

ENERGIE



GUIDE DES *énergies* *Renouvelables*

INTRODUCTION

Dans ce dossier nous essayons de mettre en avant, de façon non exhaustive, les différentes énergies renouvelables qui sont réalisées en France et plus particulièrement sur le territoire Breton. Cela permet d'identifier les différentes technologies qui peuvent être installées sur le territoire d'une agglomération.

Nous avons réalisés une fiche explicative pour chacune des énergies renouvelables de façon à avoir une description, des données techniques, un schéma explicatif et des données sur le financement pour le particulier mais aussi pour une collectivité. De plus nous avons voulu, à travers un benchmarking au niveau de la région Bretagne, mettre en avant des projets qui peuvent être appliqués sur le territoire de Concarneau Cornouaille Agglomération.

Dans le but d'avoir une meilleure compréhension de ces fiches, il est intéressant de voir dans un premier temps un lexique et une brève explication des données techniques.

SOMMAIRE

4
LEXIQUE



6
**SOLAIRE THERMIQUE
PHOTOVOLTAIQUE**

10
**EOLIEN TERRESTRE
OFFSHORE**



14
**METHANISATION
BOIS, DECHETS**

20
**HYDRAULIQUE
ENERGIES MARINES**



LEXIQUE

Puissance

C'est la quantité d'énergie produite à un instant donné. Plus la puissance et le facteur de charge sont élevés, plus la production énergétique sera importante sur une période donnée. Elle s'exprime en Watt (W).

Production d'énergie

Cela correspond à l'énergie (électrique ou thermique) qui est produite sur une période donnée. Son unité est le Watt heure (Wh).

Facteur de charge

Cela équivaut au taux d'utilisation à pleine puissance de l'équipement sur le nombre total d'heure sur une année (8760 heures). Par exemple, pour un facteur de charge de 20%, l'équipement a fourni 20% de l'énergie qu'il aurait pu fournir s'il avait fonctionné à puissance maximale tout au long de l'année. Pour deux équipements de même puissance, celui qui aura le facteur de charge le plus élevé aura une meilleure production énergétique sur une même durée.

Energie fatale

L'énergie fatale est une énergie qui est disponible mais qui serait perdue si elle n'était utilisée. Par exemple on trouve des ressources naturelles telles que le vent, le soleil ou l'eau, elles peuvent également être issues d'un premier procédé de production d'énergie (chaleurs de fours...).

Base

Parmi les énergies renouvelables présentées ici, une production est dite de base lorsque le nombre d'heure de fonctionnement est important sur la totalité de l'année. Dans le mix énergétique français, la base correspond à la production constante d'énergie sur le territoire. Elle prend en charge une part importante de la production énergétique. Par exemple on retrouve à l'échelle nationale le nucléaire et dans une moindre mesure l'éolien.

Pointe de production

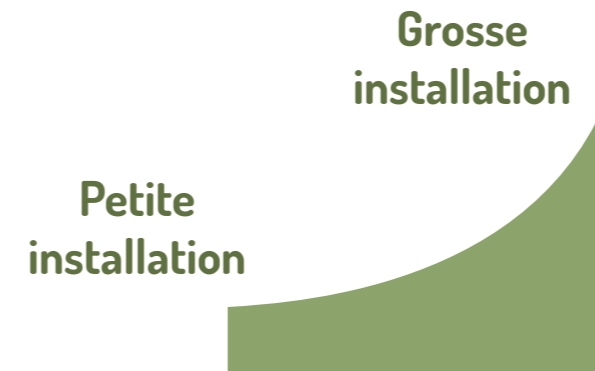
Lorsqu'une demande énergétique est plus importante que l'offre (Base + semi-base), les productions de pointe permettent de produire l'énergie supplémentaire nécessaire à la satisfaction des pics de consommation sur le territoire. Par exemple on retrouve les technologies telles que l'hydraulique ou les centrale à gaz.

Intermittence

Dans la production énergétique on retrouve des équipements dont la puissance fournie varie selon différents facteurs notamment météorologiques comme par exemple avec le rayonnement solaire.

EnR : Energie Renouvelable

DONNEES TECHNIQUES



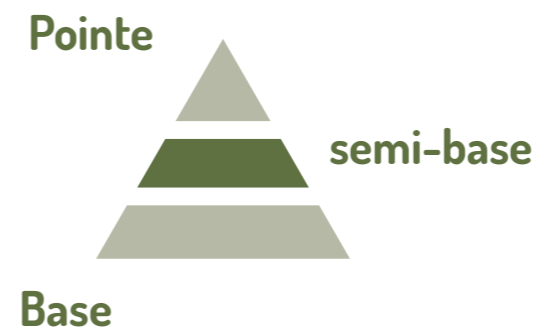
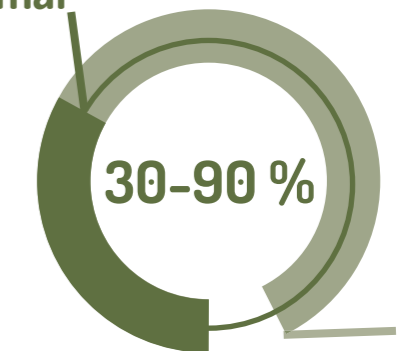
Gamme de puissance :

Une gamme de puissance est une échelle qui fait apparaître le panel des puissances des installations pour une technologie donnée.

Facteur de charge :

Le facteur de charge est un pourcentage et il est représenté par le graphique ci-contre.

facteur de charge minimal







Durée de fonctionnement :

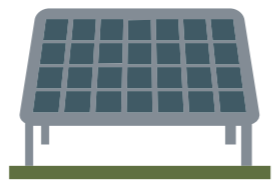
La durée de fonctionnement permet de mettre en avant le caractère base, semi-base ou de pics de chacune des technologies. Ainsi chaque type est caractérisé par une partie du triangle comme ci-contre.

- Pointe entre 1 et 2000 h/an
- Semi-base entre 2000 et 6000 h/an
- Base entre 6000 et 8760 h/an

Ordre de grandeur :

				
Echelle	1 m ²	Maison	Ville	Pays
Puissance	W	kW	MW	GW
Energie	~100 kWh	~ 10 MWh	~100 GWh	~400 TWh

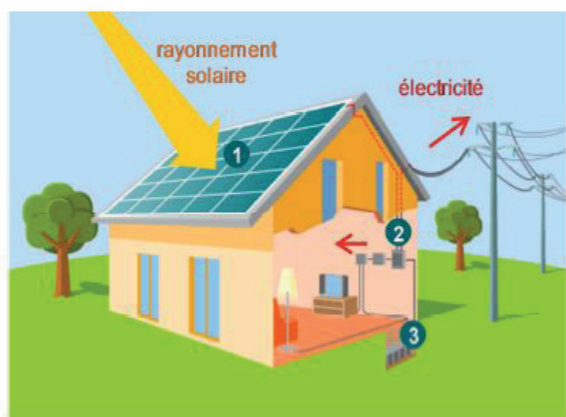
Solaire Photovoltaïque



La technologie photovoltaïque (PV) permet la conversion de l'énergie issue du rayonnement solaire en électricité. Elle se présente sous forme de panneaux qui peuvent être installés aussi bien chez un particulier (sur toiture) que dans le cadre d'un parc photovoltaïque (voir photo ci-contre).

Chacun des panneaux est fabriqué avec des matériaux semi-conducteurs cristallins (silicium monocristallin ou polycristallin), de couche mince (silicium amorphe, tellure de cadmium) ou en matière organique. Chacun de ces matériaux possède des caractéristiques qui lui sont propres avec des rendements particuliers. Aujourd'hui les matériaux cristallins sont les plus répandus sur le territoire.

Il est nécessaire de permettre à ces panneaux de capter un ensoleillement maximal. C'est pourquoi l'orientation est un critère majeur dans leurs installations (de préférence en direction du sud). En prenant en compte le rayonnement en Bretagne et le rendement moyen d'un panneau photovoltaïque il est possible d'avoir une production au mètre carré d'environ 165 kWh par an. L'électricité produite devra alors passer par un onduleur qui convertira un courant continu en un courant alternatif. Ensuite l'électricité pourra fournir le logement lorsqu'il y aura une demande dans le cadre d'une installation individuelle, sinon il sera réinjecté dans le réseau.



- 1 Panneaux photovoltaïques
- 2 Onduleur/Compteur électrique
- 3 Batteries (si stockage)

1 MW installé
1,03 GW_h élec Produit

FINANCEMENT

Le retour sur investissement des centrales photovoltaïques se fait avec le rachat de l'électricité produite par EDF. Des contrats sont ainsi passés avec les différentes parties. Par exemple, pour la centrale de Lannion, le kWh est revendu au prix de 37 centimes d'euro.

Au point de vue de l'individuel, le rachat s'effectue de la même manière. Des contrats sont signés afin de déterminer le montant de rachat. Pour le particulier des financements existent au niveau communal pour certaines collectivités (exemple à Guiliers, avec 50€/m² de panneaux). De plus EDF permet des aides au financement de tels projets individuels.



- Abondance et gratuité de la ressource solaire
- Coût de production faible
- forte modularité d'installation, adapté aux logements individuels
- Durée de vie importante (20 à 25 ans)



- Nécessite un ensoleillement minimum pour fonctionner (absence de production s'il est faible ou nul)
- Prix de rachat de l'électricité par EDF a diminué
- Filière de Recyclage en développement
- Pour les centrales photovoltaïques, conflit d'usage avec l'emprise au sol

Réalisations en Bretagne

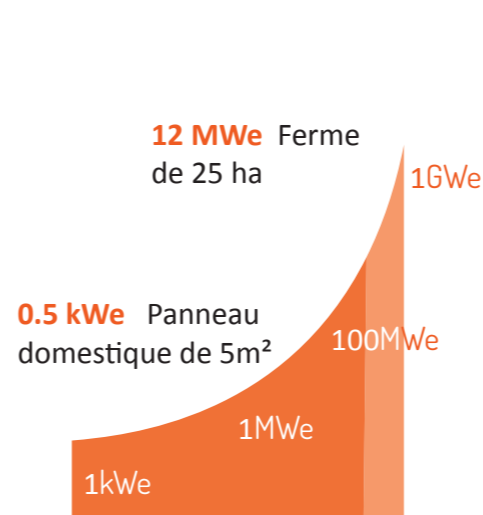
Ploufragan (22)

En 2010, la commune costamoricaine de Ploufragan accueille une des premières centrales bretonnes sur une surface de 5 400 m² pour une puissance de 0,8 MW. Le parc, installé par Inovasol, permet l'alimentation de près de 360 logements pour un investissement d'environ 4 000 000 d'euros.

Lannion (22)

En 2011, Lannion, dans les Côtes d'Armor, voit sortir de terre une centrale photovoltaïque d'environ 5,4 hectares où seront installés près de 11 160 panneaux pour une puissance 2,7 MW. Le parc, installé par la société Néoen, peut alors alimenter 600 foyers pour un investissement privé à hauteur de 8 millions d'euros.

GAMME DE PUISSANCE



DUREE DE FONCTIONNEMENT



Base « fatale » Intermittente

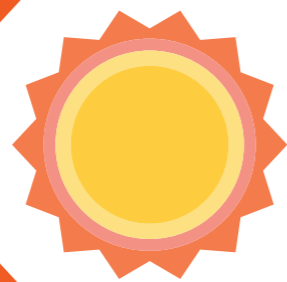
4000 h/an en France en moyenne, correspond au nombre d'heures pendant lesquelles le panneau fonctionne;

FACTEUR DE CHARGE

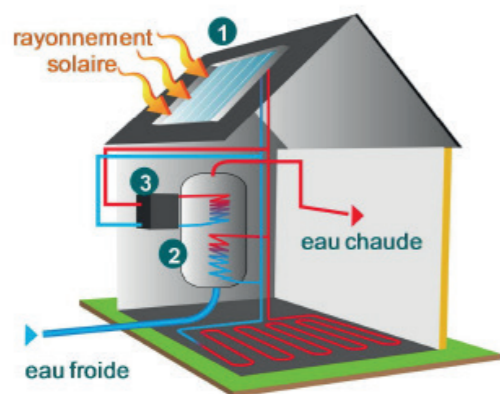


En 2012, en France, le facteur de charge moyen photovoltaïque était de 13% pour des valeurs variant entre 10 et 20%.

Solaire Thermique



La technologie solaire thermique permet la conversion de l'énergie issue du rayonnement solaire en chaleur. Les panneaux, généralement placés sur le toit, captent l'énergie du rayonnement solaire et la transmettent à un liquide caloporteur (qui a la propriété de transporter la chaleur) sous forme de chaleur. Ce dernier circule dans un circuit fermé entre les panneaux et le chauffe-eau solaire, ou ballon solaire. C'est dans ce celui-ci que la chaleur du liquide caloporteur sera transférée vers l'eau qu'il contient. Une chaudière d'appoint est nécessaire pour chauffer l'eau lorsque l'apport en chaleur des panneaux solaires est insuffisant pour répondre aux besoins de l'habitation.



- 1 Capteurs solaires thermiques
- 2 Ballon de stockage d'eau chaude
- 3 Chaudière d'appoint

1 MW installé

0,5 GW_h thermique Produit

2 types

Le chauffe eau solaire individuel dit « CESI », permet de produire 40 à 70 % des besoins annuels d'eau chaude sanitaire d'un foyer avec la seule énergie solaire.

Le système solaire combiné ou « SSC », permet de produire 40 à 60 % des besoins d'eau chaude sanitaire et de chauffage d'une habitation.

FINANCEMENT

Des aides financières sont disponibles et portées par le département ou la commune.

Département:

- Côtes d'Armor: 500€ pour un Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI) / 1000€ pour un Système Solaire Combiné (SSC).

Exemples de communes:

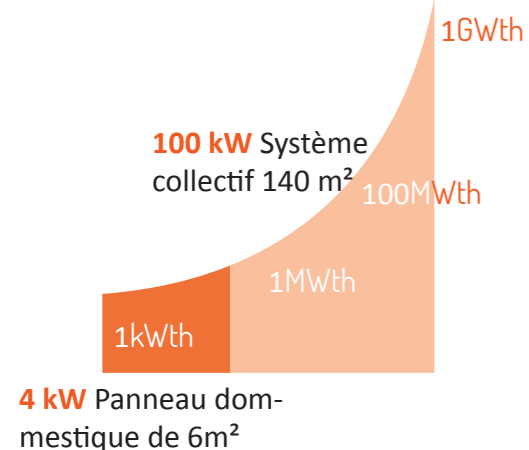
- Guidel: 60€/m² pour un CESI / 600€ avec minimum 7m² de SSC
- Guilers: 50€/m² plafonné à 6m² pour un CESI
- Saint Domineuc: 300€ pour un SSC ou CESI

Il est possible d'avoir des financements via d'autres organismes tel que l'ADEME.

- Aide pour le pré-diagnostic à hauteur de 70% du coût plafonné à 2300€
- Aide pour les études de faisabilité à hauteur de 50% du coût
- Aide maximale pour l'installation à hauteur de 200€/m² plafonné à 60% pour les collectivités et 40% pour le tertiaire.

Dans le cas de rénovation de bâtiment des aides de l'ANAH sont disponibles sous certaines conditions.

GAMME DE PUISSANCE



DUREE DE FONCTIONNEMENT



Les systèmes solaires thermiques fonctionnent en continu jour et nuit grâce au stockage tampon, bien que la production de chaleur soit effective uniquement lorsque l'ensoleillement est suffisant.

FACTEUR DE CHARGE



La puissance thermique instantanée est rarement au niveau de la puissance installée maximale. Ceci explique la faiblesse du facteur de charge.

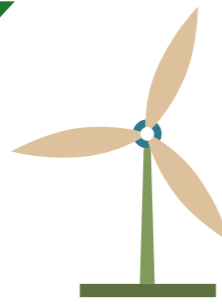


- Utilisation d'une ressource abondante et gratuite.
- Réseau individuel, sans raccordement à un réseau.
- Réduction des besoins en eau chaude sanitaire.
- Possibilité de stockage de l'eau chaude.



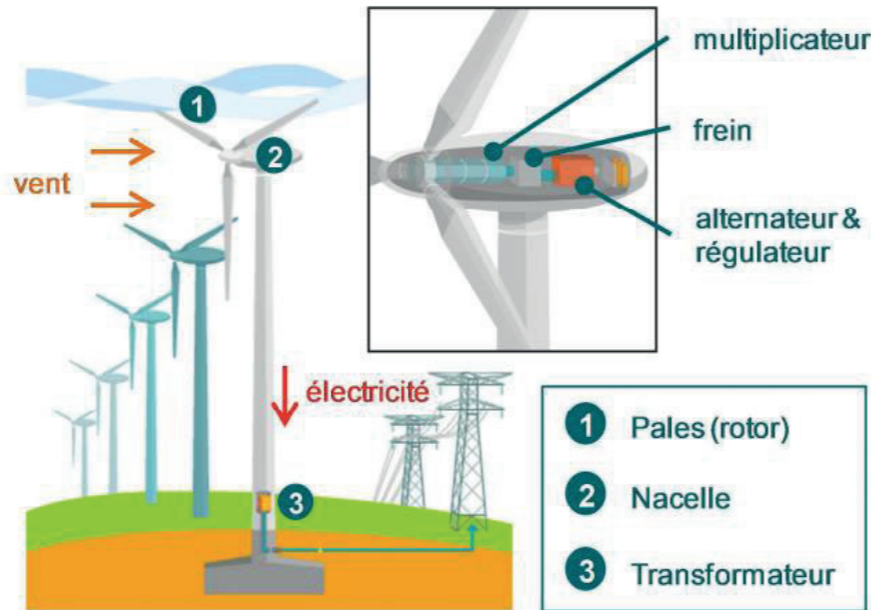
- Nécessite un chauffage d'appoint.
- Coût d'investissement relativement élevé.
- Recyclage difficile

Eolien Terrestre



La technologie éolienne permet la production d'électricité à partir de l'énergie cinétique du vent. Celle-ci, captée par les pales de l'éolienne, est transformée en énergie mécanique via un rotor puis en énergie électrique grâce à un générateur. Au vu de la technologie actuelle on estime le rendement de ces systèmes compris entre 35 et 45% (part de l'énergie cinétique du vent convertie en énergie électrique). L'éolien fait partie des technologies les plus matures en termes d'énergies renouvelables. La plage de fonctionnement d'une éolienne comprend des vitesses de vent allant de 3 à 15 m/s (5 à 90km/h), variable en fonction du modèle. Au-delà de ces vitesses la nacelle est placée en drapeau pour des raisons de sécurité et la production stoppée. La puissance d'une éolienne évoluant comme le cube de la vitesse du vent, il est certain que sa performance dépend en grande partie de son site d'installation.

Les modèles les plus répandus sont les éoliennes à axe horizontal à 3 pales, avec rotors à vitesse variable. Ces équipements, dont le mât mesure entre 45 et 115 mètres de haut, peuvent fournir jusqu'à 8 MW de puissance par unité. Il existe des modèles plus petits appelés éoliennes individuelles. Avec un mât allant de 10 à 35 mètres de hauteur, ces modèles fournissent une puissance comprise entre 0,1 et 36 kW.



1 MW installé
1,9 GWh élec
Produit

FINANCEMENT

Le coût global d'une installation de grand éolien est de 1300 à 1500 € du kW installé : matériel, raccordement, installation, études, démantèlement. A ceci, il faut rajouter frais d'entretien, d'exploitation et de maintenance qui représentent environ 2 à 3% de l'investissement total par an.

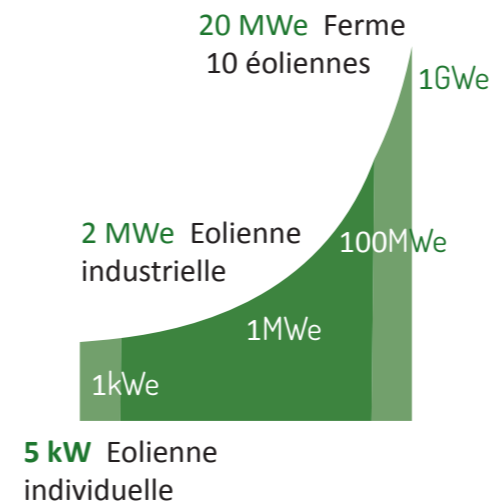
Concernant le petit éolien, on estime le prix du kW installé entre 2500 et 9000 € pour des modèles allant de 3000 à 30 000 €. L'électricité produite est généralement injectée dans le réseau national (elle peut être utilisée de manière locale) et donc rachetée par EDF :

- 0,084 € pendant 10 ans
- 0,028 à 0,082 € de 10 à 15 ans

- +**
- Conception, installation et maintenance aisée
 - Faible empreinte au sol (compatible avec l'exploitation agricole)
 - Le démantèlement des éoliennes assure la remise en état du site
 - Coût marginal de production d'électricité très faible («gratuité de la ressource»)

-
- Caractère intermittent de la production d'électricité : dépendante de la vitesse du vent
 - Contraintes géographiques sur les sites éligibles (topographie, obstacles, etc.)
 - Impact visuel et nuisances sonores possibles
 - Impacts environnementaux potentiels, notamment sur les oiseaux et chiroptères

GAMME DE PUISSANCE

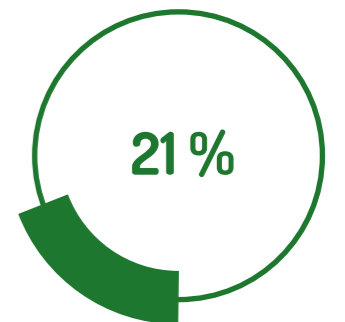


DUREE DE FONCTIONNEMENT



Une éolienne fonctionne le plus souvent à charge partielle. L'électricité produite est fatale.

FACTEUR DE CHARGE



Le facteur de charge dépend de la situation géographique. Au niveau national il est compris entre 20 et 25%.

Réalisations en Bretagne

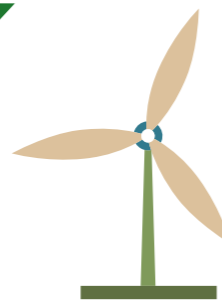
Plémet, La Ferrière (22)

Le parc du Minerai, chevauchant les communes de La Ferrière et de Plémet situées dans les Côtes d'Armor, est aujourd'hui le plus important de Bretagne. Installé par P&T Technologie et en service depuis novembre 2014, il compte 8 éoliennes d'une puissance de 2,5 MW chacune (20 MW au total). Il est en mesure de produire 36,8 GWh à l'année, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 3060 logements.

Melgven (29)

CCA verra prochainement son premier parc éolien, Kergleuziou, sortir de terre sur la commune de Melgven. P&T Technologie, opérateur et exploitant, y plantera 3 éolienne de 2 MW chacune (6 MW au total) qui devraient produire 11,6 GWh par an.

Eolien Offshore



1 MW installé
3,2 GWh élec
Produit

FINANCEMENT

Le coût d'1 kW d'éolien offshore installé est compris entre 2000 et 4000 €. Il comprend l'installation, le matériel, le raccordement, l'étude, le démantèlement en fin de vie et la maintenance des éoliennes.

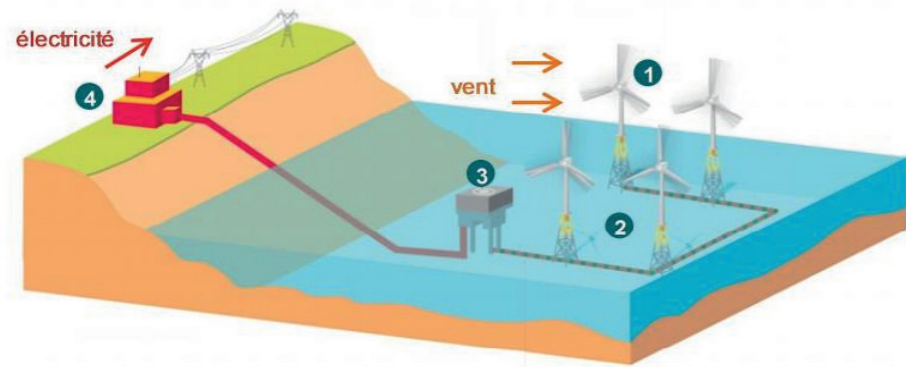
Un contrat est passé entre l'exploitant et l'acheteur, EDF. Il est valable 20 ans et détermine le prix de rachat du kWh :

- 0,13 € le kWh les 10 premières années.
- 0,03 à 0,13 € le kWh les 10 dernières années.

De l'anglais offshore (qui n'est pas situé sur les côtes) ces installations se situent en mer. Le principe de fonctionnement d'une éolienne offshore est identique à celui d'une onshore. Cependant le milieu marin offre certaines spécificités. De manière générale les vents qui y soufflent sont plus forts et plus constants, ils octroient aux éoliennes un rendement compris entre 30 et 45% (part de l'énergie cinétique convertie en énergie électrique). Toutefois la difficulté d'accès aux sites rend le coût de leur installation, de leur raccordement au réseau et de leur entretien beaucoup plus onéreux (30 à 50% du prix de l'investissement). Seul des éoliennes posées sur le fond sont aujourd'hui installées. Celles-ci, à axe horizontal et à 3 pales, ne cessent de voir leur dimensions grandir. On construit aujourd'hui des modèles de 150 mètres de haut capables de fournir une puissance de 8 MW. La réglementation impose aux éoliennes posées d'être situées à plus de 15 km des côtes et à moins de 40 mètres de profondeur.

Cependant la technologie farshore (loin des côtes), actuellement en cours de développement, pourrait permettre prochainement d'agrandir de manière considérable le gisement éolien. Celle-ci consiste à placer au large (plus de 30km des côtes) des éoliennes flottantes, permettant ainsi l'affranchissement de la contrainte de la profondeur. Elles devront tout de même être placées dans des tranches d'eau d'au moins 50 mètres, de manière à ne pas recouper le gisement offshore posé.

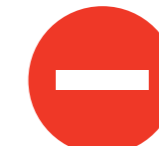
L'importante distance qui sépare les côtes des éoliennes flottantes rend le coût du raccordement conséquent (10 à 25% de l'investissement total).



1 Turbines éoliennes 2 Fondations 3 Sous-station électrique en mer (convertisseur) 4 Poste électrique terrestre (transformateur)

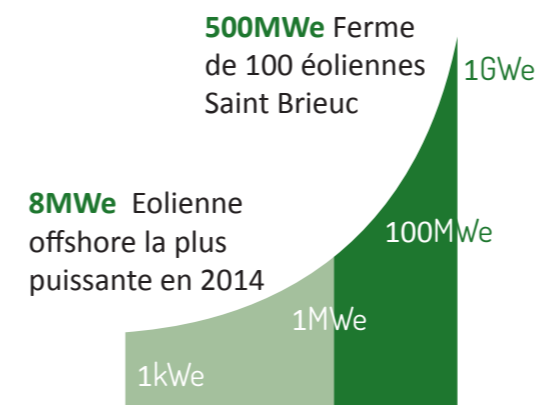


- Technologie mature.
- La régularité et la force des vents marins : production 2 fois supérieure pour une même puissance onshore
- La mer offre de vastes étendues potentiellement exploitables : gisement important
- Coût marginal de production d'électricité très faible («gratuité de la ressource»)



- Une éolienne offshore coûte 30 à 50% plus cher qu'une éolienne terrestre.
- L'Eolien offshore reste une source d'énergie intermittente.
- la structure est soumise à la force de la houle, en plus de celle du vent.
- Installation et maintenance plus compliquée que sur terre.
- Le raccordement électrique est plus compliqué et plus onéreux.

GAMME DE PUISSANCE

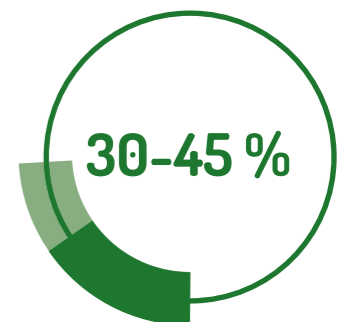


DUREE DE FONCTIONNEMENT



Une éolienne fonctionne le plus souvent à charge partielle. L'électricité produite est fatale.

FACTEUR DE CHARGE



Le facteur de charge est plus élevé en mer que sur terre, en raison de vents plus intenses et plus réguliers.

Réalisations en Bretagne

Saint-Brieuc (22)

Validé en 2012, le chantier du parc éolien de la baie de St-Brieuc devrait débuter en 2016 pour aboutir en 2020 à un champ d'une 62 éoliennes de 8 MW chacune (500 MW au total) s'étalant sur 77 km². Ce projet de 2 milliard d'euros permettra de fournir quelque 1600 GWh par an, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 133 300 logements. Ce parc offshore produira plus d'électricité que l'ensemble des éoliennes terrestres de Bretagne, pour une puissance pourtant d'un tiers inférieure.

Unité de méthanisation

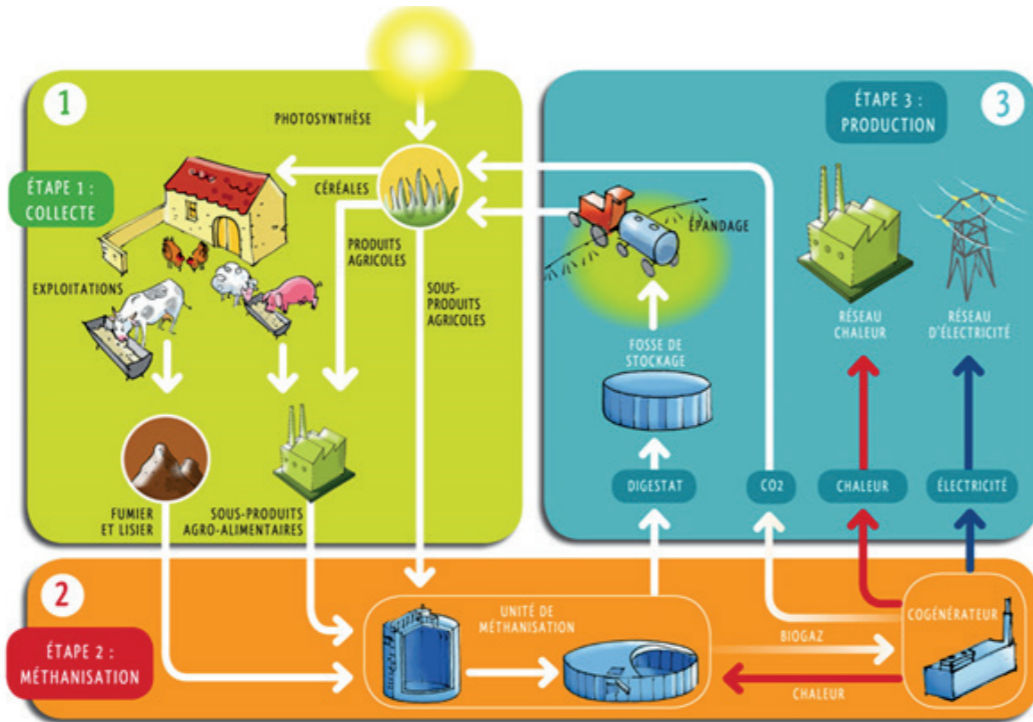


La méthanisation est un processus naturel de fermentation de matière organique par des micro-organismes dans un milieu dépourvu d'oxygène (à l'inverse du compostage qui se produit en présence d'oxygène) produisant du méthane (biogaz). Une unité de méthanisation, qu'elle soit à l'initiative d'un groupement d'agriculteurs, d'un exploitant agricole, d'une collectivité ou encore d'un industriel permet le traitement de divers déchets organiques (végétaux hors ligneux, boues, graisses, lisiers...).

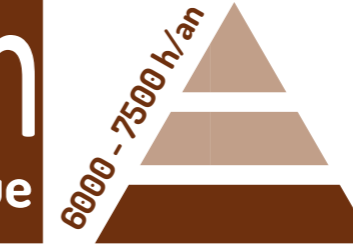
La collecte et le traitement des déchets doit assurer un approvisionnement continu du digesteur (espace où a lieu la méthanisation) pour un rendement optimal et une production continue de biogaz.

Le Biogaz produit à l'intérieur du digesteur est ensuite pompé et stocké, il peut alors être utilisé comme combustible pour produire de la chaleur (via un brûleur), de l'électricité par cogénération, être réinjecté dans le réseau de gaz après traitement ou encore être utilisé pour alimenter en carburant une flotte captive (bus, collecteurs...).

Le résidu de matière présent dans le digesteur, appelé digestat, peut être épandu. Il est mieux assimilé par les cultures et les sols, contient moins d'agents pathogènes que du fumier et produit moins de nuisances olfactives. Le fonctionnement global d'une unité de méthanisation va de pair avec un plan d'approvisionnement en matière organique pour éviter un arrêt du processus ainsi qu'un plan d'épandage pour le digestat.



1^{er} de matières organiques
340 kWh thermique



FINANCEMENT

Entre 6 000 et 9 000 € par kW électrique installé

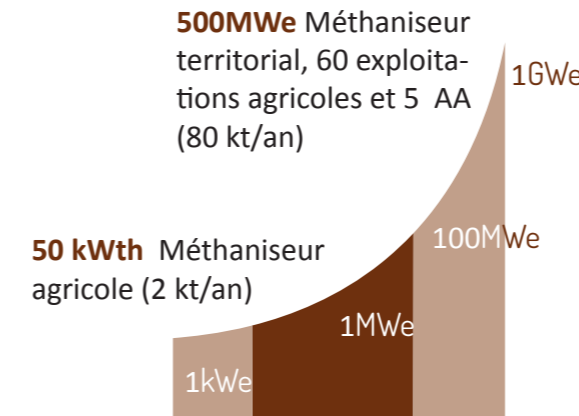
Aides de l'ADEME, Agence de l'eau, conseils généraux et régionaux, Union européenne, EMAA (énergie méthanisation autonomie azote)

DUREE DE FONCTIONNEMENT

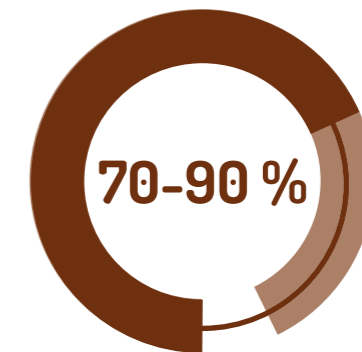
Base

4000 h/an en France en moyenne, correspond au nombre d'heures pendant lesquelles l'onduleur est allumé (en journée)

GAMME DE PUISSANCE



FACTEUR DE CHARGE



La plupart des unités ont un facteur de charge élevé. Le facteur de charge est faible lorsque l'approvisionnement en matière organique est réduit



- Diversité des processus de traitement adaptables aux territoires
- Valorisation de déchets en complémentarité d'autres processus
- Revalorisation du digestat
- Diminution des achats d'engrais
- Possibilité d'injection du biogaz dans le réseau
- Production d'énergies (chaleur et/ou électricité et/ou gaz)
- Source de revenu et de stabilisation de la spéculation énergétique



- Prétraitement du biogaz nécessaire pour sa valorisation par combustion
- Besoin d'un débouché chaleur pour la cogénération
- Investissement plus important qu'une unité de compostage
- Gestion complexe du méthaniseur
- Régime d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- Nécessite un plan d'approvisionnement
- Risque de modification du système agricole

Réalisations en Bretagne

Bannalec (29)

L'unité de méthanisation Biogaz de Bannalec d'une puissance électrique de 1.5MW et d'une puissance thermique de 1.5MW produira l'équivalent de la consommation électrique de 6000 personnes. La chaleur produite par cogénération sera quant à elle intégralement valorisée par l'usine voisine Jean-Pierre Tallec.

Chaudière Bois



1 t de bois
3,6 MWh thermique

FINANCEMENT

La chaudière bois est plus chère à l'achat mais plus rentable sur le long terme qu'une chaudière Fioul/gaz.

Selon l'ampleur du projet le coût varie entre 200 000 € et 800 000€ chaudière plus réseau et entre 30 000 à 10 000€ pour la chaudière seule sur un réseau déjà existant.

Aides financières possibles :

- Région Bretagne
- ADEME
- FEDER

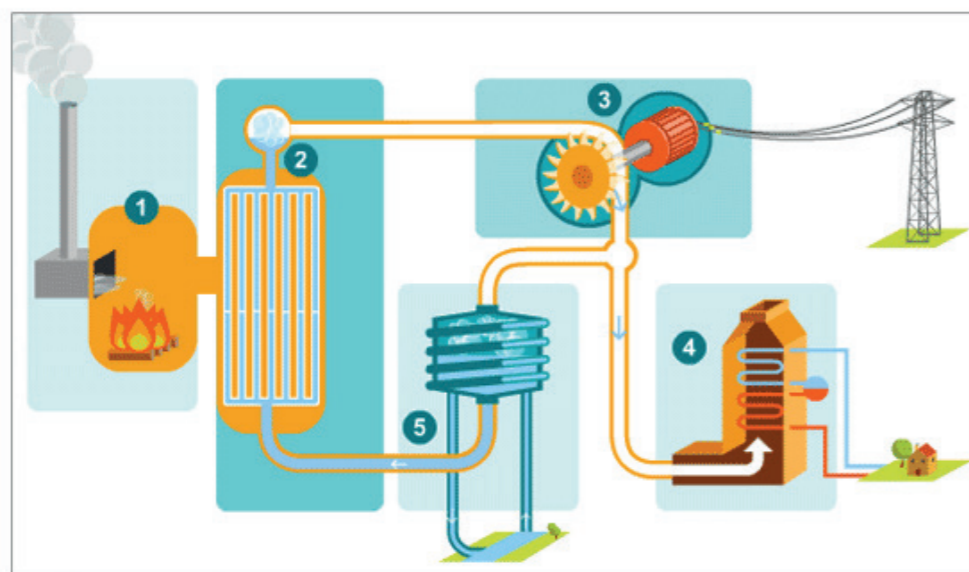
Une chaudière biomasse est un appareil permettant de créer de la chaleur à partir de la combustion de biomasse (bois). Elle peut aussi, en complément, créer de l'électricité. C'est ce qu'on appelle la cogénération.

Son fonctionnement est simple, la biomasse brûle dans la chambre de combustion (1) et la chaleur ainsi dégagée transforme l'eau de la chaudière en vapeur.

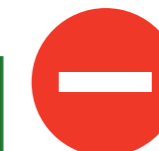
Si c'est une chaudière co-génératrice, la vapeur fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur (3). L'alternateur produit de l'électricité qui est injectée dans le réseau électrique.

Sinon, la vapeur est directement utilisée pour chauffer des structures (équipements publics, logements etc...) (4).

Le reste de la vapeur est transformée en eau par l'intermédiaire d'un condensateur (5) et est ensuite réinjectée dans la chaudière.

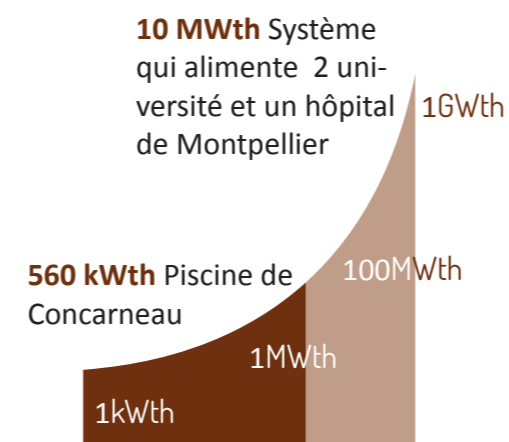


- Gisement bois disponible sur le territoire de CCA
- Bilan carbone neutre
- Forte modularité de puissance (possibilité d'augmenter la productivité pour répondre à un besoin ponctuel)
- Le bois est le combustible le moins cher sur le marché, et au coût stable

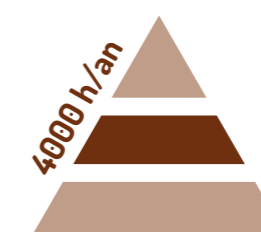


- Emissions d'éléments polluants pour les machines les plus anciennes
- Besoin d'espaces de stockage sec
- Besoin d'équipements pour transformer la matière première
- Nécessite une base de consommation importante et stable

GAMME DE PUISSANCE



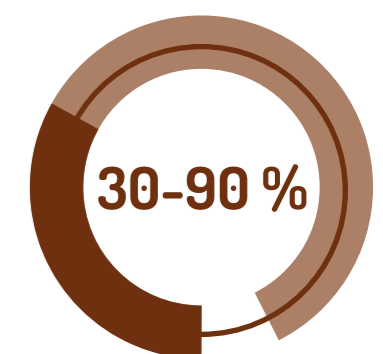
DUREE DE FONCTIONNEMENT



Base « fatale » Intermittente

Moyen de production théoriquement flexible. Les tarifs d'achat d'électricité fixes et la distribution de chaleur dans le cas d'une cogénération poussent les opérateurs à maximiser la durée de fonctionnement, et ainsi le facteur de charge.

FACTEUR DE CHARGE



Réalisations en Bretagne

Energie bois sud-Cornouaille

A travers cette SCIC, des chaudières bois alimentent 4 centres aquatiques. 2 sur le territoire de la COCOPAQ, à Scaër et Quimperlé, et 2 sur le territoire de la CCA :

- Centre aquatique du Porzou à Concarneau : l'Atlantide (Aide financière ADEME : 70 000€)
- Espace aquatique de Rozanduc à Rosporden

L'ensemble de ces équipements consomme 2000 T de bois à l'année.

Valorisation des déchets



1 t d'ordures
2,2 MWh thermique

FINANCEMENT

Selon la délégation des compétences de collecte et de traitement, les UIOM sont en général financées par les communautés de communes. Toutefois, les dépenses peuvent être réduites de 2 façons :

- Revendre la chaleur produite à des industries ou des équipements publics afin d'atteindre le seuil de rentabilité
- Limiter la TGAP (Taxe Générale sur les Activités Polluantes). Pour cela atteindre 2 buts : Obtenir une performance énergétique de 60% sans prendre en compte l'autoconsommation et passer à la norme ISO50001 (en projet pour VALCOR).

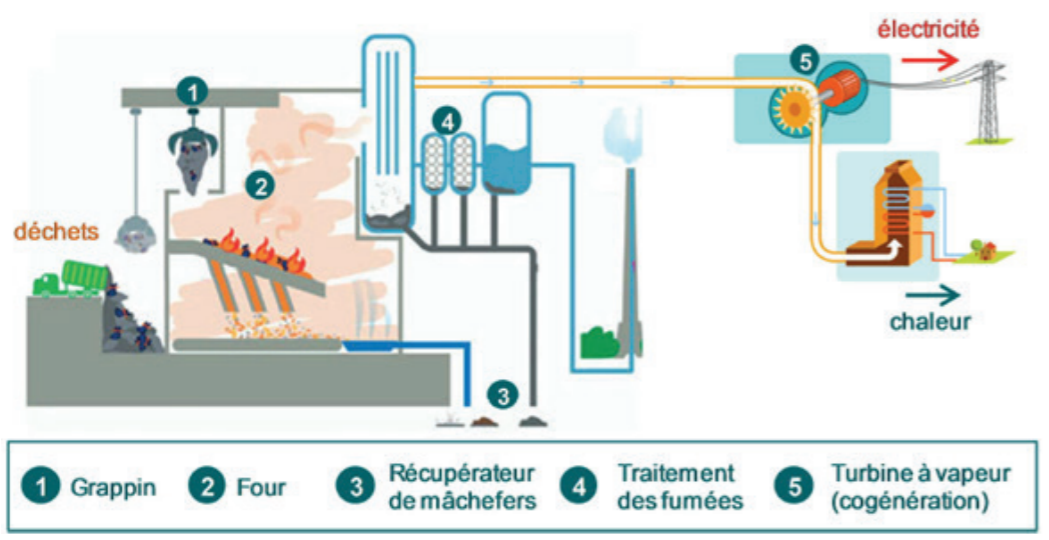
Au sein d'une usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) les déchets sont, en majeure partie, détruits par combustion dans le four. La chaleur ainsi dégagée transforme l'eau de la chaudière en vapeur.

Si c'est une usine co-génératrice, la vapeur fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur. L'alternateur produit de l'électricité qui est injectée dans le réseau électrique.

Sinon, la vapeur est directement utilisée pour chauffer des structures (équipements publics, logement etc...). Le reste de la vapeur est transformée en eau par l'intermédiaire d'un condensateur (5) et est ensuite réinjectée dans la chaudière.

La fumée dégagée par la combustion, quant à elle, est traitée puis évacuée par une cheminée. Toutefois, cette chaleur dite « fatale » pourrait devenir, prochainement, une possible ressource pour un autre procédé de réseau de chaleur.

L'incinération laisse tout de même des déchets : les mâchefers.



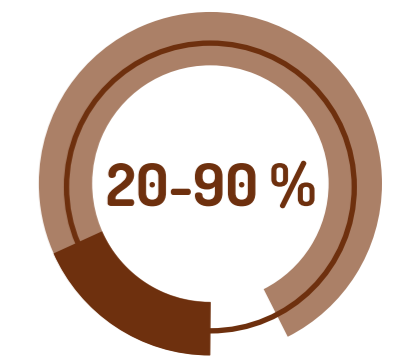
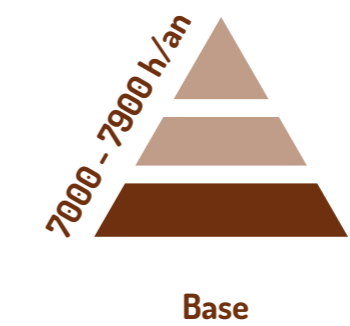
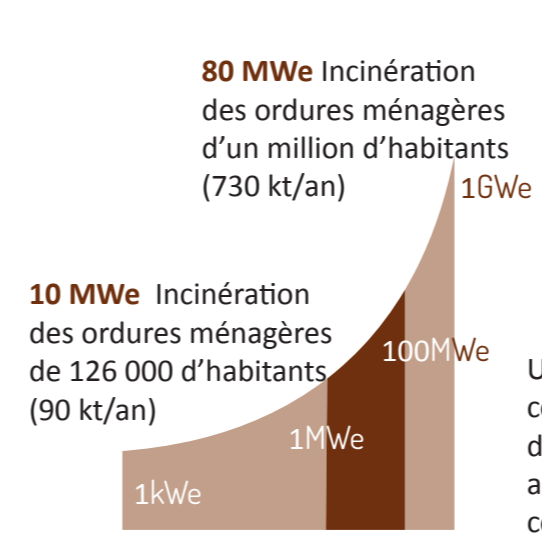
- Réduit en masse et en volume les déchets ménagers après traitement.
- Valorise l'énergie contenue dans les déchets (50% sont considérés comme renouvelables)
- Réduit la nocivité de certains déchets (déchets médicaux etc...)
- Rentable si reliée à un réseau de chaleur

- Génère des polluants et des résidus
- Réduction du gisement en déchets
- Capacité de stockage limitée (liée aux odeurs dégagées)
- Statut renouvelable discutable

Taux de disponibilité

Durée de fonctionnement

Facteur de charge



Une UIOM est censée fonctionner en continu et n'être interrompue que lors des périodes de maintenance. (VALCOR a 2 lignes de fours qui permettent de continuer à faire fonctionner l'usine pendant la majeure partie du temps que dure la maintenance).

Facteur de charge très stable d'une année sur l'autre.

Réalisations en Bretagne

CCA (29)

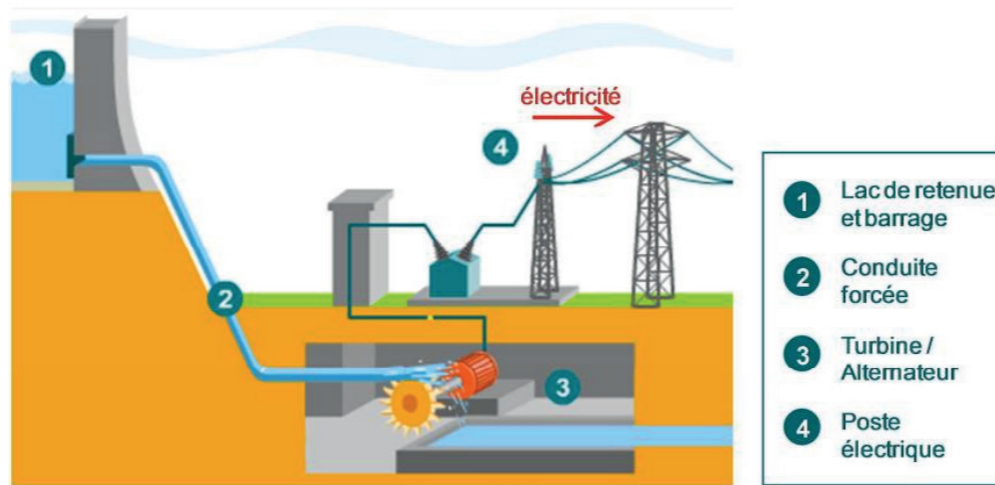
L'UIOM VALCOR (Valorisation Cornouailles) se situe sur le territoire de CCA, à Concarneau. Elle produit de l'énergie thermique et électrique :

- Production thermique : 144 000 MWh
- 25 600 MWh pour Biocéval, industrie de poisson à proximité
- 25 000 MWh pour son autoconsommation
- 93 400 MWh de chaleur disponibles et non utilisés
- Production électrique vendu à EDF en totalité : 6 400 MWh

Hydroélectrique



Les centrales hydroélectriques exploitent l'énergie potentielle des retenues ou des cours d'eau pour produire de l'électricité. L'énergie cinétique du courant est transformée en énergie mécanique par une turbine puis en énergie électrique par un alternateur. L'hydroélectricité constitue la première source d'énergie renouvelable et la troisième source d'énergie mondiale. On distingue les ouvrages disposant d'un stock d'énergie (barrage avec retenue d'eau) de ceux produisant « au fil de l'eau » qui utilisent une énergie fatale (qui serait perdue si elle n'était pas exploitée). La gamme de puissance de l'hydroélectricité est très large puisqu'elle va du kW, pour des installations de « pico-hydro », à plusieurs dizaines de GW pour des hauteurs de chutes allant de quelques mètres à plusieurs centaines. Le rendement moyen des centrales hydroélectriques est compris entre 85 et 95%. Les centrales « au fil de l'eau » produisent de l'électricité de manière constante alors que celles bénéficiant d'une réserve sont utilisées comme supplément du mix lors de fortes demandes en électricité. Certaines stations, les STEP (Station de Transfert d'Énergie par Pompage), disposent d'une turbine réversible en pompe. Ceci permet à la station de stocker de l'eau en amont lorsque la demande d'électricité est faible, et donc le prix de l'énergie bas, pour la relâcher et la revendre à un meilleur prix en cas de pic de demande. Le rendement de la pompe est alors à prendre en compte.



Au fil de l'eau
1 MW
installé

3,4 GW_h élec
Produit

FINANCEMENT

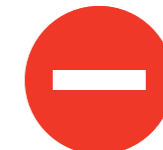
De manière générale plus l'installation est puissante et moins le kW est onéreux. Ainsi, pour des installations de plus de 100 kW on estime le prix du kW installé entre 400 et 2000 € alors qu'il est d'environ 6000 € pour des projets de moins de 30 kW.

L'électricité produite est réinjectée dans le réseau et donc rachetée par EDF. Des contrats de 20 ans sont signés entre les deux parties et fixent le tarif d'achat :

- 0,0607 centimes d'euro du kWh.
- Prime de 0,5 à 2,5 centimes d'euro supplémentaire du kWh pour les petites installations.

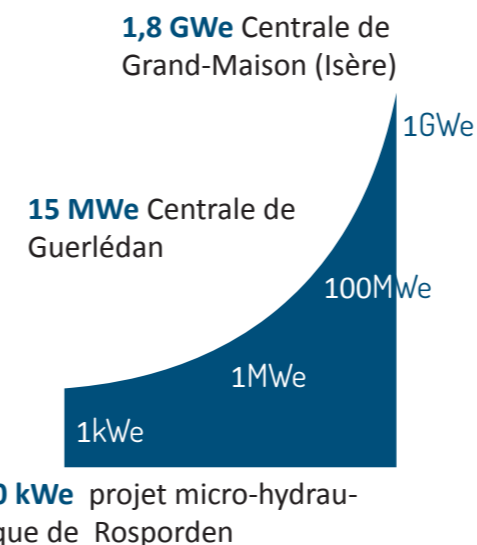


- Forte réactivité (mise en marche rapide)
- Production d'électricité flexible pour les centrales disposant d'un stock
- Durée de vie importante (supérieure à 50 ans)
- Coût de production d'électricité faible (dépendant du stock)

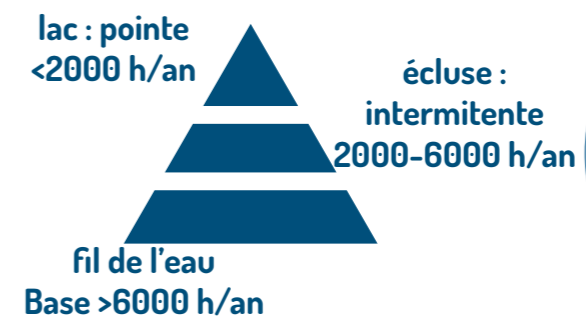


- Raréfaction des sites exploitables
- Emprise au sol des gros ouvrages importante
- Impact possible sur la continuité écologique des cours d'eau, ennoisement de zones habitées
- Impact paysager important

GAMME DE PUISSANCE

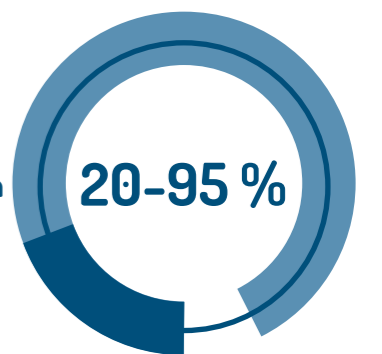


DUREE DE FONCTIONNEMENT



La durée de fonctionnement des centrales au fil de l'eau dépend du débit des cours d'eau. A l'inverse, les centrales lac sont exploitées pour maximiser les gains de production, en tenant compte du stock.

FACTEUR DE CHARGE



29% en moyenne en France en 2012. Les facteurs très élevés sont atteints pour les centrales au «fil de l'eau».

Réalisations en Bretagne

Rosporden (29)

Un projet de micro-hydraulique est actuellement en cours d'élaboration sur la commune de Rosporden. 2 à 3 turbines d'une puissance de 6, 8 et 12 kW chacune devraient être installées aux embouchures de son étang. Ce projet de 76 000 €, devrait produire 82 MWh à l'année, soit la consommation de 7 logements.

Guerlédan (22)

Du haut de ses 45 mètres, le barrage de Guerlédan est aujourd'hui le plus important de Bretagne. Avec une puissance de 15 MW il produit quelques 20 GWh d'électricité par an, soit l'équivalent de la consommation de 1660 logements. Cet ouvrage, achevé en 1930, est à l'origine de plus du tiers de la production de l'ensemble du parc hydroélectrique breton (50 GWh par an).

Usines marémotrices



Usine de la Rance
240 MW

FINANCEMENT

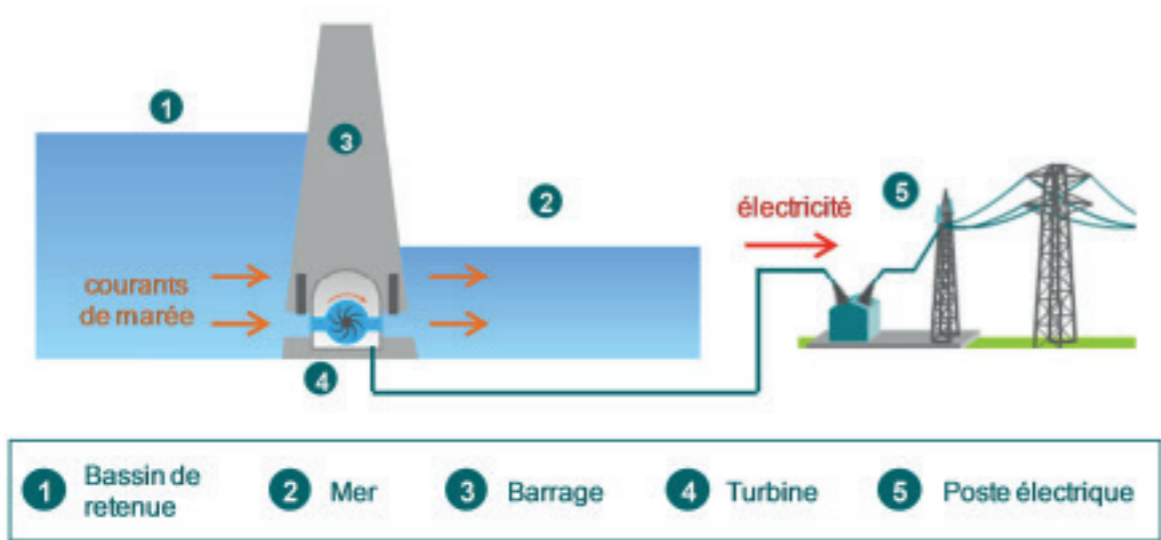
Il existe très peu d'usine marémotrice dans le monde, les exemple principaux sont les barrages. Cependant bloquer un estuaire est peu envisageable à cause du milieu aquatique fragile en terme de biodiversité.

Du fait de la faible acceptation sociétale et environnementale la solution de barrage est la plus difficile à mettre en place. L'utilisation de micro-hydrolienne dans les estuaires serait plus efficace au vu de l'évolution rapide de cette technologie.

La différence de hauteur d'eau entre pleine mer et basse mer (marnage) est utilisable grâce à un système similaire à celui des barrages. Un barrage est placé dans une baie ou un estuaire afin de former un bassin de retenue d'eau. Il est équipé de turbines qui produisent de l'électricité à partir du flux et du reflux de marée entre le large et la retenue d'eau. Le potentiel énergétique dépend du niveau de marnage, dont un minimum de 5 mètres est requis et qui peut aller jusqu'à 20 mètres dans certaines régions du monde.

Dans certains cas, le stockage naturel dans la retenue d'eau peut être complété par un système de pompage, similaire aux STEP (stations de transfert d'énergie par pompage) en montagne. L'usine marémotrice dispose alors d'un levier de flexibilité pour stocker de l'électricité lorsque cela est nécessaire, durant les périodes creuses.

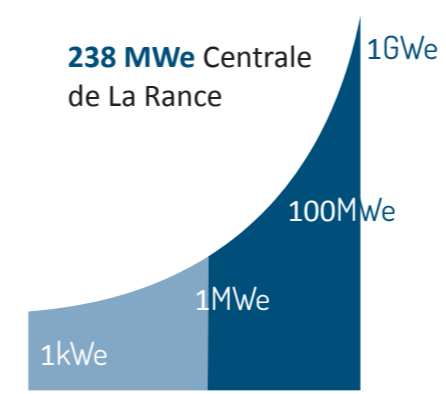
Bien que la filière soit mature et bien maîtrisée techniquement, son développement reste limité en raison notamment de l'impact environnemental des infrastructures.



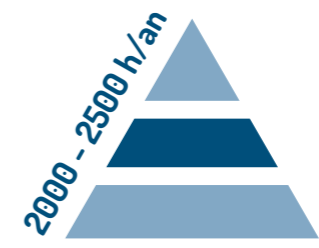
- +** Production prédictible
- +** Durée de vie importante
- +** Couût faible de l'électricité produite dû à la gratuité de la ressource

- Production intermittente
- Contrainte géographique forte
- Acceptation sociétale difficile
- Emprise important du gros ouvrage sur le littoral
- Peu de sites exploitables

GAMME DE PUISSANCE



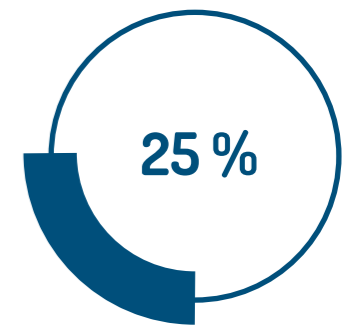
DUREE DE FONCTIONNEMENT



Base Intermittente prédictible

Base intermittente, Les durées de fonctionnement sont cependant stables.

FACTEUR DE CHARGE



Facteur de charge très stable d'une année sur l'autre.

Réalisations en Bretagne

Rance [22]

L'usine marémotrice de la Rance mise en service en 1966 et d'une puissance de 238 MW a fourni 21% de l'électricité produite en Bretagne en 2012. Elle était jusqu'en 2011 l'usine marémotrice la plus puissante au monde.

Hydrolien



Projet
Pilote

5 MW

FINANCEMENT

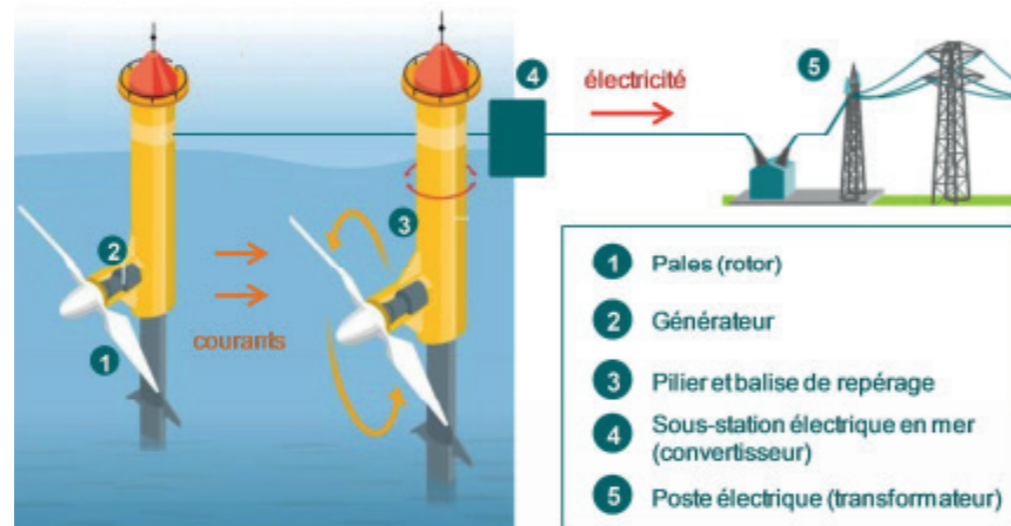
L'hydrolien est une technologie en plein développement, la filière n'est pas encore mature, les machines sont en phase d'expérimentation. Cependant les avancées sont rapides et le secteur sera en pleine expansion d'ici 2020.

Aides financières possibles :

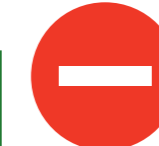
- Région Bretagne
- ADEME
- FEDER

Les hydroliennes permettent de récupérer l'énergie des courants de marées, des courants océaniques ou des courants fluviaux pour produire de l'électricité. Elles peuvent être posées sur les zones à faibles profondeurs ou flottantes pour m'importe quel type de profondeurs. Le modèle le plus répandu est l'équivalent sous-marin des éoliennes, les hydroliennes sont constituées de pâles liées à un rotor, transmettant un couple à un alternateur. Un des avantages principaux de la technologie est de s'appuyer sur une ressource continue dans le cas des courants océaniques et fluviaux et fortement prédictible dans le cas des courants de marées. Les sites éligibles sont très spécifiques : ils doivent disposer d'une vitesse de courant minimale de 2,5 m/s. Certaines zones sont particulièrement propices (estuaires, singularités bathymétriques, etc.).

L'émergence de la filière hydrolienne est encore récente. Ainsi, différents types de technologies sont aujourd'hui développés (turbines à axe vertical, profils oscillants, etc.). Ces nouvelles technologies permettent l'émancipation de certaines contraintes comme la vitesse minimale et le facteur de charge. Comme pour l'éolien, les hydroliennes sont destinées à être regroupées en fermes à l'échelle commerciale.



- Forte prédictibilité de la ressource (courants de marées)
- Coût marginal de production d'électricité très faible («gratuité de la ressource»)
- Acceptabilité sociétale facilitée (pas de pollution visuelle)



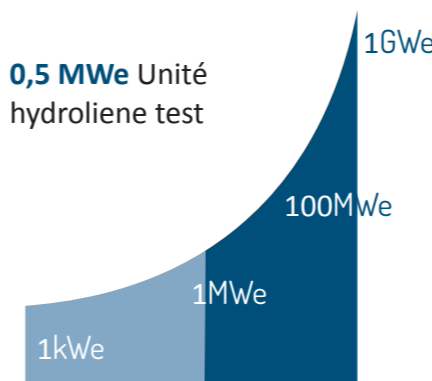
- Production intermittente
- Contraintes géographiques fortes
- Emprise important du gros ouvrage sur le littoral
- Peu de sites exploitables

GAMME DE PUISSANCE

DUREE DE FONCTIONNEMENT

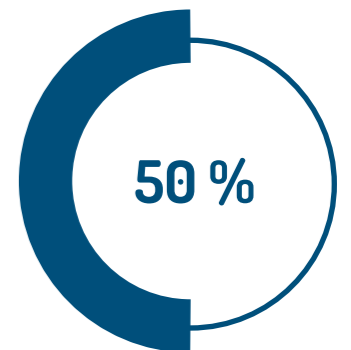
FACTEUR DE CHARGE

0,5 MWe Unité hydrolienne test



Base Intermittente prédictible

Des durées de fonctionnement plus longues pourraient être envisagées en exploitant les courants océaniques ou fluviaux continus.



Comparativement au vent, les courants marins sont relativement réguliers. Ceci explique en partie la valeur du facteur de charge.

Réalisations en Bretagne

Paimpol / Béhat (22)

En 2011 la société EDF a placé au large de Paimpol/ Béhat ses premières hydroliennes de diamètre de 10m pour une phase de test. Durant l'été 2015 ce seront deux nouvelles hydroliennes qui se rajouteront au parc et qui seront reliés au réseau.

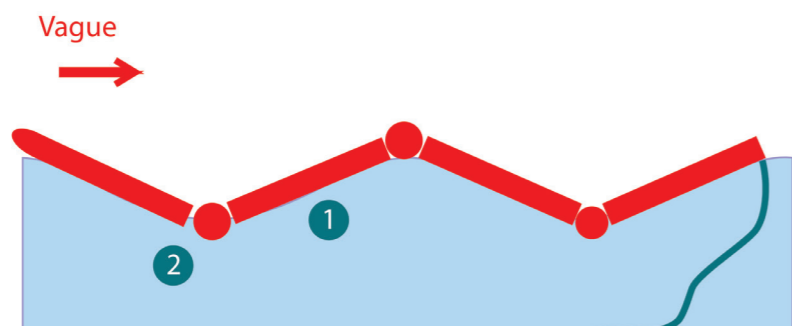
Fromveur (29)

La société Sabella a placé durant l'hiver 2014 sa première hydrolienne en phase de test dans le passage de Fromveur qui dispose d'une zone de forts courants marins.

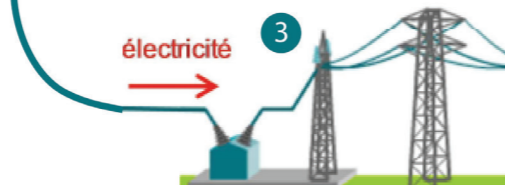
Houlomoteur



L'énergie des vagues est la plus répandue des énergies marines. De nombreuses technologies sont en développement pour son exploitation. Les systèmes dit houlomoteurs peuvent en effet être de natures très diverses : flotteurs ponctuels ou linéaires, systèmes à déferlement, colonnes d'eau oscillantes, etc... Chacun de ces systèmes est conçu pour transformer l'oscillation de la houle en électricité. Les conditions extrêmes de la surface de la mer impliquent des systèmes particulièrement robustes. La ressource houlomotrice est généralement chiffrée en kW par mètre de front de vague. La gamme optimale se situe entre 15 et 75 kW/m. Sur la face atlantique française, la ressource moyenne est estimée à 45 kW/m. D'origine éolienne, l'énergie est concentrée dans l'ondulation de la mer et offre donc une ressource abondante. Bien que difficilement prévisible à long terme, la ressource houlomotrice est prédictible avec une excellente précision de 1 à 2 jours.



- 1 Bouées
- 2 Générateur à piston hydraulique
- 3 Transformateur électrique



1 MW
2,6 GW_h

FINANCEMENT

La technologie liée à l'utilisation de la houle est en phase de développement. De nombreux prototypes ont été brevetés et sont aujourd'hui en phase de test, leurs prix n'est donc pas encore fixé.

Aides financières possibles :

- Région Bretagne
- ADEME
- FEDER



- Abondance de la ressource
- Prévisibilité de la houle et donc de la production
- Coût marginal de la production
- Nombre important de sites éligibles

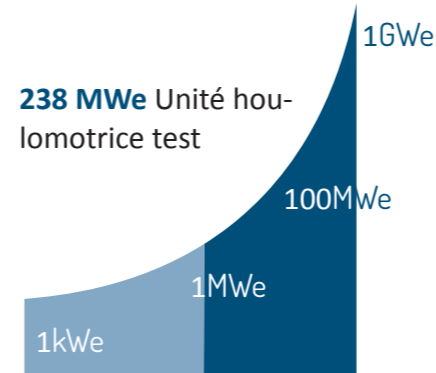


- Difficulté de mise en place : installation, raccordement
- Milieu marin agressif : corrosion, tempête...
- Technologie pas mature donc coûts élevés

GAMME DE PUISSANCE

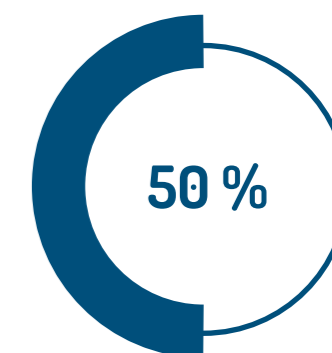
DUREE DE FONCTIONNEMENT

FACTEUR DE CHARGE



Base Intermittente prédictible

Des durées de fonctionnement plus longues pourraient être envisagées en exploitant les courants océaniques ou fluviaux continus.



Comparativement au vent, les courants marins sont relativement réguliers. Ceci explique en partie la valeur du facteur de charge.

Réalisations en France

Croisic (44)

Au large du Croisic le site du SEM-REV teste un procédé de bouées récupératrices d'énergie de la houle.

Ile de la Réunion (974)

Après le Portugal c'est à la Réunion que le système de Pélamis (bouées flottantes en forme de serpent de mer) est installé pour une période d'essai.

LEXIQUE

- [1] ADEME : www.ademe.fr
- [2] Chambre d'agriculture du finistere
- [3] Région Bretagne :
<http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/>
- [4] Ministère du developpement durable :
www.developpement-durable.gouv.fr/
- [5] Photovoiltaire info : www.photovoltaïque.info
- [6] Energieplus : www.energieplus.fr
- [7] Association Initiative locale Locale Energie : www.aile.asso.fr
- [8] Syndicat des Energies : www.enr.fr
- [9] L'Institut pour la Transition Énergétique dédié aux Énergies Marines Renouvelables : www.france-energies-marines.org
- [10] Méthanisation info : www.methanisation.info
- [11] Association technique energie environnement : www.atee.fr
- [12] Connaissance des énergie :
<http://www.connaissancedesenergies.org/>
- [13] Ostwind : www.ostwind.fr
- [14] Cerema : www.reseaux-chaaleur.cerema.fr/