



Ecole des Hautes Etudes d'Ingénierie (EHEI) - Oujda, Maroc

Rue de la liberté, Hay Al Hikma – Oujda

www.eheio.ma

Tél/Fax : 05 36 53 30 75

Ecole des Hautes Etudes d'Ingénierie (EHEI)

Oujda, Maroc



Rue de la liberté, Hay Al Hikma – Oujda

www.eheio.ma

Tél/Fax : 05 36 53 30 75

Congrès International sur les Technologies de l'Information et les Systèmes de Production Intégrée (TIPSI'2016)

1^{ère}
Edition

EHEI- Oujda, Maroc

Les 26, 27 et 28 Mai 2016

<http://www.eheio.ma/tispi16/>

Conférences Plénières



Avant-propos

Bienvenue à cette première édition du Congrès International sur les Technologies de l'Information et les Systèmes de Production Intégrée Tispi'2016 et la ville d'Oujda.

Ce congrès est organisé par l'Ecole des hautes études d'Ingénierie-Oujda.

La recherche est une préoccupation centrale dans les activités de notre école, ses membres et ses partenaires ; résolument tournés vers les centres d'intérêt des entreprises et le monde socio-économique, se fixent comme objectif fondamental l'enrichissement de la recherche scientifique et de la recherche développement par des programmes précis qui débouchent sur des publications scientifiques, des conférences, des séminaires, des colloques, des congrès ou des brevets.

En effet, la mondialisation du marché, le développement des échanges internationaux, l'évolution de la société, les exigences de plus en plus importantes des clients et l'aspiration à une vie de qualité et un environnement propre, l'économie de l'énergie et la sécurité des personnes et des biens induisent une croissance des systèmes industriels qui deviennent de plus en plus complexes et difficilement maîtrisables.

Pour faire face à cette évolution rapide des besoins des marchés mondiaux, les industriels doivent maximiser les performances de leurs systèmes en production en ayant recours à de nouvelles technologies d'automatisation et d'information, à des méthodes de management industriel et à l'innovation sous tous ses aspects. Les chefs d'entreprise cherchent toujours à proposer et à échanger des solutions adéquates et innovantes contribuant à l'amélioration des performances de leur système de production qui aura comme aboutissement le transfert du savoir, du savoir-faire et des technologies.

Cette première édition du TIPS'2016 vise à rapprocher la communauté scientifique par la présentation de leurs travaux récents, par l'échange de leurs expériences scientifiques et le partage de connaissances acquises dans le domaine de la gestion de production intégrée et les différentes applications des nouvelles technologies de l'information. Cette manifestation scientifique donnera également l'occasion aux chercheurs de présenter leurs travaux récents introduisant de nouveaux outils et concepts, de nouvelles méthodes et démarches dans les thématiques de la production intégrée et des nouvelles technologies de l'information. Ce premier congrès TISPI'2016 sera une plateforme d'échange, de collaboration et offrira l'opportunité aux chercheurs de présenter leurs travaux aux opérateurs industriels du monde socio-économique présents à ce congrès.

Le Comité d'Organisation

***Première Conférence
Dr. Mohammed CHERFAOUI***

Conférencier



Dr. Mohammed CHERFAOUI,

- Doctorat en Sciences des Matériaux, à l'UTC, France
- ISyC Network Réseau de Compétences pour le Maroc
- Responsable Recherche et Développement dans le domaine de l'industrie mécanique (6000 entreprises) ;
- Participe à la définition de la stratégie de recherche et développement ;
- Assure une veille technologique ;
- Anime le réseau de partenariat au niveau national, européen et international.
- 35 ans au service de l'industrie et recherche et développement ;
- Responsable de pôle d'activités (50 ingénieurs et techniciens) dans le domaine des contrôles et équipements sous pression ;
- Direction de programmes de recherche nationaux, européens et internationaux ;
- Expert international et européen en normalisation : ISO, CEN, AFNOR ;
- Plusieurs missions techniques en Europe (Allemagne, Autriche, Angleterre, USA, Canada, Maroc, Tunisie,...)
- Programmes de recherches avec les universités et école d'ingénieurs (Direction de thèses, cours...).

TIPSI' 2016 EHEI OUJDA



ISyC Network

**Réseau De Compétences
Pour le Maroc
Systemes Intelligents**

**Mohammed Cherfaoui, Dr
Président ISyC Network**

TIPSI '2016 EHEI Oujda



***Industrie 4.0 : la nouvelle
révolution de l'innovation
technologique***

***exemple de la fabrication
additive***

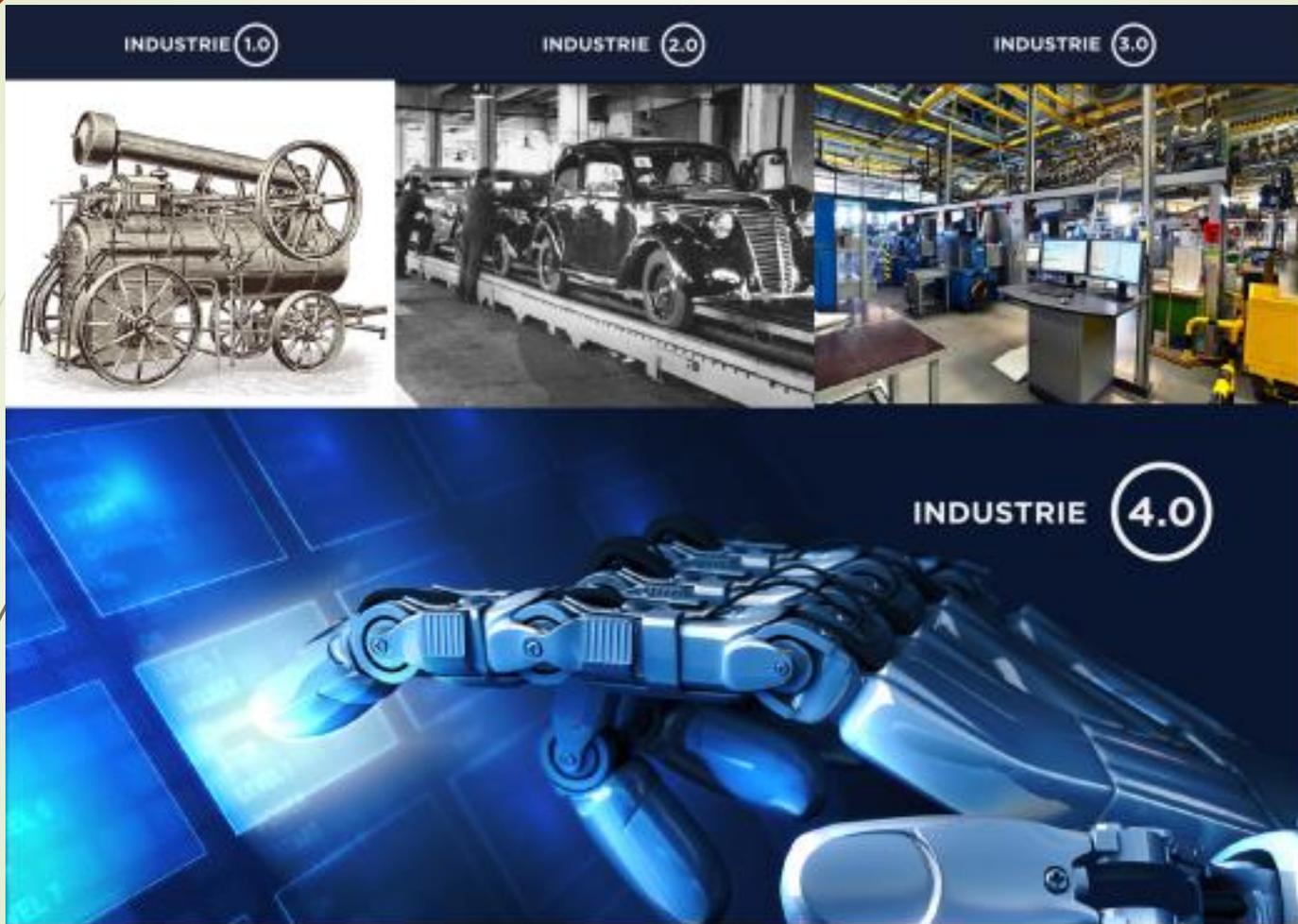
Mohammed Cherfaoui, Dr



Sommaire

- 1. Le concept – Industrie 4.0**
- 2. Le nouveau modèle – Enjeu majeur**
- 3. Evolution des marchés**
- 4. Briques technologiques BT1, BT2...**
- 5. Organisation, Environnement et Sociétal**
- 6. La fabrication additive ou impression 3D**
- 7. Conclusion et perspectives**

Les 4 révolutions industrielles



➔ 4^{ème} révolution : **Numérique, cloud, big data, internet des objets**

Le concept de industrie 4.0

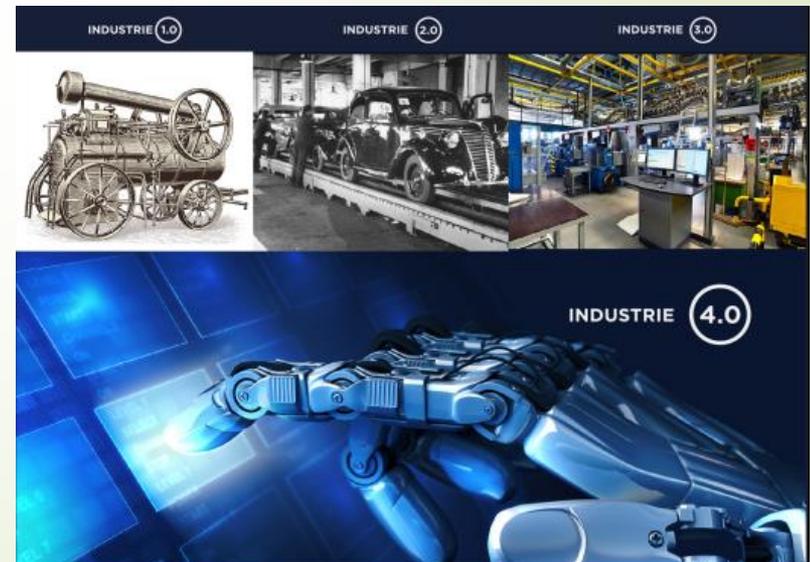
- En 2012, **Allemagne** : Plateforme industrie 4.0
200 MM€
- En 2013, **France** : l'**Usine du Futur** – 5MM€
- **Royaume-Uni** : High value manufacturing
- **Etats-Unis** : manufacturing renaissance.
- **Italie** : Fabbrica intelligente
- **Chine** : Intelligent manufac
- **Japon** : Innovation 25 ...

Les deux tiers de la population mondiale sont connectés
% d'adultes qui utilisent internet ou possèdent un smartphone



En France : Industrie du futur

- En France, le poids de l'industrie 18% à 12% du PIB
- Modernisation de l'outil de production
- Industrie du futur, L'usine connectée



Les 6 enjeux majeurs de l'entreprise*

- Evolution des marchés mondialisés ;
- L'offre technologique orientée numérique ;
- Nouveau modèle organisationnel ;
- Une dimension sociétale affirmée ;
- L'environnement est incontournable ;
- La place de l'Homme.



* Source : « Guide pratique de l'usine du futur »

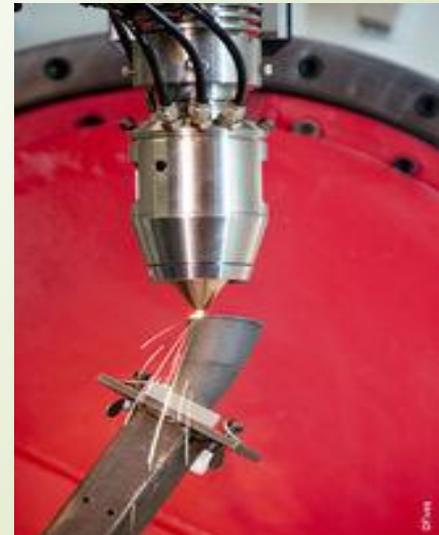
L'évolution des marchés

- Marchés mondialisés ;
- Montée en gamme ;
- Changement piloté par le client ;
- Des processus adaptés ;
- Concevoir des fonctionnalités plus que des produits.



L'offre technologique

- Nouvelles technologies, bases de la compétitivité ;
- Intégrée dans le processus de production et/ou dans le produit ;
- Réduire les temps d'innovation,
=> Usage massif des données numériques.

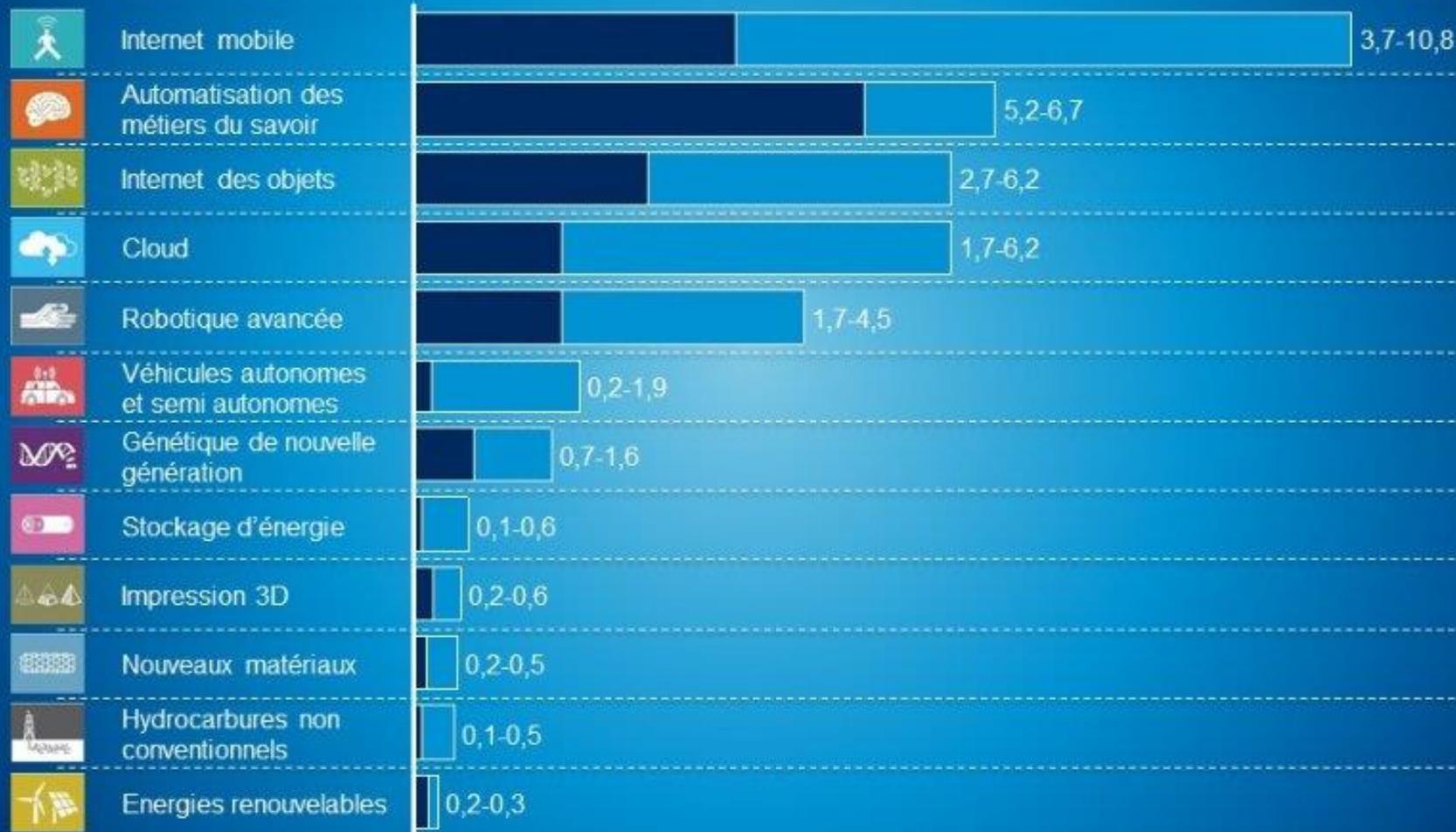


Douze technologies ont un fort potentiel de disruption d'ici 2025

Milliers de milliards de dollars, annuel

Fourchette d'impacts économiques estimés

BASSE HAUTE



SOURCE: McKinsey Global Institute "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy" mai 2013

Combinaison des technologies disruptives

Impact sur les produits et production :

- Nano-technologies, nano-électronique
- Matériaux avancés
- Internet des objets, cloud, cyber -sécurité
- Stockage de l'énergie
- Mécatronique, plastronique ...

➤ **FORMATION à de
NOUVELLES COMPETENCES**



Exemples :

- **SIEMENS** d'Amberg (Allemagne);
- **SCHNEIDER ELECTRIQUE ;**
- **BOSCH REXROTH ;**
- **SEW-USOCOME ;**
- **TRIBALLAT NOYAL**

Exemple : PSA

PSA PEUGEOT CITROËN 

L'usine numérique et connectée: Plusieurs briques technologiques

- **BT1** – Information, communication
- **BT2** - Procédés de fabrication agile
- **BT3** – Machines intelligentes
- **BT4** – Nouveaux matériaux
- **BT5** – Contrôle, maintenance,



BT1 – Ingénierie numérique

- Outil pour modéliser et co-simuler ;
- Mise au point et optimisation en virtuel ;
- Prototypage virtuel ;
- Réalité augmentée : perception de la réalité en temps réel.

La simulation des pièces avant et pendant la conception reste une clé essentielle de l'Industrie 4.0.



BT1 – Logiciel de l'usine numérique: **Bibliothèque de l'usine numérique :**

- Conception et fabrication assistées (CFAO) ;
- Systèmes d'ordonnancement de la production ;
- Logiciels de gestion, de la production et de la maintenance (GPMAO) ;
- Supervision : vision à 360° ;
- Réseaux sociaux d'innovation ;
- Cycle de vie des produits (PLM)



BT1 – Interfaces, communication des systèmes/Internet des objets

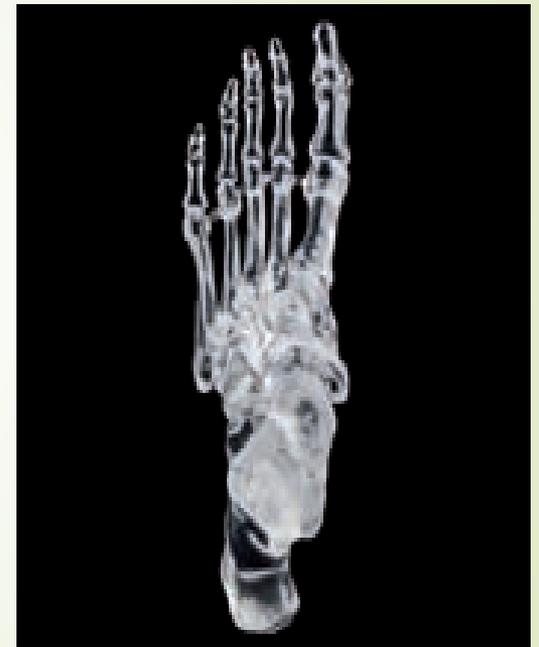
- Connexion des objets entre eux ;
- Capteurs : RFID...
- Connexion au Big Data (cloud) ;
- Pilotage de la production ;
- Sécurité des systèmes d'information ;
- Réseau de réseaux.



- Déploiement des smartphones et des tablettes ;
- Développement des applications mobiles : piloter les productions à distance ;
- Le cloud computing : parc de machines... Délocalisation de l'infrastructure informatique
- Médias sociaux orientés applications industrielles :
- Big Data : analyser les données de production



BT2 – Fabrication additive : Impression 3D



BT2 – Flexibilité des procédés de fabrication conventionnels

- Procédés conventionnels maîtrisés : usinage, forgeage,...
- Introduire les innovations technologiques et le numérique,
- Enjeux :
 - Donner de l'agilité aux procédés,
 - Maîtrise/optimiser la qualité des pièces,
 - Capitaliser les savoir-faire et expertises métier,
 - Diminuer les consommations énergétiques et impacts environnementaux.



BT3 – Machines et outils intelligents

- Robots industriels et machines
- Robots collaboratifs,
- Machines-outils
- Equipements pilotés à distance,



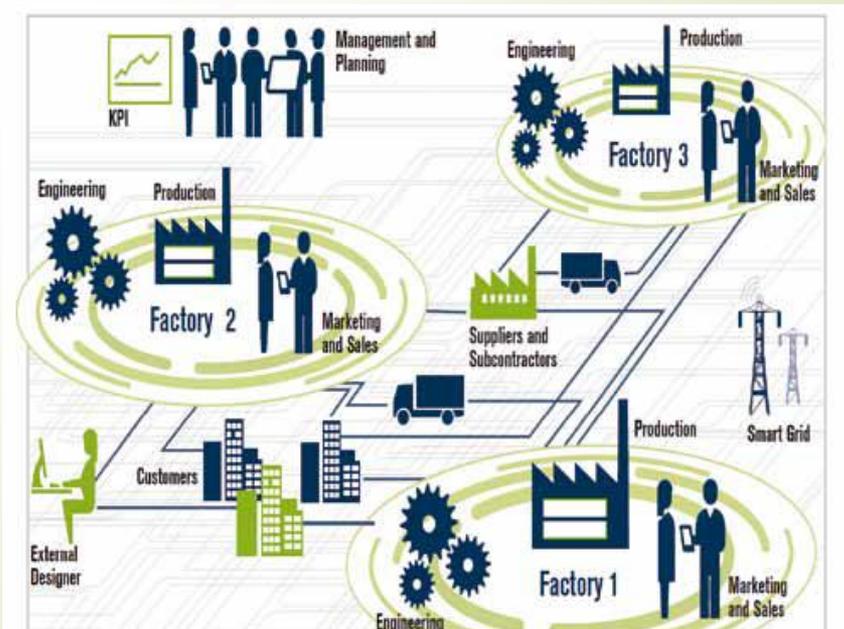
BT4 – Nouveaux matériaux, composites et assemblage multimatériaux

- Acier à très hautes performances ,
- Superalliages : haute température
- Alliages légers : Aluminium, Lithium...
- Elastomères, Composites : gros volume
- Nanomatériaux : nanostructurés,
- Assemblage : soudage



BT5 – Capteurs et actionneurs

- Capteurs intégrés et systèmes complexes
- capteurs : physiques, chimiques, biologiques, virtuels...
- Connexion à internet (RFID, GPS...)
- Maintenance prédictive, supervision,
- Big Data, cloud...



BT5 – Contrôle, maintenance,

- Vérification de la conformité du produit **réel** en regard du produit « théorique »
- Surveillance des produits et des procédés
- Contrôle et traçabilité : à terme une chaîne de contrôle « tout numérique »
- Les technologies CND innovantes : sans contact, imagerie, multiéléments...



Exemple : BMW en réalité

**BMW
GROUP**
Media

BMW F30 3-Series Production

Presented by european auto source



Rolls-Royce
Motor Cars Limited

Enjeux sociétaux



- L'usine doit s'insérer harmonieusement dans son écosystème de proximité,
- Nouveaux métiers : données numériques, ingénieurs cyber-sécurité, mécatronique...
- Adaptation et évolution des compétences
 - Nouvelles formations
 - auto-formation
 - Formation tout au long de la vie,



La fabrication additive

► Le Président des Etats-Unis, Barack Obama, affirmant, dans son discours

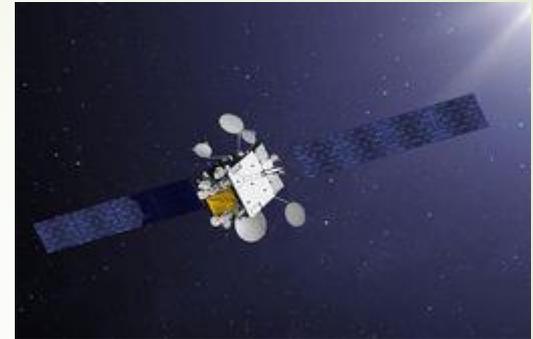
l'impression 3D "a le pouvoir de révolutionner la façon dont nous fabriquons presque tout".

discours sur l'état de l'Union
de février 2013.



Fabrication additive

**Des Makers
et Fab-Labs,
une nouvelle donne
sociétale**

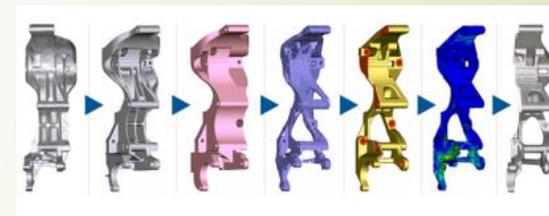


Fabrication additive

Des Makers et Fab-Labs, une nouvelle donne sociétale

la société dans son ensemble affectée par ces nouvelles technologies qui n'offrent pas seulement de nouveaux outils mais une nouvelle approche dans les démarches d'innovation .

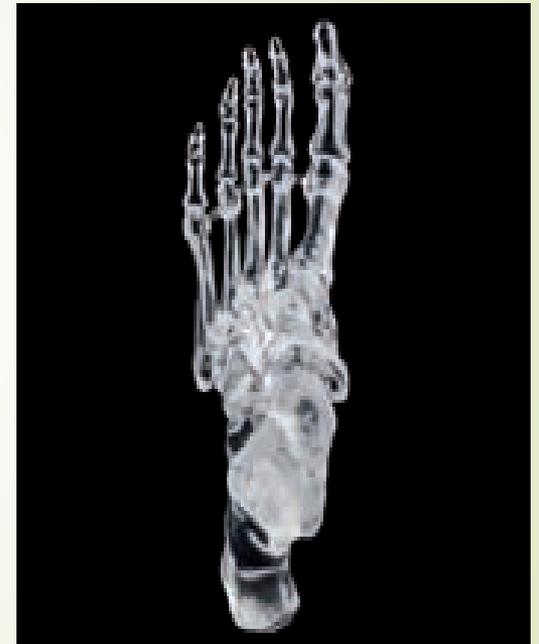
- Do it yourself
- partage des informations (l'open source),
- généralisation de l'utilisation des technologies numériques (dont 3D),



 **mouvement des Makers (Fab-Labs)**

BT2 – Fabrication additive : Impression 3D

- ➔ Procédés permettant la fabrication d'un objet physique à partir d'un modèle numérique;
- ➔ Fabrication directe, prototypage rapide, impression 3D.



La fabrication additive

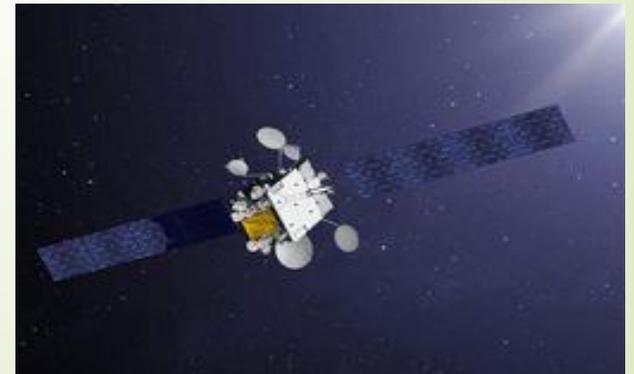
La normalisation

Vocabulaire : NF E 67-001

Spécifications techniques des poudres XP E 67-010

Essais / ISO ASTM 52921

Format fichier ISO ASTM 52915 ...

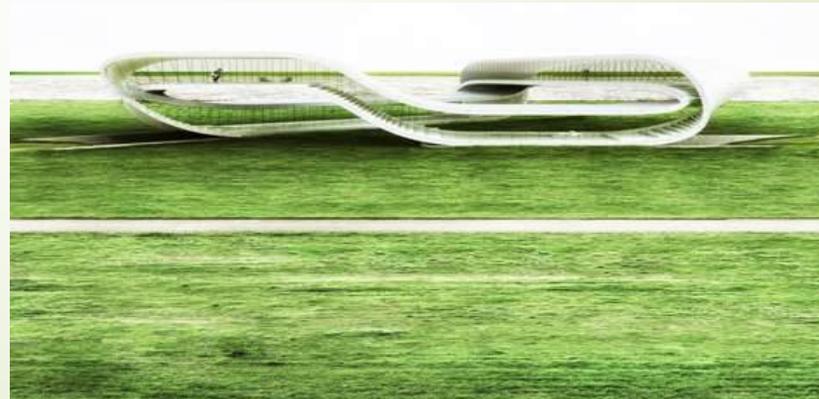


Le marché mondial et son évolution

Mondial, en 2013, 9800 machines industrielles de fabrication additive (+26% / 2012)

72500 imprimantes 3D personnelles (+100% /2012).

- Marché global de la fabrication additive : 20 milliards de dollars en 2020 (+33% par an)



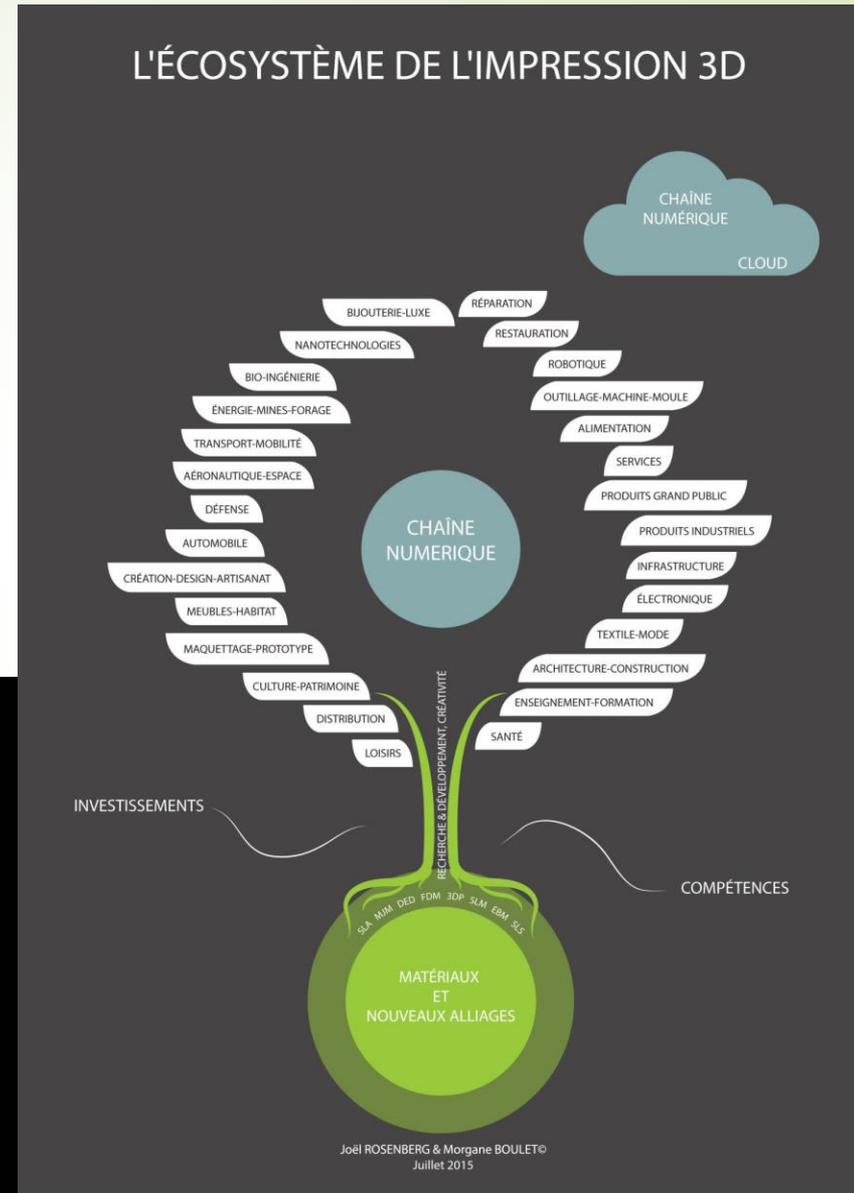
La fabrication additive

Les préconisations

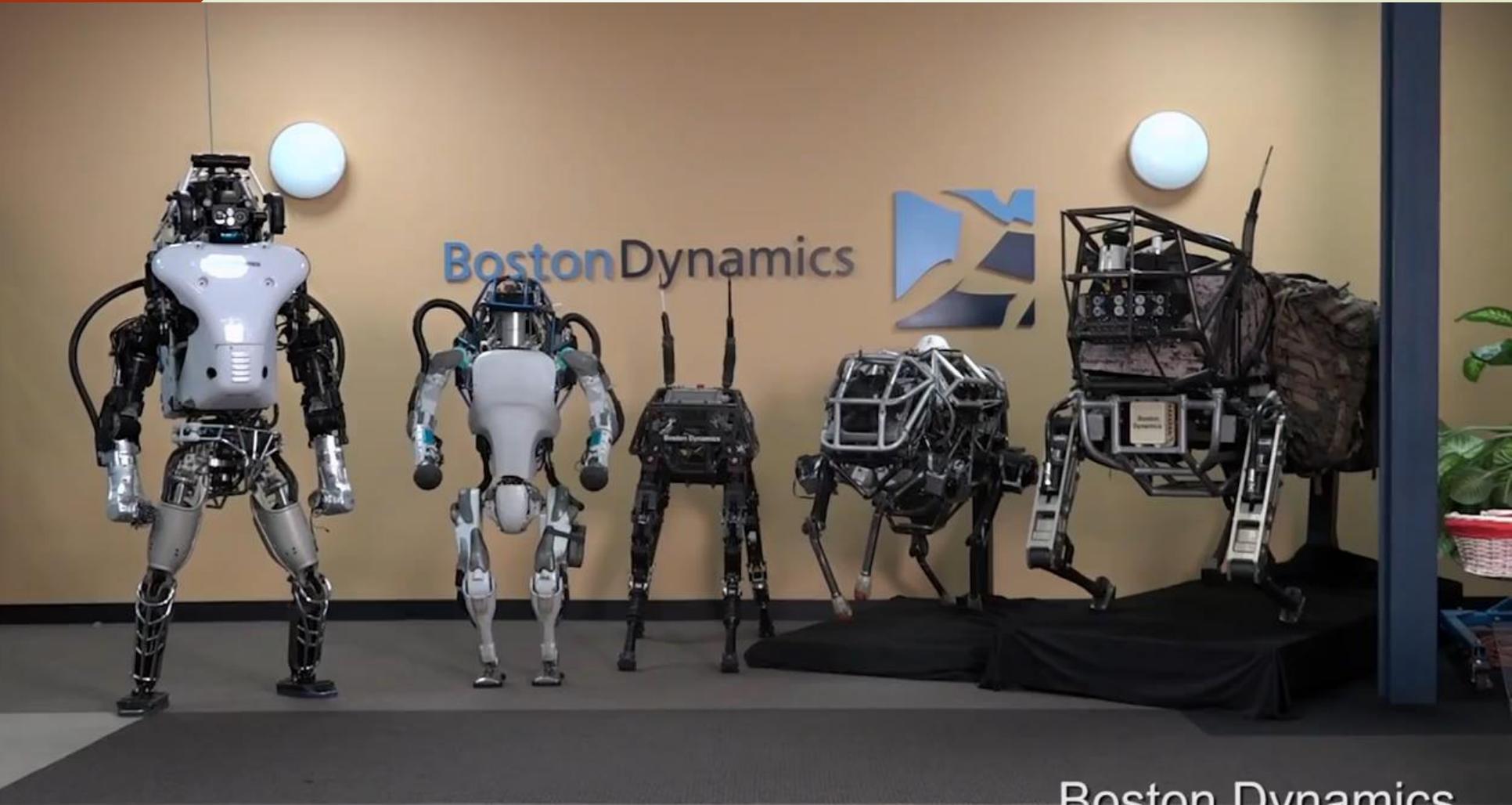
Les pouvoirs publics et

des professionnels :

créer un "écosystème" favorable



Les robots et leurs possibilités



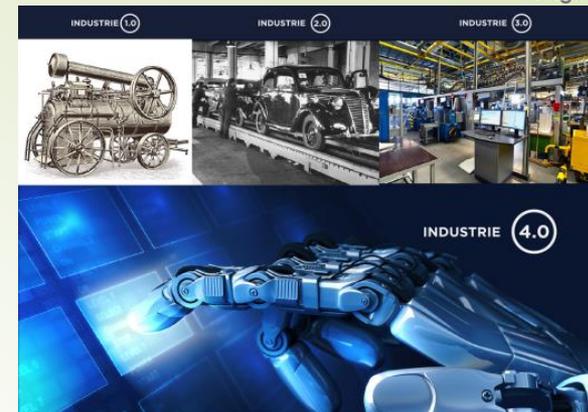
Boston Dynamics

Industrie 4.0

CONCLUSION

- ❑ Le rythme de la 4^{em} révolution industrielle s'imposera dans de nombreux secteurs .
- ❑ Le numérique et la fabrication additive vont bouleverser nature des productions, qualifications professionnelles et l'organisation du travail.
- ❑ C'est une opportunité pour le Maroc

Réseau De Compétences
Pour le Maroc





**Je vous remercie
Mohammed Cherfaoui**

Questions ?



ISyC Network

**Réseau De Compétences
Pour le Maroc**

***Deuxième Conférence
Dr. Fouad BENAMEUR***

Conférencier



Dr. Fouad BENAMEUR

- Doctorat en Calcul Numérique à l'UTC Compiègne, France
- Fondateur Directeur de la Société WiDeHouse, Conduite d'affaire
- Formateur protocoles de communication sans fil (GSM, GPRS, UMTS, HSUPA, LTE, ...), Développement Informatique
- WAVECOM (Paris France), AFNORDIS (Casablanca Maroc)
- Ingénieur Recherche & Développement au sein de FAVI : Fabricant de pièces automobiles par injection sous pression.
- Coordination des projets de recherche entre Favi et l'UTC.
- Développement software d'un logiciel de simulation et calcul numérique « FaviFlex » pour l'optimisation du comportement thermomécanique des outils de production.
- Etude de comportement de pièces automobiles complexes « fourchettes de boîte de vitesse »
- Maghrenov congés sur la recherche et l'innovation dans le domaine de l'Énergie renouvelable et le Rendement énergétique dans le Bassin méditerranéen
- Le numérique à l'université et les transformations des modes d'enseignement et de transfert des savoirs
- Systèmes électroniques embarqués et automates impacts dans l'industrie et les transports
- Du microcontrôleur au pc embarqué 1st ieee conference in mobility, security, and logistics in transport (mslt'11).

La 1ère Edition du Congrès International sur les

Technologies de l'Information et

les Systèmes de Production Intégrée

TISPI'2016

Les 26, 27 & 28 Mai 2016

La Communication Sans Fil

(Objets Connectés, Sans Contact, M2M...)

Quelles Technologies pour Quelles Applications.

Fouad BENAMEUR

Conteste

Indicateurs du Marché

Technologie de l'Internet des Objets

Business Model et Applications

Solutions WiDeHouse

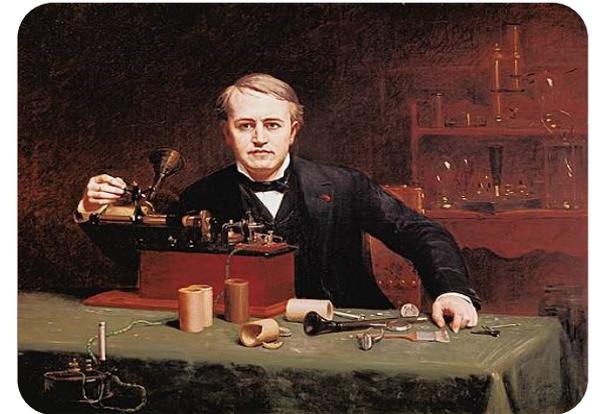
Conteste



Révolutions Industriels



Développement de
la machine à vapeur
la mécanisation
à partir du **XVIIIe** siècle



Développement de
l'électricité
à la fin du **XIXe** siècle



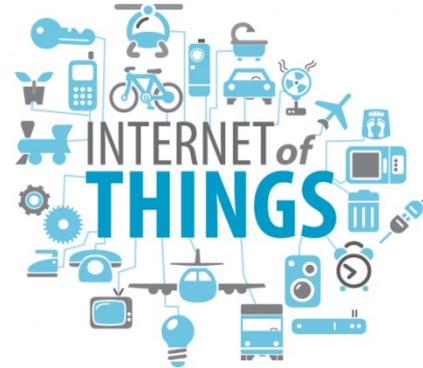
1970 l'invention **d'Internet**
1990 le **Wide World Web**
La révolution numérique est
en marche

Nouveaux Besoins - Internet & Objets -

Internet of Things IoT

Internet des objets IdO

Représente l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique.



Machine To Machine M2M concept permettant aux machines de communiquer entre elles sans intervention humaine.



Un Futur Communicant

Nous vivons dans un mode de plus en plus **temps réel**.

Les **Objets Connectés (Internet des Objets IdO / Intente Of Things IoT)** envahissent déjà notre quotidien.

Il devient nécessaire que **les objets** qui nous entourent puissent **interagir entre eux et avec nous**.

Nous allons devoir apprendre à **nous adapter**, et **adapter notre société**.

L'impact **Objets Connectés** est certainement supérieur à celui même de l'arrivée de l'Internet



Un Futur Communicant

L'Internet des objets : un concept pluriel

Des objets et de l'ubiquité

Many to one
Plusieurs utilisateurs
un ordinateur central



PERSONNAL
P
C

One to one
Un ordinateur
Un utilisateur



INTERNET

One to Many
Un utilisateur
plusieurs ordinateurs, périphériques...)



MOBILITE

UBIQUITE

Many to Many
P2P*, P2O*, O2O*, M2M*



?
NeuroMachines
Cyborgs
Posthumains ?



INTELLIGENCE

Avant hier

Hier

E world - E-things /Services
e-commerce
e-marketing
e-...

Aujourd'hui

U- World
u-commerce
u-marketing
u-services

Demain

N-World
Nano,
Neuro...

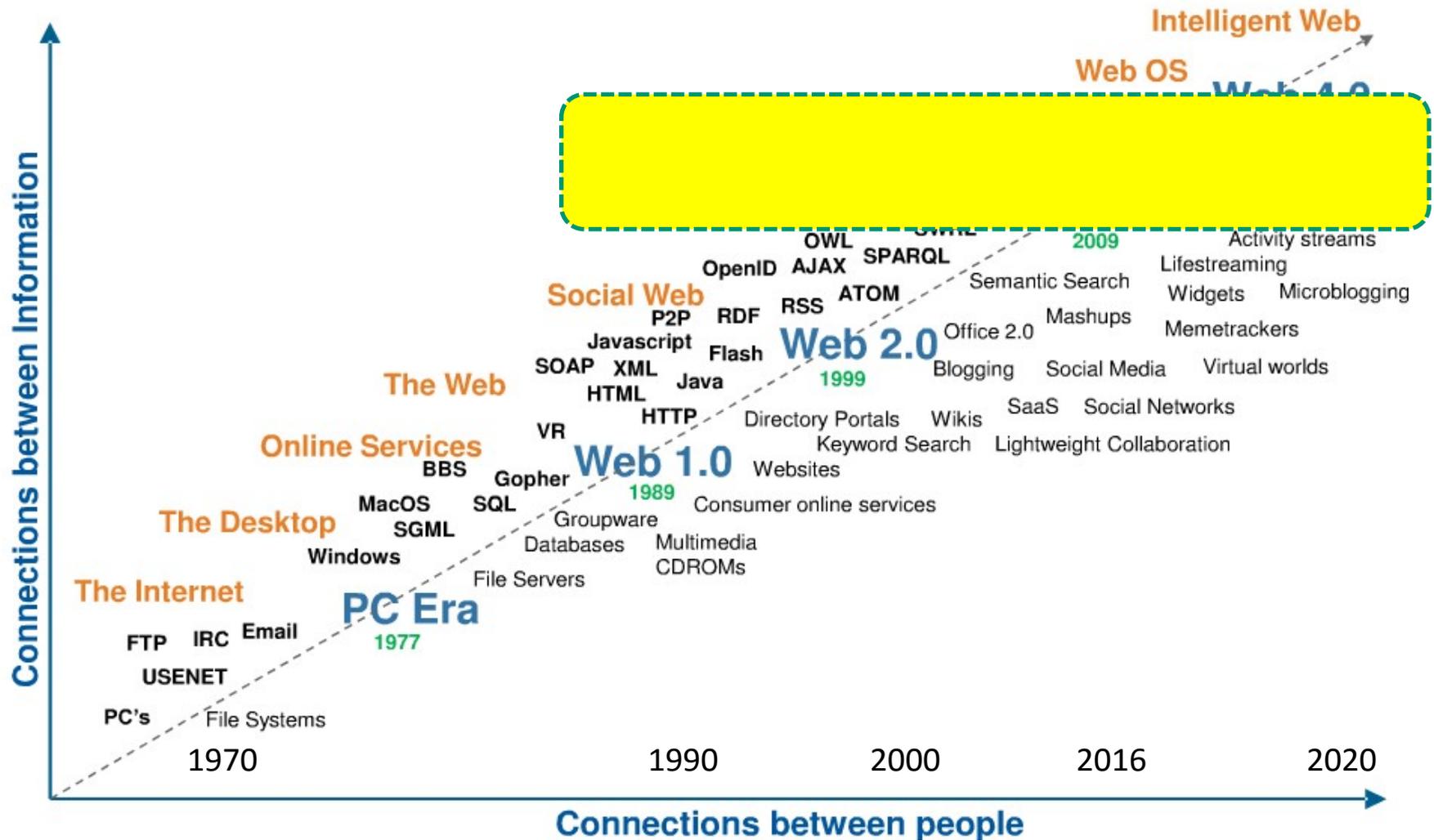
Après demain

Internet des objets

*P2P: People to people
*P2O: People to Object
*O2O: Object to Object
*M2M: Machine to Machine



Évolution Fulgurante de l'Internet



Révolution Industrielle

Basée sur 3 piliers fondamentaux:

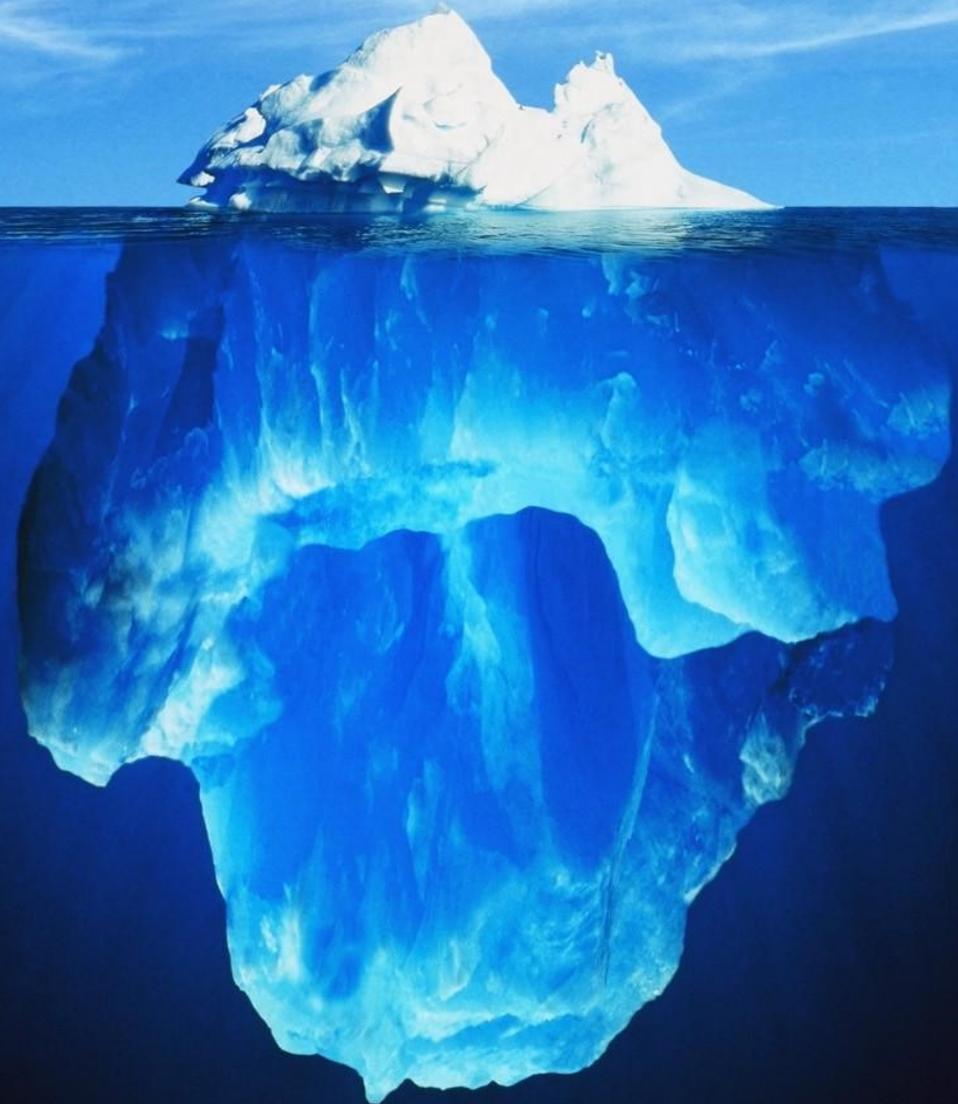
L'internet des objets,
Le Big Data,
Les technologies de Cloud Computing.

Selon Jeremy Rifkin

Optimisation de l'énergie

L'internet des
Objets
Aujourd'hui

Ce n'est qu'une
partie de
l'ICEBERG



Questions Nécessitant des Réponses

- Quels sont les secteurs actuellement visés ?
- Quels sont les revenus attendus ?
- Quel est le business model pour les nouveaux opérateurs entrants ?
- Comment les opérateurs vont-ils pouvoir transporter cette masse d'information vers les plateformes ?
- Comment assurer l'hétérogénéité des solutions existantes ?
- Les groupements 3GPP, Alliances LPWAN iront-ils vers une standardisation des normes?

Le Marché de l'IoT & M2M



Prédit entre **50 et 80**
Milliards d'Objets

Connectés en circulation
dans le monde en **2020**

ATKearney

Les **Objets Connectés** associés au
Big Data Créeront une valeur de **74**
Milliards € en **2020**

Il y aurait **20,6 Milliards**
d'**Objets Connectés** dans le
monde en **2018** pour **3,9**
Milliards d'internautes.



ABIresearch

Prévoir **40,9 milliards**
d'**Objets Connectés**
en **2020**



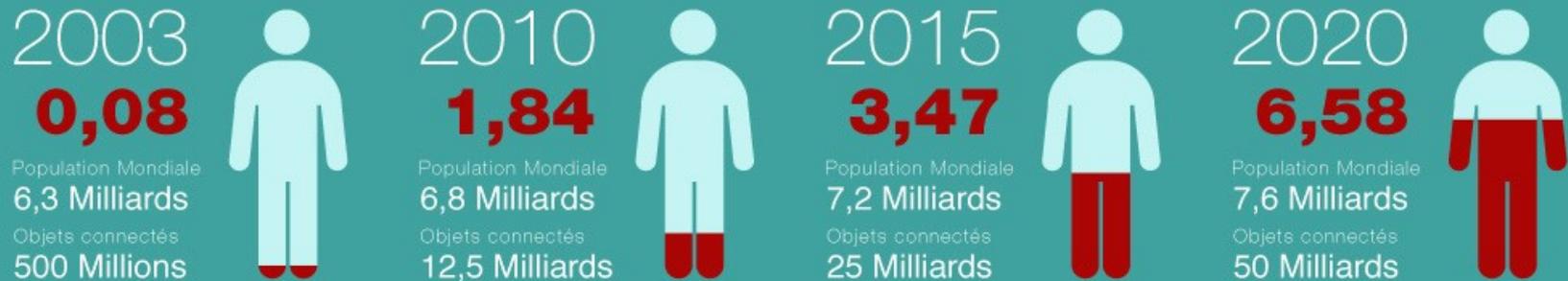
2020 les **Objets Connectés**
généreront une valeur ajoutée totale
de **8900 Milliards de \$**, soit **plus de 10**
% du produit mondial brut

Gartner

En France, **2 Milliards**
d'**Objets Connectés**
seraient vendus entre
2015 et **2020**

Le Marché de l'IoT & M2M

Objets connectés par personne (Prévisions Cisco)



En 2018 la France comptera 444,6 millions d'objets connectés pour 59 millions d'internautes.

Ce qui représenterait **7** objets connectés par habitant en 2018, contre **4** en 2014,

Le **trafic** de données lié au développement des applications Machine-to-Machine monterait à **5%** du trafic global sur les réseaux IP en France en **2018**, contre seulement **0,3%** en **2013**

Le Marché de l' IoT & M2M

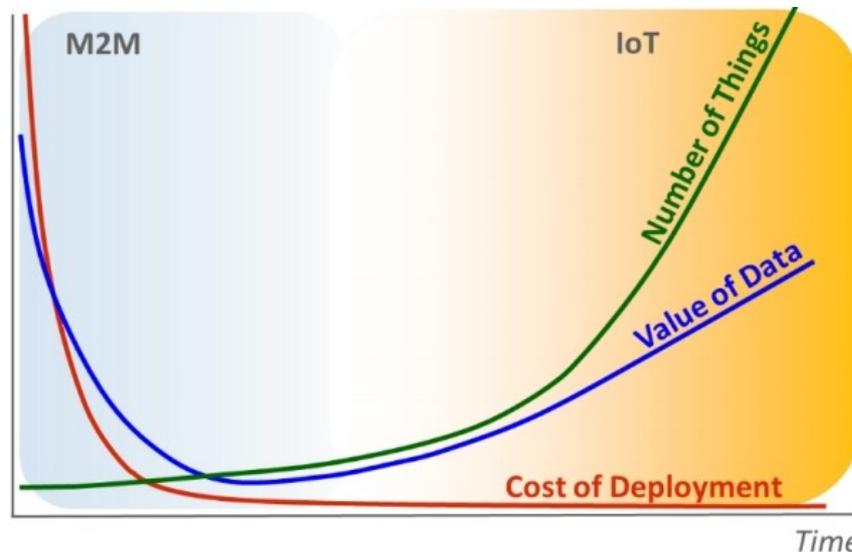
le marché du **M2M** a précédé celui de **l'internet des objets**, principalement centré sur:

- ✓ les marchés professionnels
- ✓ l'usage de cartes SIM

Les prévisions des milliards d'objets connectés des analystes n'ont pas été atteints malgré l'existence de nombreuses solutions à base de connectivité GSM.

Le **WIFI** et le **Bluetooth low Energy** (BLE) apportent un début de réponse pour les objets nécessitant un débit relativement important.

Il faut adapter la technologie pour que la majorité des futurs objets soient connectés.



Technologies de l'Internet des Objets



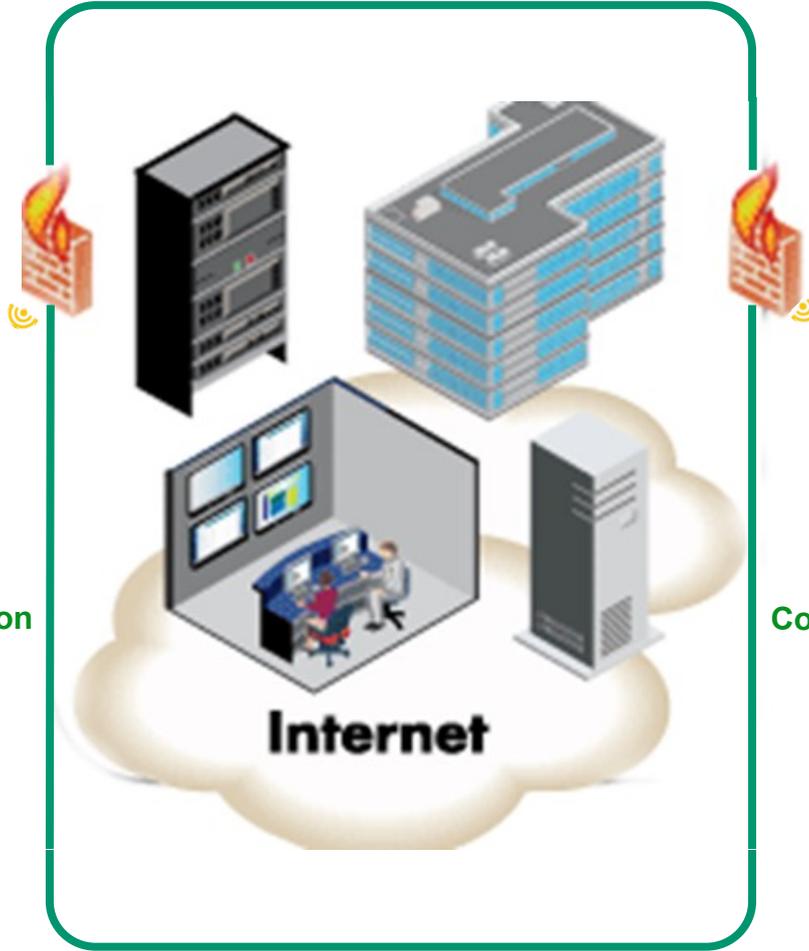
WiDeHouse: Solution IoT & M2M:



WiDeHouse Device



Communication Cellulaire



Hébergement & Traitement de données Sécurisées

Communication Cellulaire



Exploitation Utilisateurs

Protocoles pour l'IoT & M2M

Deux types de réseaux de communication radio :

➤ Les réseaux courte portée

- ✓ Bien connues du grand public.
- ✓ Émettent de quelques centimètres à quelques centaines de mètres :
WiFi, Bluetooth, RFID, NFC, ZigBee, etc...

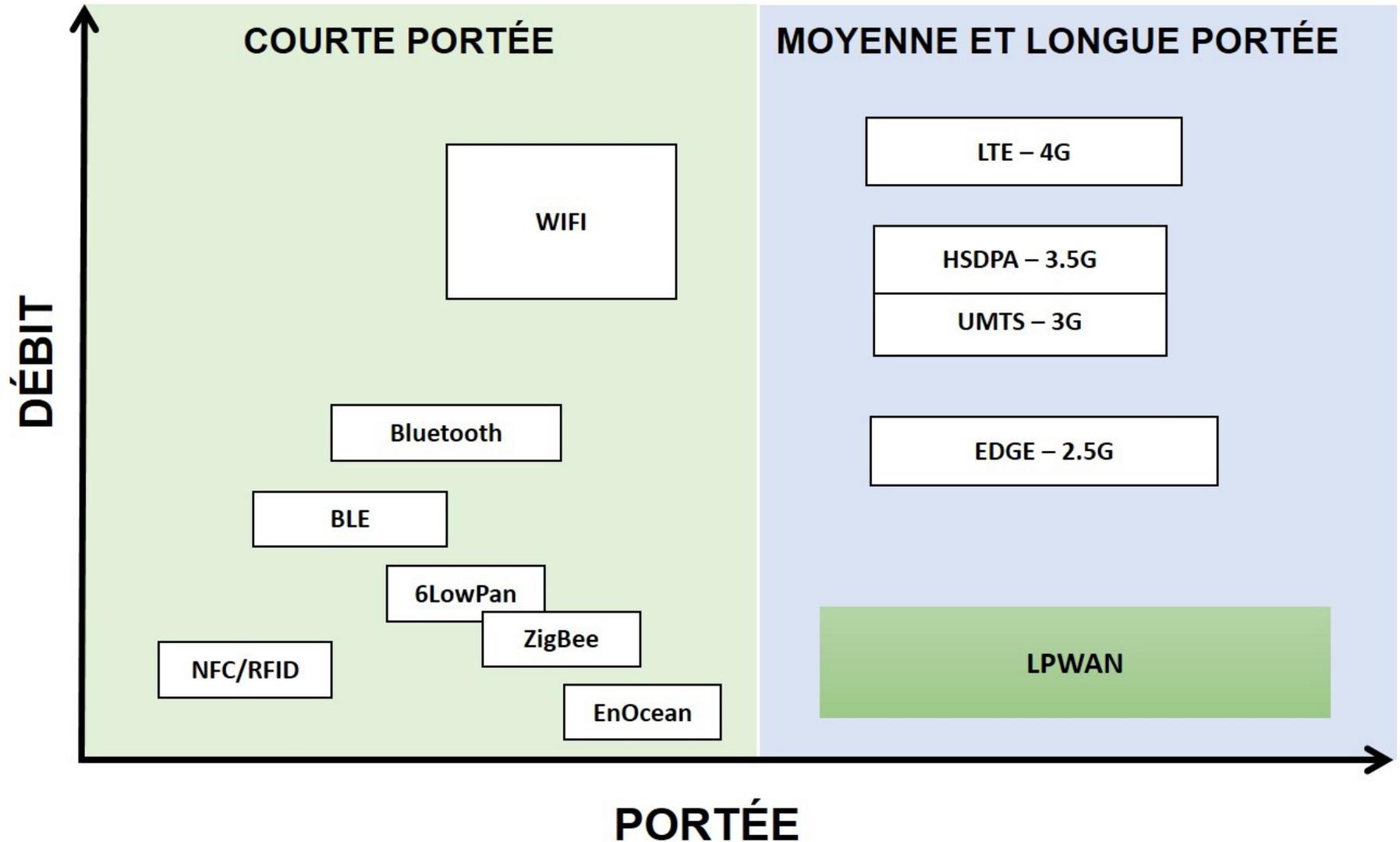


➤ Les réseaux moyenne et longue portée «cellulaire»

- ✓ Plus professionnel mais aussi grand public.
- ✓ Émettent de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres : GSM, GPRS, LTE, etc..



Portée et débit des réseaux IoT & M2M



Choix de la Technologie IoT & M2M

Traditionnellement, les applications M2M utilisent les réseaux cellulaires (GSM).

Avantages:

- Couverture globale.
- Environnements industriels.
- Débits plutôt élevés.

Inconvénients:

- Réseau mal adapté pour des applications fixe.
- Consommation en énergie très élevée.
- Coût élevé.

Choix de la Technologie IoT & M2M

LPWAN (Low Power Wide Area Network) plus adapté aux **réseaux dédiés aux Objets Connectés** :

- ✓ Réseaux sans fils longue portée,
- ✓ Faible transfère de données,
- ✓ Bas débit,
- ✓ Basse consommation d'énergie une autonomie de plusieurs années,
- ✓ Intégration simple et rapide de capteurs et rendant les objets communicants ,
- ✓ Faible coût,
- ✓ Infrastructure facile à déployer,
- ✓ Sans licence sous bande ISM,
- ✓ ...

Spécifications des 3 Principaux Réseaux LPWAN

	SigFox	LoRaWan	LTE-M Rel 12-13
Fréquences Bande SIM	900 MHz	868 MHz et 433 MHz (EU)	7- 900 MHz Avec Licence
Porté Outdoor	< 13 km	< 11 km	< 11 km
Bande Passante	100 Hz	< 500 kHz	1,4 MHz Ou dédié
Débit	< 100 bits/s	< 10 kbits/s	< 1 Mbits/s
Autonomie	> 10 ans	> 10 ans	> 10 ans
Disponibilité	Aujourd'hui	> 10 ans	2016

L'opérateur SigFox

SigFox Créer en 2009 avec une technologie basée sur la transmission de signaux sur une bande ultra étroite UNB (Ultra Narrow Band)



La technologie utilise les bandes ISM : autour de 868 MHz pour l'Europe et 915 MHz pour les USA.

Un **capteur**, équipé d'un **module** et d'un **abonnement** au réseau **SigFox**, peut envoyer jusqu'à 140 messages par jour.

Chaque message pouvant contenir jusqu'à 12 octets de données réelles de charge utile

Largement suffisant pour la majorité des applications de monitoring.

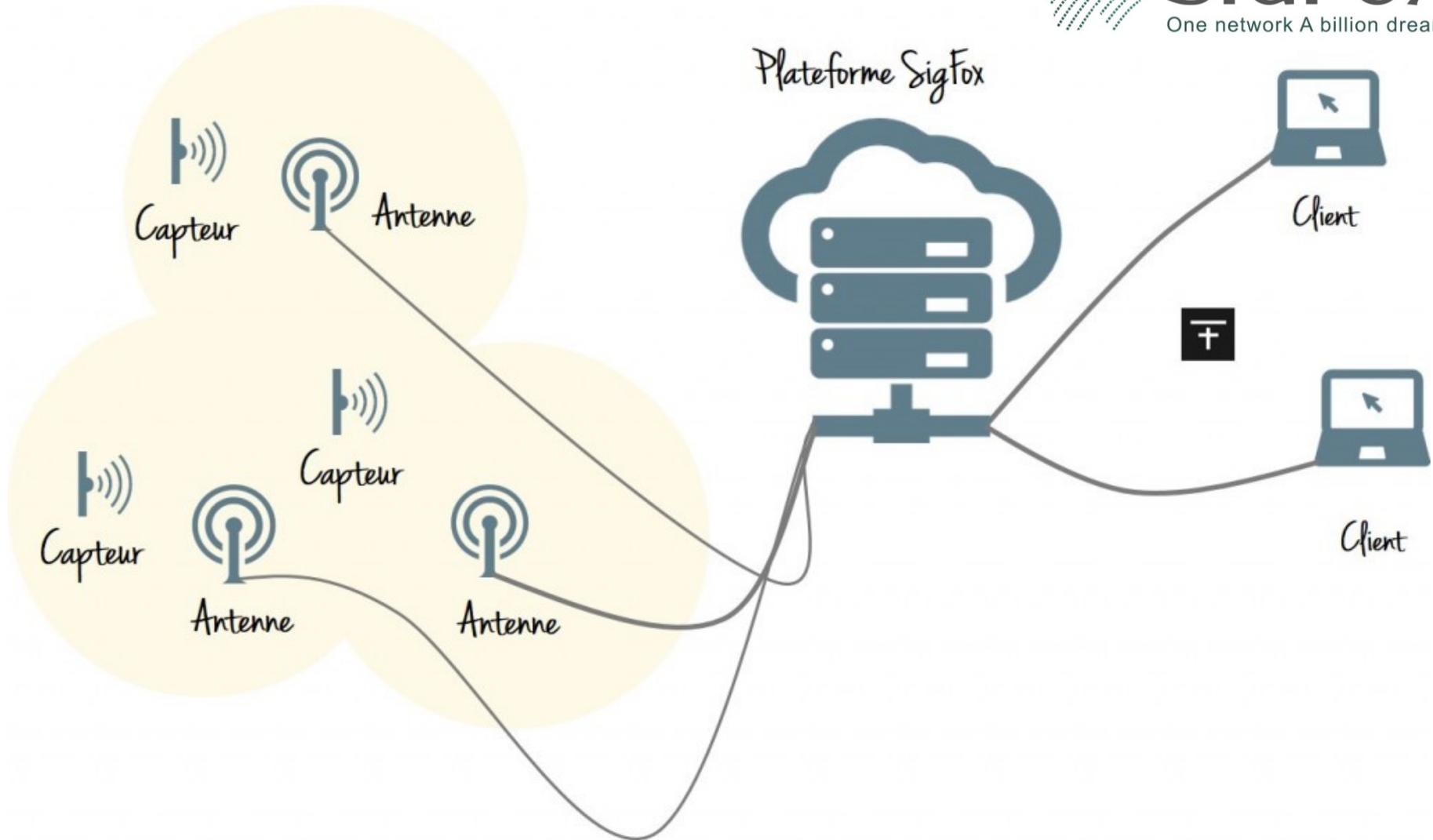
La portée est comprise entre 30 et 50 Km dans les zones rurales et entre 3 et 10 km dans les zones urbaines, SigFox offre un **débit** de **100 bits/s**

Le **coût d'un abonnement** à cette plateforme varie selon le volume de messages échangé par les appareils et leur nombre : les prix oscillent entre **1€ et 15€ par an / appareil**.

L'opérateur SigFox



SIGFOX
One network A billion dreams



L'opérateur SigFox: Solutions Hardware

Transceivers



Silicon Labs
Si446x



Texas Instruments
CC112x

SoC (system on a chip)



Atmel
ATA 8520



On Semiconductor
AX-SIGFOX

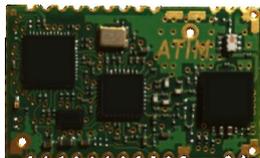
Modules



Telit
Le51-868S



Adeunis
Si 828 25mW



Radiocrafts
RC 1682-SIG



TD Next
TD1204

EVK & Dev Kits



AXEL Elettronica
Smart Everything



Radiocrafts
RC 1682-SIG DK

L'opérateur SigFox: Déploiement International

Couverture Nationale	Lancement en cours	Couverture Locale
France	Belgium	Bogota (Colombia)
Portugal	Czech Republic	Dublin (Ireland)
Spain	Denmark	Milan (Italy)
The Netherlands	Ireland	Munich (Germany)
The United Kingdom (10 of the largest cities)	Italy	Prague (Czech Republic)
	Luxembourg	San Francisco (USA)
	USA1	Santiago (Chile)
		Vienna (Austria)
		Warsaw (Poland)

LoRaWan (Long Range Radio Wide Area Network) Réseau LPWAN basé sur la technologie radio LoRa.

Technologie développée par **Cycleo** (Grenoble) en 2009 – rachetée 3 ans plus tard par l'américain **Semtech** (USA)–

La technologie LoRa à travers le réseau LoRaWan est poussée par un consortium d'industriels et d'opérateurs nommé **LoRa Alliance** regroupant entre autres **IBM, Cisco, Orange, Bouygues Télécom, etc...**

Lora utilise également les bandes de fréquences ISM avec une portée comprise entre **15 et 20 km dans les zones rurales** et entre **3 et 8 km dans les zones urbaines.**

Les **données** émises par les équipements sont **centralisées par des gateway** (des concentrateurs) qui transmettent les données à leur tour vers le serveur de gestion en ligne

La **liaison** entre les **gateways** et le **serveur** s'appuie sur des **technologies très haut débit** (Ethernet, WiFi, Réseaux mobiles).

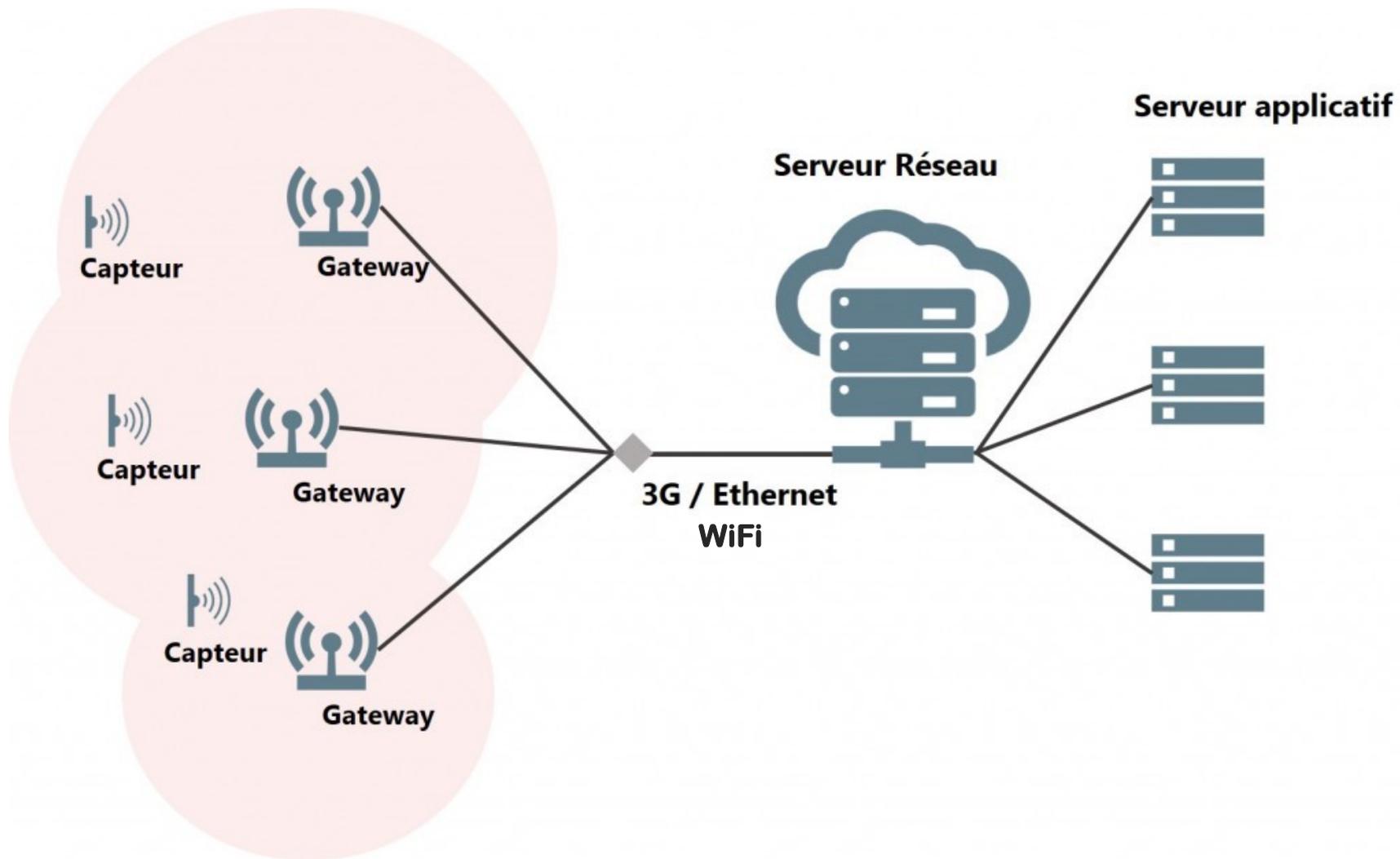


Schéma d'architecture d'un réseau LoRaWan

Lora utilise également les bandes de fréquences ISM avec une portée comprise entre 15 et 20 km dans les zones rurales et entre 3 et 8 km dans les zones urbaines.

Les **données** émises par les équipements sont **centralisées par des gateway** (des concentrateurs) qui transmettent les données à leur tour vers le serveur de gestion en ligne

La **liaison** entre les **gateways** et le **serveur** s'appuie sur des **technologies très haut débit** (Ethernet, WiFi, Réseaux mobiles).

LoRaWan revendique un débit adaptatif compris entre **0,3 et 50 kbits par seconde** et une communication **bidirectionnelle**

Le **déploiement** de LoraWan est en cours dans de nombreuses villes en **France** avec l'investissement des opérateurs **Bouygues Télécom** et **Orange**.

Modules



LoRaWAN Modules

Gateways



Basestation



M2M Gateway

Development Tools



Development Kit



Réseau cellulaire LTE-M

LTE (Long Term Evolution), plus communément appelée « **4G** », est une technologie très haut débit pour les communications mobiles.

La 3GPP en charge de la norme travaille depuis peu (Q4 2014), sur une version M2M de la technologie LTE : la technologie **LTE-M (LTE – Machine to Machine)**.

LTE-M propose des **débits** ~ 1Mbits, une puissance d'émission max 20dBm et une occupation spectrale 1,4 MHz.

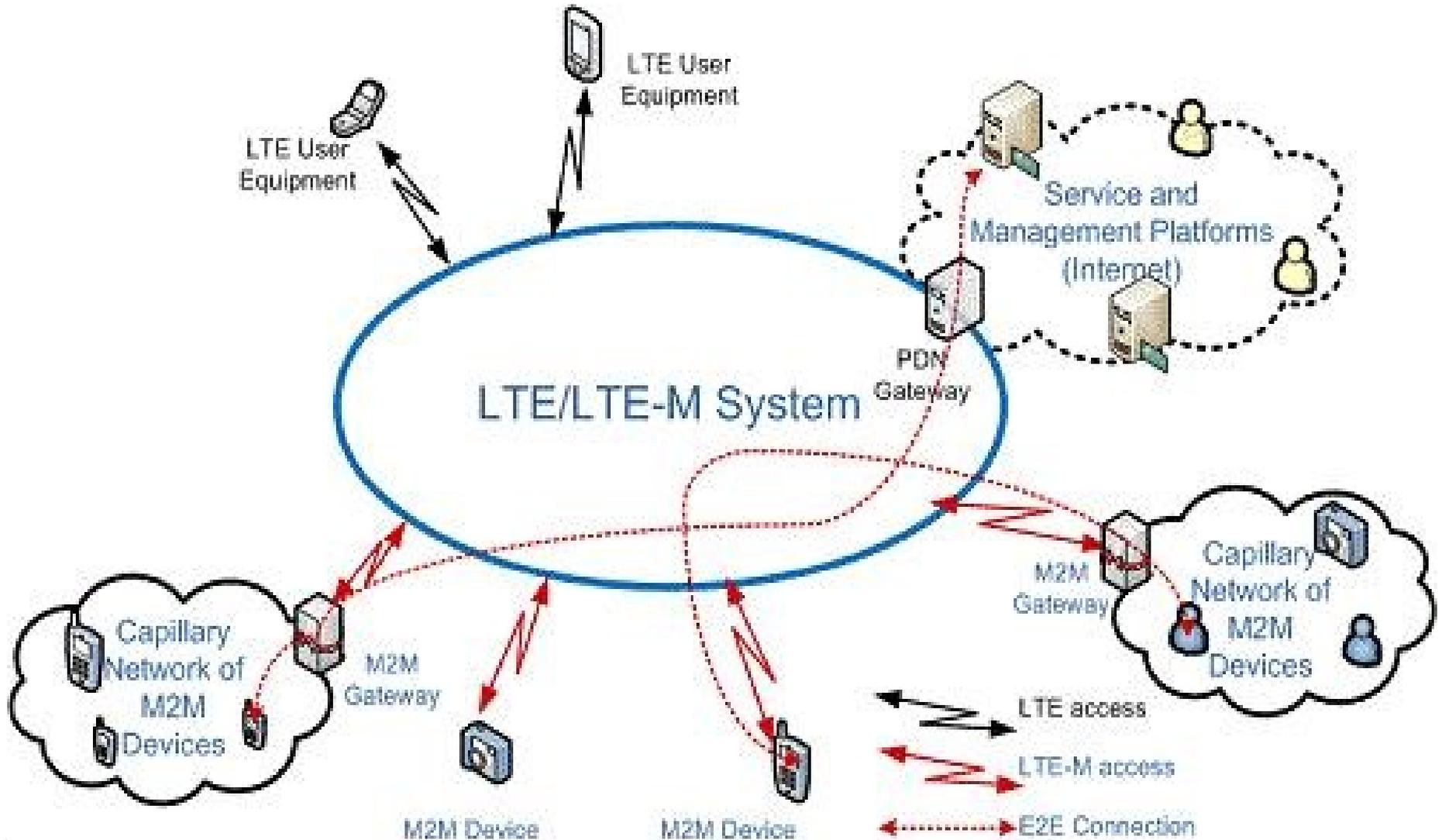
LTE-M supporte la « bande étroite » (NB-Narrow Band) avec une **bande passante à 200 kHz**, et un **débit** plus faible encore ~ **150kbits par seconde**.

la **5G** – prévue en 2020 – pour laquelle l'IoT et notamment les LPWAN occuperont une place centrale.



Réseau cellulaire LTE-M

AT-AW-AD : Any time, anywhere, any device



Autres Réseaux LPWAN

Des technologies LPWAN font leur apparition avec l'ambition de s'imposer comme un standard incontournable sur le marché des communications radio longue portée pour l'IoT .

Weightless

(Operate in both sub-1GHz licence exempt and licensed spectrum. USA)

Ingenu

(basée sur Random Phase Multiple Access peut atteindre jusqu'à 1500m de profondeur USA)

Telensa

(Wireless lighting control for Smart Cities USA)

Qowisio

(Angers Fr)

Platanus

(Protocol for wireless link between your server and thousands of end devices USA)

Créer un objet connecté



Comment créer un objet connecté

La démarche classique

Utilisée par la plupart des startups, elle consiste à :

- Avoir une idée d'objet connecté
- créer un prototype,
- rechercher des fonds (crowdsourcing, business angels) avant d'industrialiser,
- Valider son business model,
- enfin commercialiser par un réseau de distribution classique en espérant trouver un marché.



Comment créer un objet connecté

La démarche inverse

“5 étapes de l'internet des objets”

Phase 1: Consiste à initier la démarche de conception d'un Objet connecté:

- En Ciblant le marché (en partant de l'idée) et du problème du client,
- En Identifiant une solution qui y répond et de la traduire en produit ou service.
- En Quantifiant son business model comment et combien est prêt à payer le client,

Phase 2: A ces conditions seulement qu'il est possible:

- de réaliser un cahier des charges technique
 - permettant de mettre au point un prototype du produit final)
 - En tenant compte de l'industrialisation
- Enfin de commercialiser le produit.



Phase 1: Le Marché et le Besoin

Trouver l'idée et identifier le marché

- Identifier les solutions existantes pour le problème visé.
- Lister les caractéristiques de chacune d'elles.
- Évaluer le nombre des utilisateurs.
- Identifier ce qui différenciera notre objet connecté
- Déterminer ce qui manque aux solutions actuelles pour répondre pleinement au problème du client.

Cas de ciblage d'un marché de niche:

- Il est indispensable de viser un marché mondial dès le départ.
- Il est nécessaire de concevoir un produit capable d'adresser des marchés nationaux très différents.



Phase 1: Le Marché et le Besoin

Les besoins et problèmes des clients

- Côté créateurs, il y a souvent une confusion entre **besoin** et **solution**.
- Côté clients, ils sont la plupart du temps incapables de prédire la solution qui saura résoudre leur problème.
- Par contre, les clients ont une excellente faculté à:
 - Décrire le problème en question
 - Imaginer les conséquences que le produit aura sur leur quotidien.
- Ce qui aidera le créateur à identifier leurs vrais besoins.

Exemple:

- on n'a pas de besoin d'avoir un **téléphone portable** ;
- on a besoin d'être **joignable partout**.



Phase 1: Le Marché et le Besoin

Déterminer la somme que le client est prêt à payer

- Le **Choix du modèle économique** souvent un de points faibles des startups qui tentent de mettre sur le marché un objet connecté
- **299€** somme que le public technophile est prêt à payer pour acheter un objet connecté de qualité perçue suffisante.
- Pour atteindre massivement le grand public un objet connecté doit être très inférieurs à **100€**
- Enfin, **peu de gens** sont prêt à payer un **abonnement** mensuel pour un service afin de :
 - Suivre l'évolution de leur poids.
 - Piloter leur maison
 - Suivre leur consommation énergétique



Phase 1: Identification de la Solution

➤ Traduire un problème en solution

- ✓ Une solution qui répond autant à un problème qu'une solution déjà existante est vouée à l'échec.
- ✓ La solution proposée au client doit apporter de l'innovation par rapport à l'existant.
- ✓ Le coût du produit doit être étudié avec attention (exemple: mettre un capteur de particule performant pour un objet connecté grand public pas judicieux).
- ✓ de "chaque cible aura des critères d'exigence différents.

➤ Équipe : Homogène et complémentaire idéalement un trio:

- ✓ le "CSO / Chief Marketing Officer
- ✓ le "CDO Chief Design Officer"
- ✓ Le "CTO Chief Technic Officer (software / Hardware) "





Phase 1: Identification de la solution

➤ Le design

le design est fondamental pour les objets connectés, il concerne:

- L'aspect extérieur du produit
- L'architecture intérieur du produit
- L'interface utilisateur (UI)
- L'expérience utilisateur (UX)

Balance		
Marque	Withings	Terrailon
Marché	Introduction	possède 40% du marché
Visibilité	doit être remarquée dans les rayons	rassurante pour les clients qui vont acquérir un produit haut de gamme
Code Couleur	la couleur noire et les matériaux reprennent les codes du luxe	reste blanche, pour s'intégrer aux codes du reste de sa gamme



Phase 1: Identification de la solution

➤ Le design

- ✓ le design sert le marketing

Exemple : le [Mother de Sen.se](#) et ses '[cookies](#)' excellent

Exemple du potentiel marketing du design.

Le facteur de forme du produit le rend identifiable et est largement repris par la presse lorsqu'elle évoque les objets connectés.



En revanche, les ampoules connectées sont plus difficilement identifiables, et généralement cachées par un abat-jour.

Cependant, design soigné peut les distinguer.





Phase 1: Identification de la solution

➤ Le design

✓ Méthodologie du Design Thinking

Pour imaginer un objet connecté,

la méthode du Design Thinking peut être divisée en 5 étapes :

- **Comprendre la cible** du produit que l'on dessine afin de savoir ce qu'ils font (**DO**), pensent (**THINK**), ressentent (**FEEL**) et disent (**SAY**).
- **Définir l'importance des critères** pour sélectionner les bonnes idées.
- **Identifier des solutions** créatives,
- **Créer une preuve de concept (POC)** qui matérialise les idées retenues,
- **Tester le design** envisagé auprès d'un échantillon correspondant à la cible de clients,





Phase 1: Identification de la solution

✓ Les spécifications techniques

Les spécifications techniques sont basées sur 3 piliers:

- Capturer des données de l'environnement (accéléromètre, gyroscope, capteur de fréquences cardiaques, etc.)
- Transmission de données (Bluetooth, WiFi, GPRS/3G, Sigfox, etc.)
- Restitution des données (plateforme de services, application mobile, via un autre objet, etc.)

✓ Les coûts

Via une structure de distribution traditionnelle, le produit sera vendu au consommateur 3 à 5 fois le prix de revient (HT) en sortie d'usine.

Exemple:

Pays	Coût Produit sortie Usine	Prix vente
USA	30 \$ HT	90 \$ - 120 \$ HT
Europe	30 € TTC	90 € - 120 € TTC



Phase 1: Le Financement

- Plateformes de crowdfunding : Kickstarter, IndieGogo, etc.
- Financement et aides publiques
- Financement privé



Phase 2: La Fabrication

Comment concrétiser puis industrialiser un objet connecté ?

- **Preuve de concept (Proof of Concept – POC)**
- **Prototypage**
- **Industrialisation**

Phase 2: La Commercialisation

- **Le plan de communication**
- **Les canaux de distribution**
- **Le support Client et SAV**
- **La Commercialisation**

Business Model & Applications



Fabricants d'IoT & M2M

Les **Objets Connectés** créés intègrent des composants standards pour fonctionner, ils sont à la fois :

- **Moins chers** : ils nécessitent moins d'investissements pour les mettre au point.
- **Plus faciles à fabriquer** : la disponibilité et l'assemblage de composants standards est bien plus aisée qu'auparavant.
- **Plus faciles à distribuer** : grâce à l'émergence de circuits de distribution traditionnels ou nouveaux, capables de commercialiser des objets connectés comme la chaîne de magasins **LICK**.

La baisse des coûts et l'intégration des solutions



Starter kit pour proto IoT & M2M



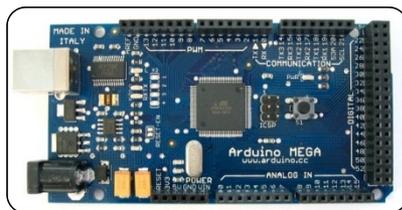
Kit 4G for IoT de Olimex
Boitier pour tester
les objets connectés en 4G



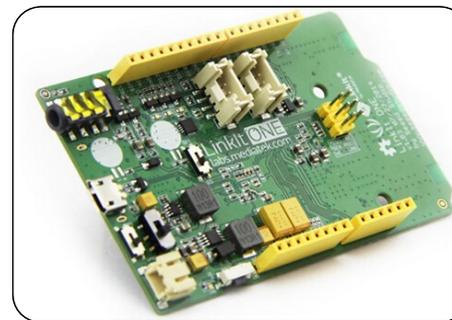
RaspBerry



Kit LoRa



Arduino



RaspBerry



Kit SigFox



Financement des Startups

- Ce nouveau marché est visé plutôt par des **Start-ups** que des grands groupes.
- Les objets connectés en vogue sont liés au “**Quantified-Self**”
- Les segments du marché visés: la **domotique**, le **sport**, l'**automotive**, **Smarts Cytises**.

Entité	Type	Produits	Levé de fond
Fitbit	Start-up	Bracelet Balance	9. 66 Millions de dollars levés en 4 phases auprès de 7 investisseurs
Jawbone	Start-up	Bracelet	10. 372 millions de dollars levés en 10 phase auprès de 11 investisseurs
Withings	Start-up	Objets eHealth	11. 33,8 Millions de dollars levés en 2 phases auprès de 4 investisseurs
Nike	Groupe	Bracelet & Nike+	Abondant de conception de IoT

Modèle économique HAAS

HAAS : Hardware As A Service

- Provient du modèle « SaaS » qui a transformé le mode de commercialisation des logiciels.
- Modèle qui **commercialise** les Objets Connectés sur la base d'un **Abonnement Mensuel** (incluant les mises-à-jours).
- Avantage:
 - ✓ Assure à la société des revenus réguliers et croissants puisque le client paye une somme fixée à l'avance et à date régulière.
 - ✓ Permet d'allonger la Valeur Vie Client au delà du prix réel de l'objet et des services mis à sa disposition.
- Désavantage: besoin important en fonds de roulement, l'entreprise doit d'abord absorber les coûts:
 - ✓ Du développement.
 - ✓ De la fabrication.
 - ✓ De la commercialisation de son produit.
 - ✓ A voir un fonds de roulement solide avant que les revenus cumulés excèdent les dépenses consenties.

Modèle économique HAAS

HAAS : Hardware As A Service

Space Monkey commercialise du stockage cloud par l'intermédiaire

d'une box

Prix unitaire: **199 \$**

Abonnement: **49 \$** par an pour conserver l'usage des services associés:

- ✓ Accès et partage rapide aux données (photos)
- ✓ Sauvegarde régulière dans le Cloud
- ✓ Espace 1 To (300k Photos)
- ✓ Accessibilité partout.



Modèles économiques HAAP

HAAP : Hardware As A Platform

L'objet connecté commercialisé vise à **offrir une fonctionnalité ou une capacité technique nouvelle** dans le but de créer un écosystème d'utilisateurs et de développeurs.

- Modèle qui **commercialise** les Objets Connectés sur la base d'un **Abonnement Mensuel** (incluant les mises-à-jours).
- Avantage:
 - ✓ la création d'une telle communauté induit souvent le principe de plateforme permettant la rencontre des développeurs, qui créent des application à destination des utilisateurs, qui les achètent pour améliorer le produit acquis en premier lieu.
Dans le modèle économique
 - ✓ les revenus sont générés par l'écosystème qui gravite autour du produit
 - ✓ son potentiel de revenues infini puisque les utilisateurs sont captifs via l'objet connecté acheté au départ.
- Désavantage:
 - ✓ nécessite impérative de parvenir à créer une communauté de développeurs importante et active au sein de l'écosystème créé autour du produit.

Modèles économiques HAAP

Haap : Hardware as a platform

- **leap Motion** petit boîtier offrant des fonctionnalités permettant de **contrôler ses appareils électroniques à partir de mouvements.**
- La communauté d'utilisateurs ayant acquis le capteur peut développer des nouvelles applications
- Le coût 89 \$



Modèle économique HARDATA

HARDATA: Hardware associé au Big Data

- Le **Hardata** est né de la **rencontre entre Hardware et Big Data**.
- De plus en plus d'objets connectés mesurent des quantités gigantesques de données dans la **domotique**, le **quantified self** ou la **santé connectée** .
- Les données générées par l'usage des produits représentent une manne financière énorme, bien supérieure au prix intrinsèque de l'objet connecté vendu au départ.
- **Avantage:**
 - ✓ De prévision
 - ✓ D'analyse
 - ✓ De prédiction,
- **Désavantage:**
 - ✓ nécessite impérative

Modèle économique HARDATA

Hardata : Hardware associé au Big Data

- les thermostats connectés développés **Nest** racheté par **Google** (pour 3,2 milliards de dollars), est un exemple de la **commercialisation des données personnelles**.
- **Google** exploite les données pour **mieux cibler les publicités adressées en intégrant les données domotique** issues de **Nest**.
- L'initiative d'**AXA** qui conditionne un avantage santé au partage des données issues d'un objet connecté, en l'occurrence le bracelet **Withings Pulse O2**.



Modèle économique HARDMIUM

HARDMIUM : L'Objet Connecté est un vecteur

- L'objet connecté conçu pour être le compagnon et l'accessoire privilégié d'un service en apparence distinct.
- En pratique, le client fait l'acquisition de l'objet pour tirer davantage parti des possibilités offertes par l'association du couple objet-service.

- Avantage:
 - ✓ Parfait pour rassembler rapidement une large communauté d'utilisateurs d'un même produit.
 - ✓ Permet notamment de recevoir beaucoup de retours utilisateurs à la fois afin d'améliorer rapidement la fiabilité et l'expérience du logiciel développé.

- Désavantage:
 - ✓ Dégradation des articles ou le
 - ✓ Détournement du produit pour des usages alternatifs, sans l'utilisation du service censé générer les revenus du concept

Modèle économique HARDMIUM

HARDMIUM : L'Objet Connecté est un Vecteur

- **Scanner amazon Dash** permet de scanner des codes-barres fournis par Amazon pour faire ces courses
- Le **Dash** se connecte au Wi-Fi pour passer commande
- Abonnement au service pour **299\$** par an.
- Disponible pour le moment qu'aux USA (San Francisco, Seattle et Los Angeles)



WiDeHouse



WiDeHouse: Business Model pour l'IoT & M2M

Hardware

Objets Embarqués
(capteur,..)

Gateway



Réseau

2G, 3G,
LTE-M
LPWAN

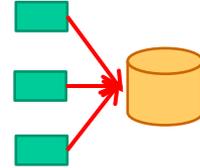


Internet Cloud/ software

Plateforme
Middleware

Applications

API



Software
Plateforme



Applications
Clients



Back Office



Infrastructure
Hébergement

Services

Services Dédiés



Services Clients



Maintenance



Supervision

Produits
Embarqués

Communication
Cellulaire

Plateforme
Internet

Services
Clients

Business Model WiDeHouse pour l'IoT & M2M

Pour **Concevoir** et **développer** des applications pour le **M2M** (Machine To Machine) et l'**IoT** (Internet of Things), **WiDeHouse**, met à la disposition de ces **Clients** des **compétences** souple et à **taille humaine**.

- **Conseils**
- **Formations** adaptées
- **Développement** de solutions **IoT & M2M** (hardware et software)
- **Développement et intégration** des applications **Web** et **mobiles**



WiDeHouse: Les Segments Ciblés du Marché

Télé Contrôle & Gestion

Télé relève
Téléométrie
Télé- Maintenance
Contrôle Production
Automates Industriels
Service Public
Ascenseur
Signalisations Routières
Affichage urbains,
Éclairage public,
Gestion des piscines
etc



Sécurité

Alarme
Santé
Domotiques
Télésurveillance
Ascenseur
Localisations
Télémédecine,
Contrôle à distance
du malade et
transfert
d'information etc.



Vente & Paiement

Vente alimentaire
PDV
Copieurs
Parcmètres
parking,
Horodateurs,
Loterie
etc.

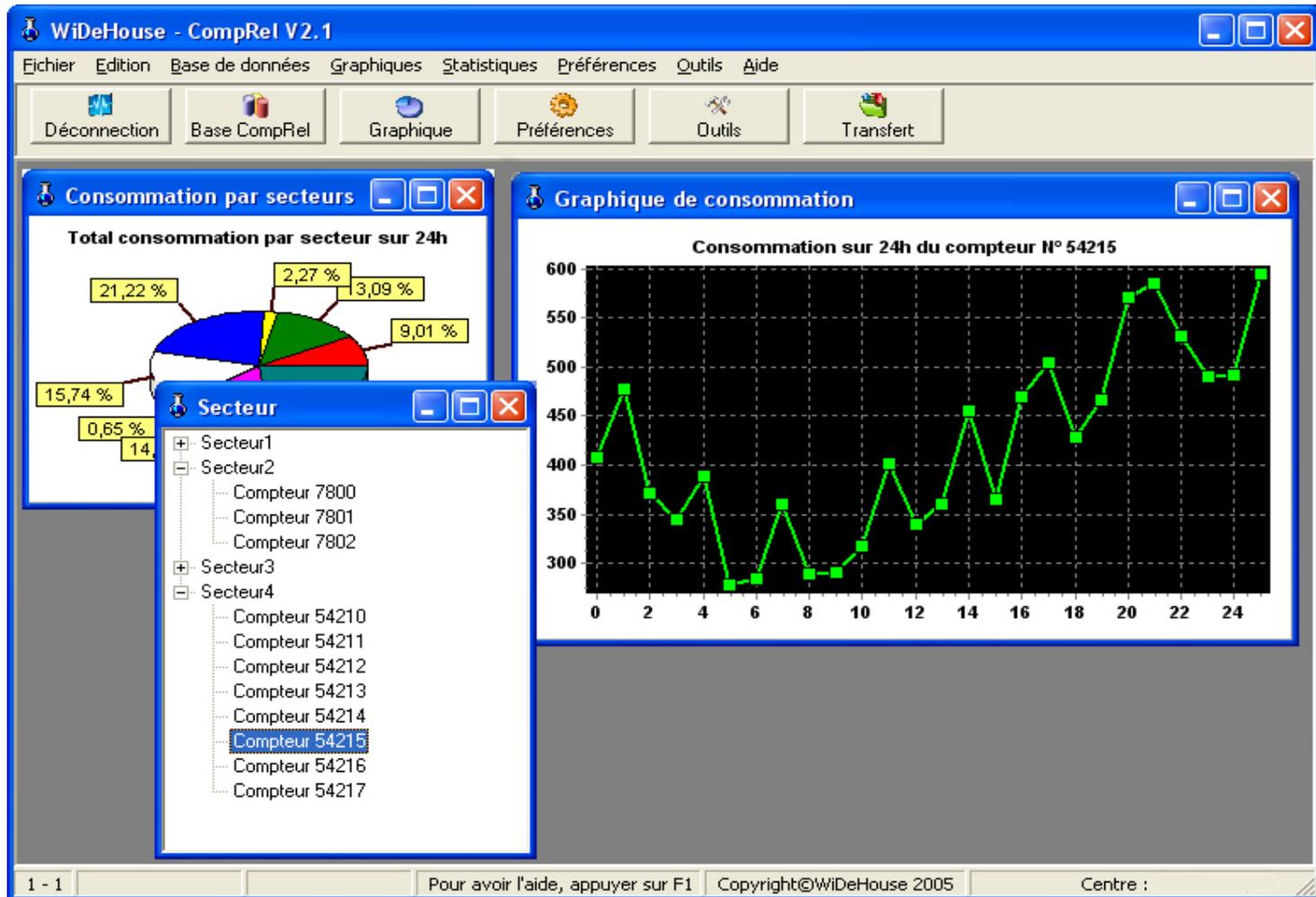


Automotive

Suivi de flotte
Taxis
Leasing
Télématique,
Gestion de flotte à
distance,
Alerte et suivi de trafic,
Maintenance et
contrôle de véhicules,
Télésurveillance
Télé monitoring,
Diagnostic anticipé.



Model Télé-Metrie RADEO



Géolocalisation



NavServ V1.1

Fichier Edition Chercher Base de données Paramètres Outils Fenêtre Aide

Suivi Marquage Statistiques

Véhicule Imat. 5541WD75 en mouvement

Marquer les véhicules

Valider

Suivi de la flotte n° 0001

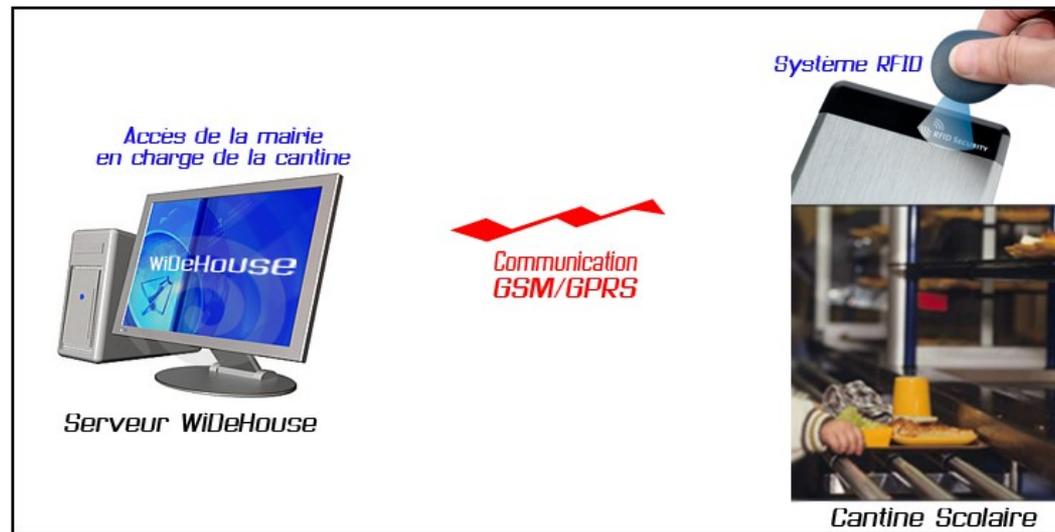
Chauf.	Immat.	Type.	Mouve.
DUPOND	4521WX80	Voit.	Oui
MARTIN	6927MN75	Cam.	Oui
COURBE	8754FG75	Cam.	Non
ENZO	8875GH75	Cam.	Non
KHALI	9548ML75	Voit.	Non
DUMOND	2154KL75	Cam.	Non
RAUSSEL	6587DF75	Voit.	Non

1 - 1 Pour avoir l'aide, appuyer sur F1 Copyright©WIDeHouse 2005 Centre :

Gestion de Cantine Scolaire

Optimisation de la gestion des cantines scolaires

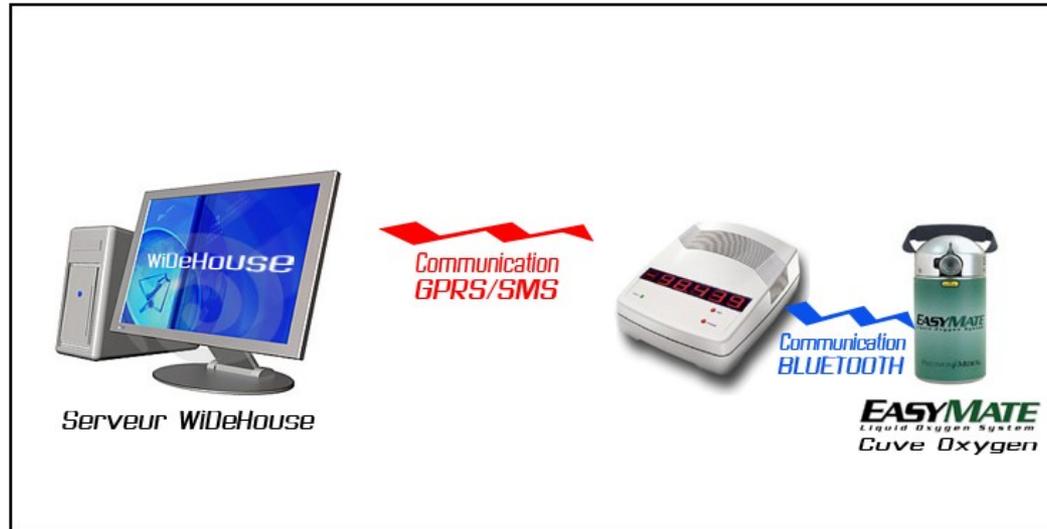
Chaque élève équipé d'un badge renseigne un transmetteur GSM qui envoie l'information au service communal.



Vertical M2M Cuve à oxygène

Malade à Domicile

Solution développée pour la société Vertical M2M permettant de surveiller la cuve à oxygène à distance.



Jules Richard Instrument

Traçabilité de Température

Solution permettant de surveiller la température en temps réel via internet.

Applications:

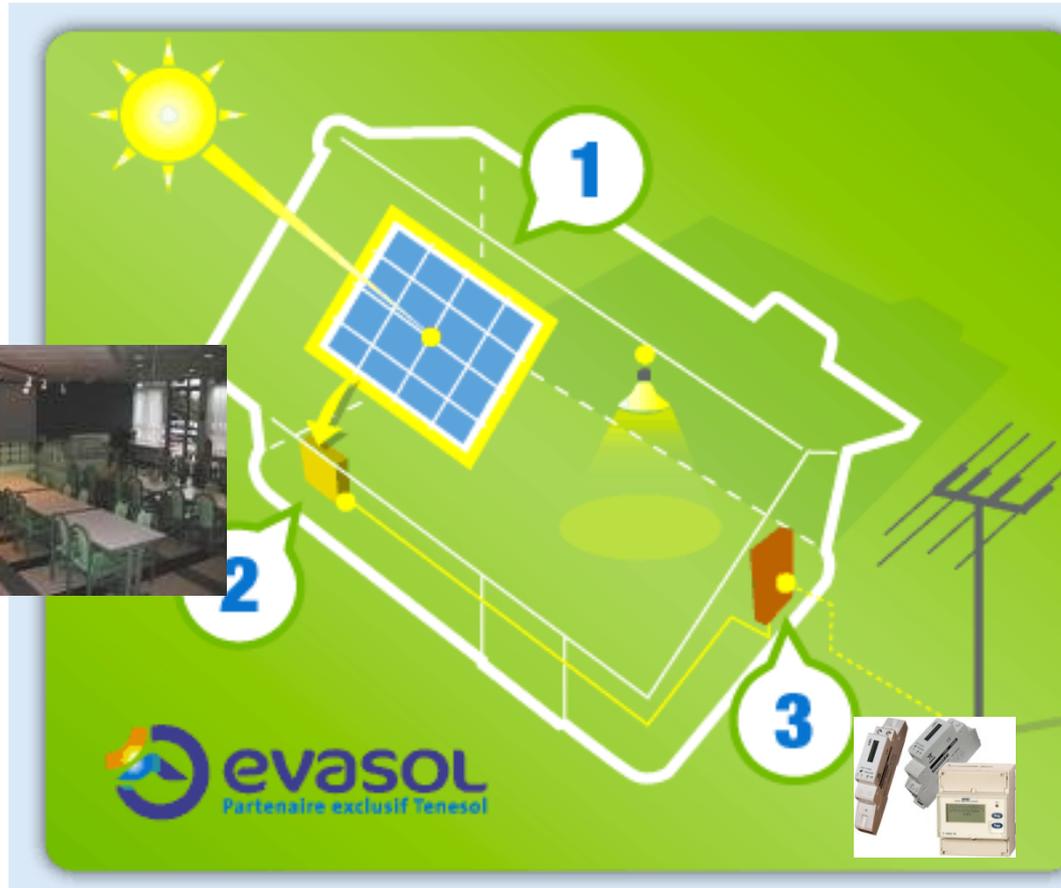
- ✓ Logistique: Suivi de la chaîne alimentaire
- ✓ Pharmaceutique: Suivi de la température des médicaments.
- ✓



Tenesol Filial EDF/Total: evasol

Le solaire photovoltaïque comment ça marche?

- 1 Le panneau solaire photovoltaïque produit de l'énergie à partir du rayonnement solaire.
- 2 L'onduleur transforme cette énergie afin de la rendre compatible avec le réseau électrique.
- 3 Un compteur EDF spécial solaire mesure la quantité d'énergie solaire produite par votre installation. L'électricité ainsi produite sera payée par EDF.



SEASMIC: Veste Chauffante & Géo-Communicante

❖ Vêtement Géolocalisé

- Communicant via le GSM/GPRS.
- une unité d'alimentation à l'aide de batterie rechargeable
- un système de **localisation** de la personne.
- une lampe flash intégrée, ou activation d'un film électroluminescent.
- une flottabilité intégrée, utilisant le principe de vessie gonflable déclenchée lors de l'immersion

❖ Secteurs Visés

- **La mer** (Plongée, Pêche, Plaisance ...). Chasse.
- **Loisir** (Montagne, Randonnée, Vol à voile.....).
- **Moto**
- **Extérieur** (Agriculture et Artisans..).
- **Confort** (personnes âgées,)



Merci de Votre Attention



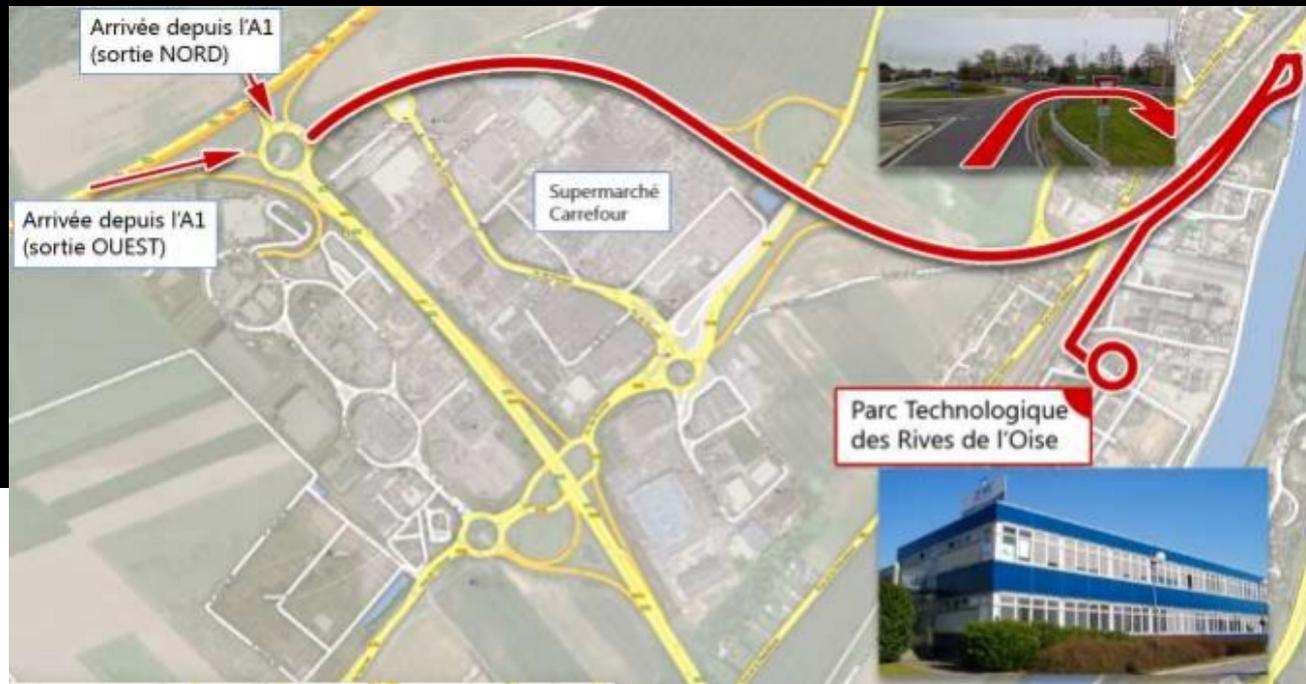
Parc Technologique des Rives de l'Oise

60201 COMPIEGNE France

Tel : +33 (0)3 44 78 90 15

mail: fouad.benameur@widehouse.fr

<http://www.widehouse.fr>



Troisième Conférence
Prof AHMED RACHID

Conférencier



Prof AHMED RACHID

Ahmed RACHID est né à Casablanca, au Maroc, le 1er Décembre 1960. Il a obtenu un diplôme d'ingénieur en Cybernétique de l'ESSTIN en 1983 (Nancy, France), un Master en Administration des entreprises de l'IAE en 1985, un doctorat en génie électrique en 1986 et l'Habilitation A Diriger des Recherches en 1991 de l'Université de Nancy I.

Il enseigne depuis 1984 dans différentes universités (Nancy, Lyon) et écoles d'ingénieurs (ESSTIN, Ecole Centrale de Lyon, ESIEE) principalement dans les domaines de l'ingénierie de contrôle et de traitement du signal.

Depuis 1992, il est professeur à l'Université de Picardie Jules Verne (France) où il a créé son premier laboratoire dans les systèmes automatiques.

Ses recherches portent sur la modélisation, la simulation, le contrôle, le diagnostic et l'observation des processus et des systèmes avec des applications industrielles : haut-fourneau, dynamique du véhicule, moteur Diesel, moteurs à induction, moteurs pas à pas, incubateur, serre, sustentation magnétique, pantographe-caténaire, CVC, cogénération, véhicules électriques.

Il a supervisé 22 thèses de doctorat. Il est co-auteur de 2 brevets, 2 livres et plus de 140 articles scientifiques et ouvrages collectifs. Il a organisé et présidé plusieurs conférences internationales et a coordonné divers projets de recherche européens et contrats R&D industriels.

Energie : Etat de l'art, développements et perspectives

Pr. Ahmed RACHID
Université de Picardie Jules Verne

GÉNÉRALITÉS

Unités

- SI unit of power is the **Joule** (J)
- Much of our fuel consumption is based on fossil fuels, so values of energy consumption are often expressed in terms of **tonnes of oil equivalent** (toe or Mtoe en Fr Tep)
- Rate of energy consumption is the watt (W), equivalent to a joule/s
- Electrical energy is more usually expressed in kilowatt hours (kWh)
- 1 kWh = 3600 kJ
- 1 toe = 10^{10} calories = 42 GJ = 11700kWh

1 kJ	kilojoule	10^3 J
1 MJ	megajoule	10^6 J
1 GJ	gigajoule	10^9 J
1 TJ	terajoule	10^{12} J
1 PJ	petajoule	10^{15} J
1 EJ	exajoule	10^{18} J

1 cal = 4,1868 Joules

1 kWh = 860kcal = 3600kJ

1 tonne of Oil = 10 000 Mcal

1 tonne of Coal = 7 000 Mcal

1 tonne of Natural Gas = 10 790 Mcal

**Worldwide energy consumption in 2013 was estimated to
13 541 million tons of oil equivalent**

Forms of Energy

Gravitation Potential

$$E = mgh$$

Example: Energy stored in a reservoir

Mechanical: Kinetic Energy of a moving body

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

Example: Rotational kinetic energy (e.g. turbo-generator)

Flow of water to a turbine or wind-energy machine

Flow of air through windmill blades

Tidal flow

Thermal: The energy stored as heat in a body

Energy = mass x specific heat capacity x rise in temperature

Energy is due to an increase in kinetic energy of atoms/molecules

Examples: burning fossil fuels, nuclear reaction, solar thermal collector

Chemical: Energy released in a chemical reaction

Example : burning of fuel – often expressed in kJ/kg

Electrical: The energy in joules is given by the product of power ($P = UI$ watts), and time (s)

Radiation

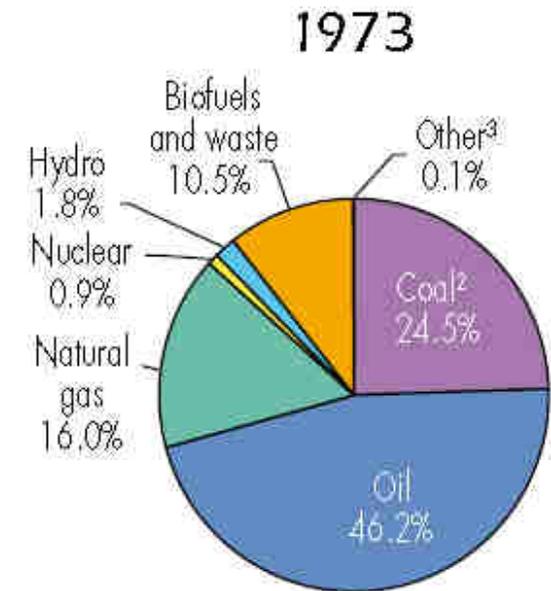
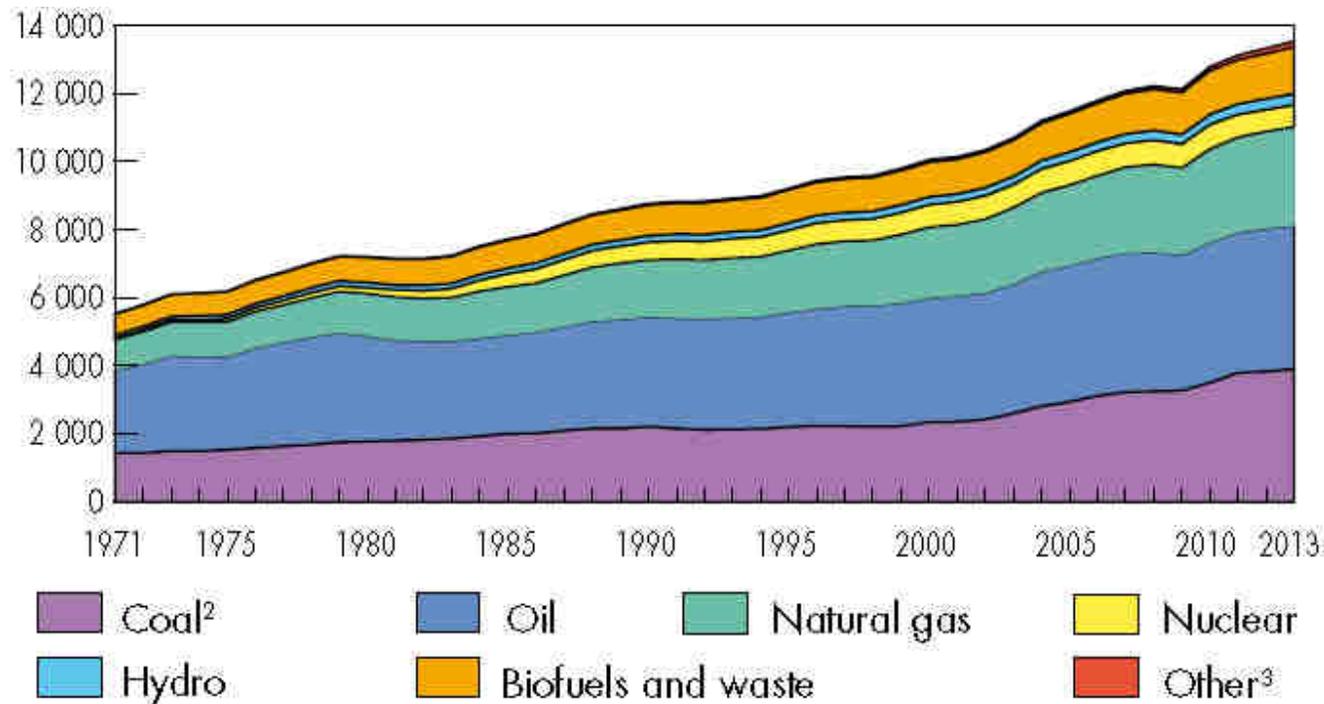
Photon energy $E = hv = hc/\lambda$

Examples: solar photovoltaic conversion, photosynthesis of sunlight to biomass

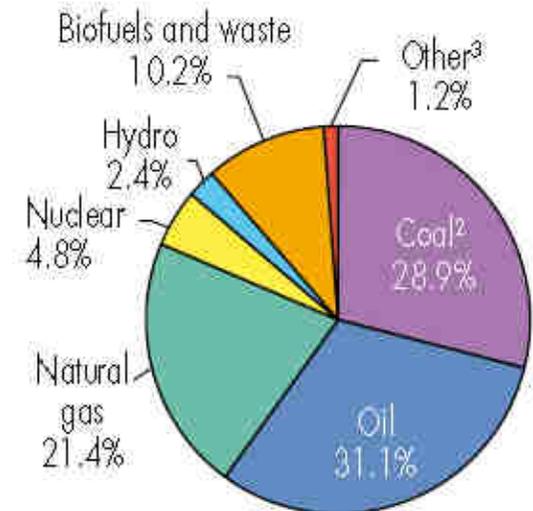
Atomic Energy

$$E = mc^2$$

World Total Primary Energy Supply (TPES) from 1971 to 2013 by fuel (Mtoe)



6 100 Mtoe
2013



13 541 Mtoe

Différentes sources d'énergie

Fossiles et minérales

- Charbon, Pétrole, Gaz, Uranium

Énergie renouvelables

- Hydraulique (barrages, fleuves, rivières, chutes d'eau)
- Solaire (photons)
- Éolien (vent)
- Biomasse (bois, déchets végétaux.....)
- Géothermie (sources de chaleur souterraines)
- etc.....

Pouvoir calorifique

Fuel Calorific Values

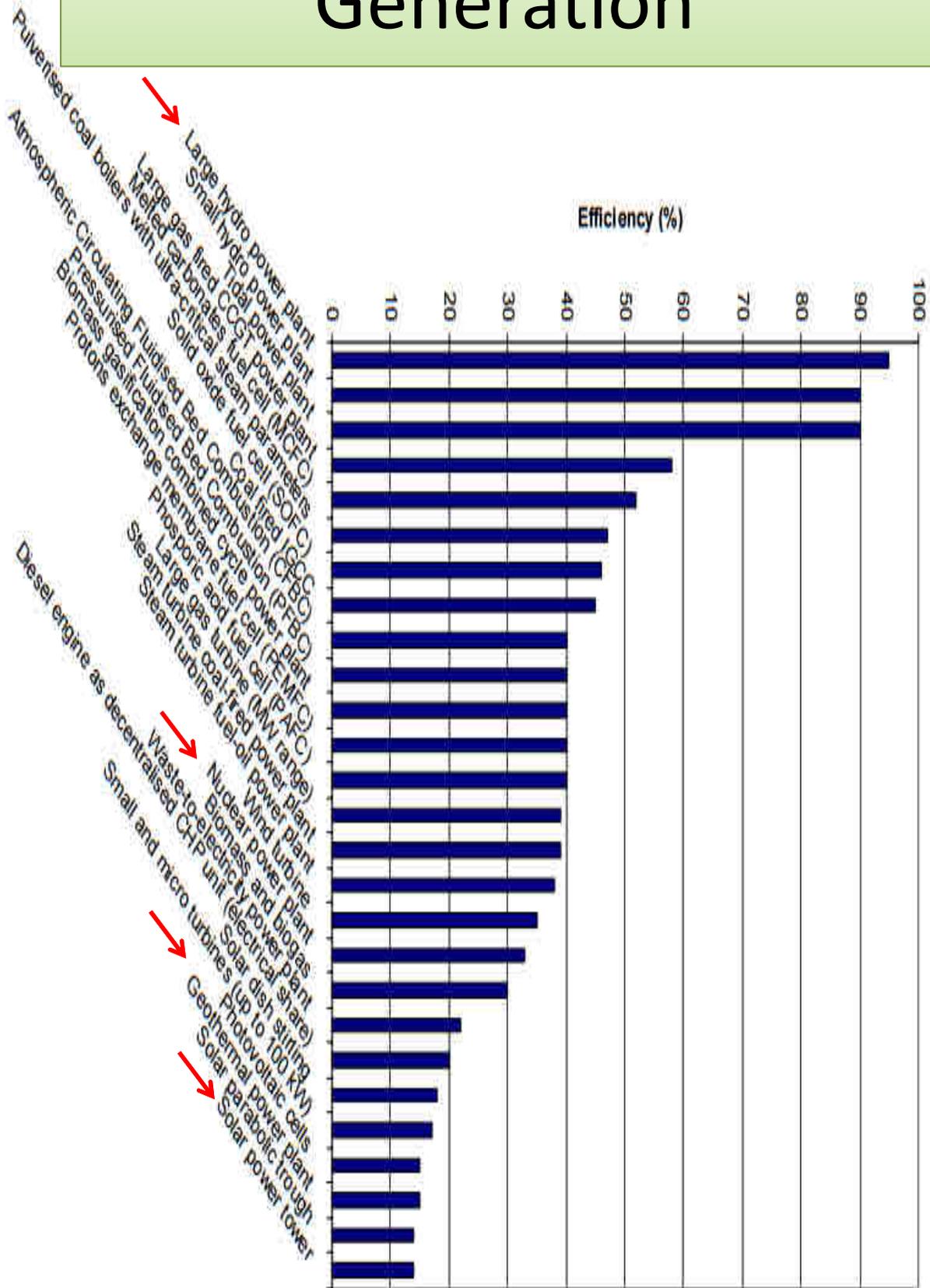
Natural gas	12500 kcal/kg
Propane-butane	11950 kcal/kg
Diesel	10000 kcal/kg
Fuel oil	9520 kcal/kg
Brown coal	3500 kcal/kg
Woods	2500 kcal/kg
Electricity	860 kcal/kWh

1 kWh is obtained from:

0.072 kg	natural gas
0,073 kg	propane-butane
0,083 kg	gasoline
0,085 kg	diesel
0,092 kg	fuel oil
0,124 kg	charcoal
0,144 kg	coal
0,218 kg	brown coal

Carburant	masse volumique		énergie calorifique massique et volumique		
Essence:	750	kg/m ³	43,5 MJ/kg	32,6	MJ/litre
GPL:	540	kg/m ³	46,1 MJ/kg	22,5	MJ/litre
Méthane (GNV/GNC):	0,714	kg/m ³	50,0 MJ/kg	0,036	MJ/litre
Alcool méthylique:	790	kg/m ³	19,7 MJ/kg	15,6	MJ/litre
Alcool éthylique:	790	kg/m ³	26,8 MJ/kg	21,2	MJ/litre
Hydrogène:	0,089	kg/m ³	120 MJ/kg	0,011	MJ/litre
Hydrogène liquide:	70,8	kg/m ³	120 MJ/kg	8,5	MJ/litre

Efficiency in Electricity Generation

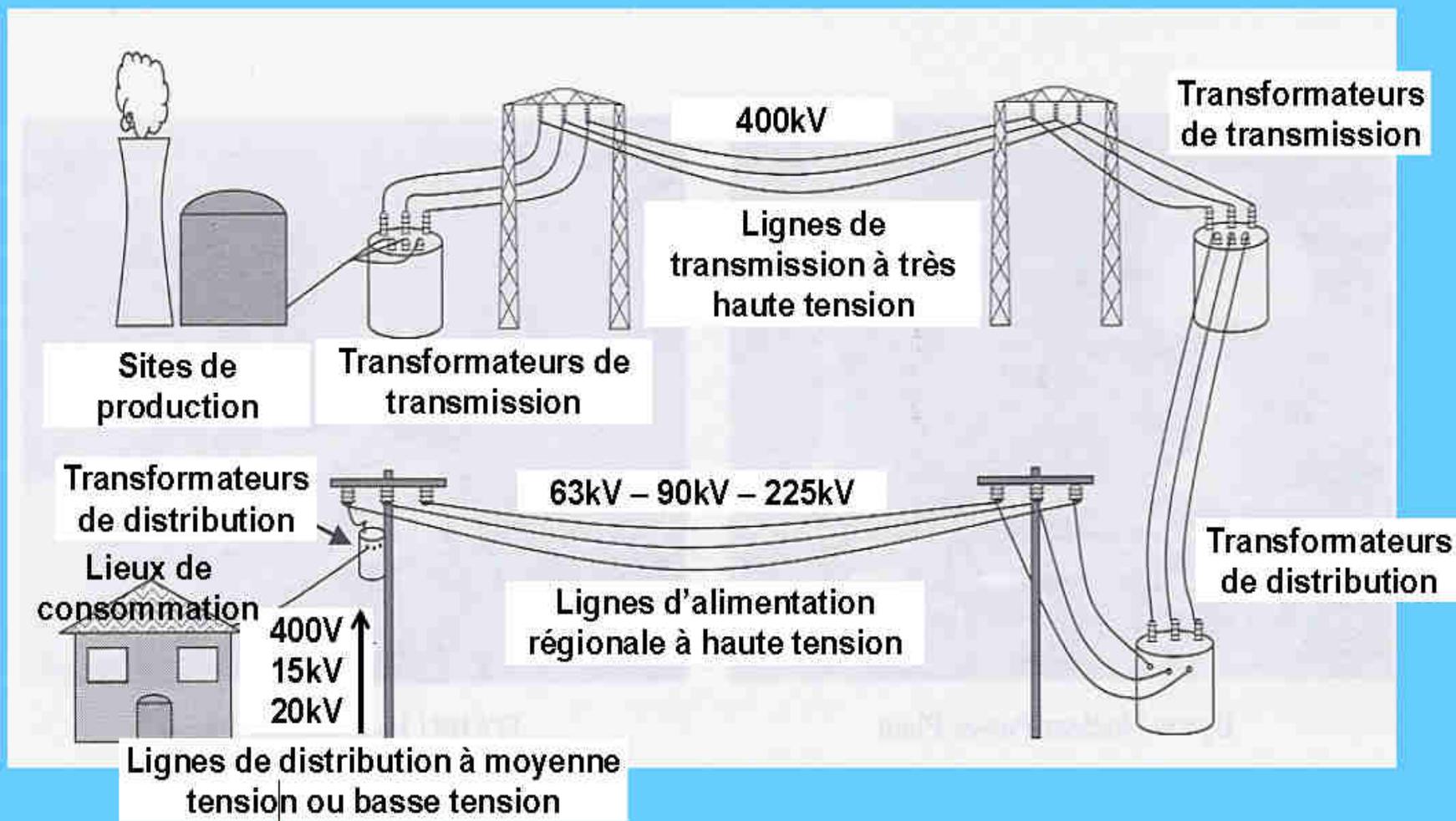


Production



Une ligne Très haute tension (THT) perd 50 % de son énergie tous les 1500 kilomètres

Distribution



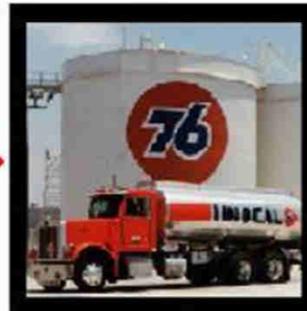
Consummation



Energy Collection



Energy Conversion



Energy Storage

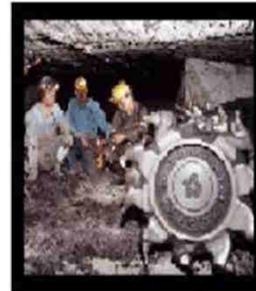


Energy Transport



Energy Conversion

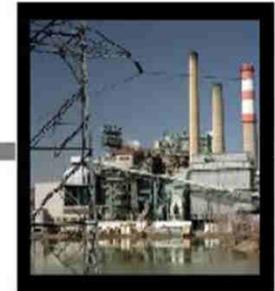
with storage



Energy Collection



Energy Conversion



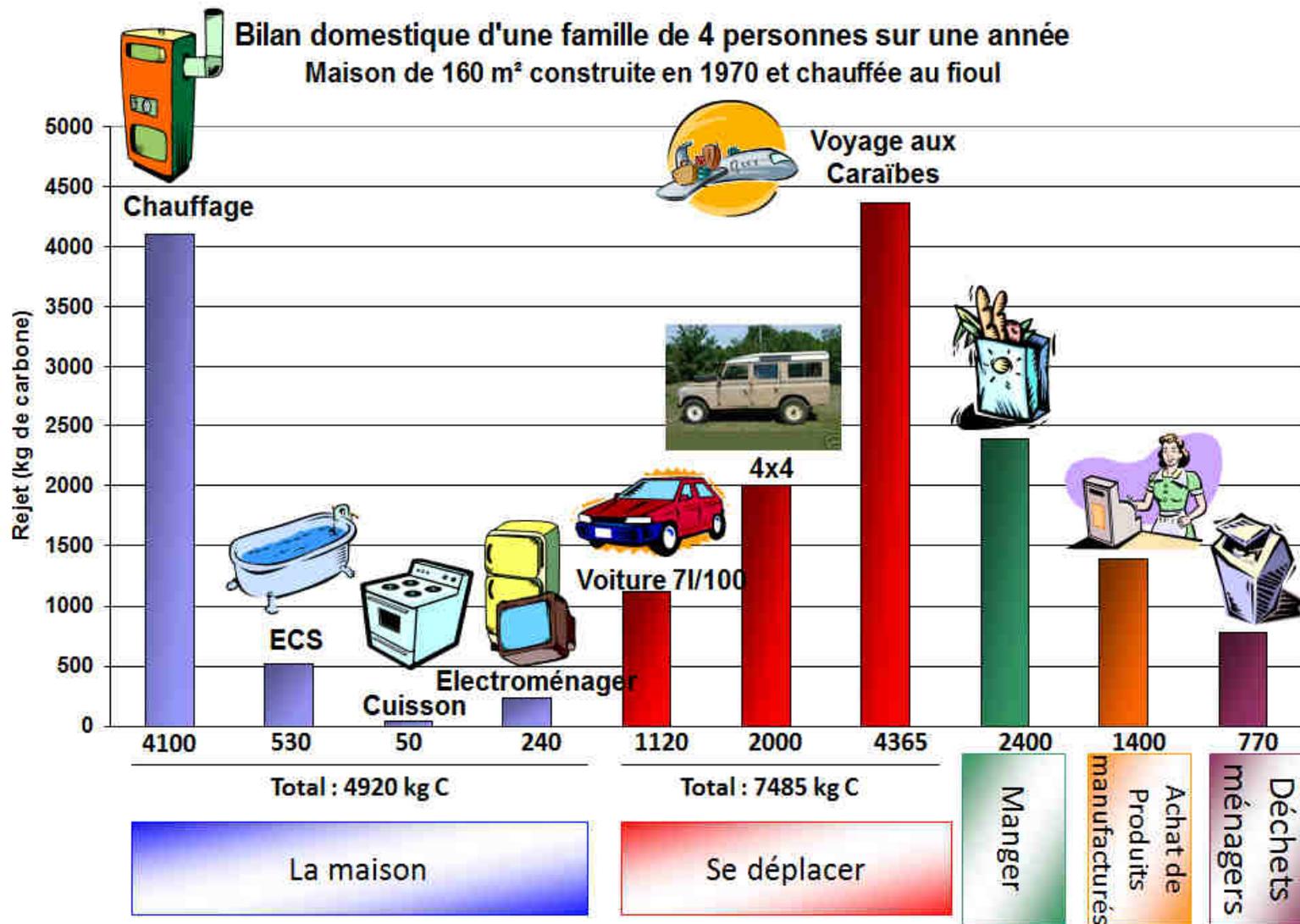
Energy Transport



Energy Conversion

without storage

Consommation



Total : 16975 kgC soit 4244 kgC/pers/an – Dans cette famille il va falloir diviser par 8.5 les émissions de gaz à effet de serre, donc les consommations d'énergie

Olivier Sidler

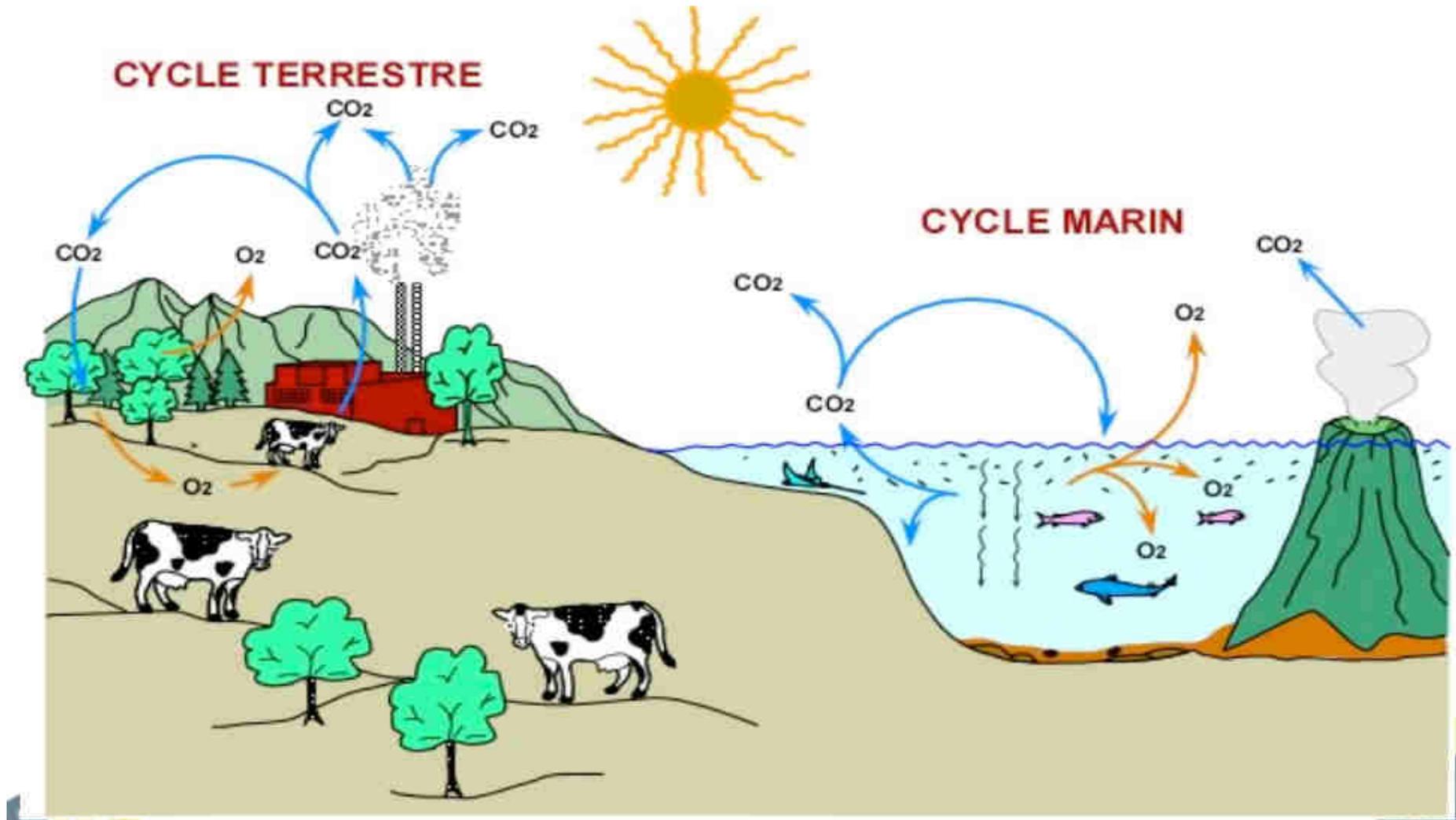
Consommations énergétiques (Maroc) en 2013

Region/ Country/ Economy	Popu- lation (million)	GDP (billion 2005 USD)	GDP (PPP) (billion 2005 USD)	Energy prod. (Mtoe)	Net imports (Mtoe)	TPES (Mtoe)	Elec. cons. ¹ (TWh)	CO ₂ emissions ² (Mt of CO ₂)
World	7 118	56 519	86 334	13 594	-	13 541 ^(a)	21 538	32 190
Morocco	33.01	84.97	208.28	1.87	18.83	18.88	28.98	50.34
Tunisia	10.89	43.34	104.37	7.30	3.46	10.41	15.62	23.65
Turkey	75.77	654.07	1 057.98	32.35	86.67	116.49	209.22	283.84

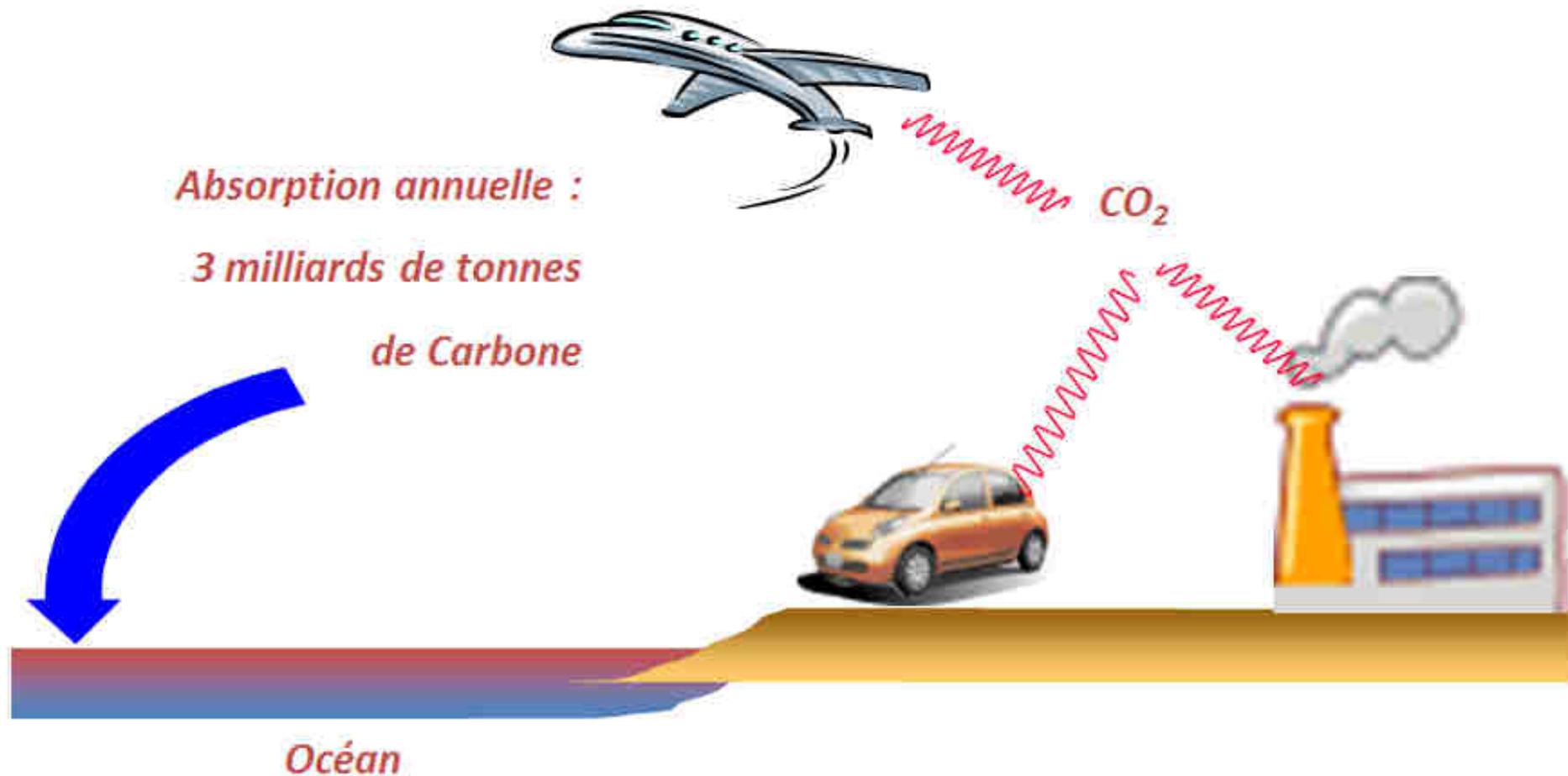
TPES/ pop. (toe/capita)	TPES/ GDP (toe/000 2005 USD)	TPES/ GDP (PPP) (toe/000 2005 USD)	Elec. cons./pop. (kWh/ capita)	CO ₂ / TPES (t CO ₂ / toe)	CO ₂ / pop. (t CO ₂ / capita)	CO ₂ / GDP (kg CO ₂ / 2005 USD)	CO ₂ / GDP (PPP) (kg CO ₂ / 2005 USD)	Region/ Country/ Economy
1.90	0.24	0.16	3026	2.38	4.52	0.57	0.37	World
0.57	0.22	0.09	878	2.67	1.53	0.59	0.24	Morocco
0.96	0.24	0.10	1435	2.27	2.17	0.55	0.23	Tunisia
1.54	0.18	0.11	2761	2.44	3.75	0.43	0.27	Turkey
6.92	0.15	0.15	12987	2.34	16.18	0.35	0.35	United States



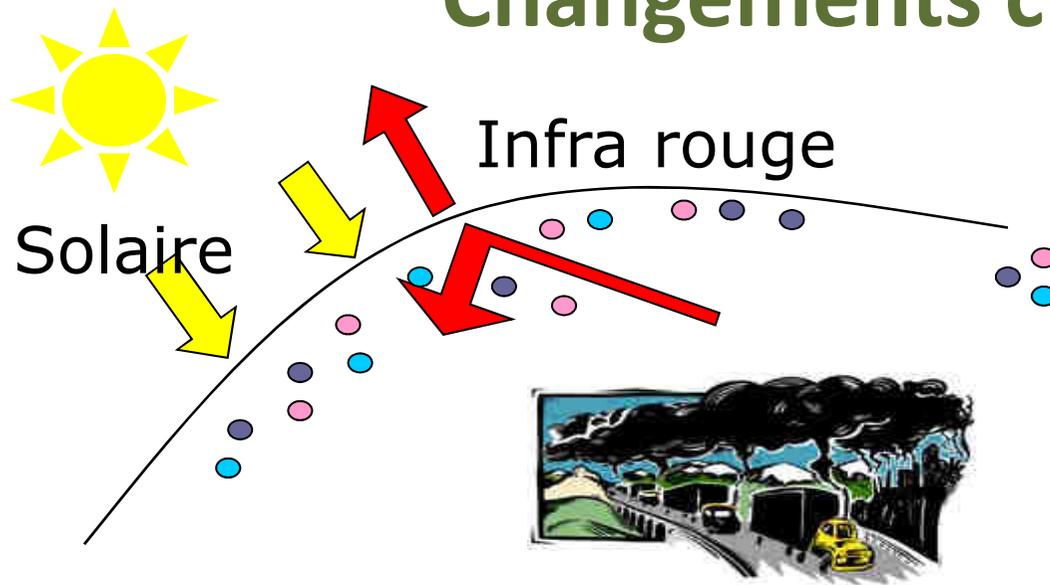
Cycle du carbone



Les conditions de l'équilibre en CO₂ de la planète

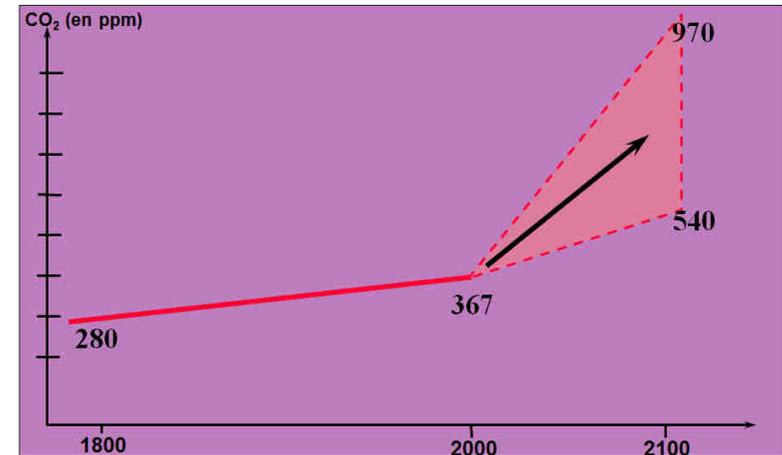


Changements climatiques



Évolution au cours du 21^e siècle :

Évolution de la concentration en CO₂



Principaux gaz à effet de serre (GES) : **CO₂ - CH₄ - N₂O**

Sans effet de serre : T° moyenne du globe = -18 °C

Grâce à ce phénomène, elle est de 15°C. Il représente en moyenne 150W/m².

L'énergie est à l'origine de 85 à 90% des émissions de gaz à effet de serre :

Combattre le réchauffement climatique c'est donc d'abord réduire les consommations d'énergie

Pollution - GES

	grammes-KWh	kg équivalent carbone par tep
Charbon	750 à 1.100	1.123
Pétrole	850	840
Gaz	400 à 500	700
Photovoltaïque	50 à 150	316
Eolien	3 à 22	32
Nucléaire	6	19
Hydraulique	4	13
Biomasse (bois)	13 à 350 (sans replantation)	7 (replantée)

Conventions internationales :

- *Il faut diviser par plus de quatre nos émissions de carbone: **Facteur 4.***
- *En 2050 on sera 10 milliards et non 6, le rejet annuel ne peut dépasser 0,3 t. de Carbone/pers/an : **c'est le facteur7.***

EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE

Réglementation - Normes



ISO 50001 (systèmes de management de l'énergie)

ISO 14000 (systèmes de management environnemental)

EN 16247 Parties 1 à 4 :

- EN 16247-1 exigences générales
- EN 16247-2 bâtiments
- EN 16247-3 procédés industriels
- EN 16247-4 transports

• Comment atteindre l'efficacité énergétique ?

Pour atteindre cet objectif au sein d'un bâtiment, deux types de leviers complémentaires peuvent être activés :



+

Comportement de l'utilisateur



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

BIM : Building Information Model

Industrie 4.0

Cyber Systems

Smart Grid

Smart City

Bâtiment

Besoin de chauffage

- limiter les déperditions de chaleur par l'enveloppe : compacité, isolation
- Limiter les déperditions de chaleur par la ventilation : étanchéité du bâtiment, maîtrise des débits
- capter les apports solaires

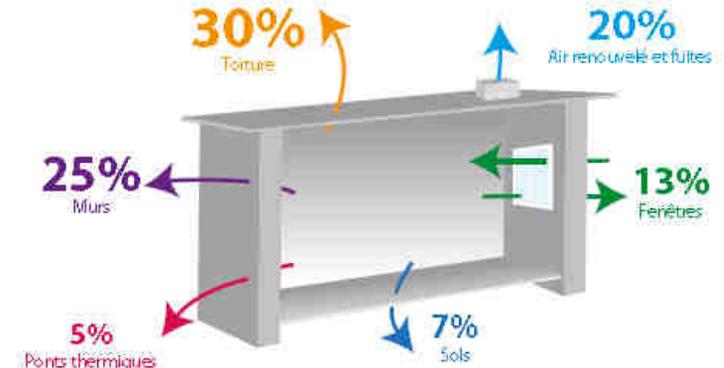


Besoin de refroidissement

- Évacuer la chaleur par la ventilation ou l'enveloppe
- Limiter les apports internes dû aux équipements électriques (éclairage)
- Se protéger des apports solaires

Besoin d'éclairage artificiel

- Rechercher un maximum d'éclairage naturel : grandes surfaces vitrées, faible profondeur du bâtiment (moins de compacité)



Pertes de chaleur d'une habitation individuelle non isolée

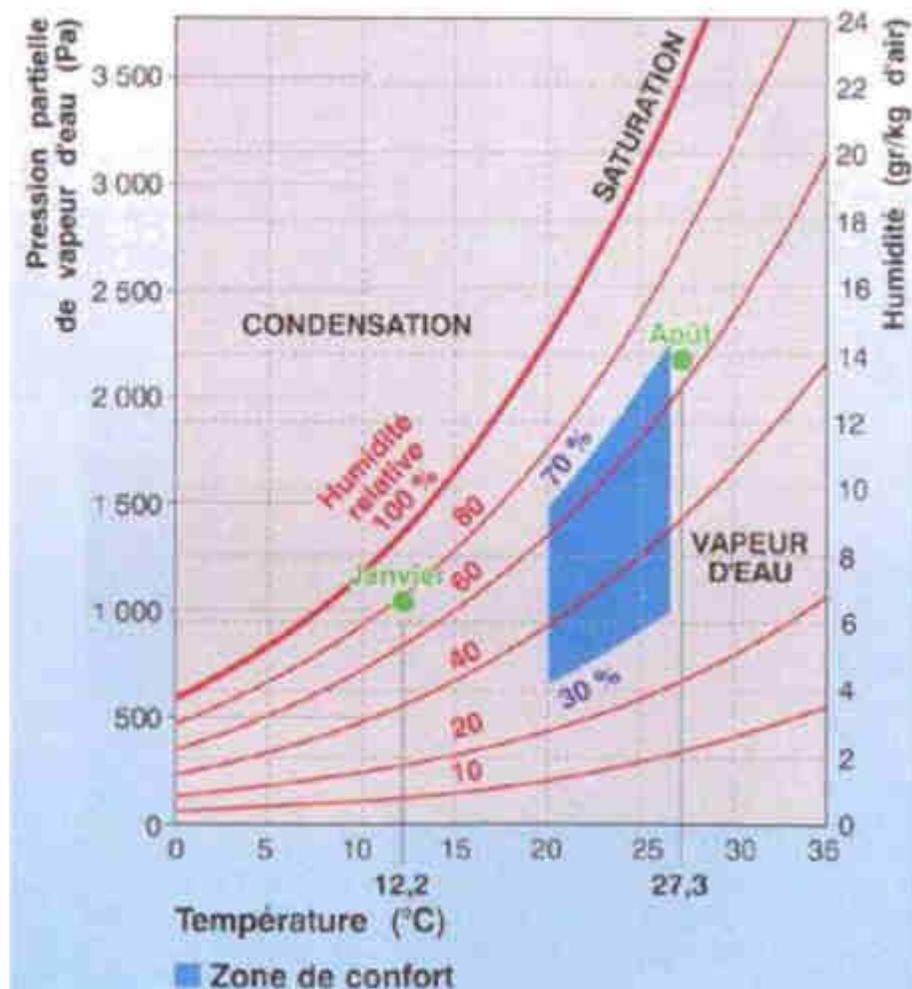
**LA CHALEUR VA TOUJOURS DU CORPS CHAUD VERS LE CORPS FROID.
AINSI, IL EST FAUX DE DIRE QUE L'ISOLATION EMPÊCHE LE FROID DE RENTRER.
L'ISOLATION FREINE LA SORTIE DE LA CHALEUR**

$$\varphi = \lambda \frac{\Delta T}{e}$$

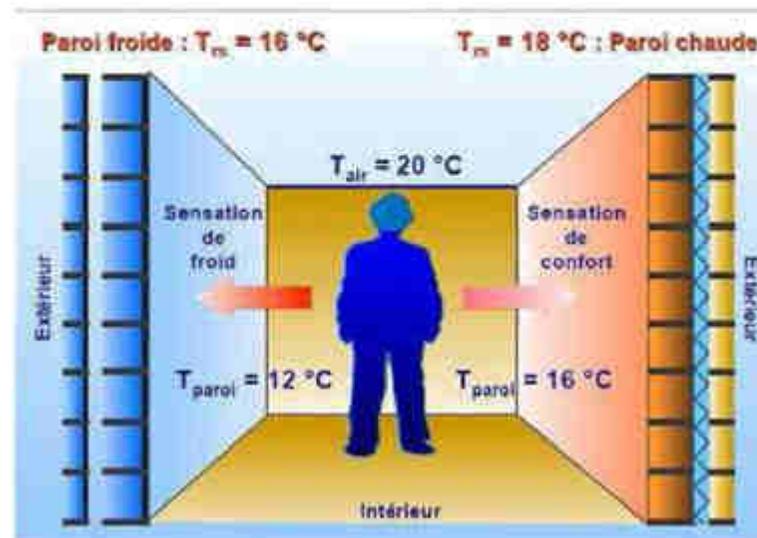
$$\Delta T = R_{th} \phi$$

$$\Delta U = R_e I$$

La notion de confort thermique : zone de confort



De 20 à 26° C
Entre 30 et 70%
d'humidité relative

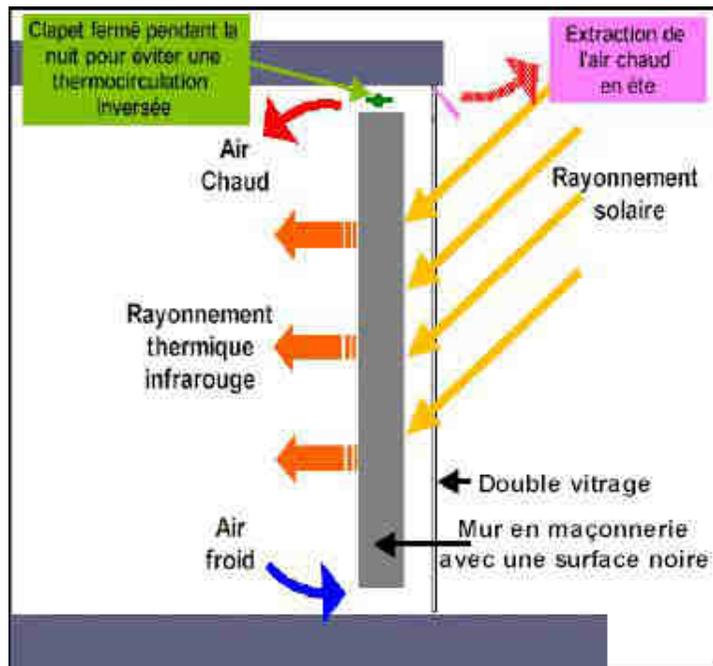


Le confort thermique dépend

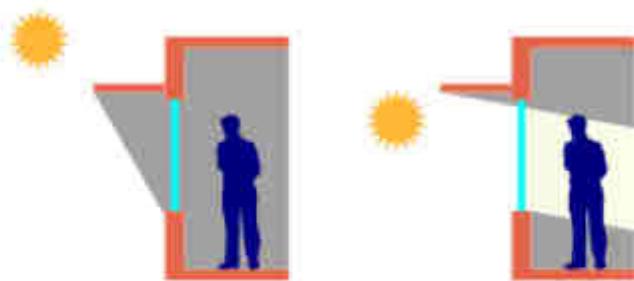
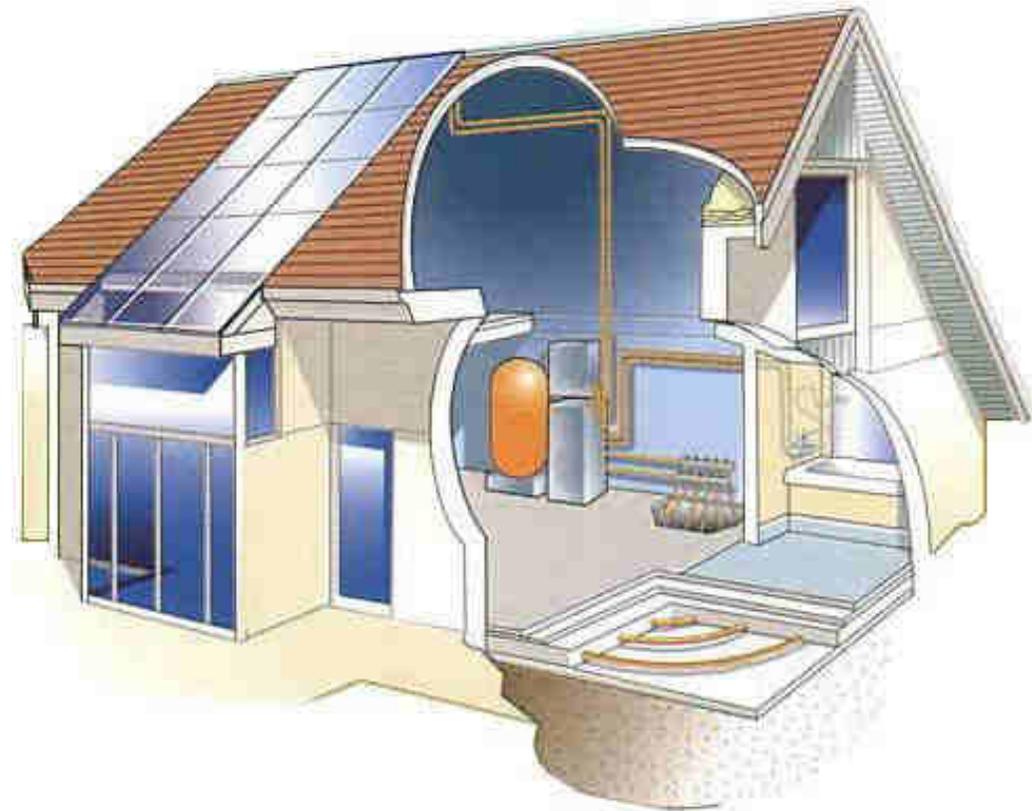
- De la température
- Du taux d'humidité
- De la vitesse de l'air

Isolants

Tableau 15. Comparatif des produits d'isolation						
Matériau	Aspect	Densité [kg/m ³]	Conductivité Thermique [W/m ² .K]	Résistance à la vapeur d'eau m	Comportement au feu	Résistance à la compression [kg/cm ²]
Laine de roche		20 à 150	0,034 à 0,040	0,8 à 2,2	Incombustible à non inflammable	0,7 à 1,3
Laine de verre		13 à 60	0,034 à 0,045	Rouleaux: 1 à 2 Panneaux: 3 à 4	Peu combustible à non inflammable.	0,2
Polyuréthane		28 à 50	0,022 à 0,028	100	Combustible moyennement inflammable	1,6 à 3,5
Liège		80 à 140	0,032 à 0,045	10 à 13	Difficilement inflammable	0,2
Polystyrène		(PSE) 15 à 65 (XPS) 20 à 30	(PSE) 0,03 à 0,04 (XPS) 0,028	20 à 225	Moyennement inflammable.	(PSE) 0,7 à 3,5 (XPS) 3 à 7



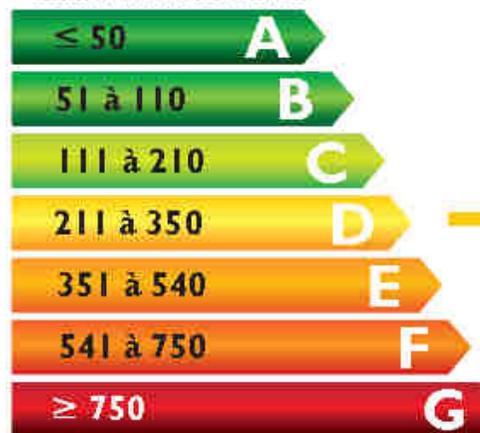
Mur Trombe



Été

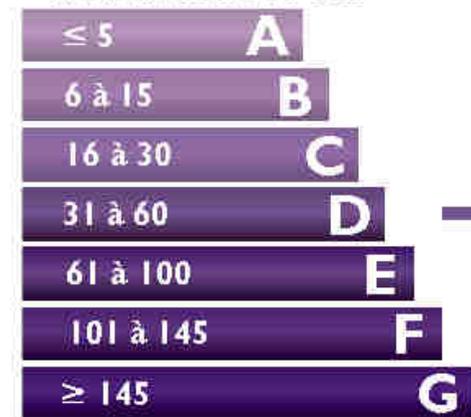
Hiver

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

Faible émission de GES



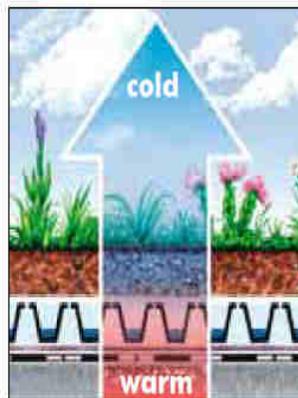
Forte émissions de GES



Green Roof

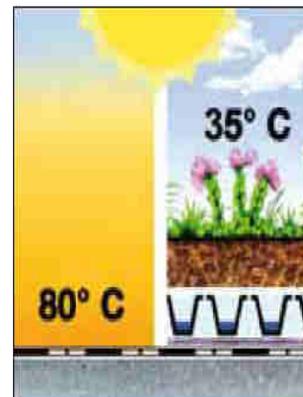


Reduce of Energy Costs



A Green Roof has the ability to buffer temperature extremes and improve the buildings energy performance.

Protect the Waterproofing



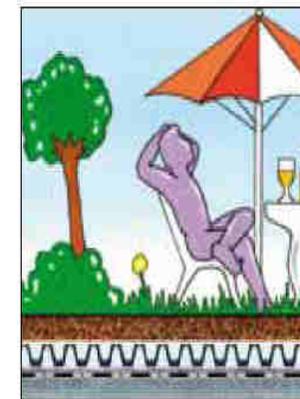
A Green Roof protects the waterproofing from climate extremes, UV exposure and mechanical damage. This greatly increases the life expectancy of the waterproofing and results in reduced maintenance and replacement costs.

Offer a Natural Habitat



Landscaped roofs compensate for green spaces, which are lost to building development. They provide natural habitats for wildlife and bring nature back into the cities.

Provide Additional Space

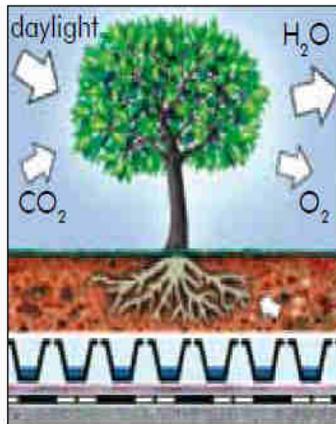


Green Roofs offer additional space for numerous uses. Whether you want a relaxing garden, a playground or a golf course, it all can be achieved as part of the existing footprint.

Green Roof

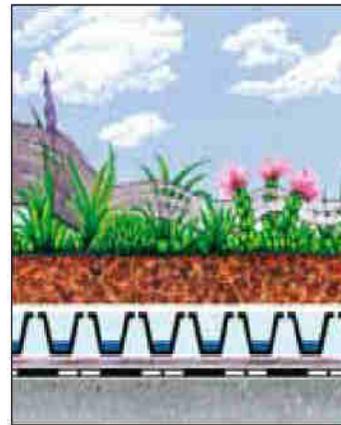
Beyond their attractive visual nature, Green Roofs offer many undisputable benefits, both ecological and economical, provided they are built with the right system.

Improve the Microclimate



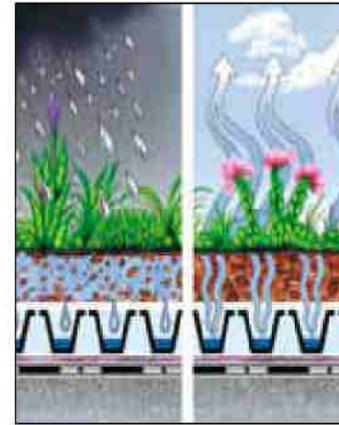
Green Roofs cool and humidify the surrounding air. Thus they contribute to improving the microclimate in urban centres. This cooling effect significantly increases the performance of air-conditioning systems, reducing carbon emissions.

Bind Dust and Toxic Particles



Green Roof vegetation helps to filter out dust and smog particles. Nitrates and other harmful materials are absorbed by the plants out of the air and rainfall and bound within the substrate.

Increase Rainwater Retention



A Green Roof can reduce water run-off by 50-90%; any water flows from the roof with a delay. Outlets, pipes and drains can be reduced in capacity, thereby saving construction costs. Sewer costs can be reduced in some areas.

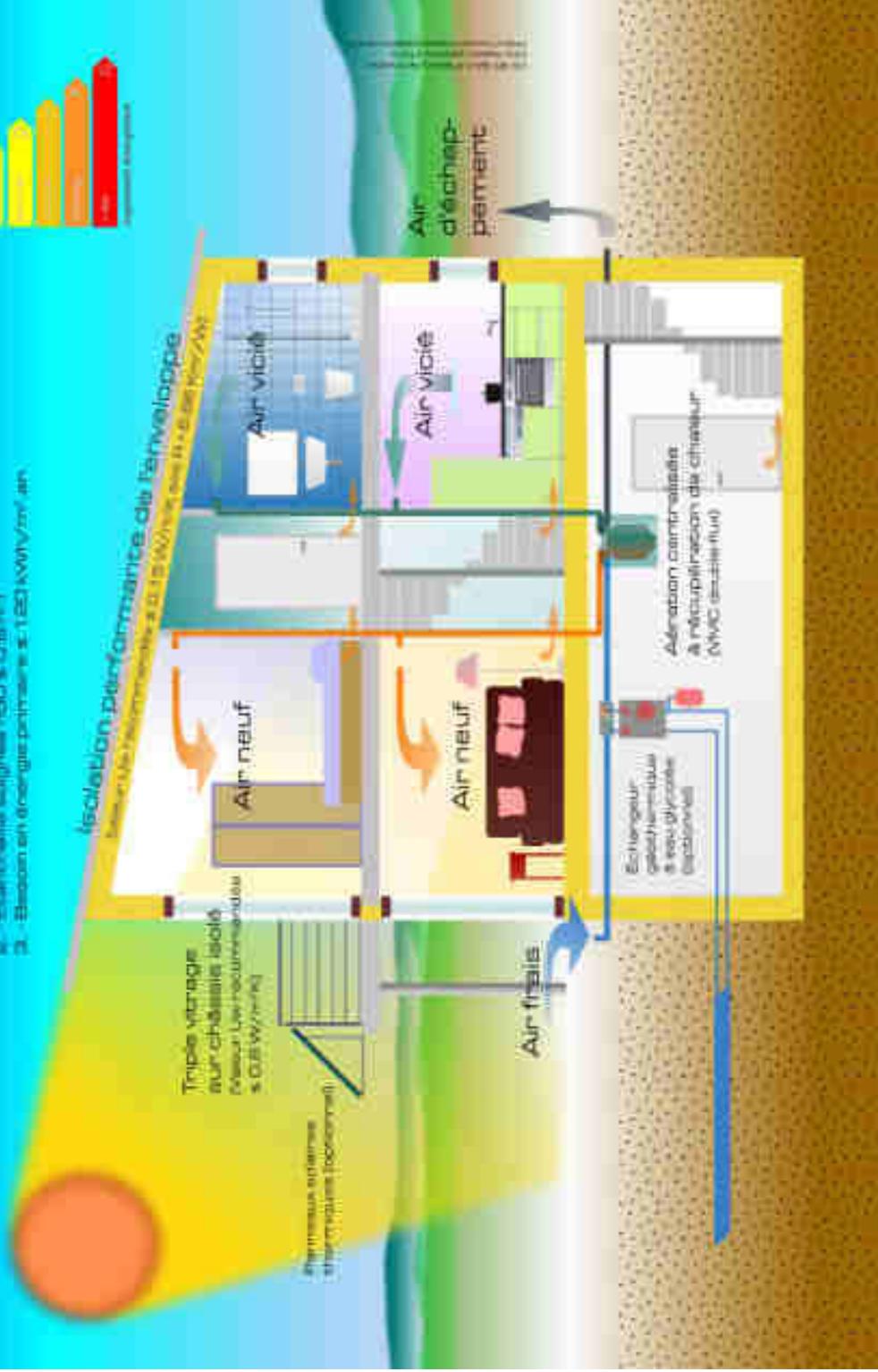
Improve Noise Protection



Planted areas are natural sound insulators and absorb more sound than hard surfaces. Green Roofs reduce reflective sound by up to 3 dB and improve sound insulation by up to 8 dB. This is very effective for buildings near airports, noisy nightclubs and factories.

Maison Passive

1. Besoin de chauffage et refroidissement $\leq 15 \text{ kWh/m}^2 \text{ an}$
2. Exigence énergétique n50 $\leq 0,18 \text{ h}^{-1}$
3. Besoin en énergie primaire $\leq 120 \text{ kWh/m}^2 \text{ an}$



Eco Maroc



En termes d'économie d'énergie, le programme d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment au Maroc prévoit une économie d'énergie finale d'environ 1,22 Mtep à l'horizon 2020 (ADEREE).

Réglementation thermique

Tableau 4. Exigences limites réglementaires des caractéristiques thermiques de l'enveloppe des bâtiments résidentiels

	Taux des baies vitrées TGBV	U des toitures exposées (W/m ² .K)	U des murs extérieurs (W/m ² .k)	U des vitrages (W/m ² .k)	R minimale des planchers sur sol (m ² .k/W)	Facteur Solaire FS ⁺ des vitrages
Zone climatique réglementaire Z1 (Réf. Agadir)	≤ 15 %	≤ 0,75	≤ 1,20	≤ 5,80	NE	NE
	16-25 %	≤ 0,75	≤ 1,20	≤ 5,80	NE	Nord : NE Autres : ≤ 0,7
	26-35 %	≤ 0,75	≤ 1,20	≤ 3,30	NE	Nord : NE Autres : ≤ 0,5
	36-45 %	≤ 0,65	≤ 1,20	≤ 3,30	NE	Nord : ≤ 0,7 Autres : ≤ 0,3
Zone climatique réglementaire Z2 (Réf. Tanger)	≤ 15 %	≤ 0,75	≤ 0,80	≤ 5,80	NE	NE
	16-25 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	NE	Nord : NE Autres : ≤ 0,7
	26-35 %	≤ 0,65	≤ 0,70	≤ 3,30	NE	Nord : NE Autres : ≤ 0,5
	36-45 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 2,60	NE	Nord : ≤ 0,7 Autres : ≤ 0,3
Zone climatique réglementaire Z3 (Réf. Fès)	≤ 15 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	≥ 0,75	NE
	16-25 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	≥ 0,75	Nord : NE Autres : ≤ 0,7
	26-35 %	≤ 0,65	≤ 0,70	≤ 2,60	≥ 0,75	Nord : NE Autres : ≤ 0,5
	36-45 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 1,90	≥ 0,75	Nord : ≤ 0,7 Autres : ≤ 0,5



Logiciel thermique BINAYATE

Transport

Normes

Motorisations : Pollution + Consommation

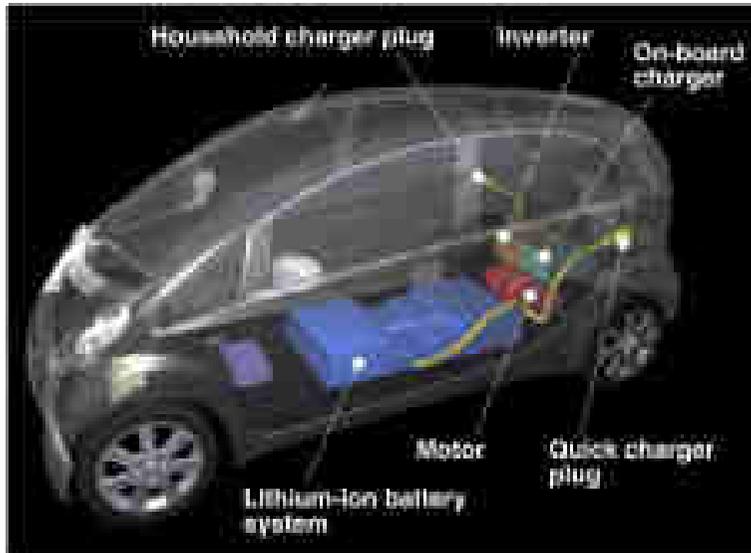
Start-Stop

Véhicules Hybrides

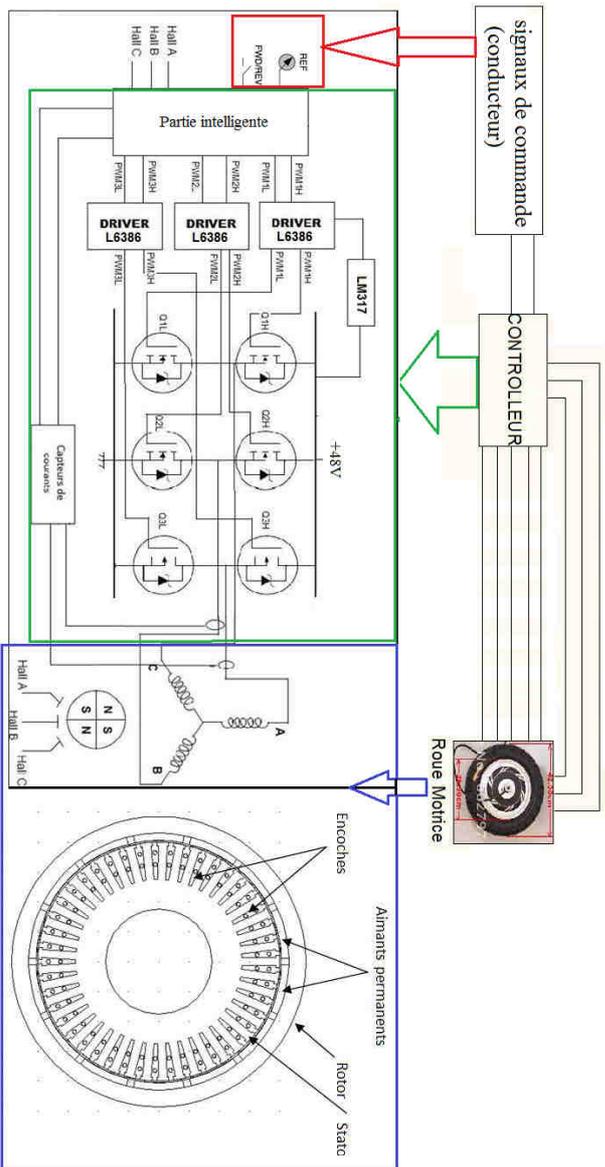
Véhicules Electriques

...

Mobilité Electrique



Contrôleur



Moteur-roue



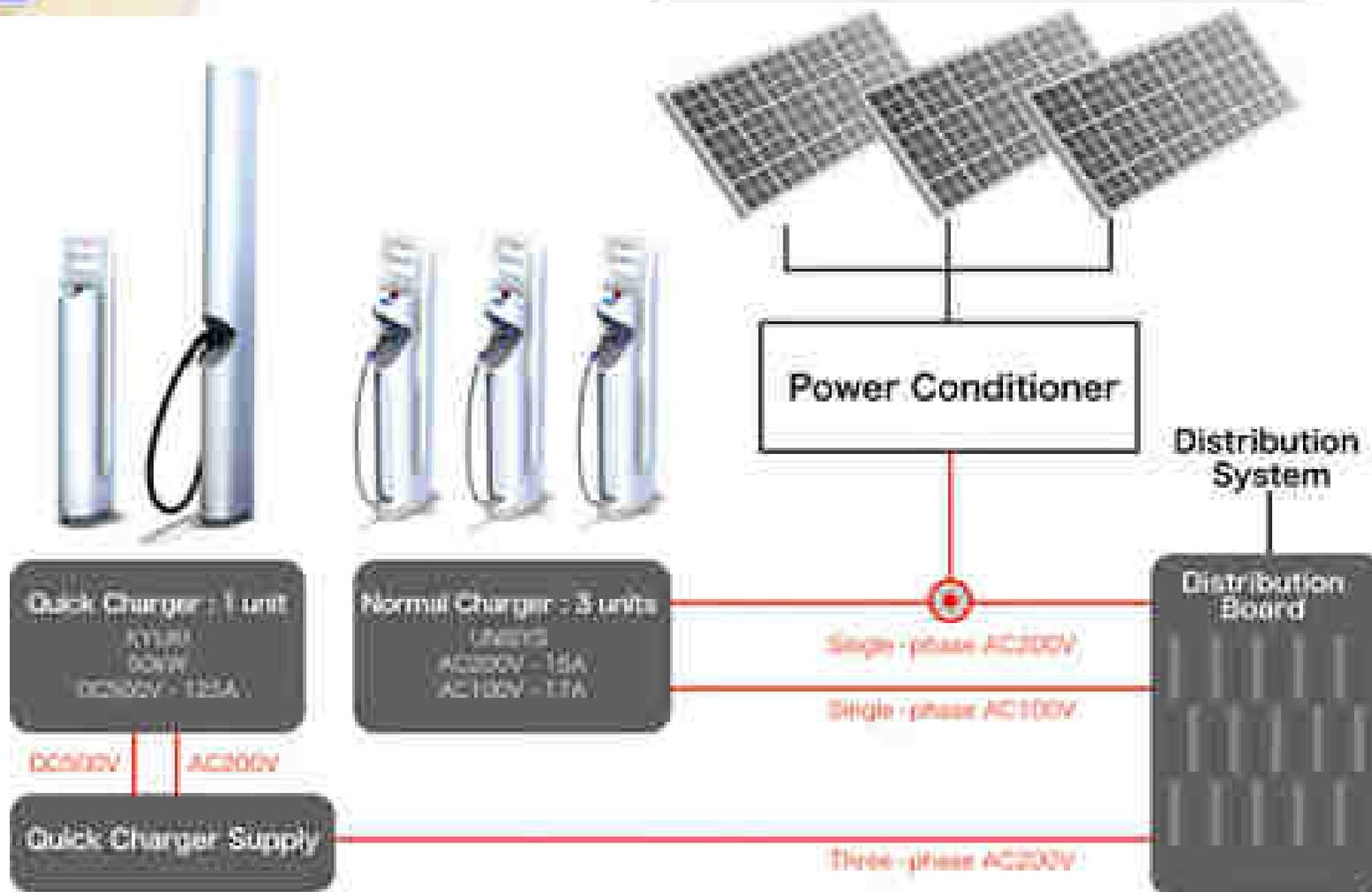
ROTOR : un nombre précis d'aimants qui dépend des caractéristiques de l'enroulement du stator pour limiter la vitesse et le courant.

STATOR : couplé en étoile, est composé de trois bobines triphasé alimentant le moteur avec une tension triphasée.



stations de recharge
charging station
محطات شحن

Honda Solar Power Generation System
manufactured by Honda Soltec



www.teslamotors.com

Autonomie par recharge



70
421 KM

70D
432 KM

90D
512 KM

P90D
499 KM

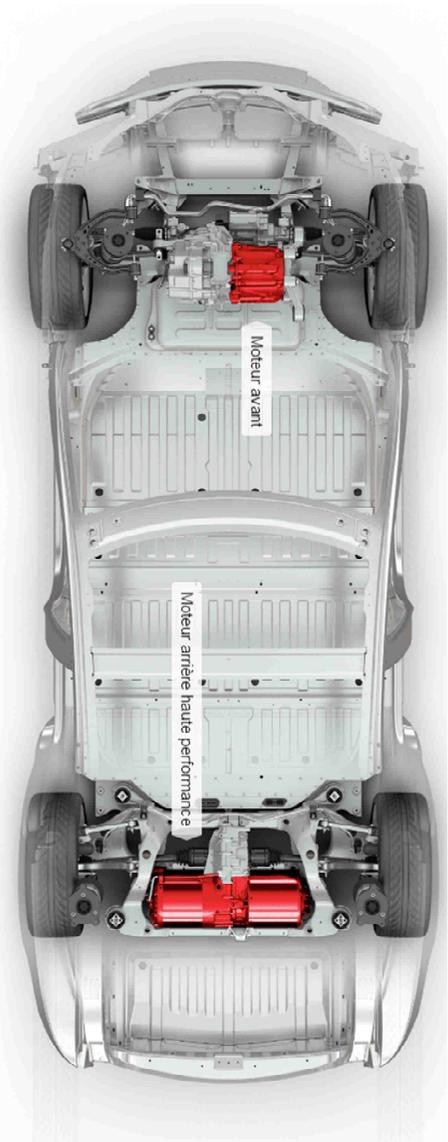


- Chargeur embarqué de 11 kW (monophasé 32A, triphasé 16A)
- Coffre avant (sans moteur),
- Coffre arrière

Dual Motor

P90D

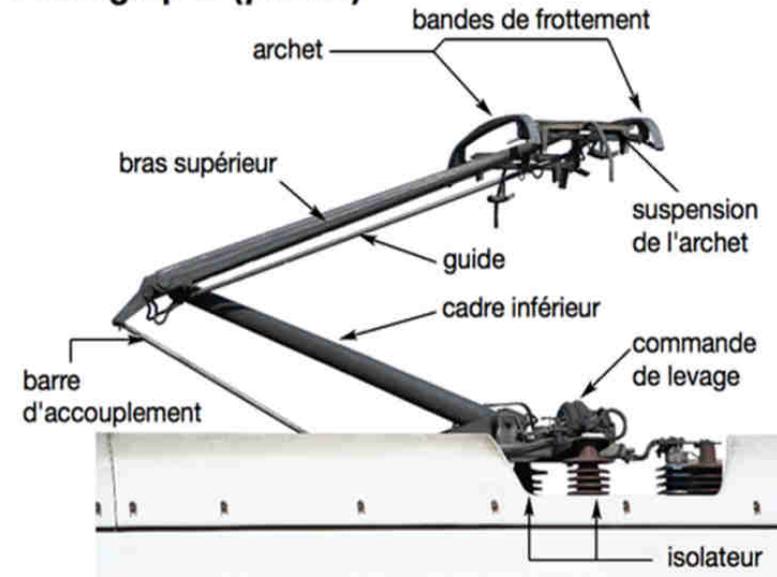
Propulsion



Traction Electrique Ferroviaire

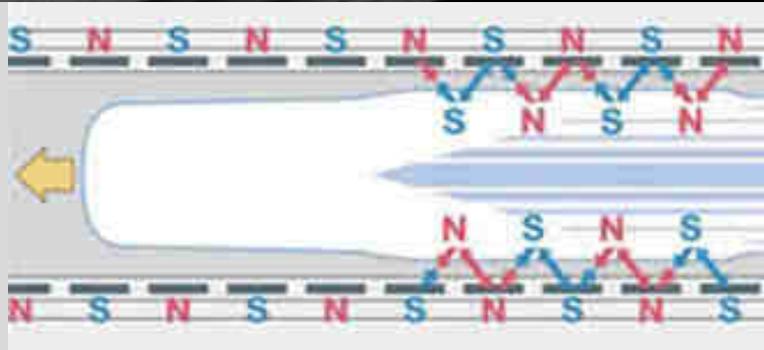
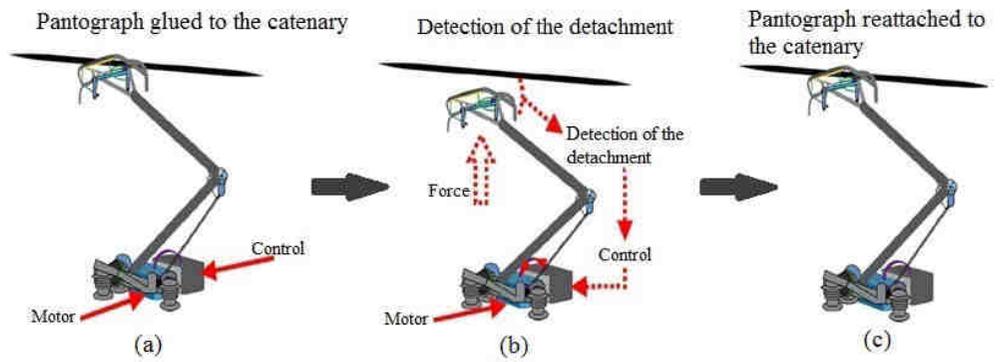
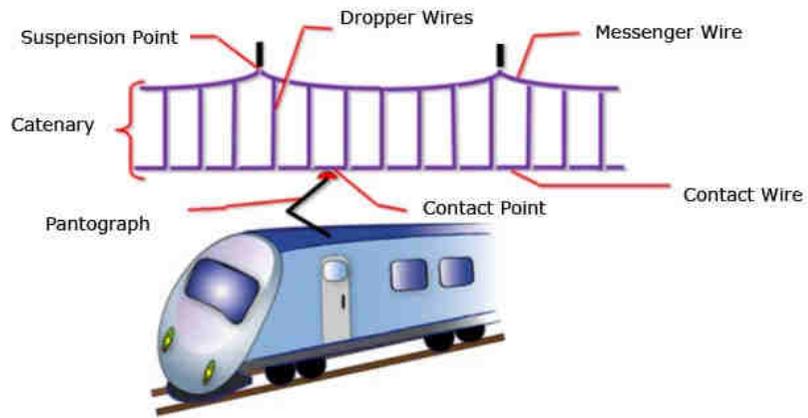


Pantographe (*pantin*)

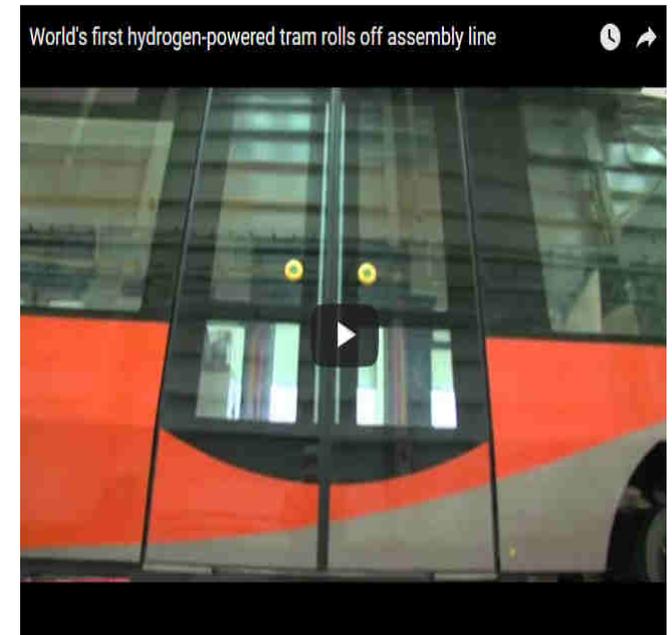


Tensions en volt	Tension nominale	Min – Max Permanent
Tensions continues	600 V	400-720 V
	750 V	500-900 V
	1500 V	1000-1800 V
	3000 V	2000-3600 V
Tensions alternatives	15000 V	12000-17250 V
	25000 V 16,7 Hz - 50 Hz	19000-27500 V

Puissance :
1 à 6 MW



Maglev Japan : 603 km/h

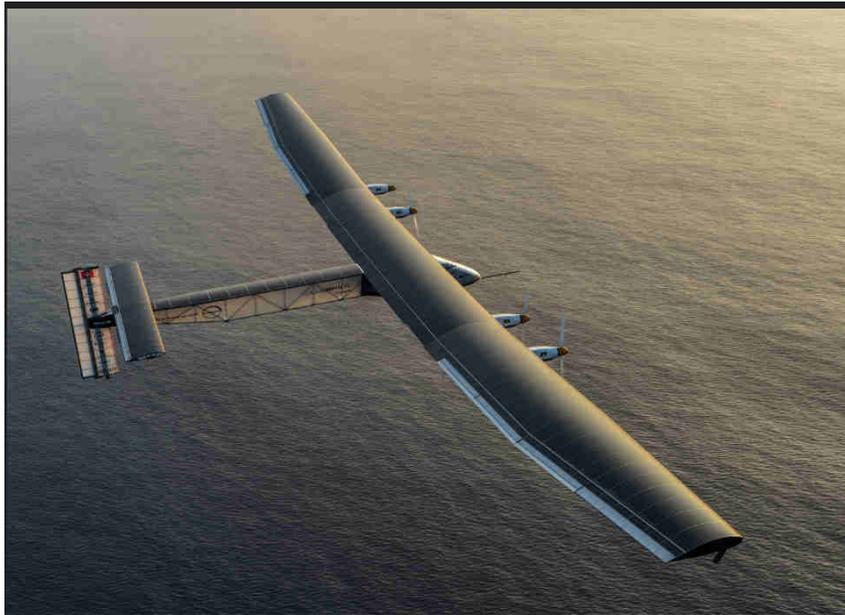


Tramway China Hydrogen

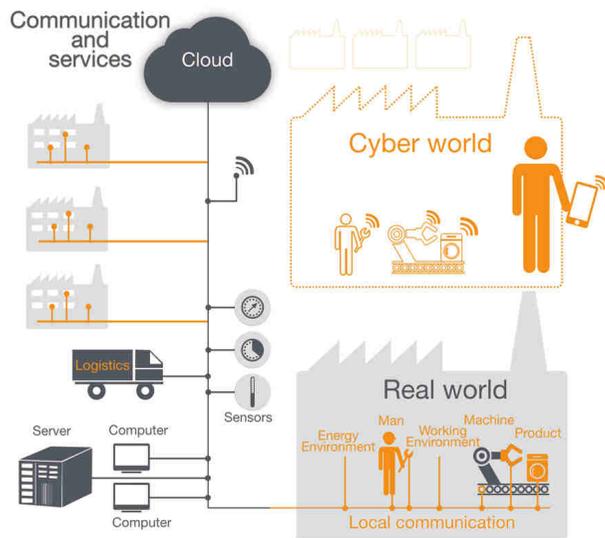
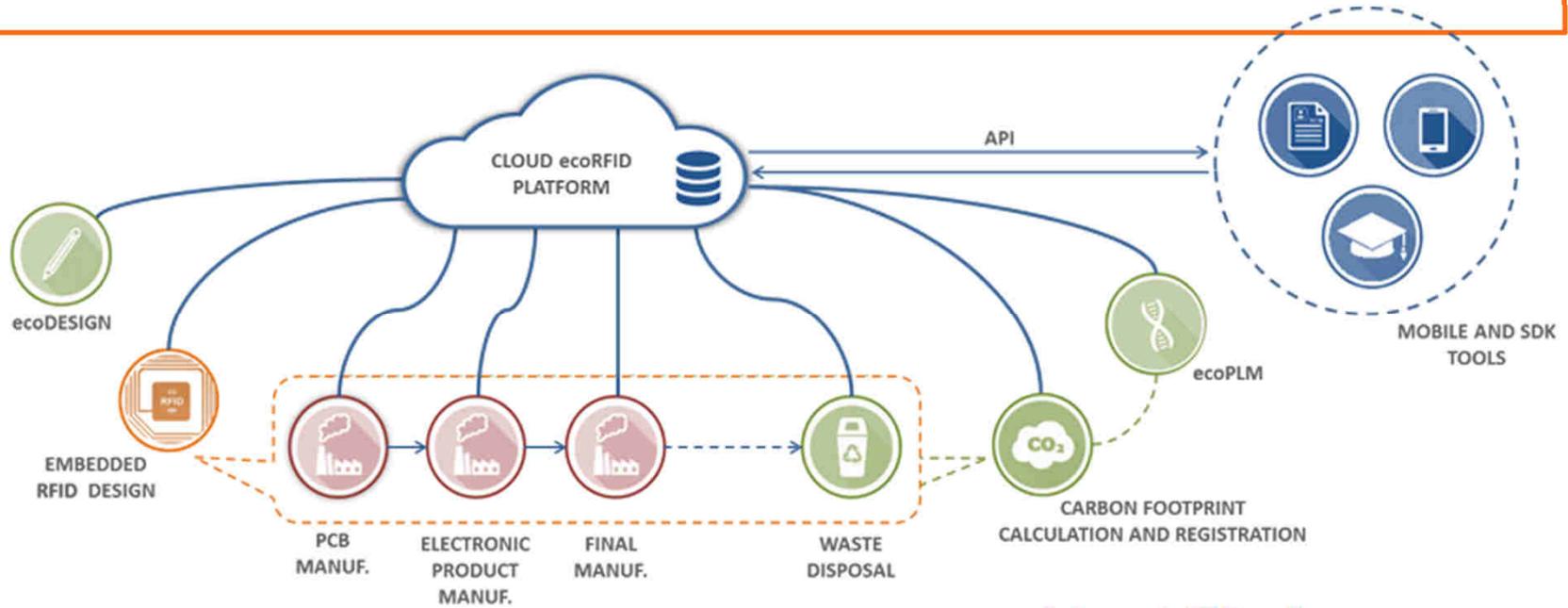
Conso / mode de transport

Function	Boeing 747 jumbo jet	Ocean liner Queen Mary	SUV or large car	Bicycle	On foot
Weight (loaded)	369 tons	81,000 tons	2.5 tons	100kg (220lb)	80kg (176 lb)
Cruising speed	900km/h (560 mph)	52km/h (32mph)	100km/h (62mph)	20km/h (12.5mph)	5km/h (3.1mph)
Maximum power	77,000kW (100,000hp)	120,000kW (160,000hp)	200kW (275hp)	2,000W (2.7hp)	2,000W (2.7hp)
Power at cruising	65,000kW (87,000hp)	90,000 kW (120,000hp)	130 kW (174hp)	80 W (0.1hp)	280 W (0.38 hp)
Passenger	450	3000	4	1	1
Power per passenger	140kW	40kW	50kW	80W	280W
Energy per passenger	580 kilojoules*	2,800 kilojoules*	1,800 kilojoules*	14.4 kilojoules*	200 kilojoules*

L'aérien Electrique

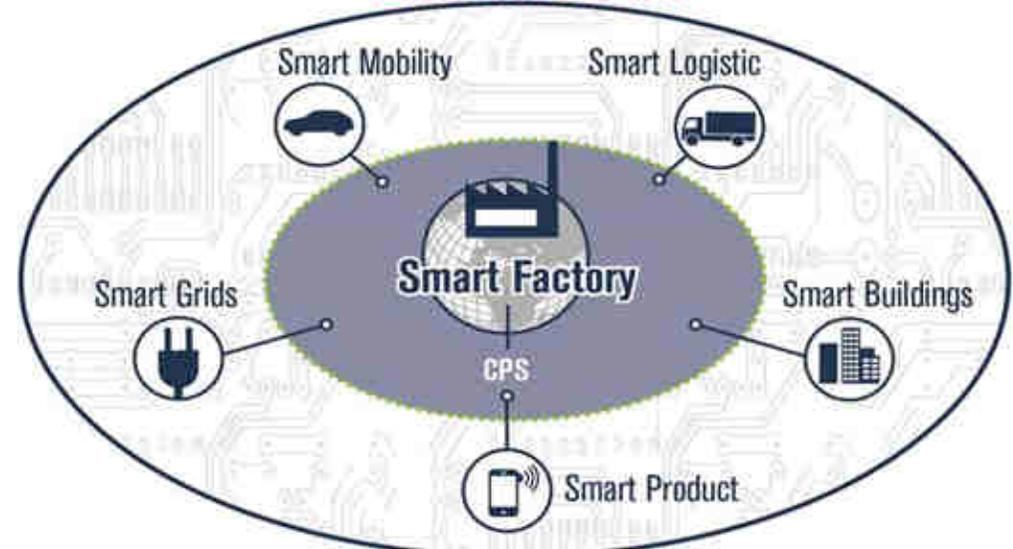


Process



- Social Machines**: Represented by a robotic arm icon.
- Smart Products**: Represented by a washing machine icon.
- Augmented Operators**: Represented by a person with a device icon.
- Virtual Productions**: Represented by a factory icon with a cloud.
- Global Facilities**: Represented by a globe icon.

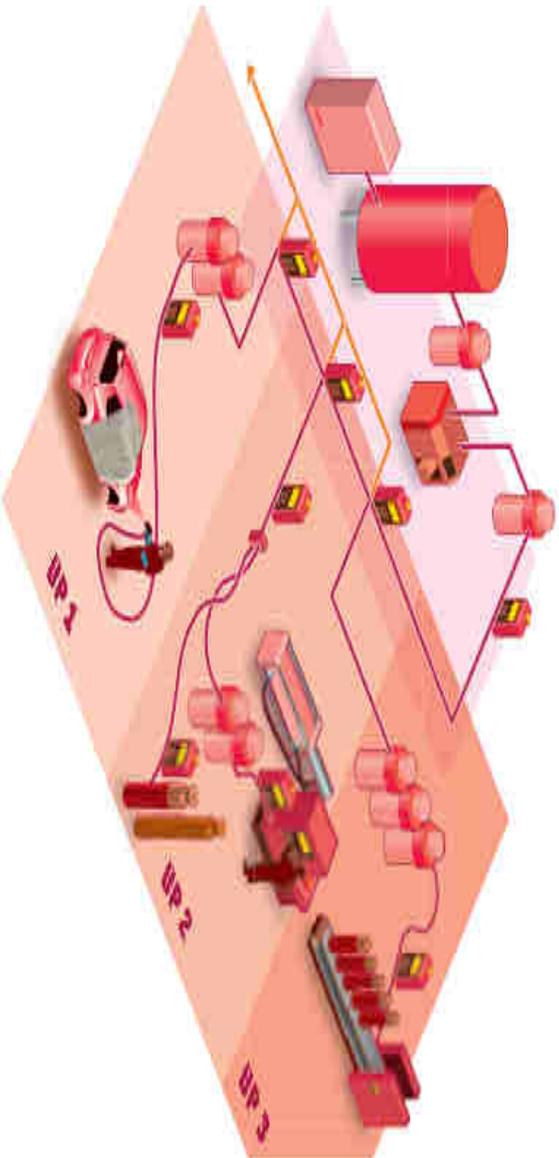
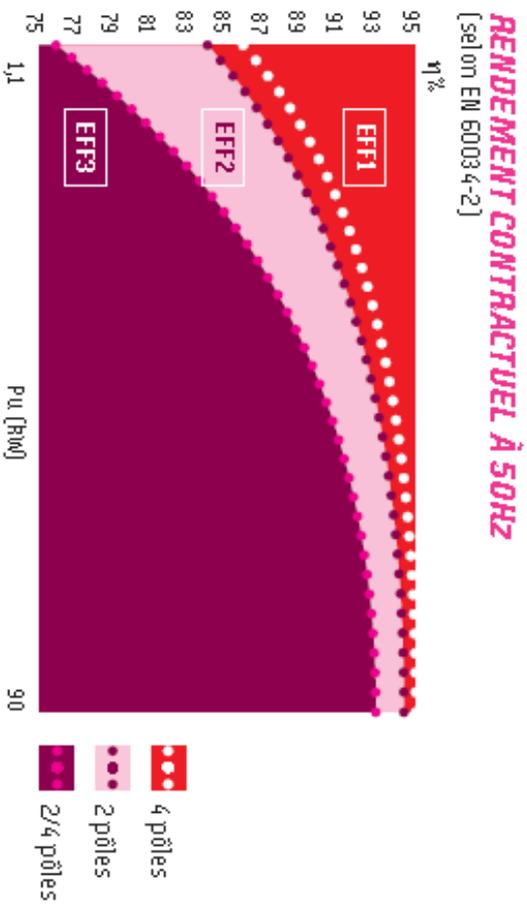
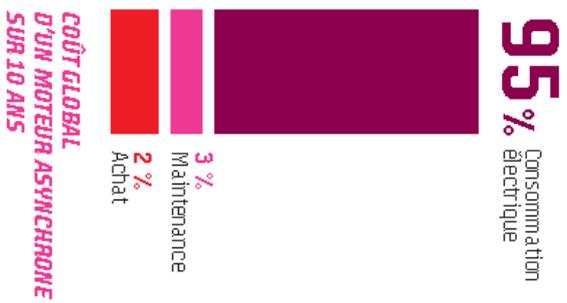
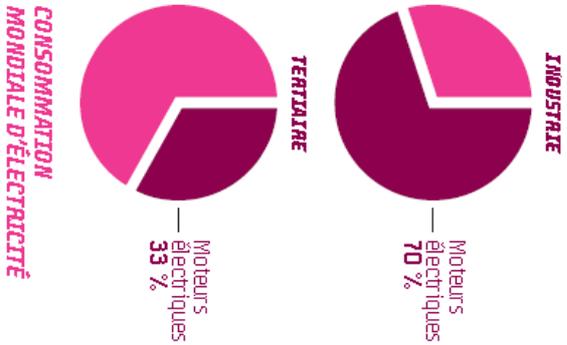
Internet of Services



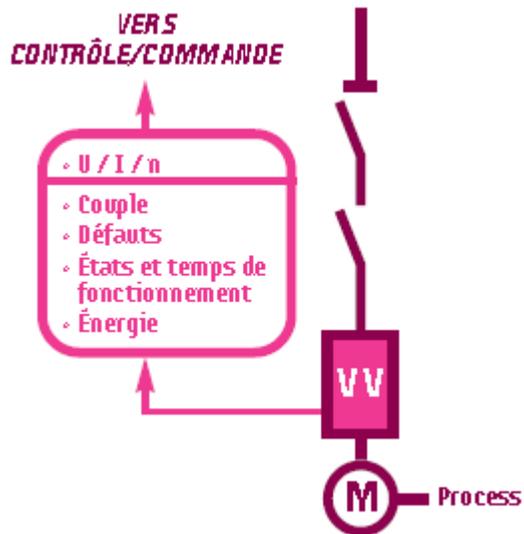
Internet of Things

Air Comprimé

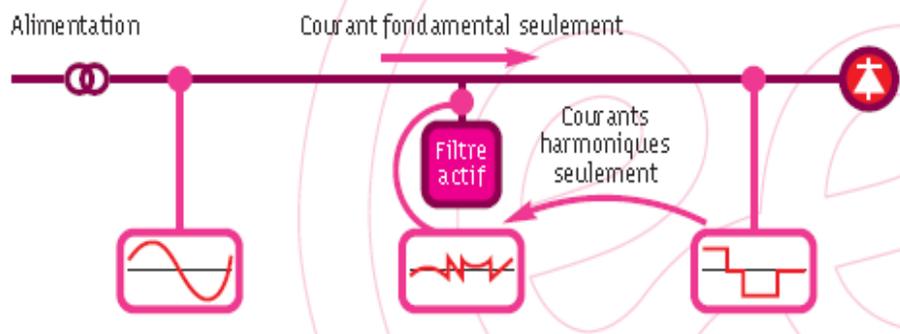
Moteurs électriques



La variation de vitesse

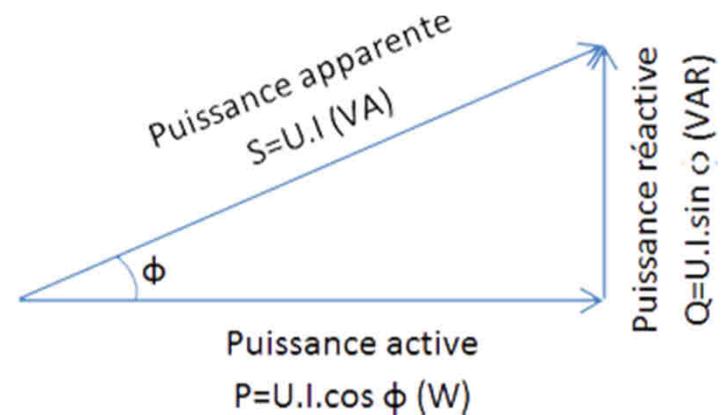
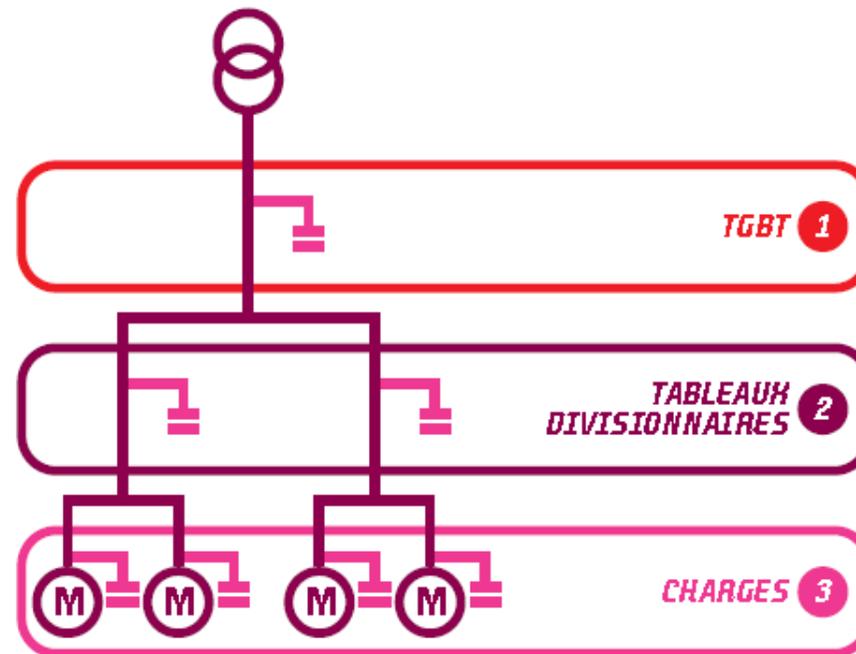


Le filtrage d'harmoniques sur réseau BT



CEI 61642 : Réseaux industriels à courant alternatif affectés par des harmoniques
 - Emploi de filtres et de condensateurs shunt.

La compensation d'énergie réactive



La mesure - Les capteurs

Therm o-
hygrom ètre



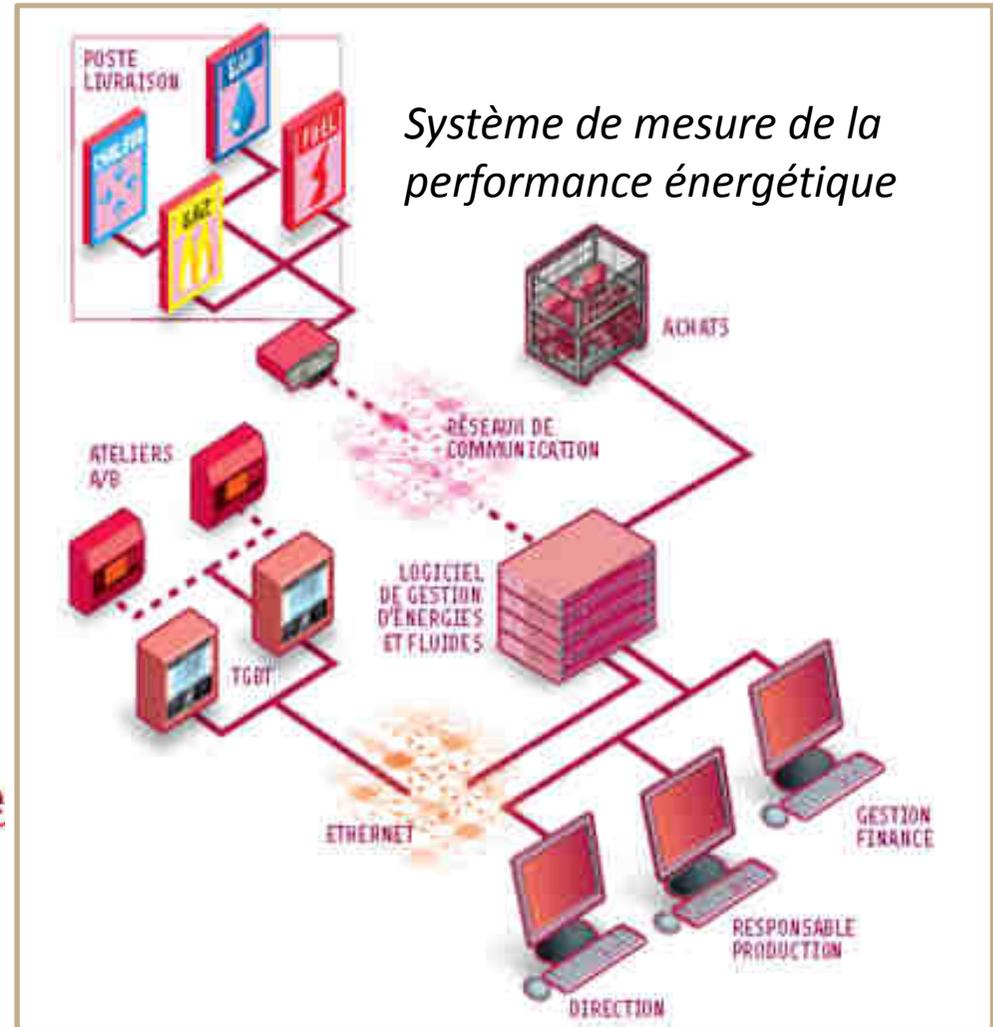
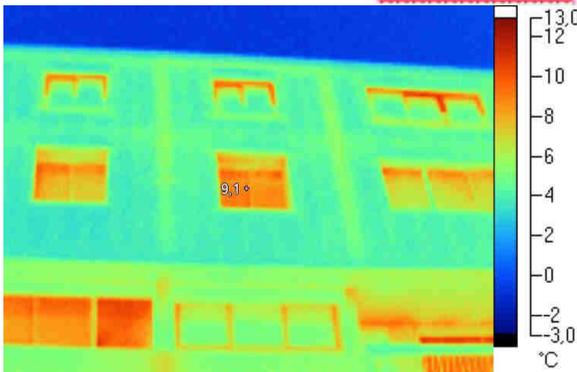
Thermomètre
contact



Mesure de
combustion

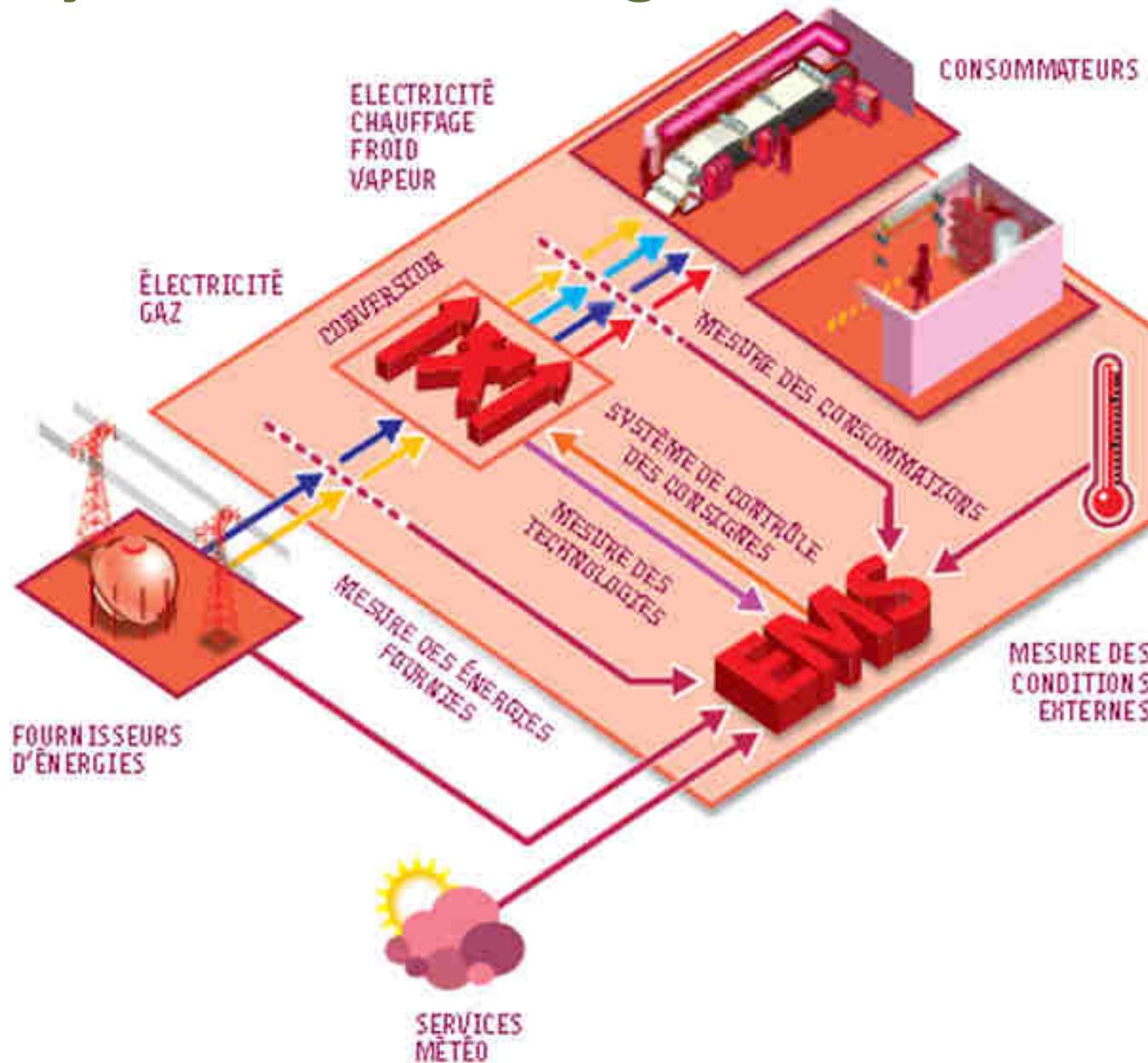


Caméra infrarouge

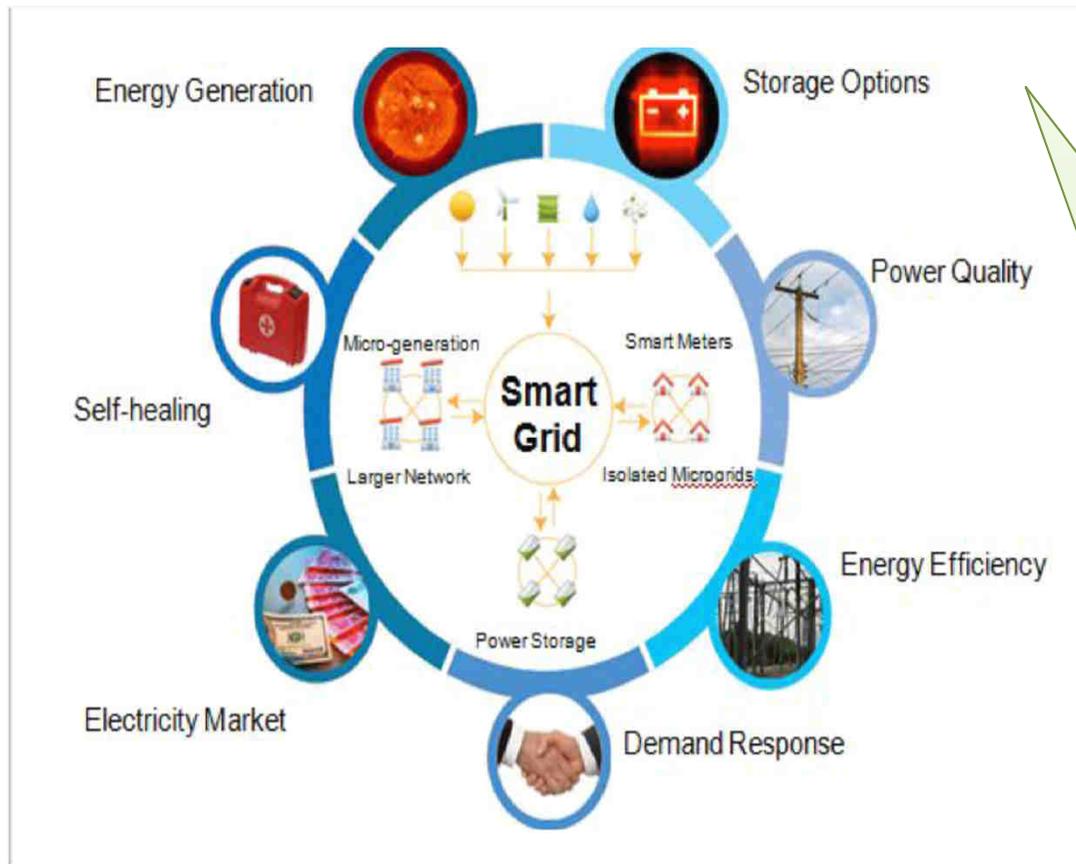


+ Compteurs d'Énergie

Systeme de Management de l'Énergie



Smart Grid



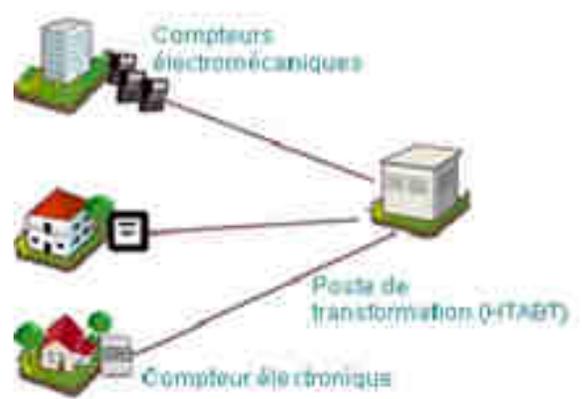
Smart grids co-ordinate the needs and capabilities of all generators, grid operators, end-users and electricity market stakeholders to operate all parts of the system as efficiently as possible, minimizing costs and environmental impacts while maximizing system reliability, resilience and stability.

Traditional grid	Smart grid
Electric machinery	Digital
One-way communication	Two-way communication
Centralized power generation	Distributed power Generation
A small number of sensors	Full grid sensor layout
Manual monitoring	Automatic monitoring
Manual recovery	Automatic recovery
Failures and power outages	Adaptive and Islanded
Few user options	More user options

- Ubiquitous
- Seamless Connectivity
- User Centric
- Ambient Intelligence
- Social Network
- Sustainable

Why the smart grid?

- Reduce carbon foot-prints
- Improve distribution management and decision support software
- Self-healing
- Automated control for distribution
- Sensing and measurement technologies
- Increased efficiency



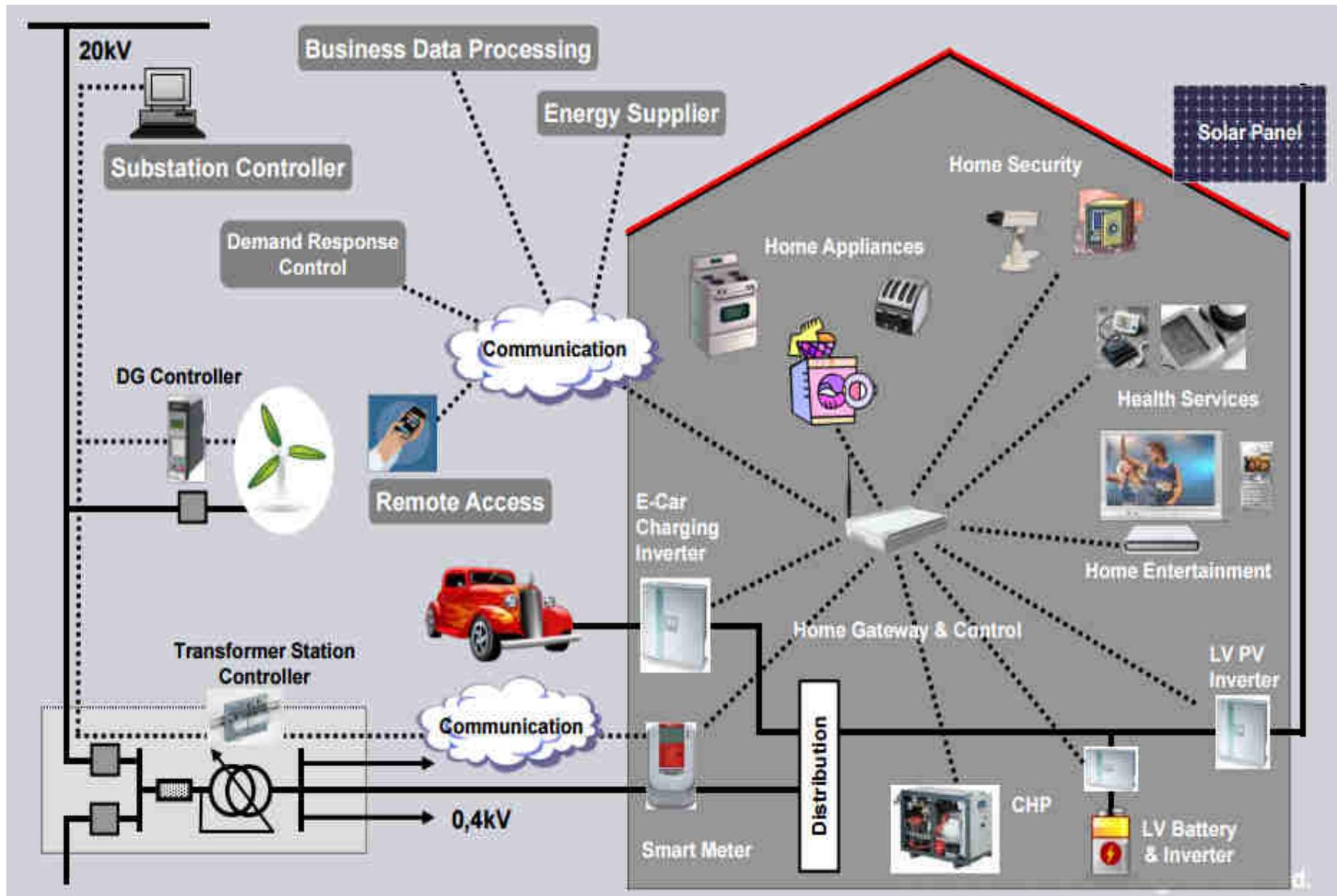
33 millions meters, 3/4 electromechanical

Only 7.5 millions meters of ERDF (French main DSO) are electronic.

- **Little or no communicating:**
 - Each demand of cut, reactivation, tariff or power subscribed modification needs a DSO intervention,
 - Only electronic meters have a "TIC" port transmitting metering info.
- **At most two reading a year**

Biannual reading by an operator needs, in 50% cases, user to be at home.
- **Suppliers offers limited by access tariff structure**

Smart Home



ENERGIES RENOUVELABLES

Our ability to meet the future needs of society lies in the utilization of **renewable sources**. These are the sources of energy which are essentially unlimited.



Wind

When the wind blows the rotating blades of a windmill, turns a generator to produce electricity.



Hydro

Water flowing through a dam spins a turbine, which turns a generator to produce electricity.



Geothermal

Hot water and steam reservoirs in the earth's crust can be used to drive steam turbines.



Solar

Sunlight can be directly converted into electrical energy.



Biomass

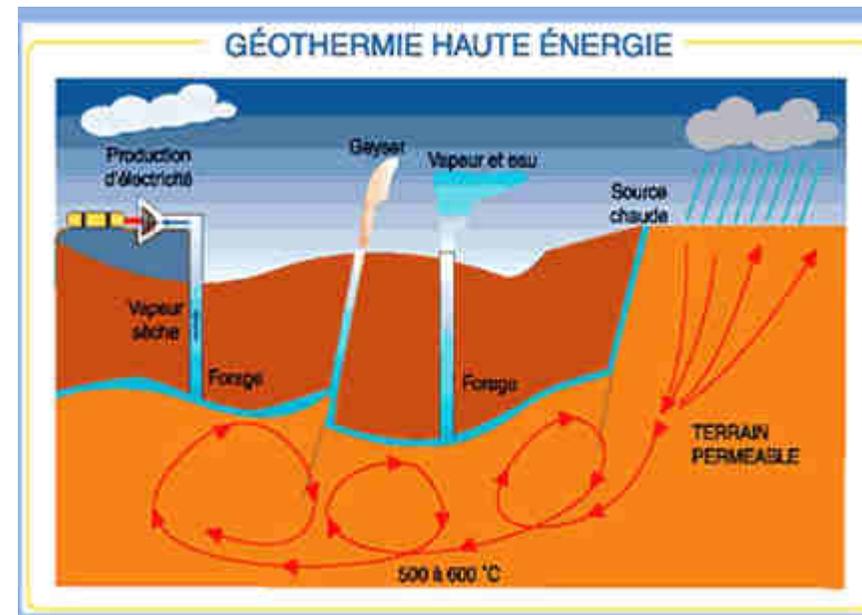
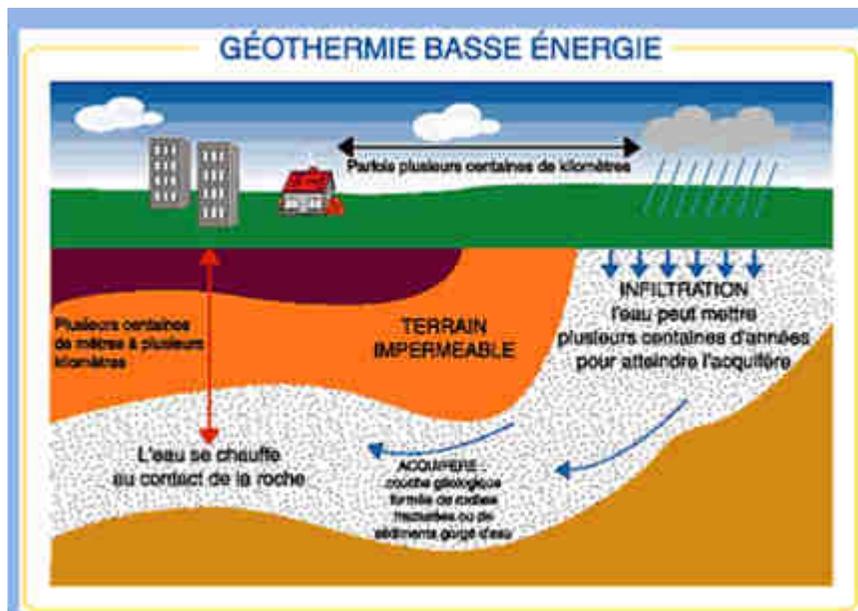
Biomass such as woodchips or ethanol (from corn) can be burned for energy.



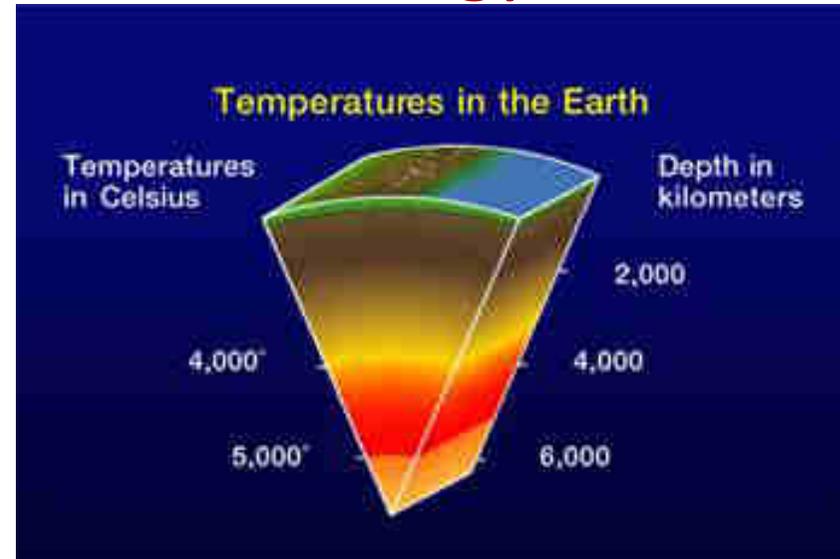
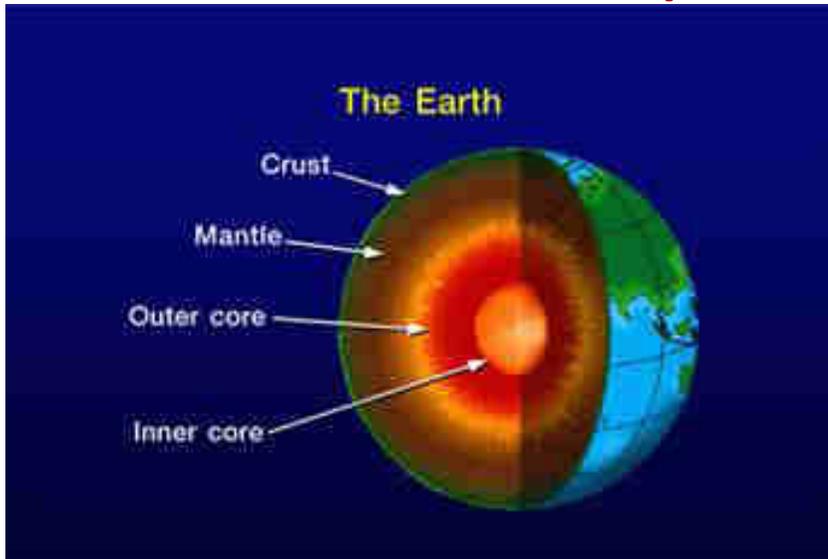
Wave/Tidal

Moving water streams created by tides and waves can rotate underwater turbines.

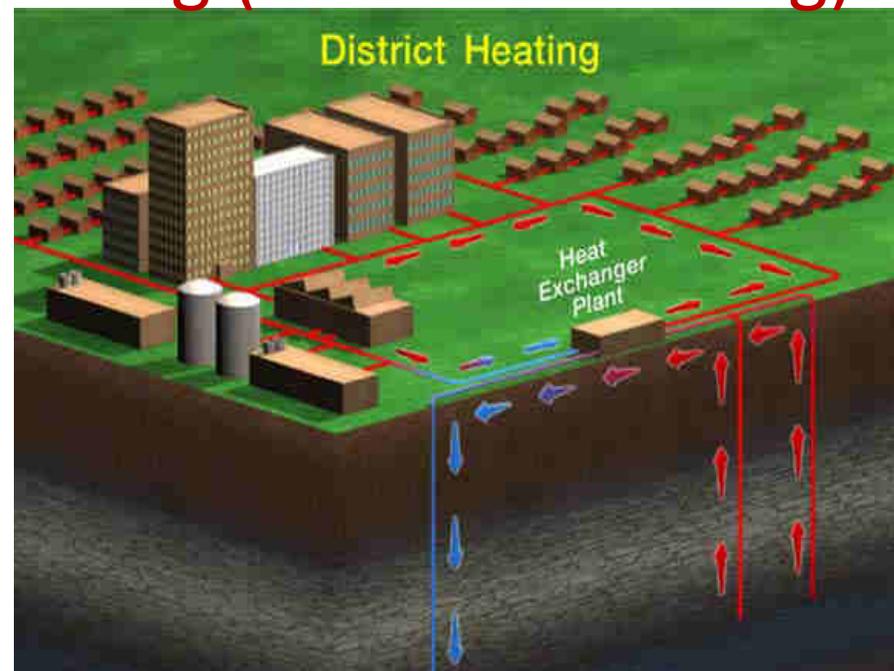
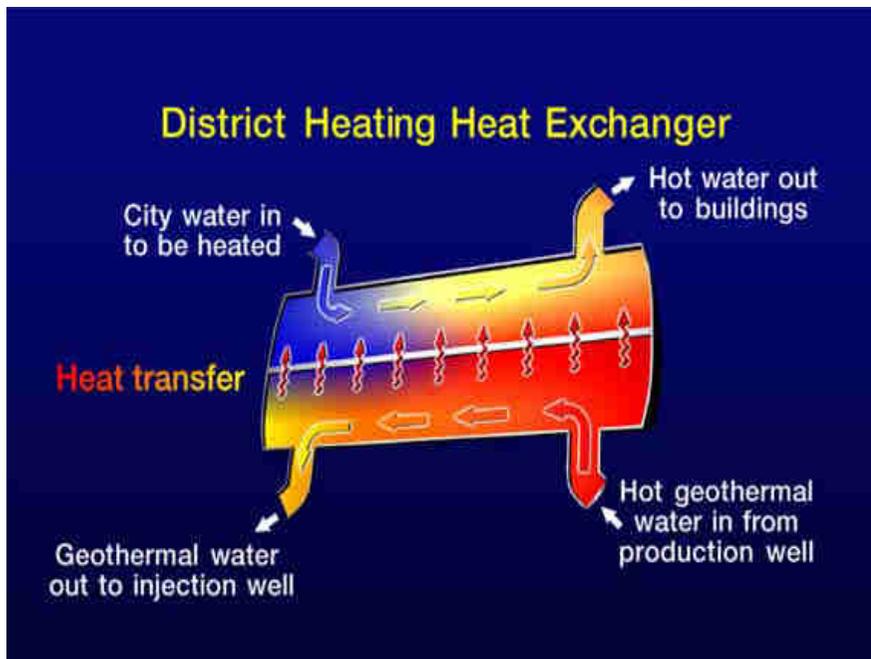
Géothermie



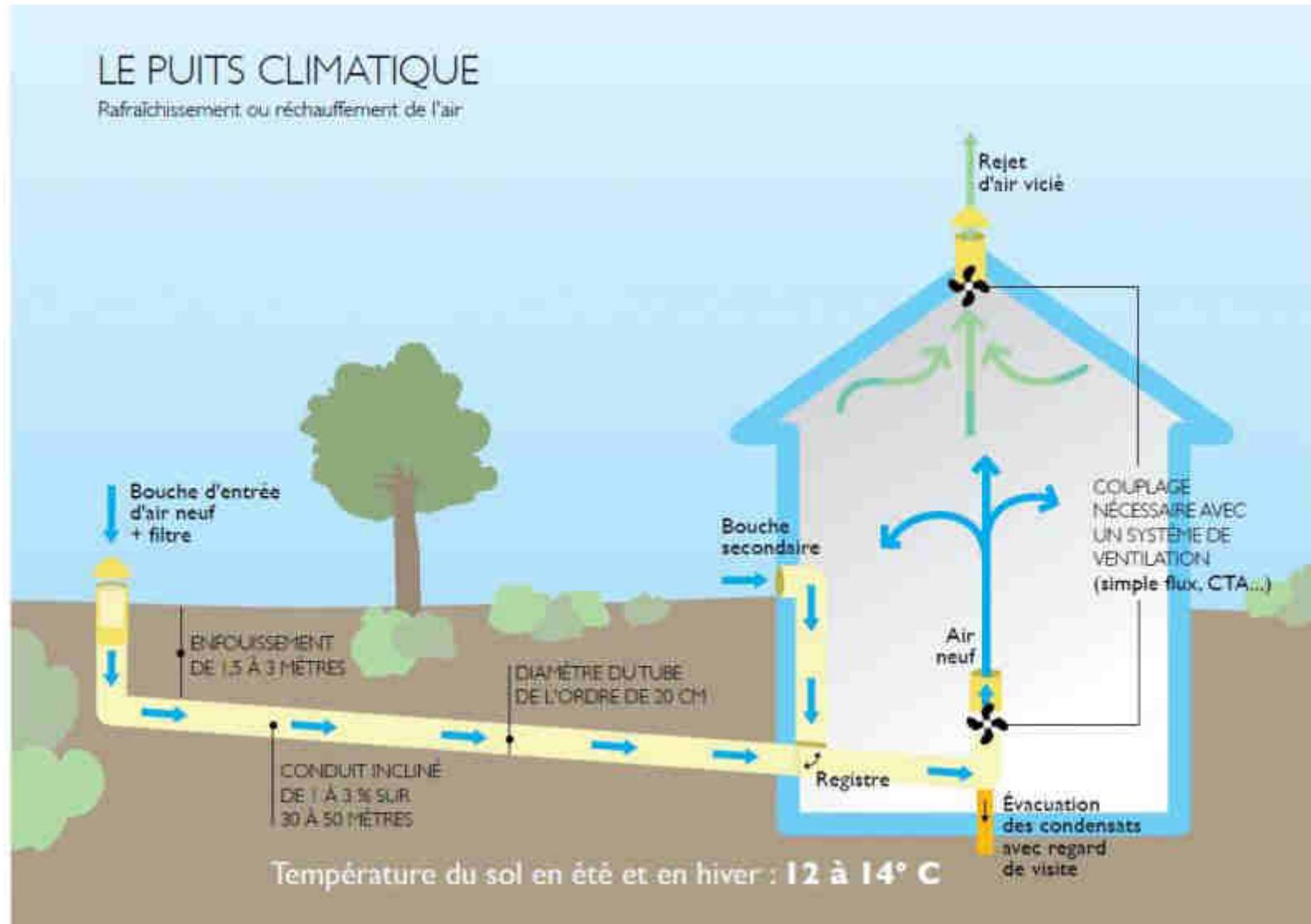
Availability of Geothermal Energy



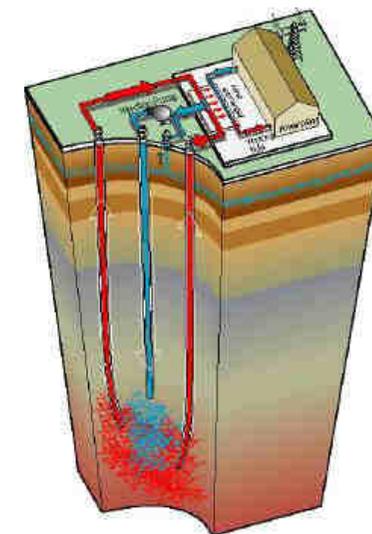
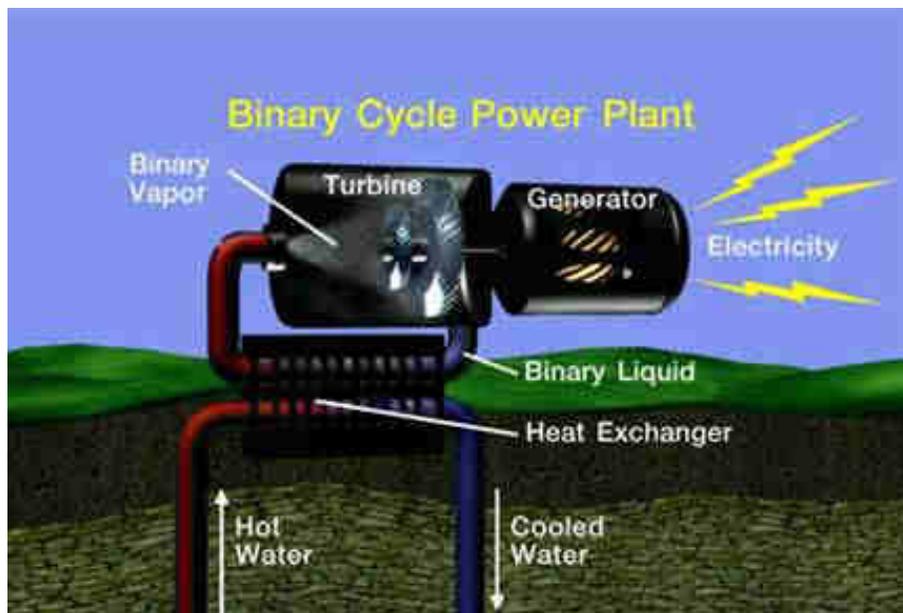
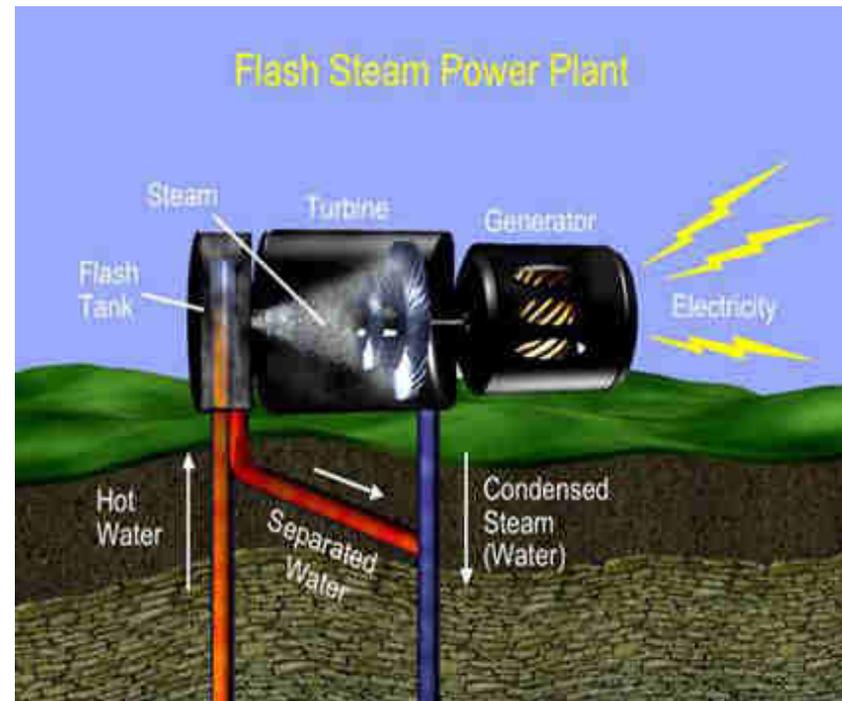
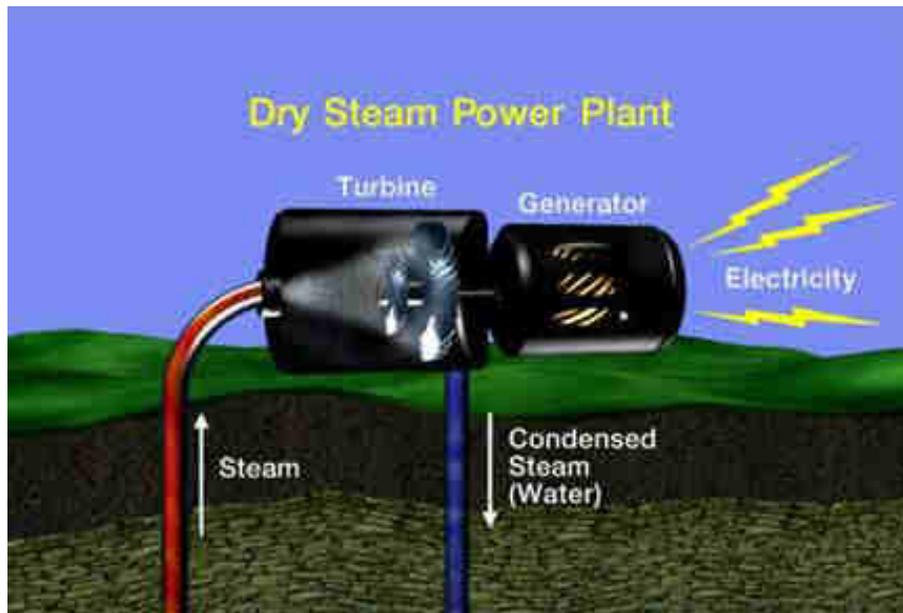
Geothermal Energy for Heating (District Heating)



Puits climatique

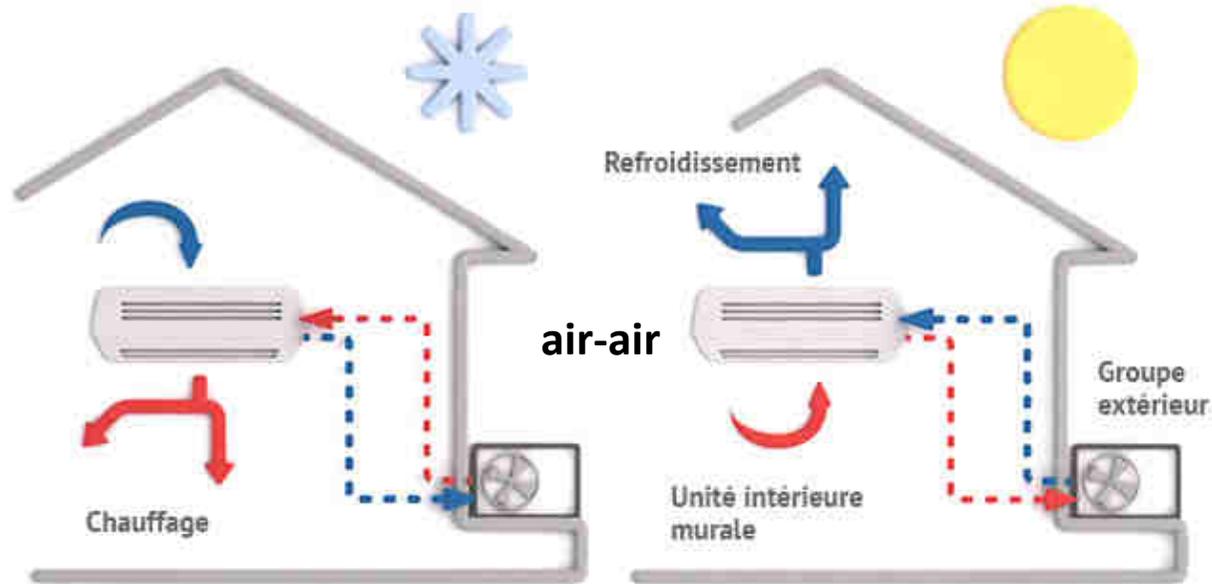


Generation of Electricity is appropriate for sources $>150^{\circ}\text{C}$

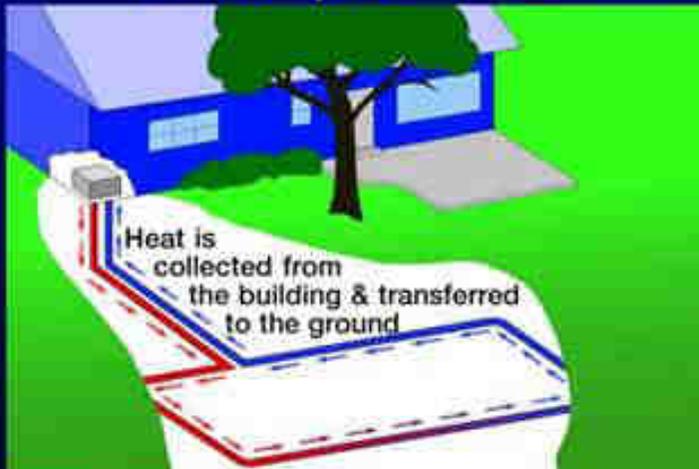


Hot Dry Rocks:

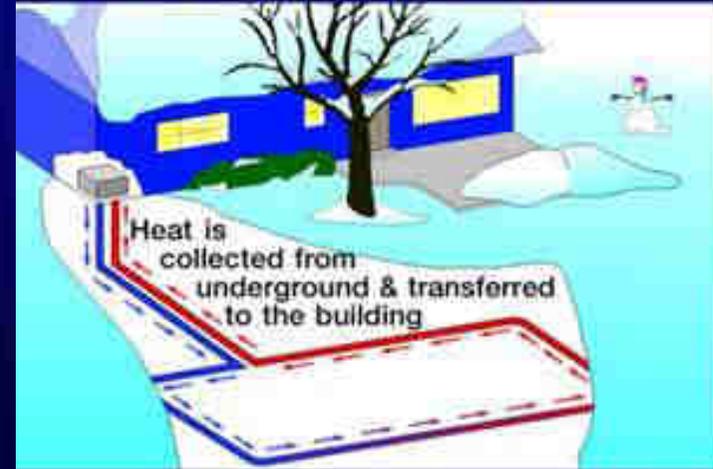
Geothermal heat pumps



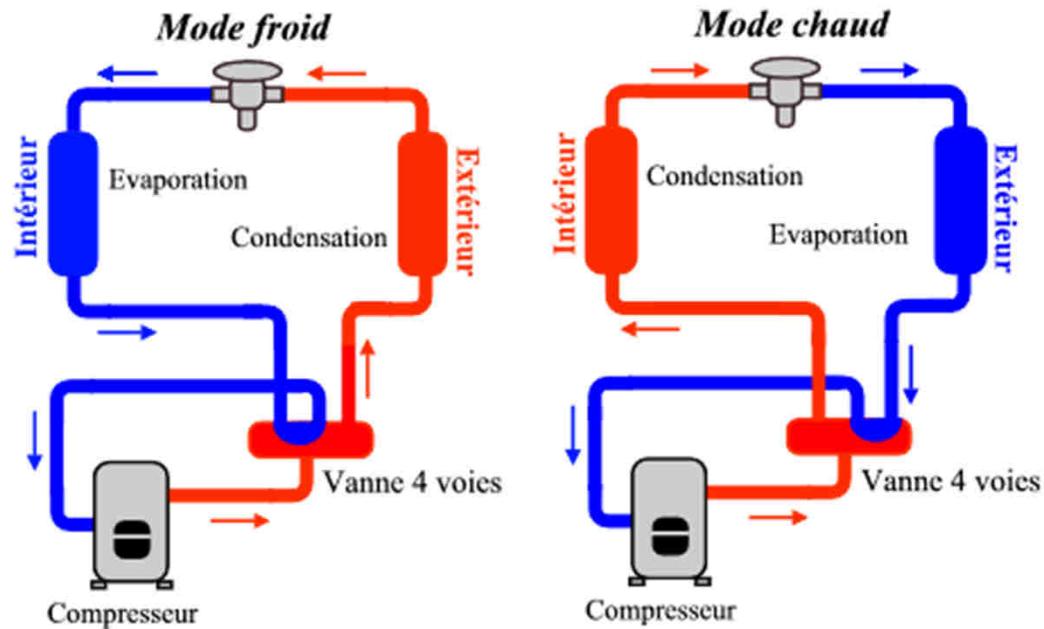
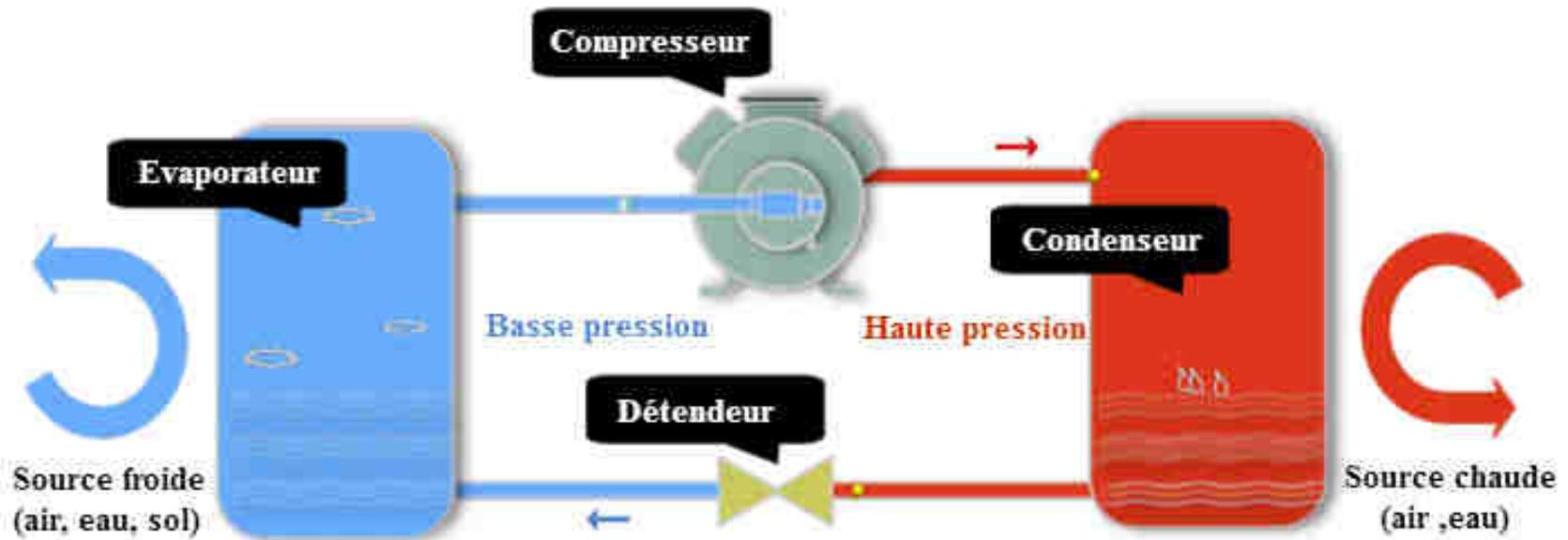
Heat Pump in Summer



Heat Pump in Winter



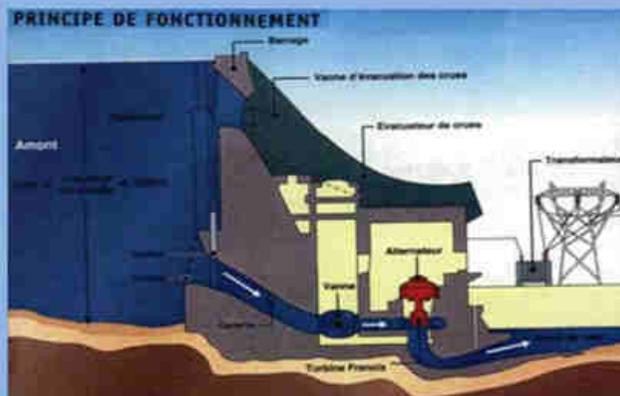
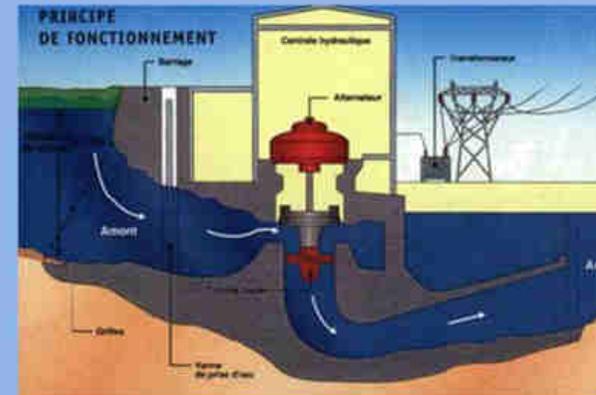
Geothermal heat pumps



Hydroélectrique

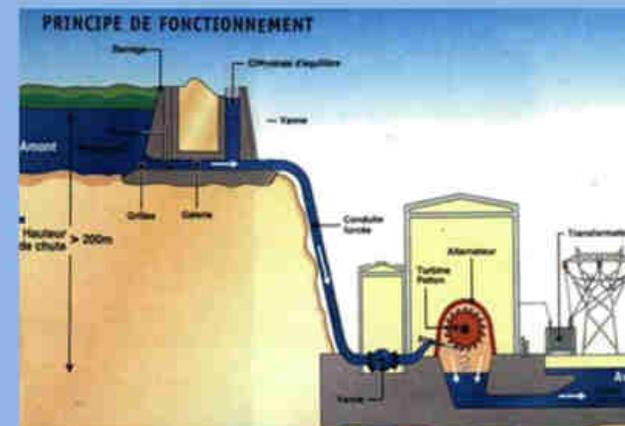
Les différents types de centrales

Les centrales de basse chute : moins de 40m avec un débit important. Elles produisent sans interruption



Les centrales de moyenne chute : 30 à 300 m, elles utilisent les réserves d'eau accumulées sur des courtes périodes

Les centrales de haute chute : chutes supérieures à 300 m. Leur rapidité de démarrage permet de répondre aux consommations,



Norvège : toute l'électricité produite est d'origine hydraulique.

The equation shown below describes the energy that can be collected from flowing water.

$$E_{\text{collected}} = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{water}} \cdot v^3 \cdot A_c \cdot t \cdot \varepsilon$$

Where

$E_{\text{collected}}$ – energy collected

ρ_{water} – density of water

v – water velocity

A_c – cross sectional area of the pipe or tubing

t – collection time

ε – efficiency of collection

Puissance électrique (en kW):

$$P = (\text{rendement}) \times g \times Q \times H$$

Pour 1kWh, il faut au moins

***36 m³ à 10m ou 3,6m³ à 100m**

Le cycle de l'eau

- L'eau tombe du ciel sous forme de pluie ou de neige.
- Une partie **retourne** vers le ciel (60%)
(évaporation ou transpiration des plantes)
- Une autre **ruisselle sur le sol** (rivières, fleuve, infiltration dans le sous sol)

Irrégularités des cours d'eau

Irrégularités de la demande d'électricité (saisons)

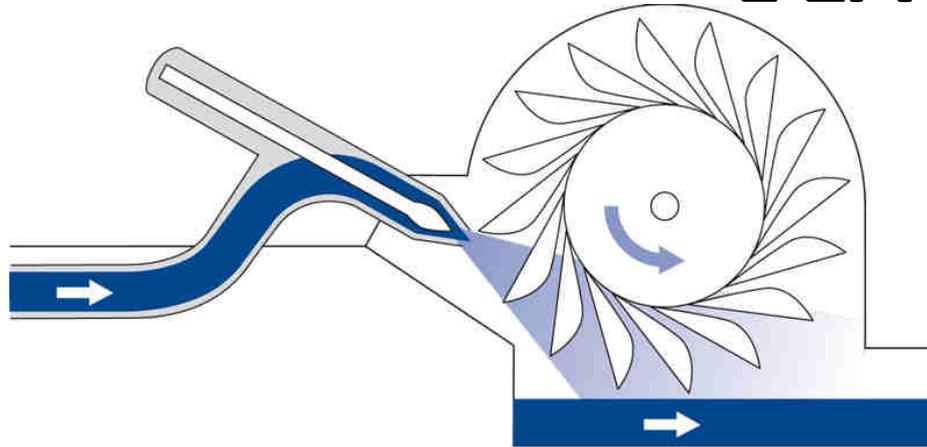
On ne peut stocker ni le vent ni le soleil. En revanche on peut stocker l'eau dans des réservoirs:

- Les centrales de lac (400 heures de réserve d'eau)
- Les centrales d'écluse (de 20 à 400 heures)
- Les centrales au fil d'eau (pas de capacité de stockage)

Liste des barrages hydroélectriques les plus puissants

↕	Nom	↕	Pays	↕	Cours d'eau	↕	Mise en service	↕	Capacité (MW)	↕	Production annuelle (TW.h)	↕
1	Barrage des Trois-Gorges		Chine		Yangzi Jiang		2008 / 2012 ¹		22 500		98,1	
2	Barrage d'Itaipu		Bésil /  Paraguay		Rio Paraná		1984 / 1991 / 2003		14 000		98,3	
3	Barrage de Xiluodu ²		Chine		Yangzi Jiang		2014		13 860		57,1	
4	Barrage de Guri		Venezuela		Rio Caroni		1978 / 1986		10 200		53,41	
5	Barrage de Tucuruí		Bésil		Rio Tocantins		1984		8 370 ³		41,43	
6	Aménagement Robert-Bourassa		Canada		La Grande Rivière		1981		7 722 ⁴		26,5	
7	Barrage de Grand Coulee		États-Unis		Columbia		1942 / 1980		6 809 ⁵		20	
8	Barrage de Longtan		Chine		Hongshui		2007 / 2009		6 426 ⁶		18,7	
9	Barrage de Saïano-Chouchensk		Russie		Ienisseï		1985 / 1989		6 400		26,8	
10	Barrage de Krasnoïarsk		Russie		Ienisseï		1972		6 000		20,4	

PETITES HYDRAULIQUES (AU FIL DE L'EAU)



- **pico-centrale** (capacité inférieure à 20 kW)
- **micro-centrale** (capacité allant de 20 kW à 500 kW)
- **mini-centrale** (capacité allant de 500 kW à 2 MW)
- **petite centrale** (capacité allant de 2 à 10 MW)

À noter qu'on estime que 1 MW peut couvrir les besoins en électricité d'environ 630 foyers.



Eolien



Origine solaire

$$E_{\text{collected}} = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{air}} \cdot v^3 \cdot A_b \cdot t \cdot \epsilon$$

Where

$E_{\text{collected}}$ – energy collected

ρ_{air} – density of air

v – air velocity

A_b – area swept by the blade

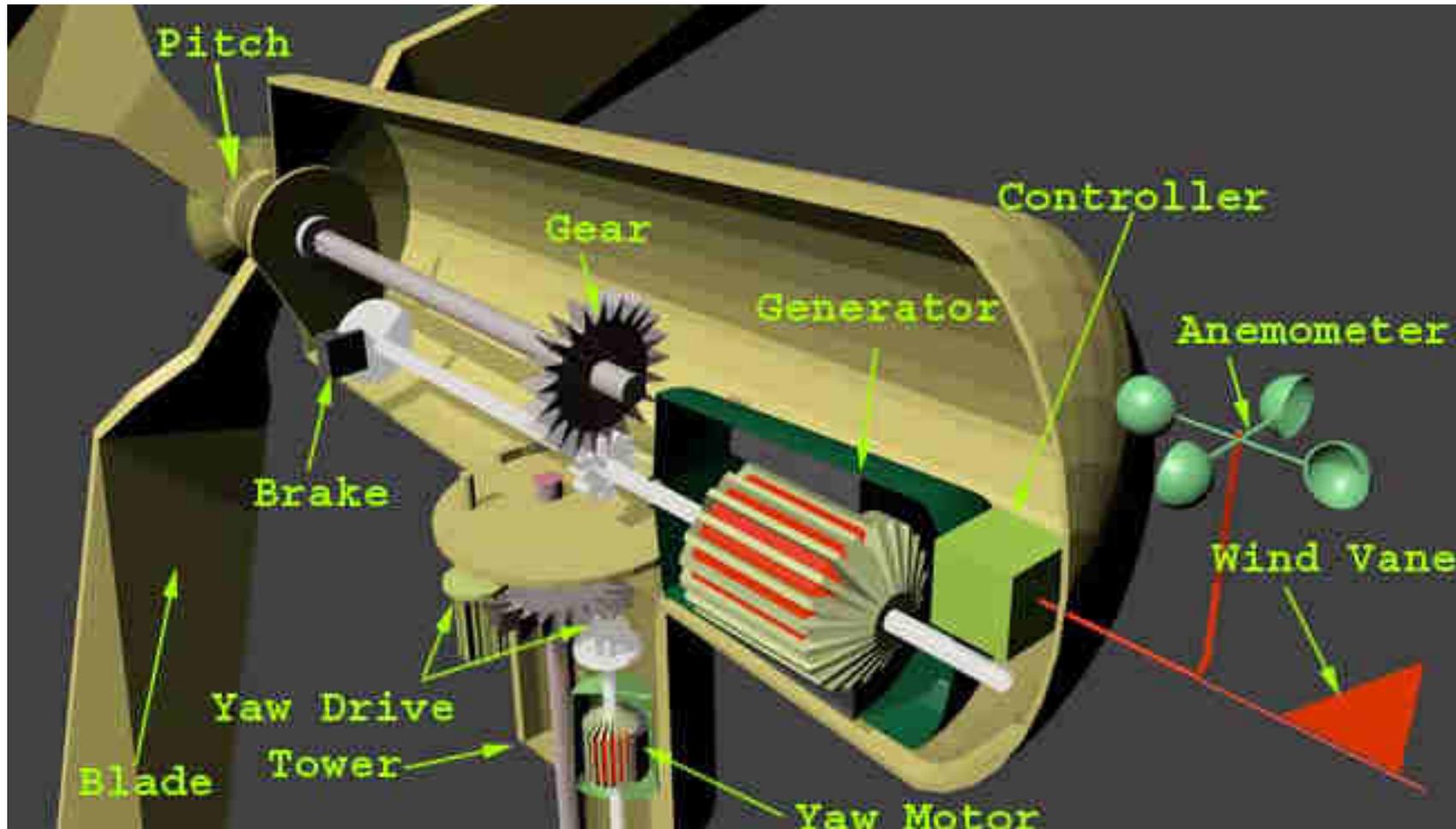
t – collection time

ϵ – efficiency of collection

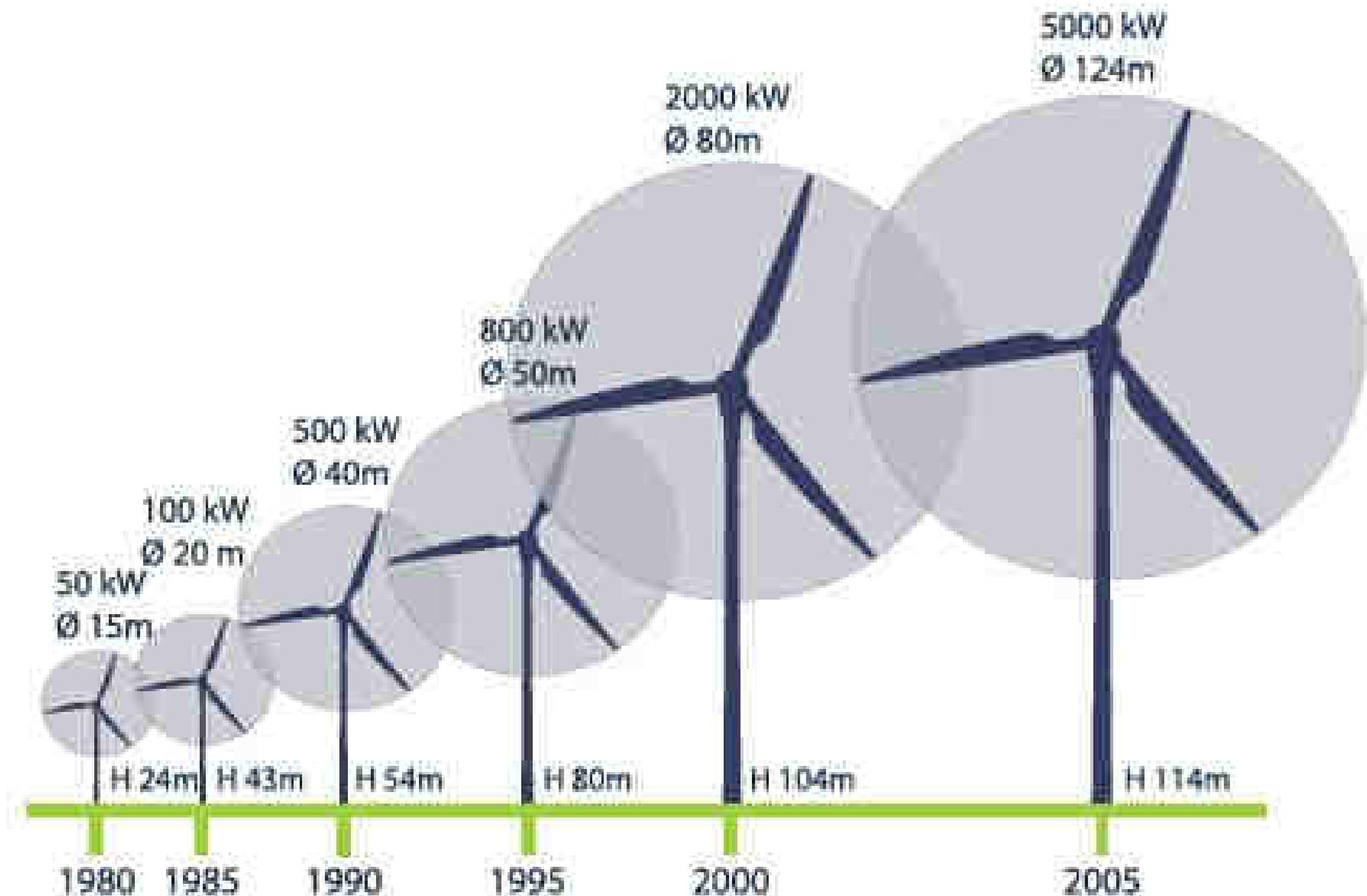
Vitesse x 2 fois

→ Puissance x 8

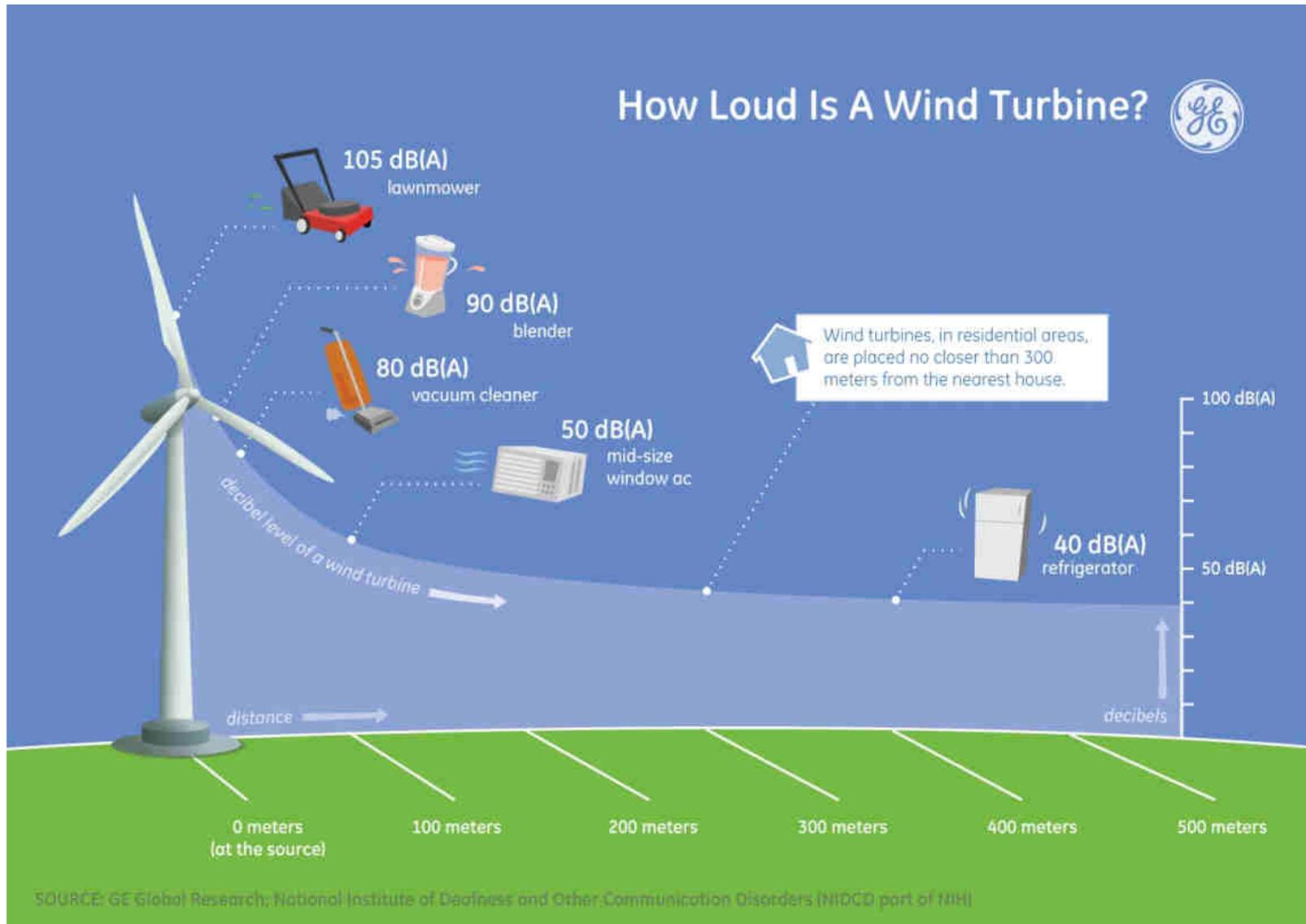
Les différentes parties d'une éolienne



Les différents Types d'éoliennes



Les différents Types d'éoliennes



Utilisation

- Puissance 300 Watt
- Tension 24 Volt
- Moteur Synchrone alternatif

Plage de fonctionnement:

- Vitesse de démarrage : 1.3 m/s.
- Vitesse minimale : 3 m/s
- Vitesse nominale maximale : 12 m/s
- Vitesse maximale : 15m/s
- Vitesse de survie : 65 m/s



Autres Caractéristiques

- Nombre de pales : 3
- Matériau des pales : aluminium
- Hauteur : 1 240 mm. Diamètre 1 090 mm
- Poids 31 kg
- Nuisance sonore inférieur à 35 dBA
- Durée de vie supérieur à 20 ans

- **Pompage de l'eau**
Pompes mécaniques et électriques
- (usage domestique et irrigation, alimentation en eau du bétail)
- **1 million** d'éoliennes dans le monde (États-unis, Afrique du sud, Australie et Argentine)
- **Production d'électricité**
 - sites éloignés des réseaux d'électricité
 - raccordement aux réseaux

Coût est variable entre 10 et 15 CTS /kWh, compétitif / au coût de l'électricité fournie par les groupes électrogènes diesel.

Chine, Amérique du nord (très grand nombres de petites éoliennes)

Hydrolien

Les **courants marins** représentent une énergie fabuleuse qui contrairement aux vents sont constants et prévisibles

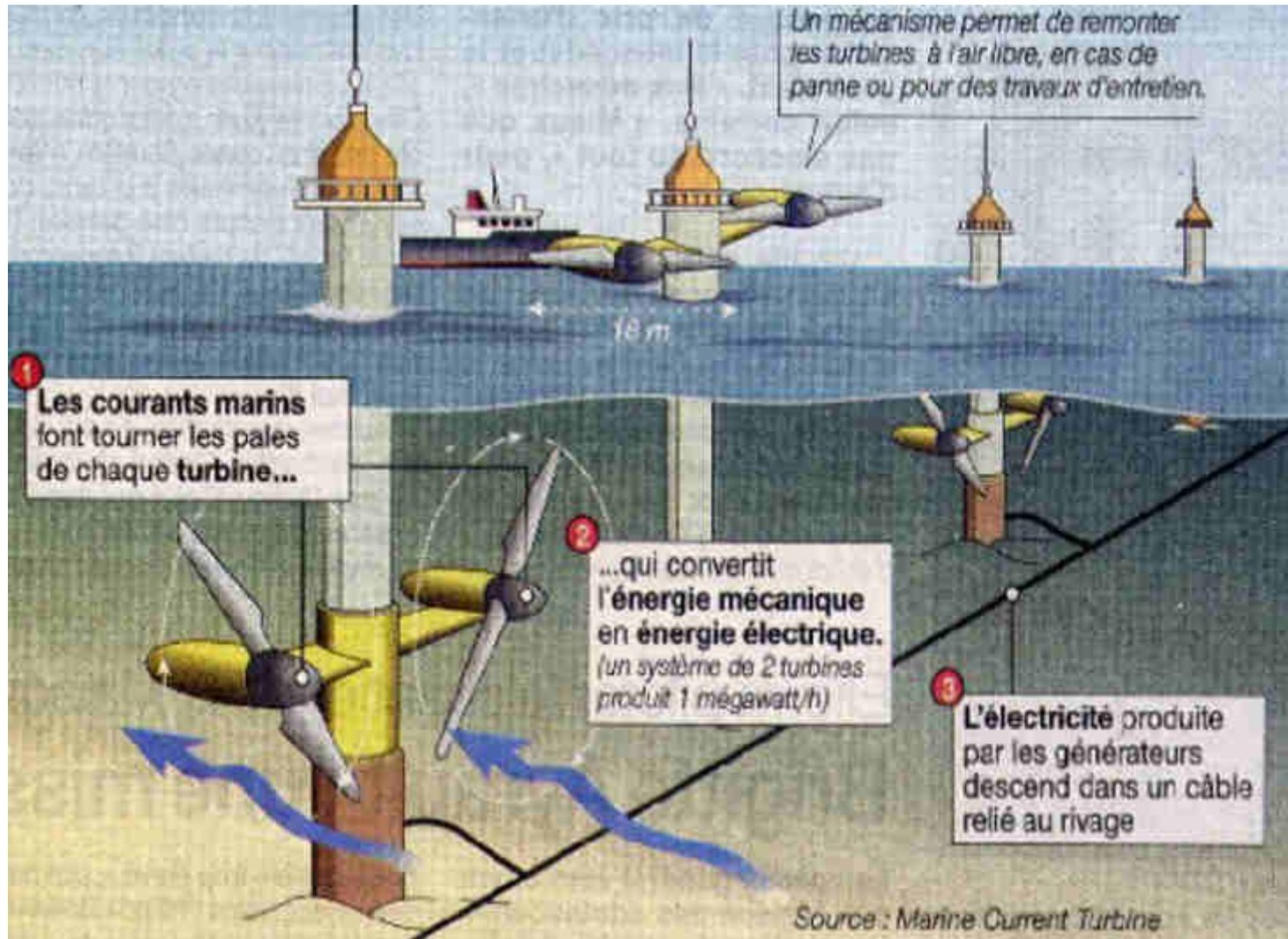


Les sortes d'hydroliennes anglaises de **SeaGen** ont une capacité de **1,2MW**

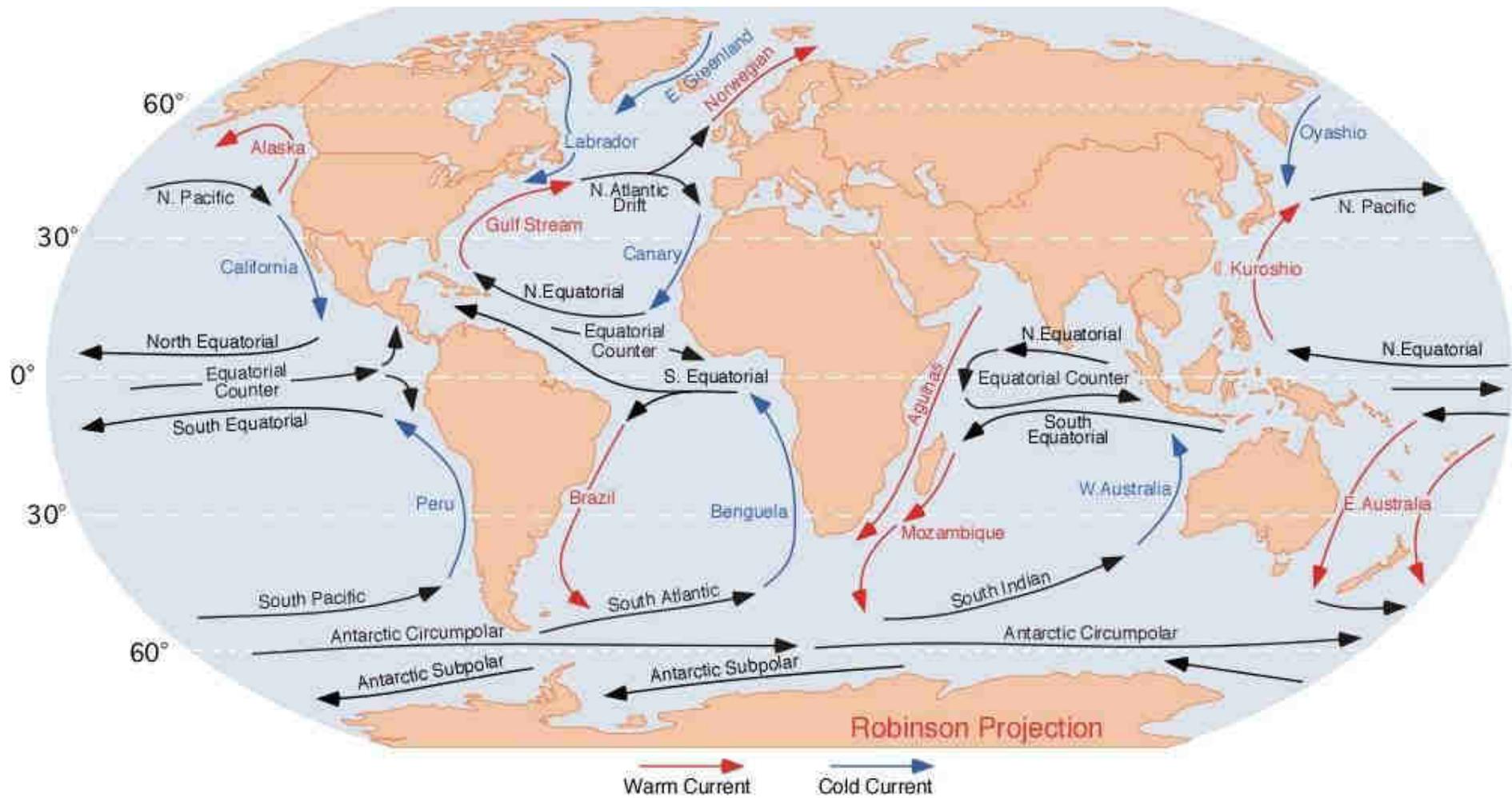
Un projet à la côte nord du **Portugal** a une capacité totale de **2,25 MW**



Fonctionnement d'une hydrolienne



Ocean current

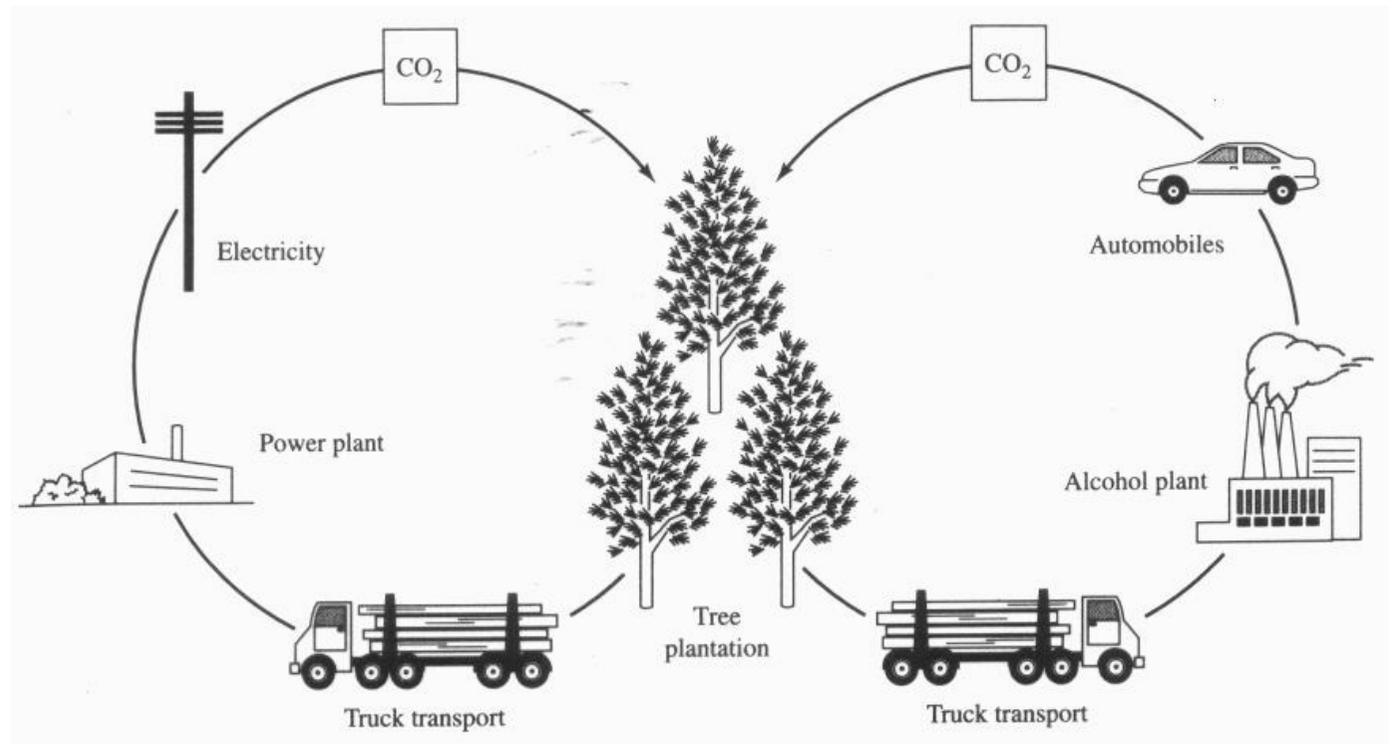




Biomasse

A partir de la biomasse, c'est à dire des **végétaux**, on peut obtenir de l'énergie sous différentes formes :

- ⇒ **Electricité ou chauffage** par combustion directe.
- ⇒ **Biogaz** obtenu par fermentation.
- ⇒ **Alcool ou biocarburant** (à partir de canne à sucre, céréales, betteraves etc).



Dans le domaine de l'énergie , le terme de biomasse regroupe l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie.

Comprend trois familles principales :

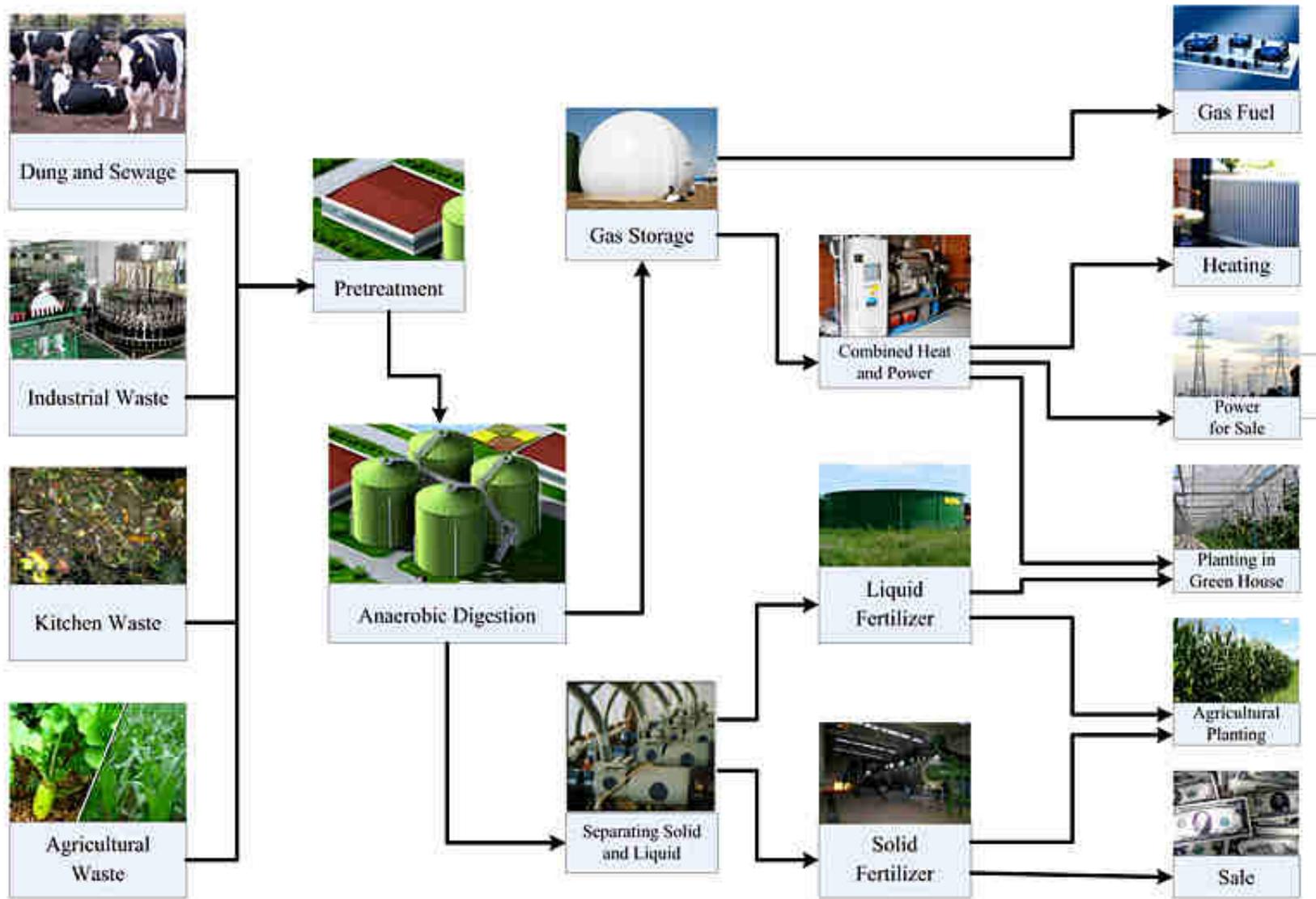
Les biocarburants

Le biogaz ou La
méthanisation

Les bois énergie ou
biomasse solide



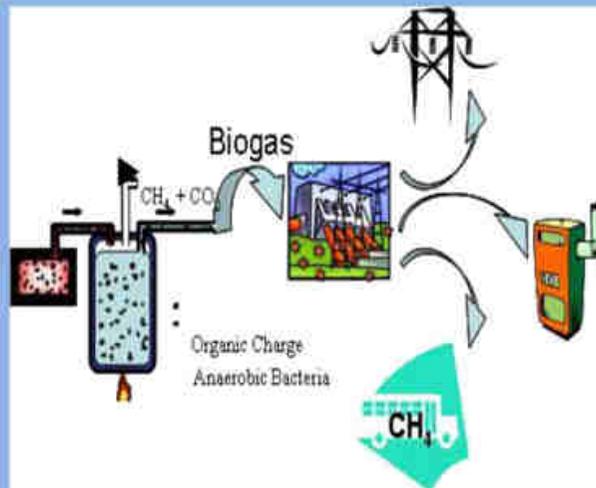
Principe de la fermentation



Produits

Matières premières:

- Déchets organiques des communes: **les poubelles des ménages**
- Déchets organiques industriels: **agro-alimentaire, abattoirs...**
- Déchets agricoles: **lisier, fumier et les résidus de récolte...**
- Sous-produits de processus industriels: **glycérine...**



1 tonne de ...	m ³ de biogaz	Equivalent en litre de fioul	KWh électrique
Lisier	16	11	30
Fumier	60	35	100
Paille	220	120	350
Graisse	450	350	1000

La matière **restante** est utilisée comme des **Amendements organiques** pour l'agriculture.

Biocarburants

Deux grandes catégories:

- **Le bioéthanol (en substitution de l'essence)**

Alcool produit par fermentation des sucres contenus soit:

L'alcool améliore l'indice d'octane du moteur

Brésil: premier pays consommateur de carburant alcool (éthanol pur ou environ 20% dans l'essence)

- **L'ester d'huile végétale (en substitution du gazole)**

L'estérification est une réaction chimique entre une huile et un alcool, qui produit l'ester, de la glycérine et des acides gras.

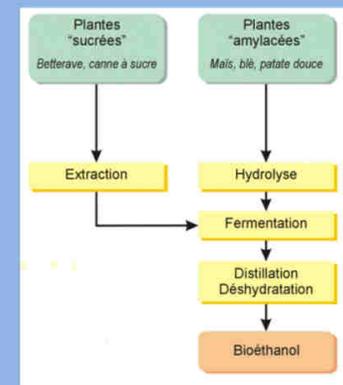
Incorporation d'ester dans le gazole allant de 5 à 100% (ester pur)

- Un hectare de blé → 2500l éthanol
- Un hectare de betteraves → 6500 l
- Un hectare de colza → 1300l d'ester;

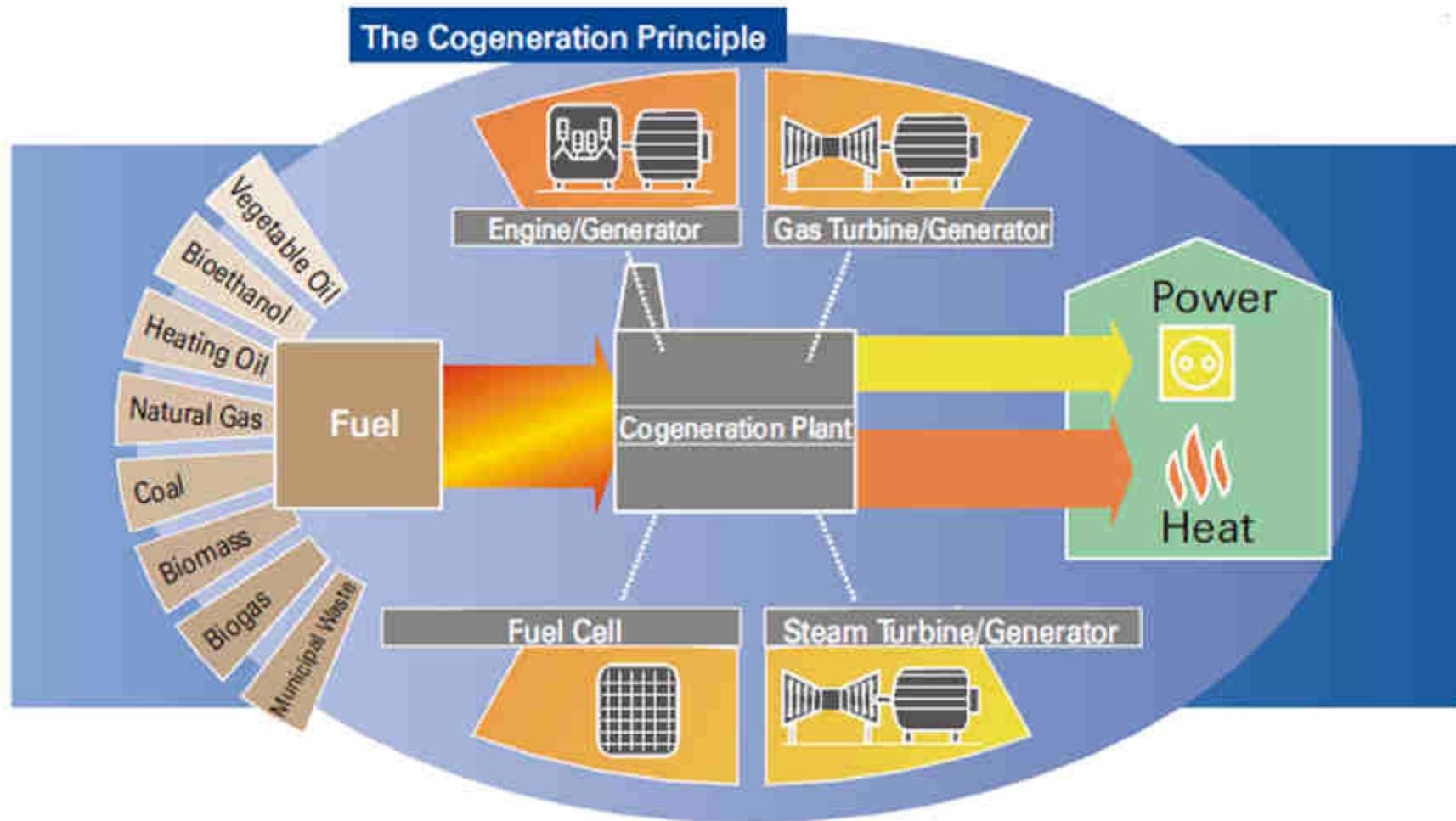
5% éthanol (essence) et 5% d'ester de colza dans le gazole cela représente une couverture 250 000 ha pour l'éthanol

Bioéthanol:

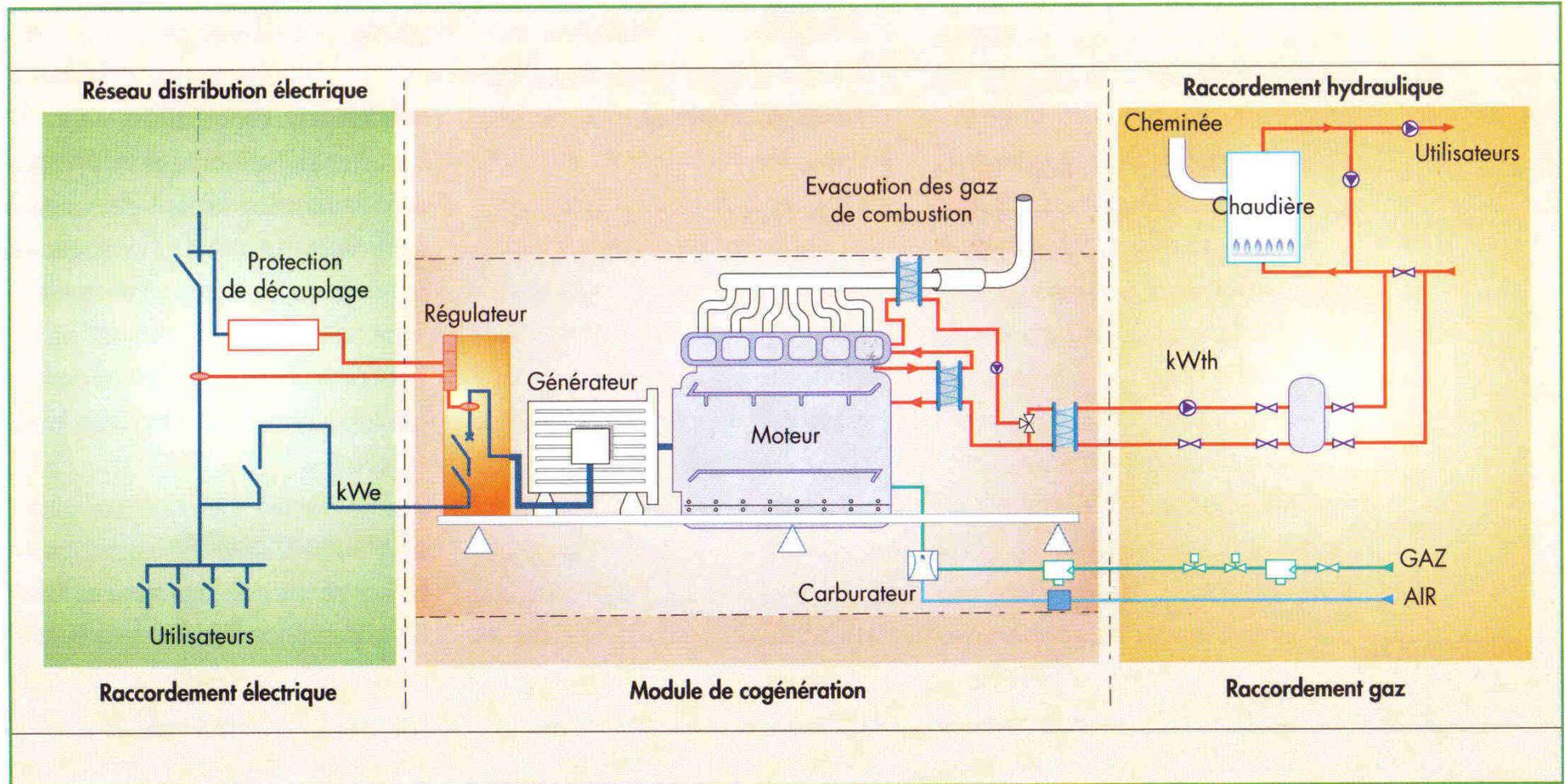
Fabriquer à partir du saccharose (betterave, canne à sucre...) ou de l'amidon (blé, maïs...) par fermentation.



Cogénération



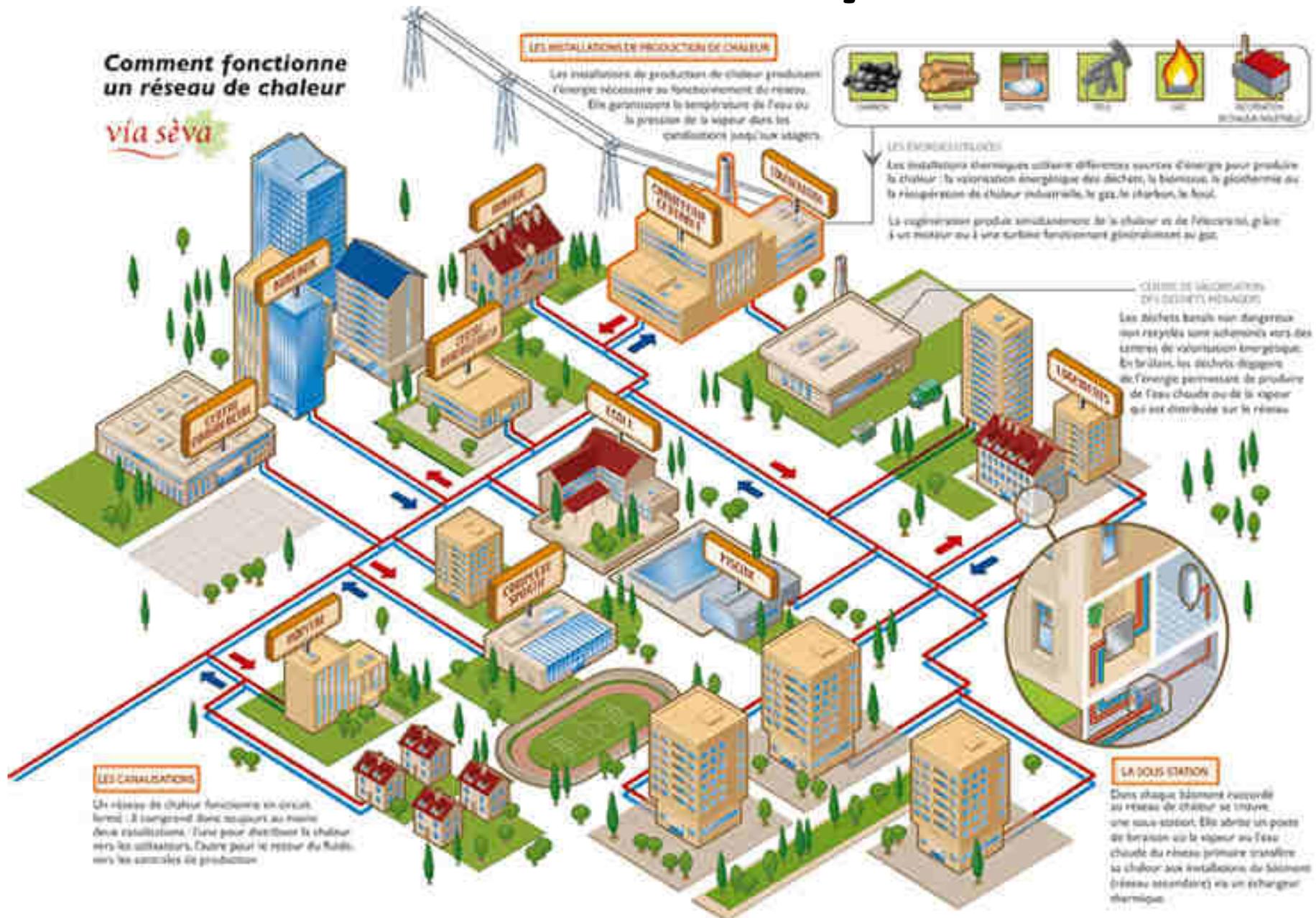
Cogénération



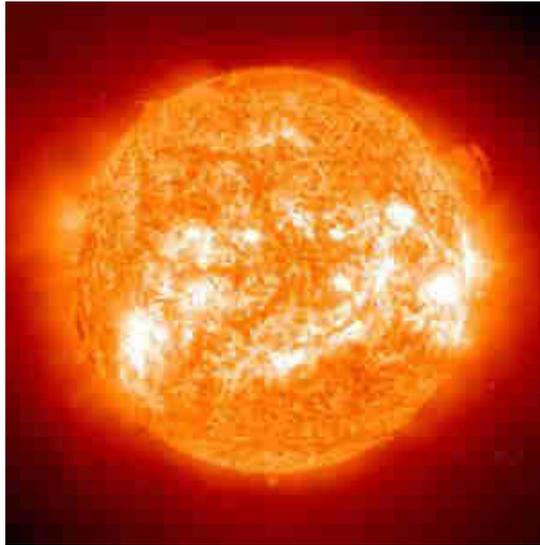
réseau de chaleur / de froid

Comment fonctionne un réseau de chaleur

via séva

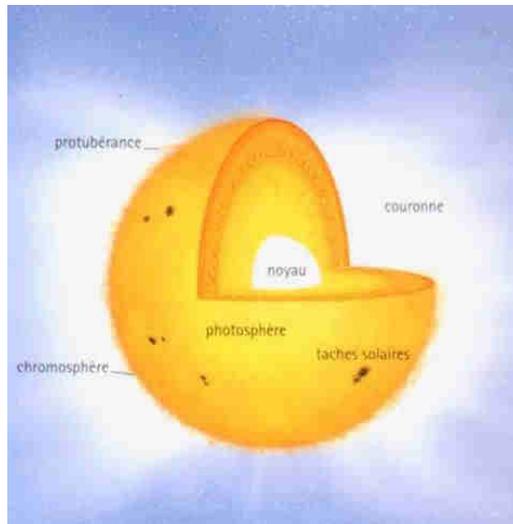


Solaire



74 % d'hydrogène

24% d'hélium

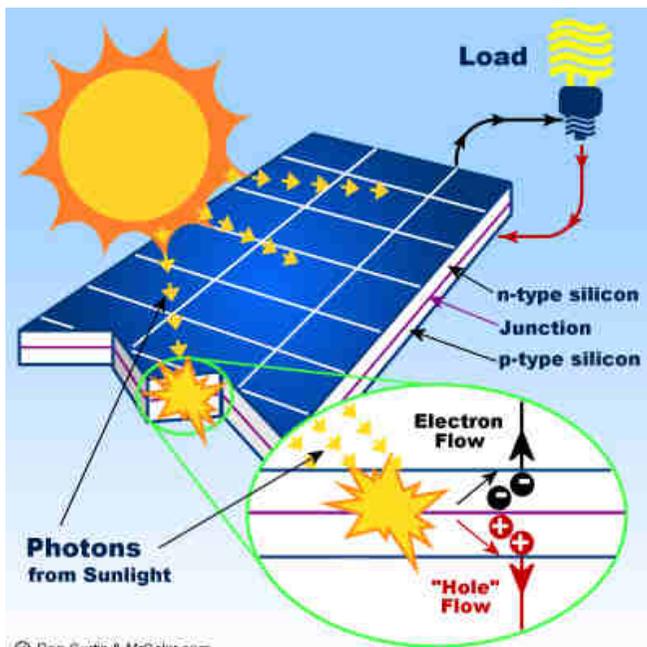
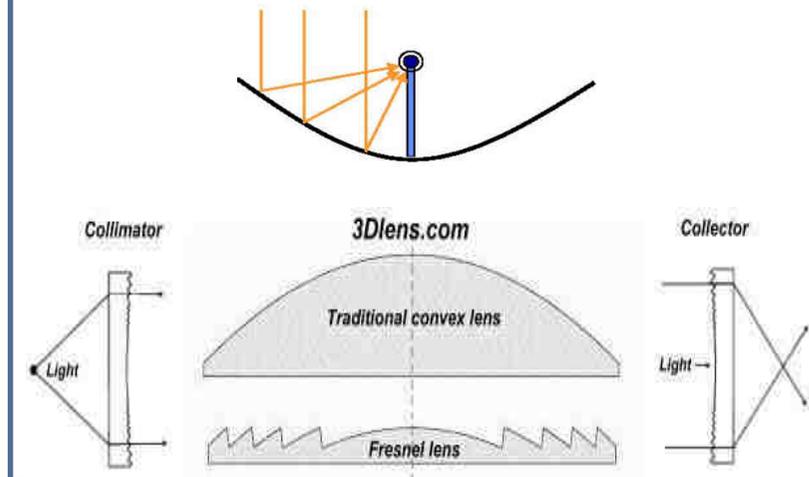


$$E_{\text{collected}} = I \cdot A_s \cdot t \cdot \epsilon$$

Where

- $E_{\text{collected}}$ – energy collected
- I – Solar intensity
- A_s – area of the solar panel
- t – collection time
- ϵ – efficiency of collection

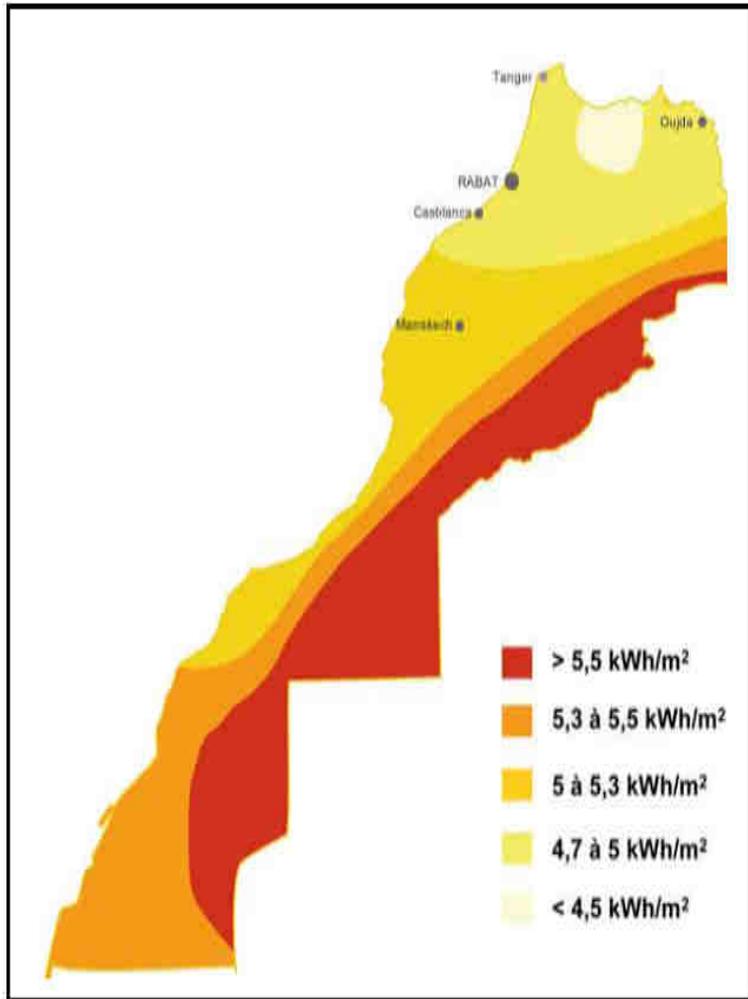
Loupes et lentilles de FRESNEL



© Ron Curtis & MrSolar.com



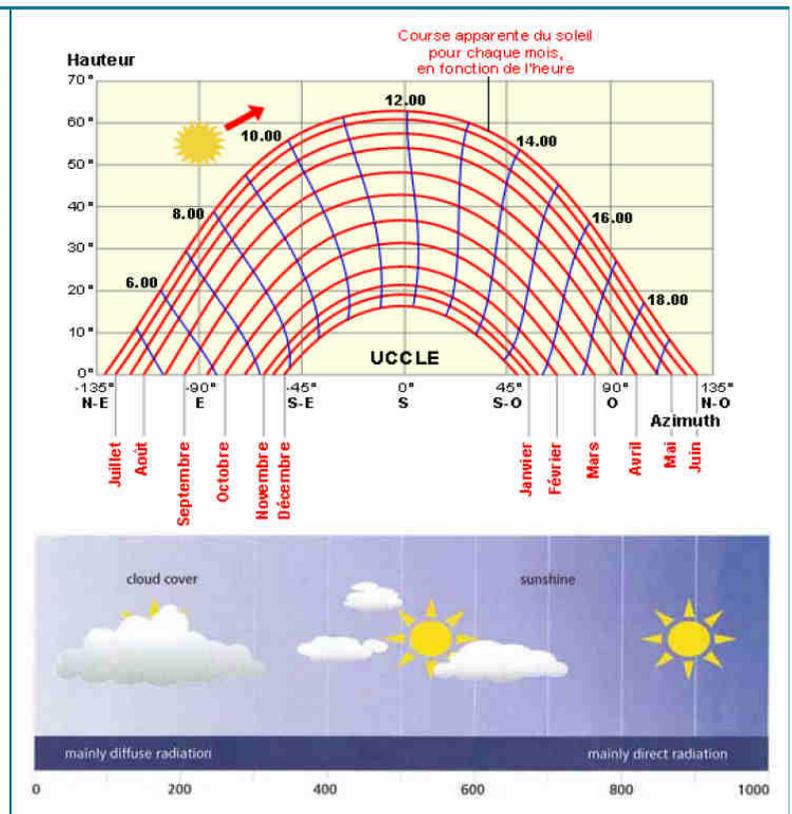
Ensoleillement



La puissance de l'ensoleillement et la quantité d'énergie fournie par le soleil varient au cours de l'année en fonction de :

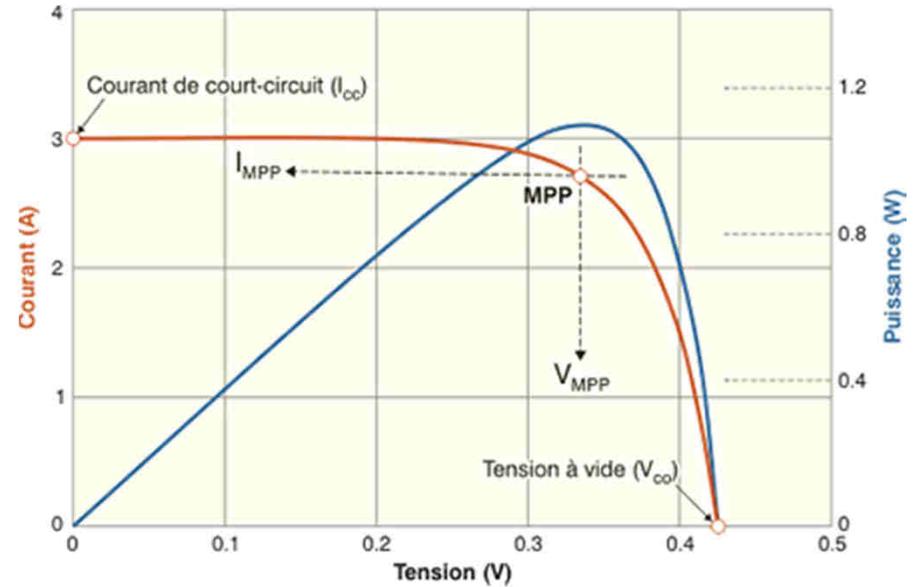
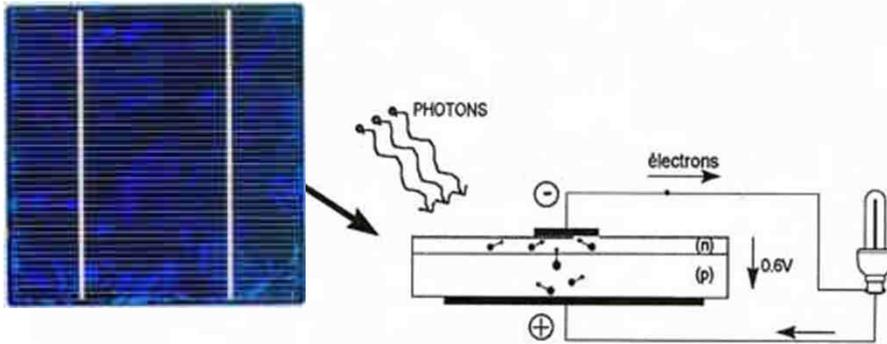
- La durée d'ensoleillement.
- L'heure.
- La couverture nuageuse.

Sources : IRM, Solar Thermal Systems



PV Panels

Principe d'une cellule photovoltaïque :



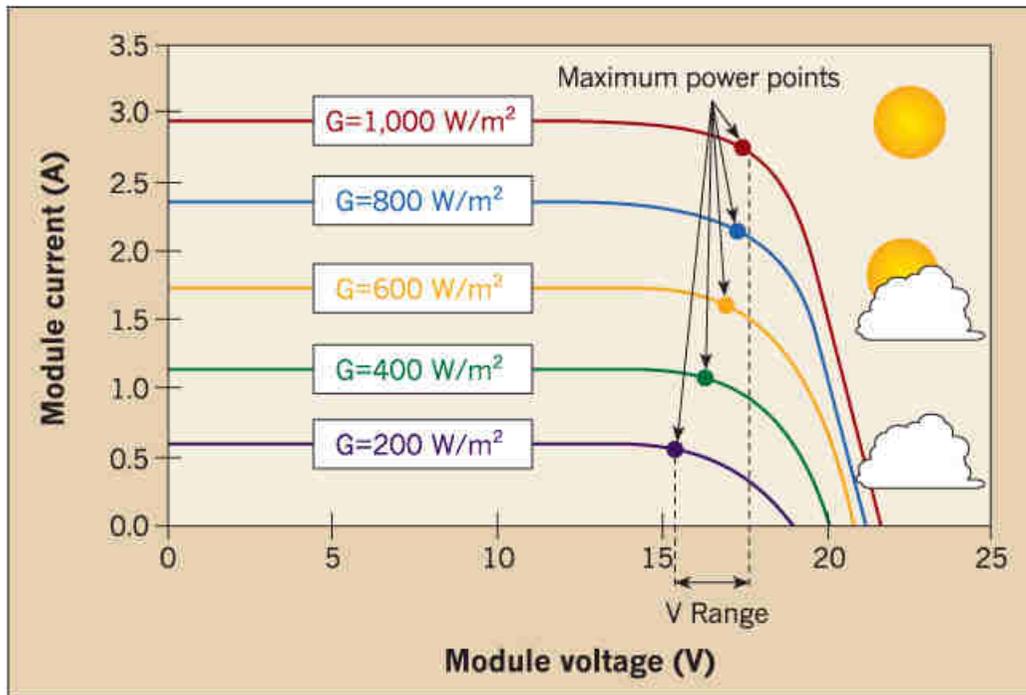
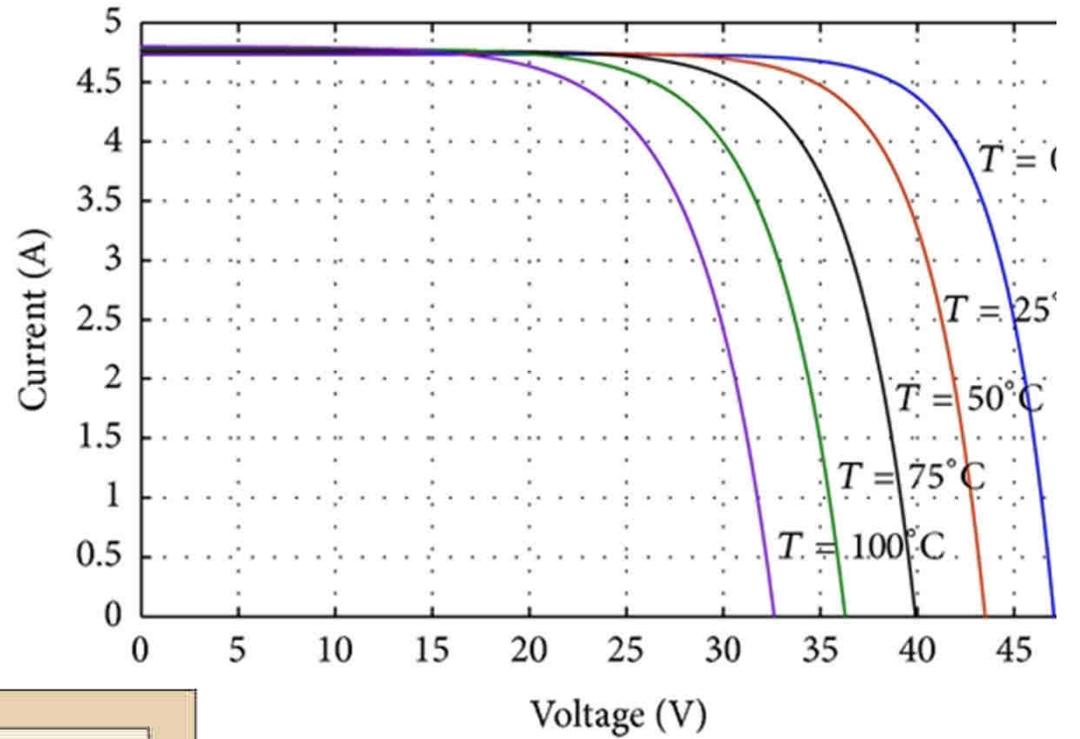
Polycristallin



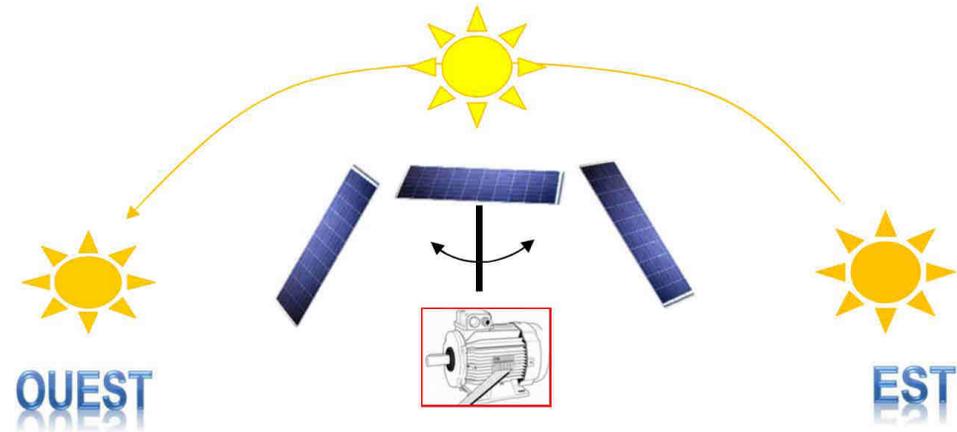
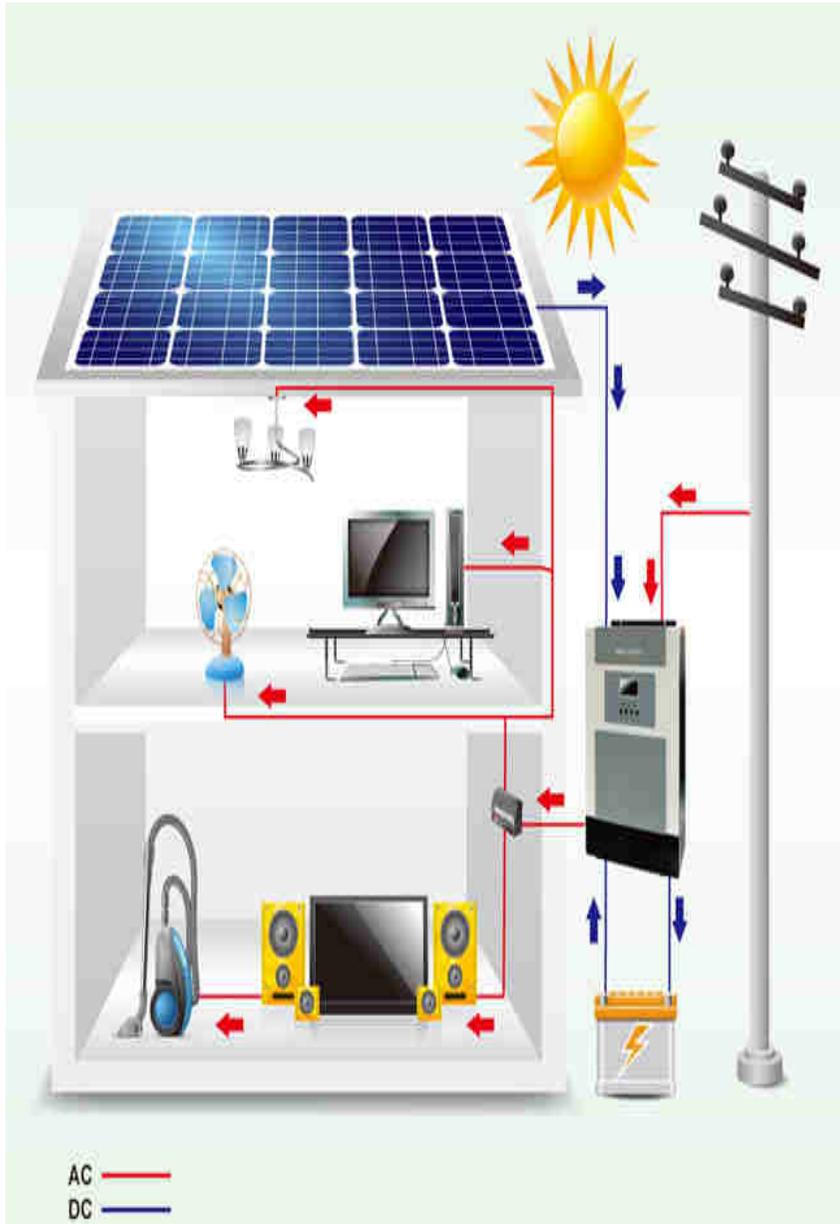
monocristallin



amorphe



MPPT



disque solaire:

disque solaire
Lyon

rendement - $G_{max}/G_{réf}$

100 %	- 1,11
95 %	- 1,05
90 %	- 1,00
85 %	- 0,94
80 %	- 0,89
75 %	- 0,83
70 %	- 0,78
65 %	- 0,72
60 %	- 0,67

ensoleillement global

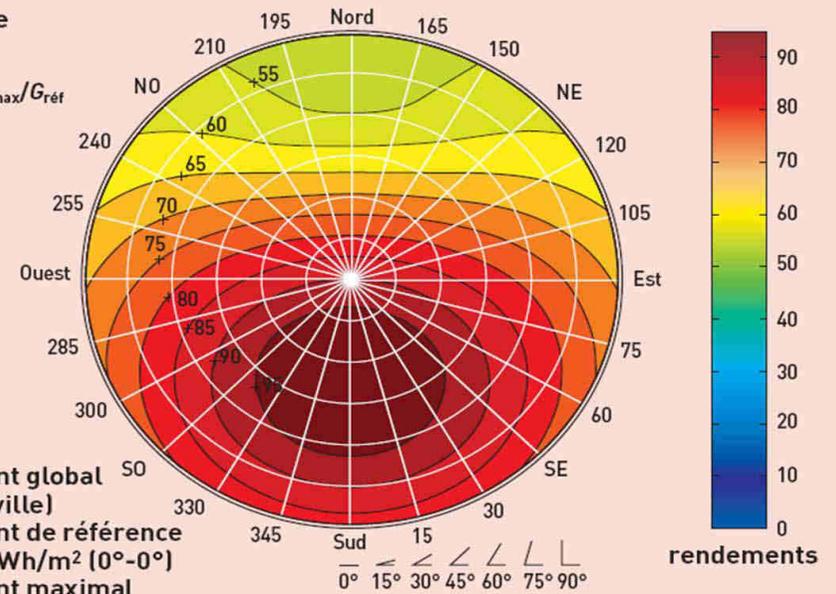
albédo 0,15 (ville)

ensoleillement de référence

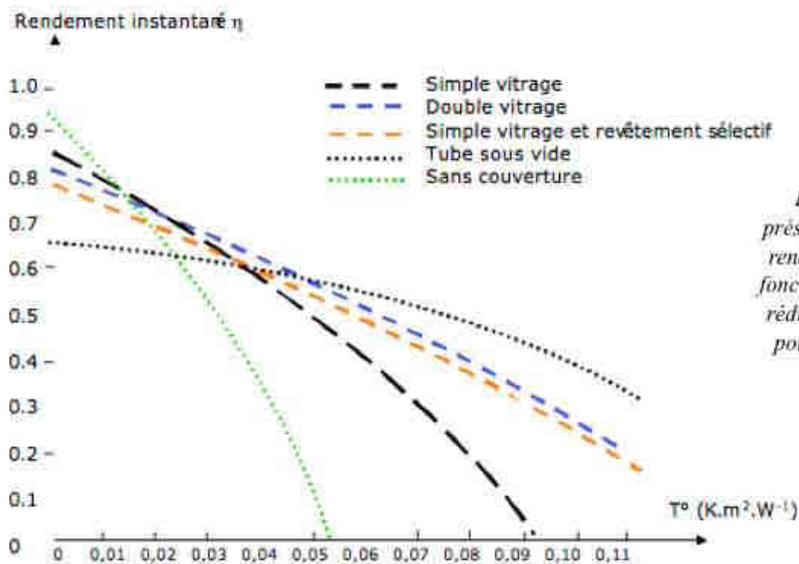
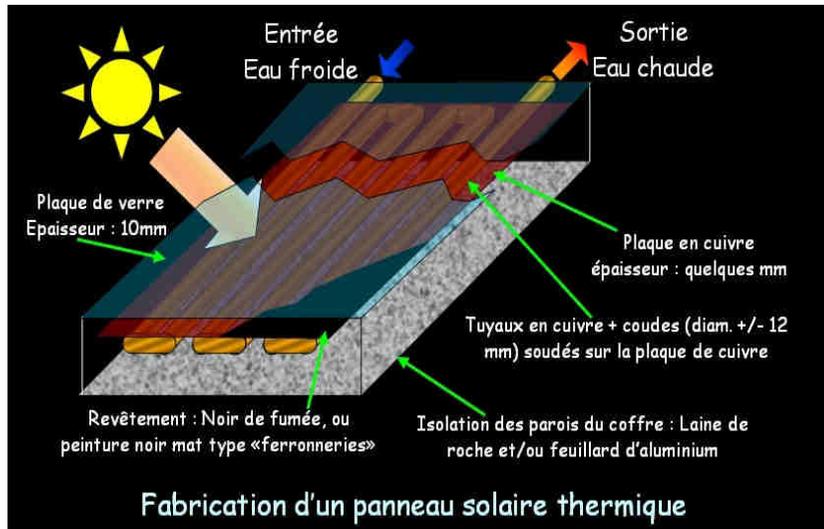
$G_{réf} = 1191 \text{ kWh/m}^2 (0^\circ-0^\circ)$

ensoleillement maximal

$G_{max} = 1321 \text{ kWh/m}^2$ pour une orientation de 0° et une inclinaison de 38°

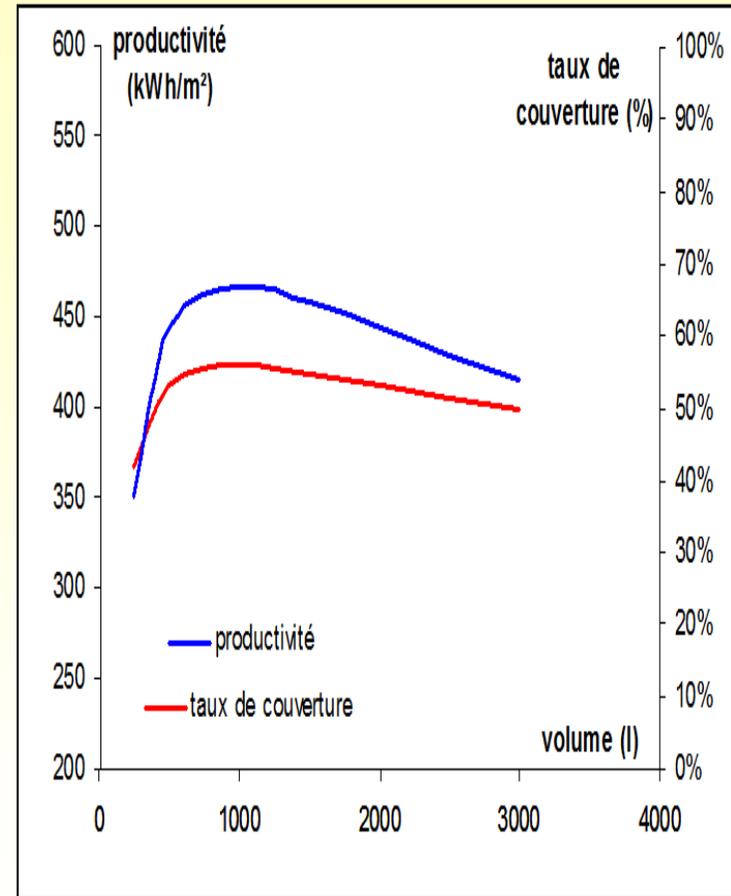


Solaire Thermique



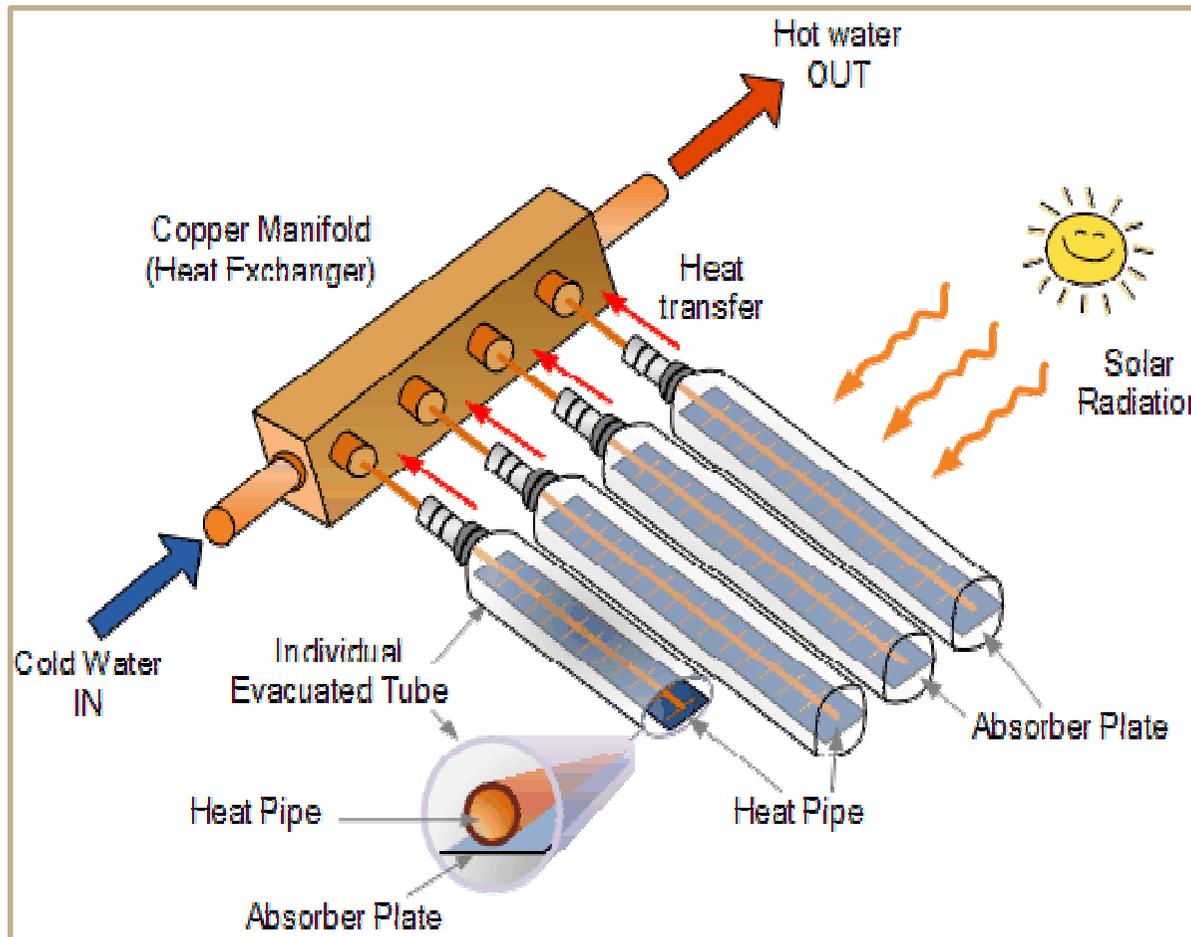
La figure ci-contre présente les variations du rendement instantané en fonction de la température réduite $T^o = (T_m - T_a) / G$ pour plusieurs types de capteurs.

Influence du volume de stockage

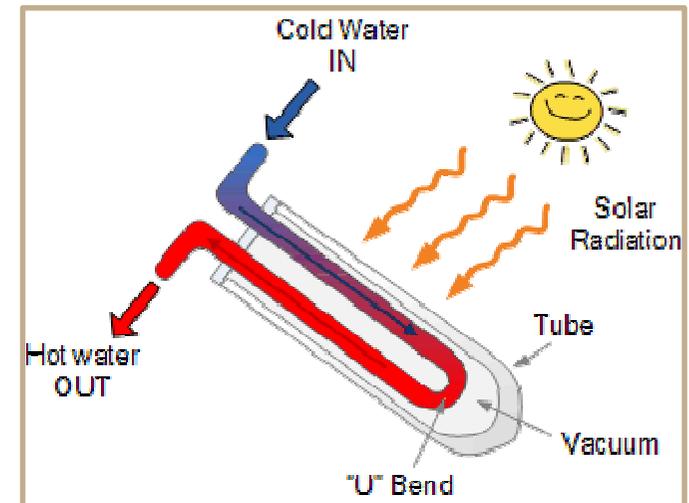


Augmenter trop le volume "dilue" l'énergie solaire (température atteinte insuffisante), d'où recours à l'appoint

Principe de fonctionnement:



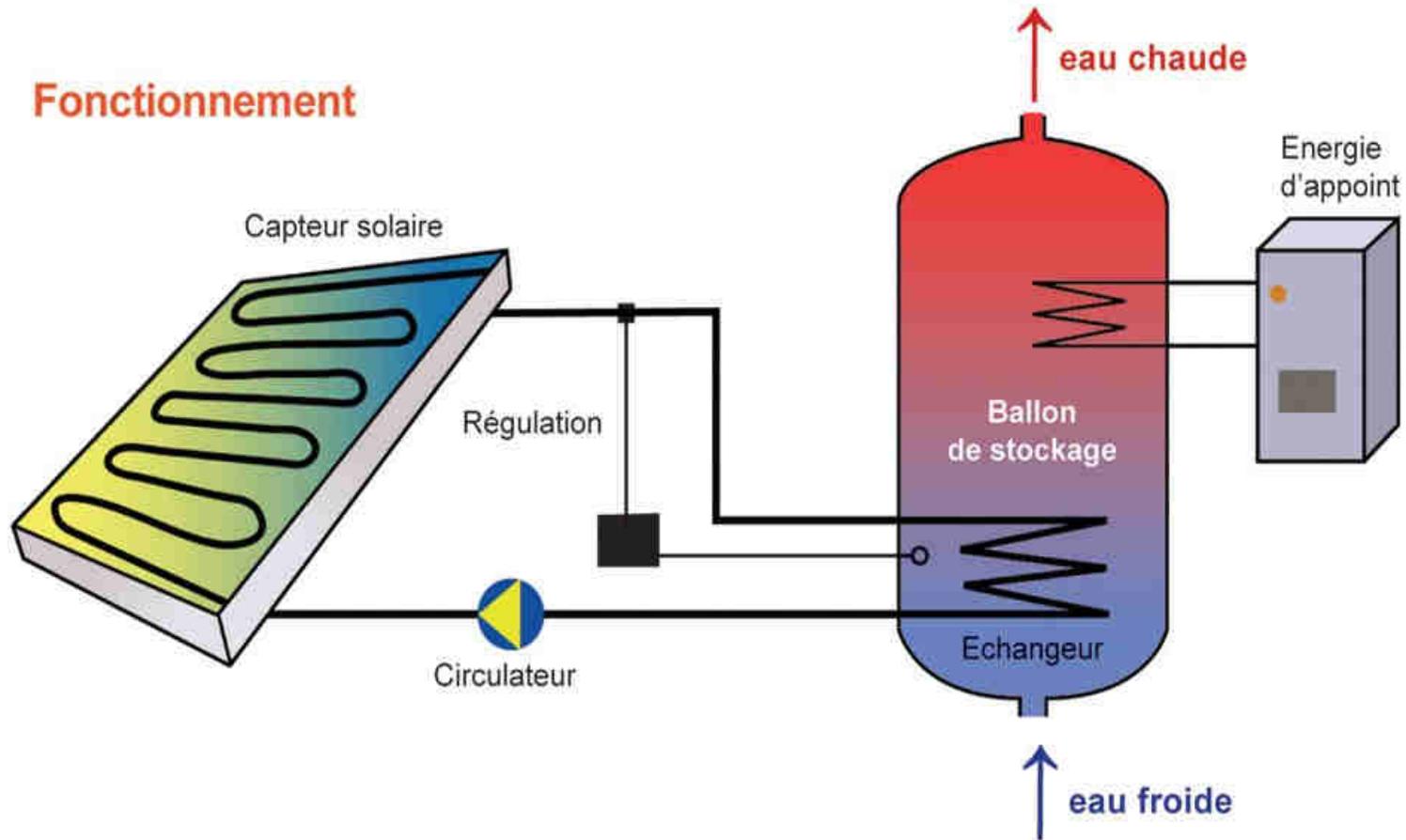
Vaccum Tube Collector



**Direct Flow Vaccum
Tube Collector**



Principe de fonctionnement:



Centrales solaires hermiques

Solar thermal power plants

Point focussing

Line focussing

Non concentrating

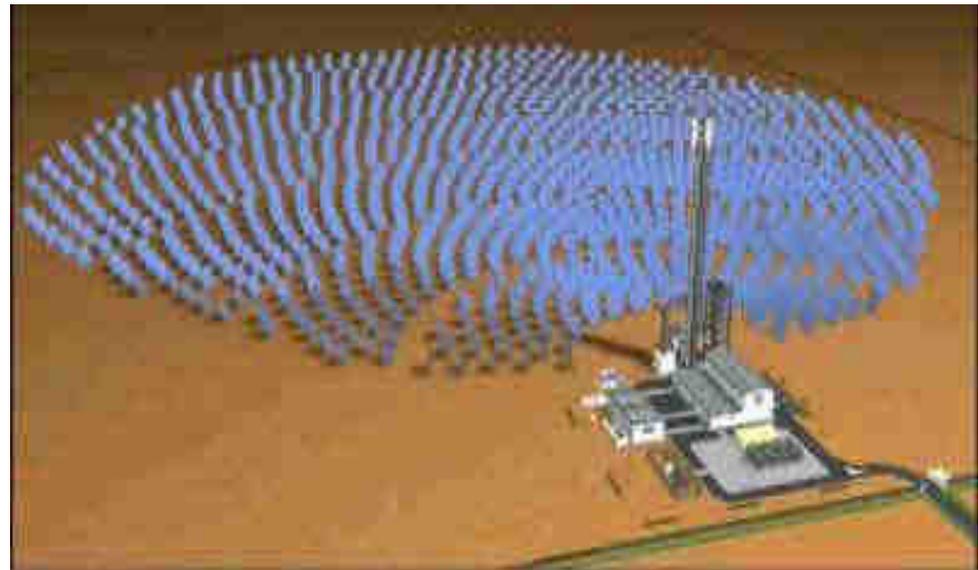
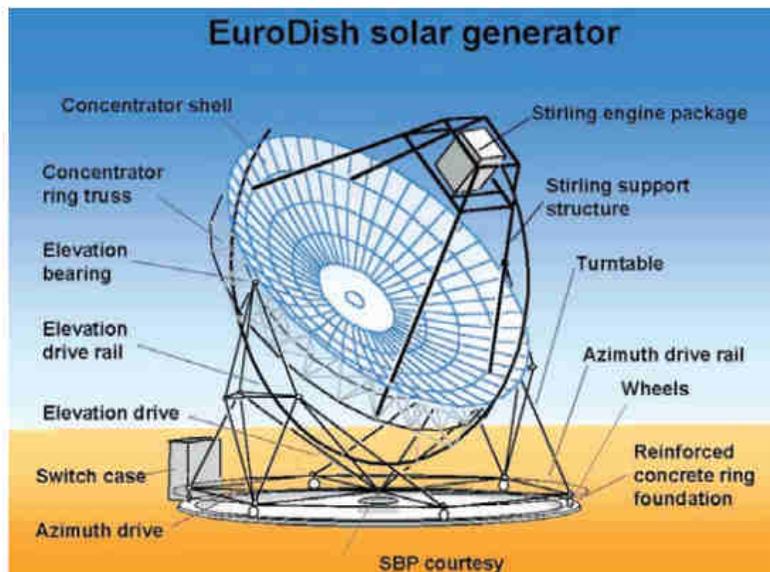
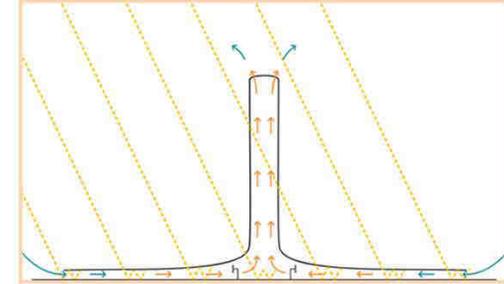
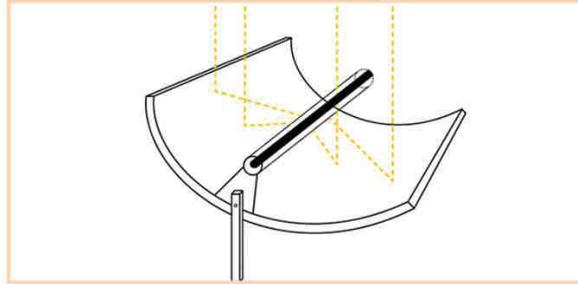
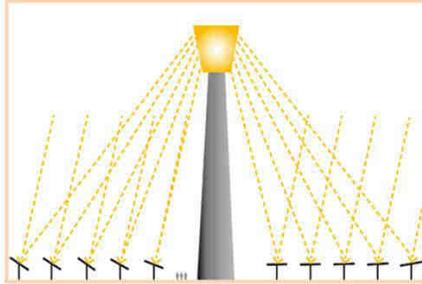
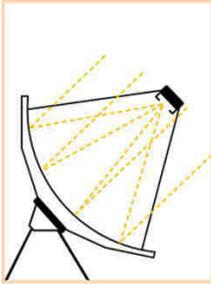
Dish/PV (CPV)

Power Tower (CRS)

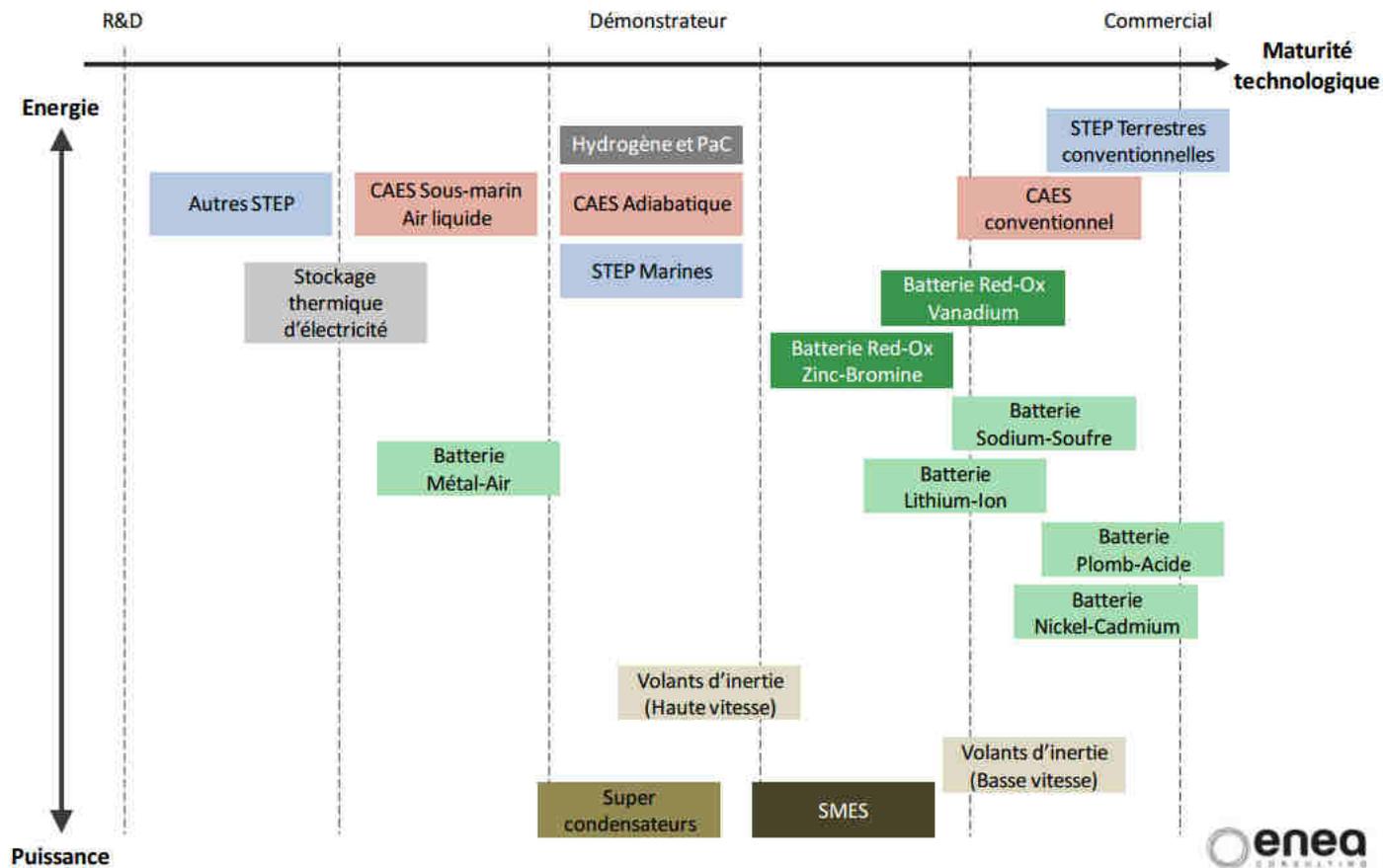
Parabolic trough

Linear Fresnel

Solar updraft tower (SUT)



STOCKAGE D'ENERGIE



Typologie des moyens de stockage d'électricité

	Stockage gravitaire		Stockage chimique		Stockage inertiel
	Stockage à air comprimé		Stockage électrochimique		Stockage électrostatique
	Stockage thermique		Stockage électrochimique à circulation		Stockage électromagnétique

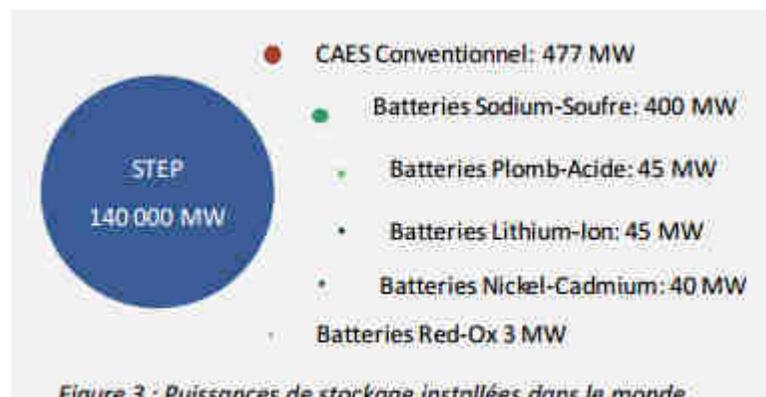


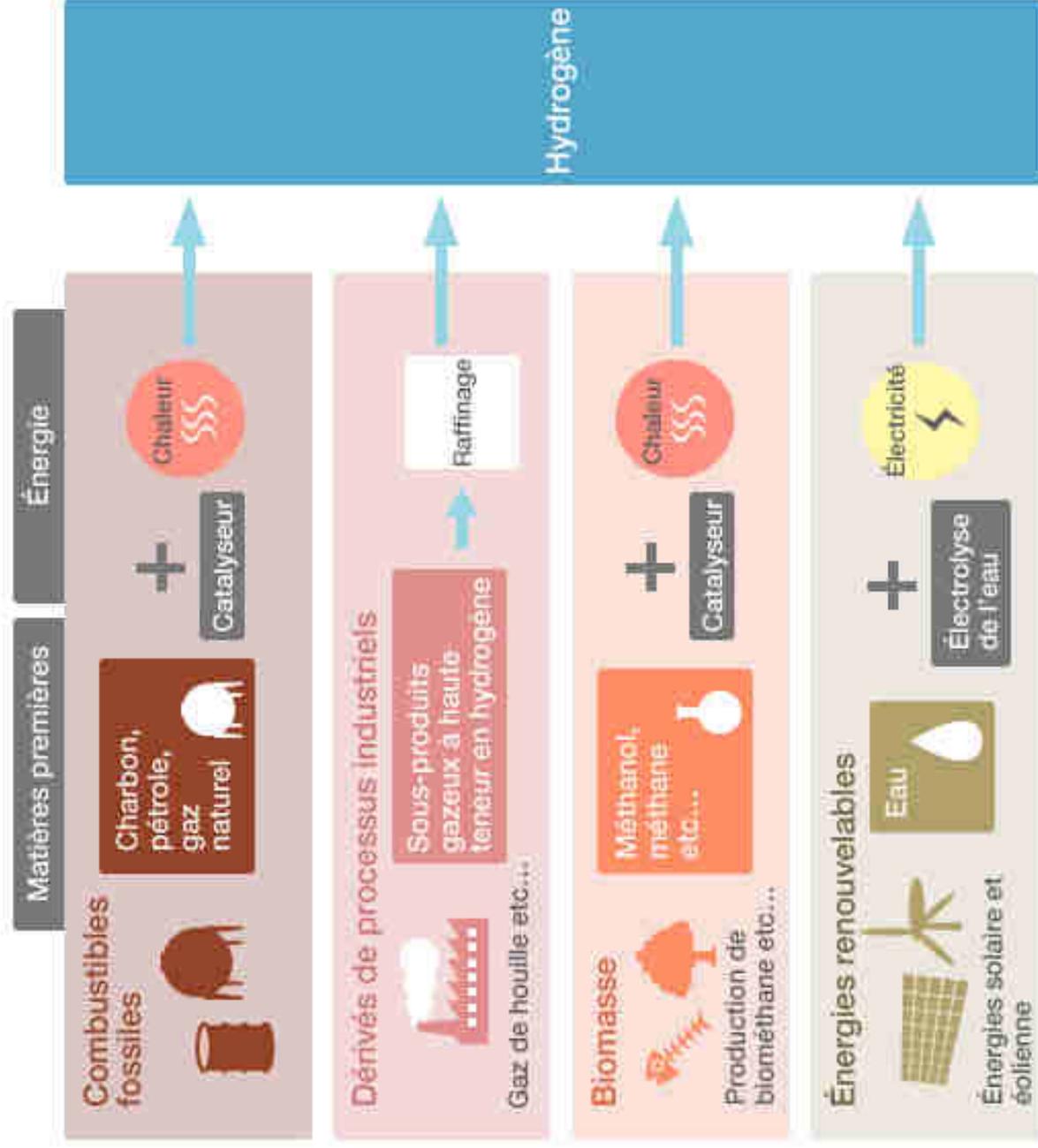
Figure 3 : Puissances de stockage installées dans le monde

	Capacité disponible	Gamme de puissance	Temps de réaction	Efficacité	Durée de vie	CAPEX puissance (€/kW)	CAPEX énergie (€/kWh)
STEP	1 – 100 GWh	100 MW – 1 GW	s - min	70 – 85 %	> 40 ans	500 – 1 500	70 – 150
CAES	10 MWh – 10 GWh	10 – 300 MW	min	50 % (1 ^{ère} gén.) 70 % (AA-CAES)	> 30 ans	400 – 1 200	50 – 150
Hydrogène et Pile à Combustible	10 kWh – 10 GWh	1 kW – 10 MW	s - min	25 – 35 %	5 – 10 ans	6 000	< 500
Batteries Sodium-Soufre	< 100 MWh	< 10 MW	ms	75 – 85 %	2 000 – 5 000 cycles	500 – 1 500	150 – 500
Batteries Lithium-Ion	< 10 MWh	< 10 MW	ms	85 – 95 %	2 000 – 10 000 cycles	1 000 – 3 000	300 – 1 200
Batteries Red-Ox Flow	< 100 MWh	< 10 MW	ms	65 – 80 %	2 000 – 12 000 cycles	500 – 2 300	100 – 400
Volants d'inertie	5 – 10 kWh	1 – 20 MW	ms	> 90 %	100 000 cycles	500 – 2 000	2 000 – 8 000
SMES	1 – 10 kWh	10 kW – 5 MW	ms	> 90 %	20 – 30 ans	300	> 10 000
Super condensateurs	1 – 5 kWh	10 kW – 5 MW	ms	90 – 95 %	500 000 cycles	100 – 500	10 000 – 20 000

Figure 6 : Comparaison de différentes technologies de stockage (liste non exhaustive). Les valeurs présentées sont des ordres de grandeur donnés à titre indicatif.

Technologie	Capacité	Puissance	Délais de réaction	Coûts des investissements (€/kW)	Durée de vie (nb de cycles)	Usage	Commentaires
STEP	1 à 10 GWh	0.1 à 2 GW	10 min	600 à 1 500	11 000	Réseau	99 % des capacités de stockage d'électricité Besoin de sites compatibles
CAES	10 MWh à 10 GWh	15 à 200 MW	1 min	400 à 1 200	11 000	Réseau	2nd génération et technologies adiabatiques en cours de développement Besoin de sites compatibles
Hydrogène	10 kWh à 10 GWh	1 kW à 1 GW	100 ms	3000 à 5 000	25 ans	Industrie Particuliers	Flexibilité d'usage de l'hydrogène produit Possibilité de valoriser la chaleur produite Découplage de la puissance de l'énergie stockée
Batteries (électrochimiques et à circulation)	1 kWh à 10 MWh	0,01 à 10 MW	1 ms	300 à 3 000	500 à 4 000	Industrie Particuliers	Fortes réactivité Les batteries à circulation nécessitent un maintien en température
Volants d'inertie	0,5 à 10 kWh	2 à 40 MW	5 ms	3 000 à 10 000	> 10 000	Réseau	Très forte réactivité Faible capacité en énergie
Super condensateurs	3 kWh	Tension : 2,5 V	3 s		> 10 000	Réseau Industrie	Très forte réactivité
Stockage d'énergie magnétique supraconductrice	0,3 à 30 kWh		8 ms		> 10 000	Réseau Industrie	

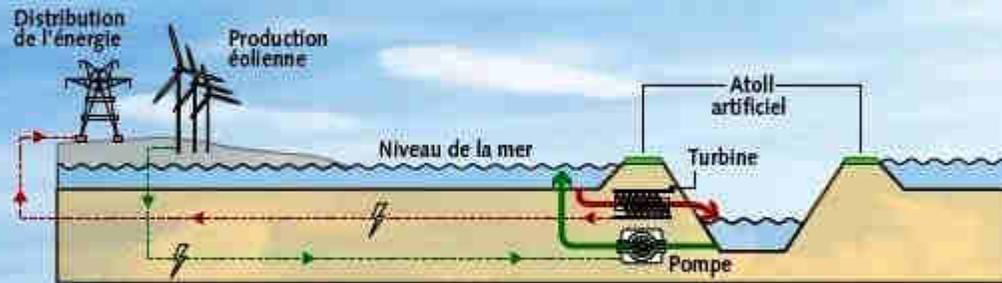
Production de l'hydrogène



Source : Livre blanc sur l'hydrogène en tant qu'énergie, Organisation pour le développement de nouvelles énergies et techniques industrielles, juillet 2014.

Le principe des barrages appliqué en mer

Production : en période de forte demande d'énergie, l'eau de mer remplit l'atoll en passant par des turbines qui produisent de l'électricité.

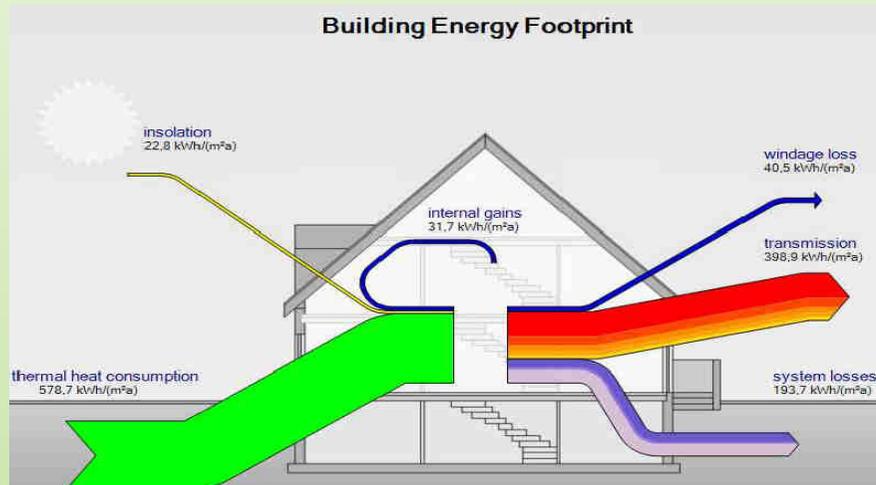
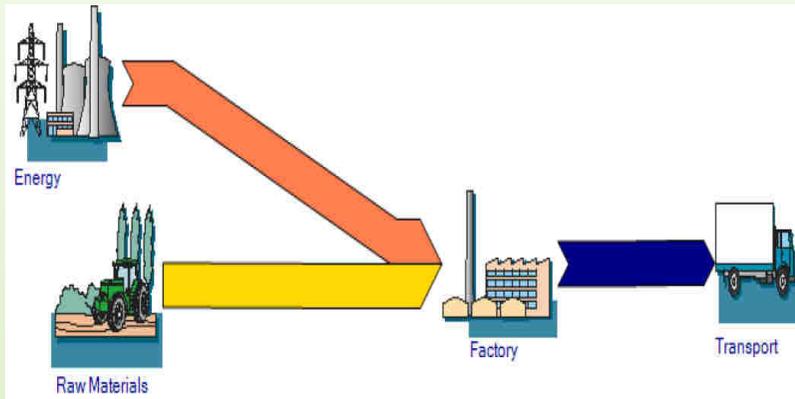


Stockage : en période de forte production des éoliennes et de faible demande, l'électricité sert à alimenter des pompes qui vidant le réservoir de l'atoll artificiel.



LOGICIELS

e-sankey



Logiciel CALSOL

ines.solaire.free.fr

Applications ★ Bookmarks

CalSol LOGICIEL CALSOL 

INSTITUT NATIONAL DE L'ÉNERGIE SOLAIRE (ÉDUCATION)

Ce logiciel à vocation essentiellement pédagogique a été développé par INES Education pour permettre :

- d'effectuer des évaluations simplifiées d'installations utilisant l'énergie solaire,
- de fournir une estimation des avantages énergétiques, économiques et environnementaux de celles-ci
- de comparer l'influence des variations des paramètres principaux (ensoleillement, surface des capteurs, montage financier...)

Les résultats calculés par le présent logiciel sont donnés à titre indicatif et devront faire l'objet d'une étude les confirmant. En aucun cas, ils n'engagent la responsabilité de l'INES.

Ressource solaire	Données climatiques	Gisement solaire	Gisement solaire ciel dégagé
Solaire photovoltaïque	Photovoltaïque réseau	Photovoltaïque en site isolé	Pompage photovoltaïque
Solaire thermique	Eau chaude sanitaire	Chauffage solaire cs-1	Piscine solaire
Solaire passif	Casquette sur fenêtre	Pièce	Bâtiment

Avertissement : ce logiciel ne doit en aucun cas être utilisé comme outil de dimensionnement d'installations. Les résultats sont donnés à titre indicatifs. L'INES décline toute responsabilité quant à une utilisation abusive de ce logiciel en dehors de la finalité rappelée ci-dessus.

**Data Acquisition and
Analysis Module**

Consistency and Completeness Checking and Benchmarking

Breakdown of Energy Consumption and Supply by Processes, Equipment, Temperature Levels, Time

**Process Optimisation
Module**

Recommendations for Technological Optimisation

Heat Recovery Module

Pinch Analysis

Design of Optimised Heat Exchanger Network

**Energy Supply and
Renewables Module**

Design of efficient Supply System (Utilities): CHP, Heat Pumps, Solar Thermal, Biomass, Efficient Chillers, Boilers and Burners

**Simulation and Evaluation
Module**

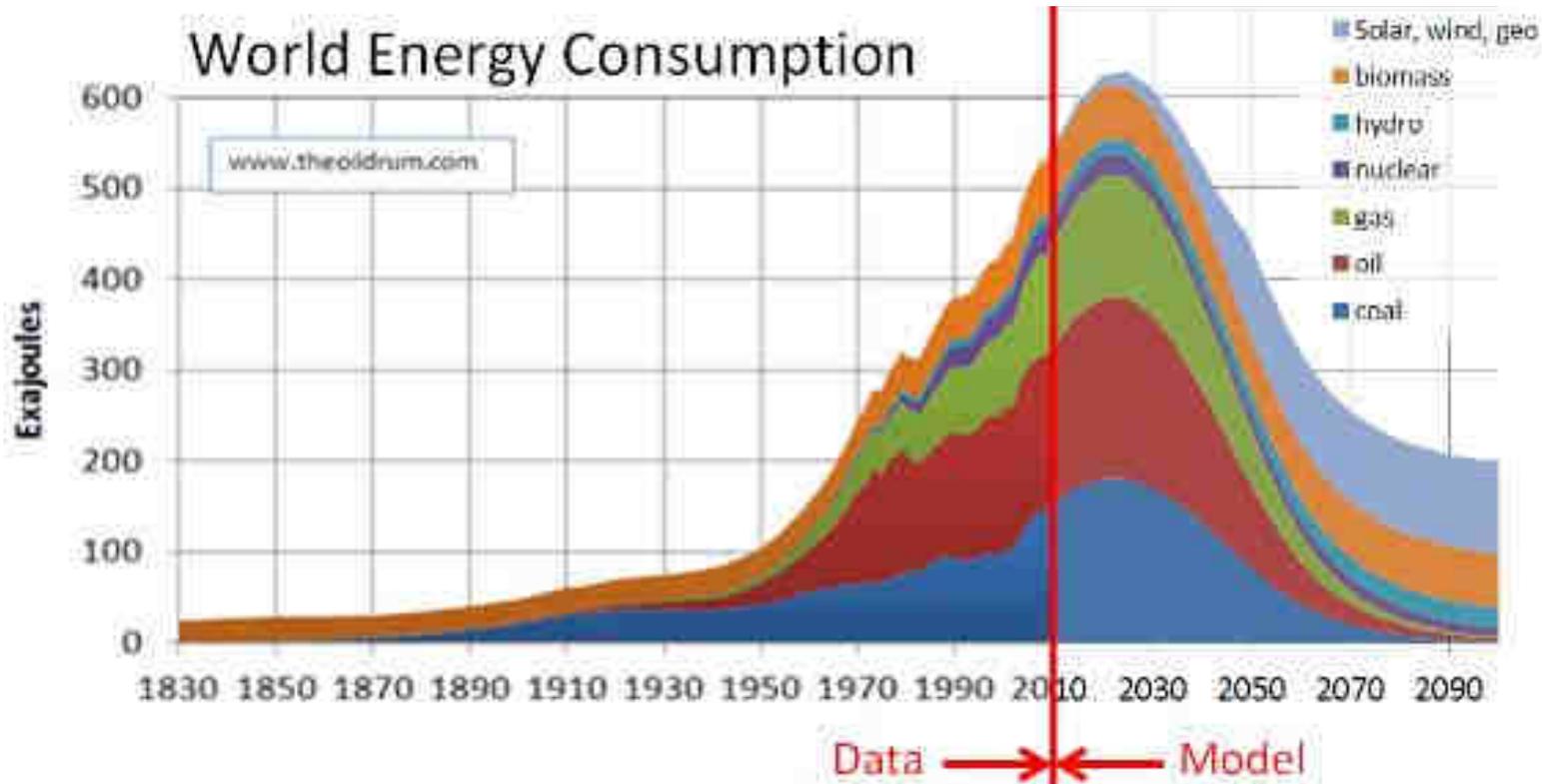
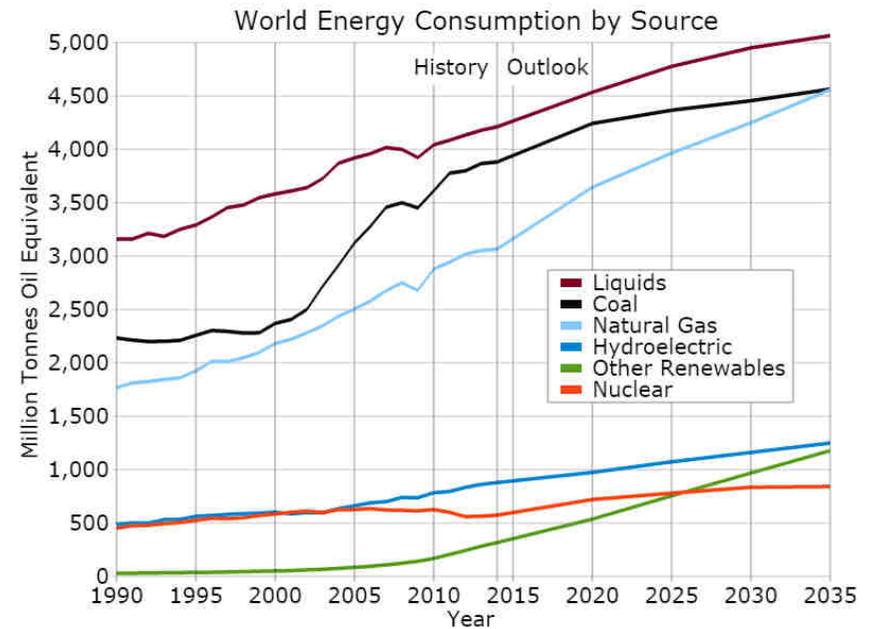
Dynamic System Simulation of the Whole System (Processes, Buildings, Distribution and Heat Exchanger Network, Utilities)

Economic and Environmental Evaluation

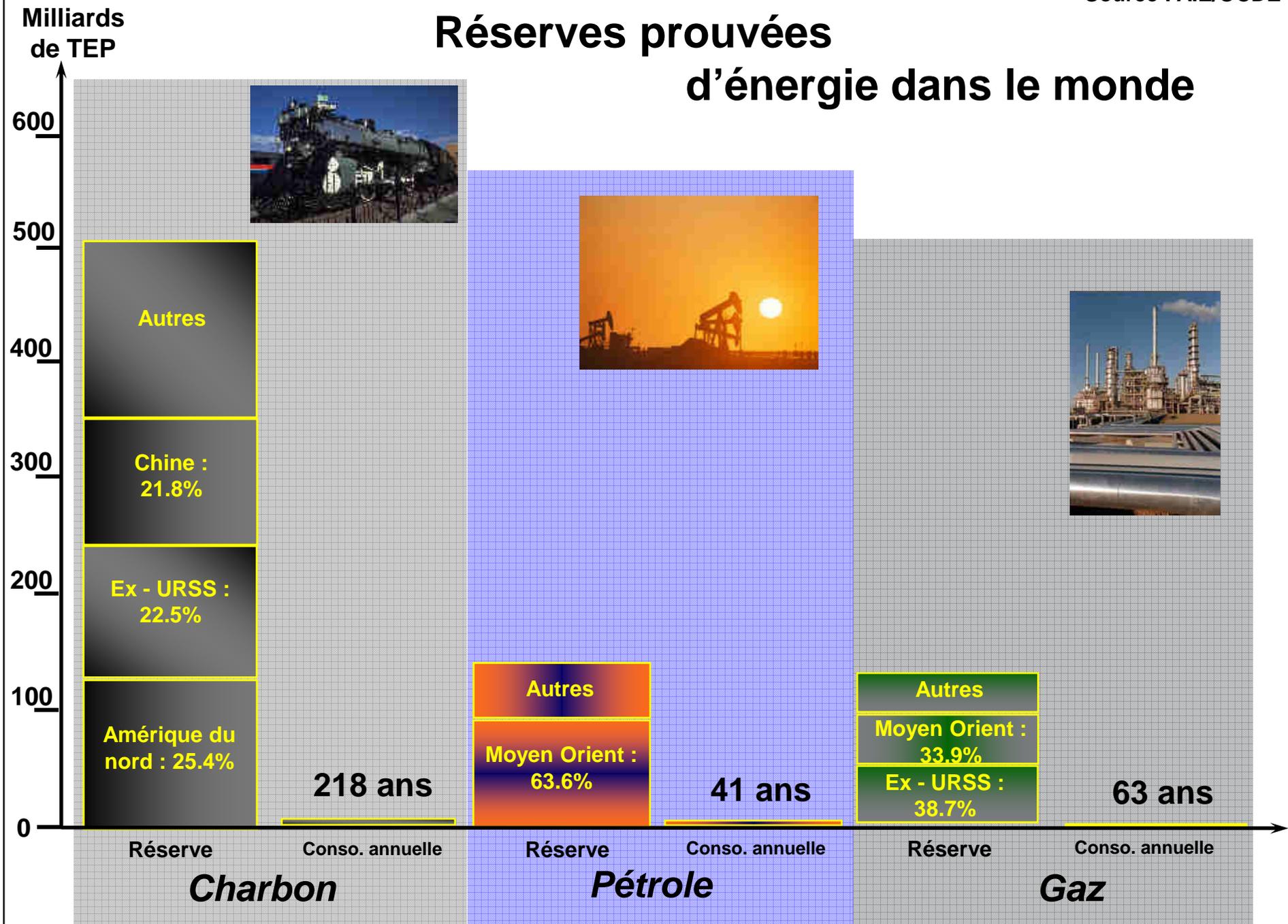
Reporting Module

Automatic Report Generation

PERSPECTIVES



Réserves prouvées d'énergie dans le monde



Trois types de conflits vont se développer :

1 – Guerres armées pour le contrôle des ressources (ex : guerre d'Irak)



2 – Guerres économiques (USA, Europe, Chine, Russie)

3 – Guerres des pauvres (sécheresses, montée des eaux, etc)

➡ Dessalement d'eau de mer



Production – Consommation Elec

Besoins métaboliques (nourriture) : 2,5 kWh/jour/personne

²

Autres activités énergétiques : (énergie commerciale, hors biens importés)

Moyenne Monde : 60 kWh/j

Africain : 14 kWh/j

USA : 270 kWh/j

Electricité solaire ?

Besoin mondiaux en électricité : en moyenne, 2500 kWh par personne par an 6 milliards d'habitants :

 15 10¹² kWh d'électricité par an 2000 kWh/m²an, rendement de 0,1 (PV)

Occupation des sols : 50 %, soit 100 kWh/m² an

Il faudrait donc équiper 150 10⁹ m² : 150 000 km²

En gros, un **carré de 400 km par 400 km** (2 % du Sahara) pour produire toute l'électricité mondiale

Plus rentable que construire des centrales.

Maroc

Location	Capacity installed (MW)	Mix sources (MW)	Land surface (ha)	Annual production GW h/y
Ain Beni Mathar	400	20 CSP ^a 380 Gas	2000	835
Ouarzazate	500	25 CSP ^b 475 Gas	2500	1150
Foum al Oud	500	25 CSP ^b 475 Gas	2500	1150
Boujdour	100	5 CSP ^b 95 Gas	500	230
Sebkhat Tah	500	25 CSP ^b 475 Gas	2500	1040

^a Real.

^b Estimated.

Source: MASEN, 2011

Maroc

Baseline electricity mix of morocco — installed capacity by source (MW, Scenario 1).

	CSP (parab. through)	Wind power	Photovoltaic	Total
2010	20	284	13	317
2012	20	1192	20	1232
2015	225	1595	50	1870
2020	416	2000	80	2496
2030	1299	3390	128	4816
2040	2893	5777	205	8875

New employment by scenario (Full-time equivalent workers).

Scenario	2010	2020	2030	2040
I	35,989	67,609	165,096	269,252
II	35,989	89,775	256,620	468,255
III	35,989	81,130	198,115	323,102
IV	35,989	95,474	276,574	499,009
V (CSP)	35,989	81,418	180,798	292,891
VI (PV)	35,989	78,304	164,385	286,153
VII (WIND)	35,989	96,671	241,948	421,355



*Merci de votre
attention*