

Petit éolien & photovoltaïque

Jeudi 19 septembre 2013 - Bignan
Isabelle HASCOET

aGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
ILLE-ET-VILAINE

Sommaire petit éolien



- Aspects techniques
- Economie
- Aspects fiscaux
- Raccordement au réseau
- Tarif d'achat de l'électricité
- Aspects administratifs
- Autoconsommation

Eolienne à axe horizontal



Axe de rotation des pâles parallèle au sol

S'orientent suivant la direction du vent

Régulation lors de vents forts

Efficace en condition de vent laminaire (régulier, courants parallèles)



AXE HORIZONTAL À MÉLICES.

Eolienne à axe vertical



Axe de rotation des pâles perpendiculaire au sol

S'adapte mieux aux zones de vent irrégulier générant des turbulences.

Peu bruyante



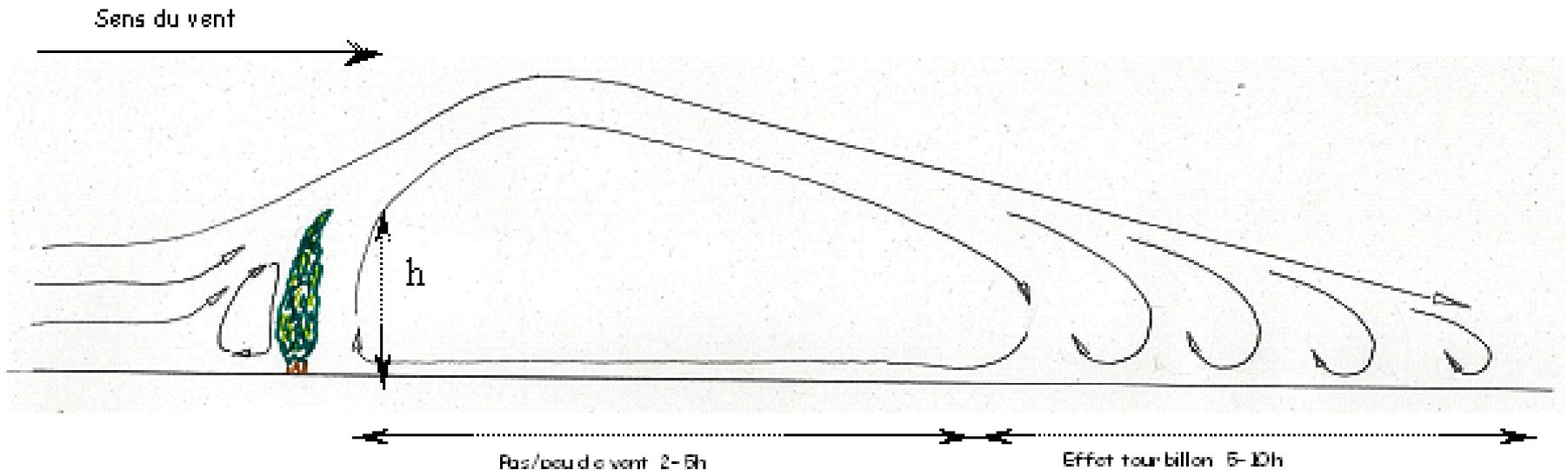
Le gisement éolien



Première étape de la réflexion et facteur décisif d'un projet

- **Etude de la rugosité du site envisagée:**

- Présence de végétation plus ou moins perméable au vent

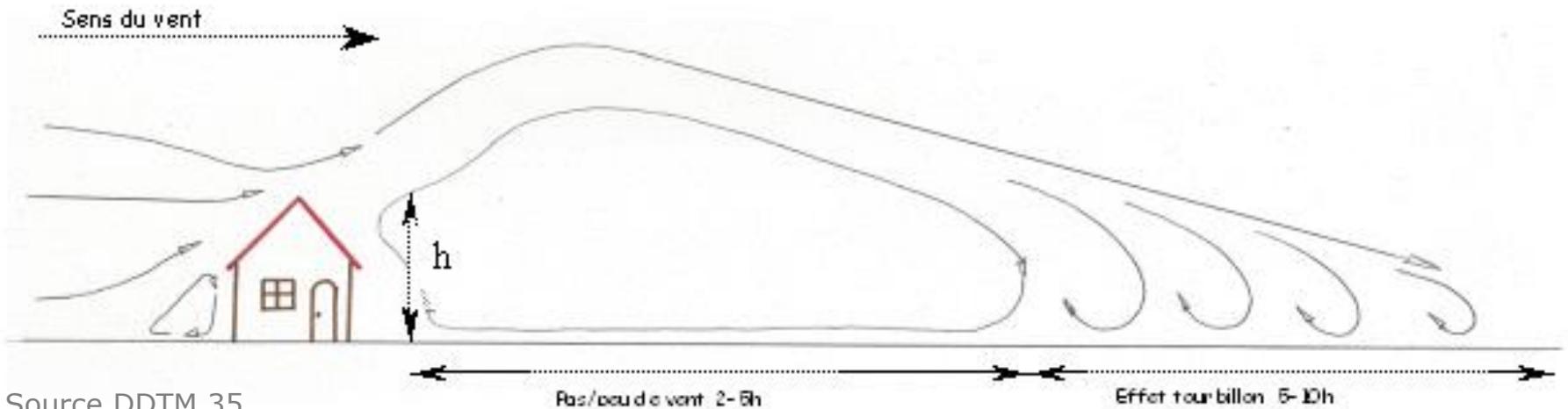


Source DDTM 35

Le gisement éolien



- Présence de bâtiment ayant un effet « brise vent » imperméable



Source DDTM 35

Zones les plus propices: surfaces planes et dégagées mais on peut avoir localement, sur des zones défavorables, des sites venteux exploitables

➡ étude précise du site

Le gisement éolien

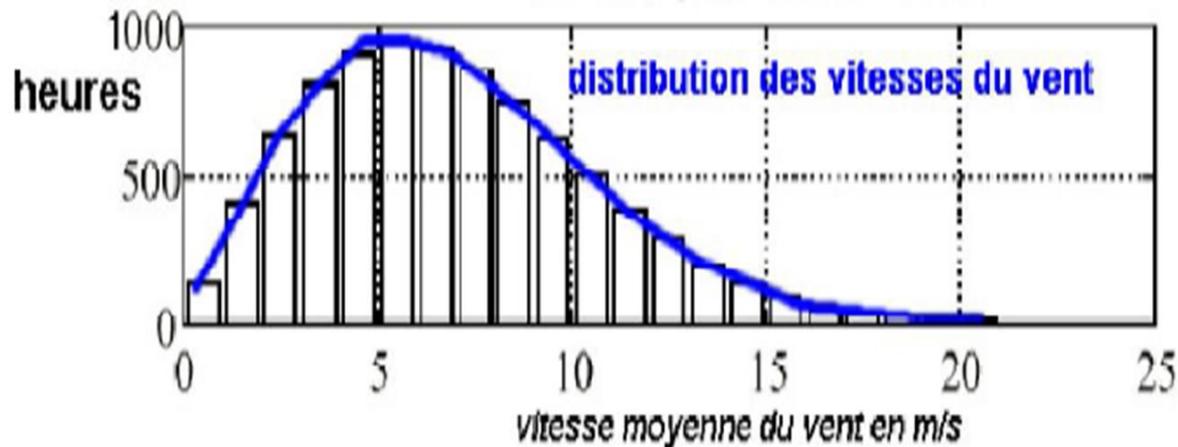


- La répartition du vent: donnée essentielle dans le projet

Avoir la vitesse moyenne du vent sur un site n'est pas suffisant car cela cache souvent de grandes disparités

Etude réalisée par un professionnel pour :

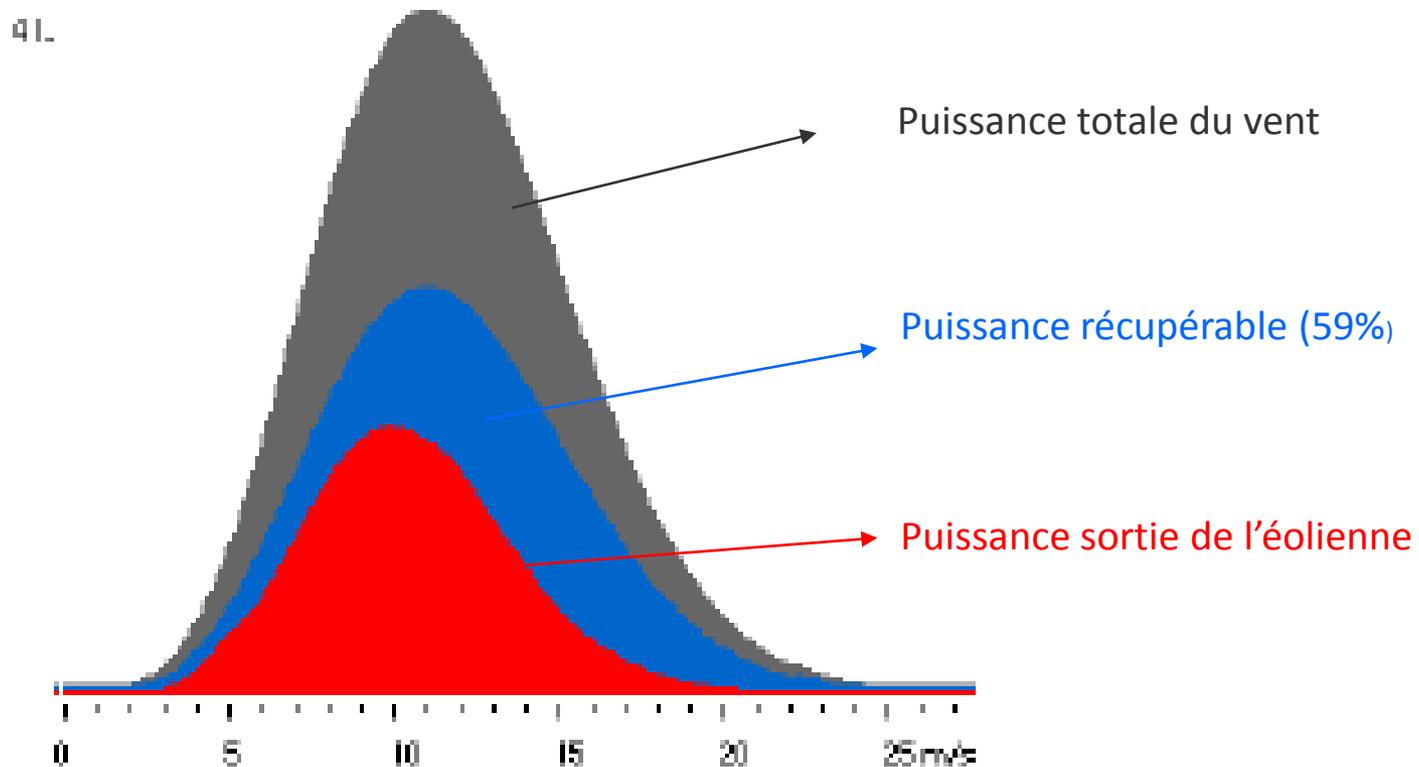
- estimer la distribution des vitesses et la direction du vent sur le site (à partir de données Météo France sur 10 ans éventuellement complétées de mesure sur site)



La puissance récupérable



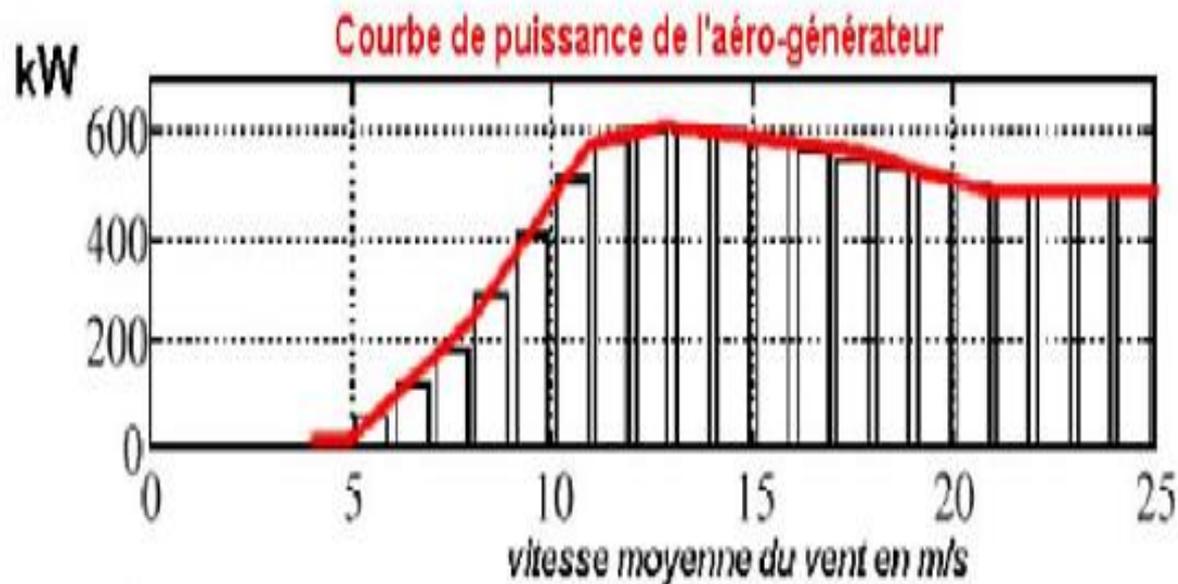
Elle est au maximum égale à 59 % de la puissance du vent qui traverse l'éolienne (Loi de Betz)



La courbe de puissance de l'éolienne



Elle établit la puissance de l'éolienne en fonction de différentes vitesses de vent



En dessous d'une certaine vitesse, la puissance est nulle: important de vérifier la vitesse de démarrage de l'éolienne.

Au dessus d'une certaine vitesse, la puissance devient nulle : vérifier la vitesse de coupure de l'éolienne.

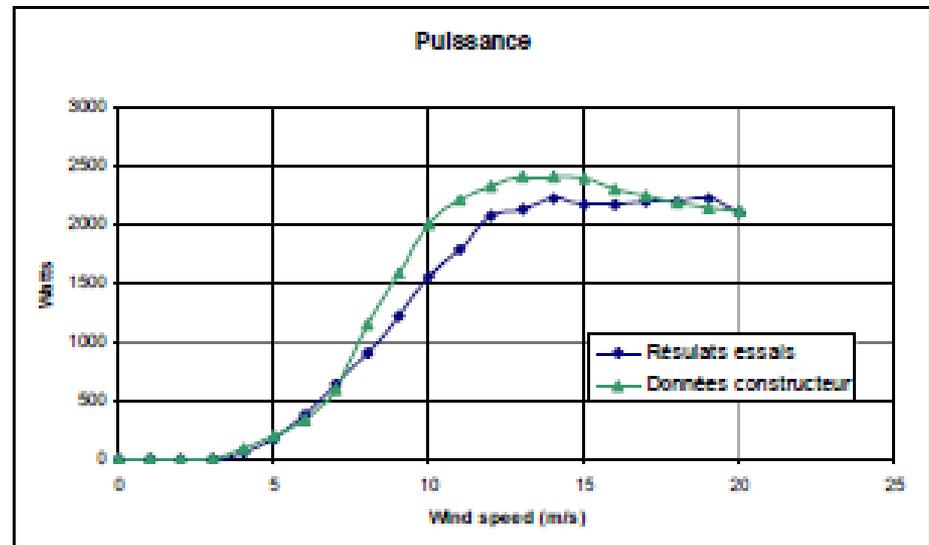
Le SEPEN



C'est le **Site Expérimental pour le Petit Eolien de Narbonne**

Il permet d'évaluer les petites éoliennes de manière indépendante sur les critères:

- ✓ Courbe de puissance
- ✓ Qualité du courant prod
- ✓ Niveau sonore
- ✓ Fiabilité
- ✓ Sécurité
- ✓ Comportement général

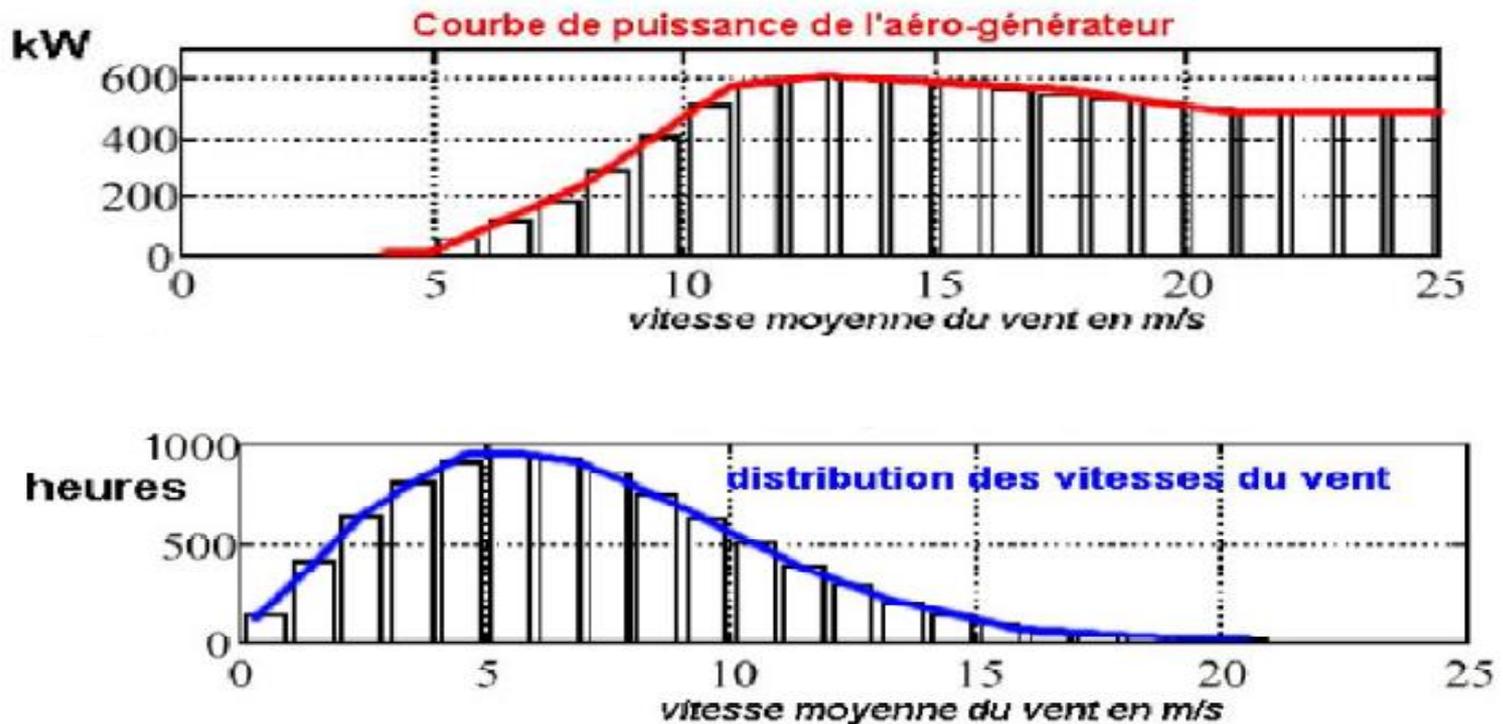


Les rapports sont disponibles sur le site www.sepen-montplaisir.fr

L'énergie captée par l'éolienne



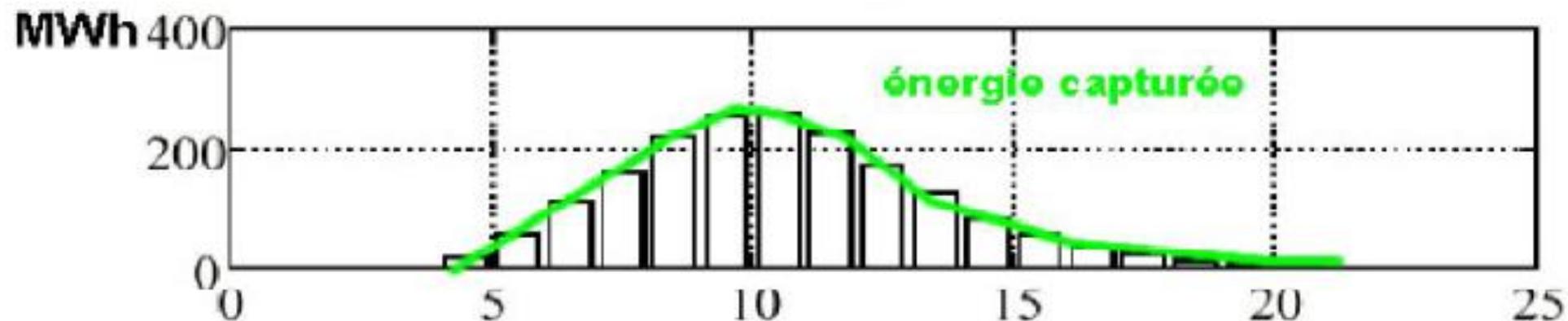
s'appuie sur la superposition mathématique de:



L'énergie captée par l'éolienne



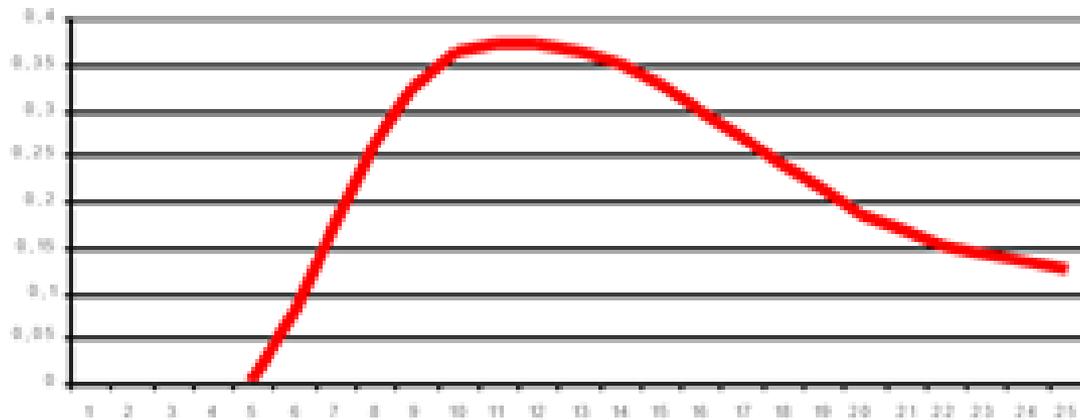
Résultat des graphes précédents:



La production d'électricité



Chaque éolienne à un **coefficient de puissance** ou de performance qui renseigne sur l'efficacité de l'éolienne à convertir l'énergie mécanique du vent en électricité.

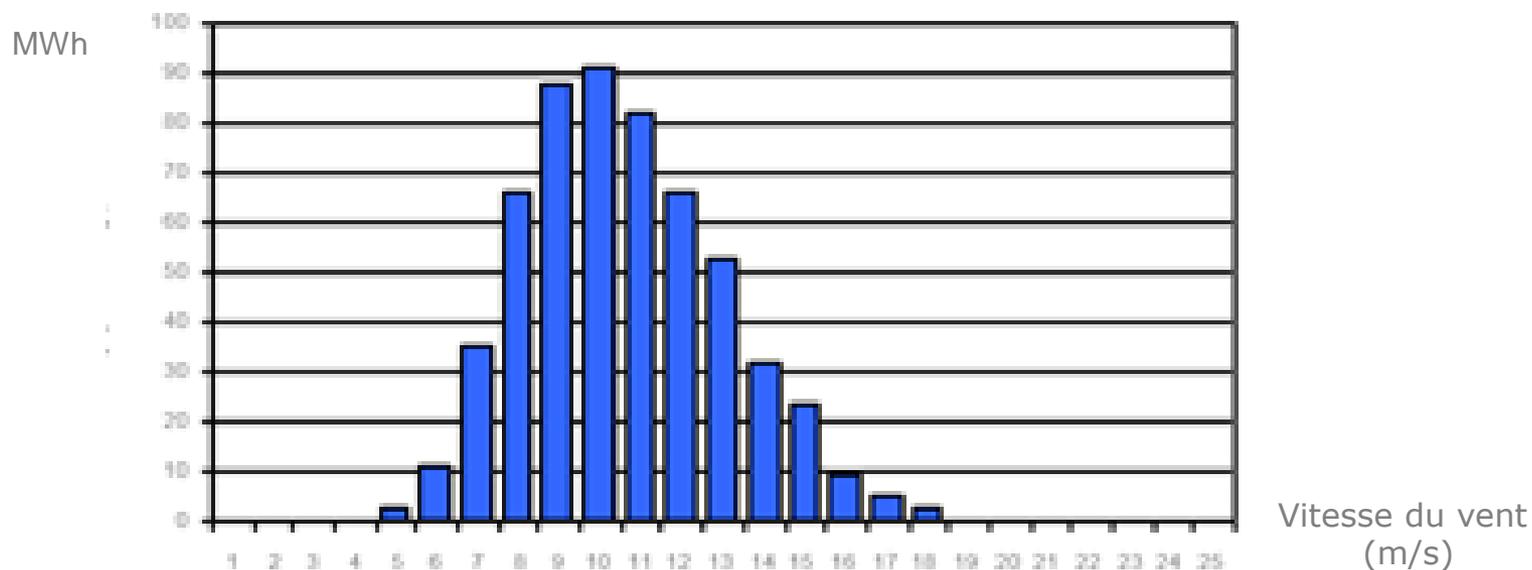


Vitesse du vent
(m/s)

La production d'électricité



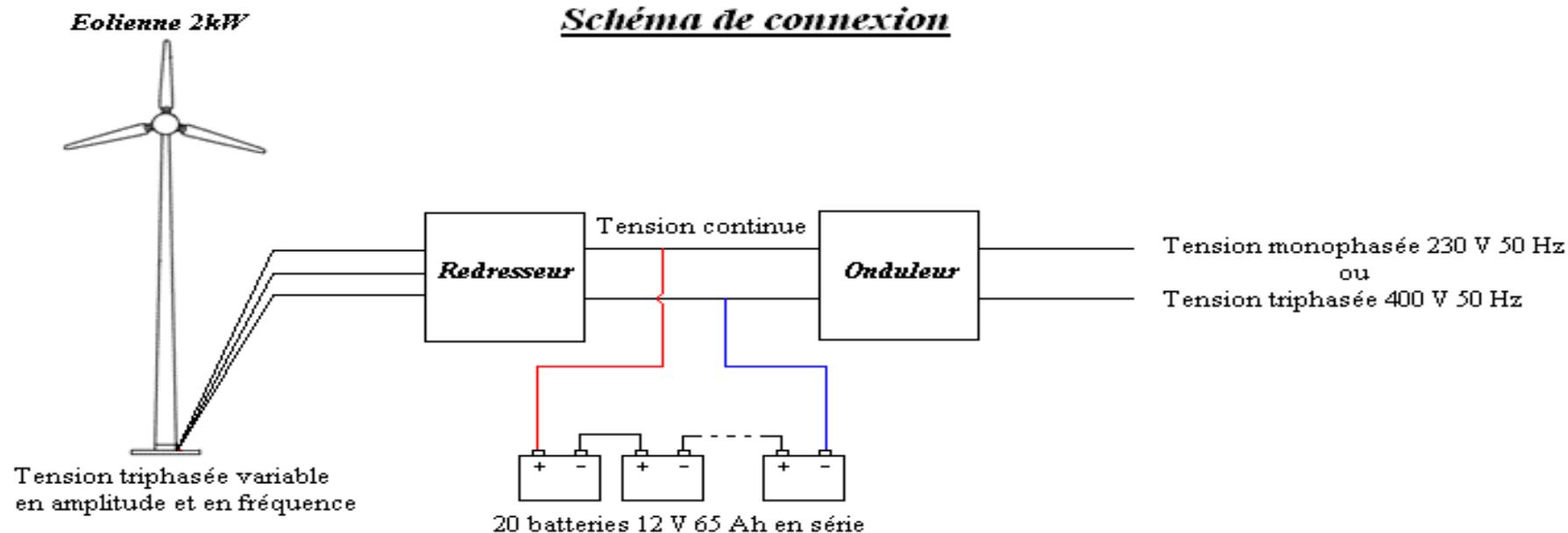
Ce coefficient de performance appliqué à l'énergie capturée par l'éolienne va permettre de déterminer l'estimation de production d'électricité par l'éolienne



L'installation



Le courant alternatif produit par l'éolienne doit être redressé et transformé en courant continu. Puis à nouveau transformé en courant alternatif à la fréquence du réseau (50 Hz et 230 V)





Grande disparité des **coûts d'investissement**:

- Pour les petites (jusqu'à 10 KW) : entre 6000€ et 7000 € H.T/KW
- Au-dessus de 50 KW : entre 3000 et 4000 € H.T/KW

Des charges annuelles ou pluri-annuelles:

- Entretien annuel
- Assurance
- Frais financiers
- Taxe foncière
- Frais d'accès au réseau
- IFER (si $P > 100$ KW)
- Renouvellement onduleur (environ 10 ans)

➤ Et en chiffre ?

■ Approche d'un coût de production - éolienne de 20 KW:

- Investissement éolienne et génie civil : 90 000 €
- Emprunt 100 % à 3.5% sur 12 ans FF 21 762 €
(rbt pdt 12 ans de 8279 €/an)
- ADI sur emprunt 4 536 €
- Renouvellement onduleur 1 500 €
- Soit un coût total de **117 798 €**

à répartir sur la durée de Production de l'éolienne.

- entretien estimé à 200 €/an

➤ Approche d'un coût de production :

Coût global 117 798 €	Utilisation sur 15 ans	Utilisation sur 20 ans
Soit un coût moyen/an	8 053 €	6 090 €
Production annuelle moyenne 40 000 kWh	20.13 cts€/kWh	15.23 cts€/kWh
Production annuelle moyenne 30 000 kWh	26.84 cts€/kWh	20.30 cts€/kWh

➤ Incidence sur les bénéficiaires agricoles :

Production d'électricité pour sa propre consommation

- moins d'électricité à acheter
- en compensation du coût de l'investissement.

Affectation de Déduction Pour Investissement :

La règle : possible si investissement strictement nécessaires à l'activité.



si utilisation privé de l'électricité produite par l'éolienne pas possible affecter DPI.

En cas d'activité mixte, la DPI peut être imputée sur l'invt éolien au prorata du CA agricole.

➤ Incidence sur les bénéficiaires agricoles :

En cas de Vente d'une part de l'électricité produite :

- Il s'agit d'une activité commerciale qui devrait donc être déclaré en BIC.
 - Mais 2 tolérances possibles pour rattacher l'activité commerciale au BA:
 - CA commerciale inférieur à 50 000 euros et <30 % du CA agricole.
- ou
- CA éolien et photovoltaïque inférieur à 100 000 euros et < 50 % du CA agricole

➤ Incidence sur la TVA :

- La TVA sur l'investissement est récupérable si :
 - affectée à l'activité de l'assujetti
 - dans la proportion de son utilisation professionnelle.

➤ Incidence sur la Taxe Foncière :

- En tant qu'ouvrage de maçonnerie , **le socle** constitue une construction et à ce titre est soumis à la taxe foncières sur le bâties (TFB).
- Le **mât** est en règle générale, soit hors du champ d'application (car démontable), soit exonéré de la TFB.
- Les **parties électriques et mécaniques** sont elles aussi situées hors du champ d'application de la TFB.
- L'assiette imposable des petites éoliennes est donc faible.

➤ Incidence sur la Contribution économique et territoriale (CET) :

- Concernant la **CFE** (cotisation foncière des entreprises)
 - L'assiette de calcul comprend la valeur locative des biens soumis à TFB : donc le socle en béton de l'éolienne.

- Concernant la **CVAE** (cotisation sur la valeur ajoutée)
 - Applicable dès que le CA est > à 500 000 €
 - Petit éolien non concerné (exo pour activité agricole)

- Concernant l'**IFER** (imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux)
 - Due par les exploitants d'installation de production électrique dont la puissance installée est supérieure à 100 kW.
 - Eolien < 100 KW non concerné

➤ Crédit d'impôt développement durable :

- Ne concerne pas les investissements professionnel

Donc un exploitant agricole qui veut produire l'électricité de son exploitation agricole ne peut pas en bénéficier.



Le raccordement au réseau



3 architectures possible de raccordement :

- Injection totale : toute la production est injectée dans le réseau
 - ⇒ Éolienne directement raccordée au réseau
 - ⇒ Installation plus complexe (disjoncteur, protection intégrée dans onduleur...)

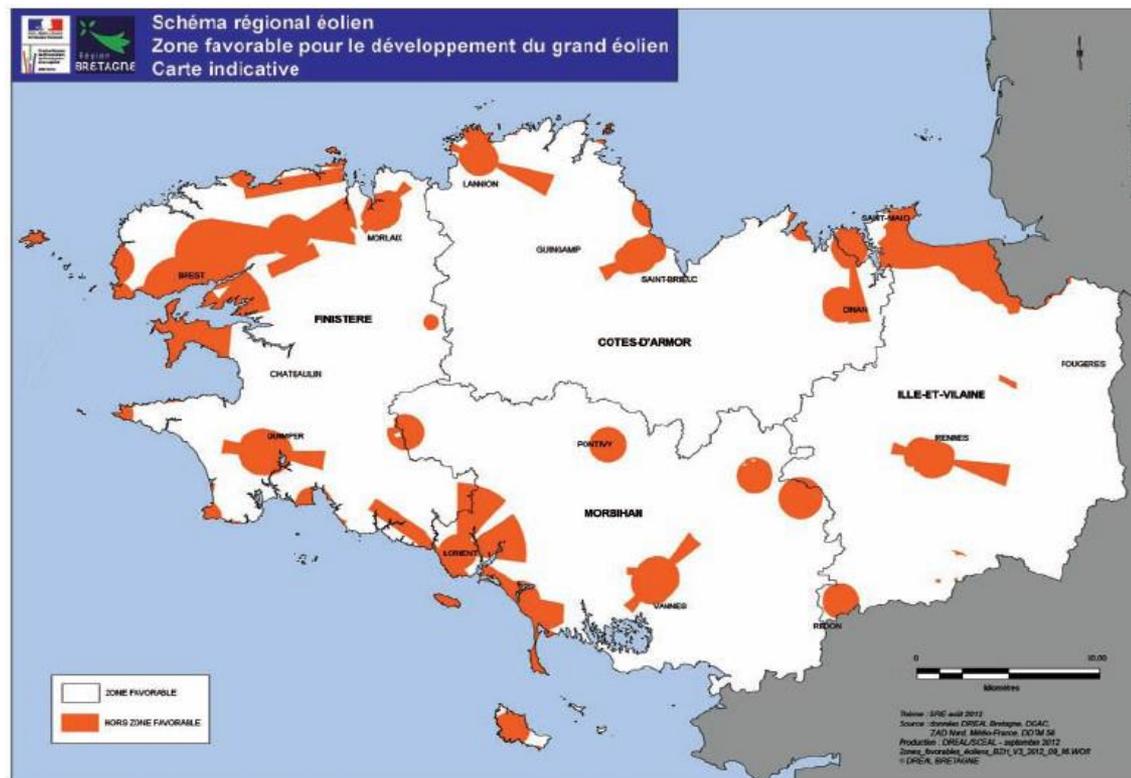
- Vente du surplus : électricité produite d'abord consommée localement, seul le surplus est évacué dans le réseau
 - ⇒ éolienne raccordée sur votre installation électrique
 - ⇒ Un seul compteur à brancher en série avec le compteur existant

- Autoconsommation : électricité produite consommée localement, seul le surplus (faible) est évacué dans le réseau gratuitement
 - ⇒ éolienne raccordée sur votre installation électrique

Tarif d'achat



Obligation d'achat par EDF au prix de **8.2 c €/KWh** si l'éolienne est installée dans les zones favorables définies dans le Schéma Régional Eolien et obtention du certificat ouvrant droit à obligation d'achat (CODOA)



Les aspects administratifs



Type	Hauteur	Sans formalité (SF) Déclaration Préalable (DP) Permis de Construire (PC) (voir fiches procédures administratives)	Législation des installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	
			Déclaration	Autorisation
Petite	$0 \leq ht < 12$	SF - DP		
Moyenne	$12 \leq ht < 50$	PC	Rubrique 2980 si $P \leq 20$ MW	Rubrique 2980 si $P > 20$ MW
Grande	≥ 50 m	PC		Rubrique 2980

Les aspects administratifs



Règles d'implantation:

Implantation d'une éolienne conditionnée au respect:

- du PLU
- de l'arrêté du 26/08/11 (éoliennes ≥ 12 m) sur les distances et les nuisances sonores
- d'une intégration paysagère
- Éventuellement de règles liées au balisage (sécurité aérienne – éolienne > 50 m)

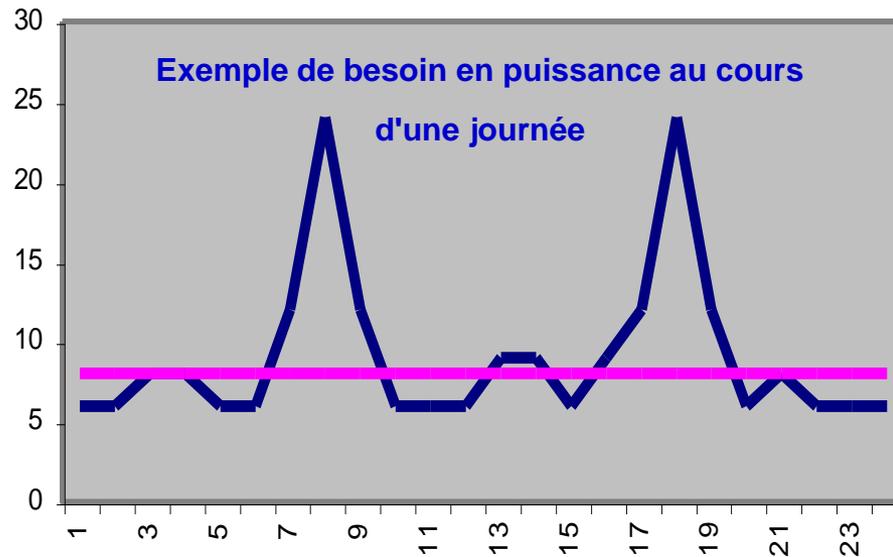
En amont, il convient de solliciter un **certificat d'urbanisme**

Autoconsommation, les questions à se poser



Quelle est ma consommation électrique ?

De quelle puissance ai-je besoin ?



-  besoin en puissance
-  talon de consommation

Autoconsommation, les questions à se poser



Quel est mon coût du KWh ? (facture)

Puis-je réduire ma consommation ?

Quel est le potentiel éolien de mon site ?

Souhaitez-vous revendre le surplus à EDF ?

Quel sera le coût de cette installation ?

Sera-t-elle rentable ?

Sommaire photovoltaïque

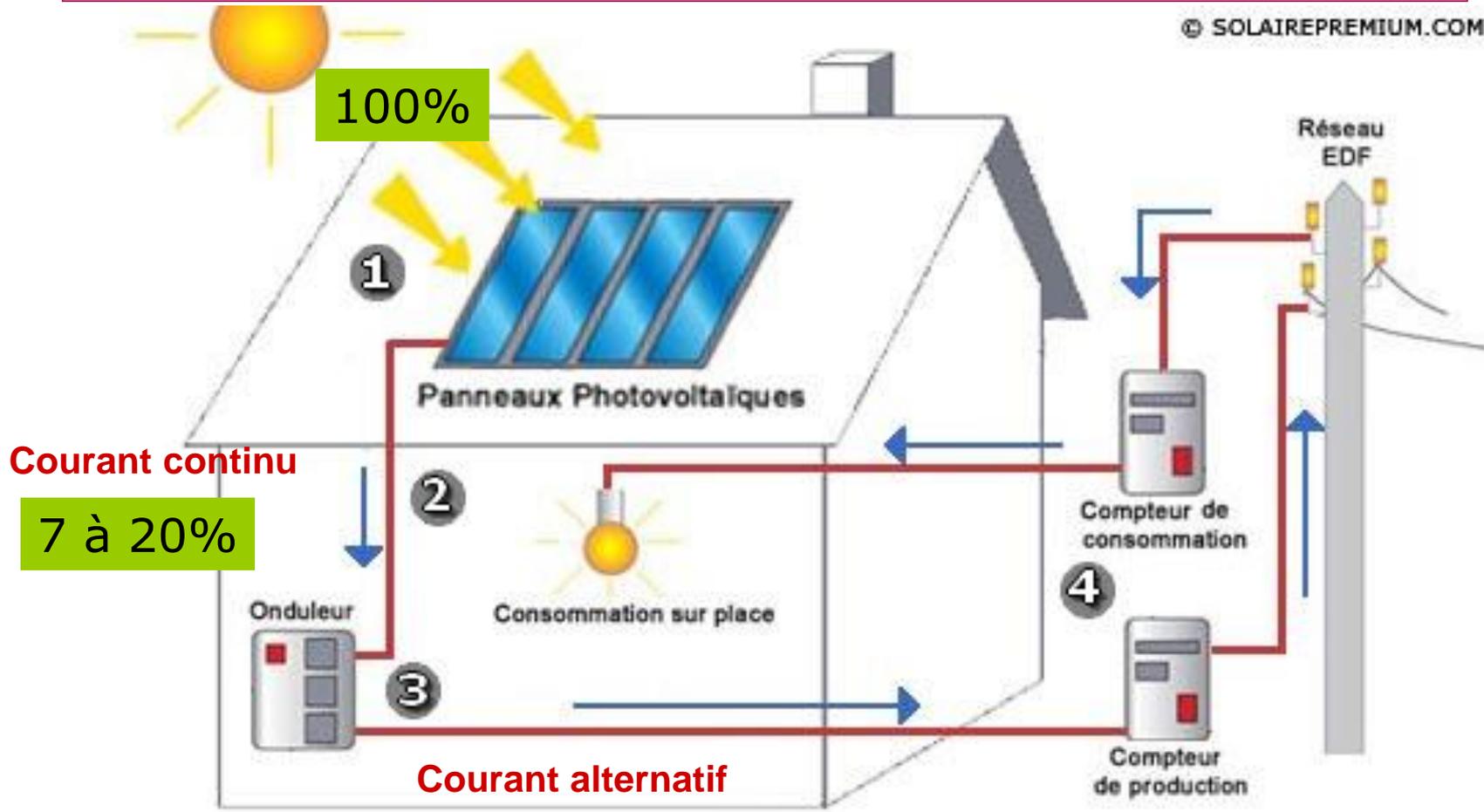


- Aspects techniques
- Economie
- Aspects fiscaux
- Raccordement au réseau
- Tarif d'achat de l'électricité
- Aspects administratifs
- Autoconsommation

Le solaire photovoltaïque



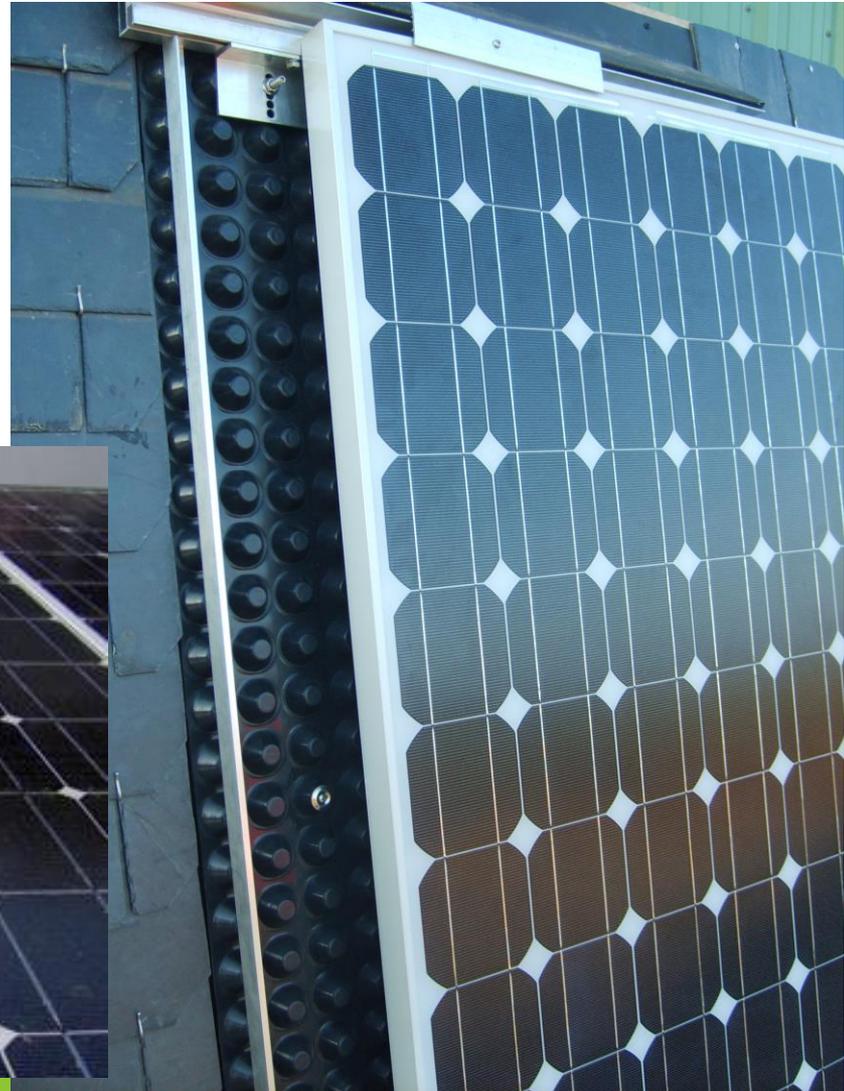
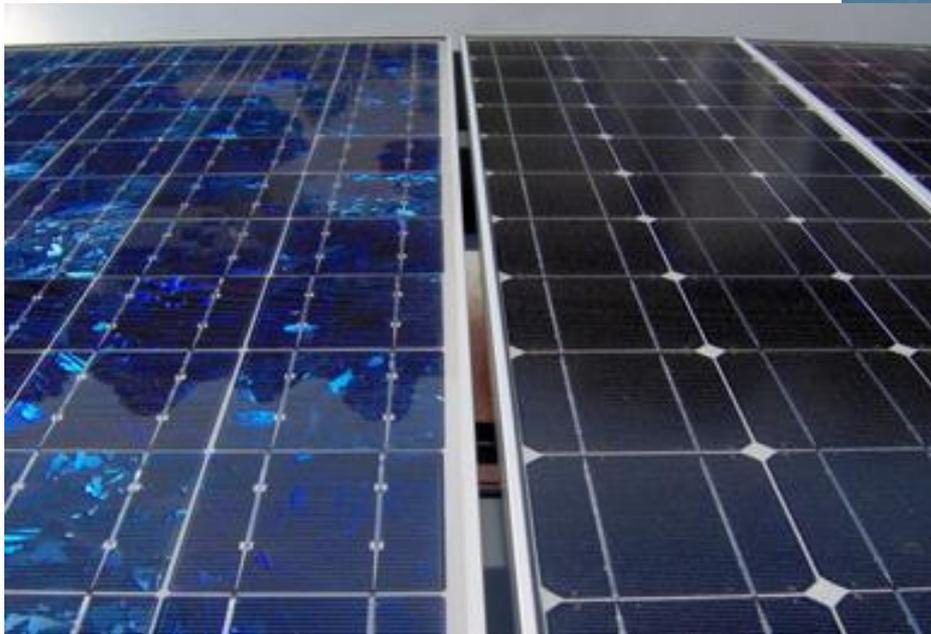
Installation PV avec revente totale de l'électricité



Le solaire photovoltaïque



Modules photovoltaïques

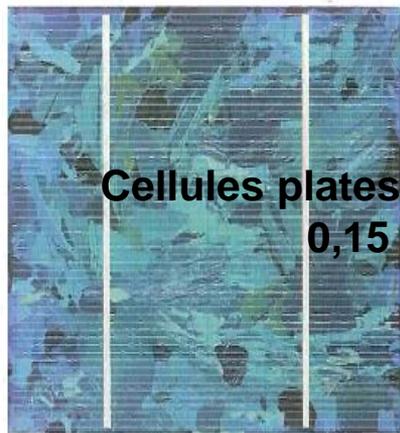


Le solaire photovoltaïque



Il existe actuellement **deux grandes familles de technologies** :

Cristallines



Silicium
polycristallin



Silicium
monocristallin

Cellules plates extrêmement fines
0,15 à 0,2 mm

Couches minces



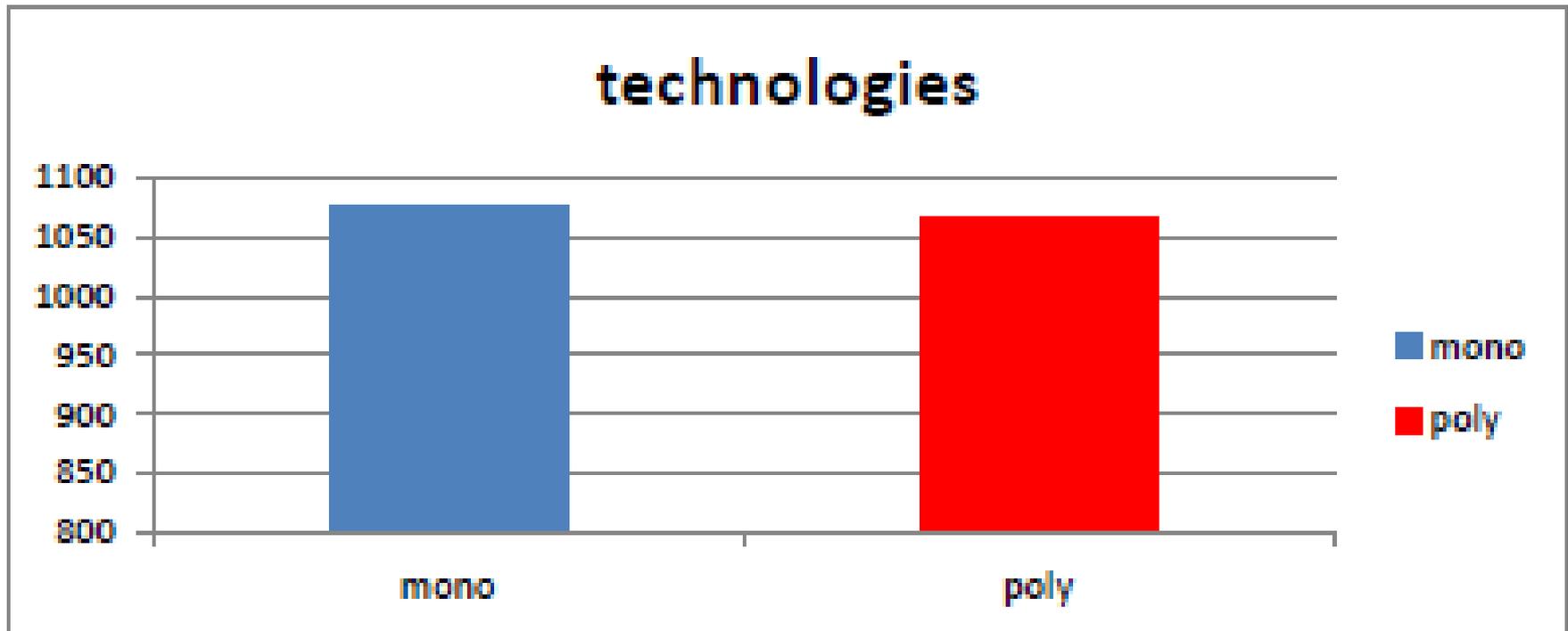
Silicium amorphe,
Tellure de cadmium (CdTe),
Cuivre Indium Sélénium
(CIS)..., en poudre déposé
sous vide sur un substrat

Silicium = matériaux de base de 95 % de la production mondiale de modules PV

APEPHA – Enregistrements production



Production moyenne par technologie



Le solaire photovoltaïque



Au-delà de la puissance et de la surface, un panneau à 3 caractéristiques importantes :

- l'écart à la puissance nominale: ex 0/+ 5%
- la variation de puissance avec la température (coef. Température):
 - Silicium cristallin : - 0,4
 - Silicium amorphe : -0,1
- la stabilité dans le temps des performances (les fabricants garantissent généralement au moins 80% de la puissance de départ au bout de 20 à 25 ans)

Le solaire photovoltaïque



Appareil électronique de
haute technologie

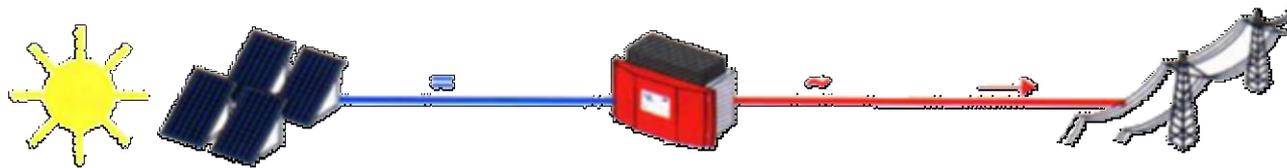
Les onduleurs



Le solaire photovoltaïque



➤ Fonction des onduleurs :



- **Se déconnecter** en cas d'absence de réseau.
- Fait fonctionner les modules PV au maximum de leur puissance.
- Protéger contre les surtensions
- **Durée de vie** : autour de 10 ans

Voir le délai d'intervention
le plus court possible
en cas de panne

Le solaire photovoltaïque



Les autres composants

Les câbles : ils regroupent électriquement les modules

- résistance aux UV et aux intempéries
- connections sécurisées
- section adaptée à la distance pour limiter les pertes à 1%



Les compteurs : compteur de consommation (déjà existant) & compteur de production d'électricité

Protections : parafoudre, indispensable pour protéger l'installation



Le solaire photovoltaïque



Les systèmes d'intégration

Ensemble des pièces mécaniques permettant de fixer les modules sur la toitures et éventuellement de garantir son étanchéité à l'eau (dans le cas des systèmes dits intégrés au bâti).

Le choix du système d'intégration doit notamment prendre en compte les **contraintes inhérentes à l'usage du bâtiment** : élevage avec les problèmes d'émanation et de condensation, besoins en lumière,...

Quelque soit le système, il convient de privilégier la ventilation et l'étanchéité

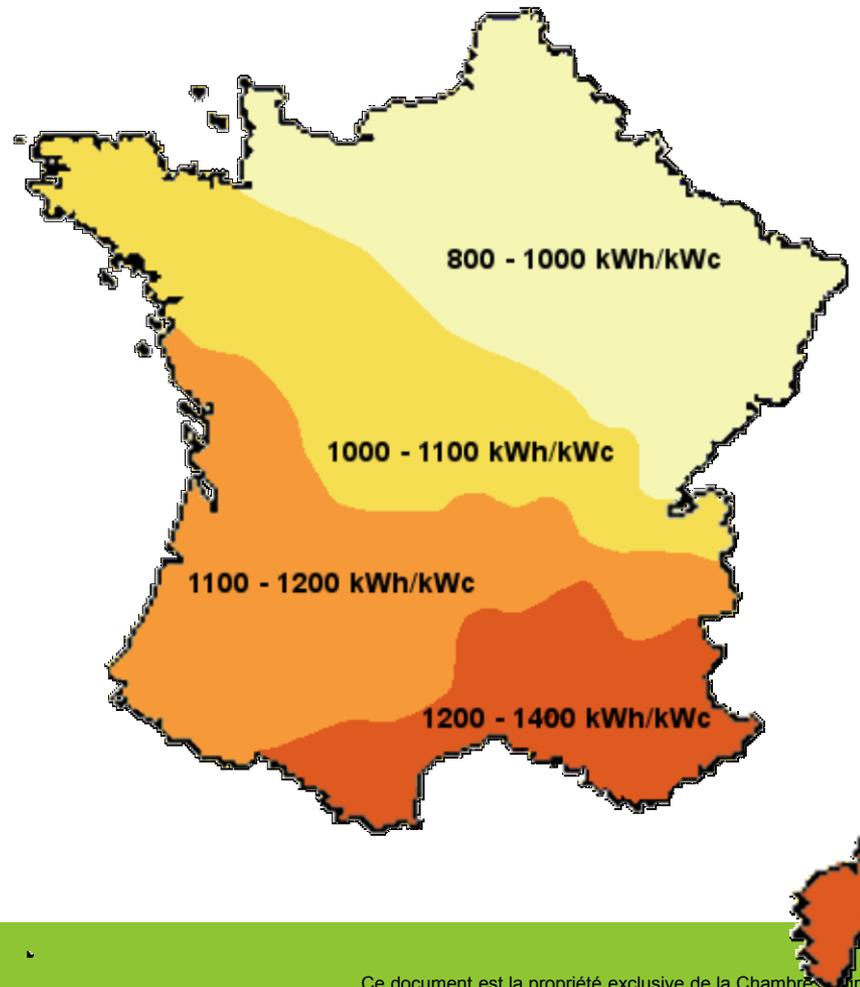
Systeme d'integration



Le productible photovoltaïque



En fonction de la localisation:

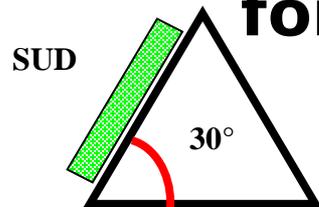


- Variations infimes selon la localisation au sein du département
- Variabilité interannuelle : $\pm 10\%$

Le productible photovoltaïque



Conditions idéales de fonctionnement:



Pente 30° (58%)

Orientation SUD

Le productible photovoltaïque



INCLINAISON \ ORIENTATION		INCLINAISON				
		0°	15°	30°	60°	90°
Est		0,93	0,84	0,90	0,78	0,55
Sud-Est		0,93	0,92	0,96	0,88	0,66
Sud		0,93	0,96	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest		0,93	0,92	0,96	0,88	0,66
Ouest		0,93	0,84	0,90	0,78	0,55

Optimum au sud avec de bons résultats jusqu'au Sud-Ouest et Sud-Est

Inclinaison du bâti agricole peu pénalisante

Le solaire photovoltaïque



- Résultats de suivis de production 2011 en I&V

Installation N° 2 : 1082 KWh/KWc

Orientation : sud -10°

Inclinaison : 17°

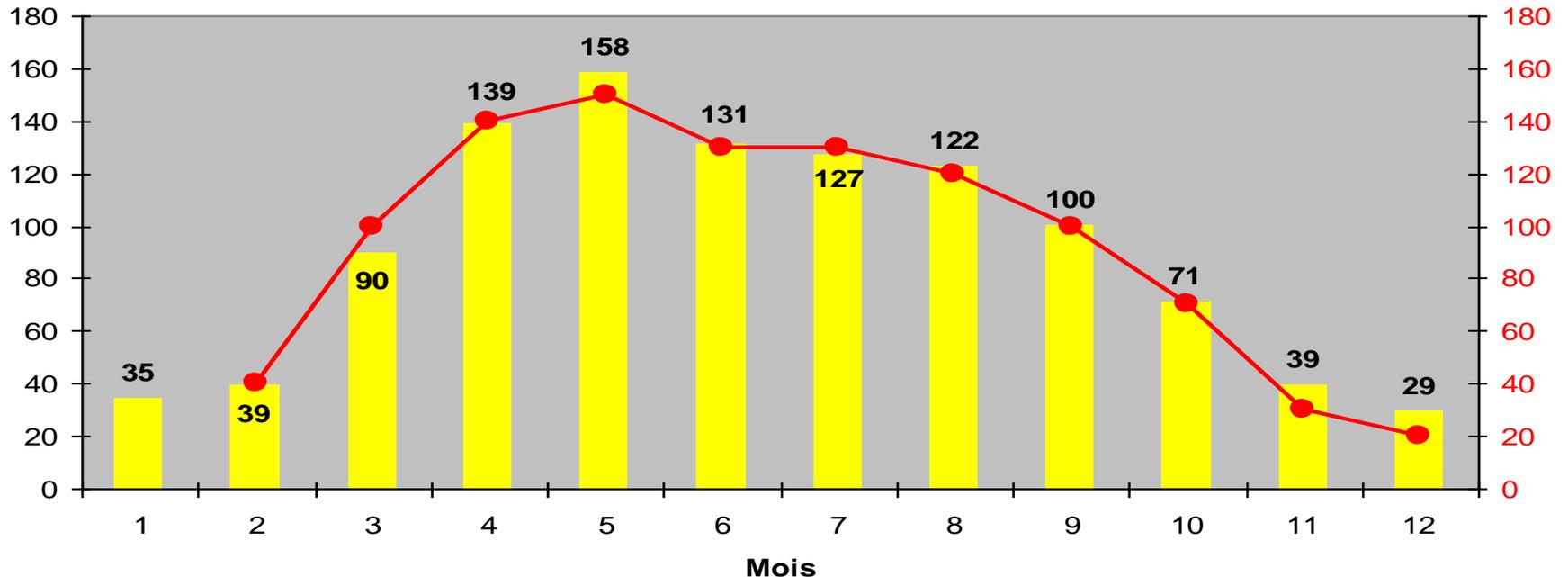
Modules : monocristalin Solarfun

Onduleurs : SMA

Nettoyage des panneaux en avril 2011

KWh/KWc

KWh/KWc Hélio Clim 3



Photovoltaïque



POINTS CLES POUR INSTALLATION PERFORMANTE

- **Modules installés dans un même plan** (même orientation, même inclinaison) faute de quoi la production s'alignera sur le moins ensoleillés des modules (beaucoup de pertes).
- **Limiter la montée en température des modules** : ventilation sous les panneaux pour limiter les pertes dues à la T° (en moyenne autour de $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ au delà de 25°C).
- **Trier les modules** : les associés en fonction de leur caractéristiques pour limiter les pertes (caractéristiques mesurées sortie d'usine « flash test »)
- **Vérifier les rendements des onduleurs** c.a.d leur capacité à restituer l'énergie avec des pertes minimum : **rendement européen > à 95%**

Photovoltaïque



POINTS CLES POUR INSTALLATION PERFORMANTE

- **Dimensionnement** des **onduleurs** compris entre **80 et 100%** de la **puissance crête de l'installation**.
- Planter les onduleurs **le plus proche possible** des panneaux & du point de livraison **pour limiter les pertes**
- **Local onduleur aéré, ventilé** car un onduleur qui chauffe perd en rendement.
- Choisir un **système d'intégration** adapté à la **pente du toit**, à **l'utilisation du bâtiment** et à la **capacité de la charpente**.

Photovoltaïque: entretien



Le nettoyage est souvent inclus dans un contrat de maintenance, sinon on peut faire appel à une entreprise spécialisée.

Nettoyage onduleurs (orifice ventilation)
Contrôle fonctionnement dispositifs de sécurité
Thermographie (détection « points chauds » pouvant causer des incendies)
Examen visuel état des modules, étanchéité, câbles ...
Contrôle du bon fonctionnement des onduleurs



Compris dans les contrats de maintenance proposés par la majorité des installateurs

Le contrat d'achat



Arrêtés du 07 janvier 2013

- **Contrat de rachat de 20 ans** à partir de la mise en service du raccordement au réseau.
- Tarif d'achat dans la limite de 99,9 KWc par bâtiment ou parcelle cadastrale
- Tarif intégration au bâti limité aux installations inférieures à 9 KWc
- Certificat et demande de bonification avant la mise en service de l'installation.

Tarifs : 01/07/13 au 30/09/13



Type de tarif	Type installation et Puissance	Tarif de vente d'électricité (c€/kWh)		
		Base	+ 5 %	+ 10 %
T 1	IAB [0 – 9 kWc]	29.69	31.17	32.65
T 4	ISB [0 – 36 kWc]	15.21	15.97	16.73
	ISB [36 – 100 kWc]	14.45	15.17	15.89
T 5	Tout type d'installation	7.76	8.14	8.53

IAB : Intégration au bâti

ISB : Intégration Simplifié au Bâti

Une bonification de 5% ou 10 % peut être accordée selon l'origine européenne des composants du système photovoltaïque

Photovoltaïque: économie



L'investissement:

- Panneaux
- Onduleurs
- Câble, armoire électrique ...
- Pose
- Liaison jusqu'au compteur
- Raccordement au réseau
- Coûts annexe: constitution société, coûts notariés...
- Surcoût charpente
- Extensions de garantie éventuelles

Photovoltaïque: économie



Le chiffre d'affaire:

- du tarif d'achat
- du productible en KWh
- de la baisse de production prévisionnelle
- de l'actualisation du tarif (coef. L)

Exemple sur une installation de 99 KWc produisant 1060 KWh/KWc

$$99 \times 1060 \times 15,895 \text{ c€} = 16\,680,21 \text{ €}$$

Avec majoration +10% panneaux UE

Attention: pas de TVA facturée à EDF

Photovoltaïque: économie



Les charges:

- La TURP (Tarif Utilisation du Réseau Public): de 36 KWc à 250 KWc
646,68 € H.T
- Maintenance préventive et nettoyage
- Changement des onduleurs: provisionner un remplacement

- Assurances
- Taxe CET (Contribution Economique Territoriale)
- IFER (installation > 100 KWc)

- Coût de comptabilité
- Abonnement téléphonique (ligne dédiée)
- Frais financiers

Les étapes et les acteurs d'un projet photovoltaïque

