

Les énergies renouvelables

- Éolien
- Solaire photovoltaïque
- Hydroélectricité
- Solaire thermique
- Géothermie
- Bioénergie: déchets et bois

Technologies existantes

- **Éoliennes traditionnelles** : hautes de 50 à 110 m, leurs pales font de 10 à 25 tours par minutes.

L'énergie mécanique est transformée en électricité grâce à une génératrice.

Leur puissance est en moyenne de **2 MW**, soit **2 000 foyers** (hors chauffage)

- **Éoliennes urbaines** : 2 types:

- Éoliennes à axe horizontal

- Éoliennes à axe vertical

EOLIEN

Technologies existantes



Maison d'accueil de Bobigny:
3 éoliennes de 6kW

- **Éoliennes à axe horizontal:**
 - production jusqu'à 20kW
 - utilisation en milieu urbain fortement déconseillée (sensibilité de la mécanique, perte d'efficacité sous vents incidents, risque de rupture de pales)

EOLIEN

Technologies existantes



- **Éoliennes à axe vertical:**
 - adaptées à une utilisation sur des toits d'immeubles
 - peu sensibles à l'incidence des flux
 - pas de problème de sécurité

Conditions et contraintes

- **Contraintes techniques** : éoliennes implantées sur de grands bâtiments, soumises à de fortes turbulences
- **Contraintes réglementaires** : nécessité d'un PC au delà de 12 m de hauteur (calculée entre le sol et le haut de la nacelle)
- **Contraintes économiques** : coûts d'investissements des éoliennes urbaines compris entre 2 500 et 11 000 euros/kW installé. Le cout de revient (20 cts) est supérieur au cout d'achat (environ 10 cts)

EOLIEN

Énergie fournie

- Puissance installée en France en janvier 2008:
2 500 MW (2 000 éoliennes) soit 0,4% de la production d'électricité
- La France bénéficie du **2ème gisement éolien** en Europe (après le Royaume-Uni)
- Puissance installée en Allemagne : 22 000 MW
En Espagne : 15 000 MW

SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Technologies existantes

- Énergie solaire photovoltaïque en site isolé :

Installation :

- champ de panneaux solaires photovoltaïques
 - batterie d'accumulateurs
 - onduleur (conversion de l'énergie en 22V alternatif)
- Énergie photovoltaïque raccordée au réseau
 - électricité injectée dans le réseau de distribution publique.
 - Filière émergente qui se développe rapidement du fait de tarifs d'achats élevés (0,30 à 0,55 euros le kWh) et de fortes subventions pouvant couvrir jusqu'à 80% du coût final

SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE

Conditions et contraintes

- Production directement fonction de l'ensoleillement du lieu
- **Puissance maximale** : 140 Wc/ m²
- **Configuration optimale** : pente de toit de 30° orientée plein sud et sans ombres portées

SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Énergie fournie

- **Centrales solaires photovoltaïques** : la plus grande de France (île de la Réunion) est constituée de **6 000 panneaux** solaires, **1 300 MWh par an** (consommation de 300 clients EDF)
- **Photovoltaïque intégré au bâti** : La production journalière est comprise entre 0,3 et 0,5 kWh par m² selon le lieu

Les besoins électriques d'un **foyer de 4 personnes** représentent environ **2 500 kWh** par an (hors chauffage et eau chaude sanitaire), soit la production d'un **système de 20 à 25 m²**

SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE

Énergie fournie

- **Part insignifiante** dans la production actuelle d'électricité en France
- Taux de croissance de **30%** depuis quelques années
- Développement prioritaire pour cette filière industrielle (X 400)

HYDROELECTRICITE

Technologies existantes

- **Grande hydroélectricité**: puissances de plusieurs centaines de GW

Puissance installée en France: **23 000 MW**

- **Petite hydroélectricité** : installations de puissances inférieures à 10 MW (le plus souvent seulement quelques centaines de kW)

Puissance installée en France: **2 000 MW**

HYDROELECTRICITE

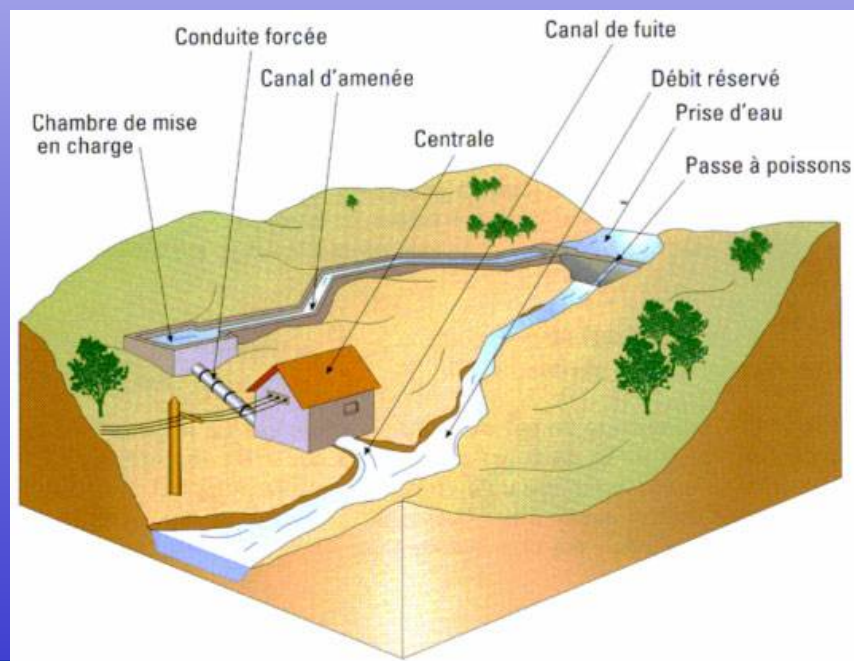
Technologies existantes

- **Centrales de basse chute:** sur les grands fleuves, avec un débit important mais un dénivelé faible



Centrale de basse chute à axe vertical

- **Centrales de haute chute:** sites de montagne, avec débits faibles mais forts dénivelés



HYDROELECTRICITE

Conditions et contraintes

- **Maitrise du foncier:**

- négociation de servitudes, et nécessité d'obtention des droits d'eau.

- soumission de toute installation hydraulique à déclaration et autorisation préfectorale

- **Obligation d'achat d'électricité par EDF:**

- soumise à validation par EDF d'éléments techniques et administratifs (sécurité notamment)

HYDROELECTRICITE

Énergie fournie

- **Puissance installée en France : 25 000MW**
(27 000 prévus en 2020)
- **Petite hydraulique :**
 - 1 700 installations pour 2 000 MW
(équivalent à 2 centrales nucléaires)
 - 10% de la production hydroélectrique
 - 1,5% de la production électrique totale

SOLAIRE THERMIQUE

Technologies existantes

- **Basse température :**

A l'échelle du bâti, chauffe-eau solaire individuel permettant de chauffer l'eau sanitaire et éventuellement assurant une partie du chauffage

- **Haute température :**

- La concentration optique des rayons du soleil dans des centrales permet d'obtenir de très hautes températures.

- 2 usages : production de chaleur et d'électricité

- **Avantage:** possibilité de stocker la chaleur solaire pour une utilisation différée

SOLAIRE THERMIQUE

Conditions et contraintes

- **Orientation optimale** des capteurs : plein sud avec un angle d'inclinaison de 45°
- **Autres orientations possibles** : sud-est / sud-ouest et inclinaisons de 20 à 60°
- **Nécessité de plus grandes surfaces de capteurs** au Nord qu'au Sud (selon degré d'ensoleillement)

SOLAIRE THERMIQUE

Énergie fournie

•Chauffe-eau solaire:

– 40 à 70% des besoins pourraient être couverts par l'énergie solaire (sur la base d'une consommation journalière de 50 à 60 litres d'eau chaude par personne)

–pour un ménage de 3 ou 4 personnes (200 litres d'eau chaude par jour), 2 à 5m² de capteurs selon la zone d'ensoleillement

•Système solaire combiné (chauffage et eau chaude sanitaire):

–Plus rentable dans les régions froides

–Peut couvrir 10 à 40% des besoins en chauffage

Technologies existantes

- **Géothermie haute énergie profonde:**

- profondeur de 1 000 à 3 000 mètres

- températures supérieures à 150°

- **Géothermie basse énergie:**

- profondeur de 1 000 à 2 000 mètres

- exploitation de la chaleur des nappes aquifères souterraines

- **Géothermie très basse énergie:**

- profondeur très faible: de 0 à 100 mètres

- faibles températures: 10 à 30°

Récupération de la chaleur par une PAC reliée aux capteurs

GEOOTHERMIE

Technologies existantes

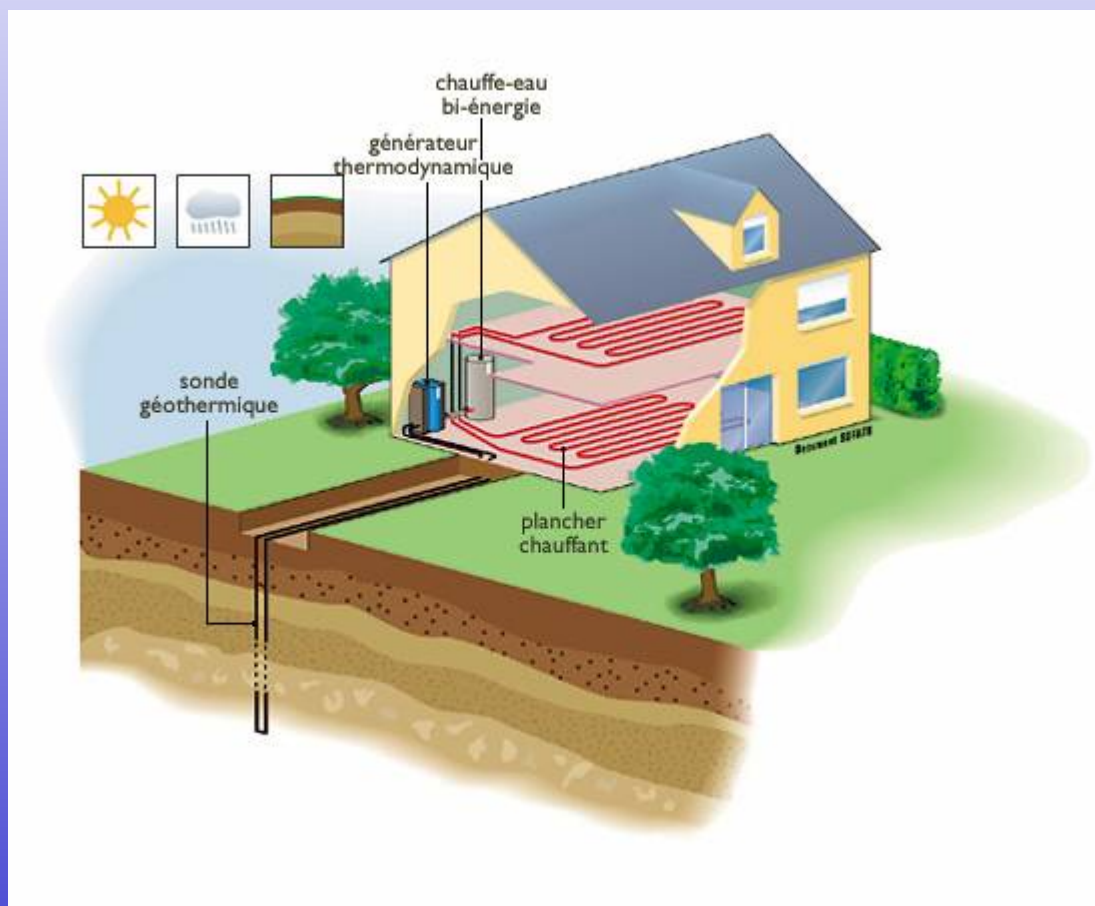


Capteur horizontal:

- très faible profondeur (0,6 m sous terre)
- sol meuble favorisant les transferts de chaleur
- grande surface nécessaire

GEOOTHERMIE

Technologies existantes



Capteur vertical ou sonde géothermique:

- profondeur de 60 à 100 mètres
- surface nécessaire minime
- technologie plus délicate à mettre en oeuvre
- étude géologique préalable

Conditions et contraintes

- En cas d'échange avec une nappe phréatique, autorisation administrative obligatoire
- **surfaces nécessaires** (capteurs horizontaux) : de 1,5 à 2 fois la surface à chauffer
- **distances minimales à respecter** :
 - 2 m pour les arbres
 - 1,5 m pour les réseaux enterrés non hydrauliques
 - 3 mètres pour les fondations, puits, fosses sceptiques
- Soit au total, pour une maison de **120 m²** une surface de **800 m²** nécessaire pour ses capteurs

GEOOTHERMIE

Énergie fournie

- Volume global d'énergie produite en France:
 - **électricité : 15 MW** avec une centrale unique (production mondiale: 9 000 MW)
 - **chauffage: 305 MW** (production mondiale: 28 000 MW)
- A l'échelle du bâtiment: (ex 120m²)
 - 2 sondes géothermiques de 50 m de profondeur
 - OU des capteurs horizontaux de 180 à 240m²

Une PAC est nécessaire pour transférer l'énergie afin d'atteindre une température plus élevée. Le coefficient de performance des PAC varie de 3 à 5

Technologies existantes

- **Valorisation du bois sous forme de chaleur :**
production de chauffage et/ou électricité
- **Valorisation des biogaz par conversion biologique :**
 - Fermentation des matières organiques des décharges, stations d'épuration... (méthane essentiellement)
 - Le méthane : gaz à effet de serre plus puissant que le CO₂ produit par sa combustion: la récupération du biogaz produit par les décharges est donc particulièrement intéressante

Conditions et contraintes

- **Combustion du bois :**
 - Pb des coûts de transport
 - Impact environnemental si généralisation
 - Pb pulmonaires si mauvaise ventilation des logements
- **Biogaz :**
 - Le traitement par méthanisation des déchets nécessite trois fois moins de surface de terrain que le compostage: très intéressant dans les régions urbanisées

BIOENERGIES

Énergie fournie

- **Le bois :**
 - 3,4% de la consommation totale d'énergie en France
- **Le biogaz :**

