 m3/s un fleuve comme la Seine charrie en une heure environ un million de mètres cubes d'eau (3 600 x 300). Ceci de telle sorte que si l'on refroidi ce volume de 10 degrés en hiver on dispose en une heure d'une énergie thermique pour chauffer l'habitat égale à 10 millions de kWh ce qui correspond, vu la population de 10 millions d'habitants pour Paris et sa banlieue, à une puissance disponible de 1 kW pour chaque Parisien et une énergie thermique disponible annuellement de 8760 kWh ce qui est suffisant en terme de potentiel par rapport au besoin de 6800 évoqué à la page 15 de la page 25. Pour information une déperdition de 200 kWh par m2 habitable qui correspond sensiblement à l'habitat parisien existant mal isolé, on arrive à une surface habitable par habitant supérieure à 40 m2 ce qui n'est pas négligeable.

En mettant en place un chauffage thermodynamique échangeant sur l’eau avec un modeste COP de 5 et n’utilisant que 80% du potentiel naturel, la consommation annuelle en énergie finale électrique serait limitée à environ 1400 kWh/ habitant. Une consommation électrique sensiblement deux fois plus faible par rapport à ce qu'elle est actuellement en France (Voir figure 27 page 39 pour compréhension), et ceci sans faire appel à la combustion des produits fossiles. Une diminution de consommation en énergie électrique à ce point significative par rapport à ce qu'elle est actuellement qu’elle laisserait suffisamment d'électricité disponible pour alimenter la voiture hybride rechargeable. Le chiffres qui précèdent relève de l'essentiel étant donné que la Seine n'est pas toujours à 10 degrés comme l'est la nappe libre en communication avec elle. À l'heure des télérelevés, il est surprenant qu'aucune information sur internet sur la façon dont la température de la Seine varie actuellement au cours de l'année calendaire ne soit disponible. Quoi qu'il en soit lorsqu'elle est à 5 degrés ou un peu moins au plus froid d’un hiver rigoureux son potentiel ENR pour le chauffage thermodynamique est nul. On a vu heureusement (pages 44 et 45) que les deux potentiels *eau superficielle / eau géothermale* peuvent être ajoutés l'un à l'autre avec les échangeurs à plaques. Ceci avec le fait que et la chaufferie hybride peut aussi venir au secours du chauffage thermodynamique pour assurer le confort.

Nota Avec 20 000 habitants au km2 chaque parisien ne dispose que de 50 m2 au sol ce qui n'est pas grand-chose. On pourraient justement estimer qu'un doublet géothermique, qui nécessite une surface au sol voisine de 2 km2 serait bien incapable d'assurer le besoin de 40 000 citadins. Ceci par le fait qu'en fournissant un débit d'eau de 300 m3/h à 70 degrés cette dernière étant rejeté à 20 degrés dans le puits de rejet, la puissance disponible par parisien est limitée à 0,375 kW (300 x 50)/40 000). Il faudra bien sûr concevoir des échangeurs à plaques adaptés au besoin mais cela devrait être plus simple que de mettre l'EPR de Flamanville en production. La conservation de l'énergie nous apprend que si la Seine est à 5 degrés les pompes à chaleur situées en aval pourraient tout de même disposer d'un débit d'eau à 15 degrés de 1500 m3/h diminuant d'autant la consommation en gaz lorsque la chaufferie hybride fonctionne en mode combustion au plus froid de l'hiver. Paris ne s'est pas fait en un jour et l’on ne peut pas tout faire d'un coup mais probablement découvriront nous qu'il y a d'autres moyens d'élever la température sur le réseau d'alimentation des évaporateurs pour améliorer les performances des pompes à chaleur et la puissance disponible. Ceci par exemple en utilisant la combustion des ordures ou en tenant compte du fait que les piles à combustible génèrent aussi de la chaleur en complément de l'électricité.





Eolien individuel?

Le soleil et le vent sont étroitement liés. Associer l'énergie du vent à celle du soleil comme envisage de le faire la start-up lilloise nommée *Unéole* avec ses éoliennes urbaines sera-t-elle une combinaison gagnante?. Elle a compris que pour être performante une éolienne urbaine doit être installée au minimum entre 15 et 20 m au-dessus du toit des immeubles pour éviter les turbulences et tenir compte des effets de parois (Voir page 33) Ces turbines *Unéole individuelle* de type Savonius à 3 étages à axe vertical de trois étages haute de 4 mètres et de 2 mètres de diamètre produirait environ 1.200 kWh par an pour un coût proche de 5.000 euros. Malgré les efforts du constructeur de simplification leur RSI risque bien d'être déraisonnable compte tenu du prix de revient du kWh des grosses *éoliennes tri-pale* Quoiqu'il en soit l'objectif du promoteur est de concevoir une machine urbaine plus silencieuse, moins encombrante, plus écologique que les classiques éoliennes tripales que l'on ne peu pas installer en milieu rural. Le résultat de ses recherches a débouché sur une turbine comportant plusieurs godets demi-cylindriques vrillés autour de l'axe de rotation. Le concept permettant ainsi une prise au vent continue. Va-t-on voir les éoliennes domestiques à axe vertical se multiplier sur les toits de nos habitations et des immeubles de bureaux ou d'appartements ? Vu les difficultés techniques en termes d'arrimage et de poids des fondations cela n'est pas pour autant garantie. Quant à la rentabilité le RSI de quelque avec le prix actuel de l'électricité à 15 centimes d'euro le kilowattheure semble bien long. L'idée du fabricant d'augmenter le rendement global en combinant l'éolienne à des panneaux photovoltaïques semble être a priori judicieuse puisque l'installation produira de l'énergie tant en hiver lorsque le zéphyr souffle, qu'en été lorsque le soleil darde ses rayons.

On pourrait imaginer et concevoir un dispositif réalisé à titre individuel utilisant conjointement le soleil et le vent. Reste à démonter qu'un tel système à l'échelle d'une maison est recevable économiquement et utilisable simplement si on lui adjoint des panneaux voltaïques……

La bonne solution est certainement collective. Notre constitution ne stipule-t-elle pas depuis la présidence Chirac que "chacun d'entre nous a le droit de vivre dans un monde équilibré et favorable à sa santé". Force est de constater lorsque que l'on observe 3 présidences plus tard le prix du kWh électrique 3 fois plus élevé que celui du kWh gaz ainsi que nos graves problèmes de santé en raison du coronavirus, on peut raisonnablement s'inquiéter et se demander s'il est vraiment utile de mettre en place un référendum pour savoir s'il convient de lutter contre le réchauffement climatique. Ceci que l'on y associe les notions de biodiversité et d'environnement ou non. La grande majorité d'entre n'a-telle pas compris que ce qu'il faut dans la pratique c'est agir en allant dans le bon sens..

La production d'électricité verte actuellement en France

Cette production seulement voisine de 11% du total se répartie encore sensiblement comme indiqué sur la figure 40 ci-contre. Une considération importante concerne le prix de revient du kWh électrique qui fait qu'avec l'éolien, celui-ci est supérieur à celui du voltaïque en raison de la complexité de la chaîne énergétique avec présence de boîtes mécaniques, d'alternateurs et de couteuses pales en matériaux stratifié. De plus, protéger nos paysages en éloignant la source de production électrique de nos habitations va à l'encontre de notre intérêt de rapprocher la source de production du lieu d'utilisation. Et ceci, concernant l'éolien avec un facteur aggravant, celui du risque de casse en zone cyclonique qui complique encore la réalisation. Le potentiel éolien « on shore » de l'Europe est peut-être comme le pense le blog "révolution énergétique" plus important que l'estimation qui en avait été faite jusqu'à présent mais prétendre que cette chaîne énergétique pourrait, à elle seule et en mettant tout dans le même panier, satisfaire l'ensemble des besoins en électricité de l'Europe en oubliant le Soleil et en ne faisant appel ni au nucléaire ni aux centrales thermiques avec la combustion des produits fossiles n'est assurément pas la solution.

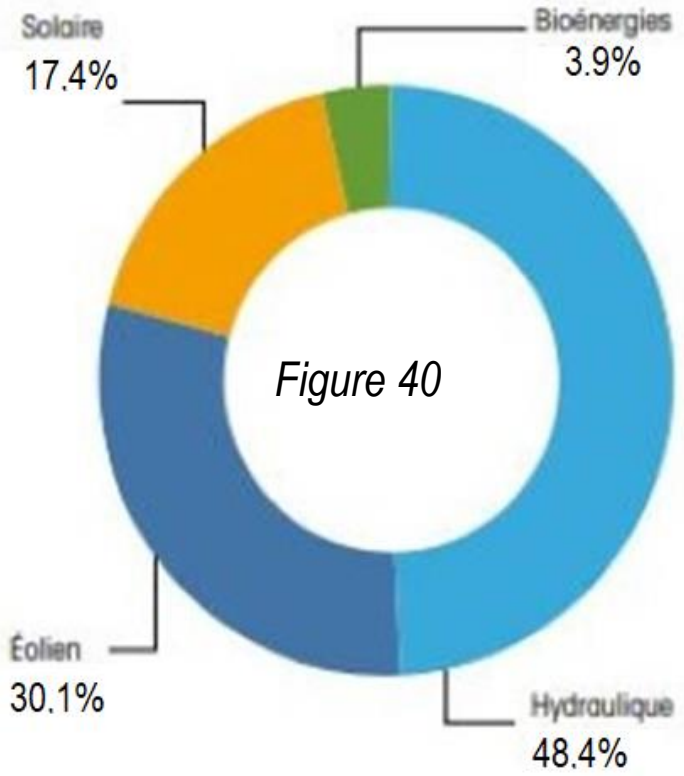


Figure 40

Electricité renouvelable en France en 2019

Le soleil ne brille pas tout le temps , le vent ne souffle pas toujours. Jeremy Rifkin

La part des énergies renouvelables en France est encore bien faible et éloignée de l'objectif européen de neutralité carbone. Ceci particulièrement si on la compare à la consommation globale d'énergie (fossile + nucléaire). Notre retard est surtout perceptible sur le solaire, là ou se situe, et de loin le plus gros potentiel. A ce sujet, la décision de jean Castex notre premier ministre de faire en sorte que l'axe prioritaire de notre stratégie en matière d'énergie renouvelable électrique soit la mise en place d'investissements dans le voltaïque à hauteur des 2/3 est la bonne. Particulièrement si cette mesure concernant la PRODUCTION électrique est associée à deux autres mesures allant d'une part dans le sens du stockage de ce type d'énergie grâce à l'hydrogène et d'autre part dans le sens d'un diminution de la CONSOMMATION électrique grâce à l'eau tel que cela est envisageable avec la "Solar Water Economy" de l'enthalpie pour assurer le chauffage et la climatisation des bâtiments de l'hexagone. Il faut toutefois relativiser vu que l'objectif visé en terme de production électrique ne représente sensiblement qu'environ 500 kWh par français de l'hexagone soit 6 à 7 % de la consommation actuelle. Ceci alors qu'en 2020, la consommation d'électricité en France métropolitaine (légèrement inférieur à sa production) s'est élevée à environ 450 TWh soit sensiblement 7000 kWh par français.

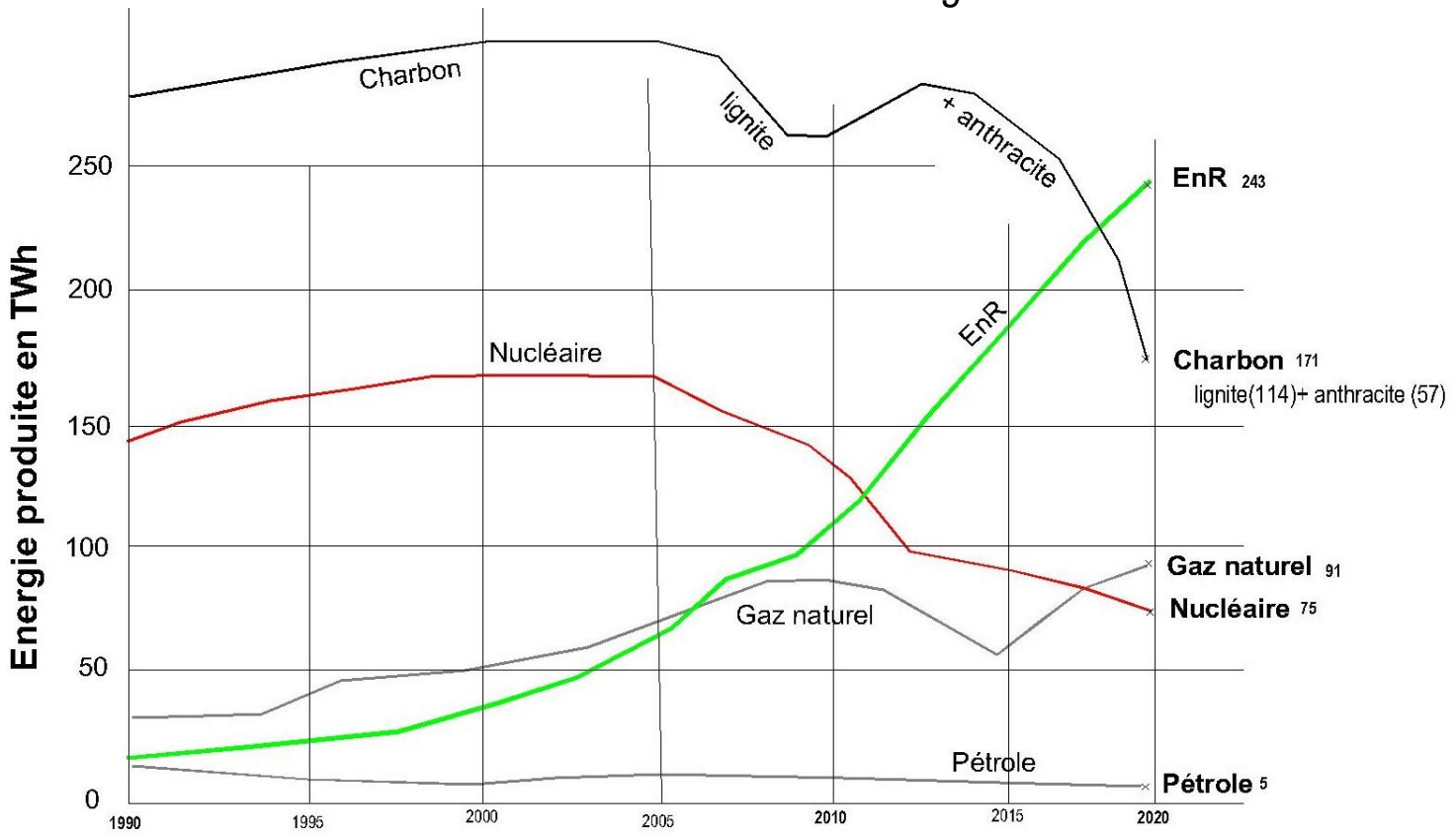
Il faut bien sûr considérer que dans ce genre d'action à long terme, il y a un début à tout.

L’exemple de l’Allemagne

Alors que les EnR français ne représentent sensiblement que 11% de la production totale nationale depuis la construction des barrages sur nos rivières, le pourcentage d’EnR en Allemagne connait, grâce à sa puissance industrielle une forte progression et est maintenant sensiblement supérieur à 40%.

Notre voisin se rend toutefois compte alors qu’il s’est engagée résolument dans la voie de l'éolien qui fourni sensiblement le cinquième de ses besoins en électricité qu'il lui faut regarder ailleurs.

Figure 76



4 Les nombres

Le nombres ce sont aussi les chiffres romains

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	L	C	D	M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	50	100	500	1000

et les nombres imaginaires

Les nombres 1 TWh = 1 milliard de kWh

Les puissances de 10

Puce TSMC

10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{0}	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}	10^{18}
pico(p)	nano (η)	micro (μ)	milli (m)	1	Kilo (k)	Méga (M)	Giga (G)	Téra (T)	Exa (E)

⇦ Vers l'infiniment petit 10^{-24} (yokto) — l'unité — Vers l'infiniment grand 10^{24} (Yotta) ⇨

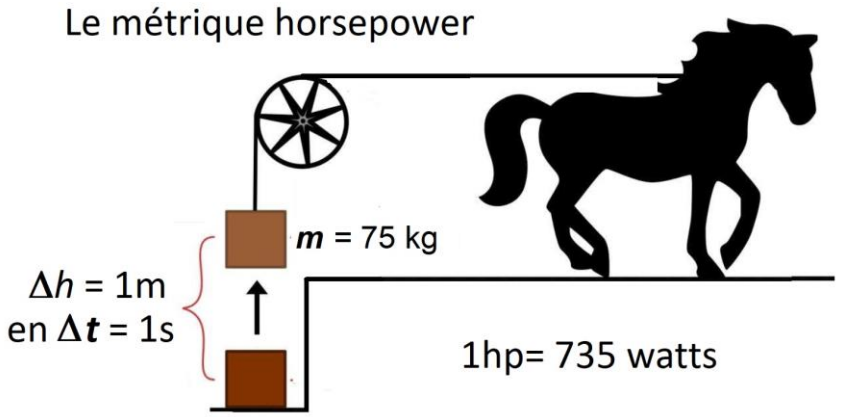
Energie = Puissance x temps

joule = watt x s

1 kJ = 1 kW x s

3600 kJ > 1 kW pendant 3600 s = 1 kWh

Le cheval (vapeur), petite entorse au système international d'unités pourrait nous rendre encore bien des services sous sa forme animale.



Equations aux dimensions

M **L** **t**

masse **longueur** **temps**

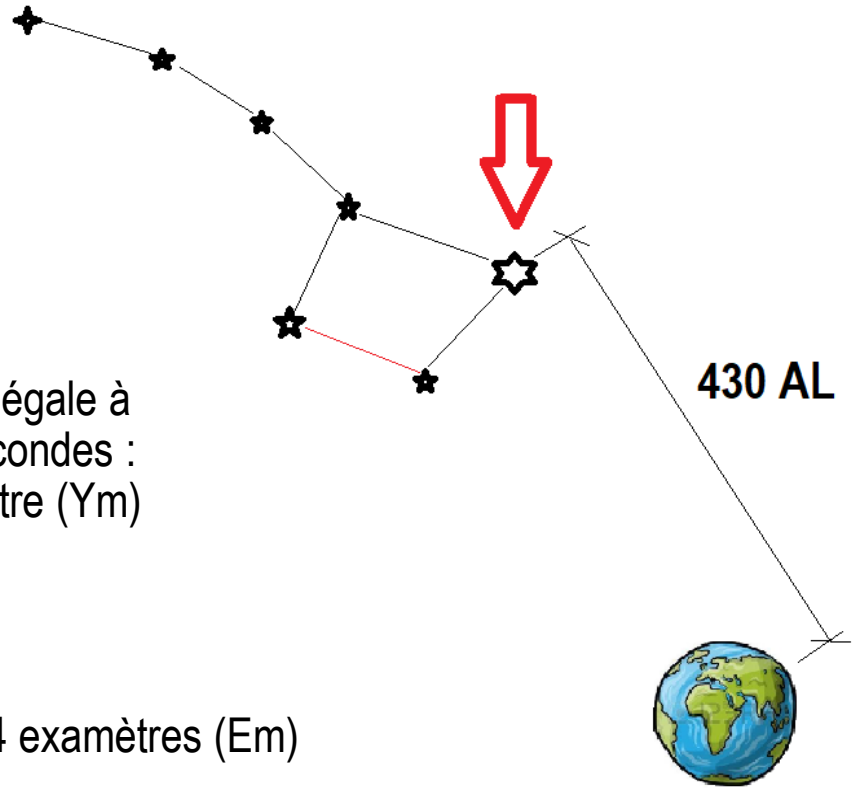
kg *mètre* *secondes*

Ne pas confondre le temps t et la température T

La température T exprimé en degré K ou en degré Celcius est un nombre sans dimension

et les lettres

3 exemples avec les distances



L'infiniment grand :

La distance entre la terre et la galaxie NGC 4414

60 millions d'années lumière soit compte tenu de la vitesse de la lumière égale à 300 000 000 m/s et vu qu'une année c'est 8760 h et une heure 3600 secondes :
60 000 000 x 8760 x 3600 x 300 000 000 = 0,567 x 10^{24} m = ½ yottamètre (Ym)

Notre "petit" monde

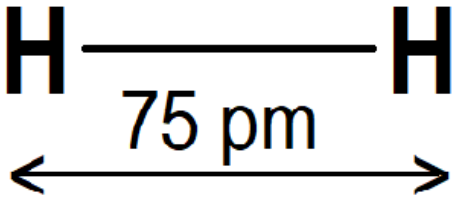
La distance entre la terre et l'étoile polaire

430 années lumière : 430 x 8760 x 3600 x 300 000 000 = 4 x 10^{18} m = 4 examètres (Em)

L'infiniment petit :

La distance entre les deux molécules du di-hydrogène

75 picomètres* (soit vu que un picomètre c'est 10^{-12} m, 75 x 10^{-12} m



**merci à WIKI*

On ne peut pas parler d'infiniment grand ou d'infiniment petit lorsqu'il s'agit de la vitesse de circulation des fluides transmettant la puissance dans nos réseaux. Cette vitesse est toutefois très différente selon qu'il s'agit de la puissance thermique ou de la puissance électrique. La puissance mécanique avec l'eau circulant dans un tuyaux ce peut être de l'ordre de 2 m/s alors que l'électricité dans un circuit cuivre c'est environ 200 000 km/s, une vitesse 100 millions de fois plus élevée. J'espère grâce à la toile mondiale que mon message va passer

Contrairement à Bernard Pivot j'ai été convaincu par les "chiffres" et non par les "mots". Ceci faut-il le dire surtout grâce à mon ami Georges polytechnicien et à l'IRENA

5 L'urgence du changement

Les causes de l'urgence sont multiples:

- Protéger la terre notre deuxième maison

- Le « toujours plus » : l'énergie, la population

- Le réchauffement climatique, Milankovic et les GES

- L'épuisement de nos ressources non renouvelables

- Le pétrole, le charbon, le bois

- La terre notre 2ème maison

- Les nouvelles motorisations (voiture, train, avion,) et la nourriture

Nos deux maisons

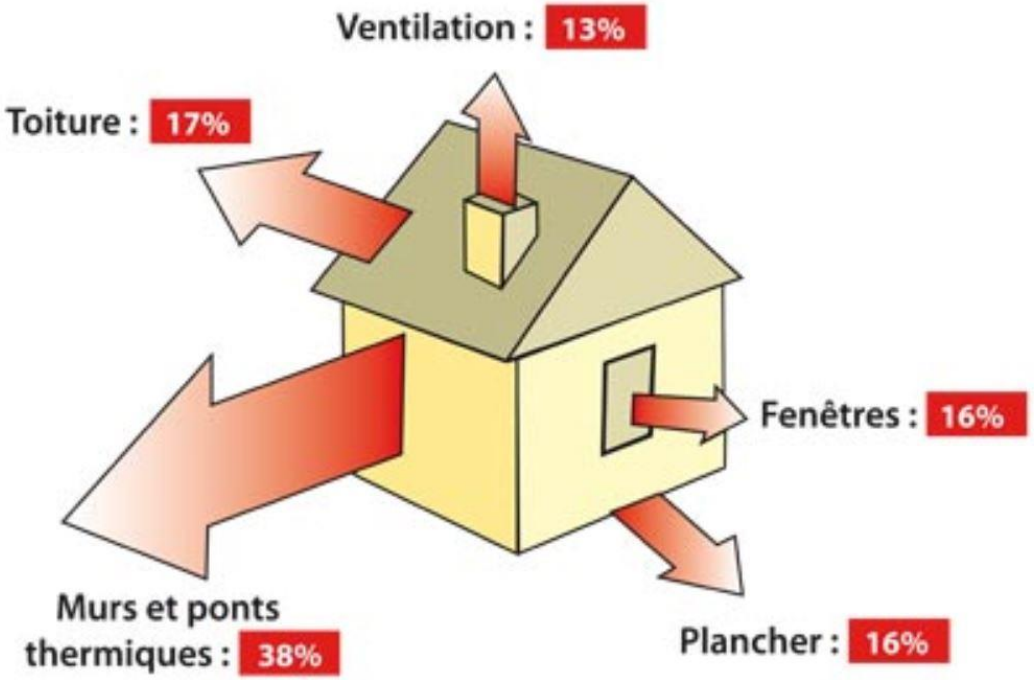
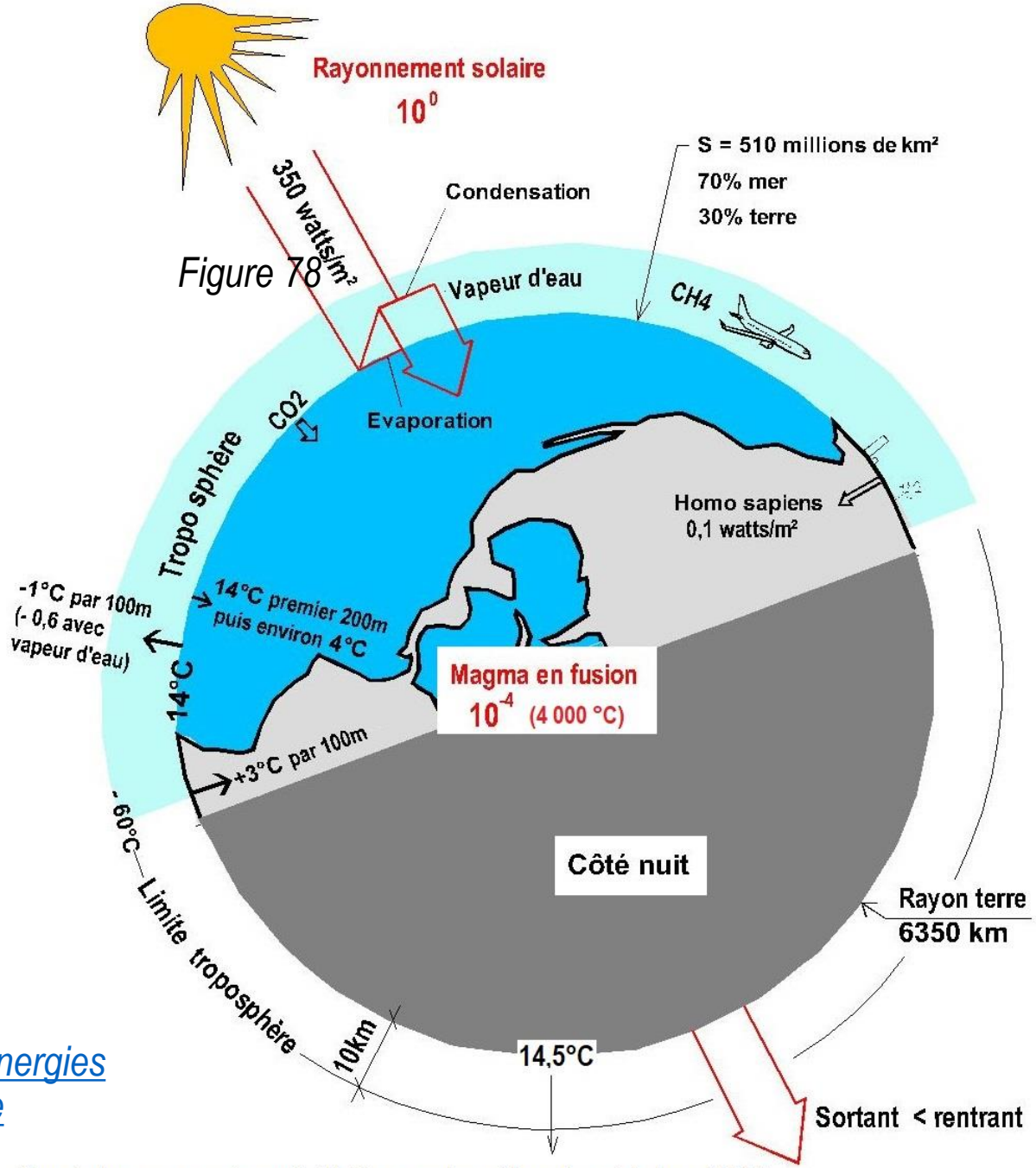


Figure 77

Figure 78



Température moyenne jour-nuit, été-hiver, mer-terre à la surface de la terre 14,5°C

[La fonction de transfert maison chaufferie]

[Les dérèglements climatiques futures]

[Les 4 énergies de base]

figures 77 et 78

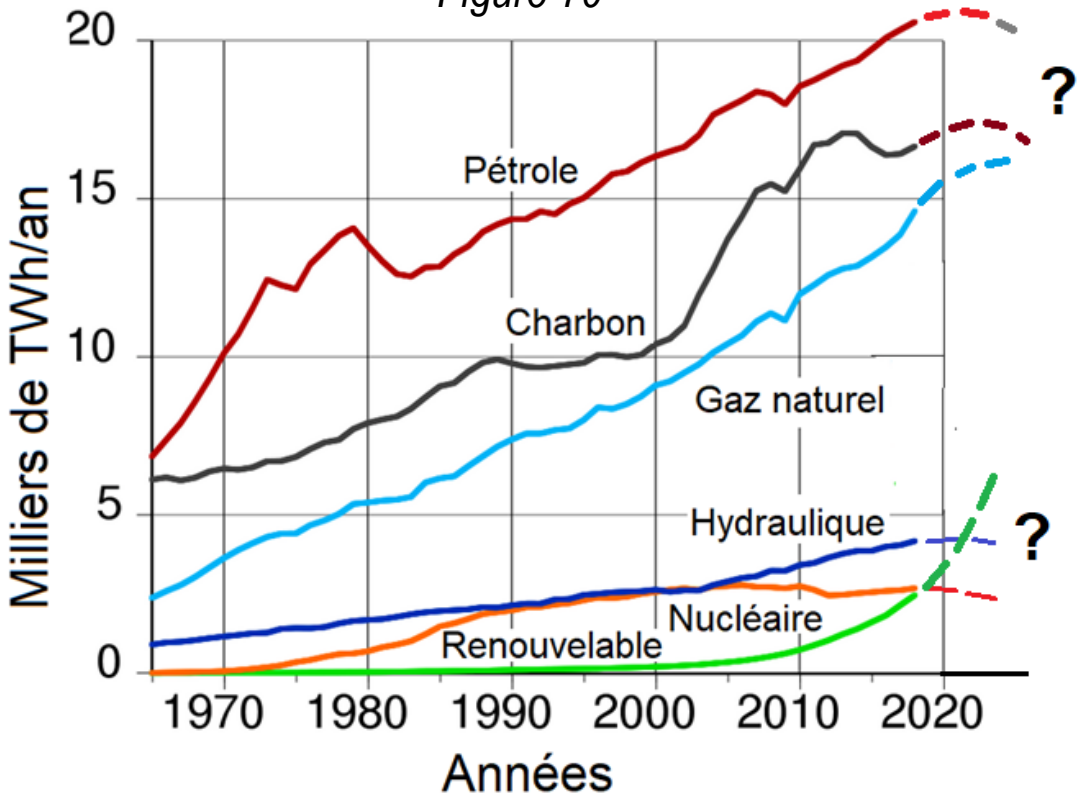
Nous allons maintenant aborder un chapitre important. Un chapitre qui concerne le fait que *le temps qui passe* joue contre nous et qu'il va falloir que nous agissions significativement sans trop tarder en ce qui concerne l'évolution de nos chaînes énergétiques. Nous avons dans la pratique avec la terre, deux maisons. En les comparants, il n'est pas trop difficile d'expliquer et de comprendre pourquoi la terre se réchauffe. Ces deux systèmes reçoivent en effet l'un et l'autre de l'énergie et la dissipe. Pour la maison de l'énergie rentrante avec le dispositif de chauffage et sortante en raison des déperditions. Avec le soleil, l'énergie rentrante est celle qui vient du soleil par radiation alors que la sortante est celle réfléchie par la terre. Cette dernière devient plus faible en raison de l'effet de serre résultant des gaz émit par la combustion, principalement du charbon. La terre naturellement très chaude en son sein en raison de la radioactivité (voir le & 7) se réchauffe légèrement en surface pour cette raison.

Consommation mondiale d'énergie

La demande mondiale en énergie finale et la consommation mondiale de pétrole ne cesse de croître. Ceci bien que les découvertes de nouveaux gisements soient médiocres et les investissements pour les exploiter nettement plus élevés.

Jean-Marc Jancovici nous explique sur internet l'histoire de l'or noir et ce qui nous attends. Homo sapiens est devenu avec le temps un glouton énergivore. Les pays membres de l'OCDE qui devraient montrer l'exemple de ce qu'il faut faire ne le font pas comme on le verra dans le dernier chapitre 7 sur la cartographie.

Figure 79



Cela avec en toile de fond de gros consommateurs de charbon tels que la Chine et les Indes (Voir le &7). Ces 2 pays devraient, même si les réserves de charbon sont encore importantes, laisser dans le sous-sol ce combustible qui est le plus redoutable en ce qui concerne les émissions de Gaz à Effet de Serre.

figure 79

Homo sapiens est devenu petit à petit un glouton énergivore.

- On commence heureusement à observer que le haut de la courbe pour le pétrole est atteint. Il faut dire que la consommation mondiale de pétrole a en effet sensiblement doublée depuis 1970.
- Bien que l'on ait pris conscience de la plus grande dangerosité du charbon en ce qui concerne les Gaz à Effet de Serre, sa consommation a elle plus que doublée pendant la même période. Le problème est qu'il y a des réserves encore disponibles. La Chine, deuxième économie mondiale, est à la fois le premier producteur et le premier consommateur mondial de charbon. Ce grand pays brûle en effet sensiblement la moitié du charbon consommé tous les ans dans le monde. Ceci alors que sa population ne représente "que" 20 % de la population mondiale. C'est environ 70 % de l'électricité produite en Chine qui est issue de ses centrales à charbon. Cela pour assurer principalement les besoins de l'Industrie. Le combat contre la pollution de l'air y est toutefois devenu une priorité et la consommation chinoise de charbon a baissé en 2014 pour la première fois dans l'histoire du pays. Ces transformations sont toutefois longues à mettre en œuvre. Les journaux français estiment qu'à l'horizon 2040, le charbon devrait encore être la première source d'énergie en Chine. On comprend en écrivant cela les inquiétudes de l'ONU concernant le climat.
- Quant au gaz naturel, la tendance en terme de consommation est plutôt régulièrement à la hausse. Il est heureusement nettement moins polluant que le charbon et moins polluant que pétrole.

Le temps qui passe 1000 ans et la population mondiale X par 20

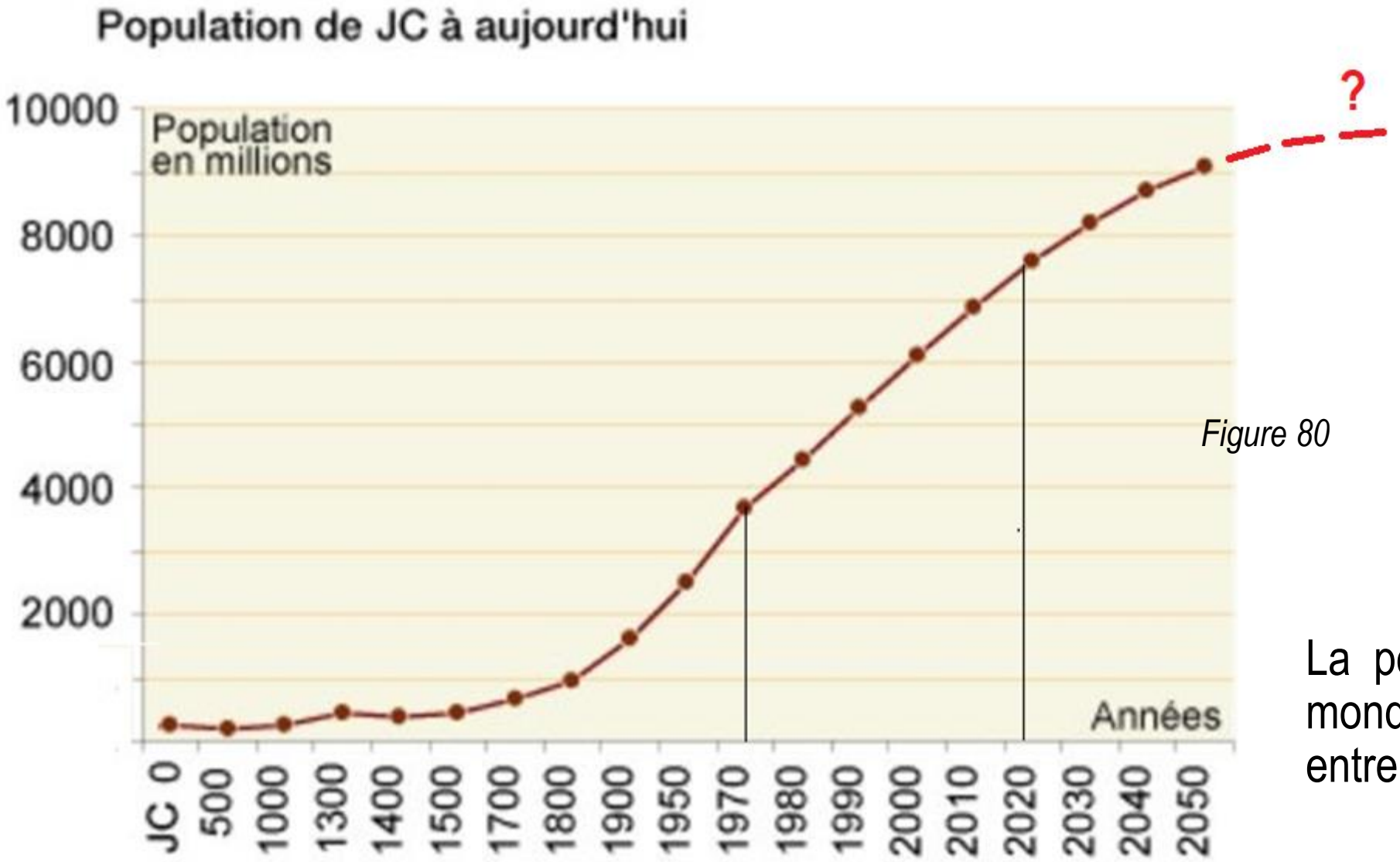


Figure 80

La population mondiale a doublée entre 1970 et 2020

figure 80

Notre problème est qu'en l'espace d'un millénaire la population mondiale a pratiquement été multipliée par 20. Plus récemment on constate entre 1970 et 2020 un doublement de la population sur terre avec une courbe qui peine à s'incurver vers le bas après cette période. Une organisation non gouvernementale basée au Royaume-Uni nommé *Carbon Disclosure Projet (CDP)* collectant des données d'impact environnemental estime que la moitié des grandes métropoles internationales n'ont pas de plan pour s'adapter aux défis posés par le changement climatique. Ceci alors que ce sont principalement les zones urbaines qui devront faire face dès 2030 à la montée de menaces telles que inondations, vagues de chaleur et pollution. En raison de la croissance urbaine, cet organisme estime que d'ici 2030 environ 400 millions de personnes vivront dans des villes mal préparées à cette menace. Le nombre de villes participants au rapport annuel de CDP au nombre de 48 pour la première étude en 2011, étaient 812 en 2020. Ce mouvement est conforté par l'aspect financier. Ceci dans la mesure où selon la Banque mondiale, le coût annuel moyen des dommages causés par les évènements climatiques et autres désastres dans les villes qui s'élevait déjà à 314 milliards de dollars en 2015 pourrait selon cette Banque, atteindre plus de 400 milliards en 2030. Face à ces menaces certaines localités telles que le comté de Santa Fé aux États-Unis, le grand Manchester au Royaume-Uni et Penambang en Malaisie auraient déjà décidées selon CDP de passer à l'action.

Le réchauffement climatique et 6 x 100 000 ans de variation

Figure 81

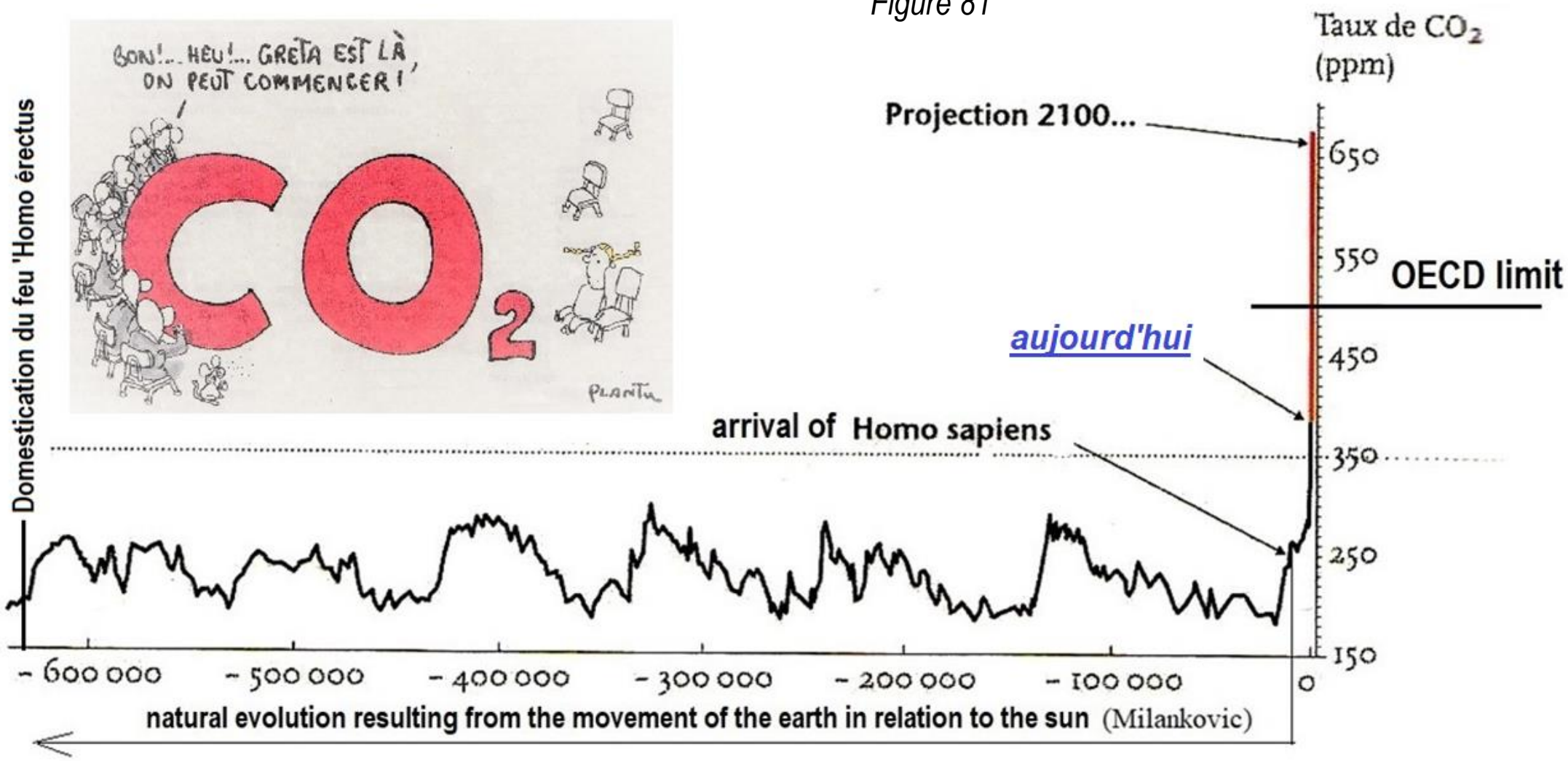


figure 81

Cette image issue des travaux de l'organisme *Négawatt* montre que l'on ne peut parler de l'évolution du climat sur notre planète sans évoquer les mouvements relatifs de la terre par rapport au soleil mis en avant par *Milutin Milankovic.* Ces mouvements, qui permettent d'expliquer le cycle de l'ordre de 100 000 ans de réchauffement et de refroidissement subit par homo erectus, puis par homo sapiens, ne peuvent expliquer l'évolution actuel du climat.

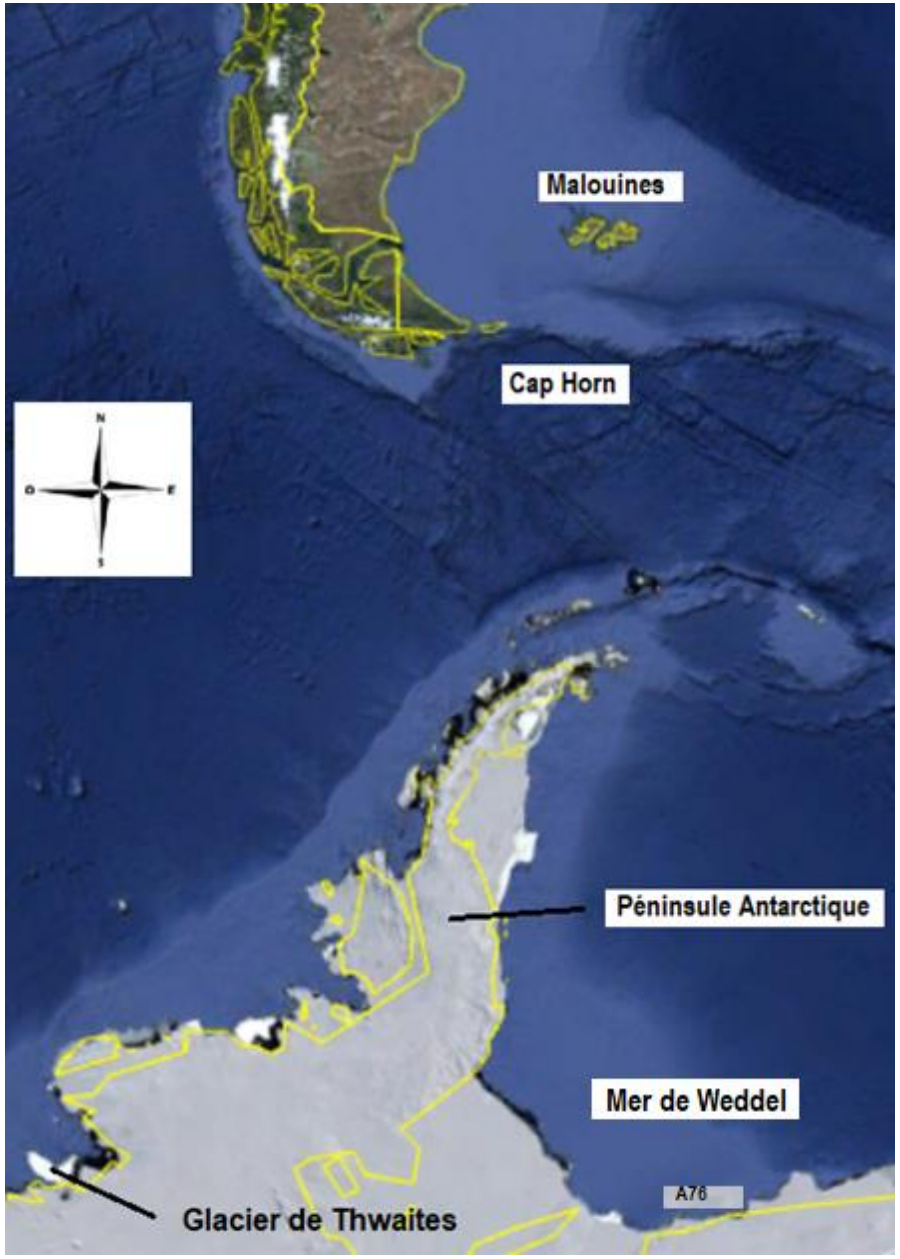
Dès 1896 le suédois *Svante August Arrhenius,* prix Nobel de chimie, propose une première estimation de l'impact du niveau de dioxyde de carbone sur les températures terrestres. Il estime qu'un doublement de la quantité de dioxyde de carbone devrait augmenter de 4 °C la température moyenne. Conscient que notre planète n'est plus tout à fait ce qu'elle était, un organisme scientifique international constitué par des associations d'experts scientifiques (GIEC) a travaillé pendant plusieurs décennies afin de prévoir l'évolution du climat sur terre.

Il résulte de ces travaux qu'après nous avoir prévenu en septembre 2018, le secrétaire général de l'ONU a renouvelé encore plus brutalement à l'occasion de la présentation du rapport annuel de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) *:*
« L'humanité fait la guerre à la nature. C'est suicidaire, vu que la nature répond toujours coup pour coup, le fait déjà avec une force et une fureur de plus en plus grandes ».

Nous sommes dans un monde à la dérive et plus que jamais, la menace du dérèglement climatique commande d'investir dans l'efficacité énergétique et le renouvelable.
Anne Debregeas et David Garcia

Le GIEC, en complément des travaux de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire a établi la liaison entre la santé de l'homme et la concentration de gaz carbonique (CO2) dans l'atmosphere.

Lien vers: les 17 objectifs de l'ONU



L'obliquité de la terre associée au 1er mouvement Milankovic est actuellement importante et va semble-t-il le rester encore longtemps. La base de temps qui régit la variation de cet angle qui augmente puis diminue serait de l'ordre de 400 siècles. On constate que le pole nord, plus exposé que le pole sud aux rayons solaires, est plus soumis à la fonte des glaces. Une constatation cependant: des glaciers de l'antarctique commencent aussi à fondre. Celui de Thwaites et surtout plus récemment un immense glacier à la dérive en mer de Weddell nommé A 76. Grand comme la moitié de la Corse, il a été découvert par l'organisme de recherches britannique *British Antarctic Survey* (BAS) qui a une base d'étude dans cette région de l'antarctique. Il y a bien sûr l'action naturelle résultant des mouvements de la terre par rapport au soleil mais à cette période de glaciation et de fonte des glaces successives se superpose l'action de l'homme avec les gaz à effet de serre. Quelle est la plus importante des deux ? On va mintenant tenter d'apporter réponse à cette question. Une étude récente prouve que la fonte des glaciers de la planète qui s'est accélérée ces 20 dernières années, contribue désormais à plus de 20% de la hausse du niveau de la mer.

Le temps qui passe: 100 ans et les GES

La température sur terre augmente:
avec la durée de vie du **CO2** dans l'atmosphère voisine de 100 ans la machine est lancée !

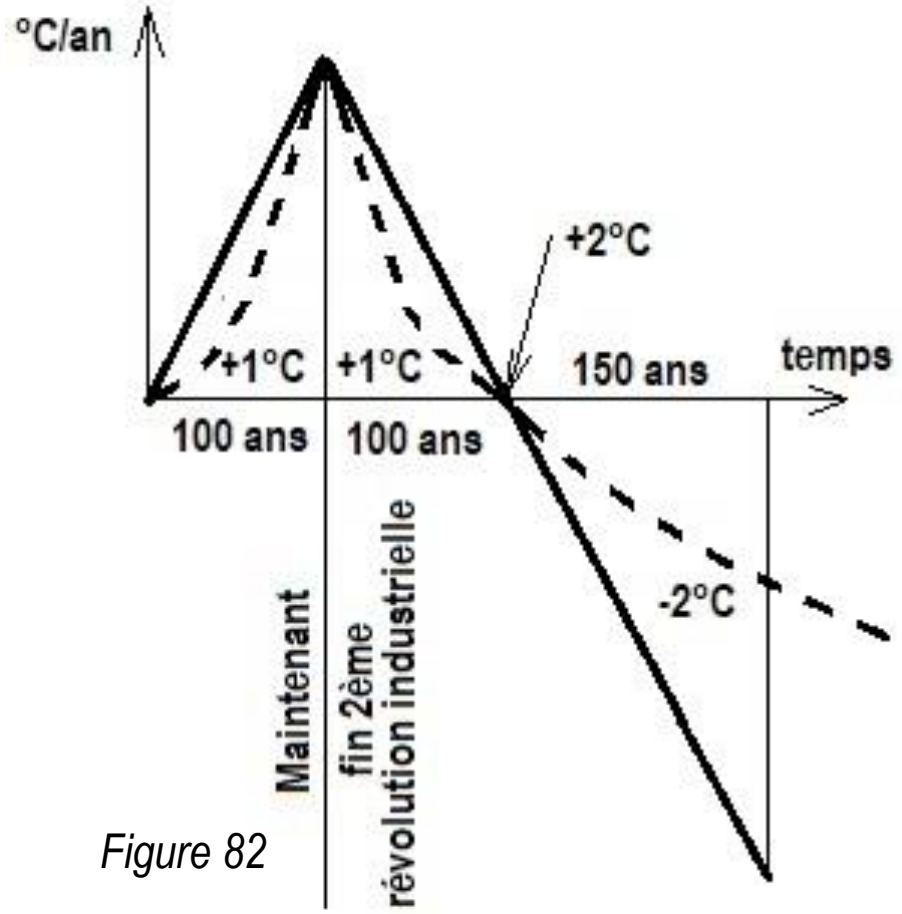


Figure 82

Quelques liens vers les Gaz à Effet de Serre (GES):

Jancovici

WIKI

Les pompes à chaleur et leur environnement

La seule chose vraiment rare : le temps.
Jacques Attali

figure 82

Bien qu'il soit difficile de trouver un thermomètre qui soit précis au degré près on sait que la température sur terre a augmentée de un °C depuis le début de l'ère industriel il y a une centaine d'années. On attribut cette augmentation à l'effet de serre provoqué par les émissions de gaz résultant de la combustion des produits fossiles. On a aussi évalué que la durée de vie de ces gaz et particulièrement du CO2 dans notre atmosphère est de l'ordre d'une centaine d'années ce qui laisse sous entendre que même si nous arrêtions aujourd'hui de brûler du pétrole et du charbon, c'est une augmentation de 2°C qu'il faut envisager sur terre dans une centaine d'années. Ceci alors que nous ressentons déjà durement les conséquences du réchauffement sur le climat

Le temps qui passe…en siècles

La montée des océans ?

Si l'on compare la quantité d'énergie thermique que l'homme émet sur terre pour assurer ses besoins à savoir 7 milliards d'habitants consommant en moyenne environ 20 000 kWh par habitant, à la quantité d'énergie thermique provenant du soleil reçue par les océans en une année de 8760 h compte tenu de leur surface (350 millions de km2) et de la puissance de radiation (0,3 kW/m2) à savoir : 350 000 000 x 1 000 000 x 0,3 x 8760 kWh on s'aperçoit que ce que l'homme consomme est 6500 fois plus faible.

Une autre façon de raisonner, elle aussi rassurante, est le fait que si les 4 millions de km3 de glace du Groenland (sa surface de 2 millions de km2 que multiplie l'épaisseur moyenne de la glace de 2 km) devaient continuer à fondre au rythme annuel de 500 milliards de m3 par an comme mentionné par Goodplanet, il y en a pour (4 000 000 x 1 000 000 000)/500 000 000 000 = **8 000 ans** ceci dans la mesure où un million de km3, c'est un milliard de m3). En prenant connaissance de ce chiffre mettant en jeu une base de temps de plusieurs millénaires on ne peut que faire le rapprochement avec la vidéo de Milutin Milankovic traitant des mouvements relatifs de la terre par rapport au soleil. Quant aux 2 km d'épaisseur de glace emmagasinées sur les 2 millions de km2 du Groenland, si toute cette glace fondaient complètement le niveau des mers monterait certes de quelque 11 m (le volume de glace que divise la surface des océans). Si l'on observe ce qui s'est passé au XXème siècle avec un niveau des océans qui s'est déjà élevé de quelque 17 cm pendant cette période on remarque que les chiffres sont cohérents.

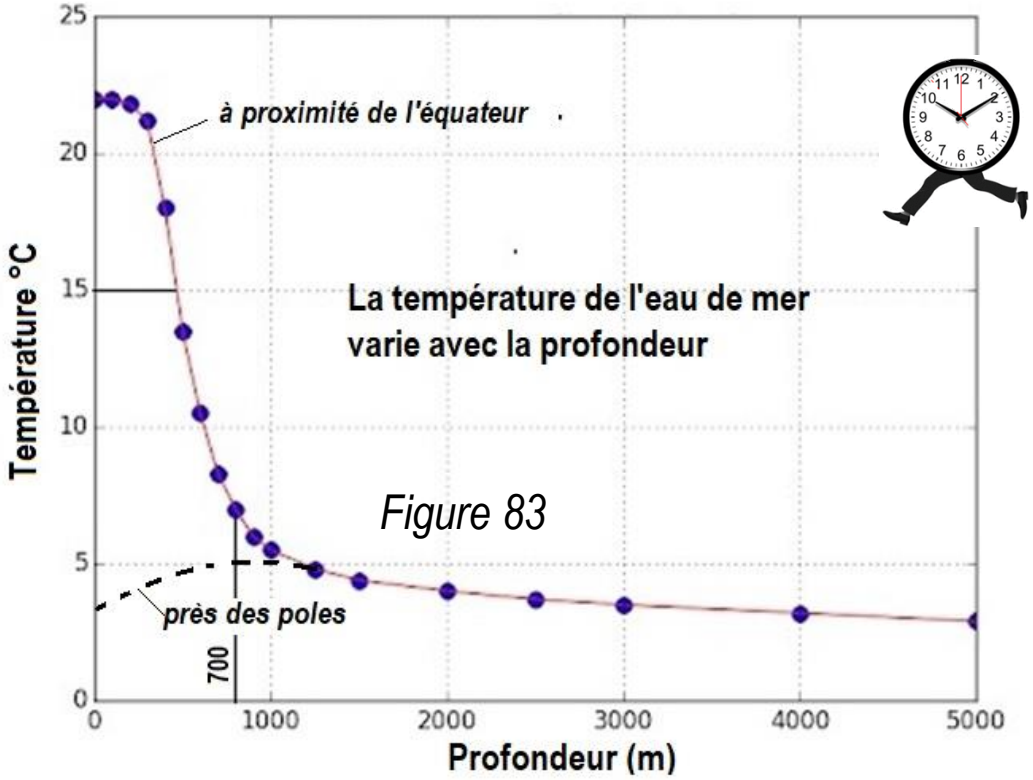


Figure 83

Il y a aussi la dilatation, augmentation de volume d'un corps quand sa température augmente qui s'explique par l'augmentation de l'agitation thermique des particules qui constituent le corps. (Voir Clausius chapitre 2 page 40). Ce facteur également à prendre en compte pourrait expliquer pourquoi le niveau des océans augmente selon le GIEC encore plus vite maintenant qu'au XX ième siècle.

Ceci compte tenu du ΔV/V volumique de quelque 0,24 pour mille pour une augmentation de 4° lorsque l'eau de mer est à une température avoisinant les 14°

Une approche du temps qui passe sur le long terme, c’est-à-dire pour homo sapiens à l’échelle de 3 à 4 générations pourra-t-il apaiser les esprits ? : si les 4 millions de mètres cubes de glace qui recouvrent le Groenland devaient fondre complètement dans les océans, ces derniers pourraient certes monter de quelque 6 mètres compte tenu de leur surface, mais ce qui est tout de même rassurant est le fait qu'au rythme d'une fonte annuelle qui serait limitée à 500 milliards de mètre cube de glace selon Goodplanet, cela pourrait prendre 2 à 3 siècles. Concernant la montée des océans on peut tout de même en 2 générations humaines avoir le temps de réagir.

De plus si l'on compare la quantité d'énergie thermique qui nous provient du soleil par radiation à la quantité d'énergie que l'homme émet actuellement sur terre pour assurer ses besoins on s'aperçoit que cette dernière est plusieurs milliers de fois inférieure. Il y a de la réserve.

L'épuisement de nos ressources non renouvelables, 20 ans ?

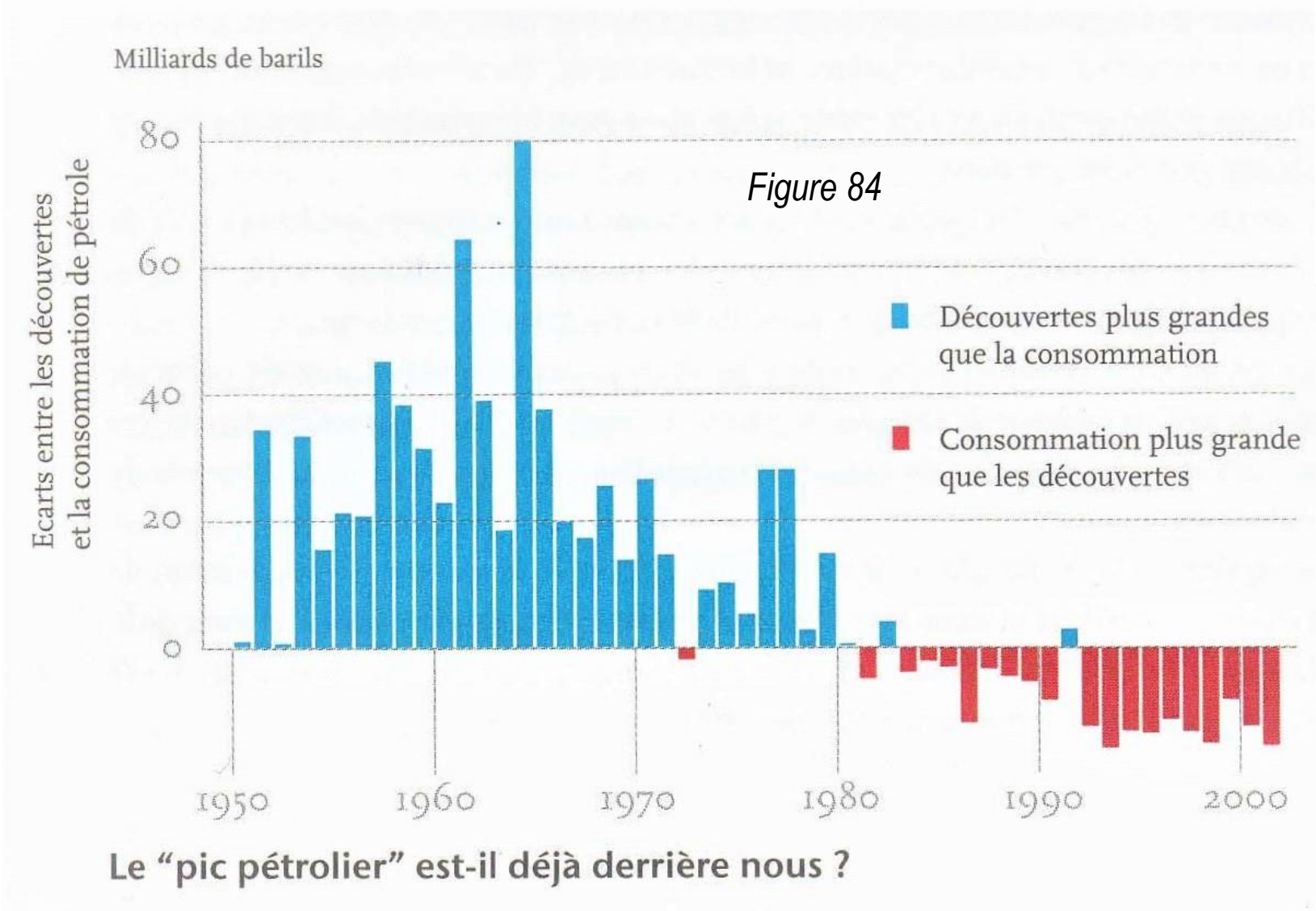


Figure 84

Le "pic pétrolier" est-il déjà derrière nous ?

[Prospective selon l'OCDE]

[Selon « Shift Project »]

Figure 84

A l’échelle de la décennie c’est l’épuisement de nos ressources non renouvelable qui va devenir le paramètres essentiel. Ceci dans la mesure où il faudra bien satisfaire nos besoin en énergie autrement.

Concernant le pétrole et le gaz qui lui est associé on constate que les réserves sont en voie d’épuisement avec une consommation croissante et depuis 1985 des découvertes qui deviennent faibles en regard de la consommation. Cela au détriment des prix qui inévitablement augmentent lorsque la production devient inférieure au besoin.

Le charbon (les réserves)

On constate sur ce graphique qu'une dizaine de pays concentrent environ 90% des réserves mondiales de charbon. Il faut savoir que pour chaque kWh produit avec le charbon c'est selon le CIAT sensiblement 4 fois plus de gaz carbonique qu'avec le gaz et 2 fois plus qu'avec le pétrole.

Si un pays en voie de développement comme les Indes, un pays qui se situe en 3ème position dans le monde en termes de consommation en énergie primaire derrière la Chine et les États-Unis, prenait exemple sur les américains et devenait aussi énergivore qu'eux, la consommation d'énergie fossile dans le monde serait sérieusement affectée. Ceci par le fait que ce pays étant sensiblement 5 fois plus peuplé que les Etats-Unis d'Amérique avec une consommation par habitant environ 10 fois plus faible orientée qui plus est vers le charbon, sa consommation en énergie fossile serait multipliée par 50

Quant à l'Afrique et le Niger avec sa consommation annuelle par habitant en énergie primaire voisine de 150 kWh et sa population qui va bientôt rejoindre celle des USA je préfère ne pas en parler

Figure 85

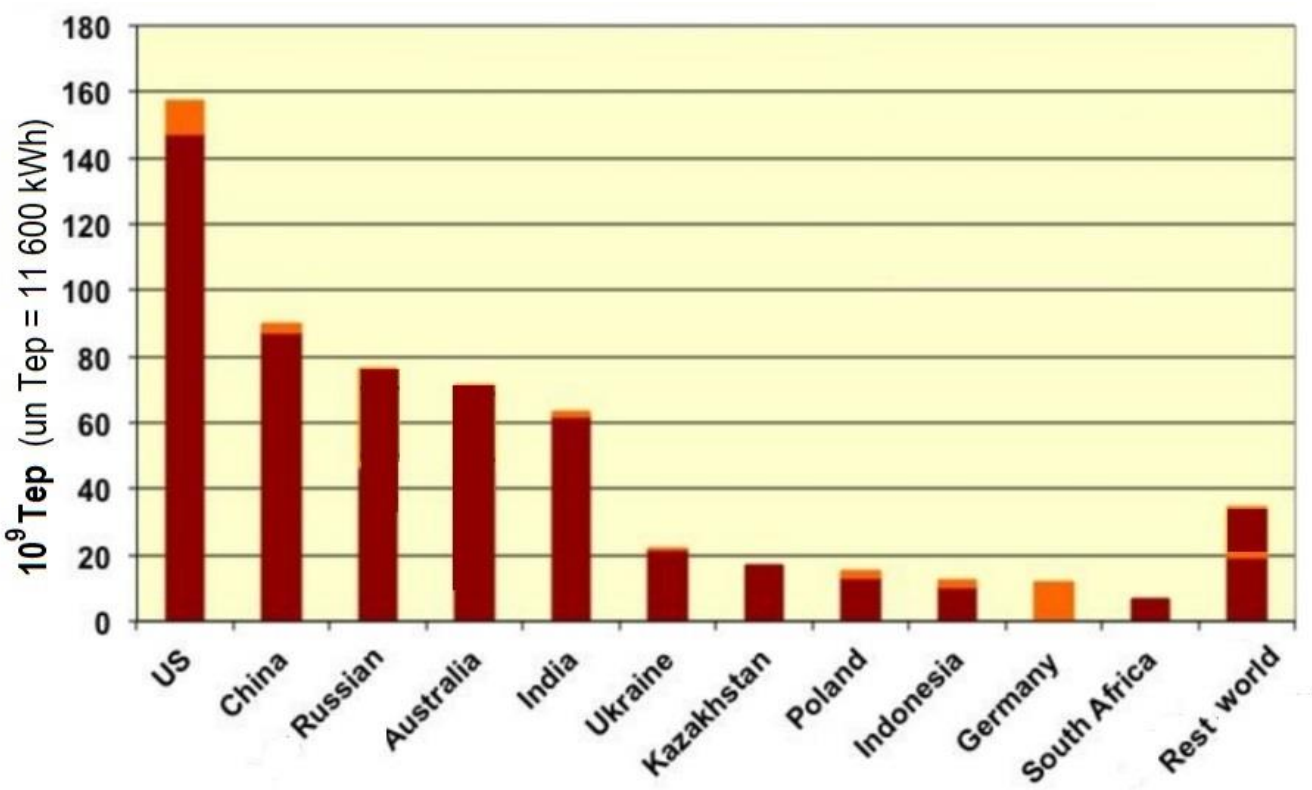


Figure 85

Le plus inquiétant serait que la transition énergétique ne se fasse pas maintenant et que pour satisfaire ses besoins en énergie homo sapiens décide de s'orienter vers le charbon, là où les réserves sont encore significatives. Ceci particulièrement pour des pays à forte population comme la Chine et l'Inde.

Quant aux USA deuxième producteur de gaz à effet de serre derrière la Chine on ne peut, vu ses réserves très importantes de charbon, qu'être rassuré par la mise en place de la nouvelle présidence américaine favorable aux accords de Paris sur le climat et son intention d'investir 2000 milliards d'€ pour atteindre un peu avant la Chine la neutralité carbone en 2050.

Le monde ne sera pas détruit par ceux qui font le mal mais par ceux qui les regardent sans rien faire. Albert Einstein

Le temps de formation du charbon :
plusieurs centaines de millions d'années

Le charbon, roche sédimentaire combustible riche en carbone, s'est formé extrêmement lentement à partir de la dégradation de la matière organique et des végétaux. Cela alors que l'homme (particulièrement les Indes et la Chine) est en train de "brûler" en une centaine d'années ce que la nature à mis des centaines de millions d'années à concevoir. Une exploitation qui représente encore en 2018 environ 27% des besoins énergétiques mondiaux juste derrière le pétrole 33% et devant le gaz.

Il ne faut donc pas s'étonner que que la combustion du charbon, matériaux riche en carbone soit la cause principale du réchauffement climatique

Le bois

En brûlant, le bois n'émet peut être pas plus de gaz carbonique (CO2) que le bois mort qui se décompose lentement dans la nature mais la combustion génère de la chaleur. Le problème est aussi que cette émission de CO2 est beaucoup plus rapide que la décomposition du bois mort avec le fait qu'une fois coupé, le bois n'absorbe plus le gaz carbonique qu'il aurait absorbé s'il ne l'avait pas été.

L'immense forêt amazonienne, le poumon de la terre, est très liée au réchauffement climatique. (Voir le chapitre 7cartographie sur le Brésil).

Pour tenter de compenser le réchauffement climatique en cours, l'Europe qui représente environ 7% de la population mondiale va planter 6 arbres tolérants au réchauffement pour chacun de ses ressortissants

La terre, notre 2ème maison (Voir un océan pour la vie)

Ses dimensions

- ***Les longueurs*** : Rayon R = 6371 km Circonférence $2\pi R$ = 40 075 km
- ***Les surfaces*** Totales terre + mer $S = 4\pi R^2$ = 510 millions de km² . Dont 153 millions de km² terre (30%) et 357 millions mer (70%)
- ***Les volumes*** Totales terre + mer $V = 4/3\ \pi R^3$ = 1083 milliards de km³ dont ''seulement'' 1,4 milliards de km³ d'eau de mer

A) Le changement climatique

En raison de l'action humaine l'énergie réfléchie par la terre devient plus faible que l'énergie reçu par radiation du soleil ce qui provoque une augmentation de la température sur terre. Malgré la gravité de cette situation, il y a peu d'avancées et la question du "comment Faire" pour atténuer le réchauffement climatique, question pourtant essentielle, est trop souvent passée sous silence. Je suis heureux d'avoir l'occasion de vous exposer à la demande de l'IESF ce qui pourrait être fait dans notre grande métropole Paris. Elle pourrait devenir le point de départ d'une prise de conscience mondiale de ce qui nous attend si nous ne faisons rien. Au moment où notre parc nucléaire prends de la bouteille et va connaître de nombreux arrêts pour entretien du fait des visites de contrôle de l'ASN associées à l'autorisation ou non de fonctionner 10 années supplémentaires, il va falloir accroître nos efforts en matière d'efficacité énergétique pour diminuer le besoin en électricité et en produit fossiles. Ceci particulièrement dans le secteur du bâtiment existant, un secteur dans lequel les performances de nos chaînes énergétiques sont actuellement nettement en retrait de ce qu'elles devraient être. Entre le climato-sceptique Claude Allègre et le climato-réaliste Jean Jouzel, il y a la réalité des faits: un climat qui se dégrade rapidement avec des conséquences financières et humaines parfois catastrophiques. Il nous faut considérer notre planète comme notre maison et réaliser que si l'on améliore l'isolation d'une maison, la température à l'intérieur de celle-ci augmente progressivement dans la mesure où l'on ne change pas le réglage sur la chaudière. Le climatologue Jean Jouzel a eu raison de nous alerter il y a 5 ans en ce qui concerne le réchauffement climatique. L'incendie de plusieurs milliers d'hectare de forêt en Corse pendant le mois de février 2019 prouve qu'il avait raison. C'est peut-être de bonnes nouvelles d'apprendre par l'AIE que les émissions de gaz carbonique aux Etats-Unis ainsi que dans l'Union européenne sont en baisse par rapport aux années précédentes malgré une croissance économique mondiale de 2,9% mais quoiqu'en dise l'AIE il est peu probable que les émissions mondiales se soient stabilisées en 2019 en raison des émissions qui ont augmenté de 400 millions de tonnes en Asie en raison des centrales à charbon .

Nous allons devoir nous préoccuper activement de ce qu'il va falloir FAIRE pour atténuer le réchauffement climatique

L'équilibre de température dans une maison est atteint lorsque l'énergie émise par la chaufferie est égale à l'énergie dissipée dans les parois de la maison. Ce qui rentre est alors égal à ce qui sort en quelque sorte. Si on améliore l'isolation de la maison sans modifier la puissance de la chaufferie, la température à l'intérieur du logement augmente. On peut définir la courbe de variation de la température à l'intérieur de la maison en fonction du temps en calculant la fonction de transfert d'un immeuble et de sa chaufferie. C'est un peu ce qui se passe actuellement avec notre planète terre, la puissance de la chaufferie à savoir la radiation qui nous vient du soleil reste constante à l'échelle d'une dizaine de génération mais du fait de la combustion des combustibles fossiles et des gaz à effet de serre qu'elle génère dans les couches supérieures de l'atmosphère, la quantité de chaleur réfléchie diminue. Ceci ayant pour effet de provoquer une augmentation de la température moyenne sur terre et les dérèglements du climat que nous constatons actuellement. Un climatologue aura peut-être plus de facilité pour quantifier le phénomène dans le cas de la terre comme je l'ai fait pour la maison page 57 . Toujours est-il que le phénomène peut aussi se comprendre en assimilant notre planète à notre maison et sa chaufferie. Lorsque la puissance dissipée dans les parois d'une maison diminue alors que la puissance émise par la chaufferie reste constante la température augmente progressivement dans les pièces de vie. Notre planète c'est un peu la même chose, moins le rayonnement solaire est réfléchi vers le cosmos du fait de l'augmentation de la teneur en gaz à effet de serre plus la surface de la terre se réchauffe. Nous trébuchons trop souvent sur le long chemin qui mène à la transition énergétique. Nous sommes même en passe de basculer dans le vide avec l'Australie et son projet d'implantation d'une nouvelle centrale à charbon. Il faut se rendre à l'évidence: le conservatisme, l'ignorance, le mensonge, les fiscalités inadaptées, l'appât du gain, voire l'obscurantisme et la bêtise humaine sont au cœur de nos problèmes. Il semblerait bien que la courbe d'augmentation de la teneur en gaz carbonique dans l'atmosphère pendant la deuxième révolution industrielle soit exponentielle comme le laisse supposer l'examen de la figure 48. De là à dire que la courbe de l'augmentation de la température à la surface de notre planète pourrait l'être aussi … La catastrophe climatique n'est peut être pas encore là mais il semblerait bien que nous n'ayons que 2 à 3 générations devant nous pour faire le travail ceci impliquant qu'il ne faut pas traîner vu le travail important qui reste à faire. S'endormir comme la grenouille d'Al Gore serait la pire des attitudes. Je vais tenter de vous expliquer pourquoi. On constate sur cette figure que la très faible période de temps de l'ordre du siècle correspondant à la 2ème révolution industrielle qui suit les cycles de Milankovic et la 1ère période industrielle a vue la température sur terre augmenter de 1° C. La machine est lancée. L'Antartique nous laisse pour l'instant tranquille mais certains organismes associées au GIEC prévoient que c'est +3° C sur terre à l'horizon 2100

On parle beaucoup dans les réunions internationales sur le climat de la neutralité carbone en 2050. Dans la pratique cette neutralité consiste pour un pays ou un continent tel que l'Europe à ne plus émettre de gaz à effet de serre, responsable du réchauffement climatique à cette échéance. Diminuer chaque année de 7 % les émissions de gaz carbonique jusqu'en 2030 c'est diviser par 2 la quantité de gaz carbonique émise à annuellement à cette échéance. Continuer à ce rythme jusqu'en 2050 c'est diviser par 9 les émissions par rapport à ce qu'elles sont actuellement en 2020 et c'est probablement vu la capacité naturelle d'absorption du carbone de la terre la neutralité à cette échéance . L'Europe y arrivera-t-elle ? Vu le retard que nous prenons jour après jour, cela ça va être extrêmement difficile voire devenir impossible. Le problème évoqué sur la figure 49 est le fait que la durée de vie du gaz carbonique (CO2) dans l'atmosphère le principal gaz à effet de serre étant approximativement d'une centaine d'années, il faut se faire à l'idée que même si nous arrivions à supprimer dès à présent les émissions de gaz à effet de serre en fermant brutalement toutes les centrales à charbon et à pétrole de la Chine des Indes et des USA , ce qui est naturellement impossible la quantité de gaz à effet de serre déjà contenues dans l'atmosphère arrêterait certes d'augmenter mais la durée de vie du gaz carbonique dans l'atmosphère étant d'une centaine d'années l'énergie réfléchie par la terre continuerait malgré tout de diminuer ceci moins rapidement certes mais elle continuera de diminuer. Cela vous l'avez deviné ayant pour conséquence que les températures sur terre vont continuer d'augmenter moins rapidement certes mais elle vont continuer d'augmenter. Ceci d'une façon comparable à une maison dans laquelle on maintiendrait la puissance de chauffe constante en améliorant l'isolation.

Pour l'instant on constate ''heureusement'' que ce sont uniquement les glaces de l'océan glacial Arctique coté pole nord et Groenland qui fondent à un rythme accéléré. Ceci alors que côté pôle Sud la calotte glacière de l'Antarctique ne nous a pas encore inquiétée. Il faut toutefois savoir que le chercheur brésilien Carlos Schaeferd a enregistré aux antipodes et à proximité du pôle Sud dans l' île Seymour une température record de plus de 20° C en février 2020. Ce chercheur a beau nous dire que cette température anormalement élevée n'est pas un signal lié au réchauffement climatique on ne peut que s'en inquiéter. Ceci étant donné que l'océan glacial Antarctique contient plus des deux-tiers de l'eau douce de la planète. Si l'action de l'homme devenait prépondérante comparativement au mouvement naturel de la terre par rapport au soleil décrit par Milankovic on pourrait parler cette fois non plus de réchauffement climatique mais de chaos climatique.

Malgré ses prouesses technologiques l'homme est bien petit devant les forces de la nature et ne devrait pas mésestimer les dangers du réchauffement climatique

B) L'épuisement de nos ressources non renouvelables

Négawatt et l'OCDE nous on expliqué que le monde du pétrole va bientôt être derrière nous. Le pic du « pétrole conventionnel » a été franchi selon l'Agence International de l'Energie en 2008 ce qui annonce l'effondrement progressif du secteur pétrolier, et les mauvaises décisions que prennent les Etats face à la perspective d'une récession sans précédent. Quant à l'Europe, elle va être confrontée à la nécessité impérieuse de se sevrer des énergies fossiles. Quant aux Américains c'est à eux qu'il revient de prendre en compte qu'ils sont dans la mauvaise voie avec le feu de paille du pétrole de schiste. Les États-Unis ne nagent plus dans un océan d'hydrocarbure et à force de presser le citron avec le pétrole de schiste il n'y aura bientôt plus de jus. Les découvertes qui étaient plus grandes que la consommation ne le sont plus. Les prévisions de Delphine Batho lorsqu'elle était ministre de l'écologie vont se réaliser à moyen terme et il est peu probable que les États-Unis qui ont importé le pétrole de l'OPEP pendant plusieurs décennies vont exporter leur gaz de schiste. Il faut toutefois constater que comble de l'inconscience, plusieurs pays comme le Canada le Brésil la Norvège ainsi que l'Australie seraient en passe de lancer en 2020 l'exploitation de nouveaux champs. L'année fatidique au cours de laquelle il sera constaté une baisse du volume d'hydrocarbure produit avec l'augmentation dramatiques des prix et les conséquences sociales que l'on peut imaginer n'est donc pas encore atteinte. La concurrence Russie-USA est là et sans faire de pessimisme l'ère du pétrole bon marché pourrait donc être encore devant nous plutôt que derrière compte tenu de la tendance naturelle d'homo sapiens d'acheter au moins cher malgré les conséquences graves que cela implique pour le climat.

***L'AFPAC** qui tient des statistiques sur le nombre de pompes à chaleur installées sur le territoire français a dévoilé que le NB de réalisations de ce type est passé - hors systèmes **air air** - d'environ 1 500 avant 1997 pour atteindre environ 70 000 réalisations en 2007, soit 13 ans plus tard. Cela correspond à une progression annuelle de 35% ($1{,}35^{13} = 50$). Cela signifie que si cette progression de 35 % se poursuit les 20 années qui viennent tous les Français qui vivent en ville soit presque la moitié d'entr'eux qui pourraient être équipée d'une pompe à chaleur en 2040 ($1{,}35^{20} = 400$). Un problème grave concerne le fait que la généralisation avec l'air n'est pas envisageable en ville. L'AFPAC qui a exclus les PAC **air air** de ses statistiques avait probablement déjà pressenti que ce type de pompe à chaleur n'était pas généralisable dans nos cités. Un seul grave problème concernant ces statistiques subsiste: le fait qu'il s'agit uniquement de PAC privative individuelle destiné à l'échelle de la maison et non aux immeubles prouvant en quelque sorte qu'un individu tout seul raisonne mieux qu'en groupe. (Voir **RT2012**)*

C) Les lois et l'impuissance du Leader

On aborde ici les causes qui expliquent le retard de l'action et du non respect de notre loi française la LTECV . La cause principale étant probablement l'impuissance du Leader à se faire entendre individuellement. Il faut dire à ce sujet qu'il n'est pas toujours aidé par les journalistes. Les hommes politiques français manquent parfois de cohésion ce qui rend difficile la mise en place d'un modèle économique adapté aux circonstances. En se groupant, les écologistes français et allemands ont parfois réussi à se faire entendre collectivement et leurs revendications directes ont parfois été couronnées de succès. A ce sujet je réponds ici à Jennifer Morgan directrice générale de l'ONG Greenpeace qui, lors de la COP 25 cherchait en vain le "Leader" et s'inquiétait de la fracture qui existe entre ce qui se passe entre les murs de toutes ces COP et ce qui se passe dans la pratique à l'extérieur. En France, le "Leader" *c'est le petit* " vers solitaire " *qui essaye sans y parvenir de convaincre son entourage et qui tente de remonter le millefeuille français en traversant sa commune, son intercommunalité, son canton, son arrondissement, son département, sa région afin d'atteindre l'exécutif et l'Etat, voire l'Europe pour prendre avec elle les actions qui s'imposent. Un taux en gaz carbonique supérieur à 500 ppm est selon l'OCDE une limite à ne pas dépasser. Ceci alors que selon l'IAP associé au GIEC ce gaz est responsible pour quelque 20% de l'effet de serre.*

En finançant les énergies fossiles les banques françaises ont une lourde responsabilité dans la dégradation du climat.

Dommage que des leaders tels que Nicolas Hulot ou le porte parole du CSLT n'aient pas véritablement réussis à se faire entendre en France. Cela aurait permis de réduire les inégalités trop criantes qui comme chacun sait sont le ferment qui provoque la radicalisation des mouvements sociaux actuels. Pour justifiée qu'elle soit, cette radicalisation doit cependant avoir ses limites et ne doit pas incorporer des actions qui puissent nuire aux personnes en état de handicap tels que des coupures d'électricité au niveau des hôpitaux et des écoles qui arrêtent les ascenseurs électriques et condamnent le fonctionnement des équipements et des systèmes de chauffage. On peut comprendre à ce sujet que des sanctions soient prises à l'encontre de ceux qui sont responsables de ces coupures volontaires.

Ceci dit, on pourrait aussi inverser le raisonnement et considérer que l'exécutif ne faisant aucun effort qui soit à la hauteur du besoin peut, en quelque sorte être tenu pour responsable. Ceci par le fait qu'il se refuse à admettre qu'il va falloir changer de chaîne énergétique pour éviter de se placer dans une situation dangereuse avec risque de provoquer des coupures de courant. Ceci par le fait qu'il persiste par exemple à utiliser le chauffage électrique individuel à effet joule, une chaîne énergétique d'un autre âge pour assurer le chauffage des bâtiments existants en allant à l'encontre de ses résolutions lors des accords de Paris sur le climat. Ceci dans la mesure où cette chaîne énergétique associale qui accroît la douloureuse de fin de mois entraîne aussi une consommation électrique inacceptable pour notre réseau au plus froid de l'hiver. Une consommation qui pourrait être 5 à 7 fois plus faible qu'actuellement de telle sorte qu'une STEP comme celle de Grand-Maison devienne significative en terme de satisfaction du besoin.

Moins de pollution et de GES

Des voitures électrique type hybride rechargeable

A usage de l'utilisateur

Une voiture à essence qui consomme 6 litres au 100 fait 16,6 km avec 1 litre d'essence et vu le prix de l'essence dépense pour cela 1,5 €. Ceci alors qu'une voiture hybride rechargeable est capable avec sa batterie de 10 kWh de parcourir en ville 50 km en mode électrique. Ceci sans polluer l'atmosphère et en dépensant la même somme de 1,5 € vu le prix actuel du kWh électrique à 0,15 centime,.

On constate que pour une même dépense de 1,5 € on parcours environ 3 fois plus de km en mode électrique comparativement au mode essence. En d'autres termes lorsqu'une voiture hybride rechargeable fonctionne en mode électrique en ville, le prix du km parcouru est trois fois moins onéreux qu'en mode essence et ceci avec une voiture qui ne pollue pas l'environnement.

A usage de l'exécutif européen

Citroen est sur le créneau mais la Chine qui commercialise la voiture électrique la moins chère au monde (La petite Hong Guang mini EV à 3700 €) pourrait bien servir de modèle sur le plan international en ce qui concerne la petite voiture urbaine. Ce pays est en effet en passe d'assurer une production de masse en limitant la taille et la puissance du véhicule électrique par rapport à ce qui se fait outre-Rhin. Il est en passe de réussir la quadrature du cercle en baissant le prix de vente du véhicule urbain pour le rendre accessible à chacun d'entre nous. Il n'est probablement pas trop tard pour l'Europe d'exploiter un autre créneau en ce qui concerne la mobilité routière dite longue, celui de la voiture hybride associant l'électricité et l'essence. Ceci avec un partenariat orienté vers la motorisation et le dispositif de freinage du véhicule entre des sociétés comme Audi, Mercedes, Volkswagen pour l'Allemagne et des sociétés comme Peugeot Renault et Citroën pour la France.

Les temps ont changé et la 2CV Citroën derrière nous.

La voiture purement électrique ?

Train à hydrogène

Alstom a annoncé le 21 mai 2019 qu'il allait fournir 27 trains motorisés à hydrogène Coradia iLint à Fahma, une filiale du réseau de transports en commun allemand Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV). Et ceci d'ici 2022. Munis de piles à combustible, ils utilisent de l'hydrogène pour produire de l'électricité. Consommée pour la traction ou les équipements à bord, celle-ci peut être stockée dans des batteries lithium-ion qui récupèrent aussi de l'énergie au freinage.

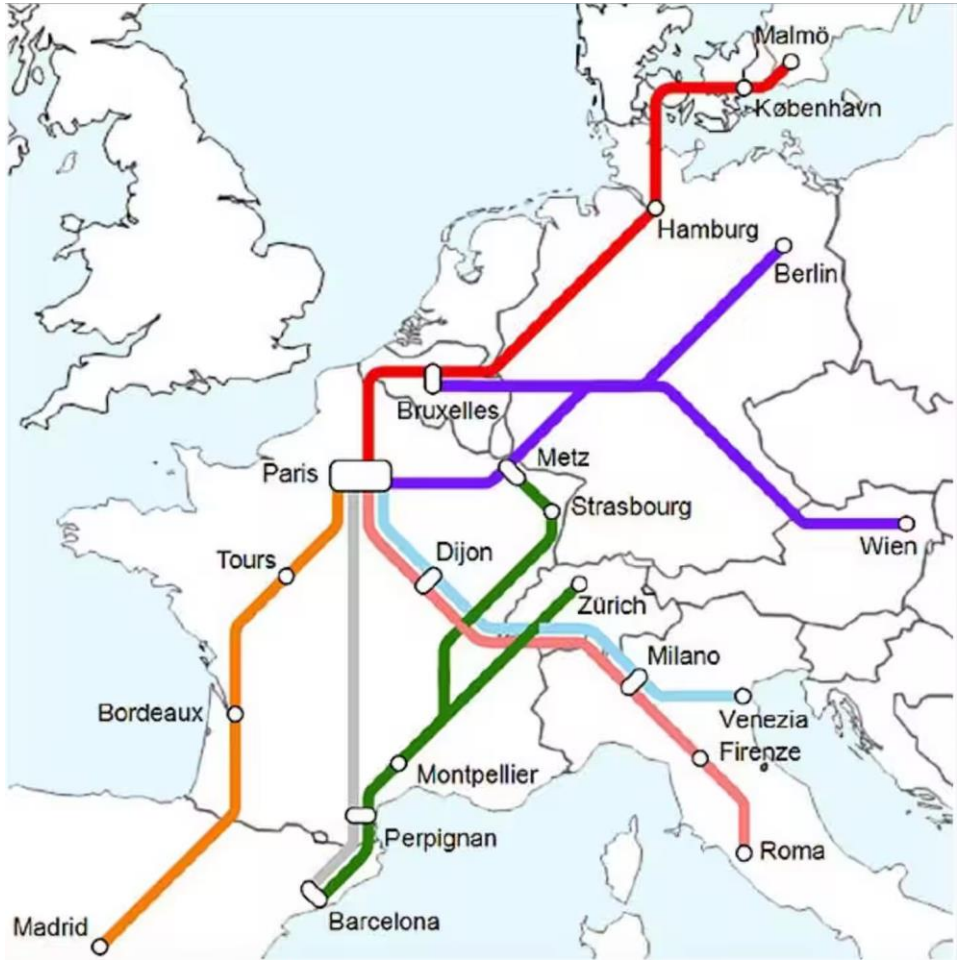
Avec du retard sur l'Allemagne, la SNCF vient enfin de commander en avril 2021 14 rames Coradia.
Les premiers essais sont prévus fin 2023 et l'abandon du diesel en 2035.

Avec 160 places assises et une vitesse maximale de 140 km/h, le train Coradia iLint a selon Alstom une autonomie pouvant aller jusqu'à 1 000 km avec un seul plein. Située sur le toit de la rame, une pile à combustible (PAC) est alimentée par de l'hydrogène stocké sous forme gazeuse (voir &3 page 189) et par l'oxygène de l'air. La réaction dans la Pile à Combustible (PAC), qu'il ne faut bien sûr pas confondre avec la chaîne énergétique totalement différente de la pompe à chaleur dénommée aussi PAC, libère de l'eau sous forme liquide ou gazeuse et de l'électricité. Celle-ci alimente la traction ou les équipements à bord comme l'éclairage, l'air conditionné, ou les écrans d'affichage. Des batteries lithium-ion stockent également le surplus d'électricité produit par la pile à combustible et l'énergie récupérée au freinage. Le train polluant nettement moins l'atmosphère que l'avion, particulièrement le train à hydrogène, le tourisme international pourrait utilement évoluer vers le ferroviaire plutôt que vers l'avion. (Voir &7 tourisme en train) Ceci le temps que la motorisation actuelle de l'aviation par le kérozène soit derrière nous.

Le train …. ou l'avion hybride?

Le temps que les nouvelles motorisations se mettent en place dans l'aéronautique, par exemple avec une motorisation hybride, il va devenir important avec le temps qui passe de prendre en compte que le réchauffement climatique en cours pourrait être minimisé en utilisant le train plutôt que l'avion pour les déplacements sur terre inférieurs entre 400 et 800 km voire sur des distances plus importantes sur le plan européen avec les trains de nuit touristiques. A ce sujet, les opérateurs ferroviaires autrichien (ÖBB), allemand (Deutsche Bahn), suisse (CFF) et français (SNCF) ont annoncé la création de liaisons de nuit européennes à partir de décembre 2021.

Pour les déplacements en mer de petite longueur de l'ordre de 150 km par exemple entre l'Angleterre et la France, pourrait malgré tout prendre place en complément de la liaison ferroviaire souterraine une aviation basse vitesse à effet de sol. Avec l'aéronautique telle que nous la connaissons actuellement, c'est surtout l'extrados qui assure la portance en raison de la dépression qui règne à la partie supérieure de l'aile volante. Avec ce nouveau concept à effet de sol à mi-chemin entre l'hydroglisseur et l'avion, ce serait la surpression sur l'intrados à la partie inférieure de l'aile qui aurait la prédominance. Et ceci probablement avec l'assistance du foil hydraulique afin de diminuer la puissance requise au décollage qui serait assurée par des batteries.



Pour les déplacements intercontinentaux de grande longueur devant s'effectuer à plus grande vitesse va probablement se mettre en place une nouvelle motorisation basée sur l'hydrogène gazeux en remplacement des turbines actuelles utilisant la combustion du kérosène. Ceci compte tenu de la légèreté de l'hydrogène et le fait qu'il est préférable de transporter des passagers plutôt que du combustible. Voir page suivante

L’avion à hydrogène

Un modèle : les sternes

On évoque rarement le fait qu'il serait possible de construire des ailes volantes adaptées au tourisme et au transport d’un fret éventuel moins polluantes que les avions actuels. Les turbines actuelles utilisent la combustion du kérozène en émettant du gaz carbonique dans l’atmosphère. La nouvelle motorisation de ces ailes volantes ne sera probablement pas celle adoptée sur l’avion *Solar Impulse.* Les moteurs électriques alimentés par les panneaux voltaïques logés sur l’extrados de l’aile seraient remplacés par 2 moteurs à hydrogène logés à l’arrière d’une aile volante à profil épais. « On est absolument convaincu que c’est faisable », explique le patron du géant Airbus Guillaume Faury. L’étude des caractéristiques de l’hydrogène liquide faite au chapitre 3 traitant de la production de l’énergie permet de comprendre que la masse d’hydrogène qui remplacerait le kérosène embarquée sur les long-courriers actuels étant sensiblement 3 à 4 fois plus faible, l’avantage serait de transporter des passagers plutôt que du combustible. Ceci avec un deuxième avantage: celui d’une chaîne énergétique qui ne génère que de l'eau en lieu et place des gaz brulés. Le fait que l’espace de stockage requis par l’hydrogène serait sensiblement quatre fois supérieur à celui du kérosène va nécessiter l’usage de profil d’aile épais plus volumineux laissant un volume disponible suffisant pour les passagers et leurs bagages. Ceci en laissant même probablement à l’image des anciens dirigeables un complément de volume qui pourrait éventuellement être gonflé à l’hélium pour soulager la structure. Cette dernière pourrait être réalisée en matériaux composites moins dense que les métaux. Il existe actuellement des stratifiés particulièrement résistants et peu denses, d'ailleurs déjà utilisés actuellement dans l'aviation et la construction de coques de canoës et de kayaks de compétition ayant une grande résistance (du type carbone - kevlar - résine époxy ou autre) qui pourraient constituer la structure de ces ailes volantes. Les passagers seraient logés dans la zone centrale de l’aile volante sur deux voire 3 niveaux. Pour limiter la puissance on peut penser que la vitesse de ces structures volantes sera très inférieure à celle du Concorde. Même limitée à 500 km/h, cette vitesse assez faible serait malgré tout nettement supérieure à celle pouvant être obtenue avec les bateaux sur foils. A cette vitesse, les longs vols internationaux pourraient probablement s'effectuer sans escale bien que leur vitesse soit plus lente que les avions actuels. Le gouvernement français qui a annoncé début juin 2020 le développement d’un « avion neutre en carbone » fonctionnant à l’hydrogène qui devrait voir le jour dès 2035 semble optimiste. Quelques barrières technologiques restent à lever au niveau du réservoir d’hydrogène liquide en ce qui concerne l’isolation sous vide. Plutôt que d’embarquer la pile à combustible qui produit de l’électricité pour alimenter des moteurs électriques, la bonne solution pourrait éventuellement être, afin de limiter les pertes d’énergie thermique et d’alléger la structure, d’utiliser directement l’hydrogène comme carburant moyennant une modification des moteurs existants.

Une nourriture mieux adaptée?

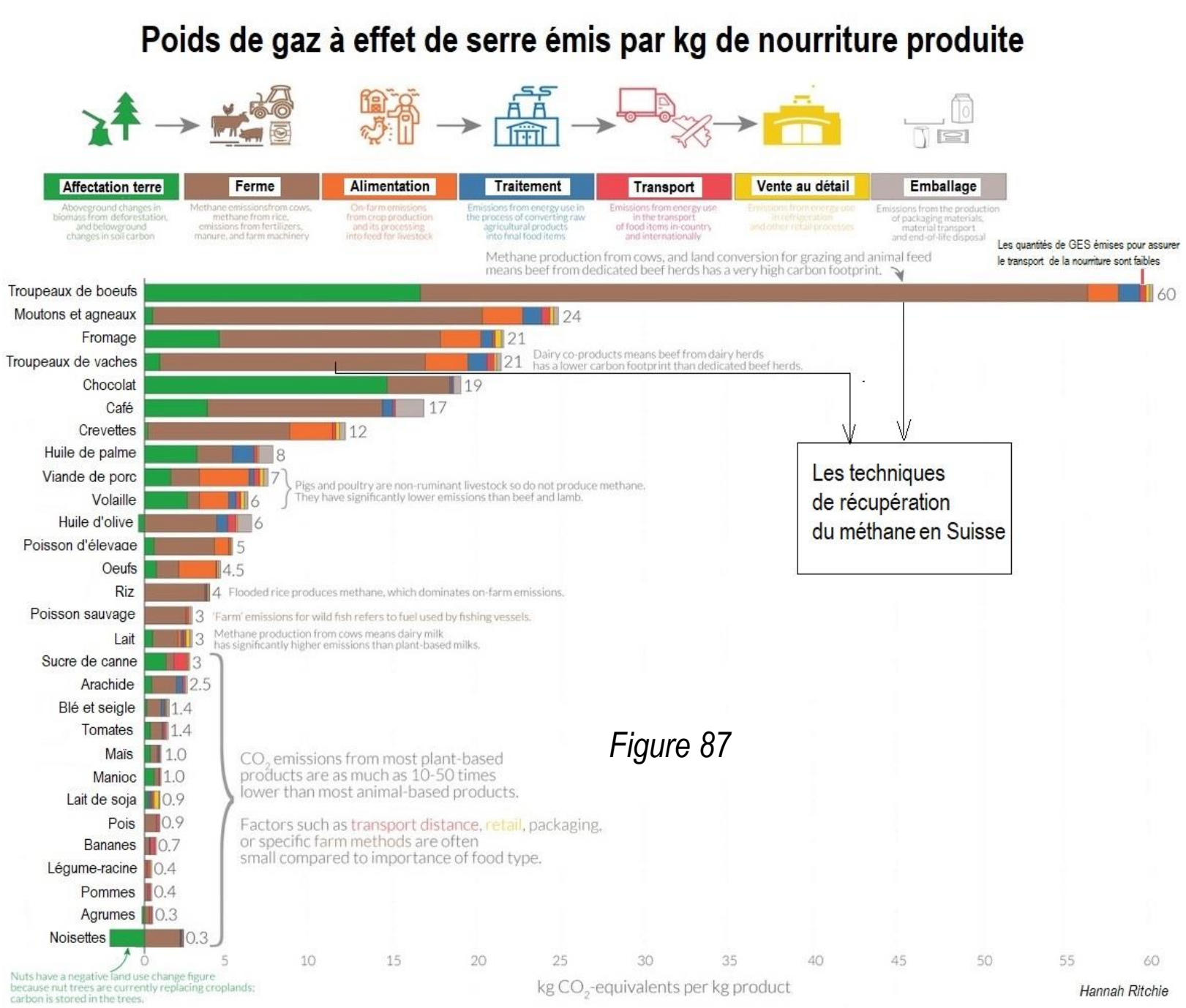


Figure 87

Quand l'air est sec, on est capable de résister à des chaleurs extrêmes, 60 degrés voire plus si ça ne dure pas trop longtemps. Au contact d'un air sec, l'évaporation de la sueur nous rafraîchit alors que dans un air saturé en humidité, la sueur a du mal à s'évaporer et le corps est en surchauffe. Les parties du monde sujet à une "canicule humide" comme l'Asie du Sud et du Sud-Est, le golfe Persique ainsi que le golfe du Mexique sont selon l'ONU les régions les plus exposées et seront plus affectées par le réchauffement climatique. Ceci même avec la crainte que certaines zones plus humide et chaudes que d'autres deviennent inhabitables.

Cliquer sur l’image pour voir la vidéo

Les principaux pays émetteurs de GES

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiales ont atteint en 2019 un record:
52,4 milliards de tonnes (soit 7 tonnes de CO_2 par homo sapiens)

- La Chine, qui représente avec ses 1,4 milliard d'habitants environ 18% de la population mondiale a émise en 2019 près de 14 milliards de tonnes de CO_2, soit 29% du total mondial (10 tonnes de CO2 par chinois)

- Les indiens avec une population proche de 1,4 milliard d'habitants, sont presqu'aussi nombreux que les chinois mais ils émettent beaucoup moins de gaz à effet de serre par habitant (1,8 tonne)

- Les Américains émettent presque deux fois plus de CO_2 par habitant que les Chinois mais ils sont 4 fois moins nombreux

- Quant aux Européens qui émettent annuellement environ 3,5 milliards de tonnes, ils sont dans la moyenne mondiale avec 7 tonnes de CO_2 par habitant

Il est surprenant de constater que dans notre monde qui comprend selon l'ONU un total de 197 pays, deux pays seulement, la Chine et les USA émettent près de la moitié des émissions mondiales de GES

6 La finance et les acteurs

- *Le modèle financier*
- *Les acteurs*
- *Les prix de l'énergie*
- *Le kWh cumac et le temps qui passe*
- *Une justice climatique ?*

Modèle financier la fiscalité en France

Les combustibles fossiles

[La taxe carbone]

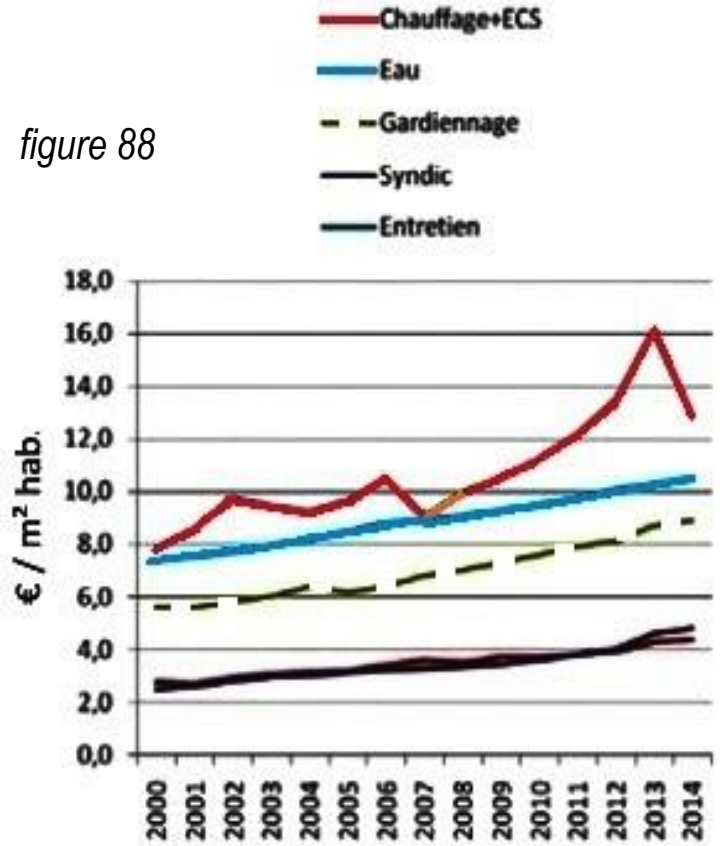
[Et le kérozène]?

L'humour est la politesse du désespoir. *Kierkegaard*

L’image de Laurent Fabre ci-dessus fait sourire mais est trompeuse en ce sens qu’elle pourrait nous inciter à diminuer la fiscalité sur les produits fossiles alors que le bon sens nous commande au contraire de l’augmenter. Homo sapiens prend conscience que le dérèglement climatique engendré par la combustion des produits fossiles sur notre planète peut devenir très grave et va devoir imposer une taxation accrue des carburants fossiles. L’augmentation de leur prix de vente va réduire les inégalités à la vente du kWh et va aussi devenir inévitable en raison de leur raréfaction. On devine, en observant cet image pourquoi nos responsables politiques européens hésitent pour des raisons financières à se lancer vers une modification de nos chaînes énergétiques. Ils pourraient bien être contraint de tenir compte de l’avertissement lancée par leurs chefs spirituels incarnés par les secrétaires généraux de l’ONU et de l’OCDE. Avertissement qui les informe que l’homme est maintenant reconnu comme étant le principal responsable du réchauffement climatique. Ceci avec le fait que toute action conduisant à son atténuation sans affecter notre confort est la bienvenue. Il va pourtant falloir que nos responsables politiques commencent à se faire à l‘idée qu’il y a urgence à agir et qu’il leur faut prendre garde que la manne financière que représente l’importation des produits fossiles va diminuer lorsque leur prix va augmenter, ce qui ne saurait maintenant tarder en raison de l’épuisement progressif de nos ressources non renouvelables.

Les charges immobilières……

figure 88



La figure 88 ci-contre issue de l'UNPI concernant les charges d'une habitation montre que le poste chauffage est le plus important. Et ceci même dans un immeuble pourtant moins énergivore qu'une maison. Pour cette raison baisser, le prix de l'énergie thermique rendue dans les pièces de vie de son logement devrait être la préoccupation bien légitime de beaucoup de français et aussi être celle de l'exécutif. Sur la base d'un immeuble chauffé par une chaudière gaz conventionnelle consommant à l'année 800 000 kWh de gaz naturel, regardons ce que pourrait être l'incitation financière des occupants vers les énergies renouvelables. Ceci dans le cadre d'un projet de chaufferie hybride gaz-électricité tel que défini à la fin du &2. Ceci dans le cas de figure correspondant à la situation actuelle avec un prix du gaz de ville à 5 cts d'€ le kWh 3 fois moins cher et déséquilibré par rapport à celui de l'électricité à 15 centimes.*

- *la dépense en gaz pour la copropriété avant modification est de 800 000 kWh x 0,05 = 40 000 €. Ceci alors que les dépenses individuelles cumulées dans le cas du chauffage électrique par effet joule seraient 3 fois plus élevée (120 000 €).*
- *la dépense de la copropriété avec la chaufferie hybride serait de 10 000 € de gaz et de 18 000 € d'électricité soit au global 28 000 € avec une économie annuelle sur les charges limitée à 12 000 € en partant du gaz. Ceci alors qu'elle serait de 92 000 € en partant de l'électricité*

En supposant que l'investissement à consentir pour ajouter la pompe à chaleur eau-eau en relève de chaudière à gaz soit de 300 000 €, l'amortissement sans aide fiscale particulière serait assuré en 25 ans avec une incitation financière faible. L'incitation financière à l'investissement en partant d'un immeuble chauffé à l'électricité serait beaucoup plus forte.

Pour réduire la douloureuse chauffage en fin de mois sans affecter notablement notre économie, il serait temps de réaliser que de réconcilier la science et l'économie en incitant l'utilisateur , c'est-à-dire vous et moi, à évoluer vers la chaleur renouvelable que l'on peut prélever dans notre environnement. Ceci en rééquilibrant pour des raisons sociales les prix de vente de l'électricité et du gaz

Sur les bases de la page précédente, avec un prix de vente du kWh égal à 10 cts d'€ qu'il s'agisse du gaz ou de l'électricité la dépense avant modification pour chauffer l'immeuble serait de 80 000 € quelque soit l'énergie finale utilisée. Ceci alors que la dépense après modification en chaufferie hybride serait de 20 000 € de gaz et de 12 000 € d'électricité soit 32 000 € global avec une économie annuelle de 48 000 €.

Les charges immobilières (suite)

*Les français qui se chauffent à l'électricité sont, selon un sondage **individuel** auprès de 1000 personnes :*

- *90% à penser que le prix de l'électricité est trop élevé*
- *pensent que pour réduire les charges les méthodes à utiliser sont préférentiellement celles indiquées sur la figure 66*

Ceci en oubliant qu'en choisissant les énergies thermiques renouvelables (ENR) pour chauffer leur logement, ils peuvent, avec un COP de 5, réduire de 80% la douloureuse de fin de mois

C'est dans le cadre des accords de Paris sur le climat et sous l'égide des Nations-Unies que se sont réunies à Paris fin 2018 plus de 25 grandes banques mondiales. Ceci pour responsabiliser le secteur financier et adopter une politique mondiale environnementale plus responsable.

Aussi incroyable que cela puisse paraître vu la dangerosité du carbone en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre il s'est avéré que beaucoup de banques dont certaines banques françaises avaient la fâcheuse tendance de favoriser financièrement l'implantation des centrales à charbon dans le monde. C'est ainsi que selon les ONG près de 800 milliards de dollars ont été attribués par les banques à plus de 250 entreprises pour développer des projets d'usine à charbon. Suite aux actions de l'ONU certaines banques françaises à l'exemple du Crédit Agricole entament heureusement un cercle vertueux et un virage à 180 degrés avec tolérance zéro vis-à-vis du charbon.

*Il était temps vu que le secrétaire général de l 'ONU avait déjà lancé **un cri d'alarme sur le plan mondial** en 2018 en ce qui concerne le climat mondial. Il nous confirme maintenant en 2019, qu'il n'y a plus une minute à perdre et que pour éviter le pire, un investissement mondial de 1.600 à 3.800 milliards de dollars par an entre 2020 et 2050 va être nécessaire.*

Les aides

Il y a, en ce qui concerne l'énergie, beaucoup à dire sur l'incohérence financière du système actuel avec les aides et les ''coup de pouce''

Dans la jungle des aides de toutes natures et son incohérence, il est très difficile voire impossible pour un maître d'ouvrage préoccupé par son Retour Sur Investissement (RSI), de s'y retrouver. Les structures d'aides définies par les pouvoirs publics pour les maisons individuelles changent en effet tout le temps et il est difficile voire impossible d'y voire claire. Plus grave, il n'y a rien de défini pour les immeubles gérés par des syndics, il y en a pour tous les goûts avec ces aides multiples qui sont souvent réévaluées tous les trimestres ce qui encourage les éco-délinquants à faire miroiter des aides qui n'existent pas. Le comble est peut être pour les panneaux solaires alors que c'est là que le couple formé par les maîtres d'ouvrage et d'œuvre souhaiteraient de la simplicité pour facilité le calcul du RSI conditionnant l'investissement.

Complément

Le déséquilibre entre le prix de l'électricité et celui du gaz qui incite à se chauffer au gaz dans notre pays est inacceptable. En équilibrant le prix des énergies fossiles et celui de l'électricité nous pourrions assurer le financement de la transition énergétique de telle sorte que le grave problème des dérèglements climatiques actuels que l'on soupçonne à juste titre être lié au réchauffement de la planète se trouve ainsi résolu pour le bien de tous. Et ceci qui plus comme on vient de le voir est en améliorant l'aspect social.*

Pour solutionner notre problème énergétique dans son ensemble le prix de vente de l'électricité à l'utilisateur ne devrait pas varier selon la méthode de production utilisée la générer. Nous allons devoir prendre conscience de la dangerosité pour notre climat de toutes ces chaînes énergétiques qui fonctionnent selon le principe de la figure 14 du &2 et passant par le moteur thermique pour produire l'électricité. Ces chaînes énergétiques qui passent par la case thermique et les hautes températures sont à 'évidence à exclure à l'aube de réchauffement climatique.

Pour cette raison, il est probable que les données de l'ADEME qui situent le prix de revient de l'électricité produite par l'éolien terrestre en dessous du solaire voltaïque seront prochainement à revoir. A cela une raison simple : l'énergie solaire voltaïque est la seule qui se passe totalement de tous ces composants mécaniques qui compliquent la chaîne énergétique, augmente le temps de remboursement de l'investissement initial et alourdissent les frais d'entretien. Le seul composant important du voltaïque en dehors des panneaux est l'onduleur, un composant fiable et performant qui converti le courant électrique continu fourni par le panneau en courant alternatif. Ceci de telle sorte qu'il soit compatible avec le réseau pour que l'excédent de production solaire puisse être réinjecté sur le réseau lorsque la production solaire locale excède le besoin.

Toutes les chaines énergétiques actuelles produisant de l'électricité qu'il s'agisse des moteurs diesel, des centrales à gaz ou du nucléaire comprennent ou sont constitués d'organes mécaniques (turbines hydrauliques sur les rivières ou à gaz dans les centrales nucléaires, de boites de vitesse et même les multiplicateurs sur les éoliennes…) qui aggravent le prix de revient de l'électricité. Facteur aggravant elles passent par l'énergie thermique en amont de la chaîne énergétique. Près de la moitié des réacteurs nucléaires dans le monde sont français et la France a certes énormément investit dans le nucléaire et grâce à la France le monde a pu bénéficier d'une énergie décarbonisée pendant quelques décennies. Mais il faut se rendre à l'évidence, les coûts liés à l'amélioration de la sécurité des centrales nucléaires, le coût induit au rallongement de leur durée de vie et au traitement des déchets rendent aujourd'hui cette énergie peu compétitive par rapport aux autres formes d'énergie particulièrement les énergies renouvelables, dont les coûts baissent d'année en année et qui ne représentent pas de risque pour la santé et le climat.

La difficulté va être d'adapter notre fiscalité de telle sorte qu'elle rende l'aide inutile comme le proposait Barack Obama. Il faudra bien que cette taxe carbone augmente et que sa redistribution vers l'utilisateur soit plus intelligente que le système actuel incohérent et obscure Ceci en réalisant que la différence actuelle entre le prix de vente du kWh électrique proche de 0,15 € le kWh pour ne pas dire plus et celle du gaz qui n'est sensiblement que de 0,05 € est beaucoup trop importante. Ce déséquilibre étant non seulement inacceptable sur le plan social mais aussi contraire à notre constitution qui stipule que chacun d'entre nous est en droit de vivre dans un monde équilibré. Plus grave encore ces inégalités incitent l'utilisateur à s'orienter vers les énergies fossiles non renouvelables et le dérèglement climatique que l'on souhaite combattre.

Importants

1 Taxer le kérosène de l'aviation civile serait également une fiscalité intelligente qui pourrait servir à financer un motorisation différente sur les long courrier et inciter à la pratique de l'agriculture locale. C'est sur des situations comme celle-ci que l'on attend une action de notre président auprès de l'ONU voire du pape François pour faire évoluer les choses.

2 Les climatologues estiment que le réchauffement climatique est dû à la présence de gaz à effet de serre dans notre atmosphère. Ce que l'on peut dire aussi est le fait que si l'humanité devait assurer l'ensemble de ses besoins électriques avec le nucléaire cela pourrait s'aggraver encore un peu plus le réchauffement climatique. Cela est dû au fait que la performance de la chaîne nucléaire actuelle est relativement modeste par le fait que sensiblement deux fois la puissance de l'énergie électrique produite est dissipée sous forme de chaleur et en pure perte dans l'environnement.

3 Concernant la France, il est important de prendre conscience qu'en raison de la démographie galopante dans une grande métropole comme Paris l'urgence est d'autant plus grande qu'il n'y a rien de trop dans l'environnement et qu'il s'avère difficile de satisfaire tout le monde sans l'apport de la combustion . Et ceci même avec un COP de 6 correspondant sensiblement au réseau de chaleur idéal conjuguant les eaux superficielles avec les eaux géothermales

Sondages auprès des français

Selon un sondage de l'institut Kantar près de 7 français sur 10 (68%) considère que la protection de l'environnement est un enjeu qui peut permettre de surmonter les divisions au sein de la société.

Les Français sont encore plus nombreux (89%) à déplorer que le débat public devienne de plus en plus agressif

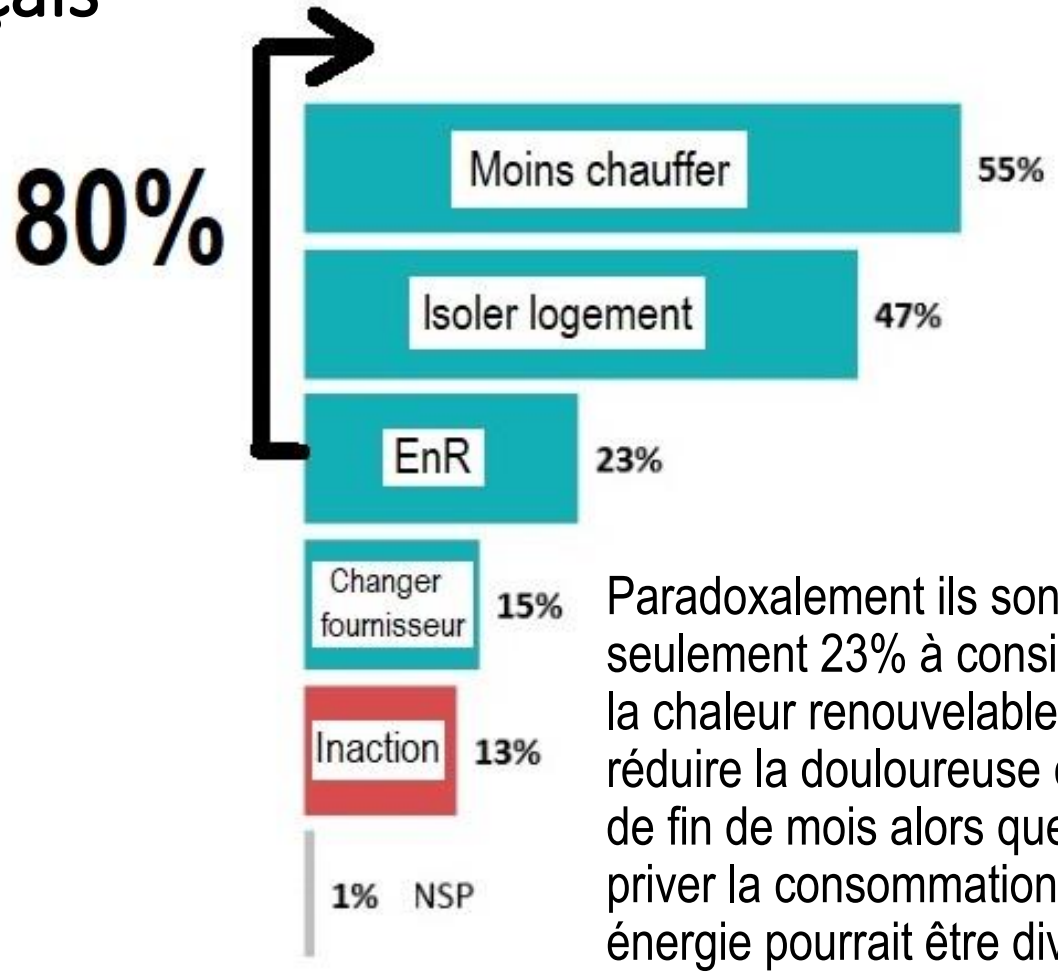


Figure 89

Paradoxalement ils sont seulement 23% à considérer que la chaleur renouvelable permet de réduire la douloureuse chauffage de fin de mois alors que sans se priver la consommation en énergie pourrait être divisée par 5 en modifiant nos chaînes énergétiques actuelles

Les dépenses à prévoir pour les infrastructures

Concernant les dépenses qui vont résulter de la mise en œuvre des infrastructures qui nous permettrons de sortir de l'enfer climatique, il est rassurant de constater qu'il y a convergence entre les chiffres de l'ONU qui raisonne sur le plan mondial et ceux de la Suède qui raisonne à l'échelon de l'Union européenne. Cette convergence est d'autant plus curieuse que rien de bien sérieux n'a été trouvé en ce qui concerne la nature des modifications qu'il va falloir apporter à nos chaînes énergétiques. Ces chiffres ne résultant pas du chiffrage des travaux à accomplir, il est vraisemblable que le calcul provient de ce que nous a coûté jusqu'à présent l'inaction.

Un dollar ce n'est pas tout à fait 1 € mais sauf erreur de ma part il y a grosso modo convergence entre les deux chiffres des dépenses annuelles que va devoir consentir homo sapiens pendant 30 ans:

- *– Celui de l'ONU avec le PNUE qui estime que pour le monde c'est en valeur moyenne 2700 milliards de dollars par an pour 7 milliards d'habitants*
- *– Celui de la Suède sous l'égide de la présidente de l'EU qui estime que pour l'union européenne peuplée de 0,5 milliard d'habitants c'est 260 milliards d'€ de dépenses annuelles* **L'Europe va devoir décider**

Reste la réaction des chefs de gouvernements européens et leur force de conviction qui n'a pas toujours été à la hauteur de l'enjeu mais cela est une autre histoire. Les pages qui suivent sont à la hauteur des problèmes financiers que nous allons devoir résoudre. Le français sait faire une règle de trois et préfère probablement prendre l'Europe que le monde comme référence. Pour la France, peuplée de 60 millions d'habitants c'est donc une dépense globale proche de 1000 milliards d'€ correspondant à un effort annuel de 33 milliards pendant 30 ans. Soit une dépense annuelle moyenne pour chaque français de 520 € pendant 30 ans. Ceci alors que le coût de l'inaction sera certainement très supérieur à ces montants et que la France a tout intérêt de montrer aux autres pays et notamment à l'Australie actuellement en peine, l'exemple de ce qu'il faut faire, à savoir respecter les accords de Paris sur le climat.

L'Union européenne, 3ème puissance commerciale du monde derrière la Chine et les Etats-Unis, exporte plus qu'elle n'importe. Sa situation financière par rapport à la Chine et les USA est pour cette raison plutôt bonne vu que le principal critère d'évaluation de la qualité de vie qui règne dans chaque région du monde est surtout fonction de ce que l'on peut acheter avec ce que l'on gagne. Or c'est en exportant que l'on gagne de l'argent et non en important. Avec un excédent commercial annuel confondu en zone euro de 200 milliards d'€ les deux leaders européens franco-allemand sont gagnant à ce niveau. Quand le français regarde plus en détail ce qui se passe dans nos deux pays, le problème est toutefois de constater que cet excédent est composé d'un excédent allemand de 250 milliards d'euros et d'un déficit commercial français voisin de 50 milliards. Un facteur mériterait d'être analysé pour améliorer cette situation : il réside dans le fait que l'Union Européenne, qui ne produit que la moitié de l'énergie qu'elle consomme, importe l'autre moitié pour satisfaire ses besoins ce qui lui coûte cher et diminue son pouvoir d'achat. Jacques Attali avait raison de dire "l'Europe est bien seule" vu qu'en tout état de cause, elle va être maître de la décision qu'elle va devoir prendre à ce niveau pour limiter ses importations d'énergies fossiles. Je suis français et je constate que mon pays, très en retard par rapport à l'Allemagne pourrait combler son retard en montrant l'exemple de ce qu'il faut faire pour réduire ses échanges commerciaux dans le sens des importations avec les autres régions du monde. Ceci en modifiant ses chaînes énergétiques d'un autre âge et en changeant d'échelle comme le proposait Nicolas Hulot. L'Allemagne qui cherche à prendre une position de leader en Europe est en passe d'y parvenir sur le plan financier. Sa principale banque, la Deutsche Bank prends la première place des quelque 300 banques allemandes. Fondée en 1870 et basée à Francfort-sur-le-Main elle a dans la pratique une structure internationale. Consciente que la fin des énergies fossiles approche, elle a annoncé en mai 2021 vouloir financer et investir 200 milliards d'euros, une somme équivalente à l'excédent commercial annuel confondu en zone euro dans des projets durables d'ici la fin de 2023 ! C'est sur cette consommation en énergie, qui représente sensiblement la moitié de ses importations que l'Europe va devoir agir. Il ne s'agit pas ici de broutille vu que chaque année et pour l'essentiel, c'est 6 100 TWh de produits fossiles qui sont importés par l'Europe. (37% de gaz naturel contre 29% de pétrole à savoir 3700 + 2400 = 6 100 TWh). Sans volonté politique de concentrer sa réflexion au niveau des actions qu'il lui va falloir prendre pour satisfaire ce besoin de 6100 TWh autrement que par la combustion des produits fossiles, les conditions d'existence de l'européen vont rapidement se dégrader et l'Europe va se priver de l'occasion qui lui est offerte de montrer aux autres pays du monde l'exemple de ce qu'il faut faire pour aller dans le sens de l'atténuation climatique et non de son aggravation.

Un fiscalité au service de la transition énergétique avec le dividende?

Dans son petit manuel de justice climatique à l'usage des citoyens, l'économiste américain James K. Boyce plaide pour une redistribution à tous les citoyens des dividendes provenant de la taxe carbone (contribution climat énergie). Une forme de fiscalité qui serait selon lui au service de la transition énergétique et de l'homme. Le bénéfice d'un investissement en action peut être redistribué à l'actionnaire sous deux formes : soit sous forme d'une plus-value qui valorise plutôt l'entreprise, soit sous forme d'un dividende qui représente cette fois une redistribution des bénéfices annuels de l'entreprise à l'actionnaire. Ce serait un Conseil d'Administration composé de citoyens réunis en Assemblée générale ordinaire qui, en tant qu'actionnaires, déciderait de la distribution des dividendes à leur profit sans intervention des pouvoirs publics. Ce sont dans la pratique les citoyens eux-mêmes qui décideraient en tant qu'actionnaires de se rémunérer sur le dividende. Ceci en décidant de se verser la totalité du dividende ou seulement d'une partie de ce dernier de telle sorte que tous les bénéfices n'étant pas redistribués le solde soit investi dans des investissements associés à notre transition énergétique, ce qui permettrait à terme de valoriser l'entreprise.

Toutefois il faudra prendre en compte que cette fiscalité n'a aucun sens si elle est non redistributrice et non utilisée pour financer les infrastructures qui soient à la hauteur d'une transition énergétique efficace. Une transition où l'on change d'échelle comme le suggérait Nicolas Hulot. L'urgence climatique est en effet bien là et va s'aggraver si aucune décision de fond n'est prise avant que nos réserves en énergies non renouvelables d'origine fossile ne s'épuisent complètement.

Les acteurs du changement

***Privatifs**: le Maître d'ouvrage et le Maître d'œuvre*

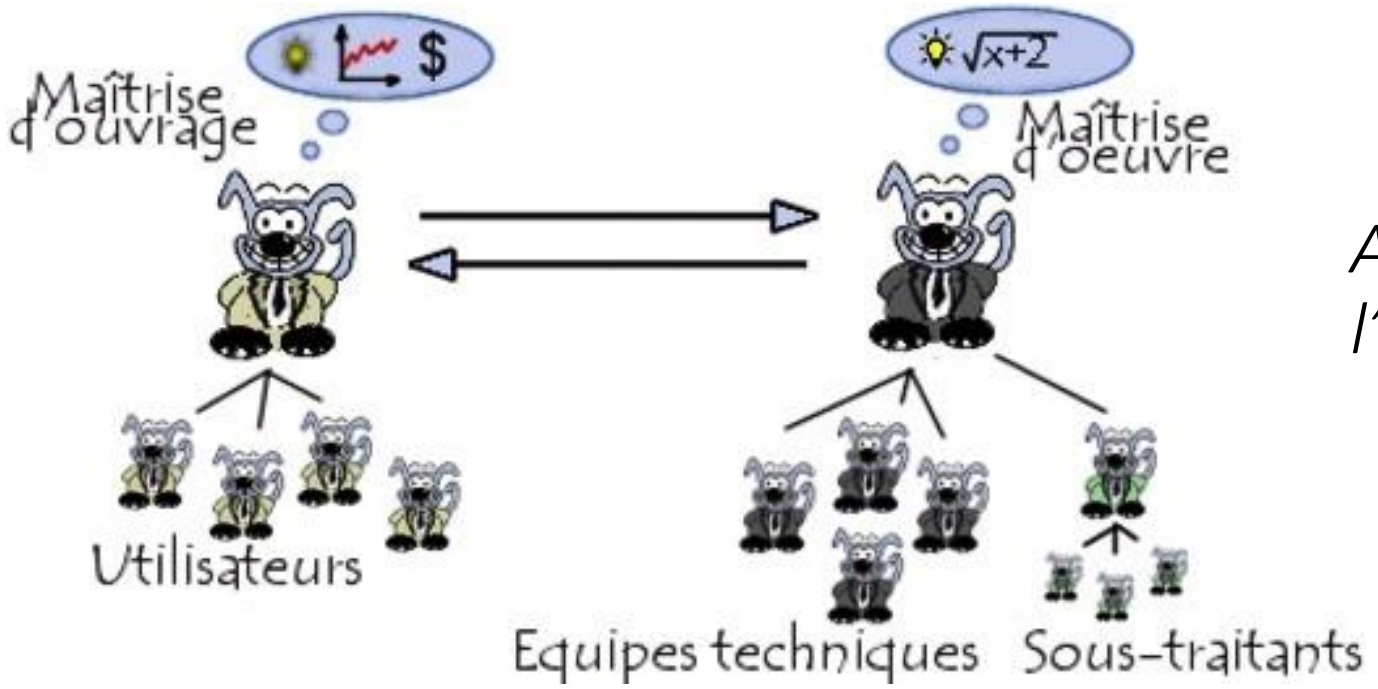


Figure 90

Accessoirement: l'auditeur

$$\frac{\text{Montant de l'investissement} - \text{Aide fiscale}}{\text{Economie réalisée annuellement sur l'achat des combustibles}} = \text{RSI} < 10\text{ans}$$

Ils s'entendent sur un **contrat de performances**

Le ministère de transition écologique et les réglementations thermiques

Le fioul étant une énergie polluante l'interdiction des CHAUDIÈRES FIOUL devrait entrer en vigueur début 2022. Cette mesure ne concernera pas les chaudières existantes qui continuerons à être entretenus par les chauffagistes. Ceci sans obligation de les riblonner si elles fonctionnent. La fin de ce type de chauffage serait en effet annoncée dès 2028. La SWE pourrait bien prendre place pour répondre à ma question qui va se poser : par quoi la remplacer ?

Si le réseau de gaz naturel dessert votre quartier la chaudière gaz à condensation (dite haute performance) est actuellement l'option la plus économique. Si ce n'est pas le cas, pour conserver le confort du chauffage central le choix se partage entre les chaudières à granulés bois et les pompes à chaleur air/eau. Autrement dit entre deux équipements onéreux et peu rentables ne pouvant pas de surcroit être généralisé en ville. Il est regrettable que les pompes à chaleur eau-eau qui pourraient l'être ne soient pas évoquées par les pouvoirs publics. Ceci étant donné leurs performances améliorées par rapport aux pompes à chaleur échangeant sur l'air.

La nouvelle réglementation thermique et environnementale des logements RE 2020 en préparation fait l'objet d'intenses débats. Ceci dit quoi qu'il advienne pour le neuf, les chaudières gaz à condensation ont encore leur place dans l'existant. Leur prix modique face à celui des autres équipements de chauffage central et le tarif actuels compétitif du kWh gaz les rendent quasi incontournables. Quant aux RADIATEURS ÉLECTRIQUES l'existence de la pointe de puissance hivernale et ses graves conséquences pouvant mener à un black-out généralisé s'intensifie et fait son chemin. Rien n'est encore joué, mais les pouvoirs publics réalisent enfin que la RE 2020 se doit de mettre en évidence que les radiateurs électriques sont de véritables gloutons énergivores. La ministre de la transition écologique qui se dit décidée à *« sortir de l'effet joule »* dans le neuf n'évoque malheureusement pas l'existant et la chaufferie hybride gaz électricité qui pourrait être un juste compromis entre le gaz et l'électricité.

***Collectifs**: les maires, les préfets et les ministres*

Ils devraient être ceux qui décide de la partie collective dans l'habitat ancien existant

Le maire

En raison de sa grande proximité avec le citoyen le maire, semble être le seul individu qui puisse, avec l'aide de sa municipalité, améliorer la vie quotidienne du citoyen en agissant sur la modification de nos chaînes énergétiques. Il est en effet souvent habité par une passion sincère et quasi charnelle pour sa cité et il rêve parfois de rester maire pour l'éternité. Et cela tombe bien vu que dans ce domaine, avec des normes parfois mal conçue et changeantes, il faut beaucoup de persévérance et du temps pour faire avancer les choses. Mais, comme le dit Woody Allen, *« l'éternité, c'est long, surtout vers la fin* ». Pour cette raison le maire a besoin pour devenir l'homme de la situation d'un minimum d'encouragement et de confiance de la part du préfet et des classes dirigeantes constitués du préfet de département et des ministres. Quelques Maires français(es) responsables et conscient(es) de leur rôle se sont déjà manifesté(e)s au travers du journal « le Monde » du 21 aout 2020.

Le préfet et les ministres

Force est de constater en observant l'immobilisme actuel que jusqu'à présent, même des maires de haut vol, comme Martine Aubry avec Lille, Alain Juppé avec Bordeaux, Gérard Collomb avec Lyon et Jean-Claude Gaudin avec Marseille n'ont pas été valablement aidés sur leur parcours par le préfet de département. Quant à notre plus grande métropole son intérêt est de tenir compte de la célèbre phrase du secrétaire général de l'OCDE: *"Il vaut mieux faire partie de ceux qui établissent les règles que de se compter au nombre de ceux qui font le choix de les adopter "*. Mais pour montrer l'exemple de ce qu'il faut faire aux autres métropoles mondiales, Paris va devoir reconsidérer son modèle économique et prendre en compte que c'est avec ce qu'il gagne que le Parisien pourra se payer les outils assurant sa transition énergétique. Il (Paris) lui faudra en ce qui concerne ce modèle, rééquilibrer les choses et laisser de côté les phrases du genre *"qui nourrira les pauvres s'il n'y a plus de riches "* et prendre en compte que c'est avec ce qu'il gagne que le Parisien pourra se payer les outils assurant sa transition énergétique.

Les corps de métier

L'ingénieur en génie climatique
Le frigoriste
Le chimiste
L'électronicien
L'hydraulicien
L'architecte
Le pneumaticien
Le mécanicien
Le métallurgiste
L'acousticien
Le programmeur
Le sociologue

Un certificateur RGE ***OPQIBI***
Un maître d'œuvre? ***Celcius***
Un catalyseur *l'Inria*
SHIFT ? formateur nouveaux métiers

Les acteurs intérieurs à la copropriété

1. Le syndic
2. La commission technique (Leader ?)
3. Le conseil syndical (CS)
   Il fixe des objectifs de performances raisonnables
4. Les copropriétaires (syndicat des …)

L'Association des Responsables de Copropriété (ARC)

Les acteurs extérieurs à la copropriété

1. Le BRGM et la Drire
2. L' Ademe (*faire.fr* RGE > FCR)
3. *L'AFPAC* et le *CPCU*
4. Les espaces info énergie (EIE), *énergie partagée*
5. Le bureau d'étude
6. Le maire et sa municipalité
7. ***Le Préfet et le PREH***
8. Une supervision européenne (***EHPA***, EEA, FEDER)
9. Les banques (La Deutche Bank leader ?)
10. Les écoles (Tritech, Sodhyp, Tecsol..)

Suite acteurs extérieurs à la copropriété

Les constructeurs de PAC

CIAT, ATLANTIC, STIEBEL ELTRON, SOFATH, HONEYWELL, BOSCH, DAIKIN, WATERKOTTE, ENTHALPIE, DIMPLEX, CARRIER.

Le Voltaïque In sun we trust

Les fabricants de chaudières

DE DIETRICH, VIESSMANN, FRISQUET, CARRIER, BUDERUS, SAUNIER-DUVAL, CHAPPEE, ATLANTIC, ELM.LEBLANC…..

Les fabricants de valves et de pompes hydrauliques

OILGEAR, HONEYWELL, DANFOSS, COPELAND…..

Les documents

L'audit thermique ou Diagnostic de Performances Energetique
La commande du Maître d'ouvrage
Le Dossier des Ouvrage Exécutés (DOE)
Le contrat de performance énergétique (CPE)

Les lois et décrets

Les RT 2005 et 2012
La LTECV et la proposition de loi du CSLT
Les lois ALUR et ELAN
Décret sur l'individualisation des frais de chauffage

Ceux qui échange l'énergie

thermique comme ALFA LAVAL

Ceux qui vendent l'énergie

comme Engie

Les fabricants de moteurs électriques (courant continu et alternatif)

Tous ces acteurs et lois ci-dessus devraient être au service de l'utilisateur final ou en d'autre termes des propriétaires immobilier à savoir, les clients qui payent.

La France pluridisciplinaire, le mille feuille, et les injustices

Au sommet du mille feuille *notre gouvernement* qui prend acte
Juste en dessous, *Le préfet* placé au cœur du dispositif de rénovation thermique de l'habitat (PREH)
Il a reçu pour mission de l'état français :

- d'enclencher la décision de rénovation par l'accompagnement des particuliers
- de financer la rénovation en apportant des aides
- de mobiliser les professionnels afin de garantir la qualité de la rénovation

Le mille feuille a-*t-il compris les fondements de la transition écologique?*

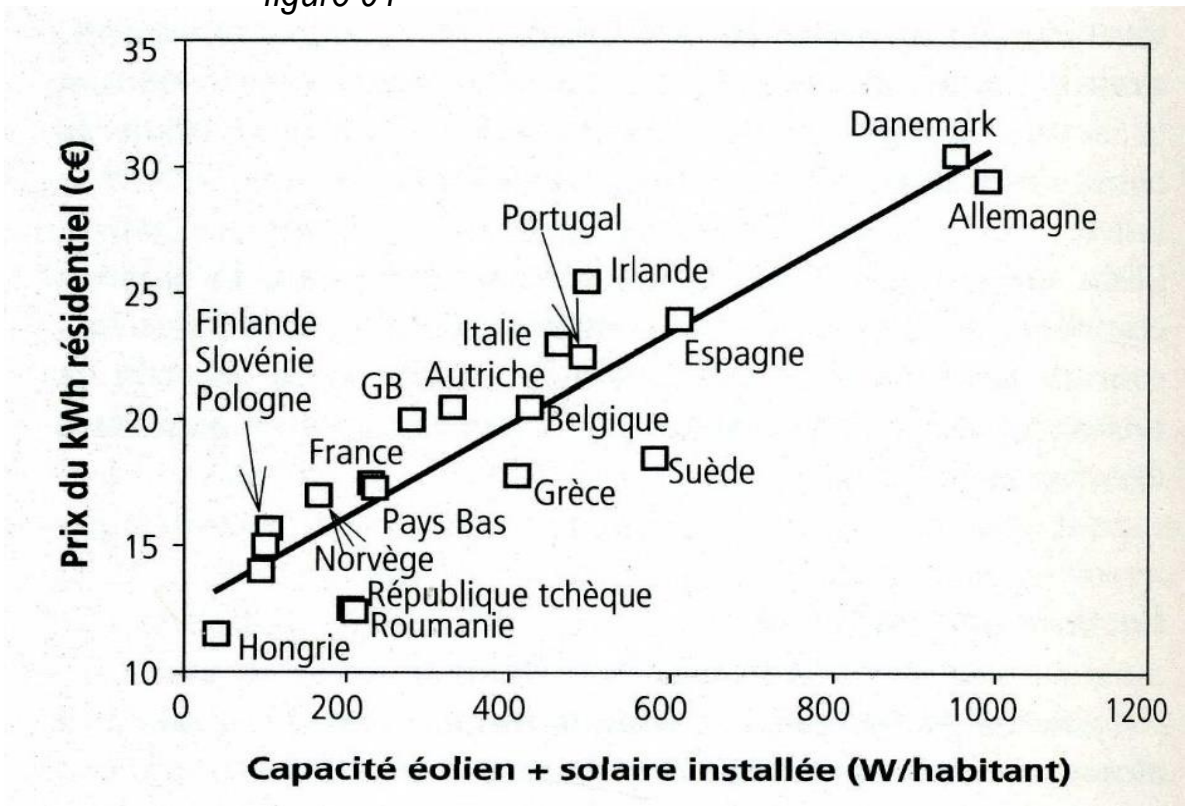
Quoiqu'il en soit, vu la multitude d'organismes:concernés, il le devrait

- *des comités de pilotage et de normalisation (*MEDDE, METL, DUHP, DGEC, AFNOR…)
- *des associations* (ARF, ADF, ADCF, AMF, PBD, ACERMI, AFPAC, AFPG, ARC)
- des agences et unions (AIEA, ALE, ANAH, ANDRA, GPSO, UNPI, UNIS, UNPI, USH
- *des organismes de formation, d'assistance et de conseil* (FEEBAT,COSTIC, IFFEN, BATIACTU, AMO, CSLT, CSTB, FEEBAT, FFB, GTB, OCDE, ONEMA, OPAC, OPEE, OPEP, OPECST…..)
- *les collectivités territoriales* (ARF, SRCAE, PDALPD, FSL, CLE…..
- *des commissions, experts et conseils supérieurs* (GIEC, CRE, CSCEE
- *des organismes d'état* (DDAS, DDEA, DE, DGCCRF, DGEMP, DHUP, DRIRE, MEDAD, ONG
- *des syndicats, instituts et fondations* (ENERPLAN, FDM, INED, INES, INRA, INSA, INSEE, MEDEF

Les inégalités source d'injustices **Les abréviations**

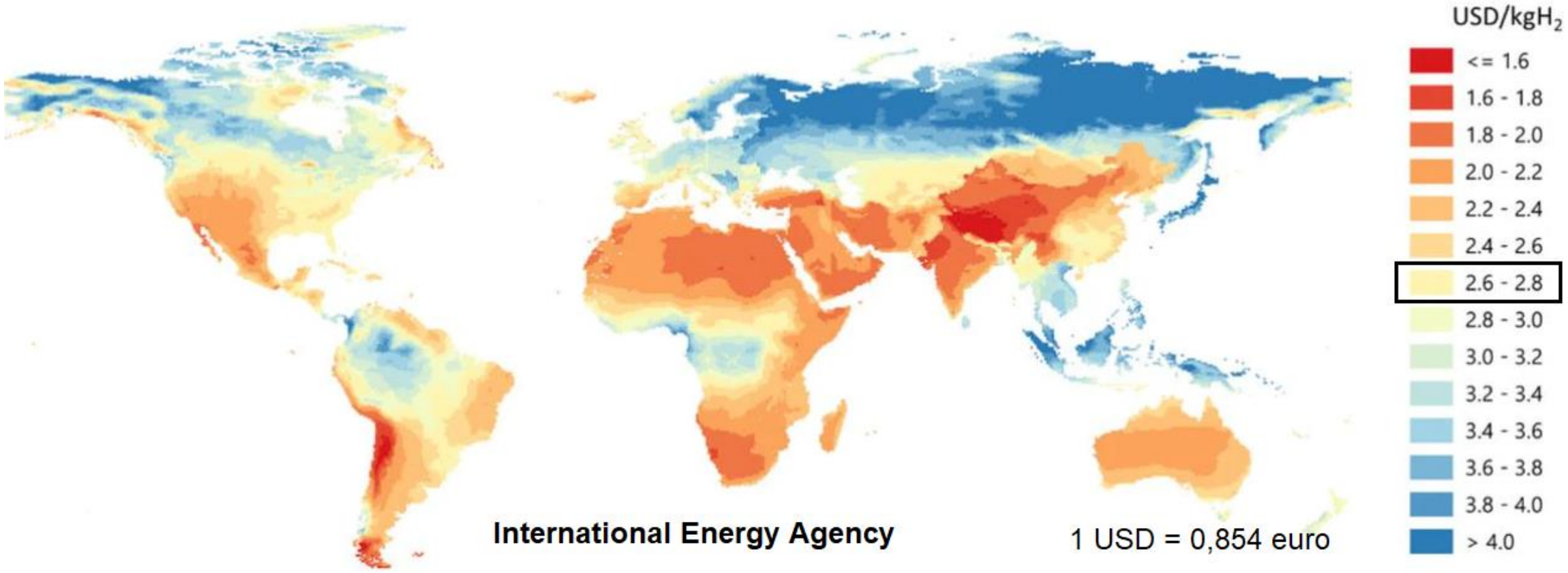
Le mélange des genres ?

figure 91



Mettre l'éolien et le solaire voltaïque dans le même panier comme cela est le cas dans la figure ci-contre pour estimer le prix du kWh électrique d'origine renouvelable est un non-sens. Le fait que le prix du kWh électrique allemand et danois soit pratiquement le double de ce qu'il est en France ne signifie pas nécessairement que le prix du kWh électrique d'origine solaire est aussi élevé. Il signifie seulement que ces pays ont développé l'éolien très (trop) rapidement. Une décision hâtive qui ne sera pas génératrice, on peut l'espérer de déceptions amères sur le plan social. La France jusqu'ici à la traîne sur le plan mondial pour le photovoltaïque vient de prendre une décision sur le plan parlementaire incitant aux renouvelable qui devrait diviser par deux la fiscalité sur le voltaïque. De cet allègement pourrait résulter une multiplication par cinq de la puissance photovoltaïque installée en France selon la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE). Cette puissance passerait à 44,5 GW en 2028. Cela ne signifie naturellement en aucun cas que la production voltaïque sera équivalente à celle d'une trentaine de centrales nucléaires de 1500 MW vu que la puissance délivrée n'est pas constante comme le nucléaire mais on commence à percevoir comme le souhaitait Nicolas Hulot un ''changement d'échelle''

Coût de l'hydrogène produit par le voltaïque et l'éolien sur le long terme



International Energy Agency

1 USD = 0,854 euro

Les chiffres de l'IEA indiqués dans le petit rectangle indiquent que le coût moyen mondial d'un kg d'hydrogène produit avec l'électricité d'origine renouvelable (solaire + éolien) est voisin de 2,7$ (USD) ou 2,3€ le kg. Lorsque l'on sait que la combustion de ce kg d'hydrogène liquide libère environ 33 kWh* on observe un coût moyen du kWh thermique provenant de la combustion de l'hydrogène voisin de 7 cts d'€ .

Un taux très probablement plus élevé que celui consenti aux compagnies aériennes mais qui reste raisonnable vu les avantages environnementaux. On mesure ici l'avantage qu'il y a de créer l'avion à hydrogène évoqué précédemment. Une évolution freinée par ces accords internationnaux qui dispensent les compagnies aériennes de toute taxe sur le kérozène, le seul combustible d'origine fossile à être dispensé de taxe.

* Un chiffre à comparer aux quelque 12 kWh délivrés par la même masse de kérozène

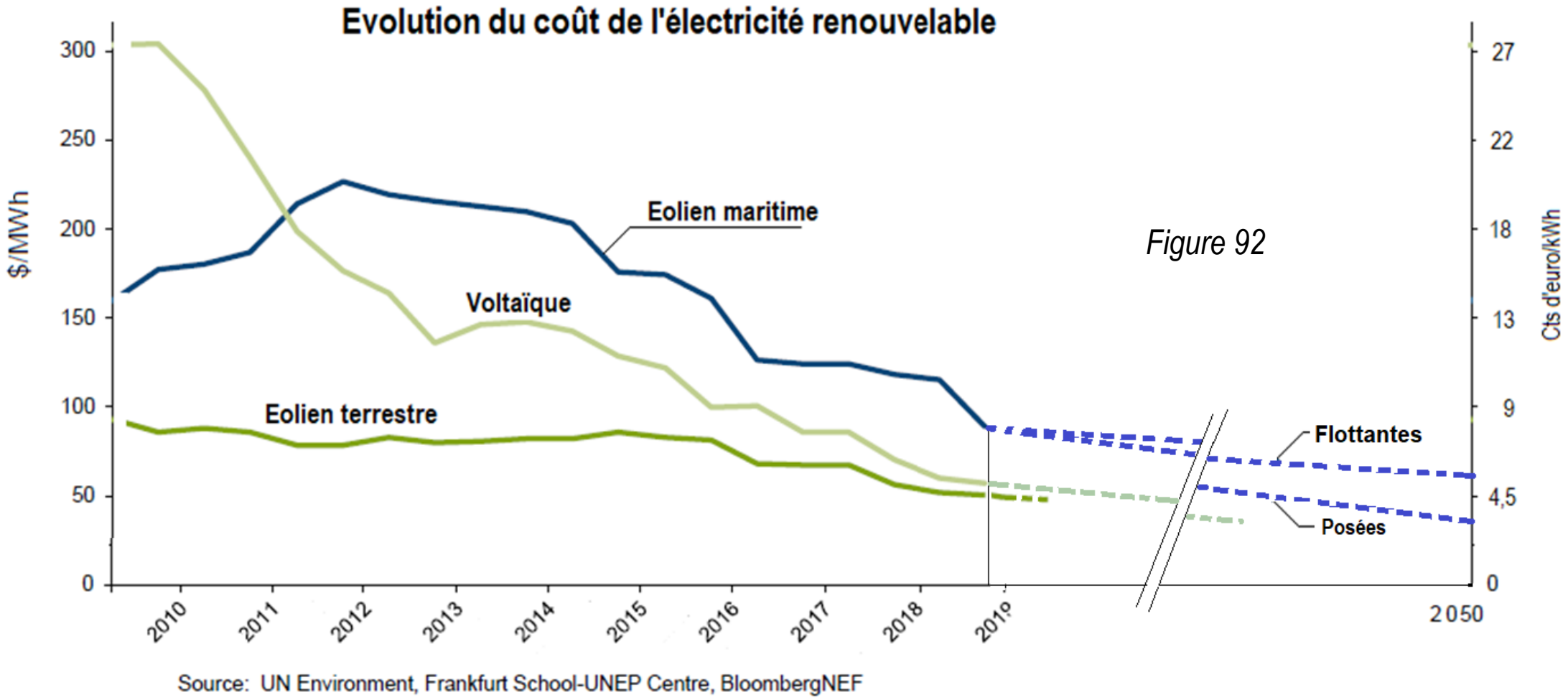


Figure 92

Un récent rapport de l'IRENA (Agence Internationale des Energies Renouvelables) révèle qu'en seulement dix ans, le coût de l'électricité a baissé de 85 % pour le photovoltaïque industriel, 68 % pour le solaire thermodynamique, 56 % pour l'éolien terrestre et 48 % pour l'éolien offshore.

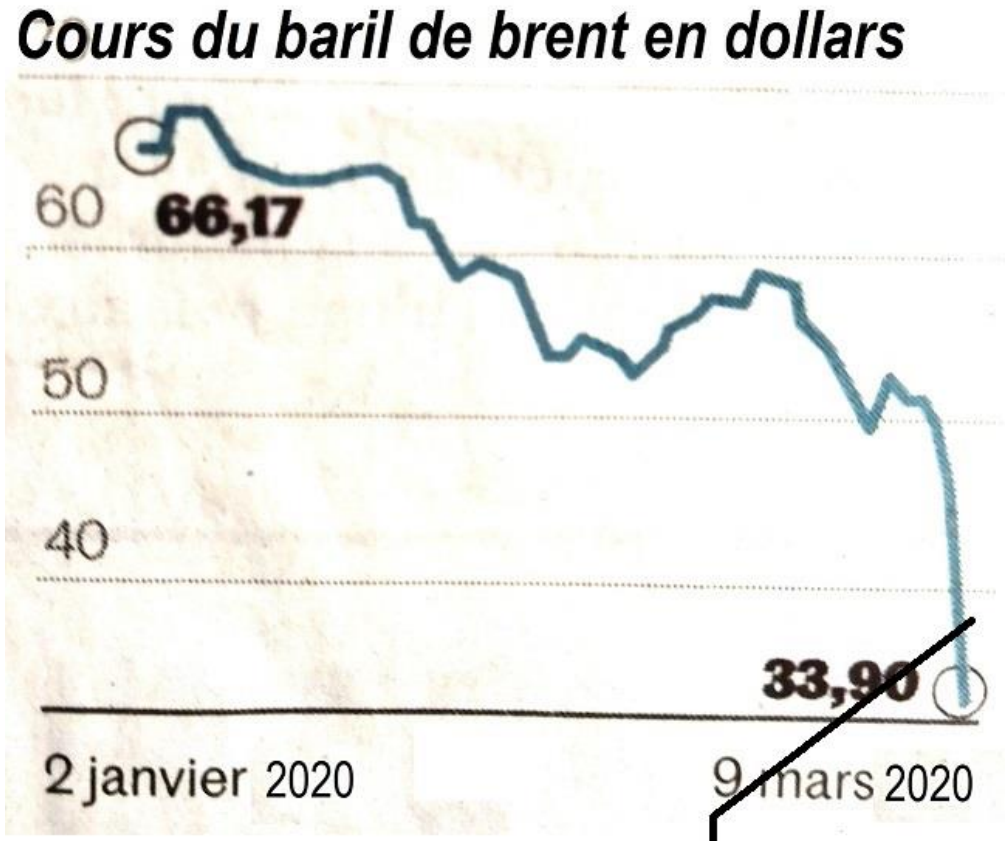
Le prix de revient du kWh électrique renouvelable obtenu avec les nouvelles techniques évolue régulièrement à la baisse. L'avenir du nucléaire français en raison du prix de revient élevé du kWh produit avec cette chaine énergétique est à la peine. Cet état de fait pose problème à l'Europe qui envisage mettre en place le projet Hercule consistant à scinder EDF en trois pôles:

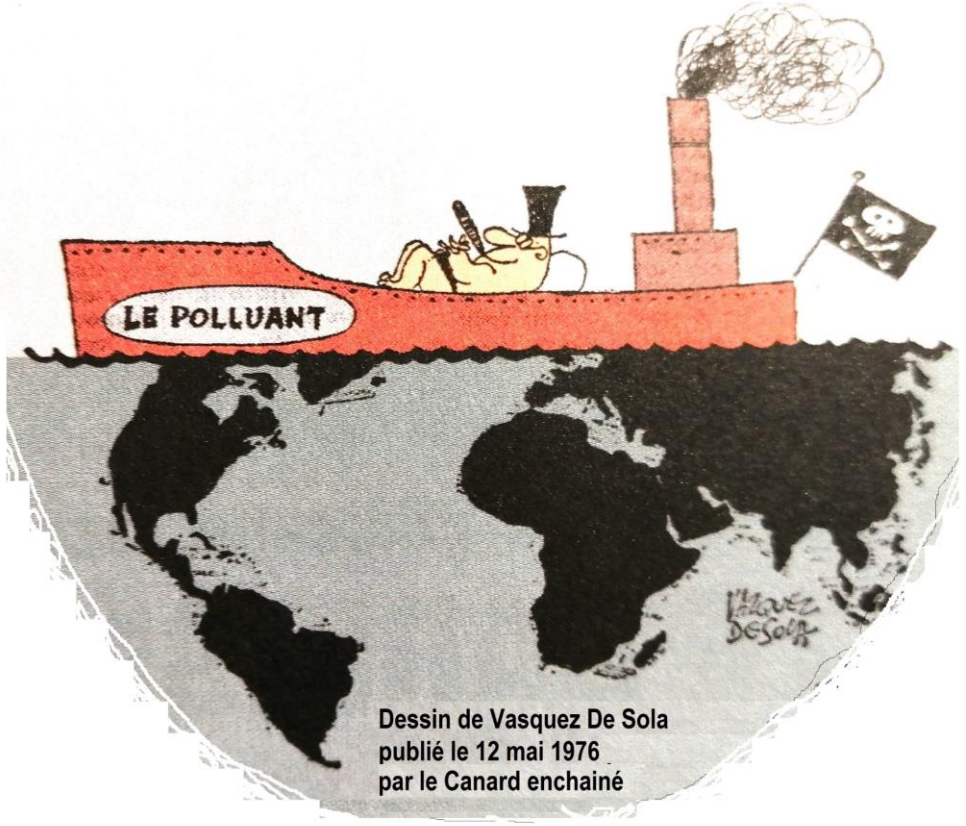
- un premier pôle serait chargé de la production nucléaire et thermique (EDF bleu),
- un deuxième aurait la charge des concessions hydroélectriques (EDF Azur)
- un troisième (EDF vert) regrouperait tout le reste, notamment le solaire, l'éolien et la gestion des réseaux :

il semble évident pour former un système cohérent - en supposant que ces pôles prennent place- qu'ils collaborent étroitement entre eux sans entrer en concurrence les uns avec les autres. Ceci compte tenu du fait que les actions qu'ils vont devoir prendre sont complémentaires et étroitement associés. Chacun d'eux devra avoir conscience du rôle que l'on attend de lui :

- le premier prendre conscience qu'il faut remettre à sa place l'énergie thermique et abandonner l'effet joule pour la générer
- le deuxième concentrer son action sur le stockage de masse de l'énergie électrique
- quant au 3eme, force est de constater qu'il va devenir le pôle le plus important et le plus utiles pour notre devenir énergétique.

Voilà près de 10 ans qu'EDF se plaint d'être obligé par l'Union européenne de vendre à ses concurrents et à bas prix une partie non négligeable de l'électricité produite par ses 58 réacteurs nucléaires. Ceci dans le cadre de la loi Nome et à un prix fixe de 42 € le MWh (4,2 centimes d'€ le kWh) Un prix probablement inférieur au prix de revient et qui se trouve être sensiblement 4 fois plus faible que celui facturé à l'utilisateur c'est-à-dire vous et moi. Les contribuables commencent heureusement à prendre conscience que ce sont eux qui vont passer à la casserole et payer la différence. Ceci en remboursant à l'état qui est majoritaire à 70% chez EDF, un établissement transformé en société anonyme en 2004. Quant à cette différence, si nous ne mettons pas fin à cette débauche, elle va par la force des choses grossir maintenant rapidement en raison des frais d'entretien qui vont être décuplés en raison de la vieillerie de notre parc nucléaire



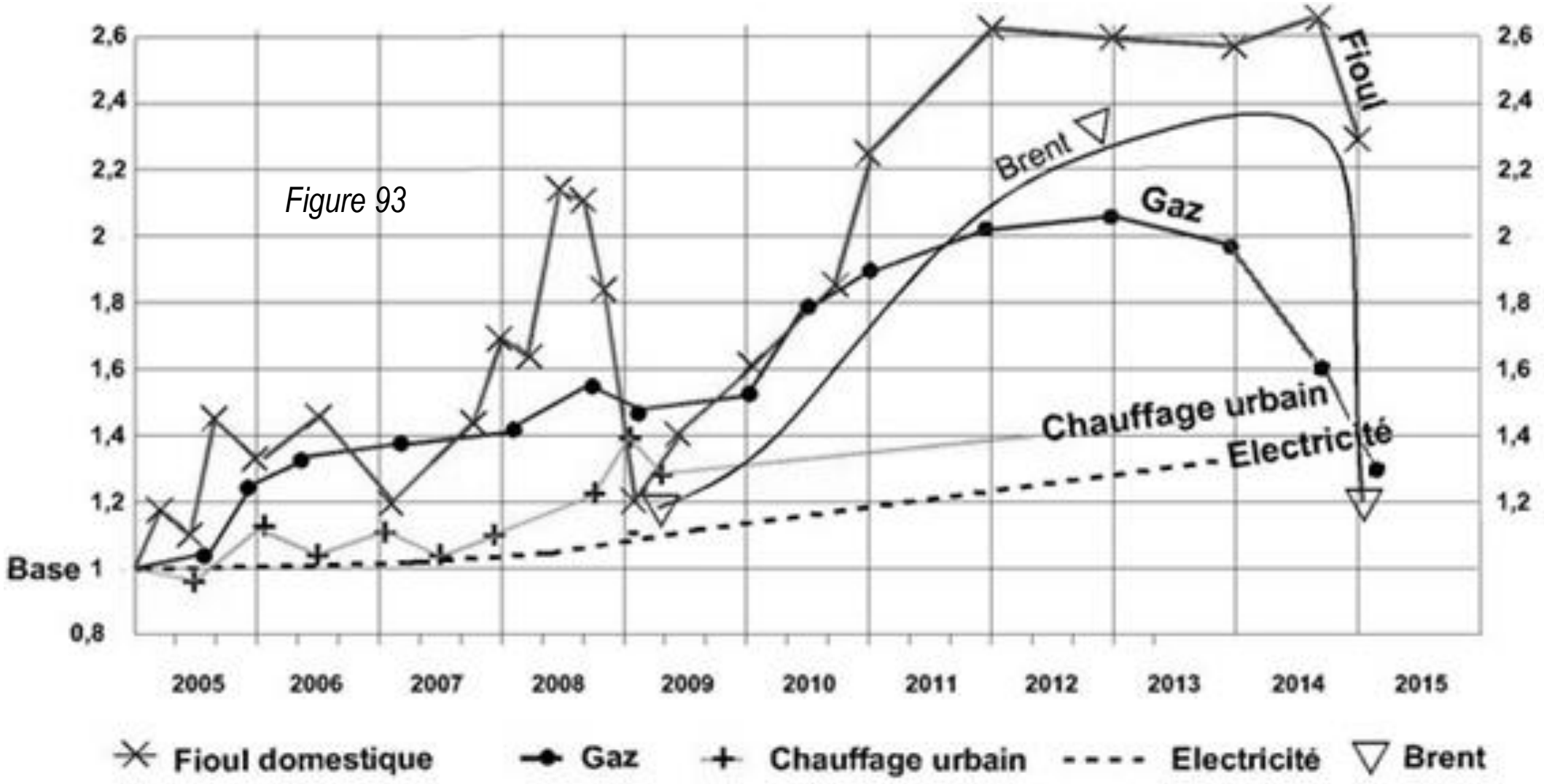


Vu qu'un baril c'est 159 litres et que un dollar c'est 0,8264 € le litre de brent capable de délivrer 10 kWh est à 10,25 cts d'€ et le kWh thermique à environ 1 cts d' €

« Le courage, c'est de chercher la vérité et de la dire » *Jean Jaurès*
« Une idée devient une force lorsqu'elle s'empare des masses » *Karl Marx*

Le coût de l’énergie thermique selon la chaîne énergétique

Figure 93



Les EnR et l'aspect financier

Selon l'Agence Internationale pour les Energies Renouvelables (IRENA) et l'ADEME le coût de production du MWh électrique éolien a baissé ces dernières années de plus de plus de 10% par an qu'il s'agisse du terrestre ou de l'offshore. Quant à leurs estimations à l'horizon 2050 elles confirment cette tendance. Et ceci : 24 et 54 €/MWh pour l'offshore posé contre 58 à 71 €/MWh pour les éoliennes flottantes. De ce fait la production des énergies renouvelables ont de moins en moins besoin de fonds publics ce qui est loin d'être le cas du nucléaire. Au Brésil et au Portugal, de nouveaux records ont été atteints durant l'été 2019 lors de mises aux enchères où les gagnants ont remporté les marchés pour un coût proche de 1,5 c€/kWh.

Le constat est le même en ce qui concerne le secteur photovoltaïque, une filière qui a connu une baisse record du MWh de 77% en 8 ans ! On conçoit en observant la simplicité de la chaîne énergétique solaire par rapport à l'éolien qu'elle soit comparativement encore moins onéreuse pour l'utilisateur. Il faut dire que les milliards investis par la Chine dans la production de panneaux photovoltaïques ont initiés une concurrence entre la Chine et l'Europe qui va être salutaire pour le consommateur européen. L'axiome de Balendard *"l'absence de concurrence est une plaie pour celui qui attend et une niche pour celui qui entreprend"* prenant ici tout son sens et il est probable que la tendance sera la même pour le voltaïque que pour l'éolien

Le moment est venu où il deviendra plus rentable de produire de l'électricité renouvelable qu'elle soit voltaïque ou éolienne que par une source fossile charbon, pétrole ou gaz confondus. Le refus récent par l'Europe de financer la mise en œuvre de ce type de centrales prouve une prise de conscience à ce niveau. Ceci dit les commentaires ci-dessus ne concernent que la *production* électrique. En ce qui concerne sa *consommation* des organismes comme l'ONU ou l'OCDE devrait reprocher à l'exécutif et aux parlementaires français sa politique énergétique mal ciblée qui ne se préoccupe pas assez de la nature de nos chaînes énergétiques. Ceci particulièrement pour un des secteurs les plus émetteur de gaz à effet de serre, celui du chauffage urbain. Ceci en négligeant l'impact économique lié à la création d'emplois qui pourrait résulter d'une modification de nos 2 chaînes énergétiques sur le territoire national. Les lutins thermiques estiment à ce sujet qu'une stratégie énergétique plus axée vers la génération d'EnR thermiques (particulièrement grâce à la géothermie, aux réseaux de chaleur et aux pompes à chaleur), permettrait de réduire davantage nos émissions de GES et le prix de l'énergie thermique rendue dans les pièces de vie, Ceci qui plus est en créant des emplois durables supplémentaires. Mais tous ces montants n'évoquent pas le coût sociétal du réchauffement climatique. Plusieurs études financières notamment le rapport de 2006 de Nicholas Stern (ancien chef économiste et vice-président de la Banque mondiale) ont chiffrés le coût du dérèglement climatique, ou pour être plus précis le coût de l'inaction climatique.

Comparaison prix de l'électricité ENR ou pas

Prix de l'électricité (Source Ademe)

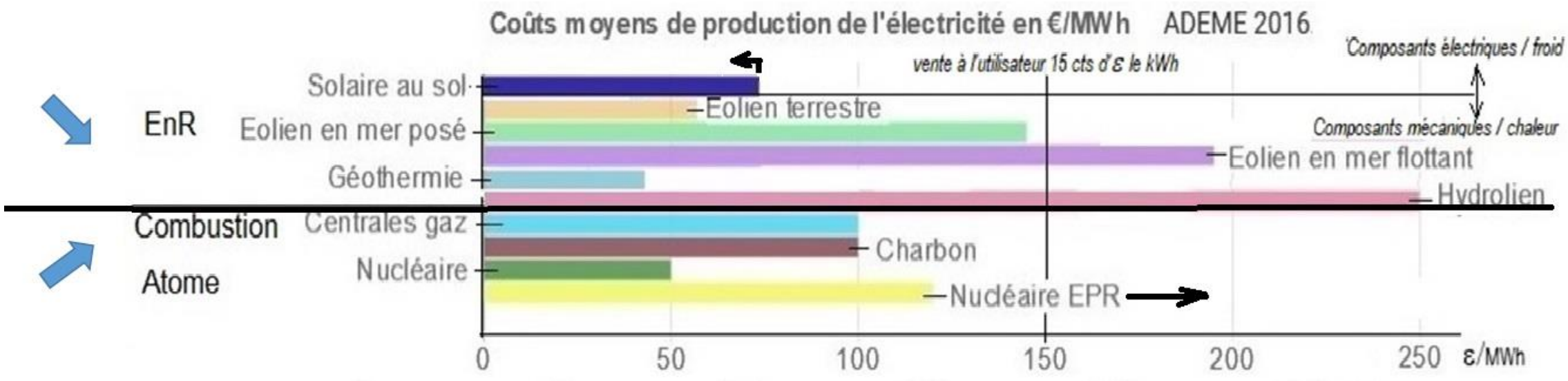
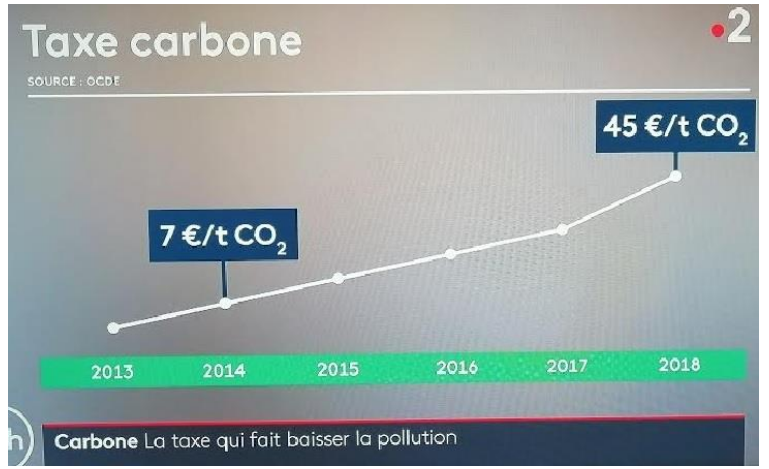


Figure 94

Le plus difficile va être de gérer les mouvements financiers qui conditionnent la profitabilité.



Au moment de notre transition énergétique, il va falloir pour reprendre les termes de l'IESF « relever les défis d'une économie prospère et responsable ». Un aspect financier beaucoup plus important sera celui de la fiscalité appliquée par les pouvoirs publics à l'énergie. L'image ci-contre qui concerne la fiscalité associée à la combustion des produits fossiles et leur commercialisation permet de prendre conscience que les sommes récoltées par cette fiscalité devront être en accord avec les dépenses à prévoir pour les infrastructures évoqué au &2 qui peuvent être considérables. Les sommes récoltées devront tenir compte de la dépendance de l'Union Européenne aux énergies fossiles et de l'insuffisance de sa production ENR par rapport à la consommation qui est encore telle qu'elle doit importer sensiblement la moitié de ce qu'elle consomme voire plus (Selon Eurostat, en 2017, plus de la moitié à savoir 55,1 % de l'énergie brute disponible de l'UE-28 provenait de sources importées sous forme de pétrole et gaz naturel).

La taxe carbone, outils fiscal créé pour rééquilibrer les prix de l'énergie et contribuer à plus de justice sociale a été mal expliqué par l'exécutif et en conséquence mal compris par les gilets jaunes ce qui a créé de graves mouvements sociaux qui aurait probablement pu être évité. Quant à stabiliser provisoirement le niveau de cette taxe à 50 € la tonne de gaz carbonique générée alors qu'il devait atteindre 100 € en 2022 il est claire que cela ne doit pas conduire à l'abandon de cette fiscalité. La captation du CO2 que l'on appelle aussi la réduction du CO2 avant qu'il ne se dissipe dans l'atmosphère pourrait être réaliser en ré injectant par exemple le CO2 dans le sol. Cela coûterait environ 80 € la tonne et il ne faut donc pas s'étonner que rien ne soit encore fait à ce sujet ceci d'autant que les masses à réduire sont excessivement importantes. Vu ce qui va se passer avec les centrales à charbon dans le monde lors de ces deux ou trois prochaines décennies c'est de toute façon la catastrophe annoncée. Les conséquences de la non réduction du CO2 vont nous coûter beaucoup plus cher que sa réduction en elle-même. Pour mieux comprendre ce qui résulte de cette décision il faut passer par les chiffres. En générant un kWh thermique avec la combustion du gaz naturel on émet environ 250 g de CO2 (sensiblement 2 fois plus avec le fioul). Si on multiplie des ***g/kWh*** *par des* ***€ /g*** *on obtient des* ***€ par kWh****. 100 € la tonne de gaz carbonique c'est 100 x* 10^{-6} ***€ /g.*** *La taxe carbone est alors de 250 x 100 x* 10^{-6} *=* ***0,025 €/kWh.*** *Pour changer d'échelle comme le souhaite Nicolas Hulot il faudrait doubler le prix du gaz naturel en instituant une taxe carbone nettement plus élevée que ce qu'elle est actuellement. Son raisonnement tient la route vu que lorsqu'il n'y aura plus de pétrole dans quelques 50 ans son prix sera infini et on ne pourra plus le taxer vu qu'il y en aura plus. Les conséquences seront alors beaucoup plus lourde pour l'humanité et il faudra alors changer encore plus radicalement notre modèle économique ce que nous pouvons encore éviter actuellement*

Prix de l'énergie thermique renouvelable pour l'utilisateur

L'énergie thermique renouvelable prélevée dans la rivière ou sa nappe libre ainsi que dans l'eau géothermale est gratuite mais il faudra bien que l'état équilibre ses comptes vu les frais qui vont devoir être engagées pour la mise en place du réseau. Dans la pratique il y aura deux types de facturation, à savoir:

- *la facturation au syndic de l'énergie thermique renouvelable distribuée par le réseau hydraulique à l'immeuble. Cette facturation sera facile à faire à partir d'une mesure du débit d'eau consommé et du niveau de température sur la partie amont du réseau, ou, pour être plus précis à l'entrée de l'évaporateur de la pompe à chaleur.*
- *quant à la facture dans chaque appartement privatif elle sera faite au prorata des tantièmes chauffage comme cela se pratique aujourd'hui. Ceci pour des raisons évidentes qui relèvent de l'absurdité associé à la mise en place de tout matériel supplémentaire dans le cadre d'une meilleure individualisation des frais chauffage*

Prix de l'électricité associé à la PAC pour l'utilisateur

Au moment où le climat social est tendu il va appartenir à la France qui souhaite se mettre en position de leader concernant notre transition énergétique d'investir plutôt dans le développement des énergies renouvelables que dans la prolongation de son parc nucléaire. Nous sommes à ce sujet en passe d'évoluer progressivement d'un réseau unidirectionnel vers un réseau bidirectionnel. Ceci avec un compteur individuel associé à chaque immeuble qui mesurent l'énergie consommée pour l'entrainement du compresseur de la pompe à chaleur et un syndic qui facture également à chaque appartement privatif et comme pour l'énergie thermique renouvelable cette consommation électrique au prorata des tantièmes chauffage

Si des panneaux solaire voltaïques sont implantés sur la toiture de l'immeuble les dispositifs de comptage devront tenir compte non seulement ce qui est produit par le panneau solaire voltaïque mais aussi ce qui est prélevé sur le réseau principal voire même en fonction d'accord locaux l'excédent de production du panneau voltaïque par rapport au besoin qui serait vendu à un voisin par le propriétaire du panneau volcanique. Ceci pour alléger le réseau principal et de telle sorte que financièrement personne ne soit lésé. Se superposerait ainsi au comptage verticale habituel du réseau vertical actuel associé au nucléaire une multitude de comptages individuels latéraux de petite puissance. Internet et la notion de réseau informatique jouant un rôle financier important en ce qui concerne la facturation au différentes parties; Reste à confirmer si les compteurs Linky qui nous ont été plus ou moins imposés rentre dans ce cadre.

On diminue les pertes de puissance en ligne par effet Joule en utilisant des réseaux haute tension

L'Allemagne et la Belgique avec un prix moyen de l'électricité proche de 30 c€ du kWh caracolent en tête. La France et les Pays-Bas avec un prix moyen voisin de 17,5 c€ du kWh se situe actuellement en 2018 au milieu du peloton mais il serait prévu de nouvelles hausses en 2020 (4% en janvier) Ceci après une hausse supérieure à 7 % en 2019

En 2010, l'Etat français que l'on peut assimiler à l'EDF vu qu'il et majoritaire a mis sur pied une concurrence purement artificielle consistant à vendre l'électricité nucléaire à ceux qui sont des concurrents d'EDF (Total, Engie...) à un tarif réglementé, fixé actuellement à 42 €/MWh et ceci jusqu'à un plafond annuel de 100 TWh. Et ceci vu le prix de revient actuel de l'électricité nucléaire beaucoup plus important en vendant pour finir à perte ce qui est normalement interdit par la loi.

Facteur aggravant il serait même prévu que le plafond de 100 TWh soit revu prochainement à la hausse. Par ailleurs, EDF, dans une situation financière délicate résultant de son orientation excessive vers le nucléaire plaide de son côté pour que soit revu à la hausse le tarif réglementé, jugé trop bas pour couvrir ses coûts croissants. Si cette hausse est validée par la Commission Européenne, elle risque de peser lourd dans le budget des ménages avec ce déséquilibre inacceptable: à savoir 180 € pour un ménage se chauffant à l'électricité, et + 60 € pour celui se chauffent au gaz. cela au moment où l'Europe souhaite dans son intérêt abandonner les produits fossiles !

Ceci en créant des unités de production d'énergies électriques proches de l'utilisation soulageant le réseau électrique nucléaire actuel voire indépendant de celui-ci. La France divisée en 36 000 communes, un nombre extrêmement élevé est d'ailleurs propice à ce genre de réalisation.

Il est probable à ce sujet que la priorité d'injection des énergies renouvelables électriques dans le réseau va prendre fin. Plusieurs déclarations récentes de responsables publics de haut niveau convergent d'ailleurs en ce sens

Le miroir aux alouettes de la PAC à un € a créé un manque de confiance à l'encontre de l'exécutif.

Il ressort de l'étude du GIEC que pour maintenir le réchauffement climatique dans des proportions raisonnables évitant le pire à l'humanité, il faudrait que la communauté internationale investisse annuellement sensiblement 2000 milliards d'€ sans d'ailleurs préciser la durée.

Vu que l'humanité c'est 7 milliards d'habitant je suis près en tant que Maître d'ouvrage à placer dans la balance la part qui m'incombe, à savoir 285 € annuellement pendant 10 années consécutives. Ceci à condition de bénéficier d'un système allant dans le sens de la « Solar Water Economy » à l'échéance. Une « Solar Water Economy » constituée de deux grands blocs l'un associé à l'enthalpie pour ce qui concerne la génération thermique l'autre à l'hydrogène pour ce qui concerne le stockage de l'électricité. Nous venons de voir que le besoin en énergie de la région IDF pourrait être satisfait ainsi en ne faisant appel ni au nucléaire ni aux énergies fossiles. Et ceci en évoluant vers l'atténuation du climat plutôt que vers son aggravation. Cette période de 10 ans me paraît en effet nécessaire et je l'espère suffisante vu l'urgence qu'il y a à mettre en place les infrastructures permettant de sortir de l'immobilisme actuel (raccordement en eau non potable des immeubles dans la cadre du réseau de chaleur, mise en place des apports géothermiques et des centrales de pompage, dispositif de stockage de l'énergie électrique).

Il va appartenir à notre Président de convaincre. La tache risque d'être lourde vu qu'il lui faudra convaincre non seulement les gilets jaunes, mais aussi la Russie, 1er fournisseur en gaz de l'Union européenne. Il lui faudra convaincre ce pays que son intérêt est d'adhérer à ce mode d'action même si les volumes de gaz russe acheminés vers l'Europe seront revu à la baisse. L'intérêt de l'Europe, Russie confondu est en effet d'évoluer dans ce sens en montrant l'exemple de ce qu'il faut faire. Ce faisant les pays s'associant à cette vision sortirait grandit de cette épreuve. Le secrétaire général de l'OCDE ne disait-il pas qu'il vaut mieux faire partie de ceux qui établissent les règles plutôt que de se compter au nombre de ceux qui font le choix de les adopter.

Les énergies mécanique et thermique

L'écologie n'est pas, selon une enquête participative lancée par Arte en mai 2020, un état d'âme réservé uniquement aux plus fortunés d'entre nous. En effet à la question « l'écologie est-elle un truc de riches ? ». la grande majorité des plus pauvres répondent par la négative. Ceci s'explique par le fait qu'ils sont directement concernés par le problème. En effet bien qu'irresponsables pour l'essentiel de cette situation ce sont eux qui sont les plus impactés par les bouleversements climatiques et les problèmes environnementaux

Dans ce cas tout devrait être clair étant donné que dans une démocratie c'est la majorité qui l'emporte et qu'il y a plus de pauvres que de riches. Il serait temps de mettre fin à une cacophonie qui se prépare sur les prix de l'énergie.

1 Voiture

ce qui assure le besoin et fait avancer une voiture c'est l'énergie mécanique

- avec le moteur à essence à 1,4 € le litre et vu le rendement moyen d'un moteur à essence qui "sort" environ 4 kWh mécanique par litre d'essence c'est le kWh mécanique à 0,35 €

- avec le moteur électrique au rendement amélioré qui "sort" environ 9 kWh mécanique pour 10 kWh électrique à 30 cts d'€ le kWh c'est le kWh mécanique à 30/9 = 0,33 €

il y a équilibre nous sommes sur la bonne voie

2 Chauffage habitat

ce qui assure le confort c'est l'énergie thermique

- avec une chaudière fioul et le litre de fioul à 1 € qui "sort" 10 kWh thermique c'est le kWh thermique à 10 cts d'€

- avec un chauffage thermodynamique échangeant sur l'eau avec un COP de 5 c'est sensiblement 10 kWh thermique pour 2 kWh électrique.

Soit avec un prix du kWh électrique à 10 cts d'€ un prix du kWh thermique égal à 2 cts d'€

Nota sur le radiateur électrique à effet joule

Il "sort " quant à lui 10 kWh thermique pour 10 kWh électrique. Avec un prix du kWh électrique à 10 cts d'€ c'est le prix du kWh thermique lui aussi à 10 cts d'€ n'est pas comme le gaz dans la course.

Suite à ce qui précède on peut espérer que l'exécutif français va comprendre les enjeux et adopter une politique de prix qui incitent les acteurs à évoluer vers les ENR. Les compteurs dits intelligents du type *linky* étant capable faire la distinction entre d'électricité destiné à la voiture électrique ou celle destinée au compresseur de la pompe à chaleur la facturation ne devrait pas en principe poser problème.

Une politique de prix discutable?

Concernant l'énergie électrique il semble curieux, voire anormal, qu'EDF soit obligé par l'Union européenne de vendre depuis près de 10 ans à ses concurrents, une partie non négligeable de l'électricité produite par ses 58 réacteurs nucléaires. Ceci d'autant que dans le cadre de la loi Nome ce prix de vente a été fixé à 42 € le MWh (4,2 centimes d'€ le kWh) un prix beaucoup plus faible que celui facturé à l'utilisateur c'est-à-dire vous et moi. Cette concurrence artificielle probablement créée avec l'espoir de baisser le prix de l'électricité pour l'utilisateur a été un échec: le prix du kWh électrique est toujours sensiblement 3 fois plus élevé que celui du kWh gaz. Un décalage de prix orientant le consommateur vers les produits fossiles alors que c'est, on le sait maintenant, la mauvaise voie. La France qui se veut leader de la transition énergétique depuis la COP 21 donnant en quelque sorte avec cette fiscalité difficilement compréhensible l'exemple de ce qu'il ne faut pas faire.

Le kWh cumac et le temps qui passe ?

La notion de *kWh cumac* associée aux Certificats d'Economie d'Energie (CEE) est censé aider financièrement tous ceux qui par besoin doivent maintenir à moindre coût une température de confort dans leur logement.

Il s'agit d'une vision financière sur le long terme liée au retour sur investissement (RSI) qui aurait pour objectif de solutionner les problèmes financiers de la majorité d'entre nous. la formule ci-dessous permet de comprendre :
Montant du CEE (exprimé en kWh cumac) = Gain annuel d'énergie (kWh) x Durée de vie du produit installé
(la plupart du temps plusieurs dizaine d'année)

Vis-à-vis de ceux qui ont du mal à joindre les deux bouts en fin de mois cette notion de *kWh cumac* tente d'instaurer l'idée selon laquelle nous pourrions vous et moi faire des économies financières grâce à ce dispositif ! La loi POPE associée à ces CEE qui aurait pour objectif principal de limiter la consommation énergétique des foyers serait la bienvenue vu que son application pourrait diminuer significativement les émissions de gaz à effet de serre.... Une diminution qui s'obtiendrait sans affecter notre confort et ceci sans que les températures de réglage ne soient trop basse en hiver....

Voir aussi notre modèle économique selon le CSLT

UNE JUSTICE CLIMATIQUE ?

Il est assurément plus facile d'établir des lois que de les respecter. On a observé cela à l'occasion de la Loi sur la Transition Energétique et la Croissance Verte (LTECV). Une pétition sur le climat nommée *l'Affaire du Siècle* lancée fin 2018 par la *Fondation pour la Nature et l'Homme* créé par Nicolas Hulot, *Greenpeace* ainsi que deux autres organismes a reçu près de 2 millions de signatures en 3 semaines en créant un engouement sans précédent. Il en a résulté que ces organismes ont décidé d'attaquer l'État français en justice avec un recours en carence fautive pour son incapacité à mettre en œuvre des mesures allant dans le sens d'une réduction significative de nos émissions de gaz à effet de serre. Il serait tout de même regrettable que la France organisatrice de la COP21 sur le climat et considérée pour un temps comme leader dans ce domaine soit pénalisée par l'Union Européenne habilitée à sanctionner les États qui manquent à leurs engagements climatiques. Il ne s'agit plus maintenant pour l'État français de créer de nouvelles lois mais de respecter celles qu'il a déjà établi. Quelque soit les sentiments personnels que l'on a pour Nicolas Hulot on va bientôt s'apercevoir qu'il a raison sur le fond lorsqu'il estime que la solution n'est pas de "s'adapter" au système existant mais de s'impliquer dès à présent dans ce qui va être selon ses propres termes une "mutation sociétale". Nous allons très prochainement être contraint de remplacer nos chaînes énergétiques actuelles d'un autre âge en ce qui concerne la climatisation de nos logements et la motorisation de nos voitures. Notre intérêt est de mettre en œuvre cette transition sans plus attendre. Il y a en effet urgence vu la complexité du travail qui nous attend pour mettre en œuvre cette mutation tributaire du social, de l'écologie, de l'aspect scientifique, et de l'économie. Il y a urgence vu que nous avons déjà pris du retard alors qu'il s'agit d'une action à long terme qui pourrait s'échelonner sur une voire deux générations.

Albert Einstein avait raison lorsqu'il estimait que :
"La folie, c'est se comporter de la même manière et s'attendre à un résultat différent".

Le CIAT et la SWE ? Email envoyé le 30 novembre 2020 au responsable de la région IDF

Bonjour

Je suis un ingénieur en retraite spécialisé en mécanique des fluides. En tant que tel j'ai été missionné par un organisme nommé IESF situé en région parisienne pour faire un exposé sur la transition énergétique qu'il conviendrait d'adopter dans la pratique en région IDF. Je devais faire mon premier exposé à ce sujet ce mois-ci mais en raison du reconfinement celui-ci a été repoussé

J'ai profité de cette période de calme à domicile pour peaufiner le rapport que j'ai préparé à cette intention. Vous trouverez ci-joint son contenu. Comme vous pourrez le constater je suis dans cette étude arrivé à la conclusion que notre devenir énergétique en région parisienne passe par la remise en cause de nos deux modes de chauffage actuels de l'habitat : la combustion et le chauffage par effet joule.

Lors de cette étude je me suis petit à petit rendu compte que l'eau allait occuper une position centrale dans notre devenir énergétique. Les termes *"Solar Water Economy"* sont d'ailleurs souvent repris dans mon étude. L'orientation de votre société vers ces systèmes thermodynamiques échangeant sur l'eau expliquent ce mail

Convaincu que ces systèmes peuvent apporter une solution à nos problèmes actuels d'énergie, j'ai rajouté dans le chapitre 7 géographie de ce rapport une image extraite de vos documents. Merci de bien vouloir me donner votre accord pour cette insertion et de vérifier si les adresses email que vous avez mentionné dans cette figure sont toujours exactes. Un texte très court pourrait être inséré sous cette image

Pour votre information, j'ai dans le cadre du chauffage de l'immeuble où j'habite à Boulogne-Billancourt pris contact avec votre directeur technique il y a une dizaine d'années. Je souhaite renouveler nos contacts .

Cordialement

Balendard Lutin thermique

PS si un tel rapprochement devait se faire ce serait dans un premier temps en liaison avec nos 36 000 Maires de France et nos Politiques

Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme
6, rue de l'Est
92100 Boulogne-Billancourt.

Boulogne le 23 octobre 2018

Bonjour Monsieur Hulot

Je vous ai donné raison sur Goodplanet et Batiactu lorsque j'ai observé votre tristesse de voir que les choses n'avançaient pas comme elles le devraient concernant la transition énergétique.

Je pense que c'est vous qui avez raison : il va falloir changer d'échelle pour atténuer le réchauffement climatique

J'ai déjà eu l'occasion de mettre dans votre boîte aux lettres il y a environ 8 ans un petit livre sur *"La rivière et l'énergie"*. Je vous laisse également celui concernant *"La "Solar Water Economy avec la rivière".* Je pense que c'est cela qu'il va falloir faire pour la voiture individuelle en ville et pour assurer le confort thermique dans l'habitat.

En procédant de cette manière pour chauffer l'habitat il devrait y en avoir pratiquement pour tout le monde et nous devrions consommer environ 2,5 fois moins d'énergie non renouvelable en ville ce qui laisserait disponible de l'énergie électrique pour les futures voitures hybrides en laissant pratiquement le nucléaire sur la touche grâce principalement à la puissance du solaire voltaïque et l'aide des éoliennes.

Vous avez eu le mérite il y a environ 6 ans d'avoir soulevé avec force la nécessité du recyclage et d'avoir lancé autour de cette notion importante une dynamique dans ce sens (Je me rappelle de vos petits livres traitant de ce sujet). Une dynamique qui a initiée de nombreuses réalisations allant dans le bon sens pour notre environnement.

Pour cette raison je suis à votre disposition pour votre fondation.

Cordialement
Jean Grossmann

Mail jean.grossmann@gmail.com
www.rivieres.info
www.infoenergie.eu
le lien d'accès à mon livre
https://www.dropbox.com/s/8qx239tfez1wdhu/Epub.pdf?dl=0

FONDATION
POUR LA NATURE
ET L'HOMME

Monsieur Jean Grossmann
26 rue Vauthier
92100 Boulogne-Billancourt

Boulogne-Billancourt le, 24 octobre 2018

Monsieur,

Vous avez pris la peine de vous adresser à Monsieur Nicolas Hulot et nous vous remercions de votre attention.

Nicolas Hulot souhaite prendre un peu de recul et s'accorder un temps de réflexion pour quelques mois. Pour l'heure, nous n'avons pas reçu de consignes concernant le traitement des sollicitations ou des témoignages qui lui sont adressés.

Monsieur Hulot n'a pas repris d'activités au sein de la Fondation. Il n'a pas d'équipe dédiée à son agenda. Toutefois, nous conservons précieusement votre courrier en attendant les consignes de sa part.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations.

L'équipe de la Fondation

6 rue de l'Est
92100 Boulogne-Billancourt
01 41 22 10 70
www.fnh.org

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE
HABILITÉE À RECEVOIR DES DONS ET LEGS
SIRET : 412 884 454 000 23

Les aides financières inefficaces de l'état français

Complexes et difficiles à comprendre, elles sont assujettis

- à un contrôle technique :
  - **Audit collectif**
  - **UNPI** ?
  - Reconnu garant de l'environnement (RGE)
  - Association française des pompes à chaleur (**AFPAC**)
- à la qualité de la fourniture **Qualipac**

Elles sont aussi trop nombreuses :

- *Privatives* pour les plus démunis *avec* ***l'ANAH***
- *Collectives avec l'Ademe*
- Certificat d'économie d'énergie (CEE)
- Le fond chaleur renouvelable (FCR)
- *Bancaires* avec le prêt à taux zéro (PTZ)
- Cheque énergie

Inciter aux EnR en rendant l'aide inutile ?

L'état au service de l'individu ? ***Expliquer****…expliquer…expliquer*

L’aspect financier

Nul doute que l’équilibrage des prix du kWh électrique et gaz , va devenir nécessaire pour évoluer vers les renouvelables. Il n’empêche que le comportement de pays européens tels que l'Allemagne, le Danemark et la Belgique qui facturent leur électricité à l'utilisateur sensiblement 2 fois plus cher qu'en France... (30,9 cts d’€/kWh en Allemagne) peut aussi se comprendre. Il présente l’avantage d’attirer notre attention sur le fait que l'on ne peut continuer à dégrader à ce point une énergie noble comme l'électricité avec l'effet joule. Ceci d’autant qu'avec un COP de 6 et un chauffage thermodynamique échangeant sur l’eau, le prix du kWh thermique est rabaissé au niveau de celui du kWh gaz actuel de 5 cts d’€. Mais il n'y a malheureusement pas que le prix du combustible à prendre en compte. Reste bien évidemment le prix des infrastructures assurant la transition qu'il faudra bien mettre en place en affectant à minima l’aspect social. La vision actuelle de l'exécutif avec la pompe à chaleur individuelle à 1 €, à la rigueur discutable pour la maison individuelle en zone rurale est totalement dépassée avec l’immeuble en ville. Ceci étant donné qu'en ville il s'agit bien d'infrastructures et non d'actions individuelles. Il est raisonnable de penser qu'une fois mis en place par le pouvoir exécutif le réseau // d'alimentation en eau non potable à 15° C proposé dans le cadre de la SWE, chaque immeuble pourrait, donnant donnant, prendre à sa charge le financement de la chaufferie hybride avec mise en place dans son sous-sol de cette dernière tel que cela est expliqué dans le 2ème chapitre. À charge de l'exécutif de calculer quel doit être le prix facturé au syndic pour le m3 d'eau non potable. Ceci de telle sorte que le syndic servant de comptable, les rentrées financières correspondantes servent à financer sur le long terme les infrastructures et leur entretien RIEN DE PLUS. On pourrait ainsi espérer accorder les visions sociales et économiques de cette transition

Les acteurs de la transition énergétique, qu’il s’agisse des Maîtres d’œuvre où d’ouvrage, des corps de métier, des acteurs intérieurs où extérieur à la copropriété, des certificateurs, du législateur, de ceux qui vendent l’énergie viendront ensuite s’insérer naturellement en prenant comme base cette fiscalité nouvelle pour assurer leur rentabilité.

Les 2 théories de Cicéron. (55 Avant Jésus Christ)

« Les finances publiques doivent être saines, le budget équilibré, la dette publique réduite, l'arrogance de l'administration combattue et contrôlée, l'aide aux pays étrangers diminuée de peur que Rome ne tombe en faillite. Quant à la population elle doit encore apprendre à travailler au lieu de vivre de l'aide publique. »

La 2ème théorie de Cicéron:

1 – Le pauvre : Travaille,
2 – Le riche : Exploite le 1,
3 – Le soldat : Défend les deux,
4 – Le contribuable : Paye pour les trois,
5 – Le vagabond : Se repose pour les quatre,
6 – Le poivrot : Boit pour les cinq
7 – Le banquier : Escroque les six
8 – L'avocat : Trompe les sept,
9 – Le médecin : Tue les huit,
10 – Le croquemort : Enterre les neuf,
11 – Et le politique : Vit des dix.

7 Cartographie

La France, Paris et BB, densité urbaine et industrie, régions et départements, l'air et les zones climatiques, soleil et densité de population, risque sismique et carte de recherche, le nucléaire et l'urbanisation, l'eau et le ruissellement, les bassins versants les parcs nationaux , les aquifères superficiels et profonds, le réseau fluvial et électrique, la CIAT et la PAC eau-eau, le commerce avec nos voisins et les pesticides, et les écologistes, FAIRE

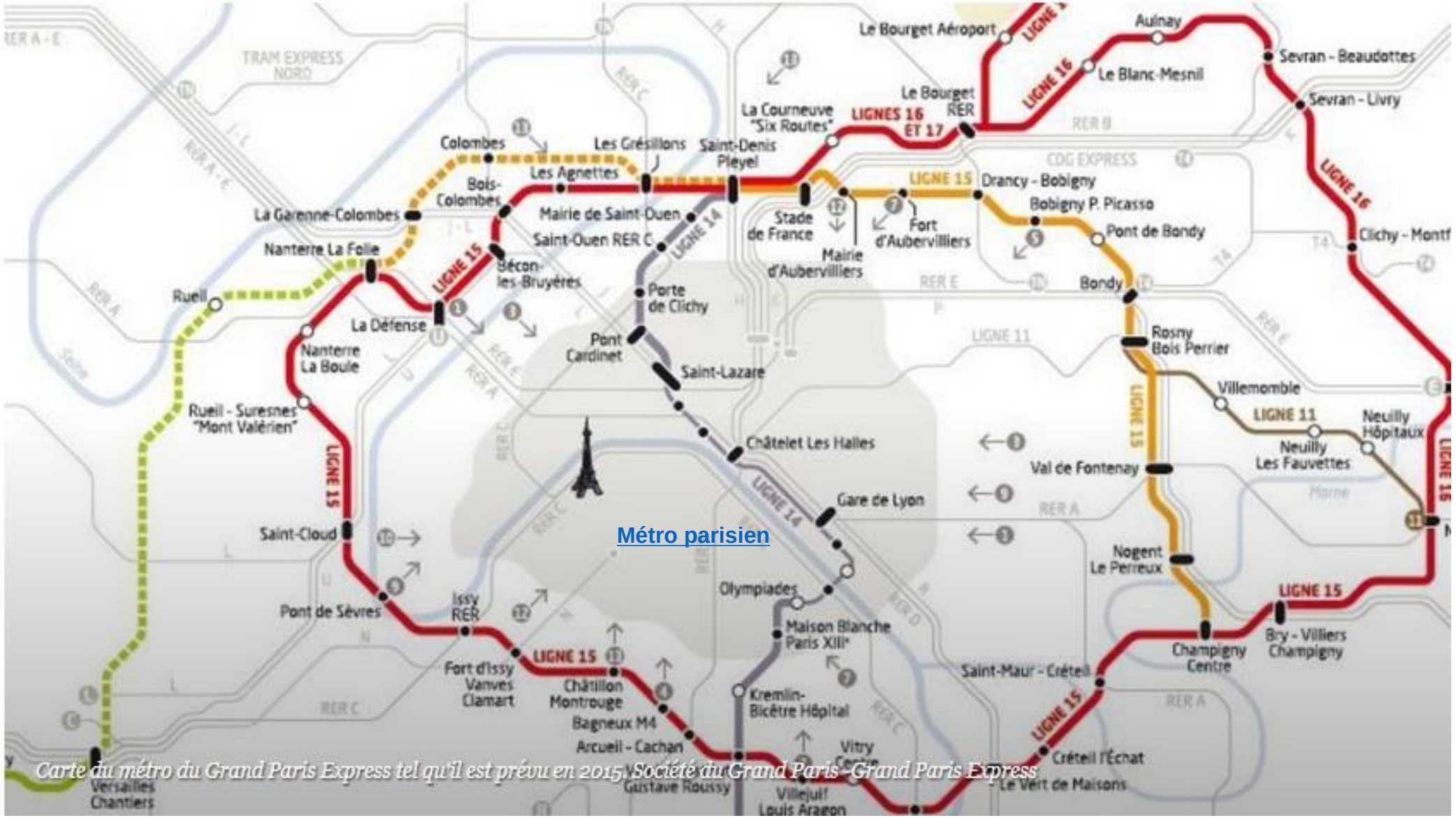
L'Europe Pays et population. L'ancienne yougoslavie. …la géothermie, le gaz, l'hydrogène ses fleuves et ses bassins versants, et le soleil

Le Monde Les pôles nord et sud, la Russie, la Corée et le Japon, la Chine et Hong Kong, les Indes, l'indonésie, les USA et le Canada, le Brésil et l'Argentine. L'Afrique et ses fleuves, l'eau et le soleil, son pétrole. Le Moyen Orient, l'Australie, mers et océans; densité de population, natalité, la croissance, migrations, le soleil, et l'eau douce. Les incendies, les métaux rares, le pétrole, le charbon, l'OCDE, le tourisme en train et le transport maritime, la vulnérabilite

Merci à Claude Allègre notre célèbre climatosceptique pour ses bons conseils regardant la cartographie

Paris

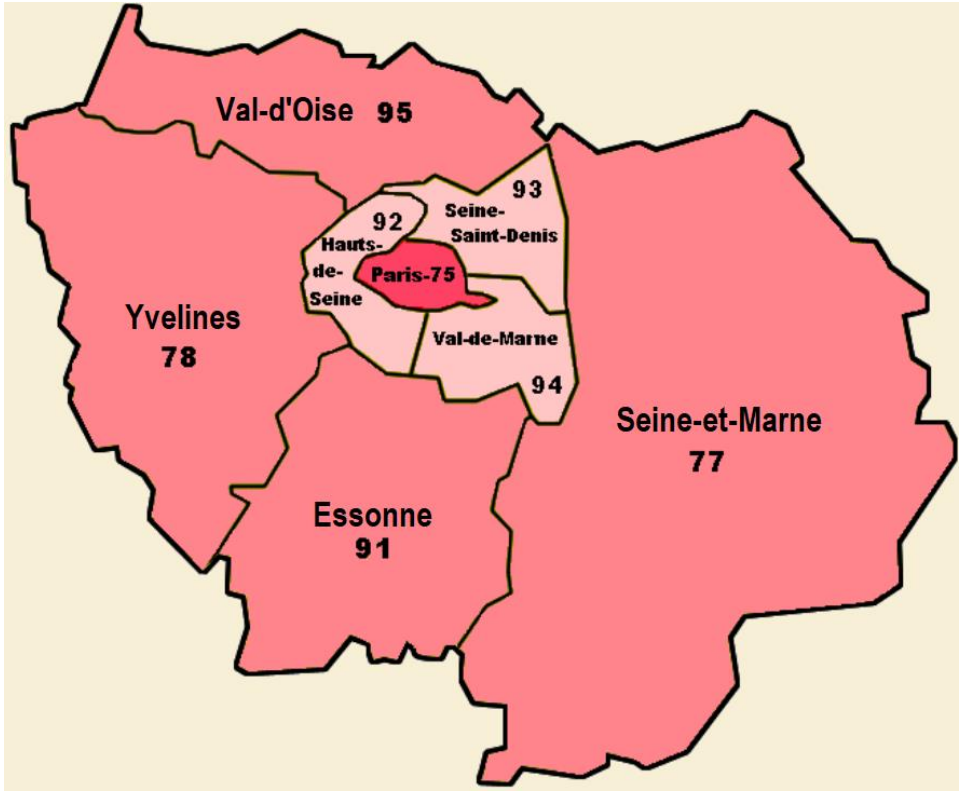
Le ‘’Grand Paris’’ des transports



Carte du métro du Grand Paris Express tel qu'il est prévu en 2015 / Société du Grand Paris - Grand Paris Express

La fin des embouteillages?

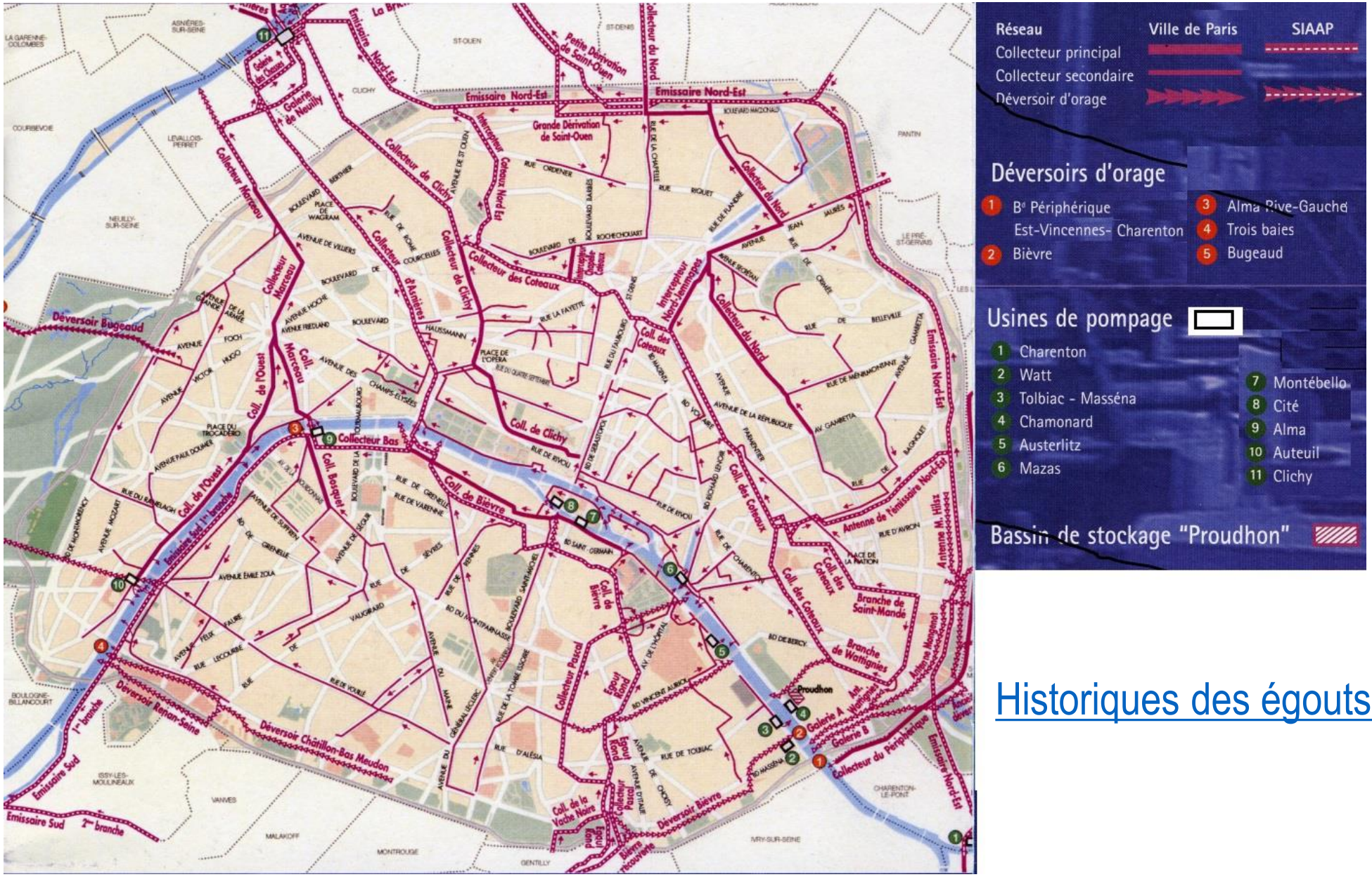
Le métro, ‘’petit Paris’’ des transports



La région IDF

[Quelques idées sur les zones inutilisées et les ponts de Paris]

Plan du réseau d'assainissement parisien



[Historiques des égouts parisiens]

figure 60

Boulogne Billancourt 92100 point de départ de la SWE ?

La Seine qui entoure Boulogne Billancourt est une opportunité qu'il serait dommage de ne pas saisir. Il faut espérer que les boulonnais vont prendre conscience que 3 doublets géothermiques DG1 à 3 (petits cercles blancs) devraient être suffisants pour assurer le chauffage de leur commune moyennant l'apport thermique de la Seine. Ceci en implantant 3 stations de pompage SP1 à SP3 à l'emplacement de ces 3 doublets géothermiques pour assurer la distribution d'un réseau d'eau non potable à la température de 15° (gros points noirs). Cette commune pourrait ainsi disposer à moindre cout d'une énergie thermique annuelle voisine de 3 x 14 000 x 8760 = 368 000 000 kWh pour une température moyenne de la Seine variant entre 5 et 15° .

La population de cette commune étant selon l'INSEE de 117 282 habitants avec une densité de population proche de celle de Paris intramuros cela correspond sensiblement à 3 150 kWh thermique par habitant proche du nouveau besoin de 3600 kWh (voir figure 15 page 25) . Ces travaux permettraient de généraliser le chauffage urbain pour l'habitat existant dans cette commune moyennant une amélioration (après accord du BRGM) du débit d'eau chaude géothermique qui a été limité par sécurité à 200 m3/h par doublet. Ceci sans desservir les habitants d'Issy les Moulineaux des avantages de leur centrale de combustion des ordures. De tels travaux aurait pu être mieux contrôlés que ne l'a fait jusqu'ici l'entreprise française IDEX qui a déjà réalisé à proximité d'Issy les Moulineaux ***un début de réseau*** *ayant permis à quelques habitants de Boulogne situés coté Issy les Moulineaux de bénéficier des avantages du chauffage urbain. Il est clair que si cette commune de raisonne dans le sens de l'intérêt général elle a intérêt à s'équiper d'un réseau hydraulique conforme à celui décrit aux pages 43 et 44.*

Pour mémoire Boulogne Billancourt c'est:

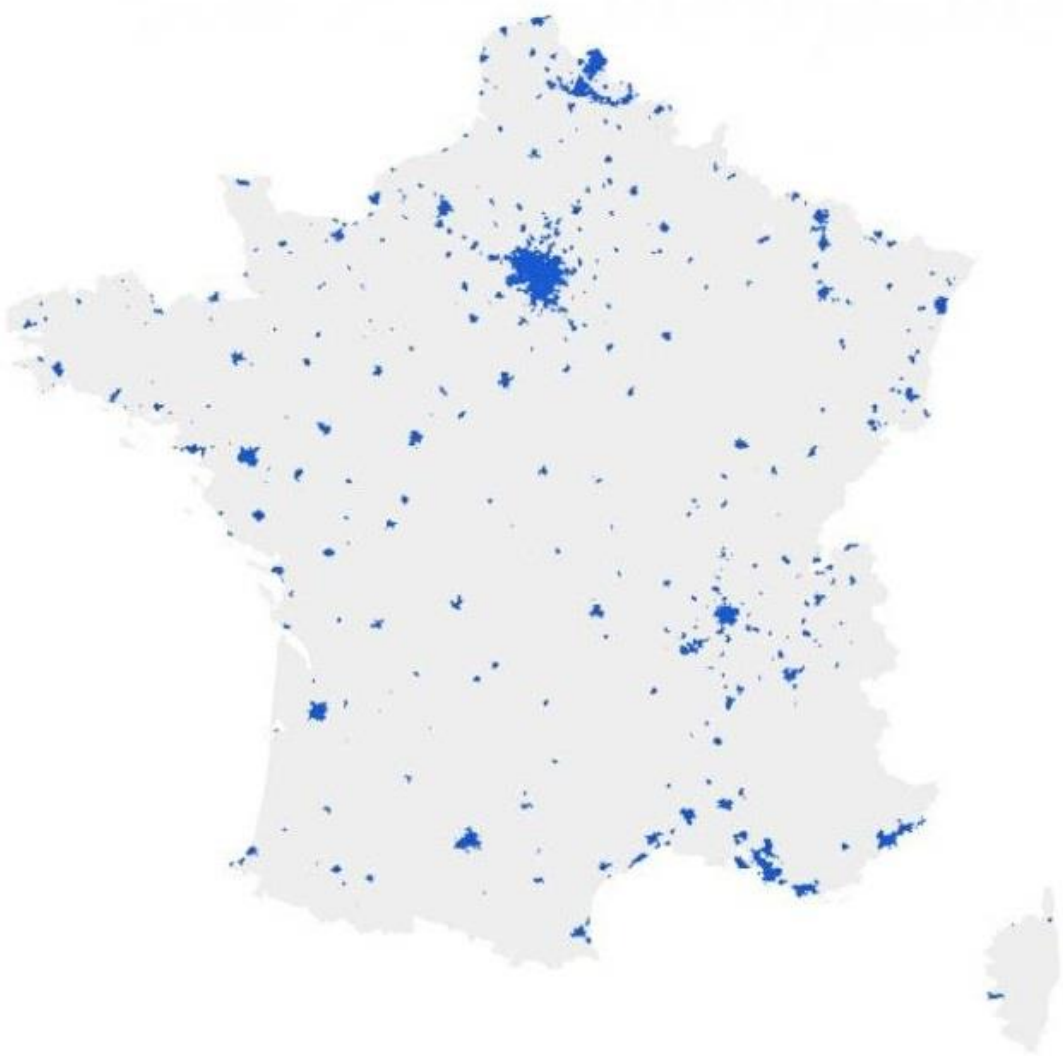
Population 117 282 habitants (source : INSEE) sur une surface de 6,2 km2 (6 200 000 m2).

Soit une densité de population de17 662 habitants au km²

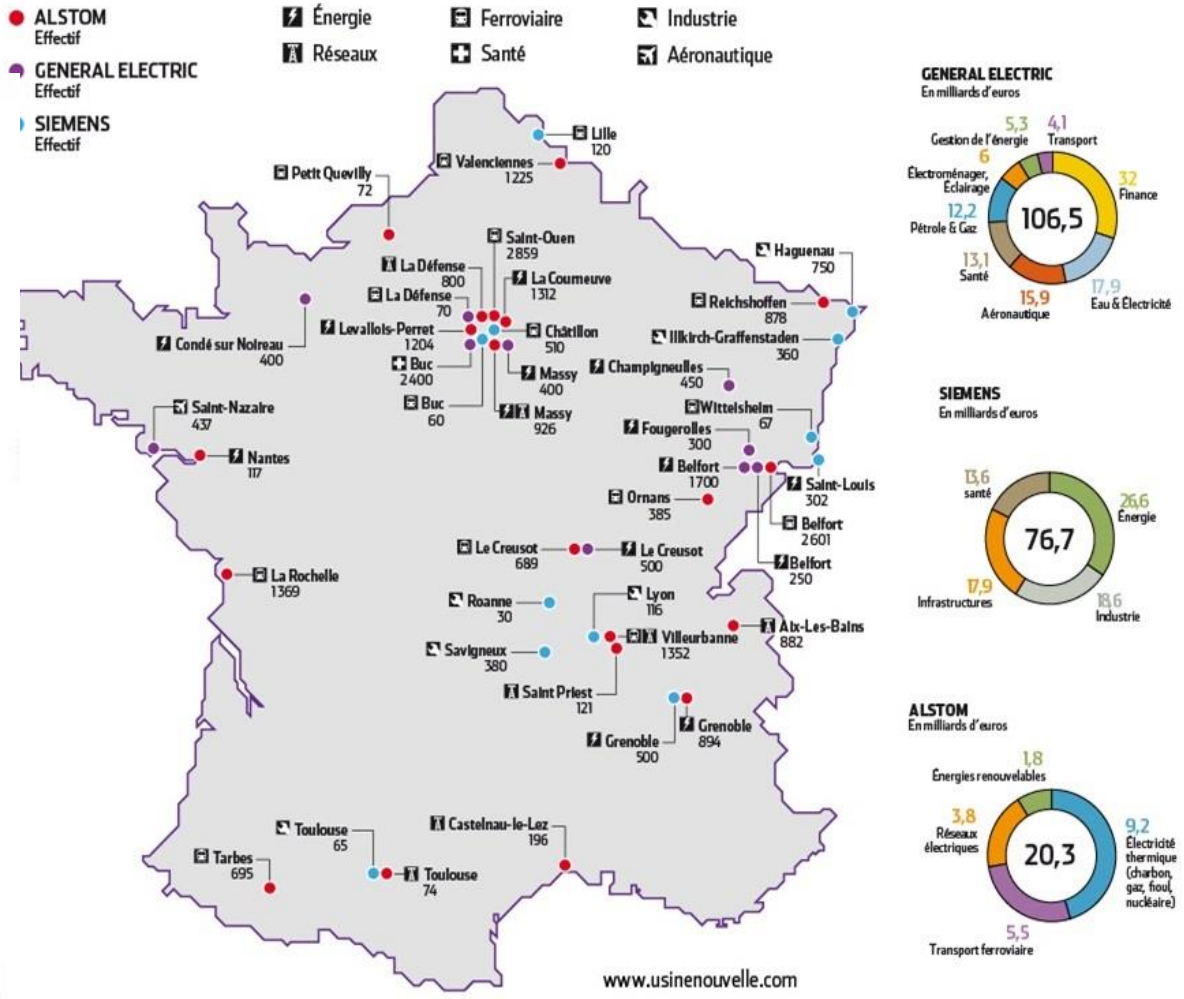
Cela revient à dire que chaque boulonnais occupe une surface au sol voisine de 50m2 comme celle de Paris intra muros .

Densité urbaine

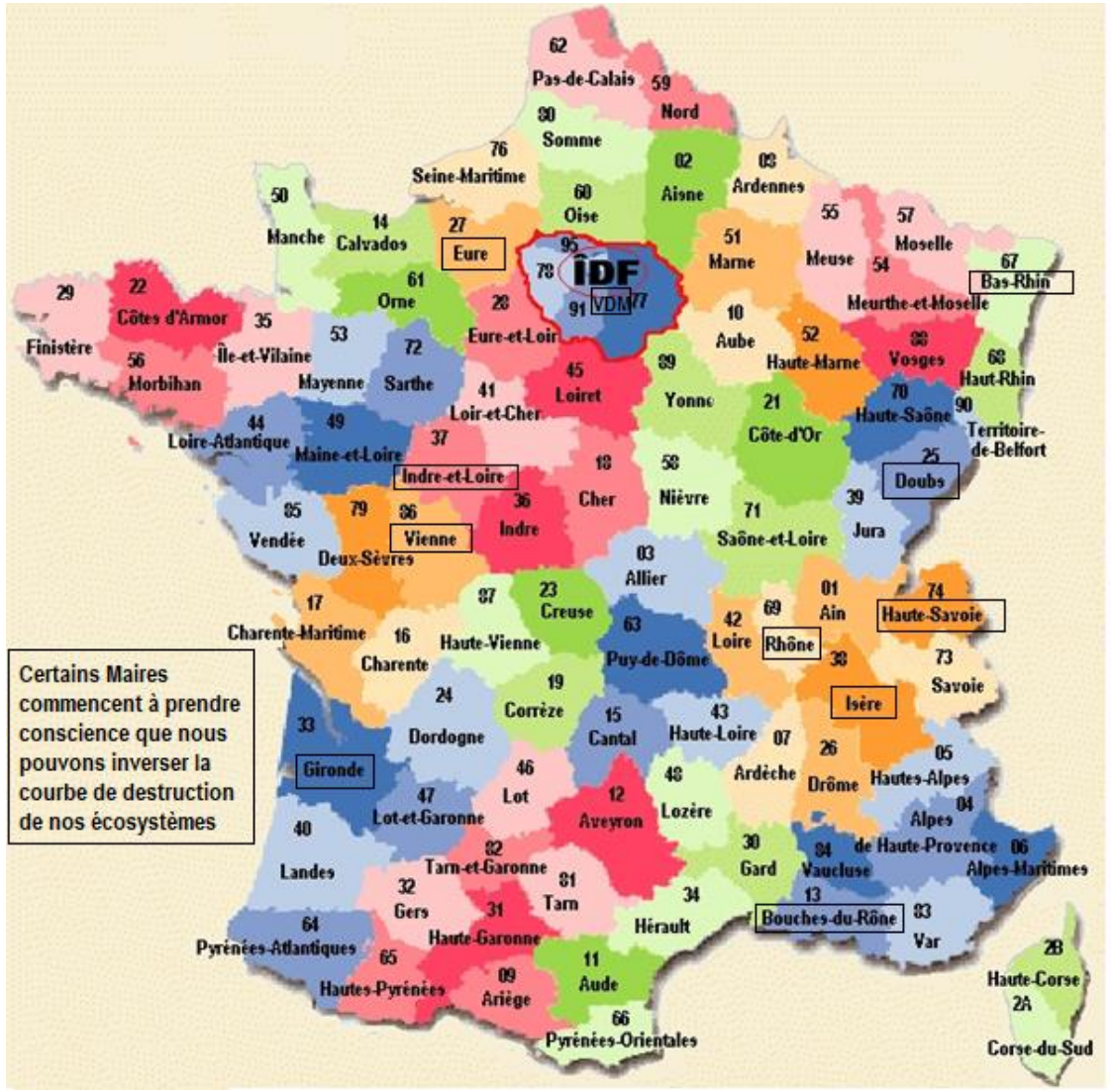
50% de la population française vit sur 3% du territoire
50 m2 au sol par parisien



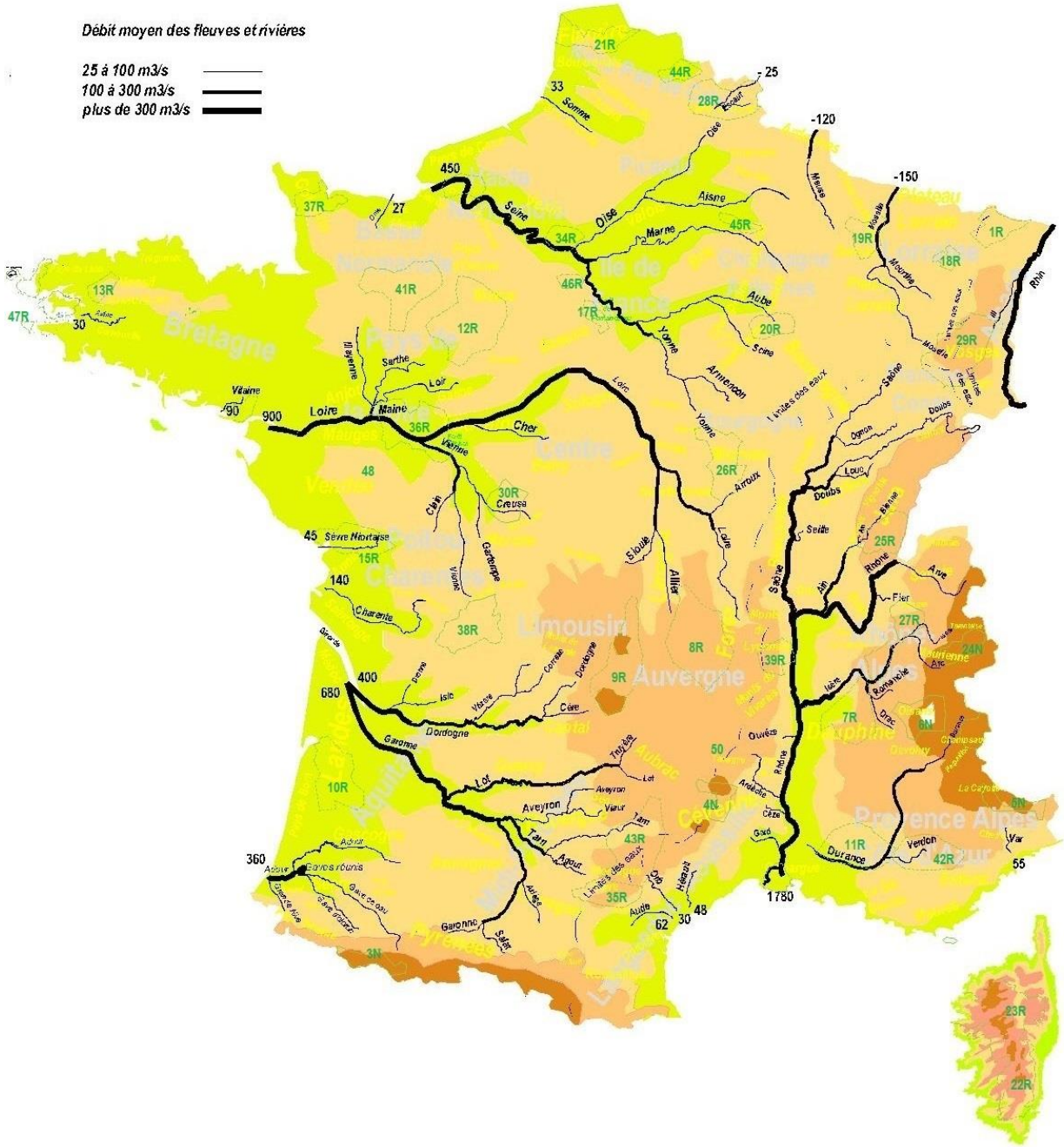
L'industrie française



Régions administratives et départements



Les départements vu par proxiti



PARCS NATIONAUX

3N Parc national des Pyrénées occidentales
4N Parc national des Cévennes
5N Parc national du Mercantour
6N Parc national des écrins
24N Parc national de la Vanoise

PARCS RÉGIONAUX

1R parc régional des Vosges du Nord
2R parc régional des grands Causses
7R parc régional du Vercors
8R parc régional du Livradois Forez
9R parc régional des volcans d'Auvergne
10R parc régional des Landes de Gascogne
11R parc régional du Luberon
12R parc régional du Perche
13R parc régional d'Armorique
14R parc régional de Brière
15R parc régional du Marais Poitevin
16R parc régional de Brotonne
17R parc régional du Gâtinais
18R parc régional de Lorraine est
19R parc régional de Lorraine ouest
20R parc régional de la Forêt d'Orient
21R parc régional du Nord Pas-de-Calais
22R parcs régionaux Corse

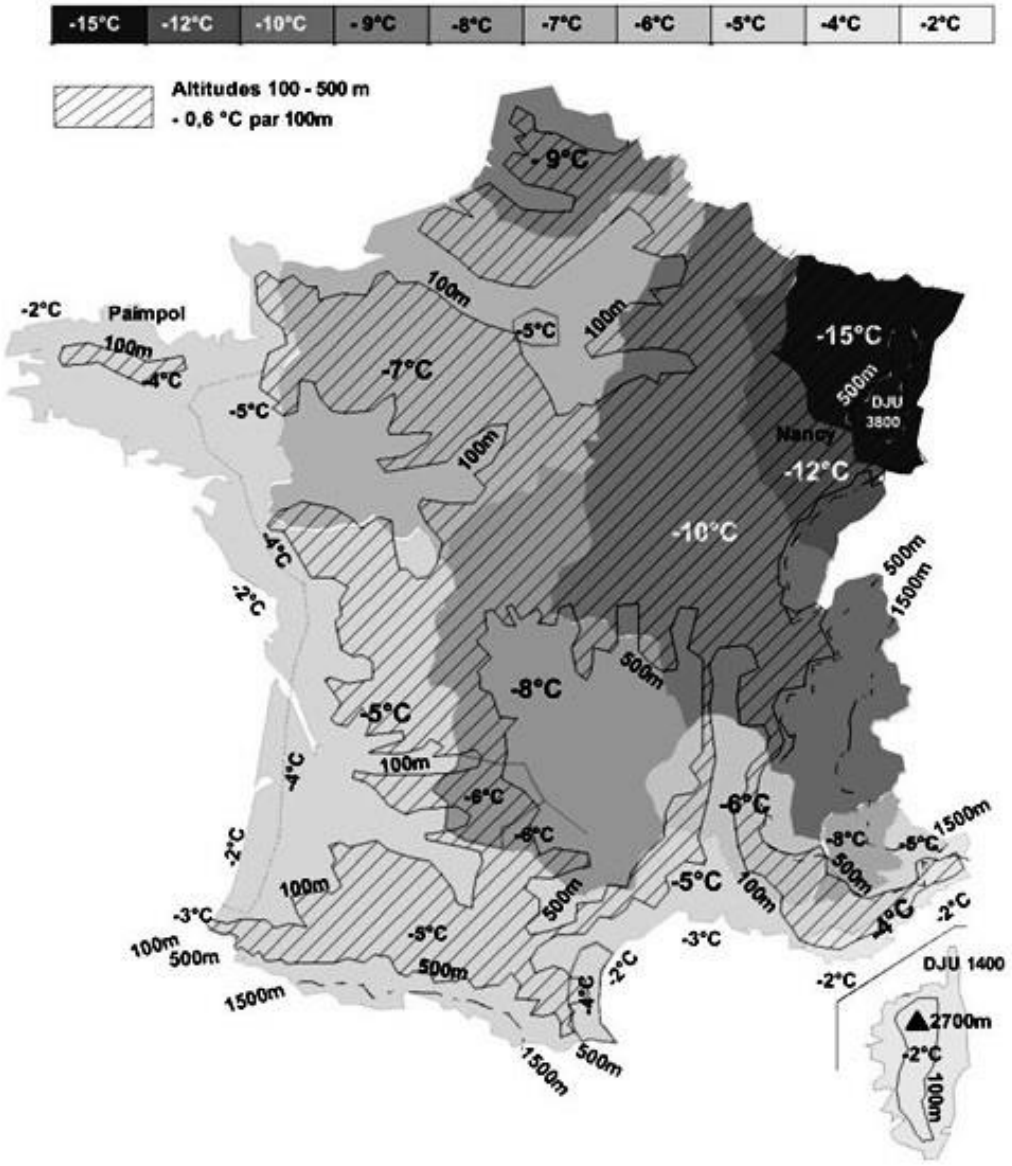
PARCS RÉGIONAUX suite

25R parc régional du Haut-Jura
26R parc régional du Morvan
27R parc régional du massif des Bauges
28R parc régional de l'Avesnois
29R parc régional du ballon des Vosges
30R parc régional de la Brenne
31R parc régional de Camargue
32R parc régional de la Chartreuse
34R parc régional du Vexin
35R parc régional du Haut-Languedoc
36R parc régional Loire-Anjou-Touraine
37R parc régional du Bessin et du Cotentin
38R parc régional du Limousin-Périgord
39R parc régional du Pilat
40R parc régional du Queyras
41R parc régional Normandie Maine
42R parc régional du Verdon
43R parc régional des grands Causses
44R parc régional Scarpe Escault
45R parc de la montagne de Reims
46R parc de la Hte vallée de Chevreuse

47 réserve naturelle de la mer d'Iroise
48 parc du Puy du Fou
49 réserve ornithologique du Marquenterre
50 Le Mezenc

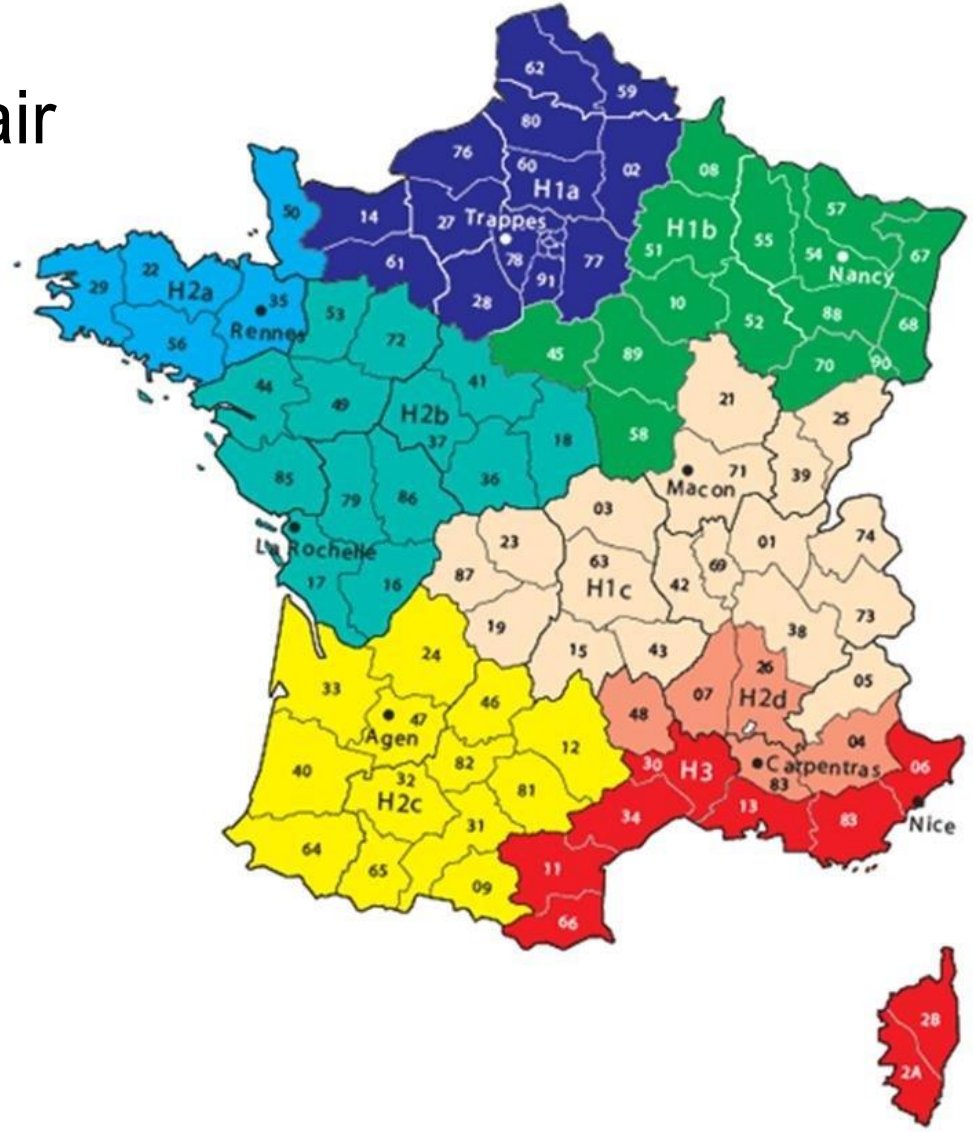
Pour voir en grand format cliquer sur la carte
un peu de patience et ça devient net….

L'air



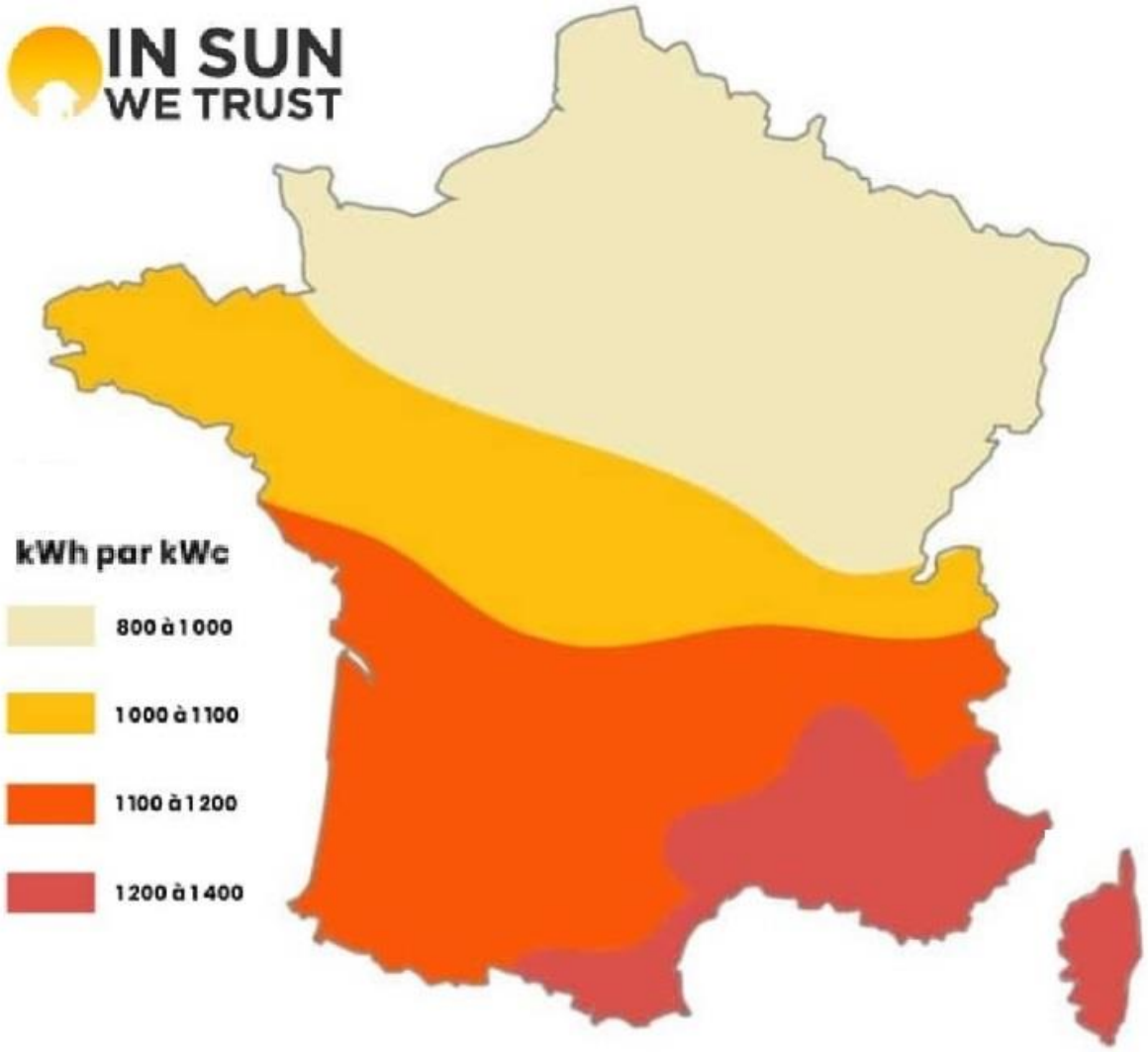
Température minimum en France

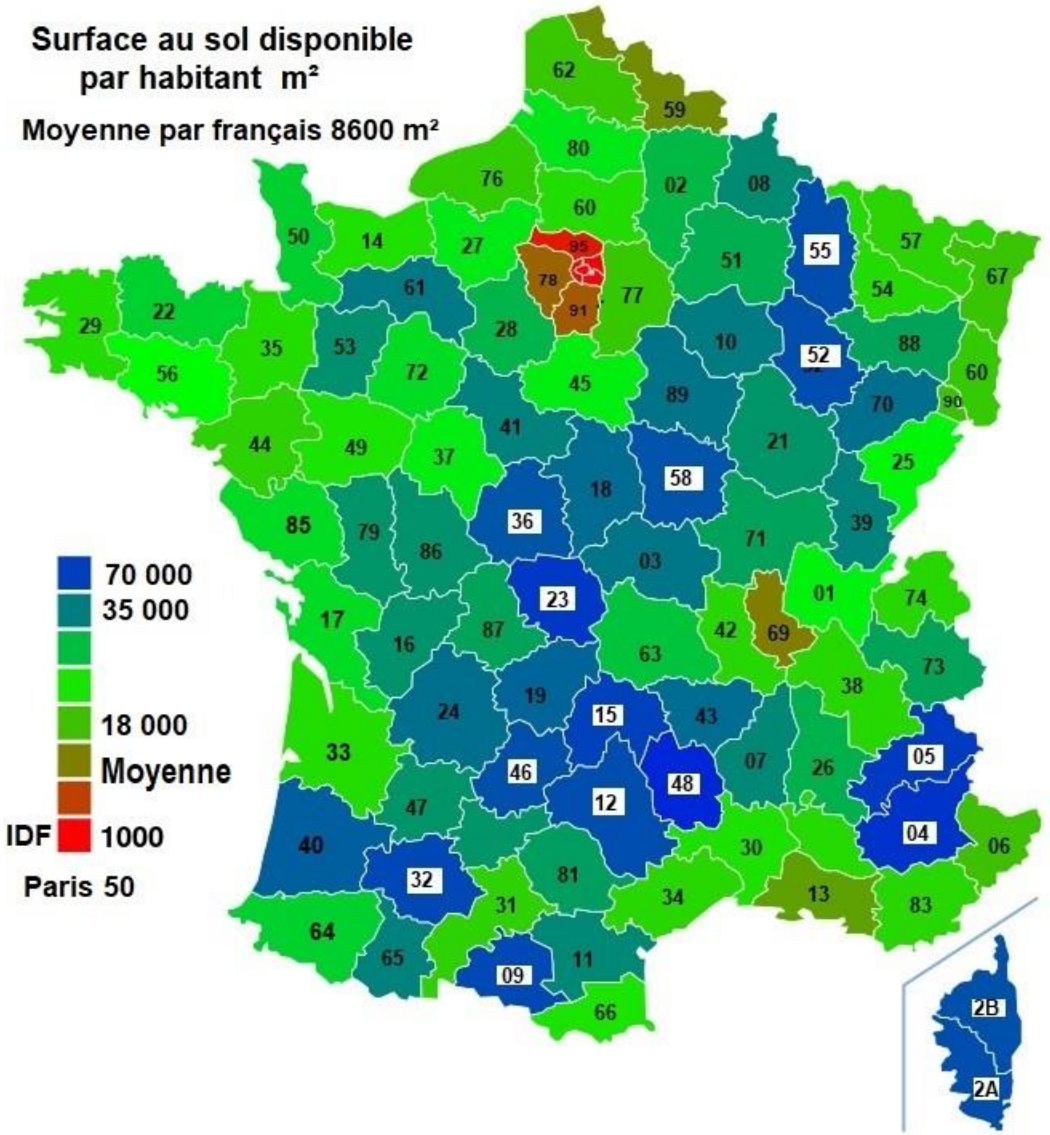
Voir aussi les **DJU**



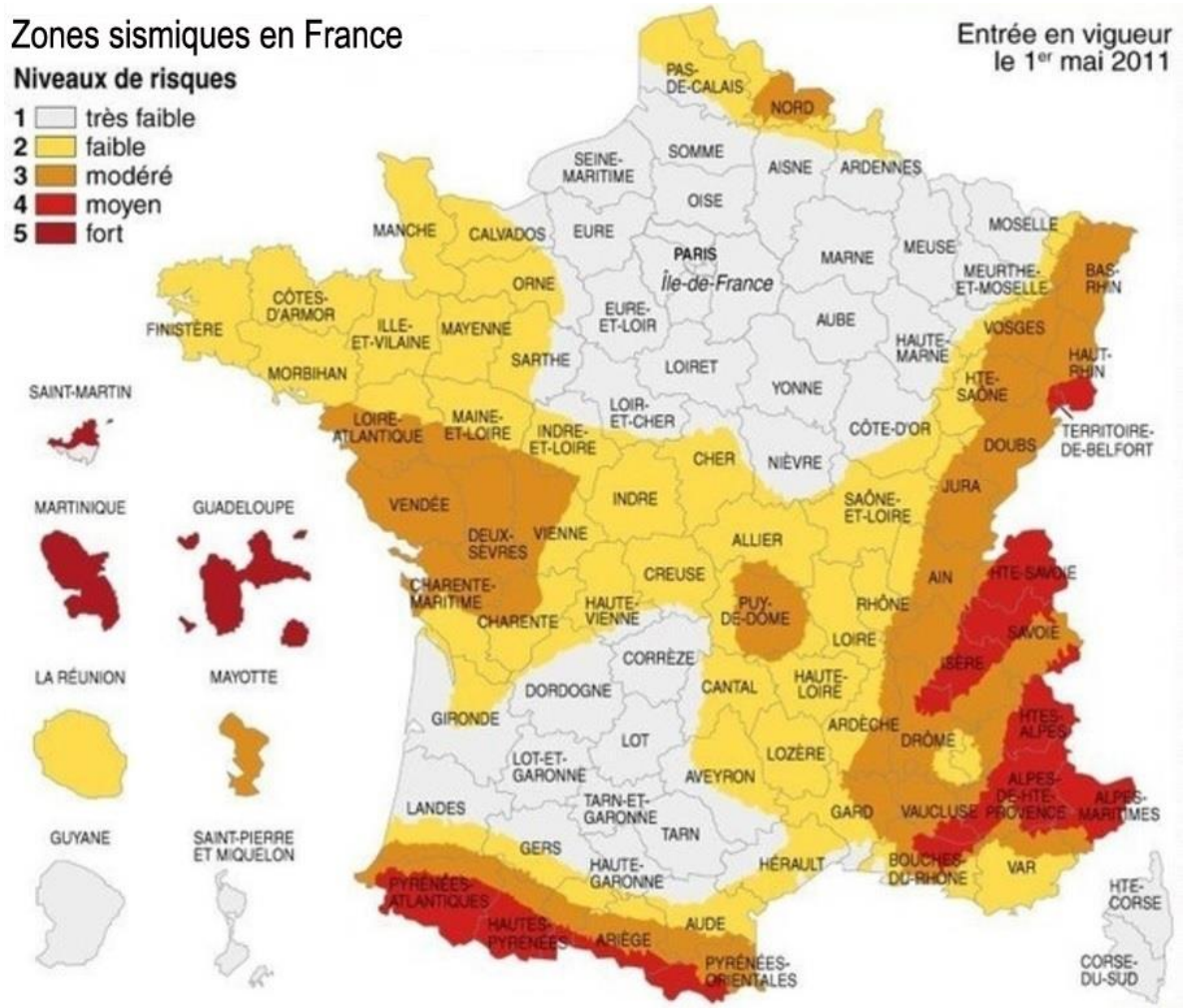
Zones climatiques **RT2012**

Le soleil et la densité population



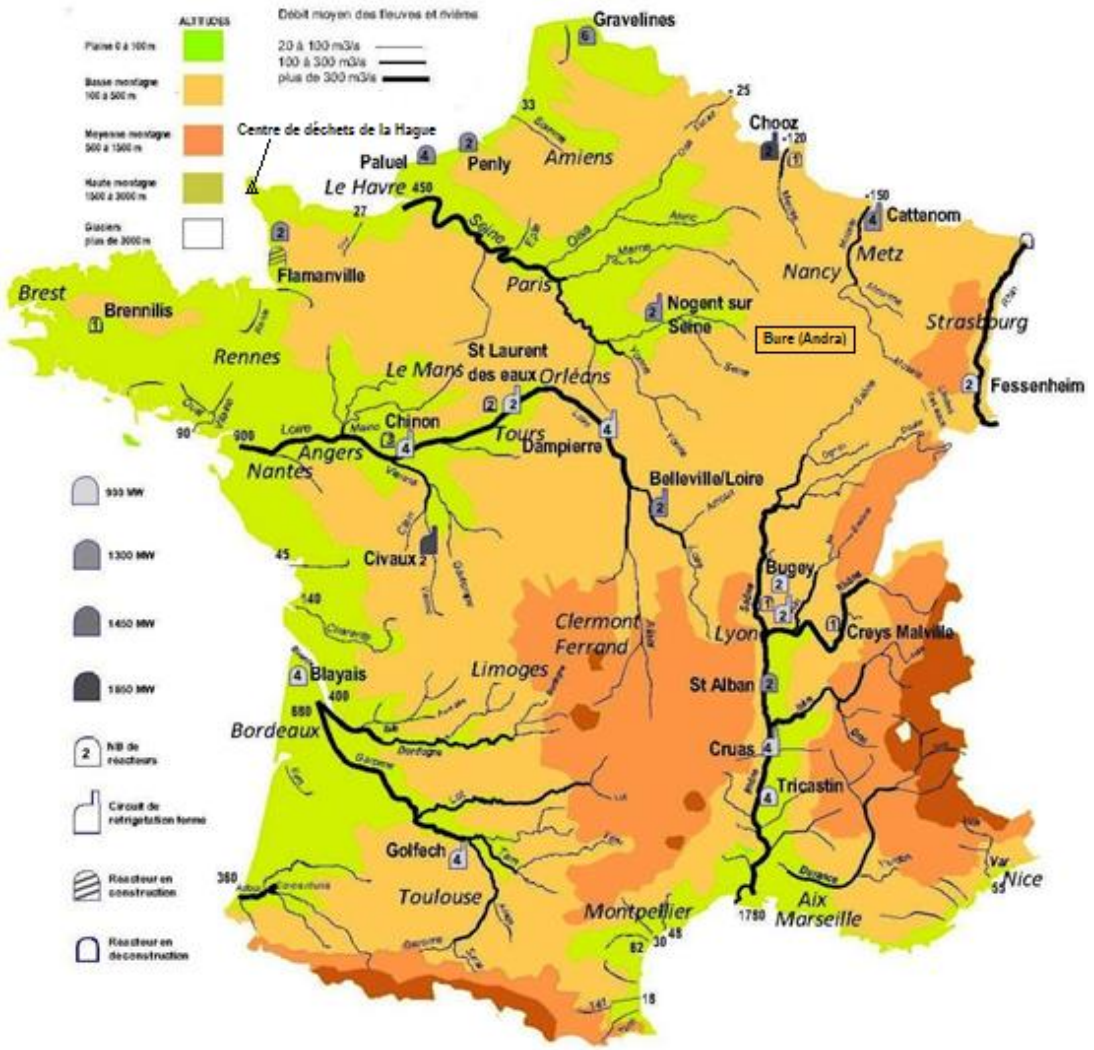


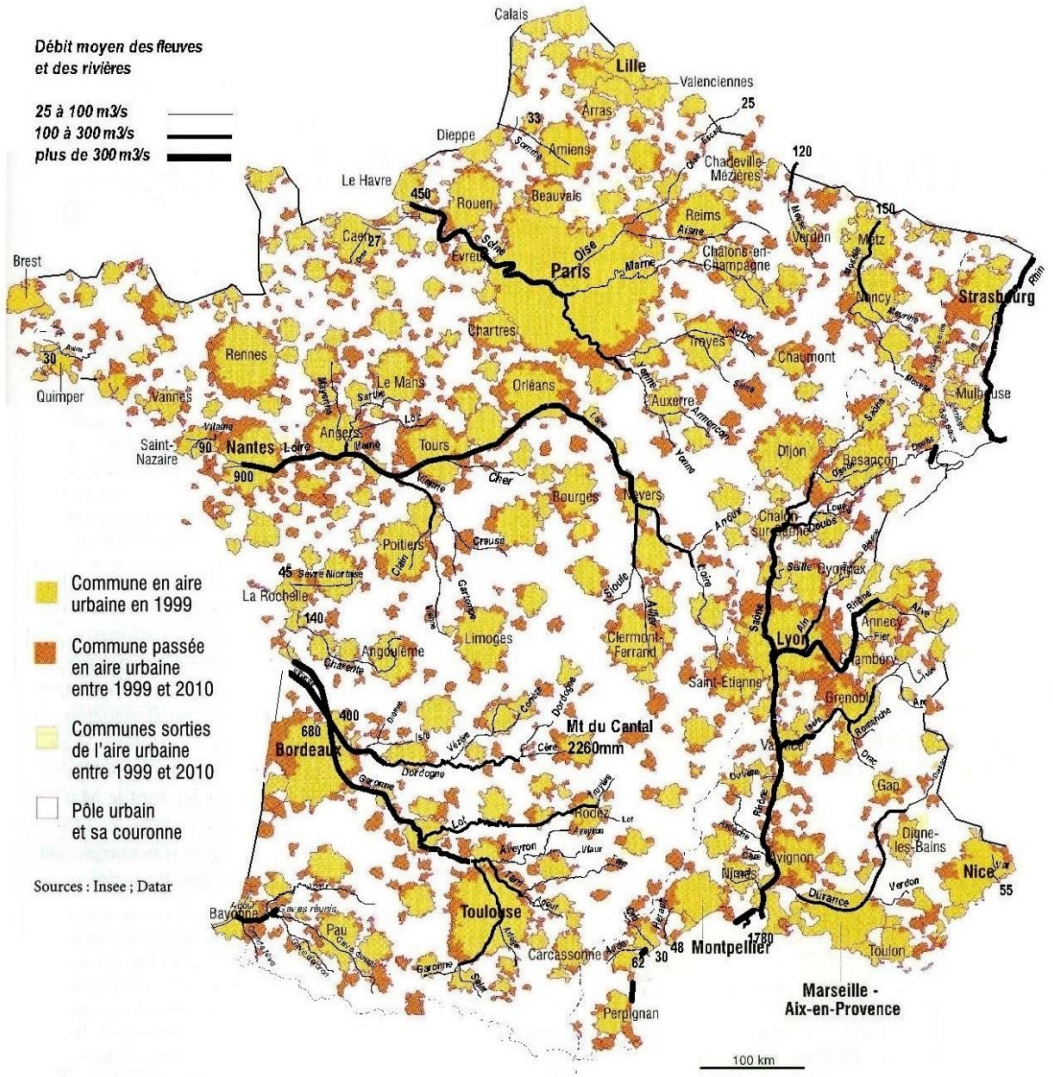
Le risque sismique en France et la carte de recherche



Accès à la [carte de recherche](#) du tourisme nautique (Canoë-kayak)

Le nucléaire et l'urbanisation





[Le nucléaire français](#) et la « purification » de l'Uranium

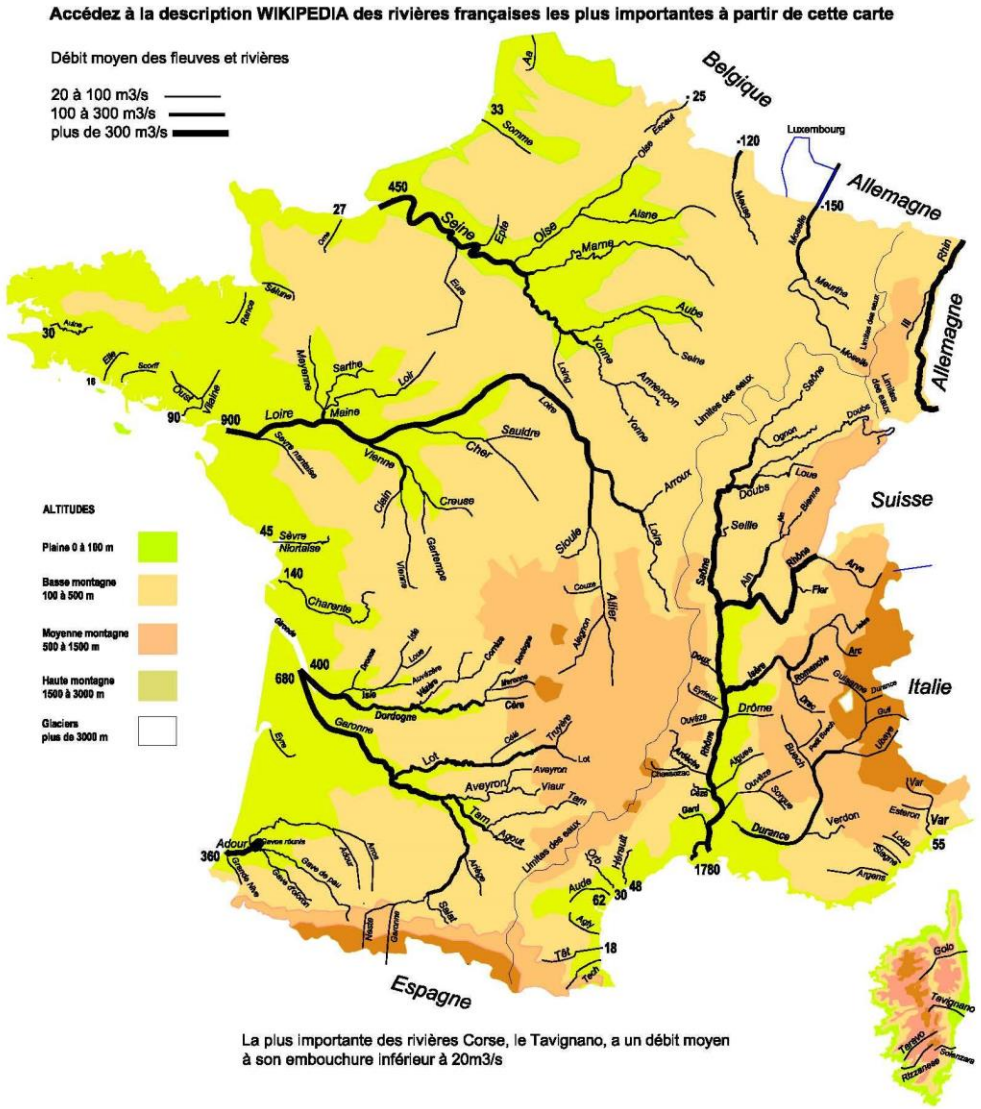
L'étalement urbain

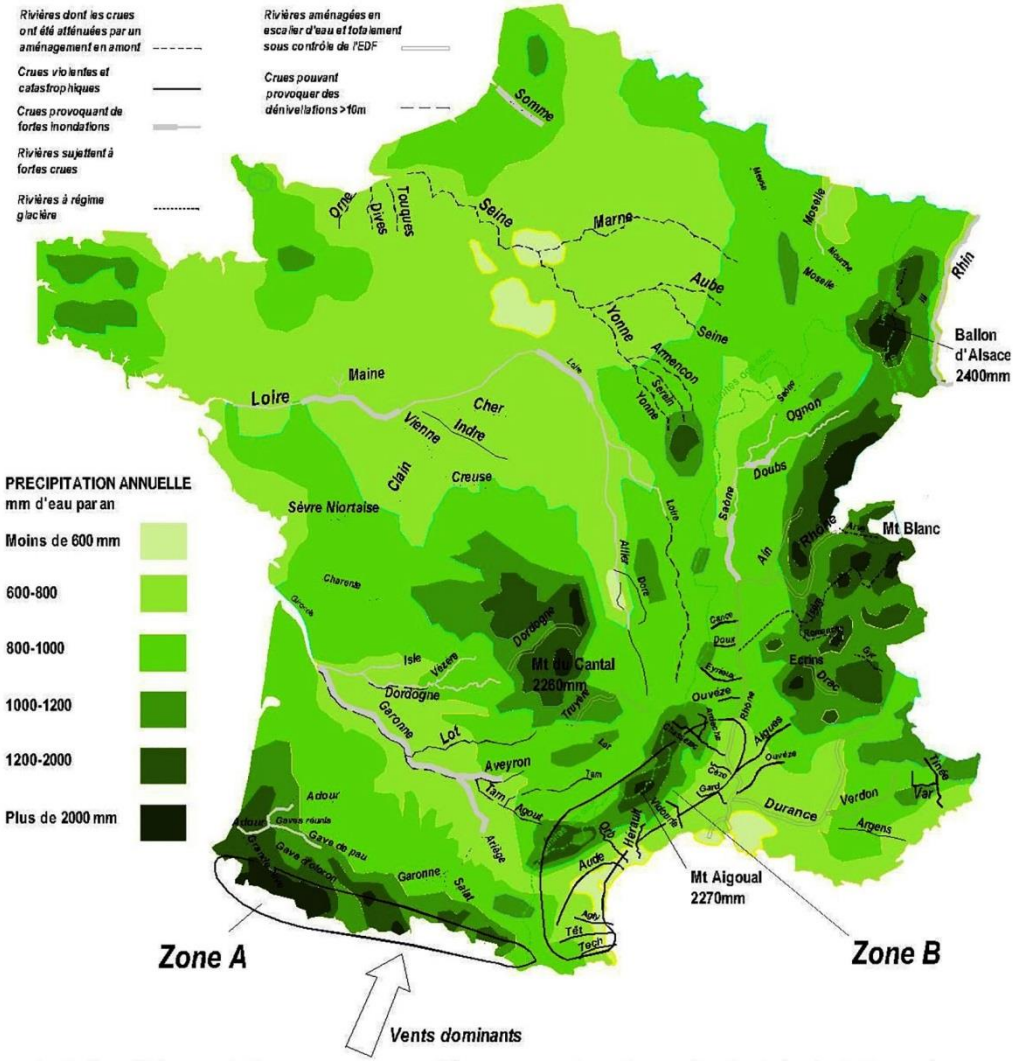
Le nucléaire français c'est encore une cinquantaine de centrales nucléaires réparties sur l'hexagone. C'est aussi le combustible du nucléaire, l'uranium. C'est enfin le projet Cigéo située à Bure dans la Meuse, qui vise à enfouir quelque 85.000 m3 de déchets hautement radioactifs soit l'équivalent d'une cinquantaine de piscine olympique à 500 m sous terre. Ce projet, qui devrait être opérationnel en 2035, est associé à l'Agence Nationale des Déchets Radioactif (Andra) et est un gage de sécurité si on le compare au stockage actuel de surface. L'imperméabilité du sous sol argileux par nature étanche de cette région française a été choisi alors que la Suède, pays nucléarisé comme l'est la France a choisi de stocker ses déchets radioactifs dans le granit

Il faut aussi savoir que: 25% de l'uranium mondial soit environ 500 000 tonnes d'uranium ont été purifiées en l'espace de 60 ans sur le site Areva-Comurhex de Narbonne dans le sud de la France. Les associations qui soupçonnent une corrélation entre la présence d'éléments radioactifs autour de Narbonne et une quantité anormale de cancers du poumon chez ses habitants demandent une étude épidémiologique pour tracer l'origine de ces cancers.

L'eau et le ruissellement de surface

Débits moyen au confluent





Les plus grosses rivières

Il suffit de cliquer sur le nom de la rivière pour accéder aux informations WIKIPEDIA

La pluviométrie moyenne dans l'hexagone en moyenne 800 mm/an

Les bassins versants

Débit moyen au confluent

1 Bassins de la Loire et de la Charente

2 Bassin du Rhône et de la Saône

3 Bassin de la Seine et de la Marne

4 Bassin de la Gironde

5 Bassin de la Leyre

6 Bassin de l'Adour

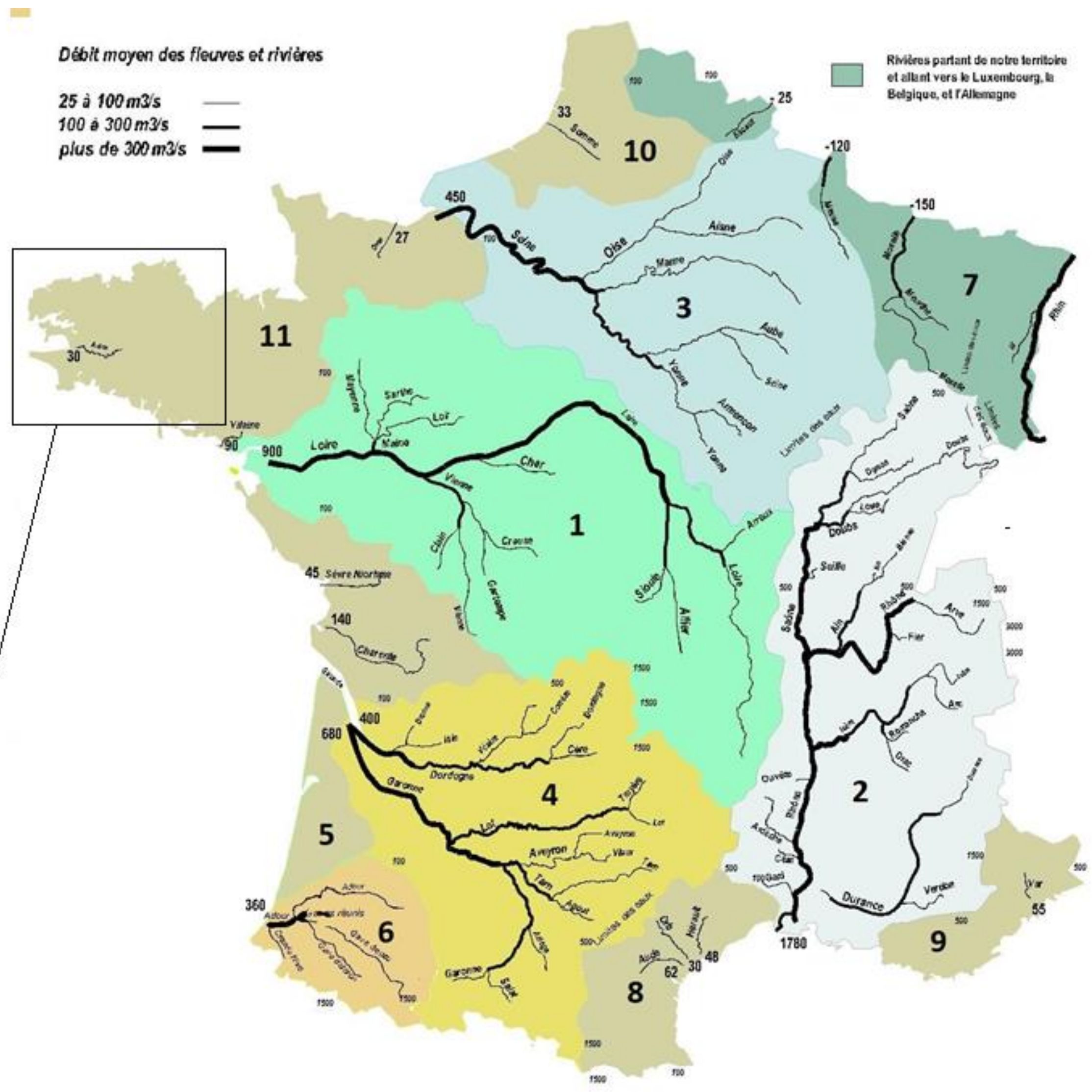
7 Bassin du Rhin

8 Bassin méditerranéen est

9 Bassin méditerranéen ouest (Algues vertes)

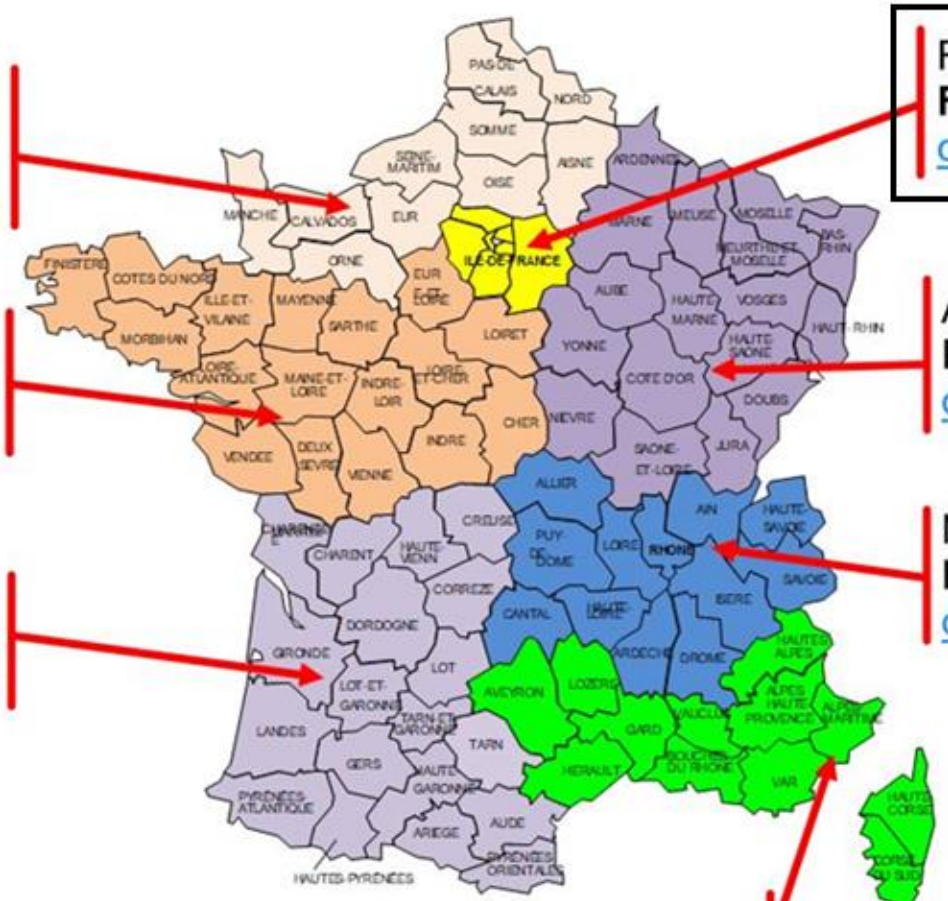
10 Nord

11 Bassin Normandie Bretagne



Celui qui est en amont a une lourde responsabilité vis-à-vis de ceux qui sont en aval

La CIAT et la PAC eau eau



Véronique SEGUY
Région Nord
ciatdevispdr-nord@carrier.com

Véronique DHANE
Région Ouest
ciatdevispdr-ouest@carrier.com

Karine MASZTALER
Région Sud-Ouest
ciatdevispdr-sudouest@carrier.com

Fabienne CAGNON
Région IDF
ciatdevispdr-idf@carrier.com

Abdel AGHERBI
Région Est
ciatdevispdr-est@carrier.com

Nicole Dillenschneider
Région AURA
ciatdevispdr-ra@carrier.com

Christine COLOMB
Région Sud-Est
ciatdevispdr-sudest@carrier.com

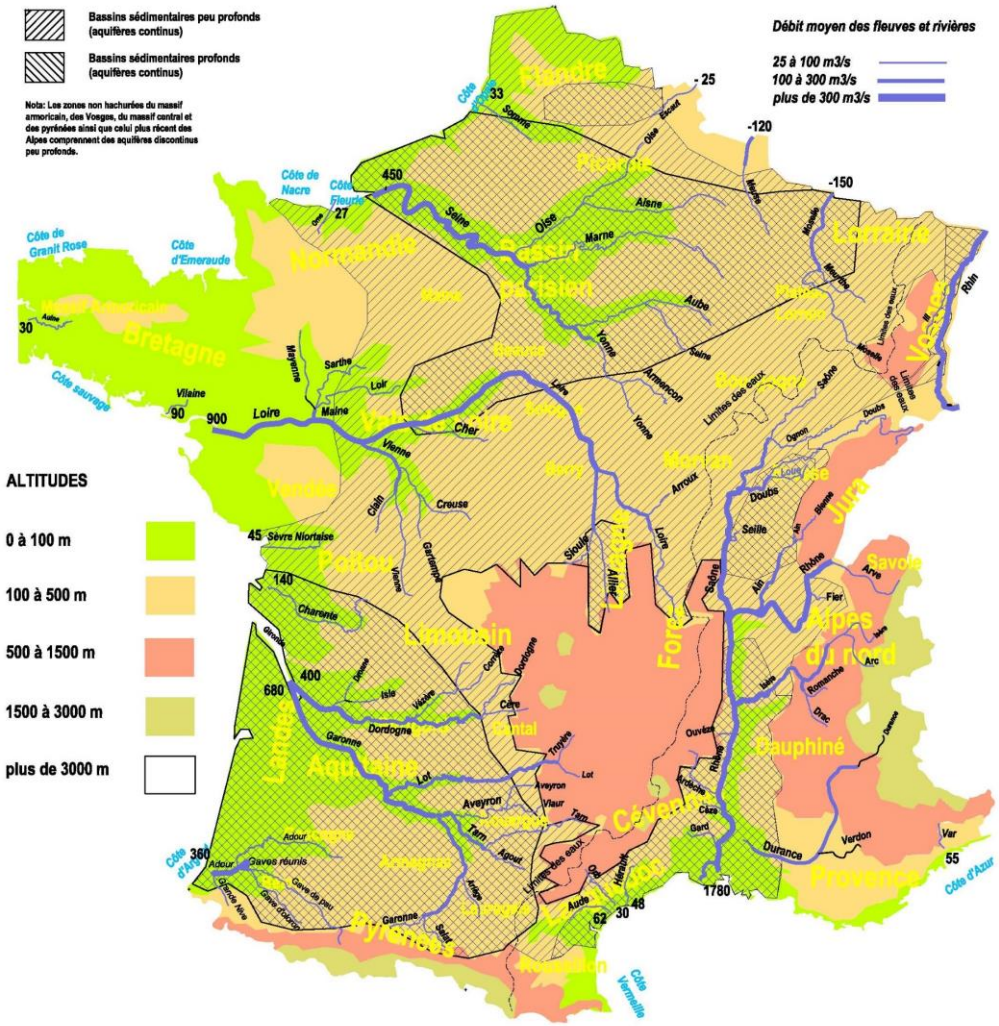
Comme le disait Winston Churchill

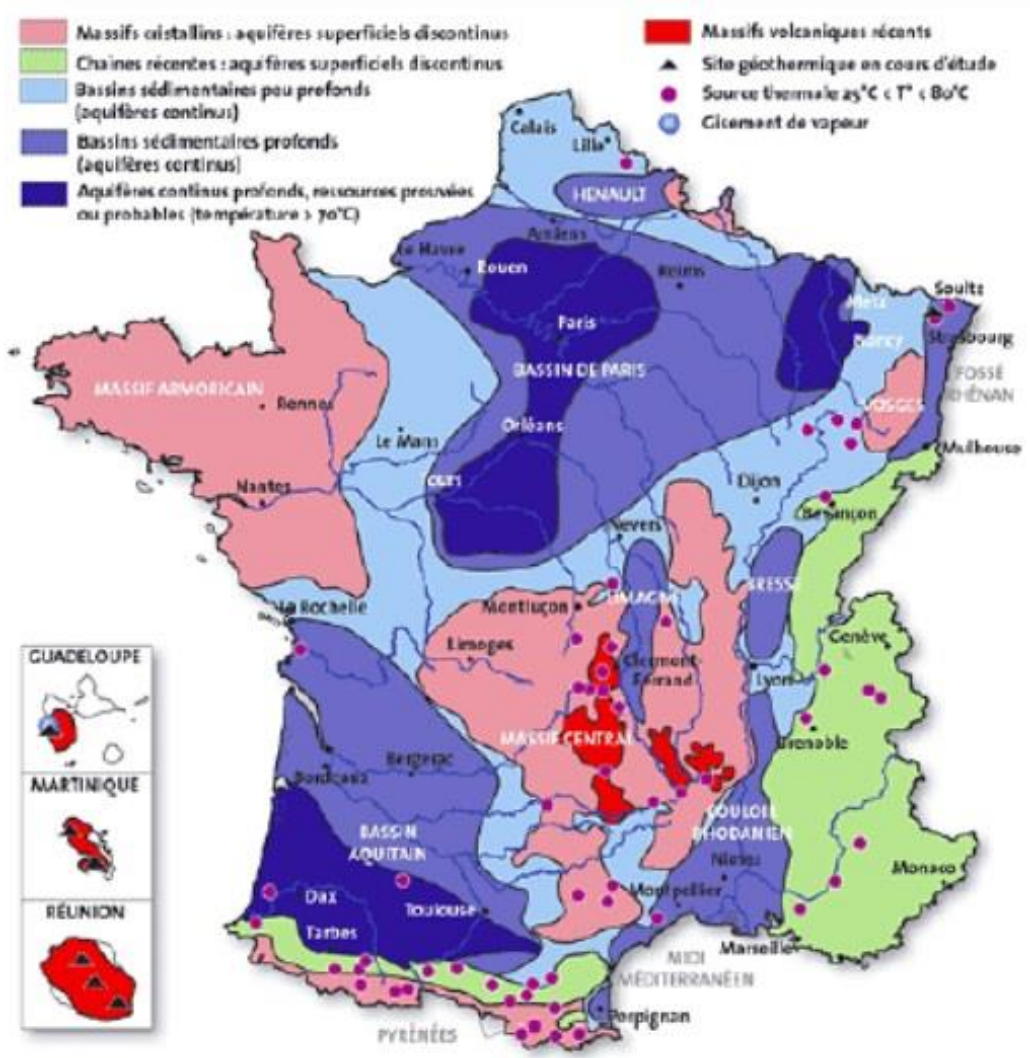
"Il n'y a rien de négatif dans le changement, si c'est dans la bonne direction".

A ce sujet, il me semble que lors de la présidence de Michel Rocard, nous aurions pu mieux tenir compte de l'importance de l'eau qui va occuper une position centrale dans l'économie. Ceci en intégrant mieux que nous ne l'avons fait les bassins versants ainsi que les parcs nationaux et régionaux dans le découpage administratif régions-départements

Par exemple le Var qui ne traverse pas le département

Les aquifères superficiels et profonds

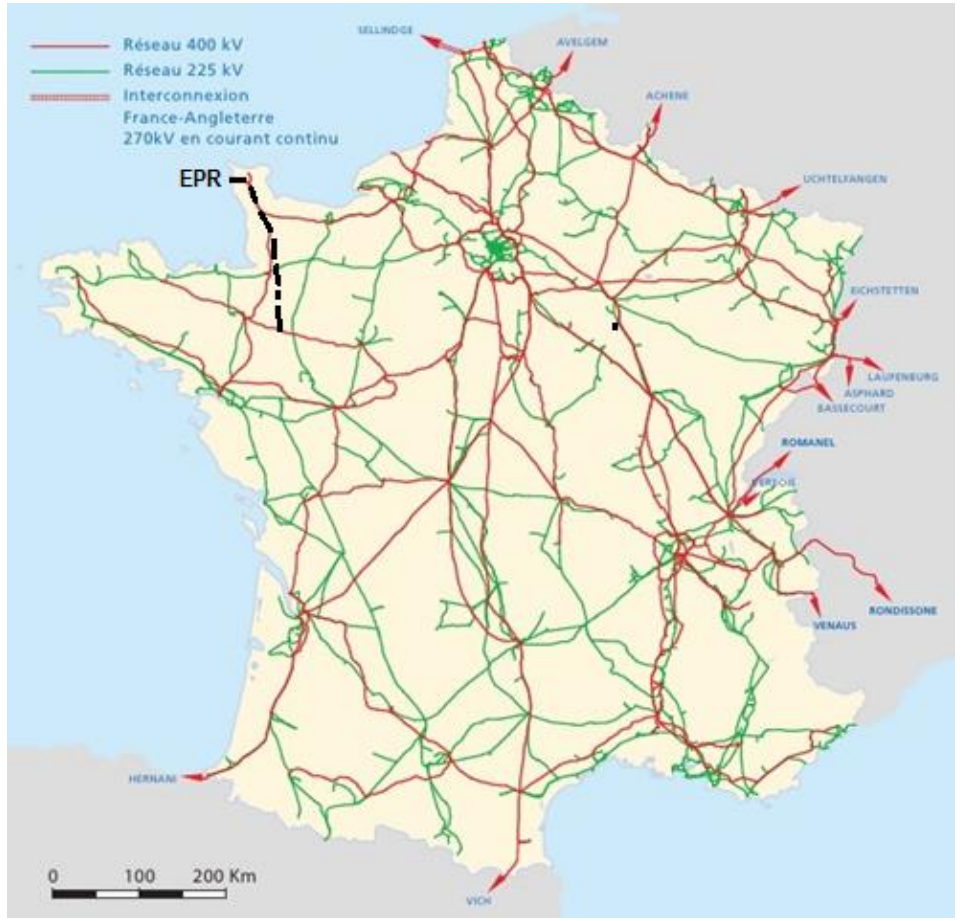




Ancienne carte du CSLT des aquifères libres et captifs
Vitesse de l'eau dans les aquifères libres

Carte de la SEMHACH des ressources géologiques françaises

Le réseau fluvial et électrique [offre et demande]



Le réseau électrique haute tension

[Généralités sur le transport de l'énergie]

Fluvial

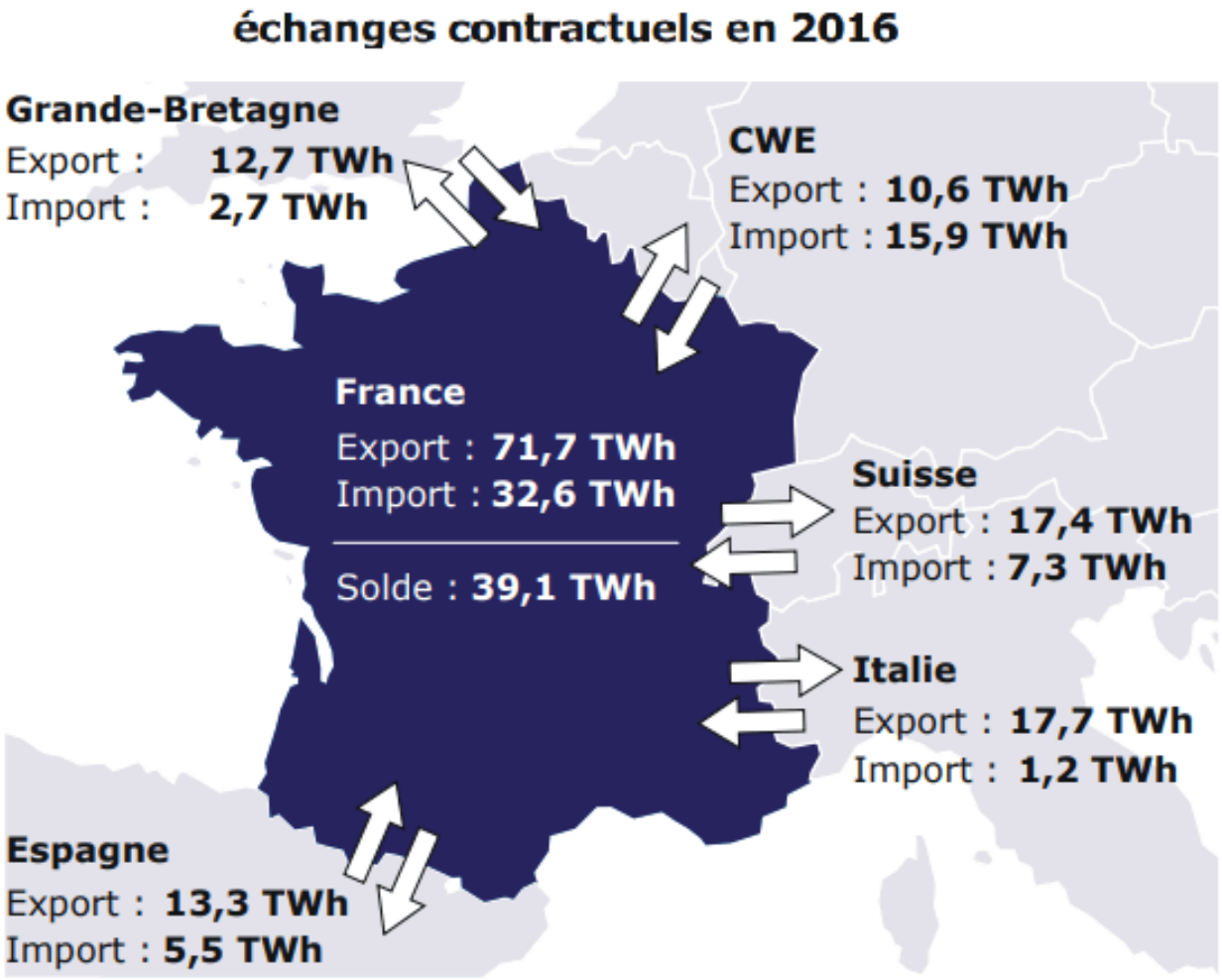
Mise à part le canal du midi situé au sud et la basse Loire, le réseau fluvial actuel français comprenant 8500 km de voies navigables est situé au nord est de la France. La France, heureusement retrouve un peu de couleur en ce qui concerne le transport fluvial beaucoup moins polluant que le transport routier.. Il était temps vu que :

- le transport routier par camion est 4 fois plus polluant que le fluvial
- la France ne transporte que 5 % de ses matériaux par voie fluvial contre 35 % en Allemagne alors qu'elle a le plus grand réseau fluvial d'Europe.

Electrique

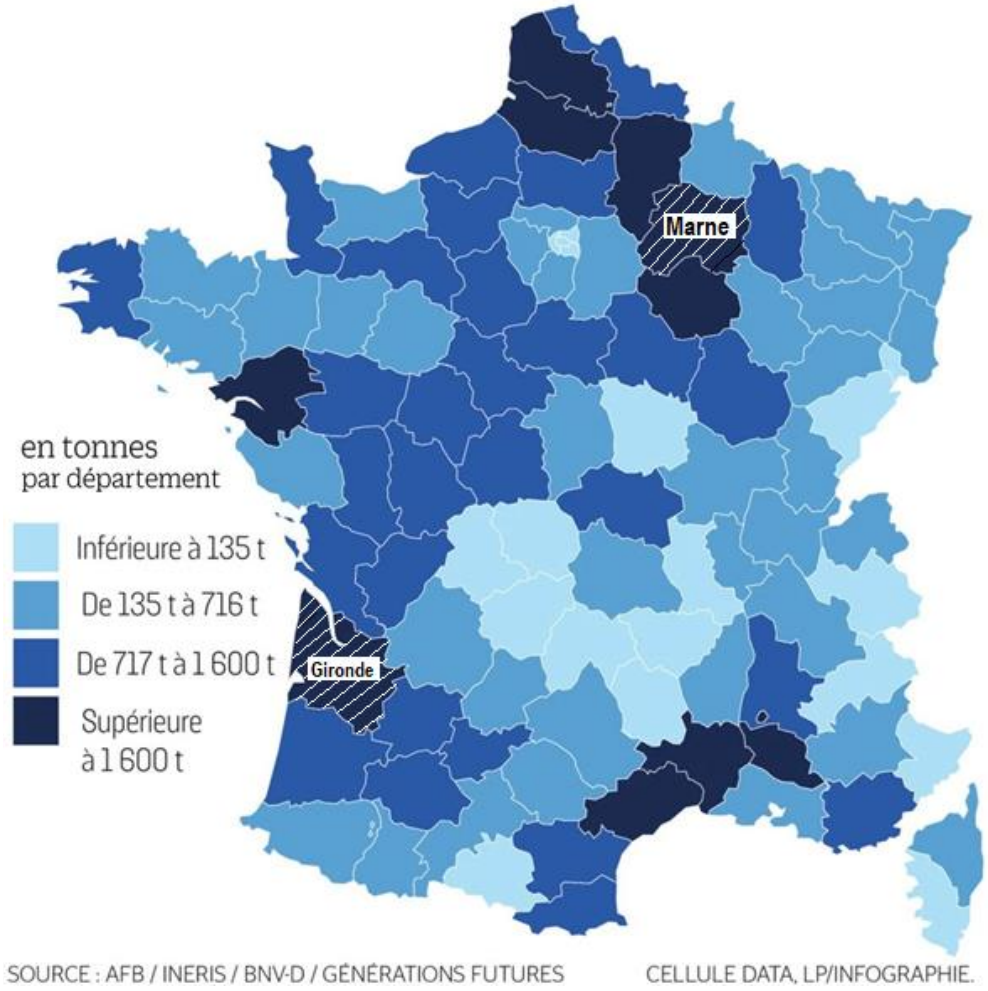
Le réseau électrique actuel est associé à l'importante production nucléaire française. La nouvelle ligne à très haute tension reliant l'EPR de Flamanville à Paris est prête. C'est par cette ligne que va transiter l'électricité produite par le nouveau réacteur nucléaire EPR en construction. Longue de 163 kilomètres, portée par 414 pylônes, elle traverse 64 communes et a coûté au total 343 millions d'euros. Sa construction a été retardée par des dizaines de recours de riverains. En opposition avec cette ligne aérienne, il faut aussi citer la première et récente ligne haute tension souterraine entre la Belgique et l'Allemagne destinée au transport de l'électricité verte et renouvelable. Cinq cents millions d'euros ont été nécessaire pour financer cette liaison de 90 km nommée ALEGrO. Cette ligne en courant continu qui permet de transmettre une puissance de 1000 MW est sensiblement inférieure à celle de l'EPR de Flamanville et sera moins gênante pour les riverains par le fait qu'elle est enterrée

Liaisons externes

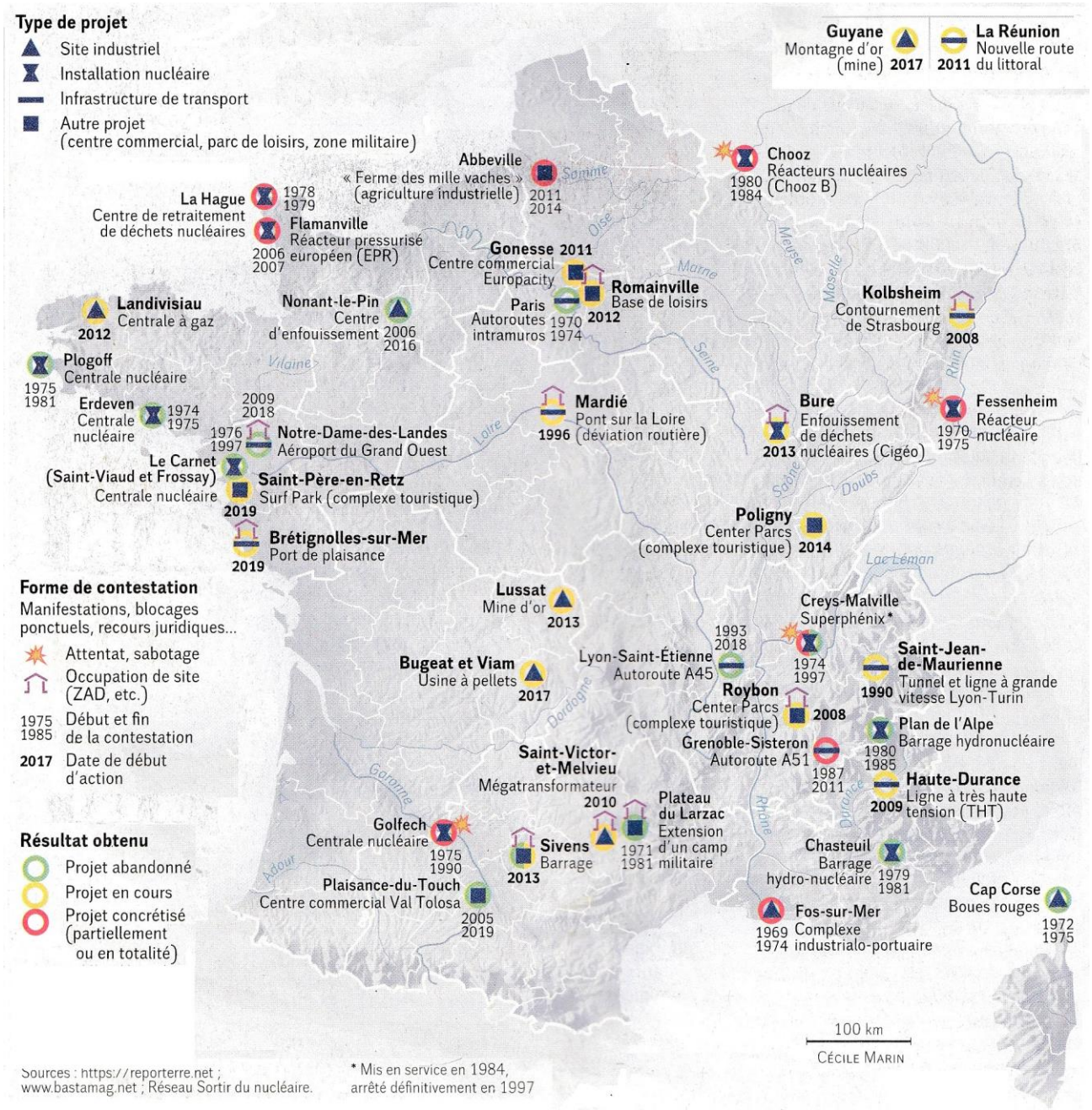


Les pesticides

cliquer sur la carte pour plus de détails



Les départements de la Gironde et de la Marne sont les plus gros utilisateurs de pesticides en France (Association environnementale Générations futures)



Les écologistes agissent

Convaincu de la justesse de leurs revendications les mouvements écologistes français ont été tentés lors de ces dernières décennies d'engager des actions directes à l'intérieur de l'hexagone français voire même en Guyane et à la Réunion. La carte ci-contre localise géographiquement et dans le temps les types de projets, la forme de la contestation et le résultat obtenu.

Voir à ce sujet l'article de Claire Lecoeuvre sur le Monde diplomatique de novembre 2019

COP 21
et après?
FAIRE
Etanchéité
Hybride
Sobriété
CPE
Béton
étanche
poreux
Pression
ISR
ENP
Fatale
Tuyaux
Débit
EnR
Individualisation
Chauffage
Pertes de charge
Rendement
Evaporation
EnR
Atome
Clausius
Sanitaire
Fuite
Analogique
Climatisation
Circuit
ouvert
fermé
Ballon tampon
Electronique
Pont thermique
Long terme
Numérique
Régulation
Déperditions
Prescott
Sous-sol
COP
Composants
COP21
Automate
Puissance
Courant
Calorie
Joule
Mécanique
Système
Acidité
Urbain
Décennies
Correcteur
Temps
Vent
Givrage
Hydraulique
Condensat
Rural
Voltaïque
Chaleur latente
Loi d'eau
kg/s
Progrès
ITE
Aluminium
PVC
pH
Kelvin
Mer
Vitrages
Alternatif
Court terme
Positif
Circuit
kWh
utilisation
finale
relève
substitution
Aquathermique
Corrosion
Loi d'eau
kJ/s
Flux
distribution
ITI
Ademe
Privatif
PAC
Coefficients
Moteur
Négatif
Polyéthylène
Piézométrique
Primaire
Transport
Climat
GES
air eau
eau eau
Surfaces
Domotique
Calorifuge
Nappes libres
Performances
BRGM
Besoin thermique
Courant
Viscosité
Collectif
Continu
Forage
Faisabilité
Bassin versant
EHPA
RT2012
Réglementation
Scroll
Thermographie
Confiance
Compression
AFPAC
Radiateur
RT2005
Ventilation
Avantage
Maître d'oeuvre
Pascal
Bénévolat
Gaz
Ecosystème
Homme d'état
DOE
Audit
RSI
Pollution thermique
Fioul
Aquifère
Politique
Inconvénient
Syndic
ROI
Gaz brûlés
Exhaure
Source froide
Source chaude
Isolant
Maître d'ouvrage
Froid
Thermodynamique
Métropole
Thermicien
Plancher chauffant
Chauffage urbain
PCB
Condensation
Chaleur
Aide
Echangeur themique
Vote
Particules
watt
Combustion
CPCU
Détente
Fleuve
Hiver
STEP
Métiers
Frigorigène
Micron
FCR
Bois
Avocat
Juriste
Vapeur
Consensus
Filtration
Préfet
CO_2
Frigoriste
PCI
Chauffage
PREH
Polyvalence
PTZ
Fiscalité
Combustible
Eté
Ecoulement
Planification
PCS
0°C
Baril
Travail
CSLT
Sédiments
Enthalpie
Etapes
CEE
Financement
Liquide
Légionnellose
Collectif
Darcy
Crédit d'impôt
DBO
Pétrole
50°C
Température
Social
Consommation
Oxygène
Régions
hydraulicien
Brent
Façade
tep
Environnement
Balcons
Bâti
DJU
GWP
FOD
HFO
RTE
ONU
Soleil
OCDE

Faire

L'Europe et sa population

La France avec ses 550 000 km2 est le plus grand pays européen.
L'Europe c'est environ 500 millions d'habitants, les pays les plus peuplés étant en millions d'habitants :

L'Allemagne (83)

la France (66)
l'Italie (61)

l'Espagne (46) et la Pologne (38).

Quant à la Russie (150), la Turquie (78), la Norvège (5),

la Suisse (8) et maintenant l'Angleterre (65), ces pays ne font pas partie de l'Europe

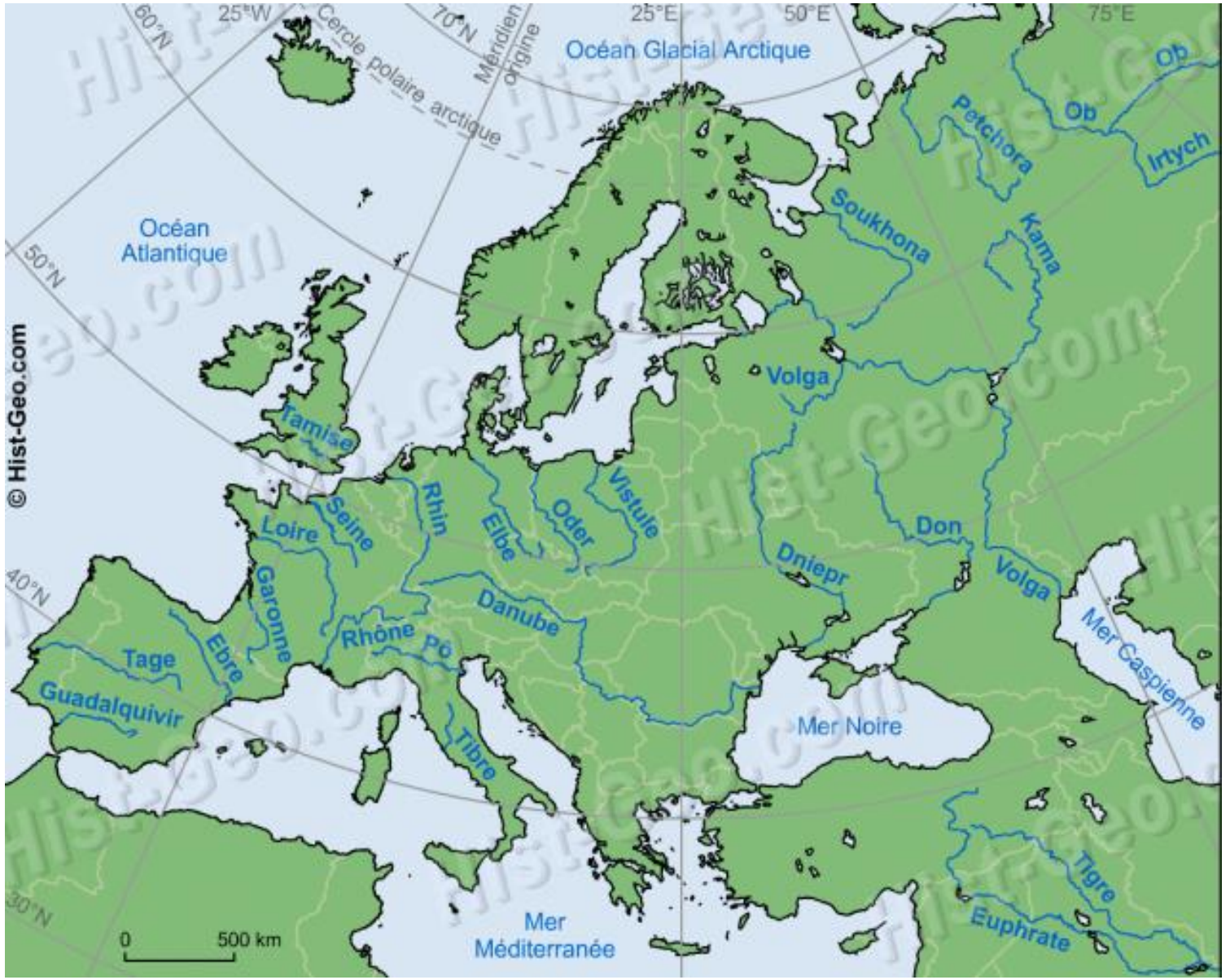
Voir page 341.

Et l'ancienne Yougoslavie ?

La France a œuvrée avec dévouement pour solutionner les graves problèmes politiques ayant déclenchés deux guerres successives entre 1991 et 2001 dans cette région du monde.

Il en est résulté le fractionnement de l'ancienne république yougoslave en plusieurs républiques indépendantes délimitées en noir sur la carte ci-contre.

Quant à la Moldavie située au delà de la Roumanie elle ne fait pas partie comme la Suisse de l'Europe et pourtant ces pays sont dans le cœur des français

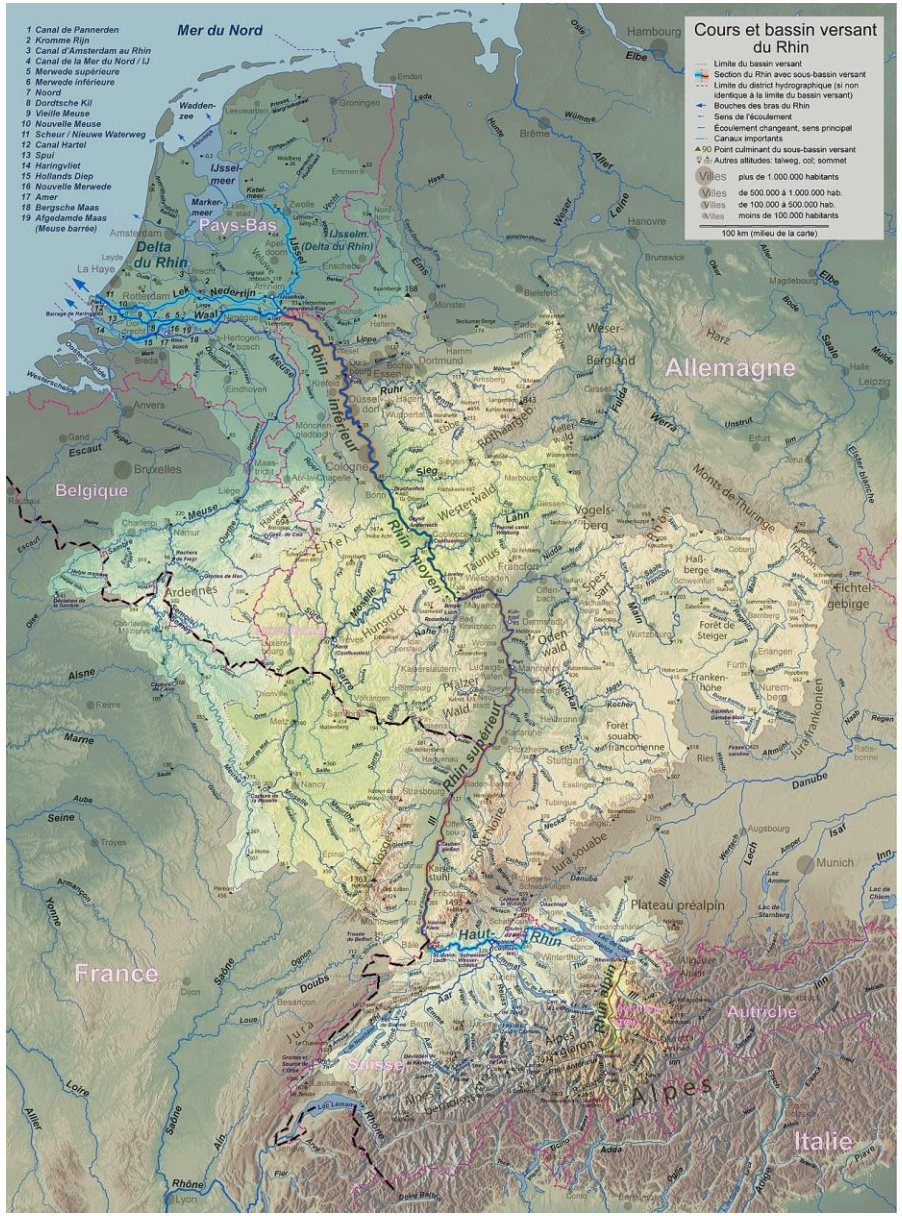


L'Europe et ses fleuves

Certains grands et petits fleuves comme la Loire ou l'Aa sont uniquement français. D'autres comme le Danube ou le Rhin sont de véritable multinationales.

Cette remarque est surtout valable pour le Danube le plus grand fleuve européen .
Il prend en effet sa source dans la forêt Noire allemande à 1000m d'altitude et traverse ensuite de nombreux pays : Autriche, Slovaquie, Hongrie, Croatie, Serbie, Roumanie, Bulgarie, Moldavie, et finalement l' Ukraine. Ceci avant de se jetter dans la mer Noire après un long parcours de 2 860 km.

L'Europe et ses bassins versants

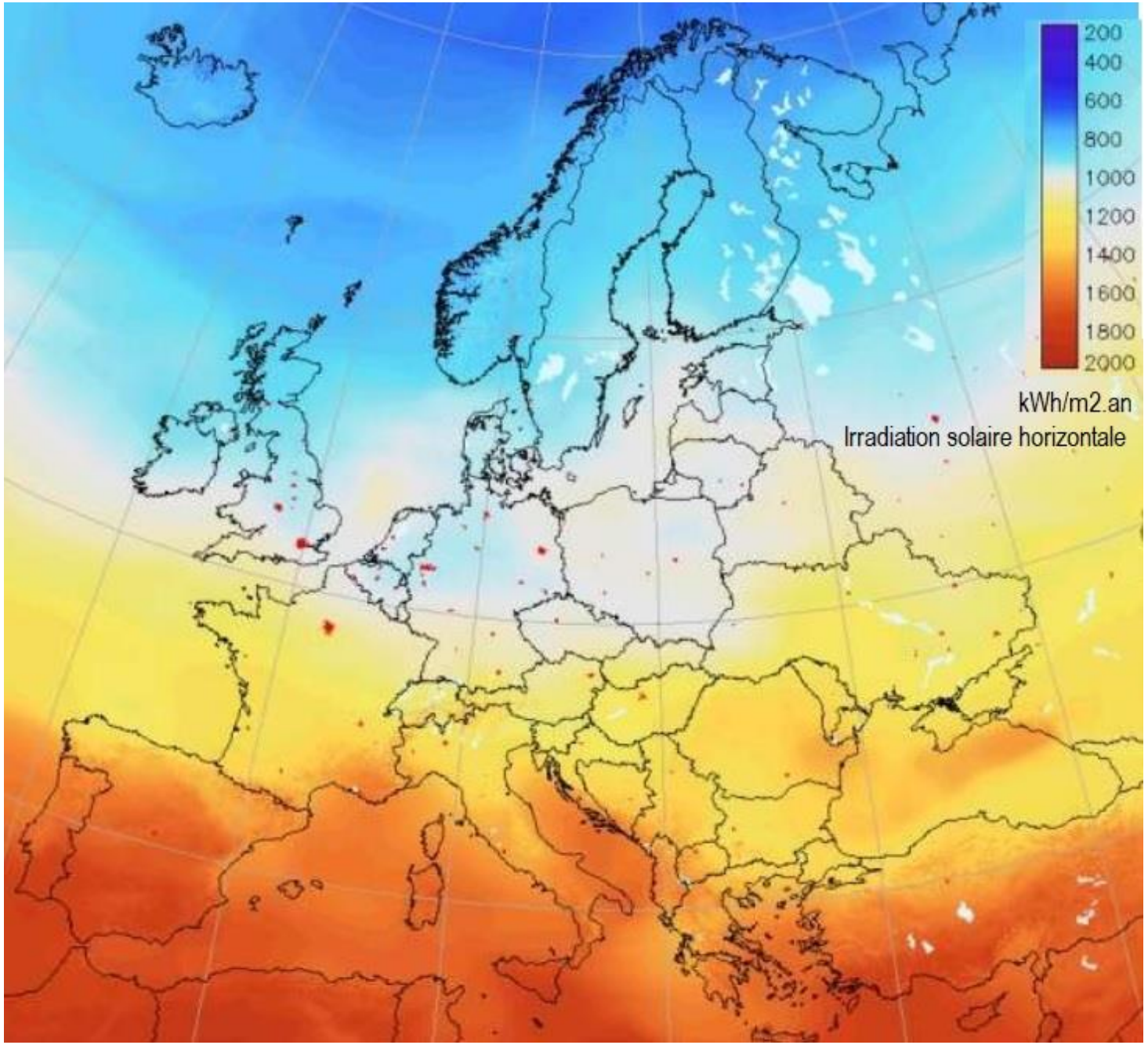


Le bassin du Rhin

On observe sur les 2 pages précédentes que certains grands ou petits fleuves tels que la *Loire*, la *Seine* ou l'*Aa* sont uniquement français. D'autres comme le *Danube**, le plus grand fleuve européen, sont de véritable multinationales. Ce grand fleuve prend en effet sa source dans la forêt Noire allemande à 1000m d'altitude et traverse ensuite de nombreux pays : Autriche, Slovaquie, Hongrie, Croatie, Serbie, Roumanie, Bulgarie, Moldavie, et finalement l'Ukraine. Ceci avant de rejeter dans la mer Noire après un long parcours de 2 860 km un débit moyen de 6 500 m3/s provenant de son grand bassin versant de 805 260 km². On conçoit en observant un tel parcours la responsabilité des pays situés en amont vis-à-vis des pays situés en aval en ce qui concerne la pollution

Un petit fleuve tel que la *Bidassoa* qui prend sa source en Espagne où comme le fleuve albanais *Vjosa* qui prend source en Grèce n'ont bien évidemment pas la même dimension mais le problème est le même en ce qui concerne la responsabilité du (ou des) pays qui est (sont) en amont vis-à-vis de ceux qui sont en aval

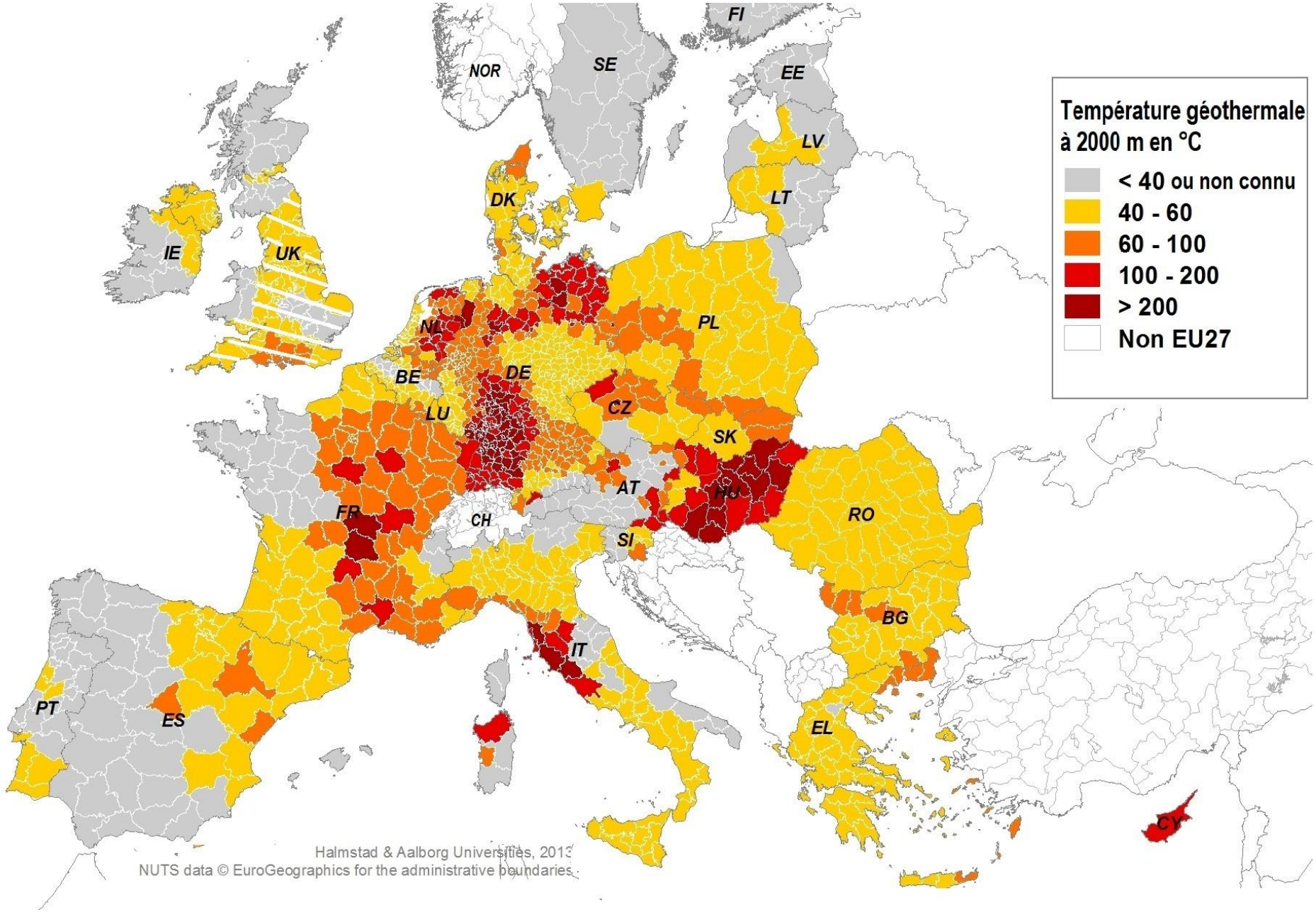
*Vient ensuite le *Rhin* qui prend sa source en Suisse dans les Alpes à 2 346 m d'altitude. Ce fleuve qui traverse ou borde ensuite l'Autriche, l'Allemagne et les Pays-Bas sert souvent de frontière: la Suisse avec le Liechtenstein, puis l'Allemagne avec la France. Sa longueur de 1 233 km, ainsi que son bassin versant de 198 000 km2 et son débit moyen 2 340 m3/s n'ont cependant rien à voir avec le *Danube*



L'Europe et le soleil

En Europe, c'est surtout le sud de l'Espagne et de l'Italie qui bénéficient d'un ensoleillement exceptionnel

Pour la France voir détails page 302

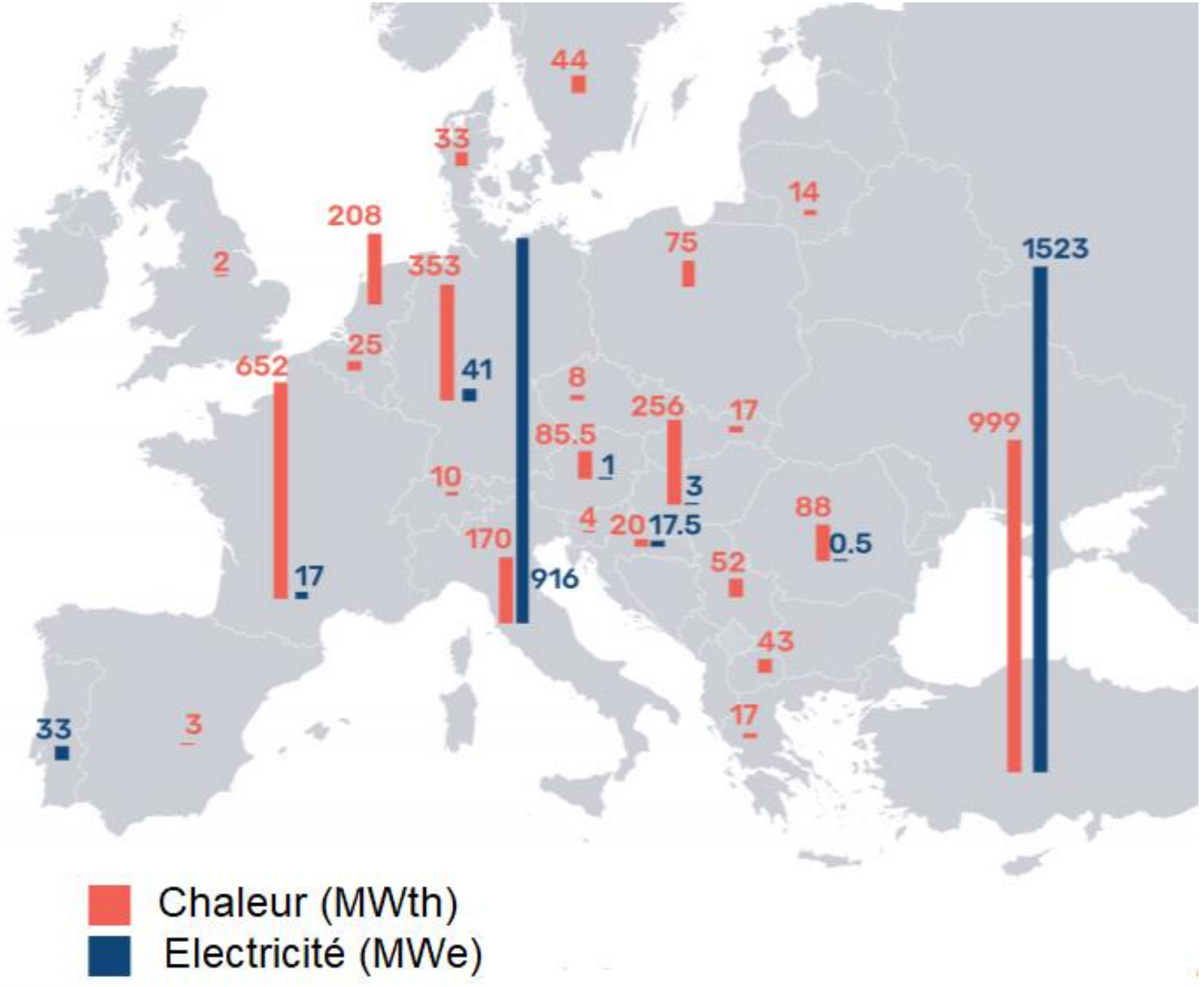


L'Europe et son sous-sol

L'aspect thermique

Les nappes captives éventuelles prennent la température du sol

Ceci à raison de +3° C par 100 mètres de profondeur
(Voir par exemple le « dogger » en région parisienne page 199 au chap3)

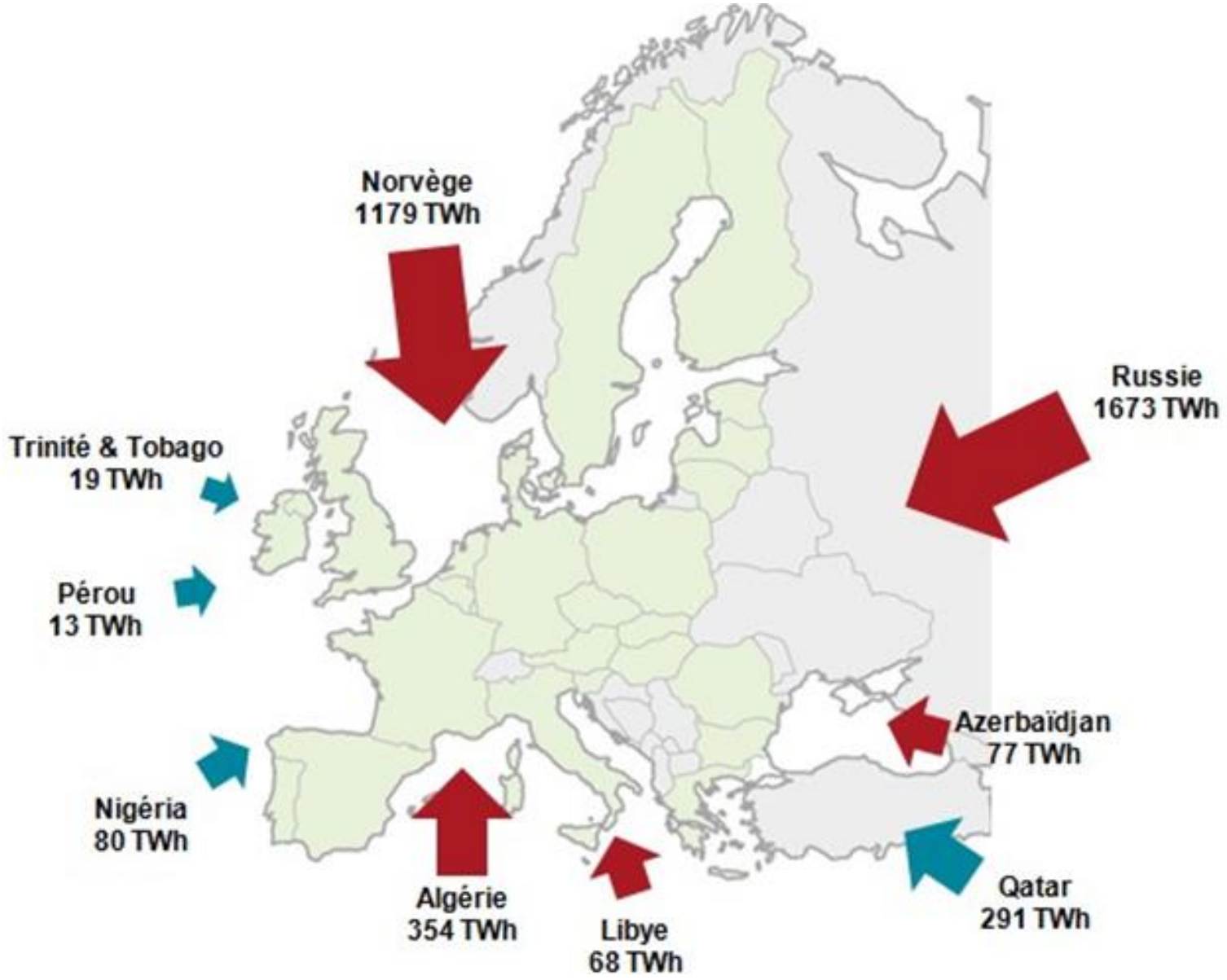


L'Europe et la géothermie très profonde

La géothermie profonde et ses hautes températures peut produire de l'électricité. En Europe, c'est surtout l'Italie qui fait figure de leader.

La Turquie montre l'exemple de ce que l'on pourrait probablement faire en Europe. Une solution qui serait une alternative au stockage de l'électricité avec l'hydrogène

Organisme européen [EGEC]



L'Europe actuellement

Le couple franco-allemand c'est la prise de conscience qu'avec un approvisionnement de l'Europe en gaz naturel russe voisin de 50 milliards de m3 par an et le prochain gazoduc Nord Stream 2 en mer baltique c'est environ 350 kWh électrique qui vont prochainement être disponible à la demande et à partir du gaz pour chacun des 500 millions d'européens. Nous aurons probablement besoin de cela le temps que se mettent en place les dispositifs de stockage de masse de l'électricité.

Dans la pratique l'approvisionnement actuel de l'Europe en énergie est une répartition entre les tubes et les méthaniers

L'Europe et l'énergie demain

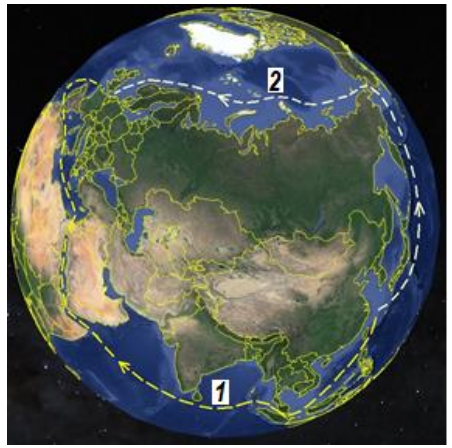
Gaz russe bientôt avec le nouveau gazoduc en mer baltique

Hydrogène vert Kazak voire chilien dans 10 ans grâce au soleil et au vent .

Région arctique (pole nord)

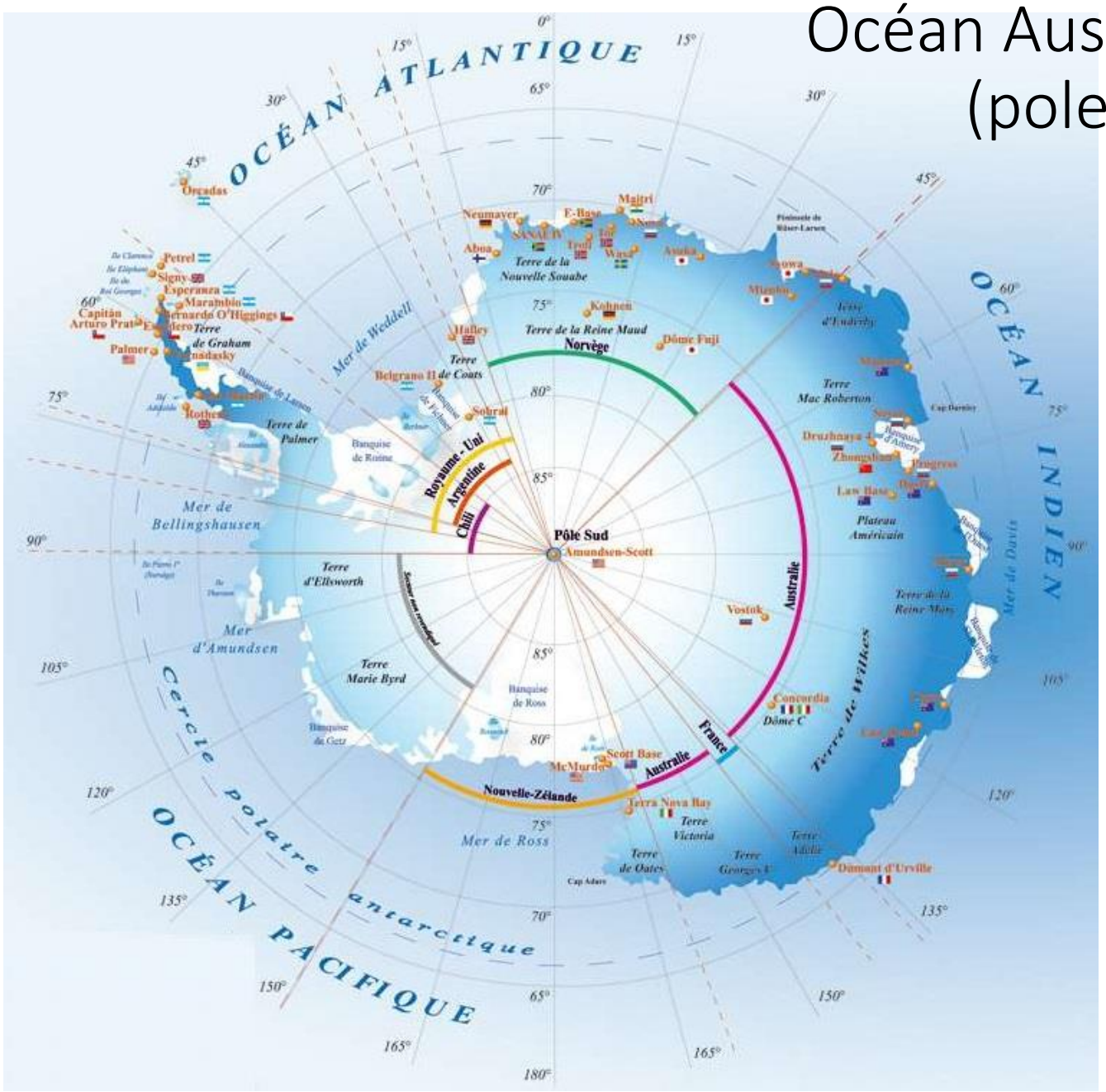
Mon fils Jean-Luc photographe professionnel qui a déjà fait en 2007 une expédition en kayak le long du littoral groenlandais a constaté lors d'un portage des kayaks sur terre afin d'éviter une longue et dangereuse falaise que le permafrost (pergélisol) fondait ce qui a beaucoup compliqué son expédition. Le chariot des kayaks s'enfonçaient dans la boue. Il devait y aller en 2020 avec son équipe pour constater comment les lacs qui se forment à la surface du Groenland en raison du réchauffement climatique se vident brutalement lorsque l'épaisse couche de glace se fend. Par prudence, son expédition vient d'être reculé à 2022 par le gouvernement groenlandais à cause du coronavirus..

Preuve du réchauffement climatique actuel, on a constaté le 20 juin 2020 à Verkhoïansk, une petite ville russe située au nord du cercle polaire arctique et réputée pour avoir connu l'une des plus basses températures jamais enregistrées sur Terre (hors Antarctique), des températures de 38 degrés centigrades !



Le Traffic actuel maritime mondial à destination de l'Europe des portes conteneurs chargés de produits manufacturés chinois qui passe actuellement par le canal de Suez ***1*** pourrait bien à termes, en raison du réchauffement climatique, se faire par un trajet plus court : celui de l'océan glacial Arctique ***2.***

Océan Austral et terre Antarctique (pole sud)



L'épaisseur de glace y est plus importante qu'au pôle nord et il y fait plus froid..

Ce sont les petits poissons et le krill, un petit crustacé se nourrissant de plancton, qui alimentent les manchots, symbole de l'Antarctique. Animal à ne pas confondre avec le pingouin

Les deux pôles nord et sud sont visités chaque année par un voyageur infatigable, la sterne arctique.
Bien que l'Antarctique soit divisé en secteurs par les nations, ce continent de 14 millions de km2 qui n'a pas de population permanente est devenu une sorte d'espace international peuplé par une population par mission.

Quelque 70 stations de recherche sont implantées en Antarctique dont la station belge princesse Élisabeth située un peu plus à l'intérieur des terres que les autres

Le traité international sur l'Antarctique adopté en 1959 et réactualisé grâce aux Réunions Consultatives du Traité de l'Antarctique(RCTA) établit des principes forts pour la protection de ce continent comprenant l'interdiction :

- des activités militaires,
- du dépôt de déchets nucléaires
- des activités d'extraction des ressources minérales.

Le tourisme en Antarctique est certes en augmentation régulière mais il est scrupuleusement régulé.

Le Protocole de Madrid sur la protection de l'environnement signé en 1991 qui n'a pas de date d'expiration vient en complément. Voire la vidéo d'Anne Choquet, enseignante-chercheuse en droit qui revient sur l'ensemble de ces enjeux.

La Russie

Cet immense pays qui englobe plus de 10 faisceaux horaires est sujet au réchauffement climatique et couvre une surface équivalente à celles de la Chine et des USA réunies.

Il est traversé par la plus longue liaison ferroviaire au monde :

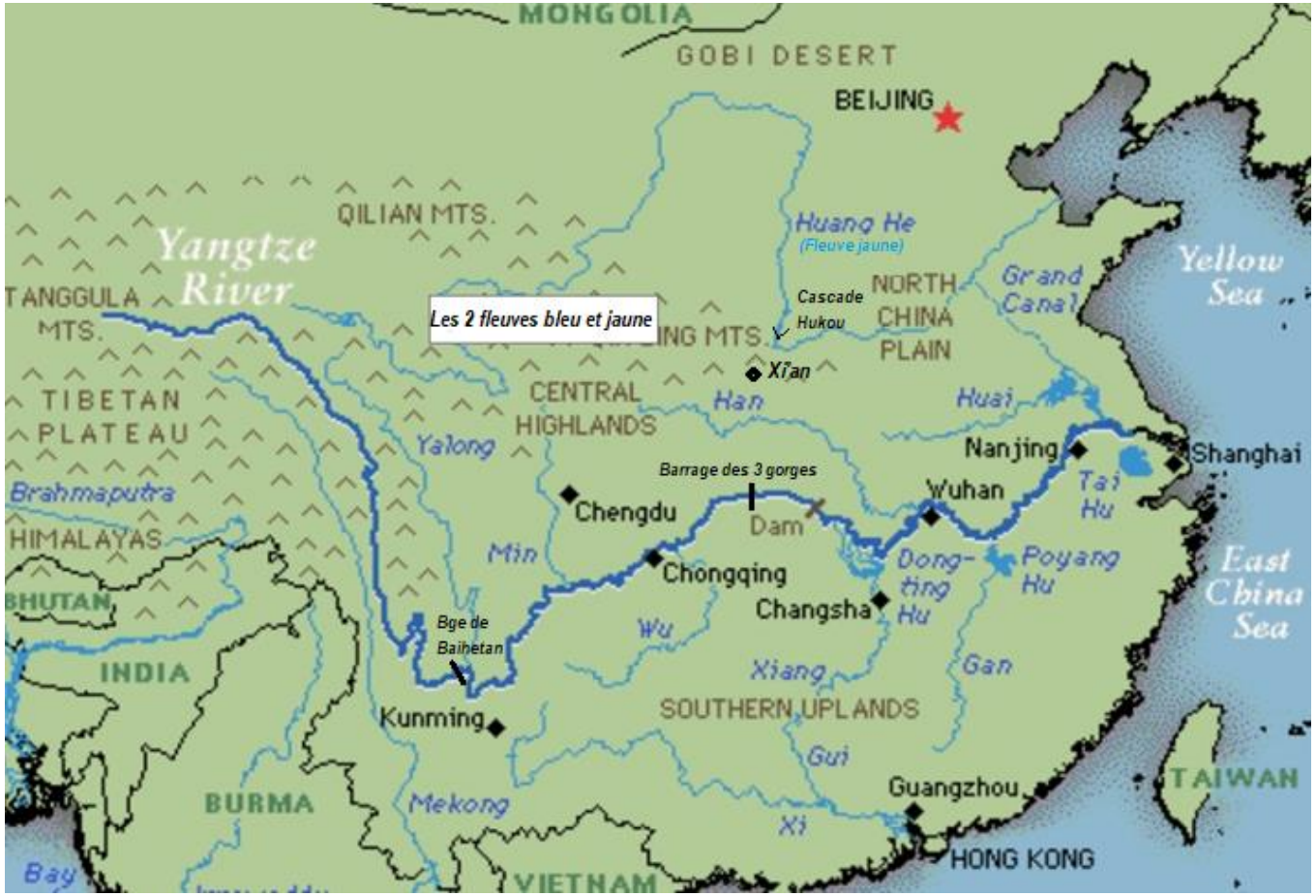
le transsibérien (8 988 km)

On attribue à la Russie la responsabilité de la terrible catastrophe nucléaire de Tchernobyl survenue en Ukraine à une centaine de km au nord de Kiev

La Corée du sud et le Japon

Tokyo est avec ses 42,7 millions d'habitant la deuxième métropole mondiale la plus peuplée derrière Hong Kong. Concernant leur satisfaction du confort thermique dans l'habitat, les habitants de Tokyo ont probablement intérêt à s'orienter vers des échanges thermiques avec l'eau salée de la mer de chine comme cela se pratique à Marseille en France. Par contre le fleuve coréen *Hang* avec son débit moyen de 670 m3/s selon WIKI semble suffisant pour assurer l'apport thermique de la ville de Séoul (25,5 millions d'habitants)

La Chine et Hong Kong



La « Solar Water Economy en Chine » ?

C'est près de 400 millions de chinois qui vivent à proximité de la rivière Yangtze. Avec son débit moyen de 30 000 m³/s cela fait 0,075 l/s pour chacun un potentiel thermique plus de deux fois supérieur à celui du parisien. Plutôt que de critiquer le Japon malchanceux avec son eau radioactive la Chine ferait bien de se remettre en cause pour le charbon et les barrages

Quant à Hong Kong et ses agglomérations de *Canton, Macau*, et *Dongguan* qui la borde, elle est la plus importante agglomération au monde (65,7 millions d'habitants). Cette immense cité est traversée par la rivière des perles (*Zhu*) soumise au régime pluvial de la mousson et ayant un débit moyen de 9500 m³/s. Le débit d'eau douce de 0,14 l/s mis à disposition pour chacun des habitants de *Hong Kong* est lui presque 5 fois supérieure à celui de 0,03 l/s disponible avec la Seine pour un parisien. Ceci alors que la température de l'air varie de 15 à 30° . Paradoxalement l'ile de Taïwan connaît fin 2010 début 2011 sa pire sécheresse depuis cinquante ans. Une catastrophe pour ce pays qui produit les deux tiers des puces électroniques utilisées dans le monde dans ses usines TSMC et dont la production nécessite de grandes quantités d'eau.

Le barrage des 3 gorges sur le fleuve Yangtze par les chinois est incontestablement discutable en ce qui concerne l'environnement.

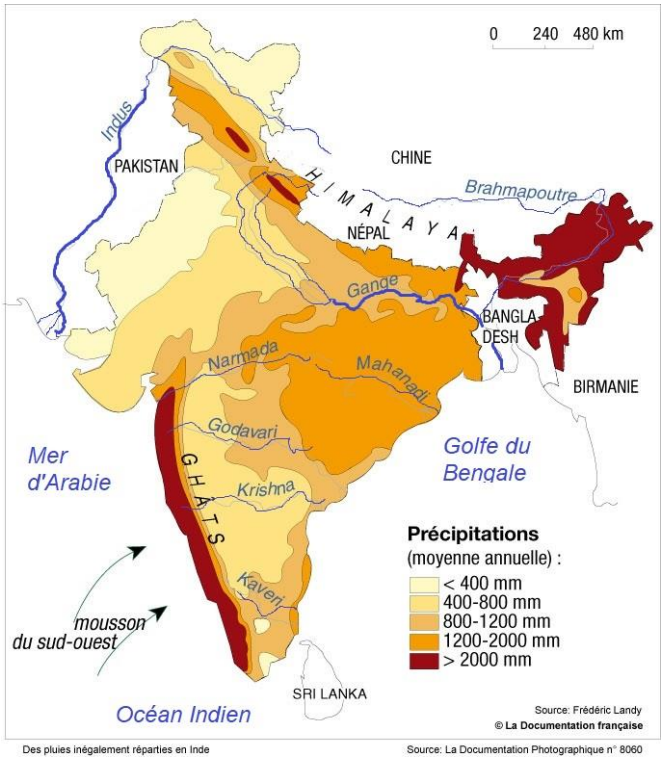
Les problèmes relativement graves supportés actuellement par les Etats-Unis avec la fracturation hydraulique et le retour en arrière de l'administration Trump font que la Chine est malgré cette erreur en passe d'assurer une prédominance mondiale :

- Il est important de savoir que la Chine assure à elle seule près de 90 % de la production mondiale en terre et métaux rares. Ceci alors que ce pays ne contient en ressources propres ''que'' 50% des réserves mondiales de ces matériaux qui vont devenir indispensables pour améliorer les performances de la transition énergétique.
- Cinquante % des batteries en Lithium utilisées actuellement dans le monde proviennent de Chine.

Nota : Il faut aussi saluer les prouesses d'aménagements routiers réalisés en zone montagneuse

Cas des Indes

New Delhi située à 210 m d'altitude se situe avec ses 26,5 millions d'habitants en 5ème position dans le monde en ce qui concerne la taille. Elle est traversée par un affluent du Gange la Yamuna (Son débit moyen à Delhi ne serait selon WIKI que de 300 m³/s) Une implantation style SWE permettrait de régénérer cette rivière gravement polluée. Ceci sans parlez de certains comportements, probablement sur le Gange qui relèvent de [pratiques extrêmement graves.]



Des pluies inégalement réparties en Inde

Source: La Documentation Photographique n° 8060

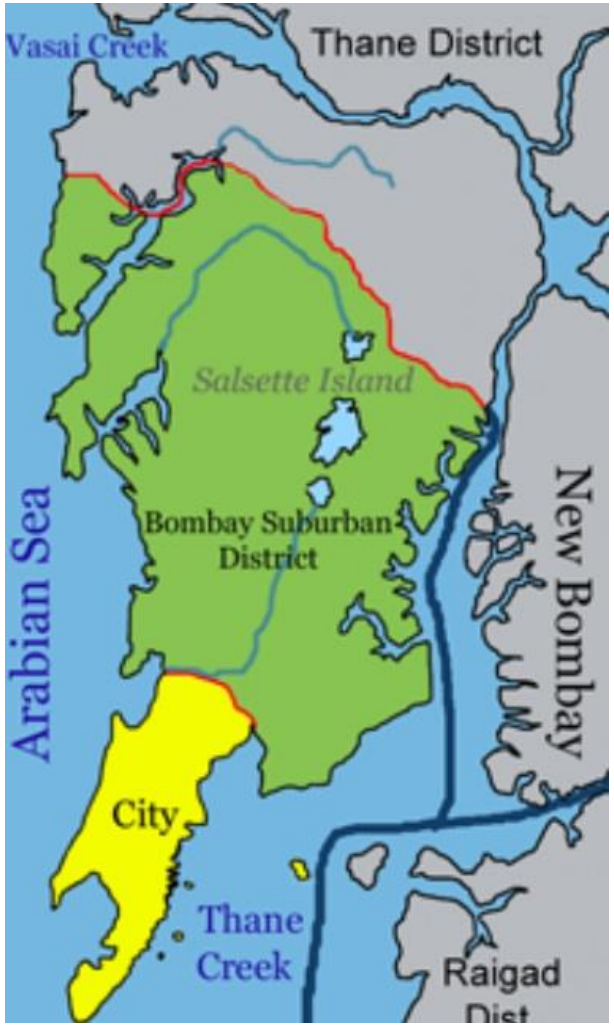
Pour un pays comme les Indes, ce n'est pas à vrai dire un manque d'eau qu'il faut craindre avec le dérèglement climatique en cours mais le fait qu'aux Indes les pluies sont inégalement réparties avec un excédent d'eau pendant la mousson et le risque qu'à terme il n'y en ait pas assez en dehors de cette période par le fait que les glaciers de l'Himalaya sont progressivement en train de disparaître. Ces irrégularités vont poser le problème du développement des infrastructures de stockage.

Depuis le coup d'état en Birmanie ce pays est menacé par la faim. Fin mai 2021 un porte conteneur brûlait devant le port de Colombo au Sri Lanka depuis un mois

Bombay (Mumbai)

Avec ses 13 millions d'habitants la ville indienne de Bombay est située sur une petite l'île nommée l'île de Salsette qui ne fait que 436 km2. Avec sa densité de population voisine de 30 000 habitants au km² (environ 50% de plus que Paris intramuros) ce n'est pas le genre d'île où l'on est seul au monde ! Cette fois ce n'est pas l'eau douce comme à Paris qui peut venir au secours de Bombay pour assurer le confort thermique de l'habitat mais l'eau salée. La France qui a déjà une certaine expérience avec la ville de Marseille pourrait utilement montrer aux indiens la voie à suivre. Ceci d'autant que l'ensoleillement dans cette région du monde est loin d'être négligeable. (voir page 352)

Reste à espérer que la politique européenne de l'énergie symbolisée par le rapprochement franco-allemand va suivre son cours en évoluant dans le bon sens et agir sur le plan international.



L'Indonésie par les chiffres

L'Indonésie, pays composé à 88% de Musulmans est avec ses 260 millions d'habitants, le quatrième pays le plus peuplé au monde derrière la Chine, les Indes et les USA. L'Indonésie est aussi un immense archipel qui comprend 6000 iles habitées sur les 16 056 îles que composent l'ensemble de l'archipel indonésien. Un archipel qui s'étale sur 5000 km d'Ouest en Est. Ceci entre ses deux extrémités: celle de la pointe nord de Sumatra, à l'ouest, et celle de la Papouasie à l'extrême est. Le chiffrage qui résulte d'un comptage réalisé par l'ONU en 2017 ne comprend pas les nombreux atolls qui disparaissent à marée haute. L'île de Java avec ses 145 millions d'habitants est la plus peuplée. Sa capitale Jakarta et sa proche banlieue condense à elle seule 30 millions d'habitants.

L'Indonésie, c'est aussi 400 volcans, dont 150 sont toujours actifs. Ceci avec pas moins de 17 volcans sur la seule île de Java dont le *Krakatau*, le *Bromo*, le *Ijen*, le Merapi, le *Relut* qui égrènent leurs fumerolles tout au long de l'année. L'Indonésie regorge de ressources naturelles et en premier lieu desquelles on trouve les fameuses épices qui en ont fait un carrefour commercial depuis le Moyen-Age. Aujourd'hui encore, l'Indonésie est au

- 1er rang mondial pour les épices (clou de girofle, muscade, huile de palme).
- 3ème Rang : cacao
- 4ème Rang : café et nickel, - 5ème Rang : charbon - 7ème Rang : le cuivre

C'est aussi un producteur d'étain, d'or, de diamant, de caoutchouc, gaz, pétrole, thé, tabac, perle de culture, sans oublier le bois.

Le *bahasa Indonesia* est la langue qui réunit les îles et les habitants. Issu du malais, cette langue s'est imposée progressivement à partir de 1928 comme langue de scolarisation et comme langue nationale depuis l'indépendance en 1945.

L'Indonésie c'est 6 religions qui sont reconnues par l'État indonésien. Il y a peu de temps, il était encore fait mention de la religion sur la carte d'identité. L'islam est majoritaire mais l'hindouisme et le bouddhisme ont eu une grande influence dans le pays. Ces religions on laissé des traces remarquables comme les célèbres temples de Borobudur et Prambanan. L'islam est apparu au 12ème siècle, les religions se répandant dans l'archipel au rythme des échanges commerciaux.

L' Indonésie c'est aussi sa faune riche en animaux emblématiques, et ceci malgré sa densité de population relativement importante de 136 hab/km2 proche de la densité de population chinoise:

- L'éléphant et le tigre de Sumatra. ...
- Le rhinocéros de Java.
- Le dragon de Komodo

On observe aussi dans toutes ces îles l'orang-outan, le gibbon, la raie manta, le mola-mola, la tortue, le maleo, l'oiseau de paradis. ... L'Indonésie ce n'est pas moins de 360 groupes ethniques différents et pas moins de 719 langues!

L'Indonésie enfin c'est 2 saisons, on y oublie les demi-saisons qui n'existent pas dans cette région du monde où le climat est équatorial. On note une première saison, de mai à octobre, dite sèche et une deuxième de décembre à mars dite saison des pluies.

***Les caractéristiques du climat équatorial*:**

Il fait très chaud toute l'année. La variation de température selon la saison est inférieure à 5 ° C et la température moyenne tourne autour de 27 ° C. Ceci avec une durée du jour et de la nuit quasiment identiques tout au long de l'année

Les USA, ses métropoles, ses rivières, et le pétrole

Avec ses 23,5 millions d'habitants la ville de New York, la plus grande ville américaine va probablement être exposée à la montée des océans. Elle devrait cependant pouvoir tirer partie à la fois de l'Océan Atlantique nord et de l'Hudson qui la traverse pour ses besoins thermiques.

L'océan pacifique n'est pas loin pour Los Angelès (18,7 millions d'habitants) mais Chicago, grande metropole de 9,8 millions d'habitants pourrait être confronté au fait que le lac d'eau douce Michigan gèle parfois en hiver.

Avec ces 3 grandes villes une petite dizaine de métropoles :

- *Washington (capitale) 9,7*
- *San Francisco 8,8*
- *Boston 8,2*
- *Dallas 7,9*
- *Philadelphie 7,2*
- *Houston 7,2*
- *Miami 6,8*
- *Atlanta 6,6*

totalisent près du tiers de la population américaine.

La Californie a basculé au fil des ans dans une sécheresse exceptionnelle. A tel point que les autorités californiennes soucieuses de continuer à alimenter les villes en eau et protéger la faune sauvage ont brusquement coupé le robinet au monde agricole. La retenue du barrage d'Oroville sur la rivière Feather, se vide petit à petit de son eau en raison d'une longue sécheresse

Sa plus grande métropole: New York

Un quartier de New York extrêmement peuplé est situé lui aussi sur une île. Il s'agit de l'île Manhattan d'une surface de 58,8 km2 ou s'entassent les gratte-ciels (1,5 million d'habitants avec 25.510 habitants / km²)

Cette fois, c'est à la fois l'eau salée et l'eau douce avec le débit moyen de 600 m3/s du fleuve Hudson qui pourrait venir au secours de l'habitat

Son temple de la créativité : La Silicon Valley

Située au sud de la baie de San Francisco en Californie, la silicon Valley avec sa ville de San José est un espace dédié aux hautes technologies. Grâce à de prestigieuses universités telles que *Standford* et *Berkeley* située en son sein se trouvent regroupé les sièges de sociétés prestigieuses telles que Adobe System, Apple, Ebay, Facebook, Google, HP, Intel, Sandisk, Yahoo....

Actuellement, les Etats Unis de l'énergie c'est principalement :

Le gaz de schiste

Delphine Batho n'avait pas tort, alors qu'elle était ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, d'expliquer les conséquences de l'exploitation du gaz de schiste par fracturation :

- Des risques pour la santé avec remontée de métaux lourds tels que le plomb, le mercure, le cadmium ainsi que l'utilisation d'acide chlorhydrique, de dioxines toxiques et de produits cancérigènes tels que l'acétaldéhyde provoquant la pollution de milliards de mètres cubes d'eau.
- Des dégâts irréversibles pour l'environnement du fait du rejet de méthane un gaz sensiblement 20 fois plus puissant pour effet de serre que le gaz carbonique. L'exploitation du gaz de schiste très répandu aux USA ne sera heureusement qu'un feu de paille. Reste à savoir si l'on va continuer à presser le citron

Les sables bitumineux

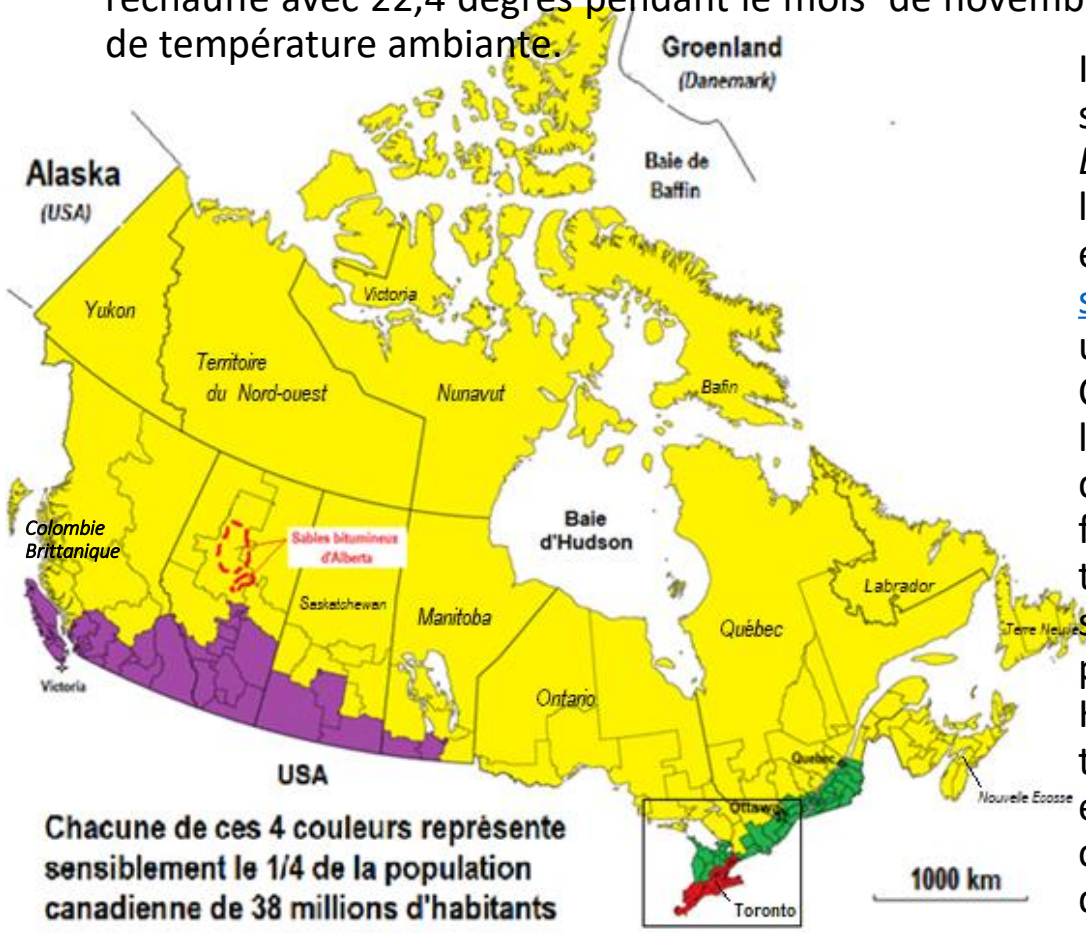
Quant à l'exploitation de ces sables bitumineux de l'Alberta canadien et le pétrole qui peut en être extrait, il représenterait la troisième réserve mondiale en hydrocarbures. Son exploitation et cet oléoduc (avec son projet de modernisation en gris) qui traverse les Etats Unis du nord au sud jusqu'à Houston est une véritable catastrophe écologique

Avec ses conséquences: les vagues de chaleur en Californie

Tous les ans la Californie est maintenant confrontée à des vagues de chaleur avec des températures extrêmes dépassant localement les 50° C. Ces canicules provoquent localement des incendies dramatiques.

Et le Canada?

Deuxième pays du monde en superficie derrière la Sibérie, le Canada est avec sa superficie totale de 10 millions de km2, le 2ème plus grand pays de la planète derrière la Russie. La natalité ainsi que sa densité démographique y est très faible (3,7 habitants au km2) et aussi très déséquilibré ce qui lui permet d'accueillir de nombreux immigrants soulageant la surpopulation qui s'observe dans d'autres pays. De plus quand il s'agit d'enfourcher le vélo et ceci même en hiver, beaucoup de Québécois montrent l'exemple à l'U. E. de la mobilité durable. D'autre part, le Canada, pays qui se réchauffe avec 22,4 degrés pendant le mois de novembre 2016 reste malgré tout un pays relativement froid en termes de température ambiante.



Il va devoir construire sans plus tarder des logements du XXIème siècle conforment aux recommandations de la *"Leadership in Energy and Environmental Design"* (LEED, l'équivalent pour l'Amérique du nord de notre "Haute Qualité Environnementale" européen) ayant une taille raisonnable. Ceci en oubliant les sables bitumineux pour ériger ses villes du futur afin de donner un toit solide à sa population qui augmente lentement. Le Canada, état bilingue à l'économie avancée est membre de l'OCDE. Pays particulièrement riche en eau avec ses 31 190 lacs d'une superficie supérieure à 3 km^2. C'est aussi un pays plus froid que la France. De ce fait le potentiel énergétique thermique que constitue ces lacs et les rivières qui les relient ne serait pas contrairement à la France une plateforme suffisante pour assurer la transition énergétique tant souhaitée par l'ONU. Heureusement l'eau des lacs est aussi source d'énergie thermique. Aidée par la géothermie elle pourrait éventuellement venir au secours de la population canadiennes centralisée à 50% au sud-est dans de grands lacs. Et ceci avec des liaisons tuyauteries plus courtes que Keystone.

La Cour suprême Canadienne qui a validé la taxe carbone instaurée par Justin Trudeau fait corps avec son voisin, les états d'Amérique du Nord qui viennent de se choisir un nouveau champion de la transition énergétique. L'auteur de ce fichier a peu de chance de se faire entendre auprès des trop nombreux adeptes de l'industrie des énergies fossiles. Par contre le GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazone) qui ne sont pas les plus démunis à la Bourse de N.Y. pourraient utilement devenir « l'allié » que nous recherchons tous pour contrebalancer le pouvoir énorme et le peu de vision de certaines grandes industries fossiles. Il appartient à nos amis canadiens de faire le point à ce sujet mais dans une zone bien irriguée comme l'est la région des grands lacs à cheval sur les territoires canadien et américain, la présence de nappes captives profondes pourraient améliorer le potentiel thermique des eaux superficielles constituées par les lacs Érié et Hudson relativement faible. Il faut en effet savoir qu'une fois tous les 10 ans la surface de certains Grands Lacs est recouverte de glace. Ceci particulièrement avec le lac Érié (moins profond et moins volumineux que le lac Huron).

L'apport thermique conjugué de ces deux lacs et des nappes captives profondes probablement présentes à leur aplomb pourraient être envisagé d'une façon comparable à celle décrite pour la région parisienne avec la Seine et le dogger. (voir le chapitre 2). Il serait ainsi probablement envisageable de modifier totalement les chaînes énergétiques utilisées actuellement pour chauffer l'habitat dans cette zone à forte densité de population. Ces deux lacs entourent en effet une petite région à la densité urbaine élevée qui regroupe 25% de la population canadienne. Vu la plus faible inertie thermique des eaux superficielles, la satisfaction du besoin thermique ne pourrait être assuré que moyennant une participation plus importante des eaux profondes.

Le Brésil et l'Argentine

La ville brésilienne de Säo Paulo, une ville qui occupe dans le monde la 3ème position en terme de population avec ses 36,3 millions d'habitants arrive à satisfaire ses besoins en eau douce sanitaire. Par contre si l'on en croit les cartes, elle a plus de chance de satisfaire ses besoins thermiques avec l'eau salée de l'océan Atlantique sud et la géothermie.

En Argentine la ville de Buenos Aires avec ses 15 millions d'habitants est un peu dans la même situation que Säo Paulo. Non pas que le fleuve Panama-uruguai avec son débit oscillant entre 2500 et 65 000 m3/s soit insuffisant loin de là, mais par le fait que Buenos Aires est situé un peu à l'écart du confluent et du fleuve. Comme Säo Paulo, la ville de Buenos Aires devra probablement plus compter sur l'eau salée de l'océan Atlantique sud pour assurer ses besoins thermiques.

Quant à la mine de cuivre chilienne de Chuquicamata qui contient 13% des réserves mondiales de cuivre, elle est la plus grande mine à ciel ouvert au monde

La Bolivie avec son désert d'Uyuni de 10 000 km² à 3600 m d'altitude provenant d'un ancien lac salé pourrait bien devenir l'Arabie saoudite du lithium. En effet ce désert contient près de la moitié des réserves mondiales de lithium, ce métal rare nécessaire à la fabrication des batteries. Une société française pourrait rendre service dans cette région du monde avec sa méthode de fabrication du lithium moins exigeante en eau. La plus grande zone humide au monde du Pantanal est en effet tout de même bien éloignée

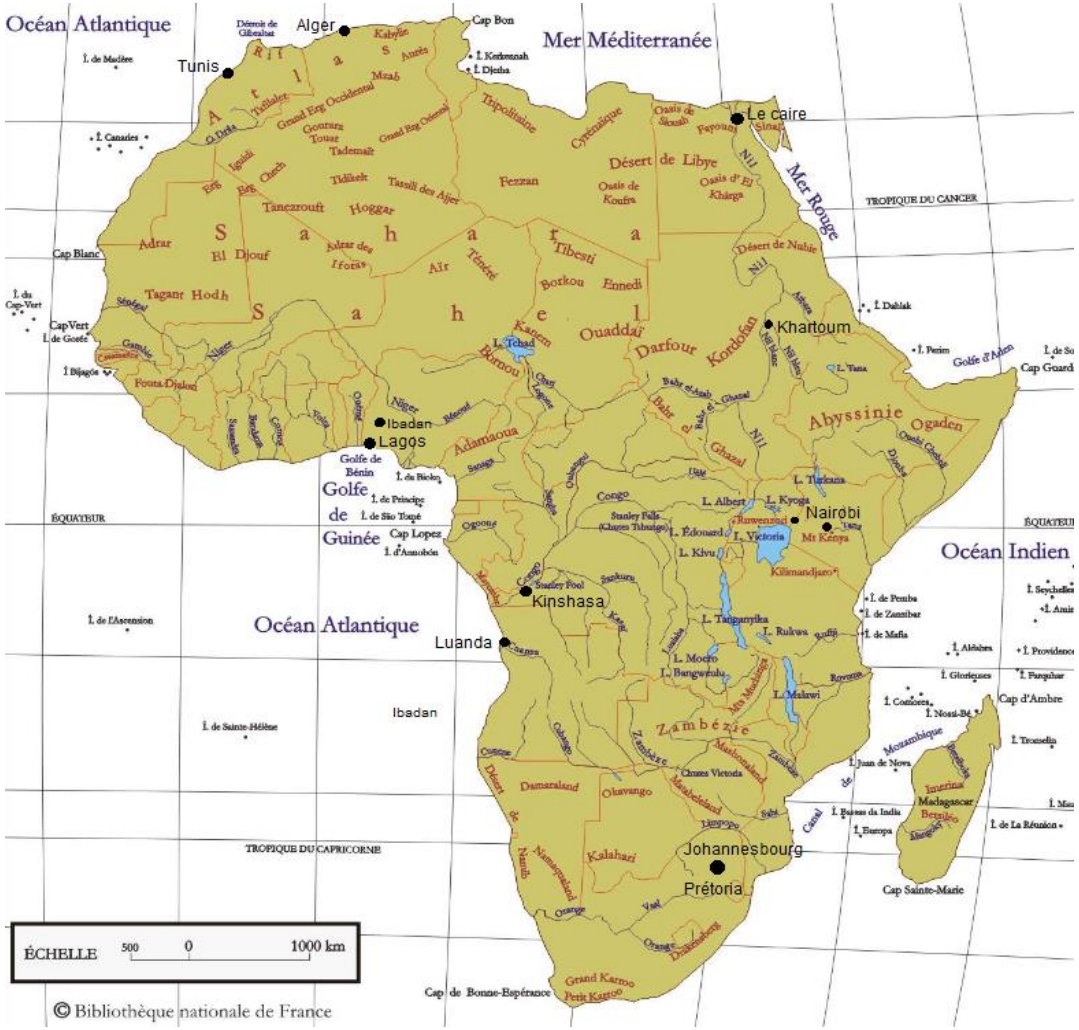
Le fleuve nommé *Amazone* avec son débit moyen de l'ordre de 200 000 m^3/s à l'embouchure coule au sein de la plus grande forêt tropicale au monde et lui a donné son nom : l'Amazonie.

Selon une l'étude de l'INPE, l'Institut National de Recherche Spatiale du Brésil qui dispose de ses propres satellites d'observation, ce serait en fait l'Amazone avec ses 6 992 km qui prendrait la vedette en terme de longueur devant le Nil considéré jusqu'à présent dans les écoles comme étant le plus long fleuve au monde.

Cette forêt tropicale amazonienne, joyau de la nature mondiale, abrite une impressionnante richesse en terme de biodiversité. Ceci sur une surface de 7 millions de km^2 quatorze fois supérieure à celle de la France métropolitaine.

La forêt amazonienne est actuellement victime de nombreux feux de forêts que l'on ne peut pas attribuer uniquement au réchauffement climatique.

L'Afrique et ses plus grands fleuves



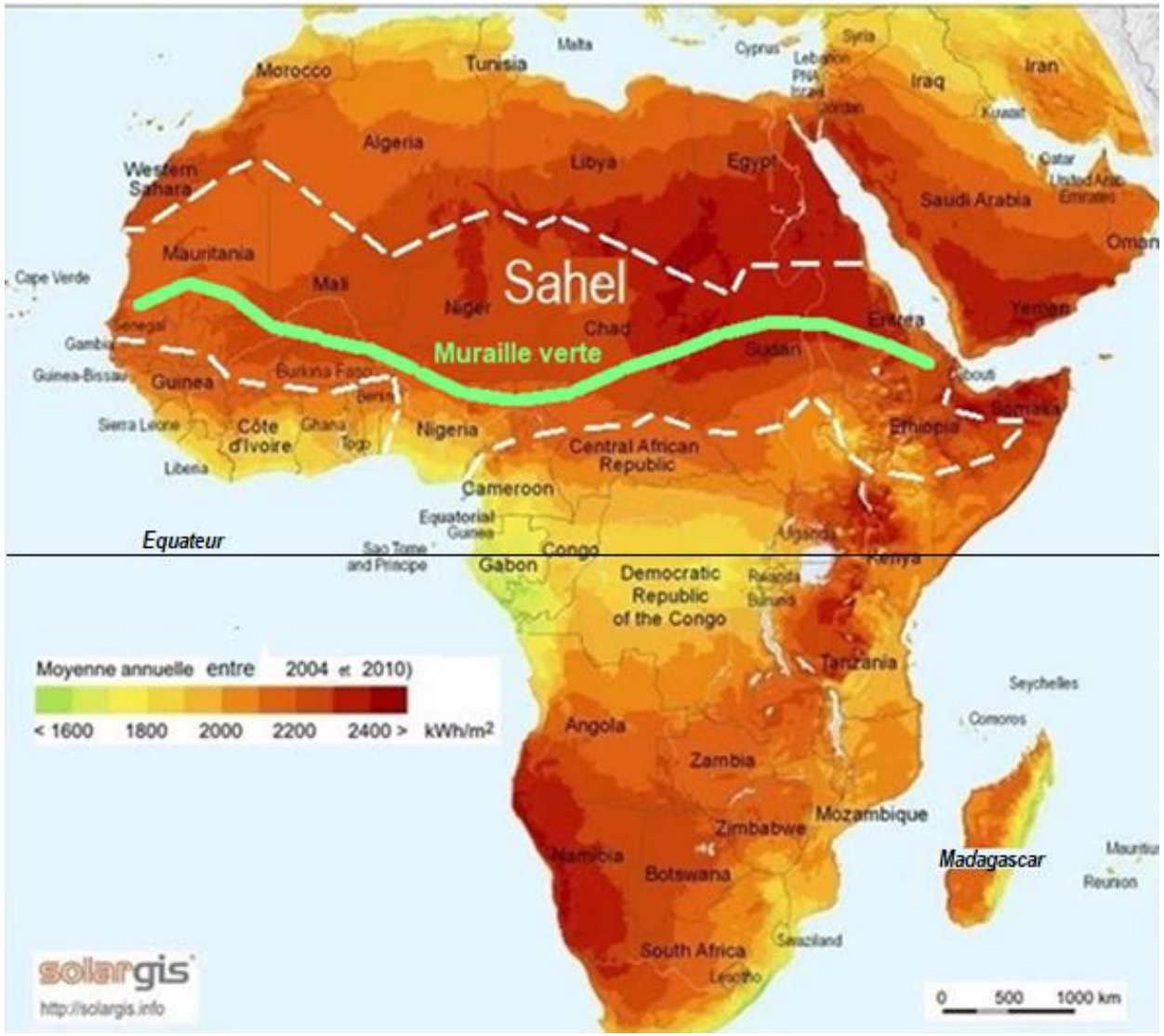
Les plus grandes métropoles sont positionnées sur la carte d'Afrique ci-dessus. Lagos, 22 millions d'habitants, Johannesbourg 14,7 et Ibadan 5,8 …

dont le Nil

De tous les fleuves africains, c'est le Nil avec ses 6 895 km et son bassin qui couvre environ 10% de la surface de l'Afrique qui est le plus long. Le Caire avec ses 24 millions d'habitants faubourgs compris est traversée par ce fleuve avant qu'il ne se jette dans la grande bleu. Ceci après un parcours de plus de 6 000 km avec selon WIKI tout de même 84 milliards de m³ d'eau douce qui traversent annuellement le Caire ce qui correspond à un débit moyen de 0,11 litre/s pour chacun des habitants de la capitale de l'Egypte. Un débit nettement supérieur à celui de la Seine à Paris. Cela pourrait rendre la mise en œuvre de la « Solar Water Economy » plus facile au Caire qu'à Paris. Heureusement d'ailleurs vu que l'Egypte est un pays pratiquement désertique avec ses 20 mmm de précipitations par an et la distance qui sépare cette métropole de la mer rouge et de la méditerranée supérieure à 100 km.

Quant aux autres fleuves africains, ils sont nombreux. L'Afrique c'est en effet au total 24 grands fleuves dont le Congo (4700 km) un fleuve très profond de 4300 m3/s et le deuxième au monde en termes de débit derrière l'Amazone et devant le Yangtze chinois. Viennent ensuite le Congo (4700 km, le Niger (4184 km) et le Zambèze (2 693 km) et de nombreux fleuves ayant une longueur supérieure à 1000 km dont le fleuve Sénégal.

L’Afrique, l’eau et le soleil

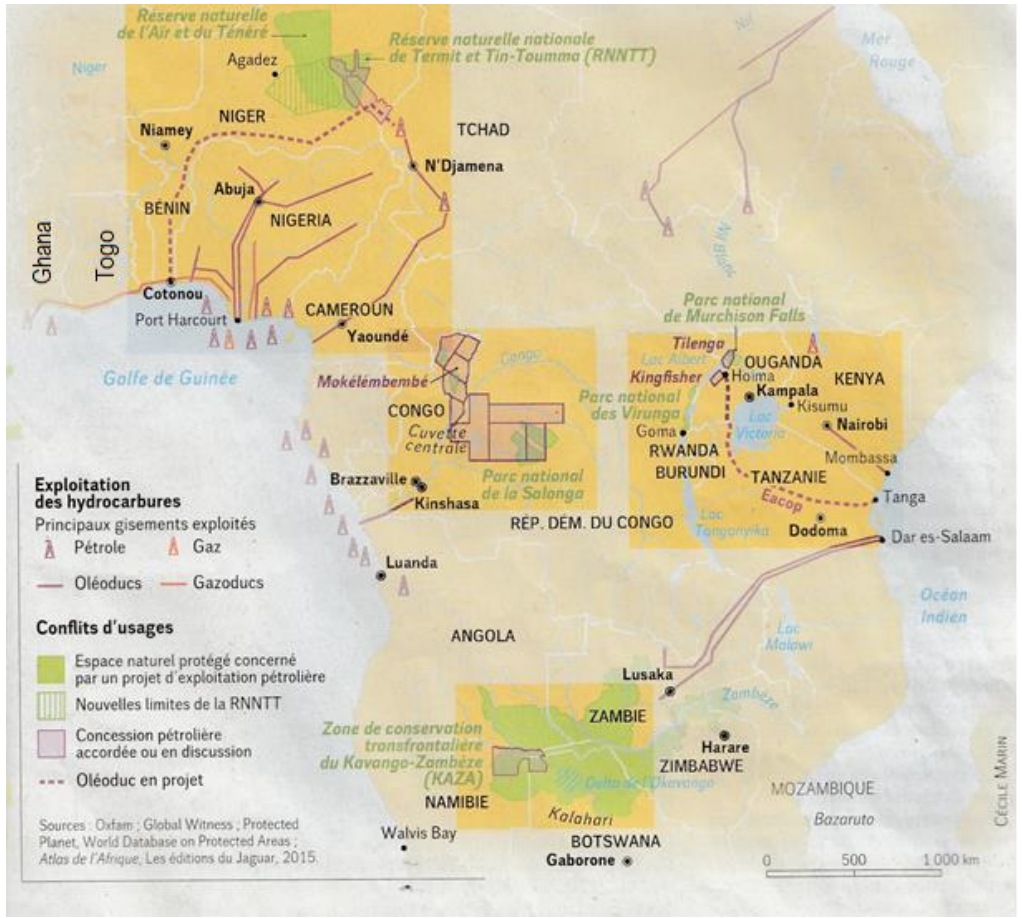


Les réserves solaire du continent africains sont tels que l’on a du mal à comprendre les orientations actuels vers l’hydroélectricité et le pétrole. L’Égypte pays pratiquement désertique qui s'inquiète légitimement d’un temps de remplissage trop prolongée du bassin situé en amont du barrage du GERD sur le Nil bleu en Ethiopie pourrait aussi utilement se préoccuper de ses implantations solaire voltaïques. Compte tenu de la puissance de 6400 MW du barrage une fois qu'il sera achevé, un calcul rapide prouve en effet que la puissance électrique qui sera disponible pour chacun des 55 millions d'éthiopiens actuellement privés d'électricité sera limitée à environ 0,1 kW soit environ 900 kWh par an vu que une année c'est en effet 8 760 heures. On se demande à ce sujet si Homo sapiens a les pieds sur terre et si le barrage dit de la Renaissance n'est pas celui de la décadence. Ceci alors que dans une région ensoleillée comme l'est l'Éthiopie et les territoires africains composants le Sahel une quantité d'énergie électrique sensiblement équivalente pourrait être obtenue par un panneau solaire voisin de 3 m2 (Voir page 167). Une nouvelle ère « hydroclimatique » pourrait prendre racine dans cette région du Sahel grâce à l’implantation de cette fameuse « muraille verte ». Ceci en profitant du soleil pour remonter à la surface l’eau des nappes souterraines mieux alimentées en raison des dérèglements climatiques actuels. Pour une nappe souterraine située à 200m de profondeur, c’est, au rendement près de la pompe, une énergie électrique au pompage limitée à E = mgh = 1000 x 9,81 x 200 = 1 962 000 joules correspondant à 0,55 kWh qu'il est nécessaire de fournir pour élever un m3 d'eau à la surface Des pays comme le petit Togo à la limite du Sahel et du Nigéria pourraient grâce à ces implantation lutter plus efficacement contre la pauvreté et se structurer intelligemment sur le plan social et économique

L'Afrique centrale et le pétrole

Alors que 90% de l'énergie nécessaire aux transports mondiaux provient encore du pétrole, cette image importante extraite du Monde diplomatique de mars 2021 indique les réserves en pétrole de cette région du monde, et ceci côté terre et non plus côté mer. En raison du coût important résultant de l'exploitation du pétrole offshore résultant des profondeurs, il y a en effet une évolution de la mer vers la terre. Cette situation est d'autant plus grave que pour ramener ensuite le pétrole à la mer et assurer le commerce vers les autres continents, les pipelines envisagés traverseraient des zones protégées, des parcs naturels et les réserves d'eau douce africaines. Pourtant le citron n'a plus beaucoup de jus, ceci vu l'importance très relatives de ces réserves terrestres*. De nombreuses sociétés, chinoises, africaines et même françaises (avec *Total* en Ouganda et en Tanzanie) sont impliquées dans ces travaux qui vont à l'encontre des accords de Paris sur le climat. Cette situation est d'autant plus grave que pour ramener le pétrole à la mer, les pipelines envisagés traversent des zones protégées, des parcs naturels et les réserves d'eau douce africaines. Une politique suicidaire qui commence aussi à menacer le littoral au Ghana.

Dans une région bien ensoleillée comme l'est l'Afrique avec une production voltaïque assurée d'environ 250 kWh / m², un africain pourrait disposer de 10 fois plus d'énergie avec un panneau solaire de 10 m². En observant ces chiffres et les projets en cours pour le pétrole en Afrique on se demande si homo sapiens a les pieds sur terre.



* voisines de 100 milliards de barils (ou 14,6 milliards de tep) elles sont à comparer à la consommation mondiale annuelle de pétrole sensiblement voisine de 9 milliards de tep

Les unités compliquent les comparaisons avec les autres régions du monde. Il faut savoir que:
1 tep = 42 GJ = 42 000 000 000 J= 11 700 kWh. Traduction une tonne équivalent pétrole = 42 gigajoules = 42 milliards de joules = 11700 kWh
1 bep = 0,146 tep. Traduction un baril de pétrole de 159 l correspond à 0,146 tonne équivalent pétrole
1 kWh = 3 600 000 J = 8,5 x 10-5 tep. Traduction un kWh = 3 600 000 joules = 0,000085 tep (tonne équivalent pétrole)

Il est certes difficile pour notre gouvernement d'oublier que la crise des gilets jaunes est née d'une taxe carbone sur les carburants.... et l'on peut comprendre que notre gouvernement se sente coincé entre les deux « lignes de crête » baptisées par lui « ambition écologique » et « acceptabilité sociale ».

Toutefois en observant le projet de mise en place d'exploitations pétrolières en Afrique de la société française Total de la page précédente on imagine l'utilité d'un projet de loi à portée internationale concernant le « crime d'écocide » à l'encontre de ceux qui polluent l'eau, l'air et le sol. Ceci comme l'a préconisé la gauche et la Convention citoyenne pour le climat (CCC) et sous une autre forme par la droite qui parle « d'insécurité juridique ».

On peut par compte reprocher à l'Europe la chronologie. Ceci étant donné qu'il aurait été préférable que ces négociations sur le « crime d'écocide » prennent place avant la concertation internationale d'avril 2021 du président américain Joe Biden.

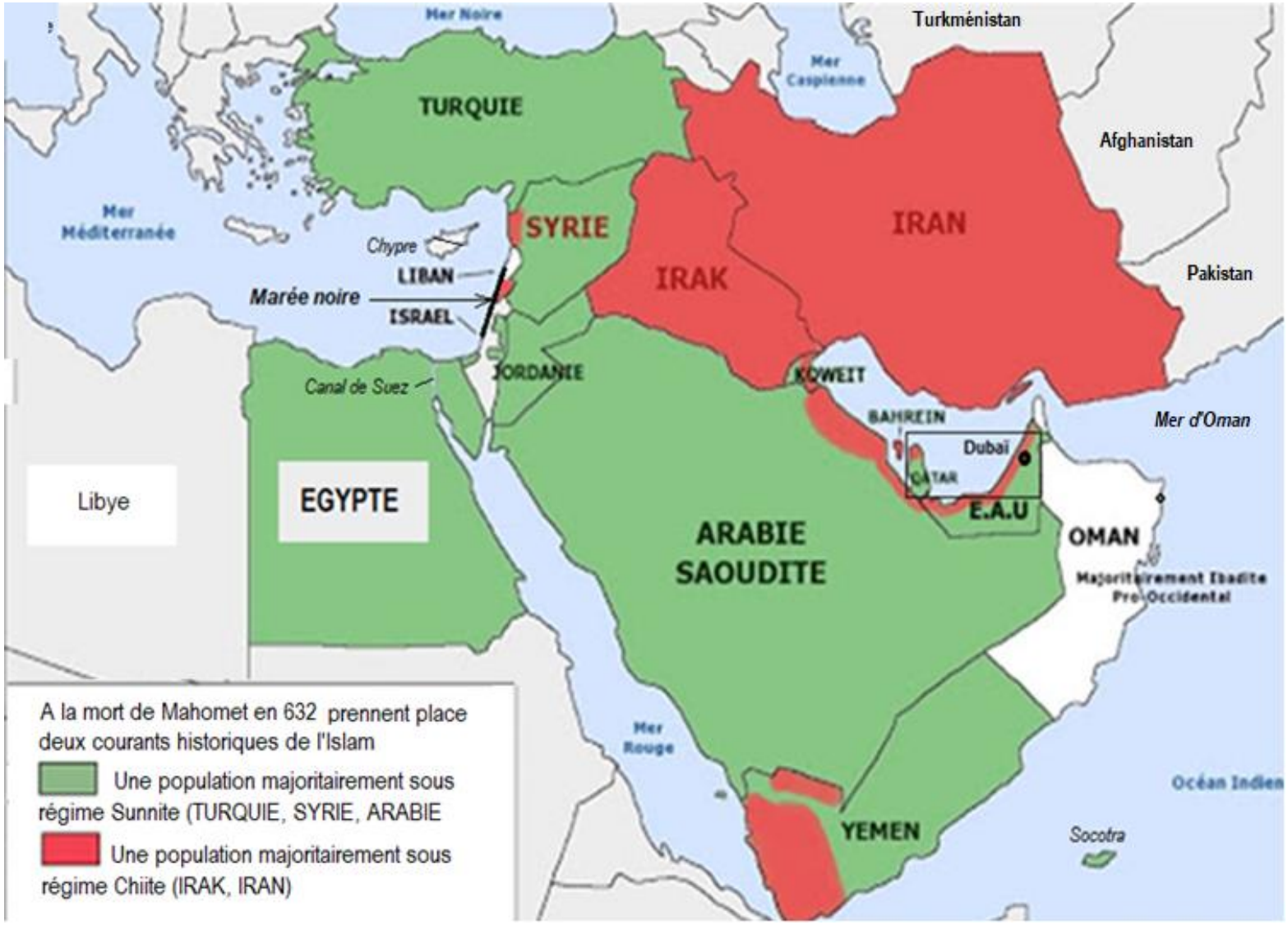
Complément sur l'Afrique

On pourrait en examinant plus en détail les 3 cartes de l'Afrique ci-dessus évoquer beaucoup de choses concernant les problèmes qui attendent la terre et les solutions qui sont à notre portée.

Je me contenterais d'évoquer trois aspects concernant l'Afrique

- *Sa surface de 30,5 millions de km2 qui positionne cet immense continent en troisième position derrière l'Asie (44,6) et les Amériques nord et sud (42,5)*
- *L' inquiétude légitime et les tensions régionales suscitées en Egypte concernant le projet de méga-barrage sur le Nil bleu, lancé en 2011 par l'Ethiopie. Concernant les fleuves et les rivières celui qui est en amont a toujours eu une lourde responsabilité vis-à-vis de ceux qui sont en aval particulièrement pour la pollution* . En ce qui concerne les grands barrages hydroélectriques à forte retenues la situation est toutefois un peu différente. L'Egypte situé en aval dépend effectivement à 90% du fleuve pour son approvisionnement en eau mais il faut comprendre qu'après la période transitoire de remplissage du bassin situé en amont du barrage les écoulements vers l'aval reprennent sont inchangés par rapport à ce qu'ils étaient avant la construction du barrage. L'intérêt de l'Egypte situé en aval n'est naturellement pas de rentrer en conflit avec les pays situés en amont et constructeurs des barrages mais de créer un échange d'idées qui tienne compte de ces facteurs et de trouver une compensation à cet état de fait.*
- *La situation explosive sur le plan militaire au Sahel, une région qui manque d'eau en surface vu l'évaporation intense mais qui subit parfois des pluies diluviennes ce qui sous-entend qu'il y a de l'eau en profondeur. Ceci alors que le soleil et l'énergie électrique peut y être abondante grâce au voltaïque ce qui serait très utile pour extraire l'eau contenue dans les nappes captives profondes. L'intérêt de l'Europe est assurément de tenir compte de ces facteurs pour limiter les mouvements de population qui vont inévitablement être engendrés vers l'Europe*

Le moyen orient et le monde malade du pétrole



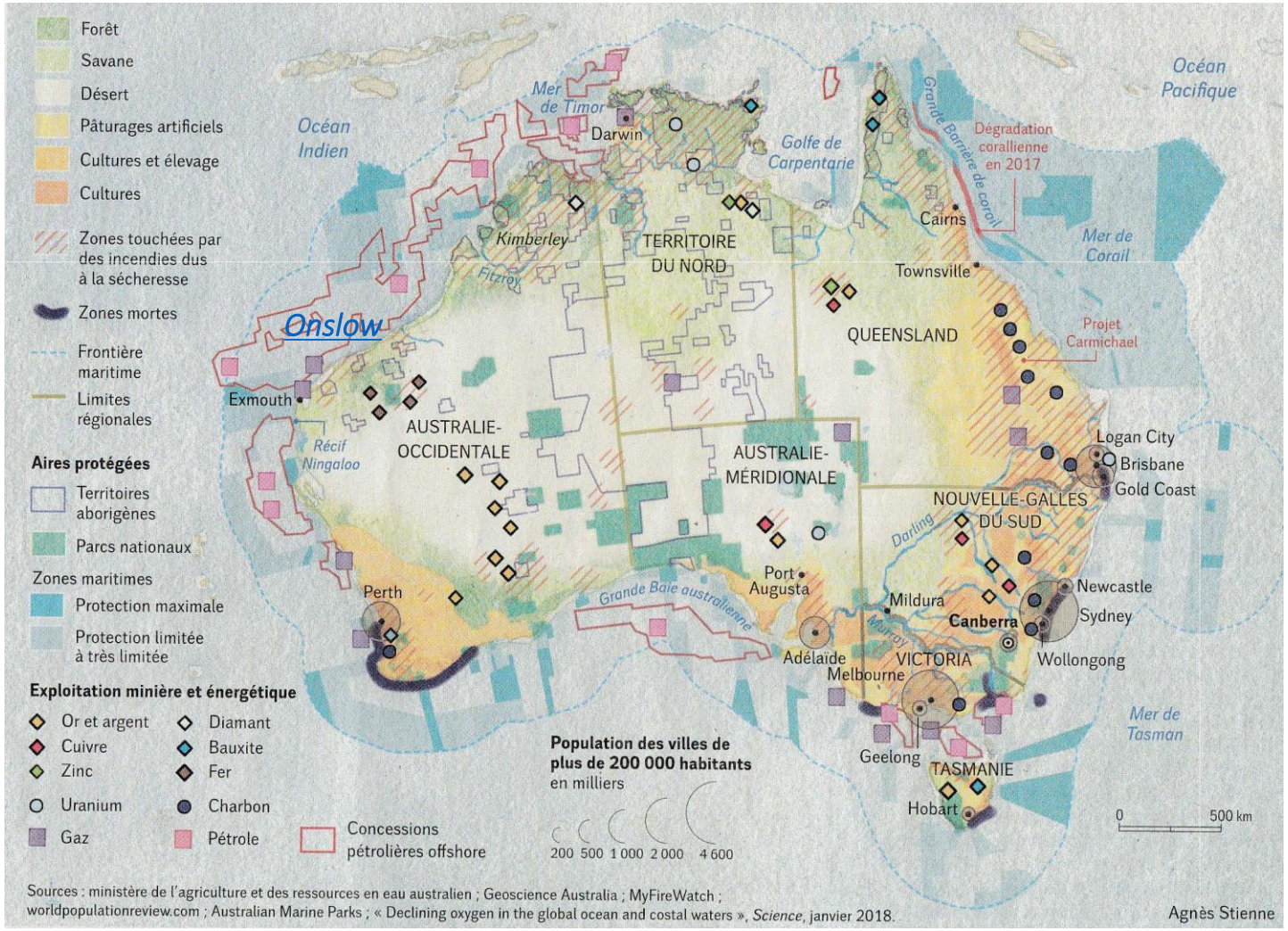
Les réserves de pétrole saoudienne sont les plus importantes au monde, ceci devant les réserves vénézuélienne et canadienne. Qui plus est, ces deux dernières réserves sont constitués d'hydrocarbures couteux à exploiter contrairement aux réserves saoudiennes et celles de ses deux voisins l'Irak et l'Iran constituées de pétrole pratiquement pure.

Le pétrole est le catalyseur des conflits et des guerres dans cette région du monde. Reste à espérer que la marée noire qui vient de sévir en février 2021 sur le littoral méditerranéen entre le Liban et Israel ainsi que la grave explosion dans le port de Beyrouth la capital libanaise n'est pas le signe d'un monde qui se meurt. Pas loin de là l'île de Chypre est victime dans sa zone sud européenne d'un gigantesque incendie

L'Irak un pays menacé par la pollution

La Jordanie un pays menacé par la sécheresse

L'Australie

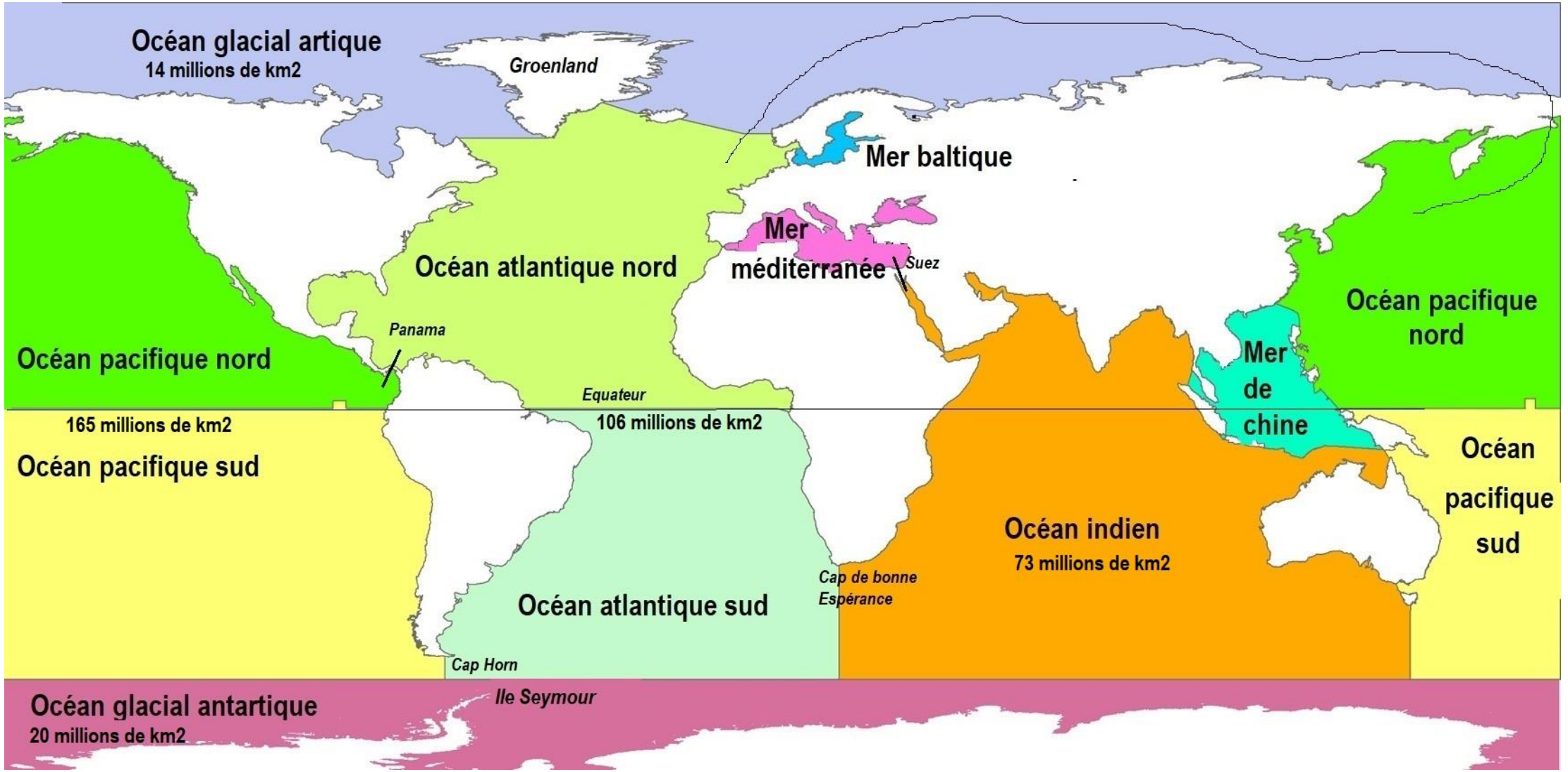


Les vastes territoires ensoleillés et venteux de l'Australie offrent un potentiel idéal pour le développement des énergies renouvelables. Celles-ci sont notamment destinées à remplacer plusieurs centrales au charbon vieillissantes qui seront mises à l'arrêt dans les prochaines décennies. Entre 2015 et 2018, les investissements australiens dans les énergies renouvelables ont presque quadruplés, passant d'environ 2,5 milliards de dollars australiens à plus de 9 milliards.
A noter l'autonomie voltaïque du village d'Onslow en australie occidentale.

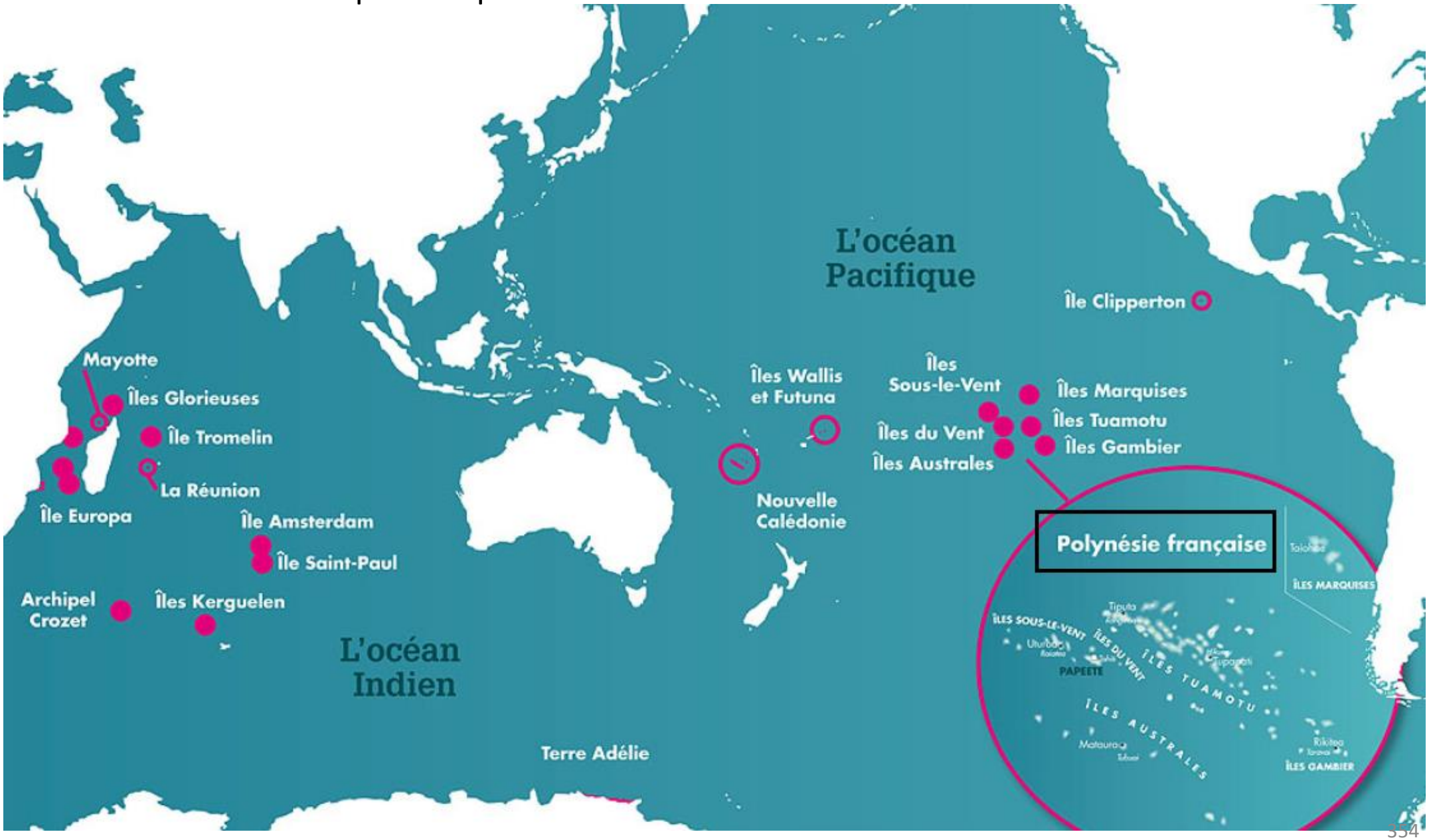
1 dollar australien = 0,64 euros

Ce très grand pays occupe une surface considérable 15 fois plus grande que celle de la France métropolitaine. Ceci alors que sa population est 3 fois plus faible. Il va commencer à tirer utilement profit de son immense territoire et d'un ensoleillement exceptionnel (voir page 360). Ceci pour assurer les besoins en électricité des deux petites régions proches du littoral situées dans les coins sud-est et sud-ouest, là où se concentre sa population. La majeure partie de ce grand pays est en effet désertique ou semi-aride. Malheureusement cette grande île, qui pratique l'autarcie utilise encore principalement le charbon comme ressource énergétique. Elle a récemment projeté d'installer de nouvelles centrales à charbon sur son territoire alors que promesse avait été faite lors de la COP 21 à Paris sur le climat en 2015 de réduire à l'horizon 2030 ses émissions de 26% à 28% par rapport à leur niveau de 2005. Il faut savoir que le départ des feux en Australie n'est pas toujours perçu comme criminelle. En effet, pour des raisons touchant à leur sécurité, que ce soit avant la menace du réchauffement climatique où maintenant, les Australiens qui vivent au cœur du bush et probablement même en bordure de celui-ci mettent le feu dans la zone située en aval du vent par rapport à leur habitation. Et ceci au bon moment lorsqu'une pluie est annoncée et de telle sorte que la zone brûlée soit de taille raisonnable et serve d'allée coupe-feu lorsque le vent souffle dans la direction opposée. Ce vaste pays bien ensoleillé pourrait utilement implanter des panneaux solaires voltaïques. Son économie basée sur l'exportation de minéraux tels que le fer 16,4%, suivi du charbon à 14,8% et du GNL à 10,6% et de l'aluminium pourrait utilement s'étendre aux métaux rares enrichissant son sous-sol (Voir page 365). Ceci plutôt que de polluer son environnement avec la combustion du charbon. Le soleil qui permet également grâce au voltaïque de produire de grosses quantités d'électricité sans générer de gaz nocifs pourrait utilement être installé en bordure d'une grande métropole comme Sydney. La France leader avec le CEA de cellules photovoltaïques particulièrement performantes pourrait même proposer son aide.

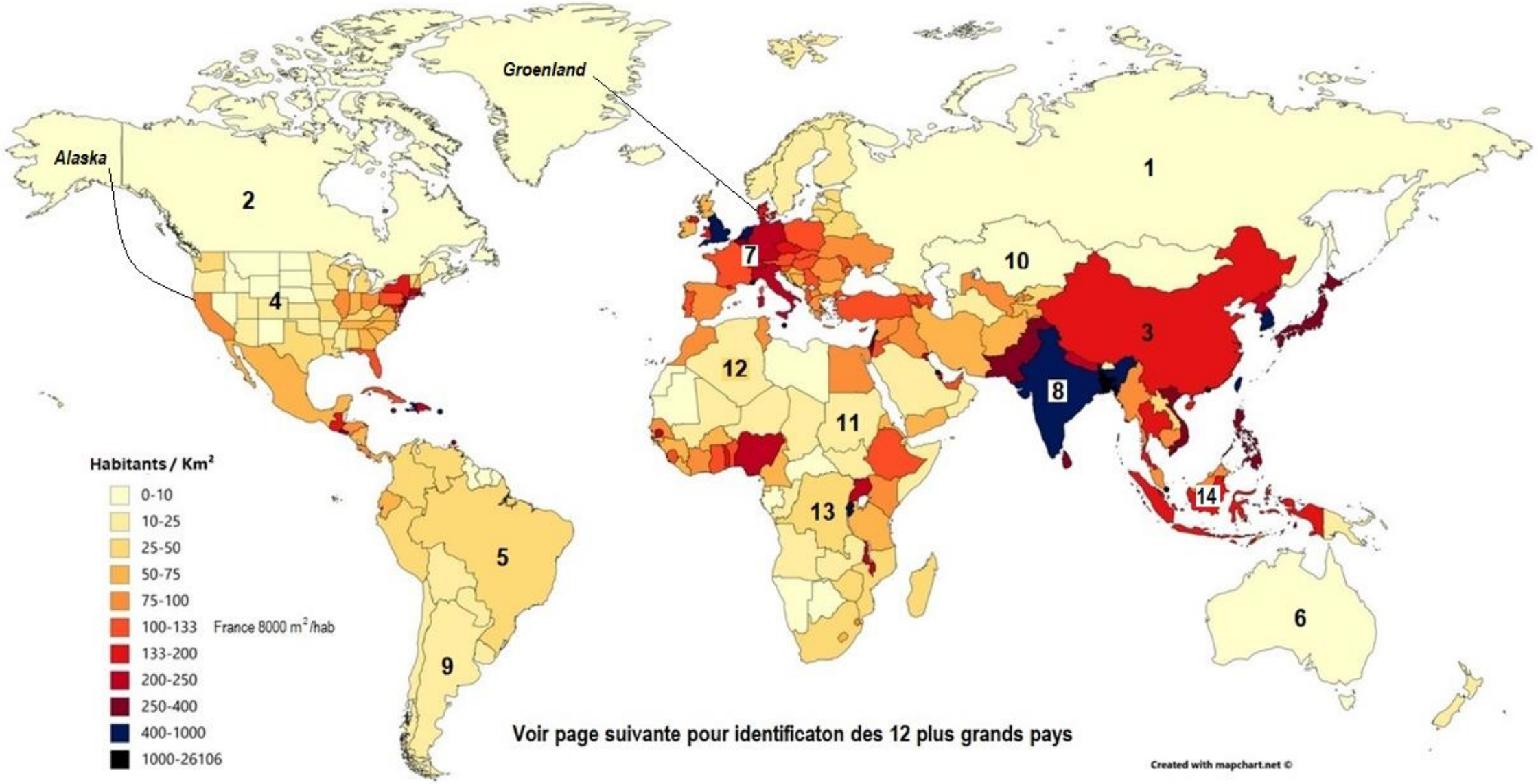
Mers et océans



Océans indien et pacifique



La densité de population dans le monde



Les plus grands pays

		Superficie km²	Millions d'hab	hab/km²	m²/hab
1	Russie	17 075 000	146	8	116 000
2	Canada	9 984 670	37	3,7	269 885
3	Chine	9 641 144	1 440	150	6 695
4	Etats-Unis	9 629 000	333	34,6	28 900
5	Brésil	8 514 000	207	24,3	41 130
6	Australie	7 687 000	25	3,2	307 480
7	Europe	4 270 000	500	117	8 550
8	Inde	3 287 000	1 386	421	2371
9	Argentine	2 766 000	45	16,3	61 450
10	Kasakhstan	2 717 000	17,5	6,4	155 200
11	Soudan	2 505 000	39,6	15,8	63 250
12	Algérie	2 381 000	43,4	18,2	54 800
13	Congo	2 345 000	84	35,8	27 900
14	**Indonésie**	**1 905 000**	**260**	**136**	**7326**

L'Union européenne c'est:

- **28 pays**
- **500 millions d'habitants**
- **26 langues officielles**
- **4,27 millions de km2**

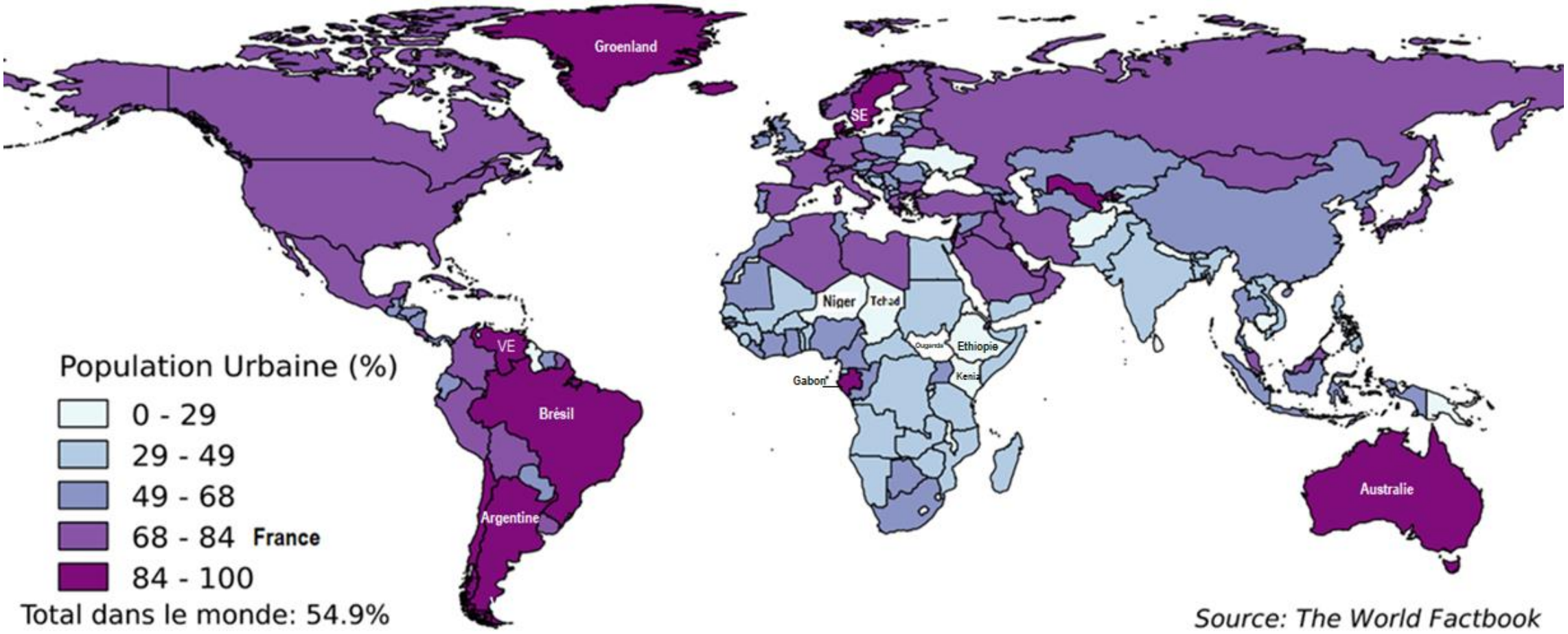
Font partie du conseil de l'Europe sans être membre de l'union européenne les pays suivants

39 Ukraine, **40** Norvège, **41** Angleterre, **42** Biélorussie, **43** Islande
44 Serbie, **45** Bosnie Herzégovine, **46** Suisse, **47** Moldavie
48 Albanie, **49** Macédoine, **50** Monténégro, **51** Kosovo, **52** Andorre

Union européenne

		Superficie km2	Millions d'hab	hab/km²	m²/hab
13	France	551 000	67	122	8 200
14	Espagne	511 000	47	92	10 800
15	Suède	450 000	10,2	22,6	44 000
16	Allemagne	357 000	83	232	4 310
17	Finlande	338 000	5,5	16,3	61 000
18	Pologne	312 000	38	121	8 250
19	Italie	301 000	60,3	200	5 000
20	Roumanie	237 000	19,5	82	12 200
21	Grèce	132 000	10,7	81	12 345
22	Bulgarie	111 000	7	63	15 800
23	Hongrie	93 000	9,8	117	8 500
24	Portugal	92 000	10,2	110	9 090
25	Autriche	84 000	8,8	105	9 520
26	Tchécoslovaquie	79 000	10,6	134	7 462
27	Irlande	70 000	4,9	70	14 285
28	Lituanie	65 000	2,8	43	23 255
29	Lettonie	64 500	1,9	29,5	33 900
30	Croatie	56 000	4	71	14 080
31	Slovaquie	49 000	5,4	110	9 090
32	Estonie	45 000	1,3	28,8	34 722
33	Danemark	43 000	5,8	135	7 407
34	Pays-bas	41 500	17,3	417	2 398
35	Belgique	30 500	11,5	377	2 652
36	Slovénie	20 000	2,1	105	9 520
37	Luxembourg	2500	0,6	240	4 166
38	Malte	316	0,5	1500	666

Population urbaine dans le monde en 2017



[Accès aux différents pays par une carte mondiale]

Deux notions

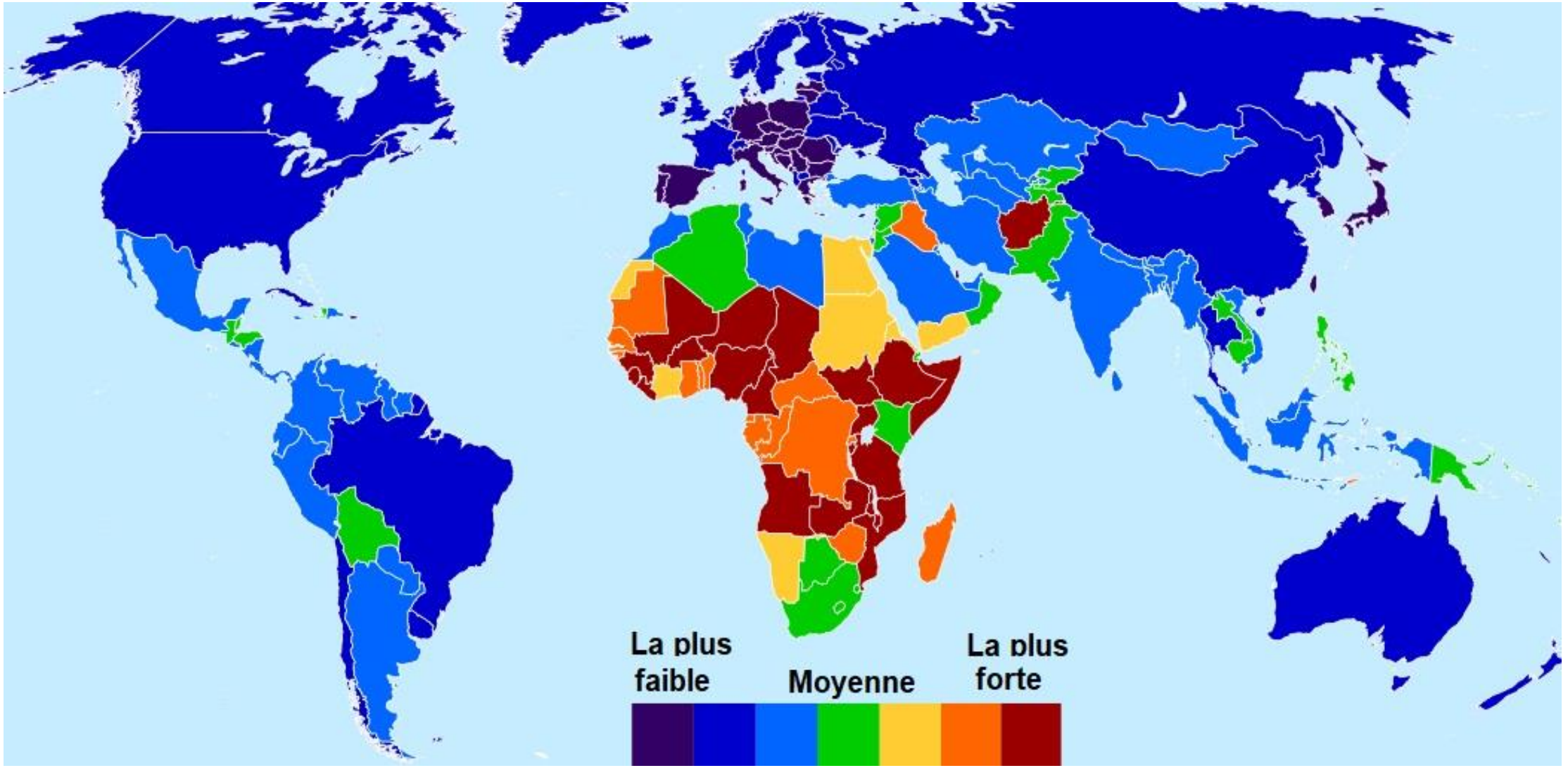
La densité de population moyenne d'une nation est égale au nombre d'habitants qui la peuplent que divise sa superficie. (voir le tableau)

Une autre notion importante concerne la répartition de la population à l'intérieur du territoire. Si l'on observe par exemple des pays comme l'Australie, l'argentine, le Groenland de couleur foncée on constate que pratiquement 90% de la population est urbaine et concentrée dans de grandes villes. Par contre si l'on observe le Niger et le Tchad en Afrique ou le Népal on constate que la population est nomade et sensiblement répartie sur tout le territoire

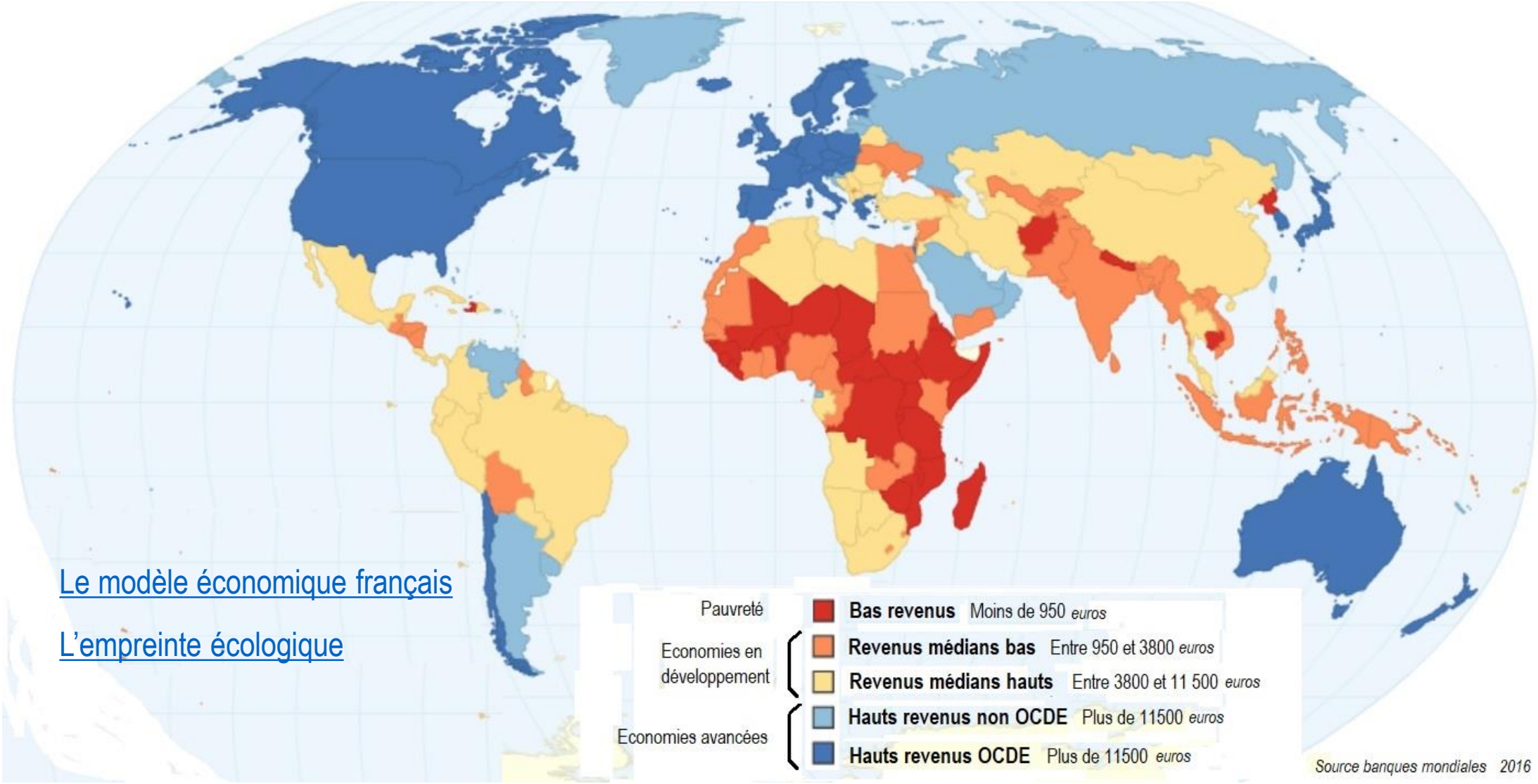
Liste des grandes métropoles mondiales

Natalité mondiale

C’est environ 5 fois plus d’enfants pour la plus forte natalité comparé à la plus faible



La progression de l'économie opposée à la dangerosité de la croissance



Le modèle économique français

L'empreinte écologique

Les mouvements migratoires mondiaux

Malgré la pandémie, le nombre de personnes fuyant les guerres, les persécutions et les exactions a atteint un record de 82,4 millions en 2020, un chiffre deux plus élevé qu'il y a dix ans, selon l'ONU.

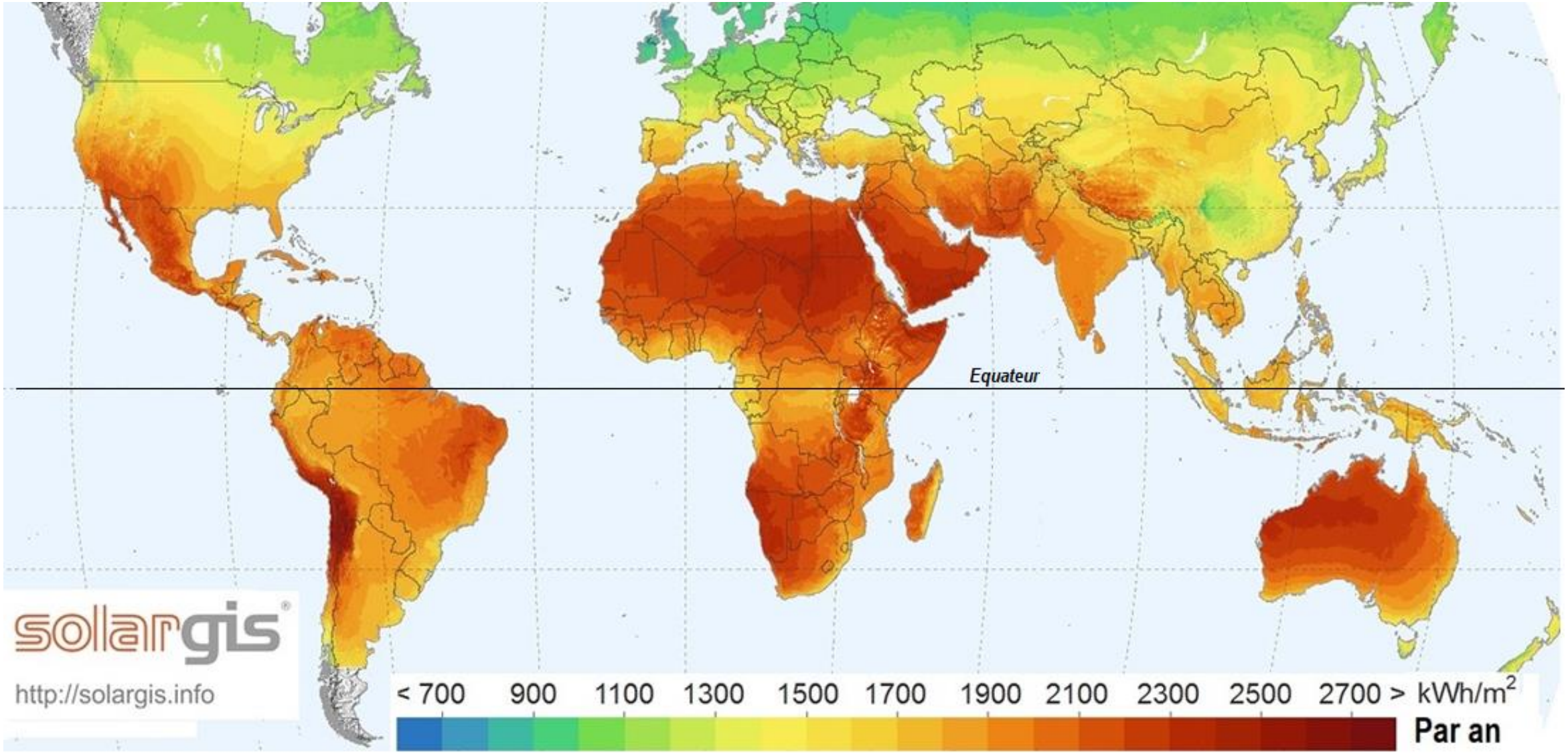
Beaucoup de mouvements se font en interne sans déborder des limites territoriales.

Les grandes migrations internationales c'est 5,7 millions de réfugiés palestiniens et 3,9 millions de Vénézuéliens

Il y a aussi les nations qui accueillent. Pour la septième année consécutive, la Turquie a accueilli la plus importante population de réfugiés au monde (3,7 millions), suivie par la Colombie (1,7 million), le Pakistan (1,4 million), l'Ouganda (1,4 million) et l'Allemagne (1,2 million).

C'est environ 40 millions de ressortissants soit environ 12% de la population actuelle des états unis que le président Trump envisageait d'expatrier

Le monde et le soleil (*Pour l'Europe voir détails page 314*)

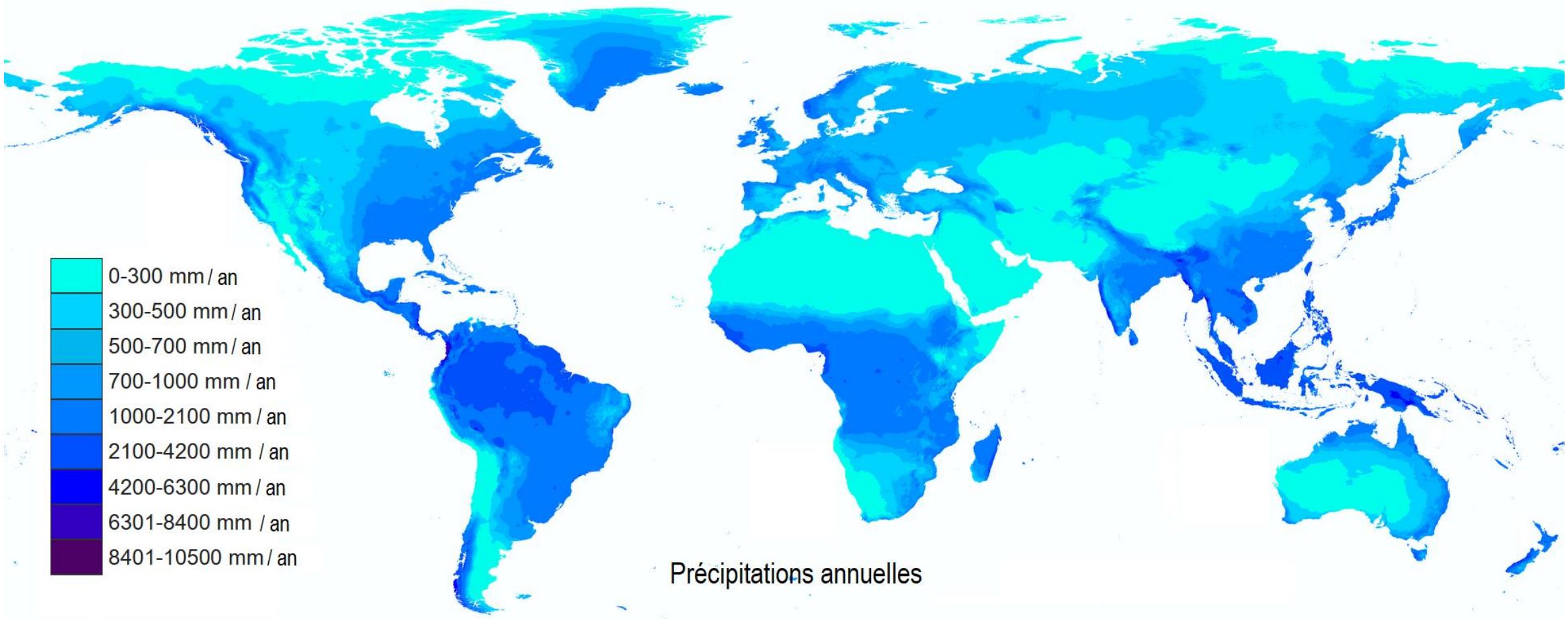


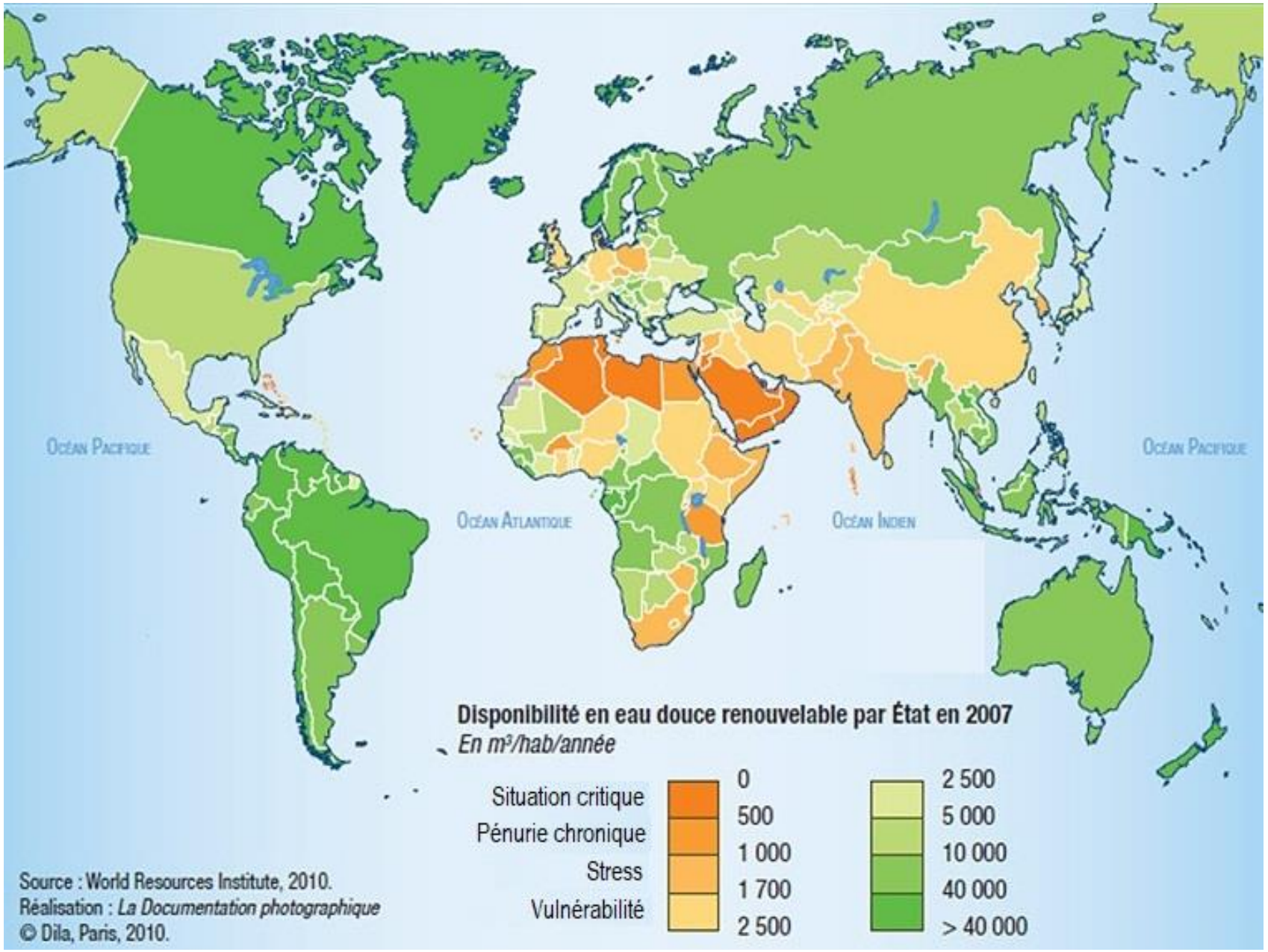
Le soleil c'est l'abondance énergétique.

Il peut être intéressant d'observer quel serait la production électrique des pays si 1‰ de la surface de leur territoire était consacré au solaire voltaïque. Prenons le cas d'un pays extrêmement peuplé comme les Indes (1,35 milliards d'habitants) avec une densité de population extrêmement élevée ne disposant ''que de'' 2370 m² au sol par habitant (Voir le tableau de la page 343). Vu l'ensoleillement annuel aux Indes voisin de 2 000 kWh/ m² c'est tout de même, avec un rendement voltaïque de 20% une énergie électrique disponible annuellement par habitant de 2,37 x 2000 x 0,2 = 948 kWh… nettement supérieur à la consommation actuelle en énergie d'un indien (Voir le chapitre consommation page 52)

Même dans une région extrêmement peuplée comme la région parisienne avec seulement 50 m² au sol par habitant (Voir page 291), c'est, avec un rendement voltaïque deux fois plus faible, 50 x 1000 x 0,1 = 5 000 kWh qui sont disponibles. Une production supérieure au besoin avec les nouvelles chaînes énergétiques.
C'est une vision différente de l'énergie qui va prendre place en France: Le couteux nucléaire de Flamanville avec pour faire simple une puissance de 1 500 MW en continu soit : (1 500 000 x 8 760)/10 000 000 = 1 314 kWh par parisien

Le monde et l'eau douce

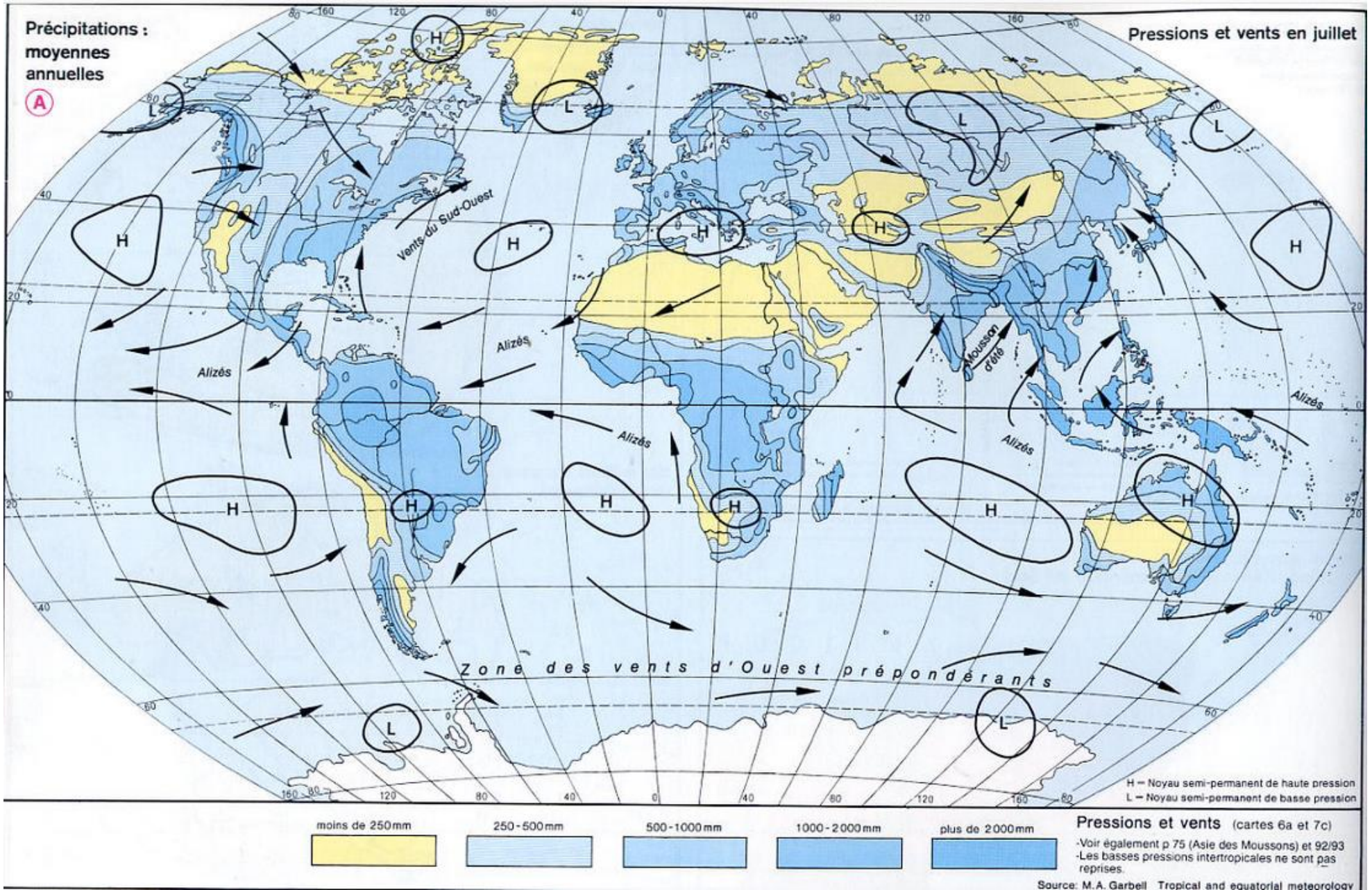




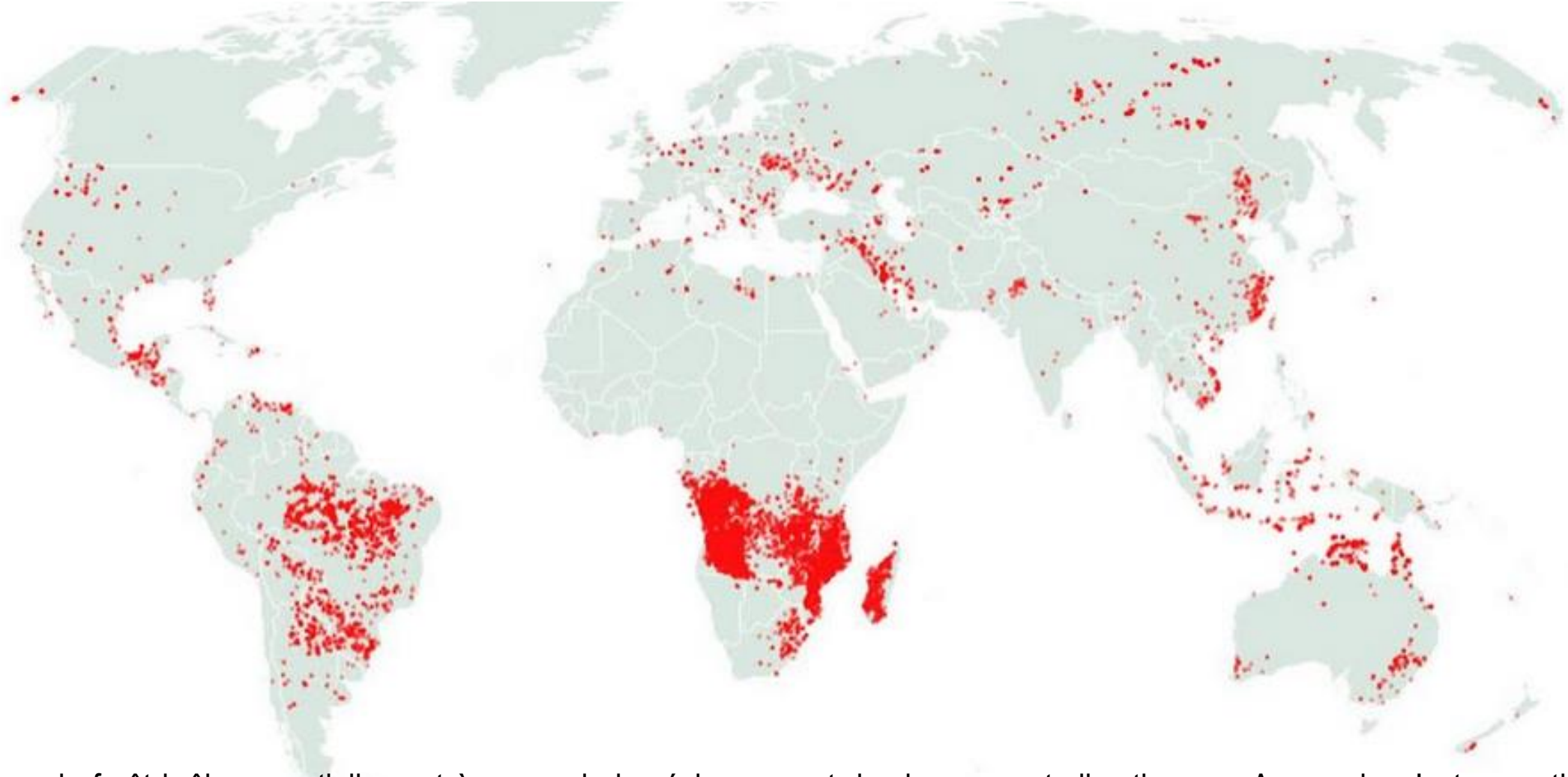
Disponibilité en eau douce selon les états

La disponibilité en eau douce en raison de la pluviométrie semble très importante comparativement au besoin. Le français se suffit par exemple de 150 litres d'eau potable par jour soit environ 50 m3 par an. Pourtant on prévoit qu'un quart de l'humanité va faire face à des problèmes d'approvisionnement en eau

Carte des précipitations annuelles

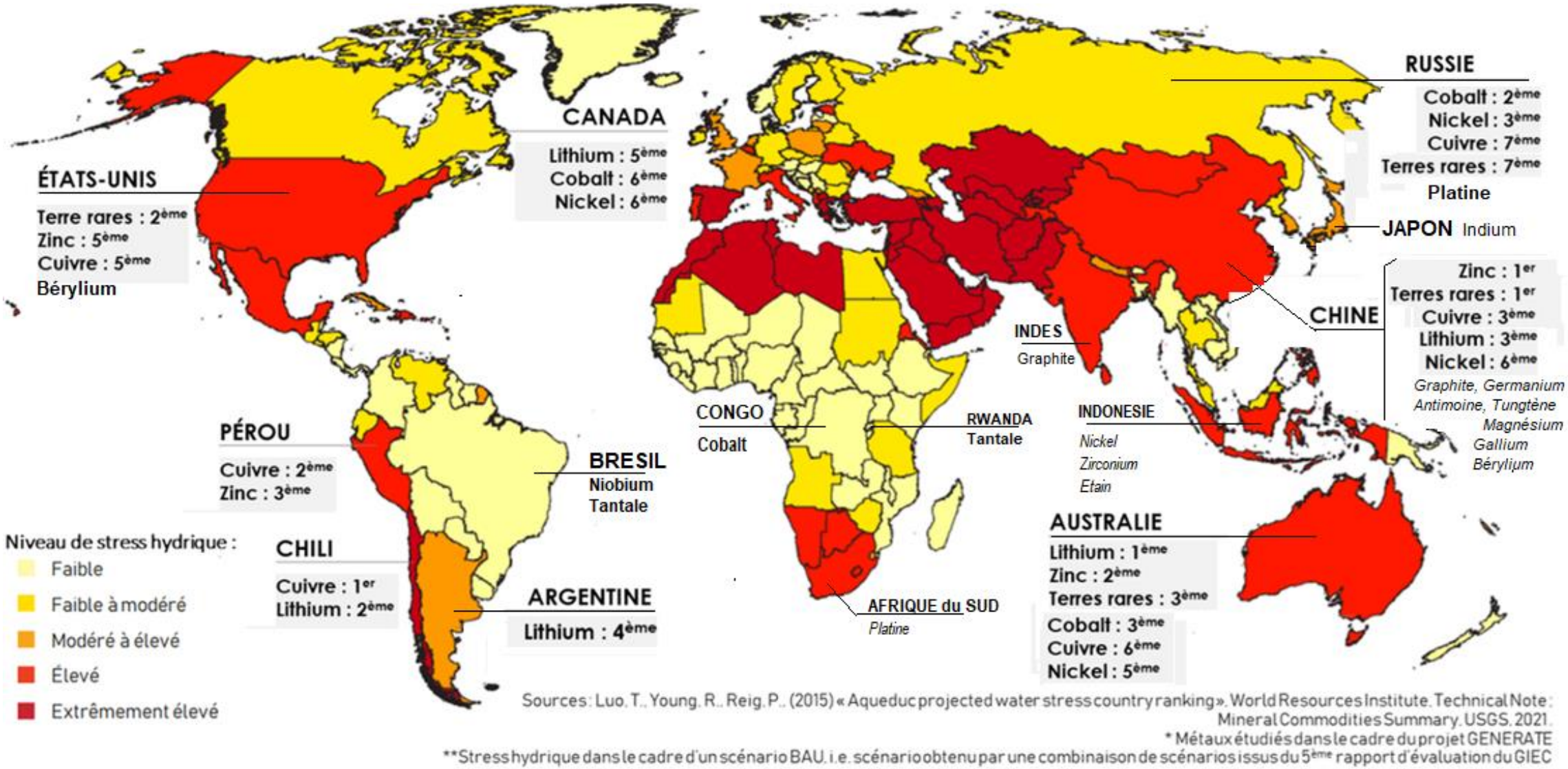


Incendies dans le monde



Alors que la forêt brûle essentiellement à cause de la sécheresse et du changement climatique en Amazonie, c'est essentiellement les techniques agricoles qui sont la cause des incendies en Afrique centrale. Ceci avec le fait que les communautés villageoises congolaises n'ont que le bois pour faire bouillir la marmite vu que seulement 9 % de la population congolaise a accès à l'électricité. Une situation qui pourrait trouver sa solution dans le voltaïque du fait de l'ensoleillement très important au Congo. (Voir page 362)

Le monde et les métaux rares et leur dépendance à l'eau (en 2040)



Sources : Luo, T., Young, R., Reig, P., (2015) « Aqueduct projected water stress country ranking », World Resources Institute. Technical Note : Mineral Commodities Summary. USGS. 2021.

* Métaux étudiés dans le cadre du projet GENERATE

**Stress hydrique dans le cadre d'un scénario BAU, i.e. scénario obtenu par une combinaison de scénarios issus du 5ème rapport d'évaluation du GIEC

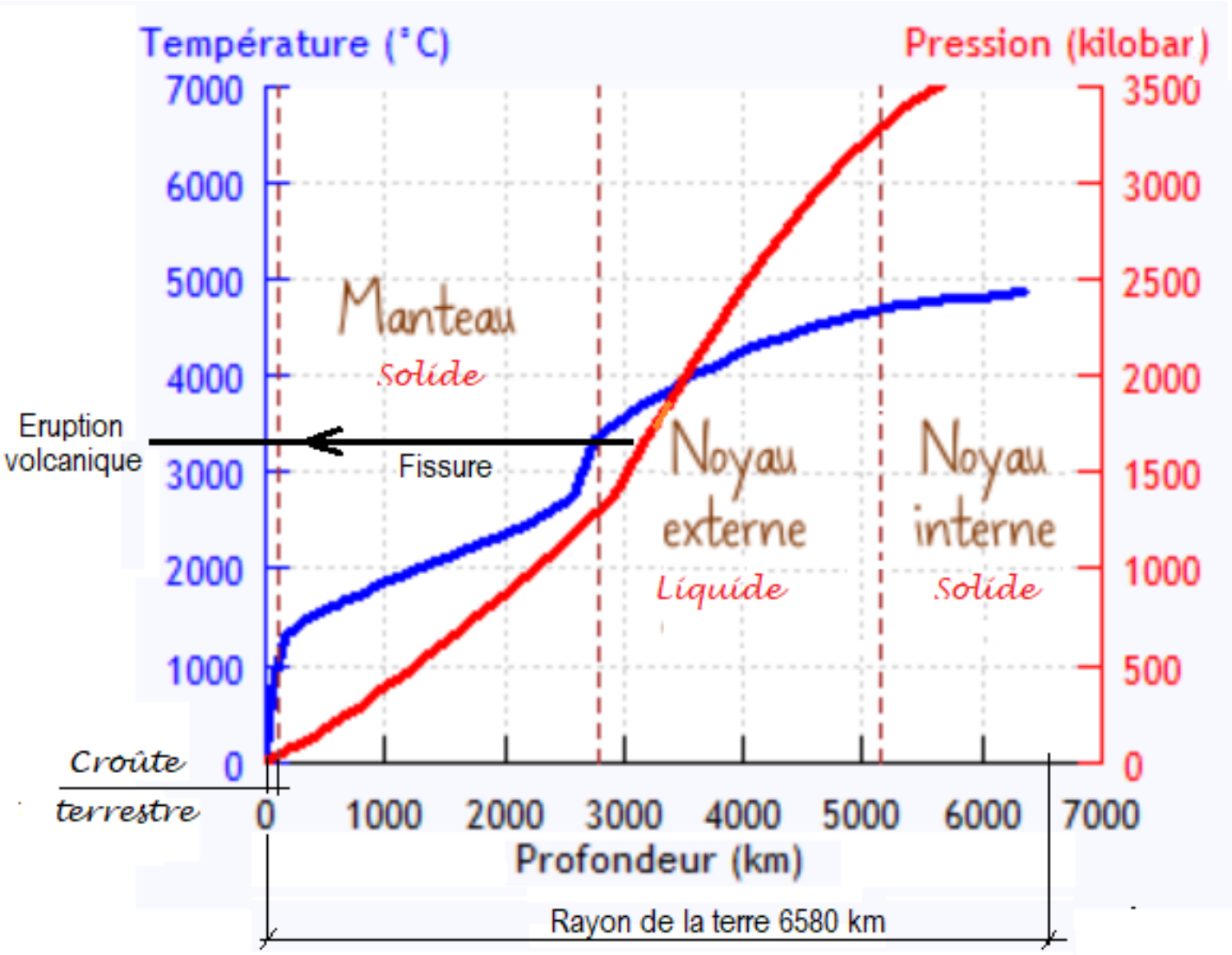
On a évoqué au troisième chapitre concernant l'eau et grâce au tableau de Mendeleïev toute l'importance des "éléments" constituant la matière et pour être plus précis de certains métaux rares de ce tableau. Ces métaux rares vont être extraits le plus souvent dans des mines à ciel ouvert par les pays qui ont la chance de disposer de ces réserves dans leur du sous-sol. Ceci pour être ensuite vendus et transportés vers les nations qui vont avoir besoin de ces éléments pour mettre en place les nouvelles chaînes énergétiques qui vont assurer notre transition énergétique. La carte ci-dessus est une ébauche des réserves mondiales connues actuellement suivant la nature du métal. Elle permet de comprendre que la Chine a une avance considérable dans ce domaine et prépare avec plus d'efficacité le monde de demain que les autres pays.

Le cobalt (coltan) baptisé "or bleu" est actuellement avec le lithium un minerai recherché pour fabriquer les batteries alimentant les portables et les voitures électriques. Soixante % de la production mondiale de cobalt se fait en République Démocratique du Congo, un pays qui possèderait au moins 50% des réserves mondiales. Les batteries aux lithium-ion utilisent aussi du lithium pour leur fabrication. La rareté de ces produits motive la recherche qui est en passe d'orienter vers le sodium existant en grande quantité dans l'eau de mer et qui pourrait devenir le matériau des batteries de demain laissant le plomb loin derrière.

L'Europe quant à elle a signé un accord avec le Brésil pour l'exploitation de ses terres rares et est en passe de faire de même avec la Colombie. Se pose pour elle la question de l'opportunité de faire de même avec le Groenland.

La structure de la terre

Il y a la couche d'air de quelque 1000 km d'epaisseur nommé atmosphère qui recouvre le globe terrestre exploré par l'homme mais si l'on pouvait se déplacer de la surface de la terre vers son centre, on traverserait d'abord la croûte, le manteau, le noyau externe liquide puis enfin le noyau interne solide. L'épaisseur moyenne de la croûte est de 30 km sous les continents. Elle est plus faible sous les océans (5-10 km) et passe à 60-70 km sous les grandes chaînes de montagnes. Les pressions et les températures extrêmement élevées qui règnent sous terre lorsque l'on s'enfonce dans la croûte terrestre font que l'homme n'est guère descendu en dessous de 10 km. Le forage le plus profond de 11 km de profondeur a été réalisé en Russie.



Après la croute terrestre c'est le manteau qui se poursuit jusqu'à environ 2900 km de profondeur, sa limite avec le noyau est ce que l'on appelle la discontinuité de Gutenberg.

La croûte est riche en silice et en aluminium alors que le manteau l'est en fer et en magnésium. Quant aux noyaux ils seraient riche en fer et nickel.

La densité moyenne de la Terre est de 5,5 tonne/m3. De l'ordre de 3 et plus faible en surface elle passe à 14 dans le noyau interne en raison des pressions extrêmement élevées qui y règnent à savoir environ 3, 6 millions de fois la pression atmosphérique!

Une autre caractéristique physique fondamentale de la Terre, liée à son origine et sa composition chimique, est aussi l'augmentation de la température avec la profondeur, soit son gradient géothermique. Dans la croûte continentale ce gradient est en moyenne de 20° C /km, il est de l'ordre de 10° C/km dans le manteau, et la température qui règne au centre de la Terre est de l'ordre de 5000° C.

L'intérieur de la Terre est constitué d'une succession de couches de propriétés physiques différentes: sous la croûte ou écorce terrestre qui compte pour moins de 2% en volume et qui est solide. Vient ensuite le manteau qui constitue le gros du volume terrestre puis vient le noyau externe liquide à viscosité variable parfois proche de celle de l'eau,et enfin au centre, le noyau interne solide à nouveau composé de roches cristallines

Si l'on pouvait faire un tel parcours vers le centre de la terre on parcourrerait environ 6580 km la valeur moyenne du rayon de la Terre.

L'aspect gitologique en Europe

Les métaux et les terres rares vont prendre une place importante dans la réussite de notre transition énergétique.

La batterie d'un voiture électrique, composée de métaux rares : nickel, manganèse, cobalt, lithium, le fameux lithium-ion » c'est en 2011 sensiblement 40% de la valeur du véhicule et une grande partie de son poids.

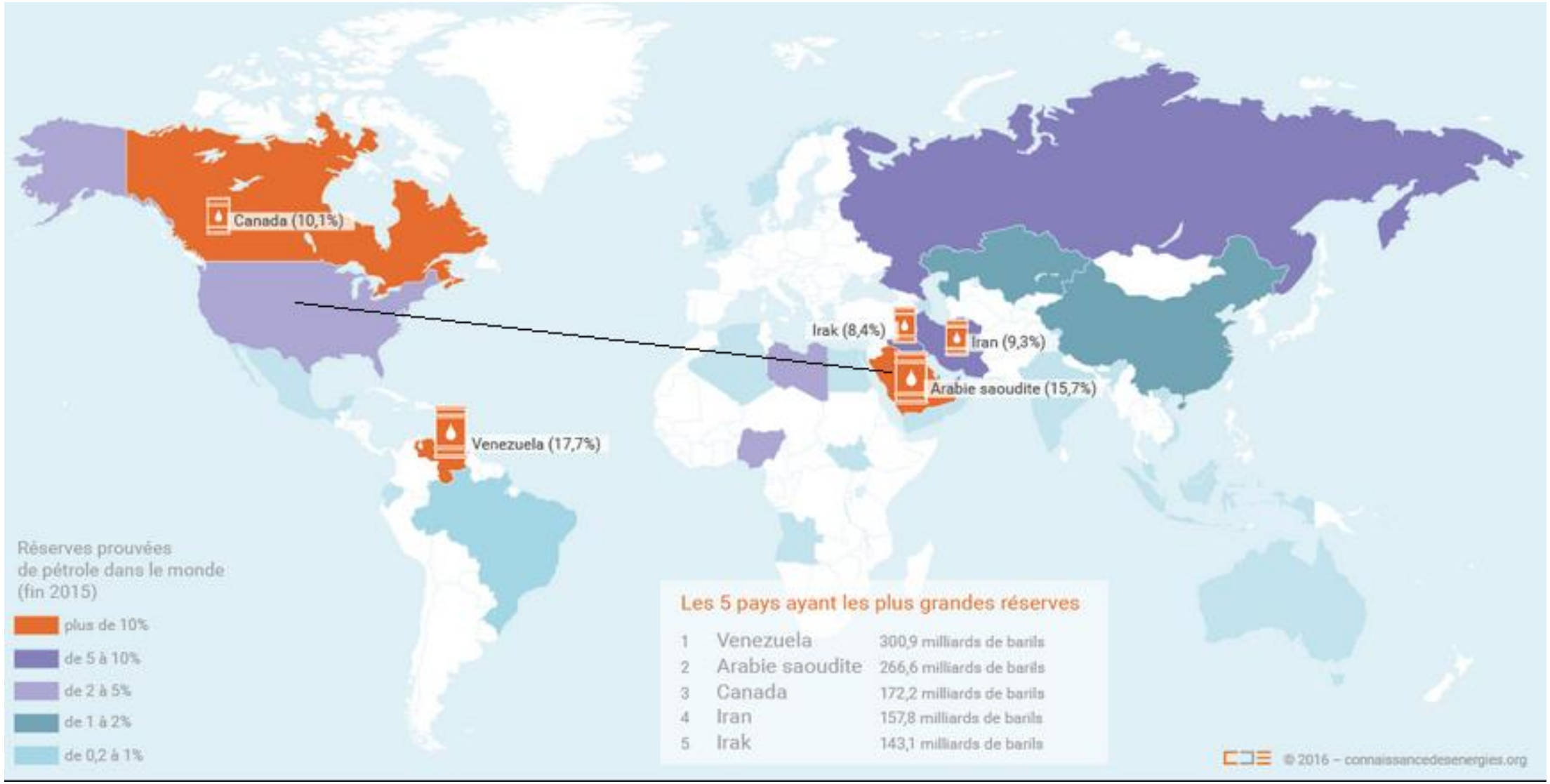
Si l'Europe ne trouve pas sur son propre continent les réserves qui lui permettent d'assurer ses besoins dans ce domaine, son intérêt semble bien être de faire de la "géopolitique", ou en d'autres termes de faire de la diplomatie économique pour se lier à des pays qui ont ce type de richesses.

La Chine fait cela avec efficacité depuis de nombreuses années et a mis la main sur beaucoup de ressources.

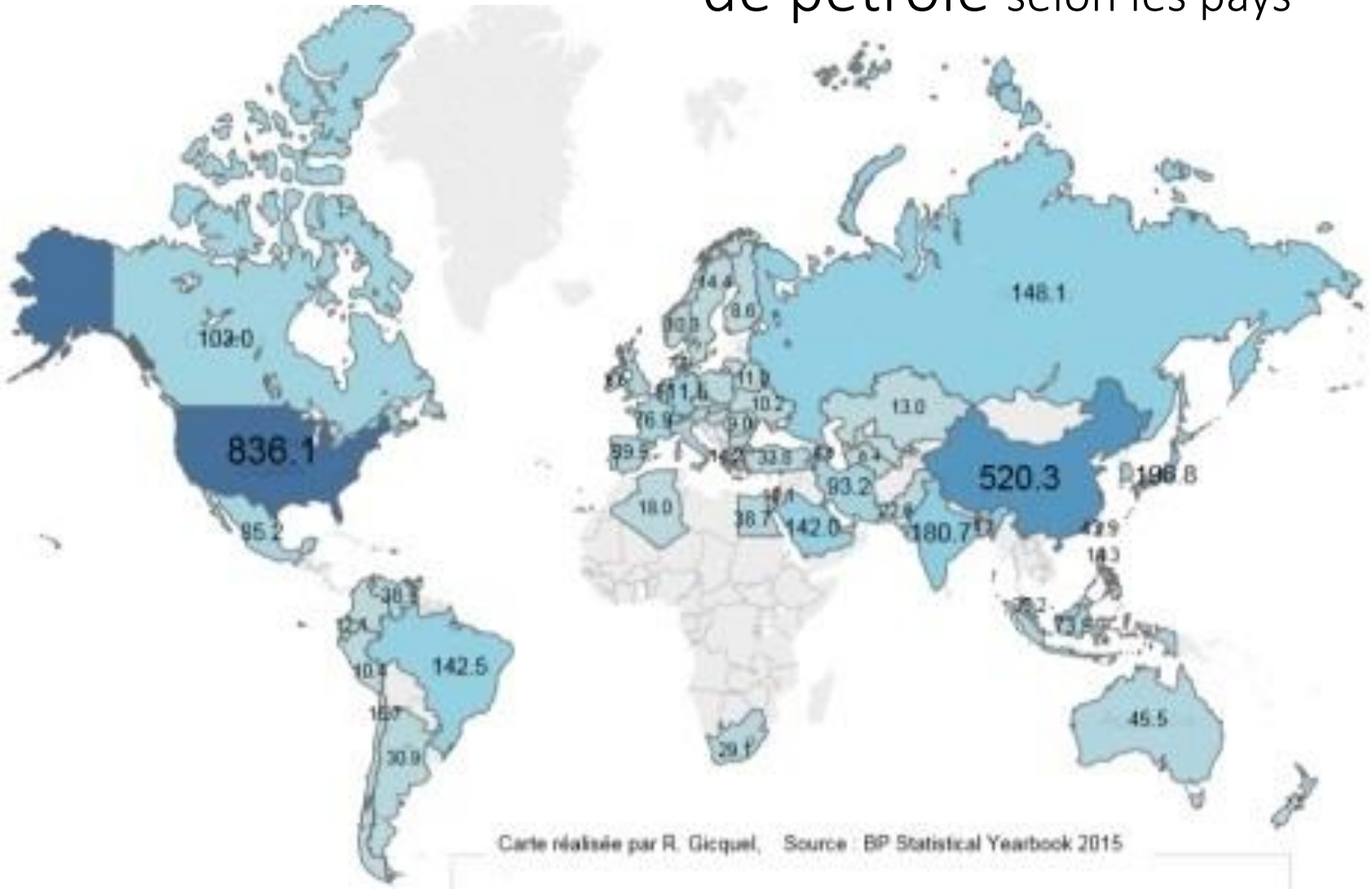
Voir sur le plan mondial les cartes pages 367 et 368 donnant une idée de l'emplacement de ces réserves

La France quant à elle s'est obstinée à exploiter l'uranium sur le continent africain sans réaliser qu'elle était sur la mauvaise voie

Le monde et les réserves de pétrole



La consommation et …….la production de pétrole selon les pays



Production de pétrole des 10 premières nations exprimée en millions de m3/an et non en bpj (baril de pétrole par jour)

1 États-Unis: 1131 millions de m3/an
2 *Arabie saoudite* : 685
3 Russie : 666
4 Canada : 319
5 Chine :284
6 *Irak* : 275
7 *Émirats arabes unis* 232
8 Brésil : 213
9 *Iran* : 185
10 *Koweït* : 170

Les pays du golfe:
1547 millions de m3/an

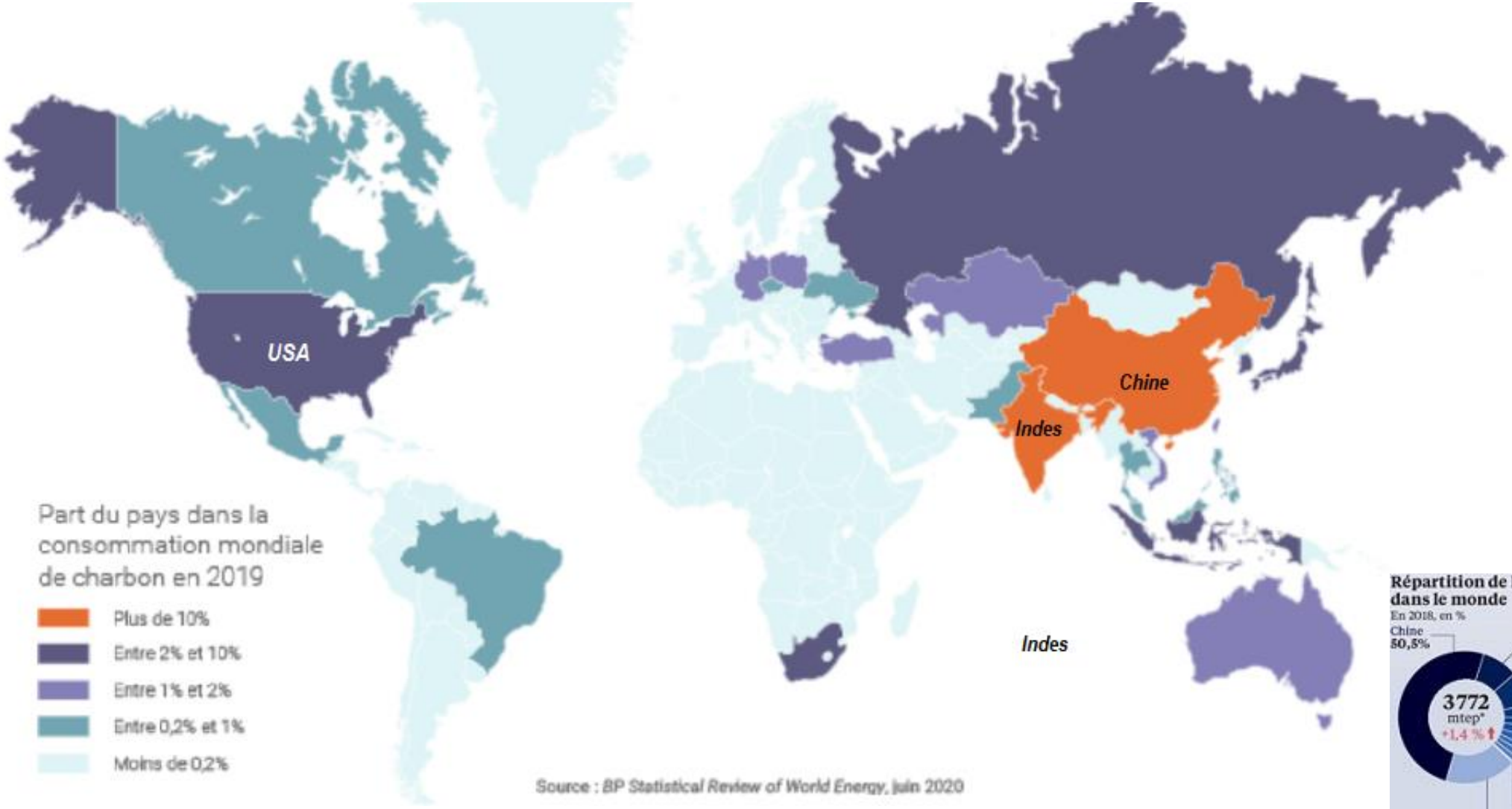
Le reste du monde
2613 millions de m3/an

Les USA se sont laissé entraîner vers le "toujours plus" encore plus gravement que les Chinois. Ceci particulièrement avec le pétrole de schiste et la fracturation hydraulique à très haute pression. Sensiblement 4 fois moins nombreux que les Chinois leur consommation en pétrole serait selon BP environ 50 % supérieure à celle de la Chine. Ce constat est collaboré par les dernières données de l'Agence Internationale de l'Energie qui a mis en évidence qu'un Américain consomme en moyenne 3 fois plus d'énergie qu'un Chinois.

La situation est d'autant plus grave pour les USA que la fracturation hydraulique est "un feu de paille à l'échelle du siècle.

Le nouveau président américain qui a invité une vingtaine de nations à parler autour d'un micro en avril 2021 a tout intérêt à parler vrai et à reconnaître que sa nation est dans la mauvaise voie. L'Europe de son côté a tout intérêt à expliquer au président américain qu'elle est disposé à l'aider à mettre en place les actions conduisant à éviter le gâchis actuel en énergie et à satisfaire le besoin avec moins.

La consommation de charbon selon les pays [grammes C02 par kWh]



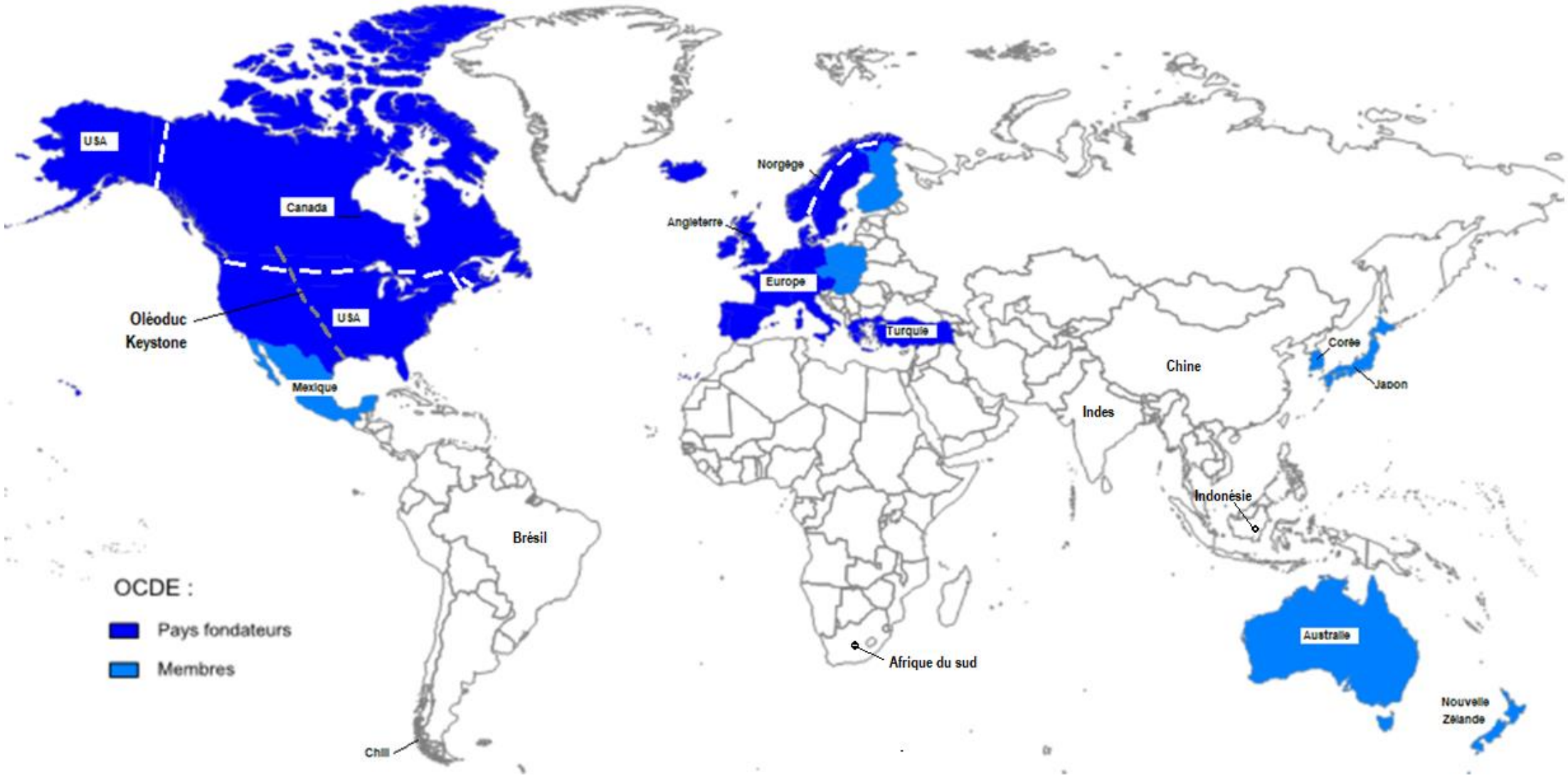
C’est incontestablement la Chine, avec sa consommation annuelle en charbon proche de 4 milliards de tonnes, qui est actuellement le plus gros consommateur au monde de ce type de combustible.

Étant donné que la consommation d'une tonne de charbon c'est 29,3 gigajoules et que 1 GJ c'est 277 kWh le charbon fournit à la Chine une quantité d’énergie égale à 4 000 000 000 x 29,3 x 277 kWh soit, vu que la Chine c’est 1,5 milliard d'habitants, 21 500 kWh par chinois.

La Chine consciente du dommage qu’elle crée à la planète en ce qui concerne le réchauffement climatique pourrait bien se rapprocher de la Russie et de son gaz, un combustible qui génère sensiblement 4 fois moins de GES que le charbon

Les Indes, presqu’aussi peuplé que la Chine, dépend aussi fortement du charbon mais sa consommation en énergie par habitant est nettement moindre.

Les pays membres de l'OCDE



C’est un peu la dispersion. L’Amérique du nord avec 2 grands pays voisins :

le Canada et les USA d’un coté, l’Australie de l’autre, au centre l’Europe avec ses ramifications vers la Norvège l’Angleterre et la Turquie, puis, bien éloigné l’un de l’autre le Japon dans l’Océan pacifique avec le Chili à la pointe de l’Amérique du sud.

Ce qui frappe l’esprit est le fait que les deux plus grands pays de l’OCDE, le Canada et les USA membres fondateurs de cet organisme ont prévus de moderniser sur plus de 1000 km un oléoduc nommé Keystone reliant l’Alberta canadien au Texas américain.

Nota

Il y a 36 ans, l’OCDE basée à Paris, a créé l’Agence Internationale de l'Energie (AIE). Ceci afin de s’assurer de la sécurité énergétique mondiale en jouant un rôle de conseil. Des pays clés pour le devenir climatique du monde tels que le Brésil, la Chine et l'Inde voire l'Indonésie et l'Afrique du Sud ne font pas encore partie de l'OCDE. Seul l'élaboration de programmes de travail conjoints rapprochent progressivement les partenaires clés des normes de l'OCDE.

Les liaisons ferroviaires mondiales

Les liaisons touristiques

1 Moscou-Vladivostok dans l'Extrême-Orient russe : 9 259 km. Ce train qui traverse en 6 jours les montagnes de l'Oural, les immenses forêts de bouleaux de Sibérie, qui longe le lac Baïkal avant de finir sa course à Vladivostok, au bord de la mer du Japon traverse des paysages d'une grande variété.

2 Une alternative populaire pour le voyageur souhaitant aller de Moscou à Pékin est le ***Trans-Mandchourien*** de 8984 km via Harbin en Chine

3 Une 3ème variante est le *T**rans-mongol*** allant de Moscou à Pékin en traversant la Mongolie et en passant par sa capitale Oulan Bator (7826 km).

4 ***La ligne Toronto-Vancouver au Canada*** et ses magnifiques paysages au travers des montagnes rocheuses, des forêts boréales du bouclier canadien. Avec un peu de chance ours noirs et élans mythiques sont au RV : 4 466 km

5 ***La ligne Shangaï- Lhassa en Chine*** : 80% de cette ligne de 4 373 km qui se parcourt en 2 jours est construite sur le permafrost et se trouve à une altitude supérieure à 4000 m. Les points fort du paysage sont les glaciers de la montagne Tangula et le lac Cuona.

6 ***La ligne San Franscisco - Chicago aux Etats-Unis*** : cette ligne de 4 372 km qui part d'Emeryville à proximité de San Francisco en passant par le fleuve Colorado, les montagnes rocheuse et la chaine de montagne de la Sierra Nevada en un peu plus de 2 jours avant d'atteindre sa destination de Chicago est sans doute la plus pittoresque des USA

7 ***La ligne Sydney-Perth en Australie*** : c'est pendant 4 jours et 3 nuits et 4 352 km que cette voie presque rectiligne traverse l'étendue stérile du Nullarbor, les forêts et cascades des Blue Mountains. A noter aussi A noter aussi la liaison verticale de 2 279 km qui relie Adélaïde à Darwin (un train de 770m exceptionnellement long avec 2 locomotive et 236 wagons)

8 ***La ligne Kanyakumari - Dibrugarh en Inde*** : 56 arrêts sont prévus sur cette ligne ferroviaire de 4 237 km qui traverse les Indes de sa pointe sud en allant vers l'embouchure du Gange côté golf du Bengale en près de 4 jours

9 ***La ligne Paris-Moscou*** entre la France et la Russie : c'est un voyage de 3 215 km que les citoyens français ne peuvent malheureusement plus faire depuis que la Russie a interdit en mai 2017 l'accès à son territoire via la Biélorussie. Il faut descendre du train à Varsovie en Pologne

10 ***La ligne Bangkok - Singapour*** entre la Thaïlande et Singapour : c'est la traversée de rizières, et de la rivière Kwai ainsi que de celle de la vile de Penang en Malaisie que réserve au voyageur ce voyage de 2 180 km.

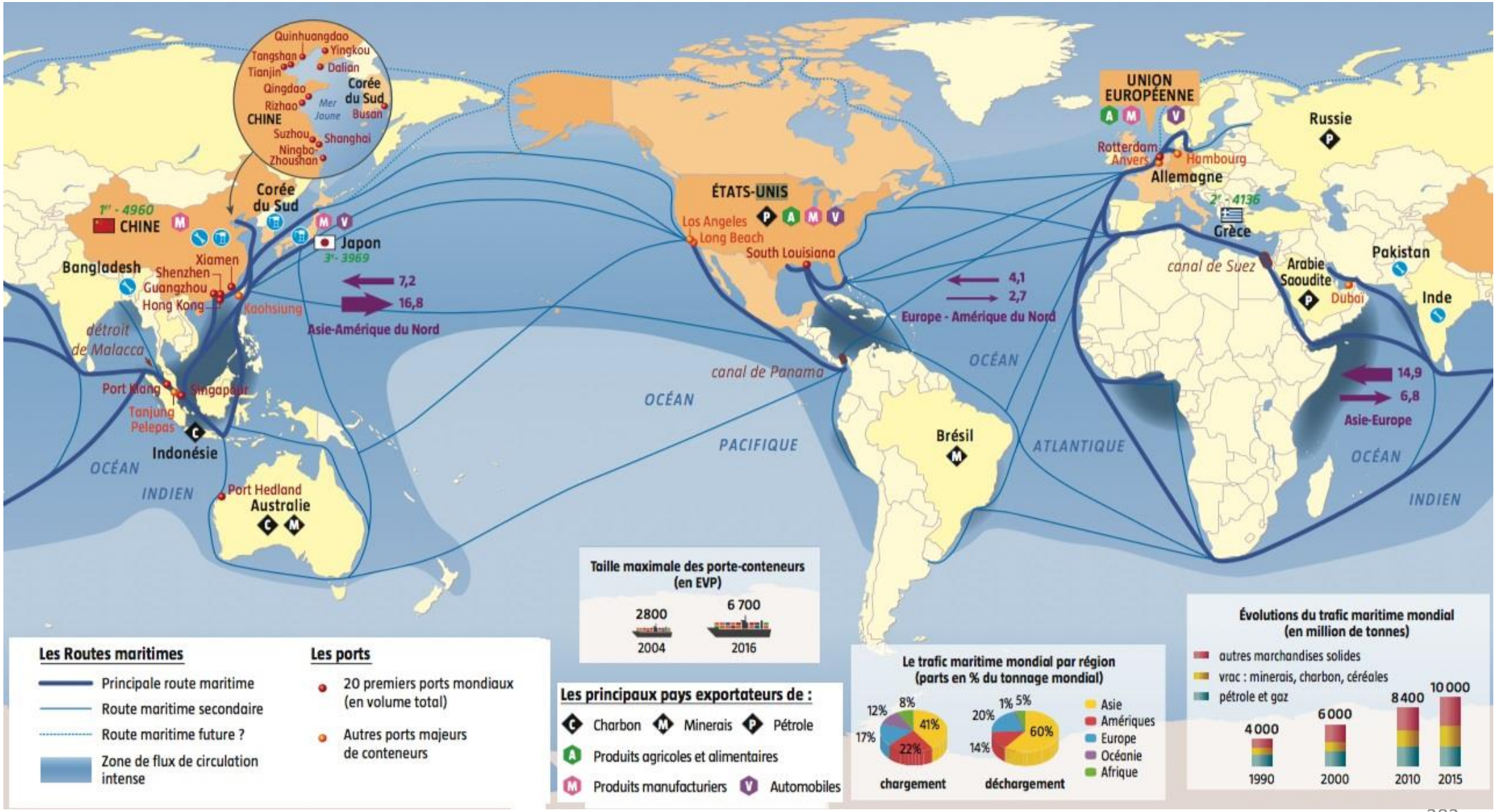
11. ***La ligne Pretoria - Le Cap en Afrique du Sud*** : 1 599 km

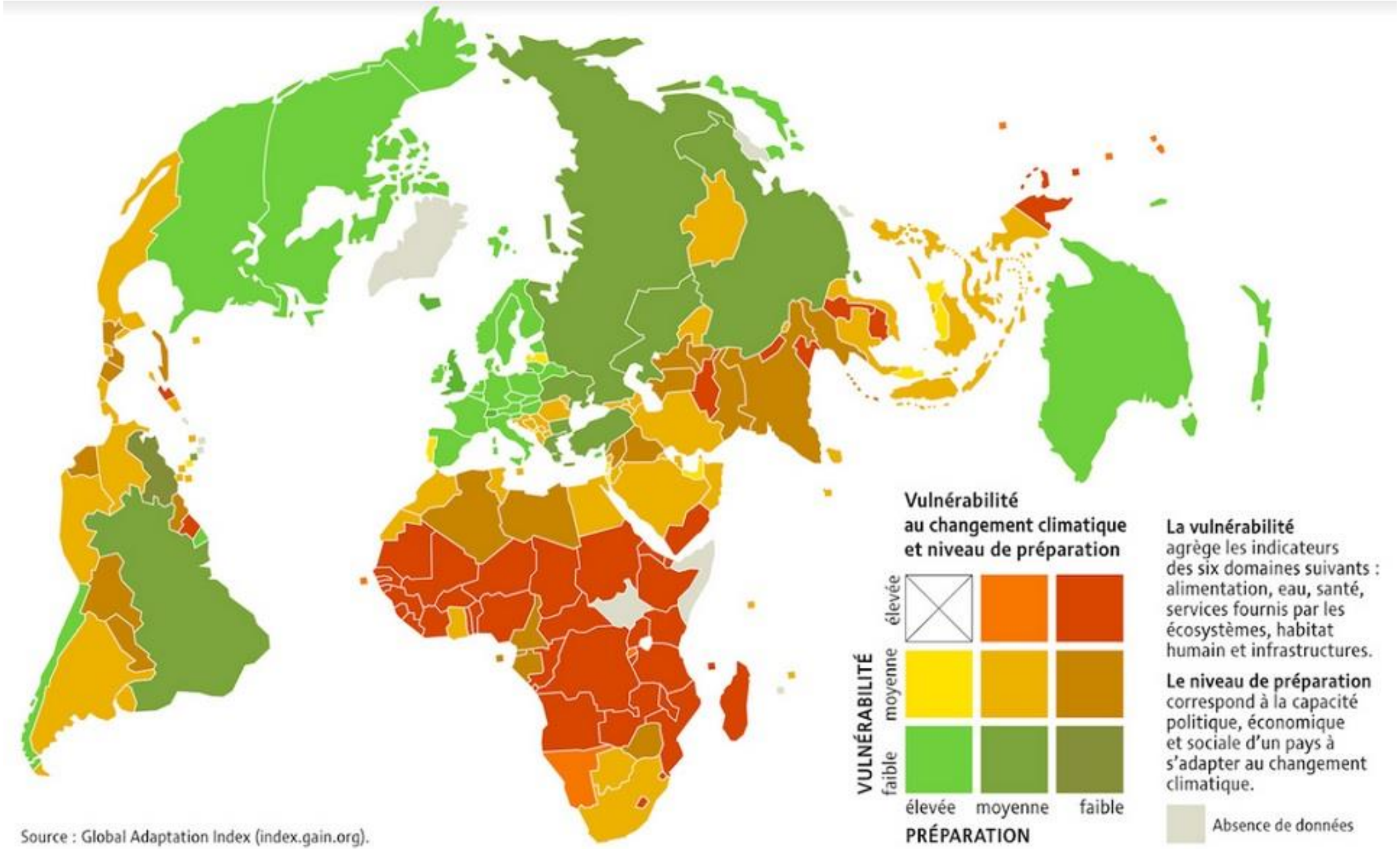
Un peu plus d'une journée pour ce voyage de luxe avec majordones, cigares cubains et diners gastronomiques. Quant au paysage, terres agricoles, vignobles et forêts avec l'espoir de voir quelques lions et girafes au travers de la vitre

Les liaisons commerciales

Les échanges commerciaux entre la Chine et l'Europe prennent de l'ampleur. Ceci en utilisant les liaisons ferroviaires un peu plus chères mais deux fois plus rapides que les portes conteneurs maritimes et nettement moins chères que l'avion. Ce fret ferroviaires entre la Chine et l'Europe transite en partie par la Pologne. C'est ainsi près de 400 trains chargés de PC, tablette, téléphones vêtements qui ont transités mensuellement en 2020 au plus fort de la crise sanitaire que nous sommes en train de vivre. Ceci avec une escale à Terespol, petite ville polonaise plantée à la frontière biélorusse où l'on adapte les wagons au changement d'écartement des rails. Une quinzaine de pays européens, dont la France, reçoivent ainsi désormais des convois de fret chinois, venus de Chongqing. Une autre liaison assure même une liaison directe entre Lyon et la ville chinoise. C'est ainsi qu'en quinze à vingt jours, soit environ deux fois plus vite que par la mer des trains sont chargés dans des mégalopoles industrielles situées à l'intérieur du territoire chinois, traversent le Kazakhstan, la Russie et la Biélorussie, avant d'atteindre la Pologne puis l'Allemagne et l'ensemble du continent européen : Pays-Bas, Belgique, France, Espagne, Italie et même Royaume-Uni. Le fonctionnement logistique de ce fret ferroviaire est similaire à celui du fret maritime.

Le transport maritime par porte conteneur




Vulnérabilité
au changement climatique
et niveau de préparation
VULNÉRABILITÉ
élevée
moyenne
faible
élevée
moyenne
faible
PRÉPARATION
La vulnérabilité agrège les indicateurs des six domaines suivants : alimentation, eau, santé, services fournis par les écosystèmes, habitat humain et infrastructures.
Le niveau de préparation correspond à la capacité politique, économique et sociale d'un pays à s'adapter au changement climatique.
Absence de données
Source : Global Adaptation Index (index.gain.org).

8 La synthèse

Principaux liens
Bibliographie

Journal « Le Monde » du 11 aout 2021 : *réchauffement, nos sociétés sommées d'agir*

Le monde, comme le cerveau de l'homme, est divisé en deux parties : d'un côté ceux qui pensent savoir et de l'autre ceux qui souhaitent apprendre. Pour réussir notre transition énergétique, il faudrait que ceux qui pensent savoir écoutent ceux qui souhaitent apprendre.

Selon une opinion de l’ONU datant de 2021, le nombre de catastrophes climatiques sera multiplié par cinq en 50 ans. Cela correspond à une dégradation annuelle de notre environnement de 3,3%. Les grands-parents ne seront probablement pas là pour le vérifier mais ils doivent comprendre que si aucune action significative à l'échelle du besoin n'est prise maintenant, cela signifie que lorsque leur petits enfants entrerons dans leur soixantième année, le nombre d'incidents climatiques sera 5 fois plus élevé qu'aujourd'hui

Avant propos

On peut penser que notre pays étant à l'origine des accords sur le climat son gouvernement actuel qui vient d'être condamné pour inaction ne va pas faire appel du jugement qui vient d'être rendu. Si cela est le cas, faute avouée est à moitié pardonnée et le lutin thermique que je suis est autant du côté des plaignants que du gouvernement en place. Mais maintenant, il va falloir agir. De nombreux constructeurs commencent à le faire pour la voiture et il va falloir faire de même pour l'habitat. Un poste à l'évidence extrêmement lourd sur le plan quantitatif. Ceci en considérant que la dépendance actuelle de la rivière à l'énergie n'est pas la bonne. Pour s'en convaincre il suffit d'observer la puissance thermique mise à disposition d'Homo sapiens par le fleuve Amazone à son embouchure. Pour une chute de température de 10 degrés C, sa valeur de 1,16 x 200 000 x 3600 x 10= 8 milliards de kW correspond sensiblement à 1 kW pour chacun de nous. Ceci compte tenu de son débit moyen de 200 000 m3/s et le fait qu'il faut 1,16 kWh pour élever un mètre cube d'eau de 1 degré centigrade. Ce petit calcul met en évidence l'incroyable potentiel thermique de nos rivières actuellement inexploité. Il va toutefois falloir tenir compte que la Seine à Paris ce n'est pas la ville de Belem à l'embouchure de l'Amazone. Pour ce qui nous concerne il y a en effet un fragile équilibre entre les ressources naturelles et notre besoin. La Seine avec son potentiel thermique de 500 x 3600 x 4 = 7 300 000 kW pour quelque 10 millions d'habitants est sensiblement inférieur à 1 kW par habitant et ne peut être comparé à celui de l'Amazone à son embouchure qui permet de satisfaire le besoin de la terre entière. S'il n'y avait l'apport thermique associé à la géothermie profonde on observe que l'on serait presque en culotte courte. Il serait temps malgré tout de rajouter le mot "aquathermie" cruellement absent de notre dictionnaire Larousse. Ce serait un petit coup de pouce donné à la "Solar Water Economy" de l'enthalpie. Une chaîne énergétique dans laquelle l'eau occupe une position centrale. Ceci avant de mettre en place la SWE de l'hydrogène associée au soleil. Il va falloir comme le disait Nicolas Hulot "changer d'échelle et aussi tenir compte que "nous ne reviendrons pas à la normalité vu que la normalité c'est le problème"

Synthèse

Force est de constater que l'énergie est au cœur de nos problèmes actuels. Ceci qu'il s'agisse :

- de l'économie pour réduire la dette
- du social pour atténuer la pauvreté
- de l'environnement afin que chacun d'entre nous vive comme le stipule notre constitution dans un monde équilibré et favorable à sa santé.

Pour réussir notre transition énergétique, il va être nécessaire que chacun d'entre nous prenne conscience de ce qu'est la Terre notre planète bleu. Bien que n'étant que l'une des planètes orbitant autour des quelques $6.10^{\wedge 22}$ étoiles qui remplissent l'espace-temps de l'univers, la situation de la terre est probablement assez exceptionnelle. Tout d'abord sa position par rapport à son étoile est "appropriée" : La température d'un corps noir qui ré-emmétrait l'énergie reçue du soleil est d'environ 224°Celsius au niveau de Mercure, de -181°Celsius au niveau de Saturne. Elle est de +5°Celsius au niveau de l'orbite de la terre, température favorable à une chimie du carbone qui génère la vie telle que nous la connaissons. De plus, elle possède une atmosphère stable composée aujourd'hui principalement d'azote et d'oxygène plus une faible quantité de dioxyde de carbone qui, avant qu'on ne la modifie, assurait un effet de serre d'environ 333 W/m en moyenne, ce qui stabilise la température à environ 15° Celsius. Cette concentration en gaz à effet de serre, principalement en CO_2 est extrêmement critique, de faibles variations de l'effet de serre produisent des variations de température aux effets catastrophiques.

Cette concentration n'a pas toujours été la même au cours des époques géologiques : l'absorption du gaz carbonique (CO_2) par les végétaux (photosynthèse) ou les animaux (synthèse des carbonates) pendant des dizaines de millions d'années (carbonifère, crétacé) a produit les carburants fossiles (charbon, pétrole). Ce sont ces carburants fossiles qui depuis 150 ans nous fournissent une quantité d'énergie considérable, base de la civilisation industrielle dont nous dépendons. Cette consommation d'énergie vient bien sûr des domaines classiques : chauffage de l'habitat, avions, trains, camions, automobiles, navires porte-containers, machines agricoles, élevage intensif, engins de chantier … etc, mais aussi de la suppression généralisée de l'effort physique dans tous les domaine, ceci de l'aspirateur au marteau-piqueur pneumatique en passant par la fabrication des voitures, le ramassage des feuilles mortes ou le lave-vaisselle....

Nous devons tout mettre en œuvre pour nous séparer de cette consommation effrénée d'énergie fossile fortement aggravée par la croissance exponentielle de la population qui va vers les 10 milliards d'humains. Ceci pour éviter, en brûlant en quelques centaines d'années ce carbone qui s'est formé pendant des dizaines de millions d'années, de modifier trop profondément la fragile atmosphère de la planète avec des conséquences catastrophiques

Les programmes d'arrêt de la croissance (économique et démographique) et d'arrêt d'utilisation des carburants fossiles qu'il faudrait mettre en œuvre de toute urgence doivent bien sûr être ***mondiaux*** ; ils ont malheureusement peu de chance de voir le jour et d'être acceptés à moins qu'avec Joe Biden….

Quelle est l'alternative ? On a envisagé il y a une bonne dizaine d'années de changer la nature de notre planète finie sur laquelle nous sommes en y introduisant la source d'énergie fondamentale de l'univers : la fusion nucléaire. Malheureusement, il n'est pas sûr que ça marche vu que le mécanisme de confinement gravitationnel, qui est la base de la fusion dans les étoiles est impossible sur la terre; les masses sont trop faibles et l'on est obligé de le remplacer par le confinement électromagnétique. C'est dans ce but qu'a été lancé le projet mondial *ITER* ,"*l'International Thermonuclear Experimental Reactor*" en cours de développement (difficile) à Cadarache en France. On pourrait y consacrer beaucoup plus de moyens mais dans le meilleur des cas, il ne donnera pas de résultats vraiment utilisables avant 2050 voire 2060 ; Or il faut arrêter d'extrême urgence d'envoyer du CO_2 dans l'atmosphère. Il faut donc trouver une solution intermédiaire. Certains Lutins estiment que malgré tous ses inconvénients la solution intermédiaire pourrait être la fission de l'uranium et de ses dérivés. Il est exclus en tout cas que l'on puisse généraliser vu qu'à l'évidence il n'y en aurait pas pour longtemps si l'on devait généraliser vu ce que serait le rythme de consommation de l'uranium sur terre (Voir le &3)

D'autres Lutins de nationalité anglaise ont choisi les surgénérateurs type Flamanville qui produirait plus d'isotopes fissiles qu'ils n'en consomment. Quant au Lutin thermique que je suis, il estime, même si les 3 les catastrophes mondiales associés à la fission nucléaire qu'on été *Three miles Island*, *Tchernobyl* et *Fukushima* n'ont causé « que » quelques milliers de morts ce qui n'est pas grande chose par rapport aux guerres, qu'à l'heure du réchauffement climatique, notre intérêt est d'éviter dans l'immédiat les chaînes énergétiques passant par les hautes températures. Le problème est pour l'essentiel que les 2 chaines énergétiques actuelles la combustion et le nucléaire passant par les hautes températures ne sont pas les bienvenu à l'aube du réchauffement climatique.

Ceci alors que nous sommes en mesure de satisfaire nos besoins sans réchauffer notre environnement à ce point avec des chaînes énergétiques moins coûteuses et moins contraignantes pour la sécurité* et nos écosystèmes. Ceci aussi vu que grâce au soleil (le voltaïque), à l'eau, à l'hydrogène et à la thermodynamique, il serait possible, avec le vent en complément, de satisfaire nos besoins en énergie sans mettre le feu à notre planète. Ceci aussi en évitant les graves défauts de la fission nucléaire fut-elle associée à la surgénération.

Cette figure que m'a envoyé mon frère Pierre reflète bien quelles sont les mots clés qui doivent régir notre transition énergétique. Tout d'abord le fait que nos chaînes énergétiques actuelles, trop longtemps considérées comme étant « normales » sont maintenant la cause de nos problèmes. Dans un premier temps, rien ne pourra se faire sans une finance basée sur une fiscalité intelligente ayant pour but l'amélioration sociale et la réduction des inégalités. Cela bien évidemment avec une vision saine de ce qu'est un écosystème et sa préservation.

Les acteurs de la transition énergétique vont avoir une lourde tâche à accomplir. Observer avec lucidité notre planète pourrait les aider dans cette tâche

**Ceci serait certainement préférable à l'orientation consistant pour la France à rajouter à la multitude d'organismes existants, un organisme "Autorité de sûreté climatique" qui fasse contrepoids à celui existant de "l'Autorité de sûreté nucléaire". Ceci même si ce dernier a des pouvoirs excessifs (comme certains l'estiment à juste titre pour l'EPR de Flamanville).*

Heureusement cette éprouvante période du coronavirus n'a pas eu que des effets défavorables. Le confinement à domicile est pour ceux qui ont la chance d'avoir été épargnés la prise de conscience qu'il va falloir comme le disait notre Président dans sa dernière allocution « se réinventer »

Ces longs mois de confinement à la maison favorisent la réflexion et la prise de conscience

- Qu'un air plus sain sans rejet de particules fines par les moteurs à combustion interne de nos voitures individuelles et de nos avions est bon pour les poumons du citadin.
- Qu'il aurait fallu financer les futurs plans d'aide aux transport aérien par une taxation du kérozène en utilisant l'argent de ces taxes dans le cadre du remplacement de la motorisation actuelle des avions. Ceci de telle sorte qu'ils soient plus proches de la préservation du climat.
- Que notre intérêt est de développer le télétravail qui permettrait à un nombre croissant de gens de vivre et de travailler à la campagne, avec des mégapoles qui se désengorgent en limitant la promiscuité

Face à cette prise de conscience, il est triste de constater que Paris qui se veut le Leader des accords internationaux sur climat examine nos problèmes par le bout de la lorgnette. Par exemple lorsque l'on observe son haut conseil (HCC) préconiser d'agir sur le petit tertiaire sans préciser ce qu'il faut faire. Il y a quelque chose qui ne colle pas en France dans les chiffres lorsque l'on observe l'estimation de 20% qui est attribuée au secteur du bâtiment en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre. Plus grave, le constat que Paris et sa banlieue, une région qui à elle seule regroupe environ 23 % de la population française, ne consomme que 2 % de l'énergie électrique renouvelable produite sur l'Hexagone.

Plus grave encore cette loi française qui interdirait à l'avenir la location des « passoires thermiques » comme envisage de le proposer le parlement. Cela est bien le constat qu'il est plus facile de faire une loi que de l'appliquer. Où le gouvernement va-t-il loger les occupants de ces logements énergivores et surtout quelles mesures va-t-il prendre pour assurer le confort thermique des quelque 60% de propriétaires occupants restant dans l'immeuble? Pour ce qui concerne les vols aériens c'est un peu contraint forcé que les gouvernements ont pris la mesure du problème en interdisant en raison du virus les vols long-courrier internationaux mais pour ce qui concerne le bâtiment, un secteur particulièrement lourd en terme de consommation, il lui reste à réaliser qu'il va falloir faire de même. Dans un monde qui prévoit selon l'OCDE la multiplication par 4 de son économie dans les décennies qui viennent la seule chance de survie d'homo sapiens sur terre est de dominer le gâchis actuel. Nous n'allons pas pouvoir faire autrement que de s'attaquer au fond du problème en ce qui concerne le bâtiment: rendre celui-ci moins énergivore et ceci en agissant sur les deux premiers postes de la "Solar Water Economy" puisque l'avenir de la 3ème, l'économie, est déjà pratiquement scellée. Il y a pour ces raisons urgence à agir. On peut à la rigueur comprendre la réserve de la France et cette période d'attente concernant le solaire voltaïque, là où se trouve le plus gros potentiel. Ceci en raison des progrès que nous promettent les pérovskites. Par contre en ce qui concerne la chaleur renouvelable dans le bâtiment, là où la débauche énergétique est la plus grande et où les techniques sont prêtes, il serait temps de mettre l'eau sur le devant de la scène. Paris serait, les chiffres m'ont convaincus, parmi toutes les capitales mondiales, celle présentant de nombreux facteurs favorables à cette évolution.

Nous allons devoir nous préoccuper du fondamental en ce qui concerne l'habitat. Ceci en prenant en compte qu'avec le chauffage thermodynamique la chaleur plus ou moins importante perdue par le bâtiment selon la qualité de son isolation est égale à la somme de deux énergies:

- celle gratuite et renouvelable provenant de la chaleur prélevée dans l'environnement
- celle de l'énergie électrique qu'il a fallu fournir pour assurer le cycle thermodynamique.

Ceci avec la constatation suivante: avec un système thermodynamique bien conçu échangeant sur l'eau et non sur l'air, l'énergie thermique prélevée dans l'environnement naturel est 4 à 6 fois plus importante que l'énergie électrique payante assurant le cycle thermodynamique.

J'admire la facilité d'élocution de Jean-Marc Landovici mais je suis en désaccord avec lui sur un point fondamental : Contrairement à son opinion, je pense que le nucléaire n'est pas une variable d'ajustement indispensable en ce qui concerne l'énergie. Je dirais même plus: ce n'est pas une variable d'ajustement souhaitable pour des raisons qui paraîtront évidentes à beaucoup d'entre nous. La variable d'ajustement pourrait être différente de celle qu'il envisage si nous arrêtions le gâchis actuel. Je suis convaincu à ce sujet qu'il serait possible d'assurer la satisfaction de nos besoins en énergie au plus froid de l'hiver en combinant la « Solar Water Economy » de l'enthalpie permettant de consommer moins avec celle de l'hydrogène qui deviendrait grâce au voltaïque et à la diminution du besoin une variable d'ajustement envisageable.

Qui plus est, à l'heure du réchauffement climatique, ces deux nouvelles chaînes énergétiques qui ne passent pas par les hautes températures du nucléaire et de la combustion pour assurer nos besoins en énergie seraient assurément mieux adaptées

L’Union européenne 3ème puissance commerciale du monde, derrière la Chine et les Etats-Unis exporte plus qu’elle n’importe. Elle est en ce sens avantagée par rapport à la Chine et les USA par le fait que le principal critère d’évaluation de la qualité de vie qui règne dans chaque région du monde est surtout fonction de ce que l’on peut acheter avec ce que l’on gagne. Or c’est en exportant que l’on gagne de l’argent et non en important. Avec un excédent commercial annuel confondu en zone euro de 200 milliards d’euros les deux leaders européens franco-allemand sont gagnant à ce niveau.

Quand on regarde plus en détail se qui se passe dans nos deux pays le problème est de constater que cet excédent est composé d’un excédent allemand de 250 milliards d’euros et d’un déficit commercial français voisin de 50 milliards. Globalement on constate que l’Europe peut être considéré en bonne santé par le fait que ses exportations annuelles sont supérieures à ses importations de 200 milliards d’euros mais quand on y regarde de plus près ce n’est pas reluisant pour la France.

Un facteur mériterait d’être analysé pour améliorer cette situation. Il réside dans le fait que l’Union Européenne ne produit environ que la moitié de l’énergie qu’elle consomme et qu’elle doit importer l’autre moitié ce qui lui coûte cher et diminue son pouvoir d’achat. L’Europe est à ce niveau et comme le disait Jacques Attali bien seule et est en tout état de cause maître de la décision qu’elle va devoir prendre à ce niveau pour limiter ces importations d’énergies fossiles.

Je suis français et je constate que mon pays est très en retard par rapport à l’Allemagne champion européen des échanges extérieurs. En ce sens il me semble que c’est à la France qu’il appartient de réduire ses échanges commerciaux allant dans le sens des importations avec les autres régions du monde.

Pour prendre connaissance des travaux sur l'énergie effectués par l'auteur de ce fichier voir aussi :

- Les 2 sites ***www.infoenergie.eu*** et *www.rivieres.info*
- Le logiciel ***OCES*** et *les livres*.

Les Fichiers externes à IESF

- *Les échanges avec Goodplanet*
- *Les échanges avec Batiactu* *Fiche réception PAC* *air-eau* *eau-eau* *air-air*

Le porte parole des Lutins thermiques que je suis tient à rassurer Goodplanet et Gaêle Giraud sur la gratuité des articles que j'ai écrit sur le changement climatique et la nature de ce que pourrait être notre transition énergétique.

En complément des 7 chapitres qui précèdent, les liens ci-dessous aident à mieux comprendre ce qu'est la ***Solar Water Economy (SWE)***

1 L'eau *La rivière et sa pollution*

2 Consommation

- *Questions-réponses concernant les PAC*
- *L'isolation après coup*
- *Les voitures électriques*

3 Production *Potentiel des énergies thermiques renouvelables naturelles*

A cheval entre production et consommation

Les chaînes énergétiques

Les besoins énergétiques d'homo sapiens ***La SWE en Europe*** ***?***

6 Finance *Comment financer la SWE* *et ….la taxe carbone*

7 La cartographie *Géoportail* *Google Maps*

8 La synthèse *Le temps qui passe….*

Bibliographie

	Titre	Auteur(s)	Éditeur
0	En canoë de la rivière à la mer	de Michel Salvadori	Le Chasse-Marée
1	Réparer la planète	de M. Rouer et Anne Gouyon	éditions J-C Lattès
2	Mécanique appliquée	de R. Ouziaux et J. Perrier (tome 1)	éditions Dunod
3	Les pompes à chaleur	Bruno Béranger	éditions Eyrolles
4	300 décisions pour changer la France	Commission Jacques Attali	éditions XO
5	La pompe à chaleur	Théorie simplifiée, constitution, classification et applications de Me Béatrice Jourdon et M. Abdoulaye Ndiaye (professeur de physique appliquée au lycée Paul Langevin)	consultable sur Internet
6	Ma vérité sur la planète	Claude Allègre	éditions Plon Fayard
7	La fusion nucléaire	Sous la direction de Guy Laval	éditions EDP Sciences
8	Méthodologie de mise en place des pompes à chaleur sur nappe en Île-de-France	BRGM/RP-52450-FR de L. Albouy	Document public au format pdf.
9	Chauffage (et rafraîchissement) par pompe à chaleur.	Jacques Bernier	éditions PYC livres
10	Amélioration thermique des bâtiments collectifs	Livre réalisé sous le patronage d'EDF de ARC, de l'Ademe, de FFB et du CSTB par plusieurs architectes français et un BE allemand. A. Augard et F. Pelegrin.	Guide ABC
11	Le bilan énergétique simplifié	Livret à usage des conseils syndicaux et des syndics réalisé sous le parrainage de l'ARC,	
12	Blue ocean strategy	W. Chan Kim et Renée Mauborgne	éditeur Harward Business School Press
13	Pompe à chaleur géothermique sur aquifère	Conception et mise en œuvre de BRGM éditions	Co-édité par l'Ademe, l'Arene et le BRGM
14	La géothermie	Jean Lemale	éditions Dunod
15	Intégrer les énergies renouvelables	Alain Filloux	édité par le CSTB
16	Eau et énergie destins croisés	17 auteurs différents	Presse des mines
17	Copropriété. Les nouvelles règles	Revue n °83 « Que choisir » de mars 2010	Union fédérale des consommateurs
18	La 3e révolution industrielle	Jeremy Rifkin	Les liens qui libèrent
19	L'industrie du mensonge	John Stauber et Sheldon Rampton	Agone (édition 2012)
20	Manuel du dépanneur	Patrick Kotzaoglanlian	Mankot SARL
21	L'efficacité énergétique du bâtiment	R. Franck, G. Jover, F. Hovorka	Eyrolles
22	Copropriété : le temps des économies d'énergie et du développement durable	Livre écrit sous la direction de Bruno Dhont ancien directeur de l'ARC en collaboration avec l'IDEMU du réseau Espace info énergie	Vuibert
23	L'économie politique No 90	Technologie et écologie : alliées ou ennemies ?	L'économie politique

No	Description
0	Une merveilleuse approche de la nature, des montagnes à la mer, par le tourisme nautique.
1	Une vision prospective étonnante de nos comportements futurs
2	Dans ce tome 1 relatif à la mécanique des fluides, les auteurs n'ont de cesse d'isoler de nombreux systèmes et de leur appliquer les principes de la conservation de l'énergie.
3	Ce livre explique avec sincérité les écueils que les particuliers inventifs ont dû surmonter pour faire fonctionner la pompe à chaleur installée dans leurs maisons individuelles.
4	Dans le cadre des décisions à prendre pour améliorer la croissance française, 45 personnalités ont travaillé six mois pour écrire ce livre, à la demande du président Sarkozy.
5	Cette théorie simplifiée aborde le chauffage thermodynamique sous ses différents aspects. Une sorte d'invitation à la réflexion et à l'évolution de ces techniques à partir d'un fichier source .doc en libre diffusion sur un site Internet.
6	Membre de l'Académie des sciences, Claude Allègre nous explique avec son tempérament comment il conçoit un monde meilleur au travers de propositions concrètes dans le domaine des OGM, de l'amélioration de la biodiversité, des énergies nouvelles pour le chauffage et la voiture.
7	Un livre complexe sur la recherche fondamentale et la production d'énergie après 2050
8	Logique que l'auteur de ce fichier pdf protégé en écriture ait maintenant un poste de responsable européen à Bruxelles tant le sujet traité, celui de la mise en œuvre des pompes à chaleur sur nappe libre en Île-de-France, a été réalisé avec sérieux.
9	Comment déterminer, installer et entretenir une pompe à chaleur de petite puissance dans le cadre d'une maison individuelle.
10	Une brochure technique remaniée sur les méthodes permettant de diminuer sensiblement le besoin thermique des bâtiments, sans affecter le confort de ses occupants.
11	Un ouvrage de référence destiné aux ingénieurs climaticiens ainsi qu'aux décideurs publics ou privés soucieux de mettre en œuvre une politique énergétique basée sur la production d'énergie renouvelable à partir des ressources énergétiques de notre sous-sol.
12	Un tour d'horizon sur les énergies renouvelables ou non, leur intégration dans l'environnement par les différents acteurs et intervenants, ainsi que leur financement en liaison avec la réglementation.
13	Une approche autant technique que financière allant de la conception à la mise en œuvre.
14	Un véritable ouvrage de référence destiné aux ingénieurs climaticiens ainsi qu'aux décideurs publics ou privés soucieux de mettre en œuvre une politique énergétique basée sur la production d'énergie renouvelable à partir des ressources énergétiques de notre sous-sol.
15	Tour d'horizon sur les énergies renouvelables ou non, leur intégration, ainsi que leur financement en liaison avec la réglementation.
16	Les travaux de ces 17 ingénieurs coordonnés par Gille Guérassimoff et Nadia Maïzi mettent en évidence l'incroyable imbrication de l'eau en tant que véhicule thermique dans toutes les formes de production d'énergie. Cet ouvrage de 311 pages aborde également les conséquences de cette imbrication en termes d'empreinte écologique.
17	Un petit livre qui explique avec simplicité les difficultés que rencontre la copropriété et les façons de les surmonter.
18	Un livre passionnant qui précise quels seront les 5 piliers de la 3e révolution industrielle.
19	Comment la manipulation et l'appât de l'argent conduisent au « monde poubelle ».
20	1 387 pages sur les techniques du froid ! Autant que les 1 400 pages de la RT 2012 au Journal officiel… quel travail ! Ce manuel, c'est la pratique au secours de la théorie. Et cela sous une forme attrayante afin de capter l'attention du lecteur.
21	Ce livre, qui ne couvre que les bâtiments tertiaires et industriels, dévoile le fossé autant technique que financier qui s'est creusé progressivement avec l'habitat de tous les jours du citoyen français.
22	Un livre simple et pratique écrit dans le but d'atteindre les objectifs du Grenelle de l'environnement
23	Un petit livre d'une centaine de pages qui posent les vrais problèmes associés à notre transition énergétique

OILGEAR COMPUTER ENGINEERING SERVICE (OCES)

FORGEAGE :

Oilgear Towler en utilisant des techniques originales de modélisation et en introduisant sur le marché des pompes à pistons à clapets particulièrement robustes ainsi que l'utilisation des contrôles à base de microprocesseurs est maintenant le chef de file reconnu dans le domaine de la forge rapide. Cette expérience s'est rapidement étendue au matriçage et à l'emboutissage.

- C3F
- USINOR
- SNECMA
- CEZUS

FILAGE :

Oilgear Towler leader reconnu et respecté dans le domaine du filage direct ou inverse avec ou sans perceur a acquis son expérience actuelle au travers de nombreuses réalisations dans l'extrusion de l'aluminium, du cuivre ou d'alliages spéciaux. Notamment Oilgear Towler a su introduire l'électronique pour améliorer la souplesse de marche de la presse. En raison de ses connaissances des fluides à base d'eau Oilgear Towler maîtrise également les techniques de modernisation de presses à eau.

QUELQUES REFERENCES...

- PECHINEY
- SOFTAL
- CEZUS
- ALUSUISSE
- HYDRO ALUMINIUM

LAMINOIR :

Oilgear Towler avec une expérience de plus de 15 ans dans la réalisation de composants adaptés aux fluides à base d'eau (95/5) a équipé les laminoirs les plus prestigieux sur les territoires français et espagnol.

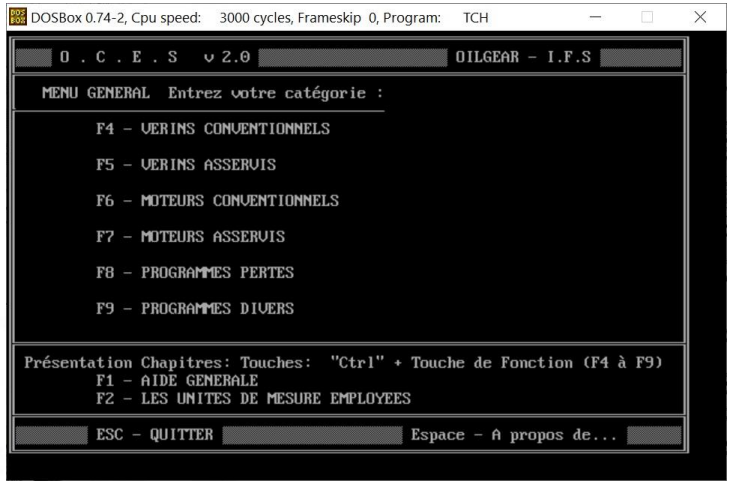
Ces équipements qui comprennent également les groupes de pompage principaux à l'huile minérale à des pressions de 300 bar pour le contrôle électro-hydraulique d'épaisseur, marchent en continu et totalisent à ce jour un grand nombre d'heures de fonctionnement sans incident.

- USINOR DUNKERQUE
- USINE MONTATAIRE
- INESPAL (ESPAGNE)
- SOLLAC (FOS)

MARINE :

Oilgear Towler a su mettre à la disposition des chantiers navals son expérience dans le domaine des grands barrages, des écluses, des équipements hydrauliques de bateaux, etc... toute sa technologie de pointe. Dans ces équipements très spécifiques, passant de la régulation fine en pression au positionnement précis d'un vérin, Oilgear Towler apporte tout son savoir-faire de l'électronique associée à l'hydraulique.

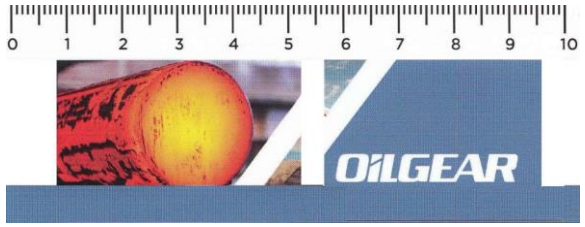
- BARRAGE D'ARZAL
- BARRAGE D'AVIGNON
- BARRAGE DE ST-VALLIER
- MERSEY DOCKS (U.K.)
- BRIGHTON MARINA (U.K.)




```
REM bilan thermique installation hydraulique THE-I
CLS : KEY OFF
PRINT : PRINT TAB(10); "BILAN THERMIQUE EQUIPEMENT HYDRAULIQUE"
PRINT
COEF = .00397
INPUT "CLIENT: ", CLIENT$
INPUT "numero dossier: ", NUM$
INPUT "type d'equipement :", T$
INPUT "capacite en huile du reservoir en m3"; V
INPUT "puissance dissipee dans le reservoir en kw"; PUIS
INPUT "temperature ambiante en deg C"; TA
DENS = 850
 S = 9.2 * (V / 2.4) ^ .6666
 REM COEF est le coefficient de deperdition calorifique du reservoir                valeur moyenne pour bac normalement ventile
 GRAD = (PUIS * 10 ^ 3 * 3600) / (V * DENS * 1000 * .5 * 4.18)
 TEMP = (PUIS * 10 ^ 3) / (COEF * S * 10 ^ 4)
 DT = (PUIS * 10 ^ 3 * 60) / (4.18 * V * 10 ^ 5 * .4)
 DT = (PUIS * 10 ^ 3 * 60) / (4.18 * V * 10 ^ 5 * .4)
 A = (.00397 * S * 10 ^ 4) / (V * 10 ^ 6 * .85 * .5 * 4.18)
 B = (.00397 * S * 10 ^ 4 * (50 - TA)) / (PUIS * 10 ^ 3)
 IF B <= 1 THEN C = B ELSE C = -1000000!
 T = LOG(1 - C) / (-60 * A)
 LPRINT : LPRINT : LPRINT "CLIENT :"; CLIENT$: LPRINT "NUMERO DOSSIER :"; NUM$: LPRINT "type d'equipement :"; T$: LPRINT
 LPRINT
 LPRINT "BILAN THERMIQUE D'UN EQUIPEMENT HYDRAULIQUE"
 LPRINT
 LPRINT
 LPRINT "entrees"
 LPRINT
 LPRINT "capacite en huile du reservoir="; V; "m3"
 LPRINT "puissance dissipee dans le reservoir="; PUIS; "kw"
 LPRINT "temperature ambiante="; TA; "deg C"
 LPRINT
 LPRINT "sorties"
 LPRINT
 LPRINT "surface du reservoir="; S; "m2"
 LPRINT "gradian maxi de montee en temperature="; GRAD; "degres C /heure"
 LPRINT "temperature maximum de l'huile="; TEMP + TA; "deg C"
 IF (TEMP + TA) < 50 THEN LPRINT "un echangeur de temperature n'est pas indispensable"
 IF (TEMP + TA) <= 50 THEN GOTO 430
 LPRINT "temps mis pour atteindre 50 deg C sans echangeur="; T; "minutes"
 LPRINT
 LPRINT "debit de refroidissement et de filtration recommande="; V * 100; "l/mn"
 LPRINT "differentiel de temperature d'huile dans l'echangeur="; DT; "deg C"
 LPRINT "debit d'eau de refroidissement:consulter votre fournisseur ce debit varie suivant le type d'echangeur (a tube ou a plaq
430 END
```

Fn F9 > Fn F8

Nous allons avoir besoin de créer un « *Solar Water Enginering Service* » mondial *(SWES)*



Avec mes remerciements à GOODPLANET, BATIACTU et à Chaud Froid performances (CFP)
ainsi qu'à Blaise Pascal, Auguste Detoeuf et les Lutins thermiques