



Mardi 1<sup>er</sup> Septembre 2015

Tuteur pédagogique: M. MAIZIA

Maitre de stage: : M. GUILLOU



# Potentiel énergétique du territoire de CCA



# PRÉSENTATION

---

- Les énergies renouvelables sur le territoire
- Étude des gisements
  - Une méthodologie pour chacune des technologies
- Présentation des scénarios



# NOTRE MISSION

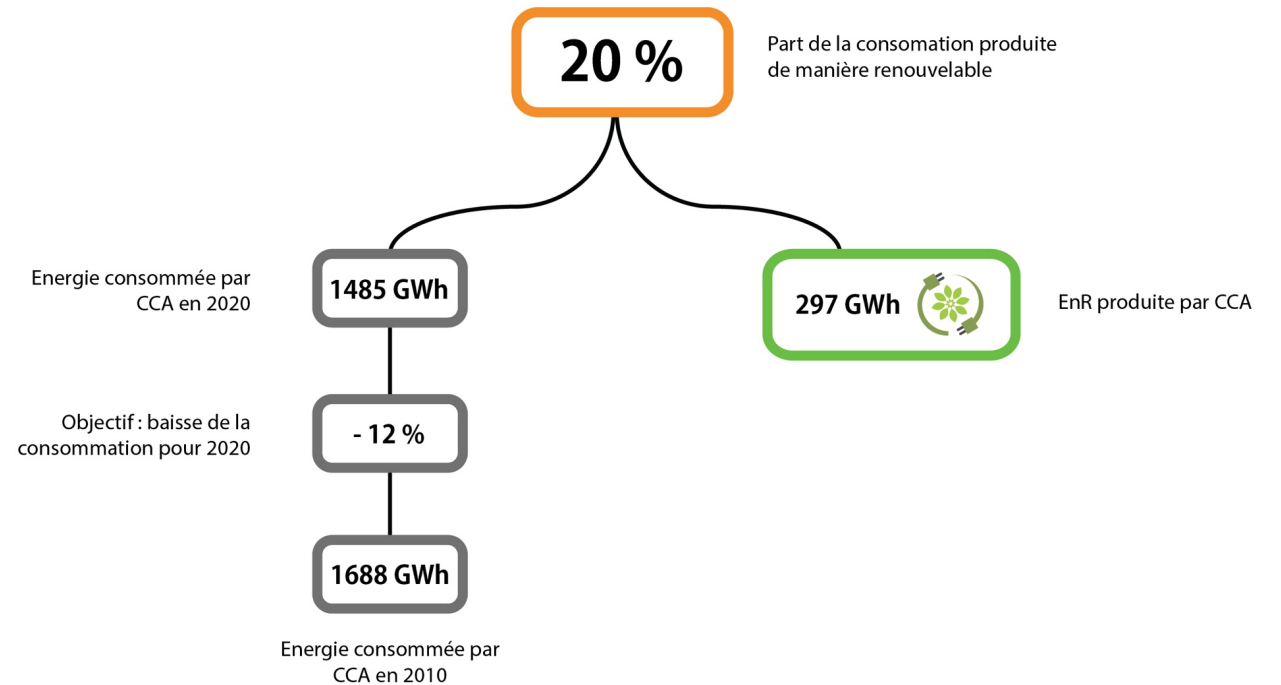
Concarneau Cornouaille Agglomération

# NOTRE MISSION

- Etude énergétique dans le cadre du PCET

- 20% de production d'EnR d'ici 2020

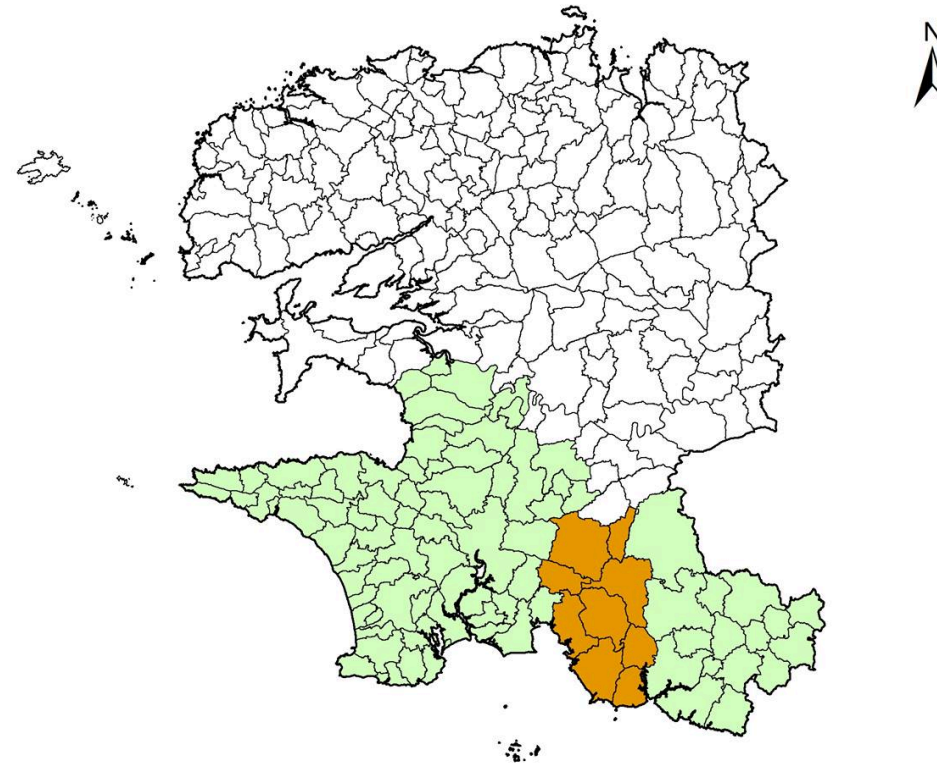
Soit 297 GWh





# NOTRE MISSION

- Concarneau Cornouaille Agglomération
  - Pays de Cornouaille



0 5 10 20  
Kilomètres

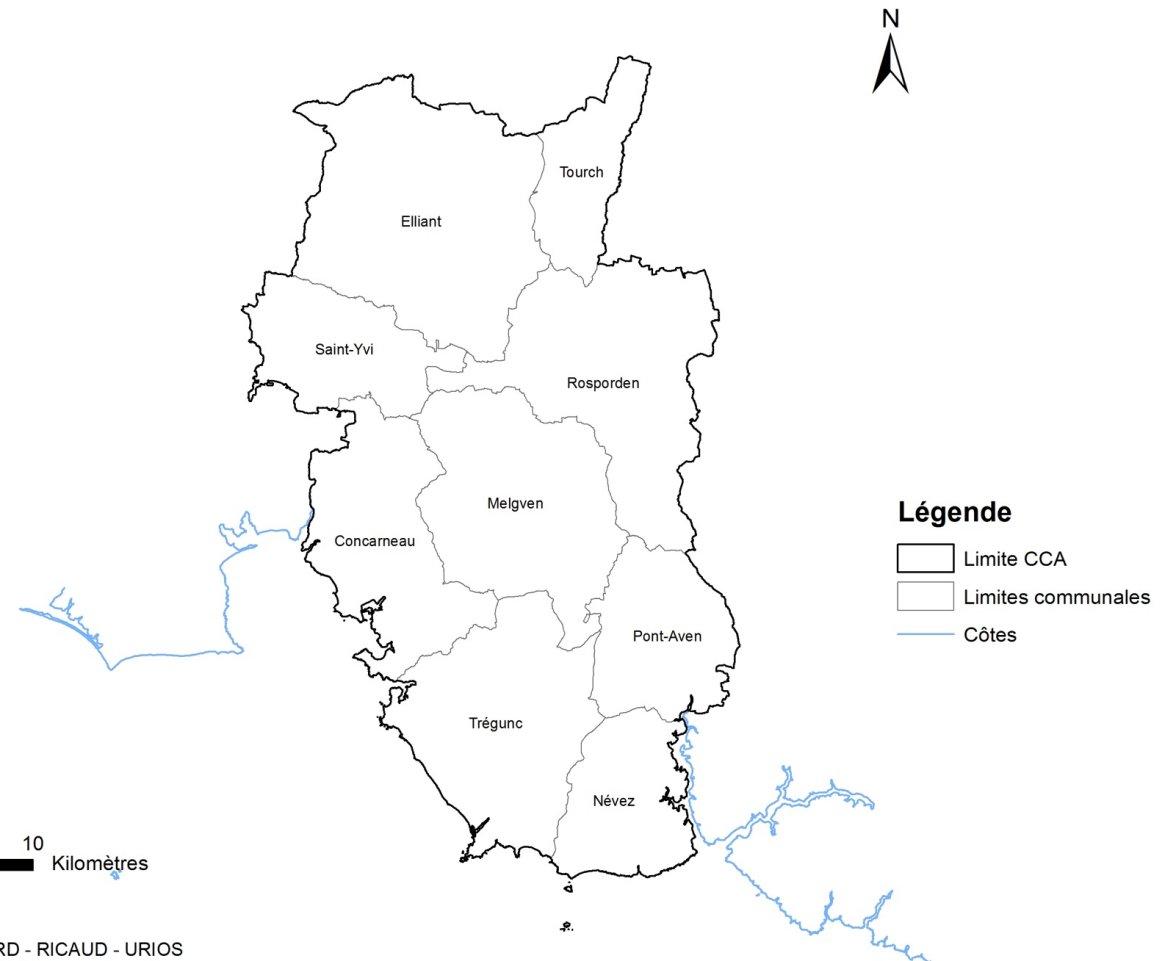
Sources : IGN BD TOPO  
BRUNEL - COLLE - HEBARD - RICAUD - URIOS  
Réalisée sous ArcGIS - juin 2015

## Légende

- Finistère
- Communes Finistère
- Pays de Cornouaille
- Communes CCA

# NOTRE MISSION

- Concarneau Cornouaille Agglomération
  - 9 communes
  - 49 016 habitants en 2012

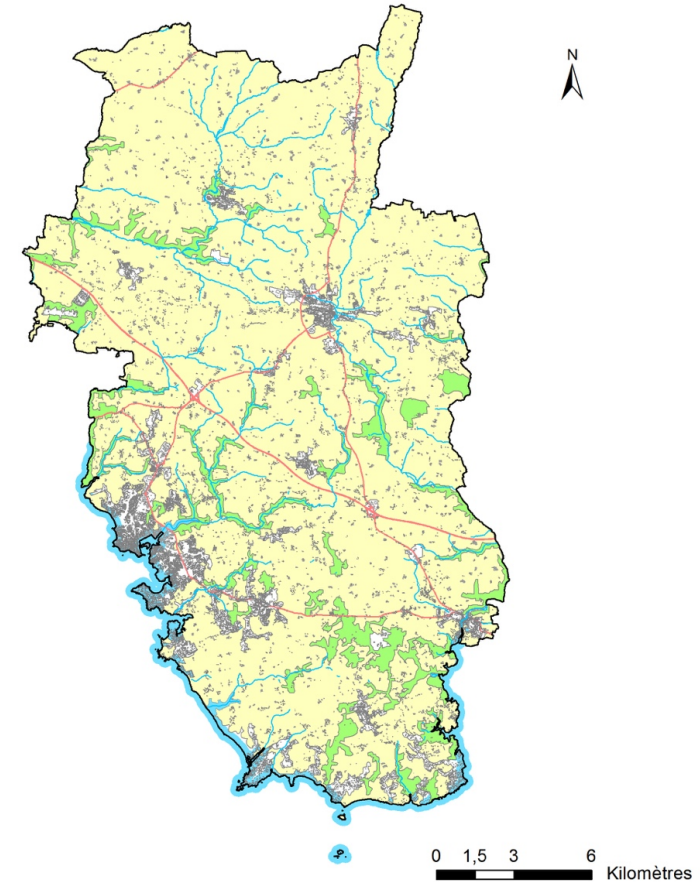


Sources : IGN BD TOPO  
BRUNEL - COLLE - HEBRARD - RICAUD - URIOS  
Réalisée sous ArcGIS - juin 2015

# NOTRE MISSION

- Concarneau Cornouaille  
Agglomération

- 4 communes littorales
- 2 pôles urbains
- Territoire agricole



# NOTRE MISSION



Source: tinkuy.fr

**Solaire thermique**  
**Solaire photovoltaïque**

**Eolien terrestre**  
**Eolien off-shore**



Source:  
raphilus.e-  
monsite.com



Source: ecosources.info

**Hydrolien**  
**Marémotrice**  
**Houlomoteur**



Source: lenergeek.com



Source: albanmariejoris-tpe.e-monsite.com/

**Méthanisation**  
**Chaudière bois**  
**Valorisation des déchets**



Source: RICAUD  
Chaudière l'Atlantide



Source: cc-rohrbach.fr

# NOTRE MISSION

- Benchmarking à l'échelle de la région Bretagne
- Livret pédagogique des énergies

## 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

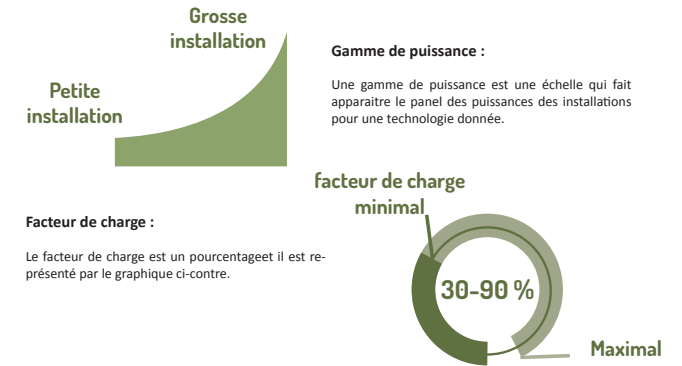
Lorsqu'une demande énergétique est plus importante que l'offre (Base + semi-base), les productions de pointe permettent de produire l'énergie supplémentaire nécessaire à la satisfaction des pics de consommation sur le territoire. Par exemple on retrouve les technologies telles que l'hydraulique ou les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

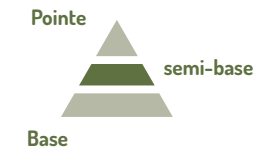
EnR : Energie Renouvelable

## DONNEES TECHNIQUES



### Facteur de charge :

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



### 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 <sup>2</sup>	Maison	Ville	Pays
Puissance	W	kW	MW	GW
Energie	~100 kWh	~ 10 MWh	~100 GWh	~400 TWh



# NOTRE MISSION

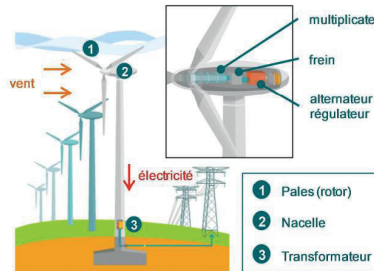
- Benchmarking à l'échelle de la région Bretagne
- Livret pédagogique des énergies

## 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 GW<sub>h</sub> 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 emprise 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

## Réalisations en Bretagne

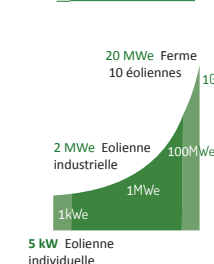
### Plémet, La Ferrière (22)

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 implantera 3 éolienne de 2 MW chacune (6 MW au total) qui devraient produire 11,6 GWh par an.

### GAMME DE PUISSANCE



### DURÉE 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%.

Sources : [1] [3] [4] [6] [7] [8] [13]

11



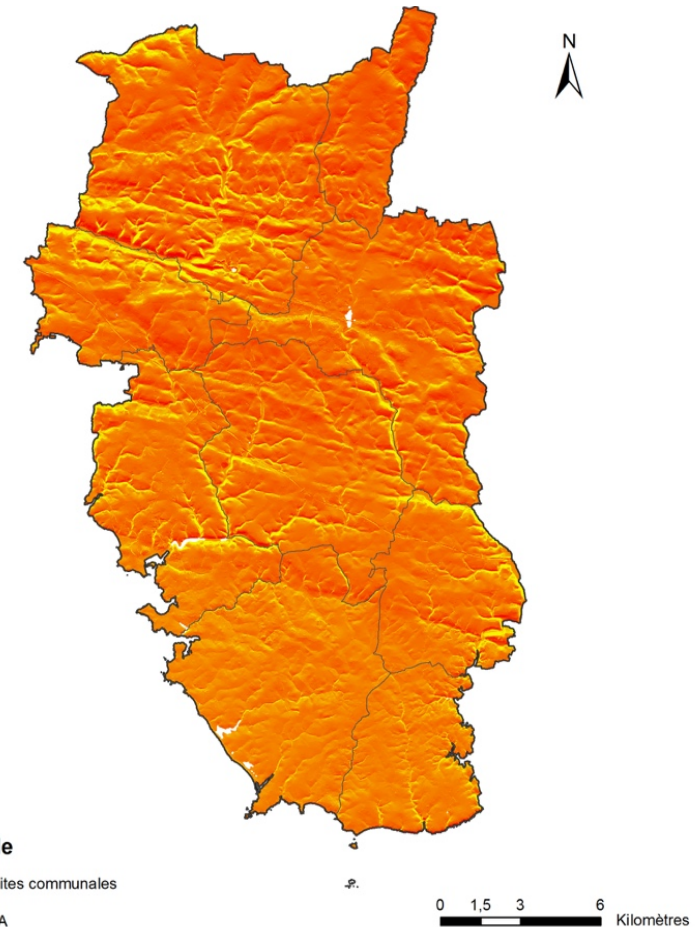
# LES GISEMENTS

Concarneau Cornouaille Agglomération

# LES GISEMENTS

- PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES INDIVIDUELLES

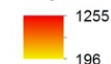
- Une ressource globale de **137 000 m<sup>2</sup>** sur **7 500** bâtiments soit une production de **24 GWh**
- Une multitude d'acteurs



## Légende

- Limites communales
- CCA

## Rayonnement solaire en kWh/m<sup>2</sup>/an



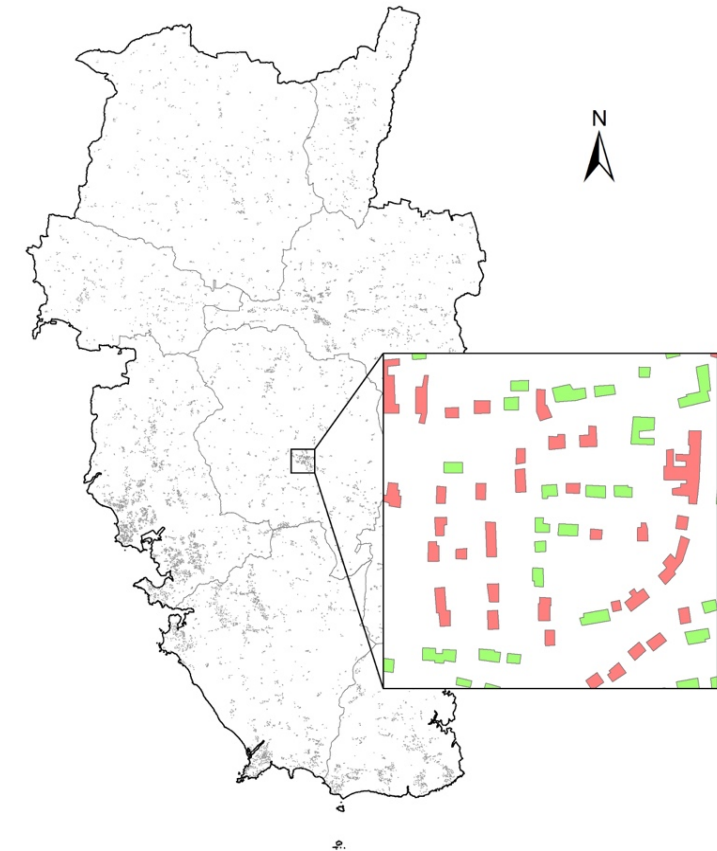
Sources : IGN BD TOPO  
BRUNEL - COLLE - HEBRARD - RICAUD - URIOS  
Réalisée sous ArcGIS - juin 2015



# LES GISEMENTS

- PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES INDIVIDUELLES

- Une ressource globale de **137 000 m<sup>2</sup>** sur **7 500** bâtiments soit une production de **24 GWh**
- Une multitude d'acteurs



## Légende

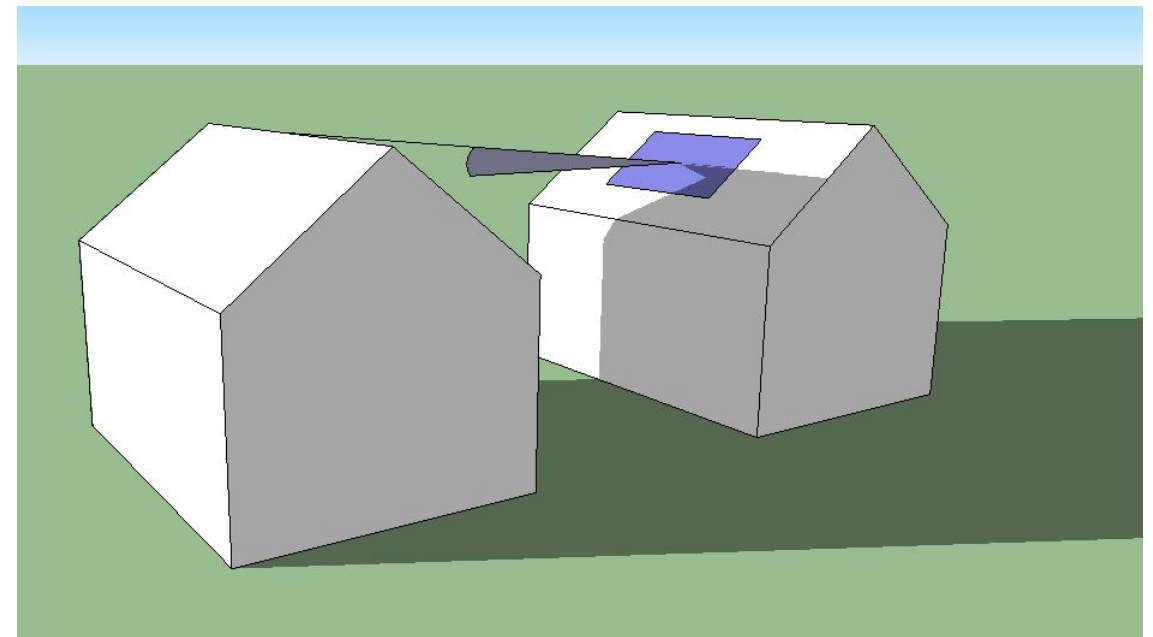
- CCA
- Limites communales
- Ensemble du bâti éligible
- Bâti bien orienté
- Bâti mal orienté

0 1,5 3 6 Kilomètres

# LES GISEMENTS

- PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES INDIVIDUELLES

- Une ressource globale de **137 000 m<sup>2</sup>** sur **7 500** bâtiments soit une production de **24 GWh**
- Une multitude d'acteurs



Masques solaires (Source: BRUNEL – COLLE – HEBRARD – RICAUD – URIOS)

# LES GISEMENTS

- PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES INDIVIDUELLES

- Une ressource globale de **137 000 m<sup>2</sup>** sur **7 500** bâtiments soit une production de **24 GWh**
- Une multitude d'acteurs

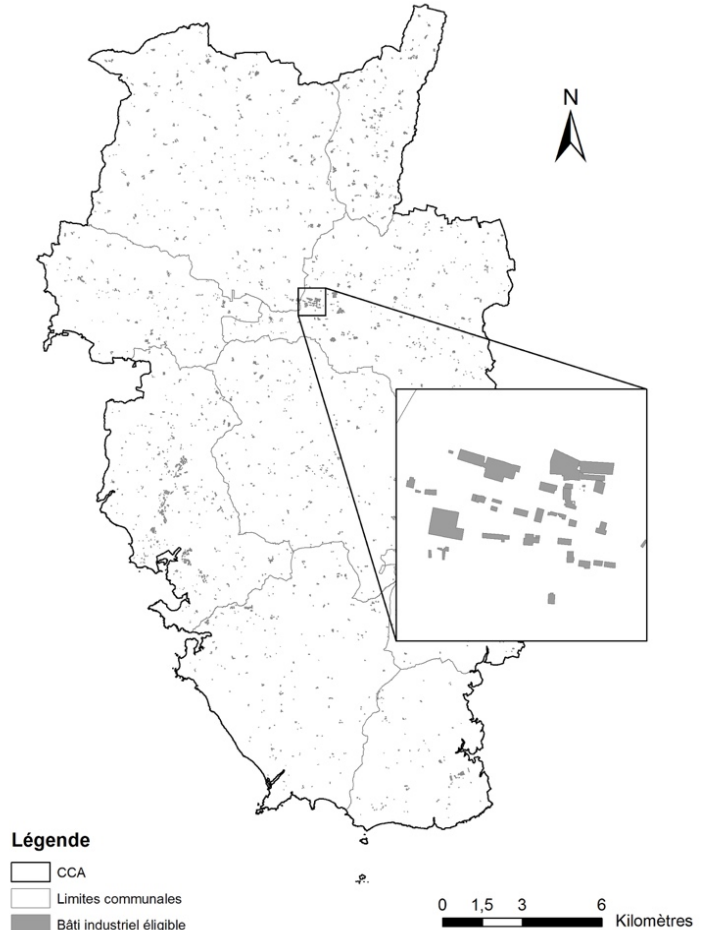


Bati sur CCA (Source: BRUNEL – COLLE – HEBRARD – RICAUD – URIOS)

# LES GISEMENTS

- PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES COMMERCIALES, INDUSTRIELLES ET AGRICOLES

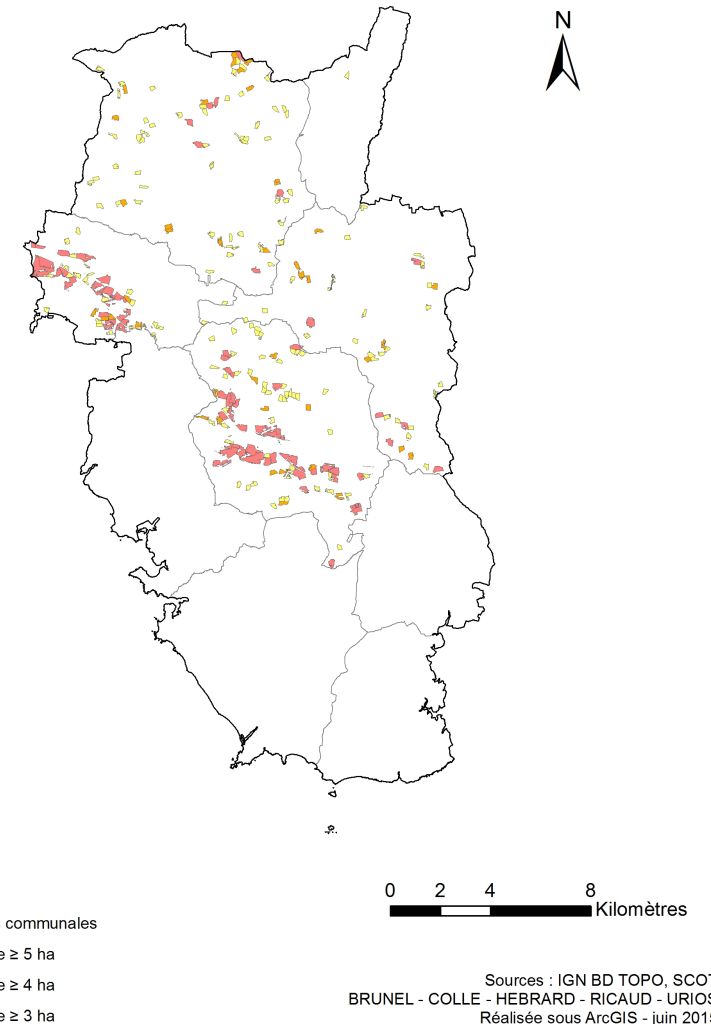
- Une ressource globale de **112** hectares sur **3 100** bâtiments soit une production de **62** GWh
- Des surfaces exploitables plus grandes



# LES GISEMENTS

- PHOTOVOLTAÏQUE EN CENTRALES AU SOL

- Une ressource globale de **1 180** hectares sur **232** parcelles soit une production de **317** GWh
- Concurrence avec l'agriculture

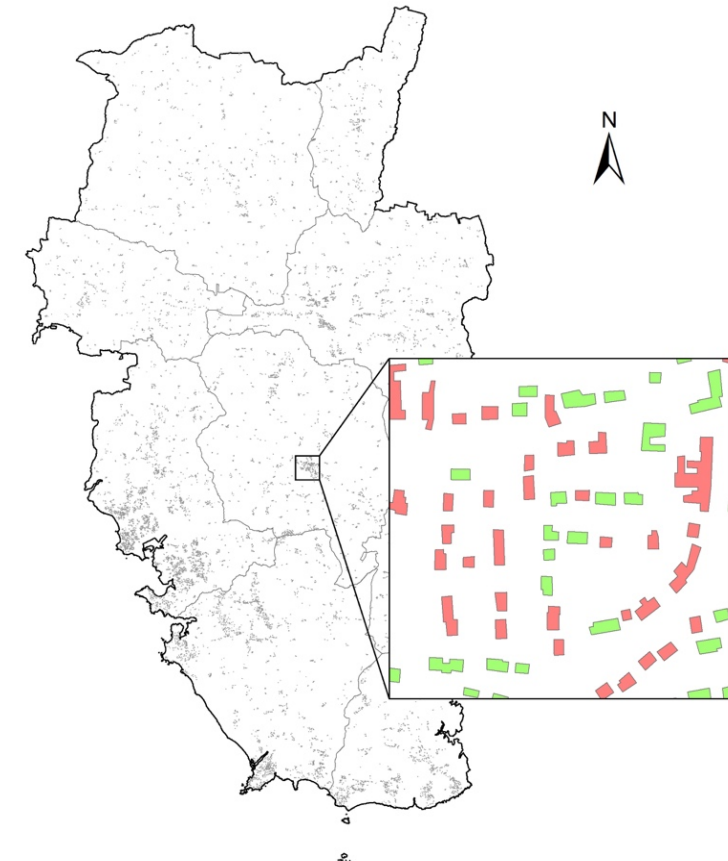




# LES GISEMENTS

- SOLAIRE THERMIQUE SUR TOITURES INDIVIDUELLES

- Une ressource globale de **137 000 m<sup>2</sup>** sur **7 500** bâtiments soit une production de **6,7 GWh**
- Multitudes d'acteurs pour un coût important en rénovation



## Légende

- CCA
- Limites communales
- Ensemble du bâti éligible
- Bâti bien orienté
- Bâti mal orienté

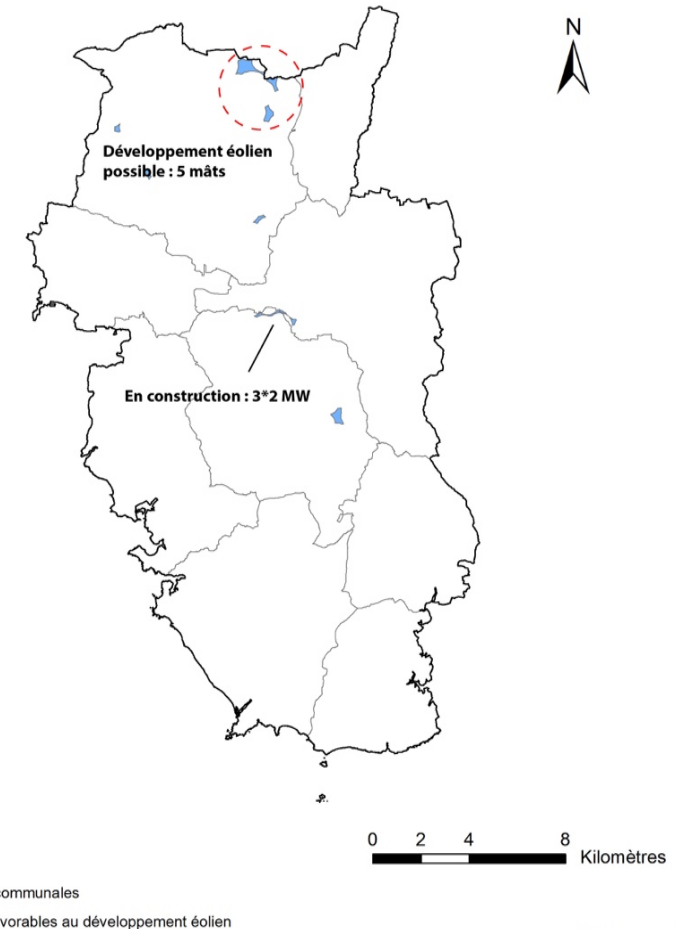
0 1,5 3 6 Kilomètres

Sources : IGN BD TOPO  
BRUNEL - COLLE - HEBRARD - RICAUD - URIOS  
Réalisée sous ArcGIS - juin 2015

# LES GISEMENTS

- ÉOLIEN TERRESTRE

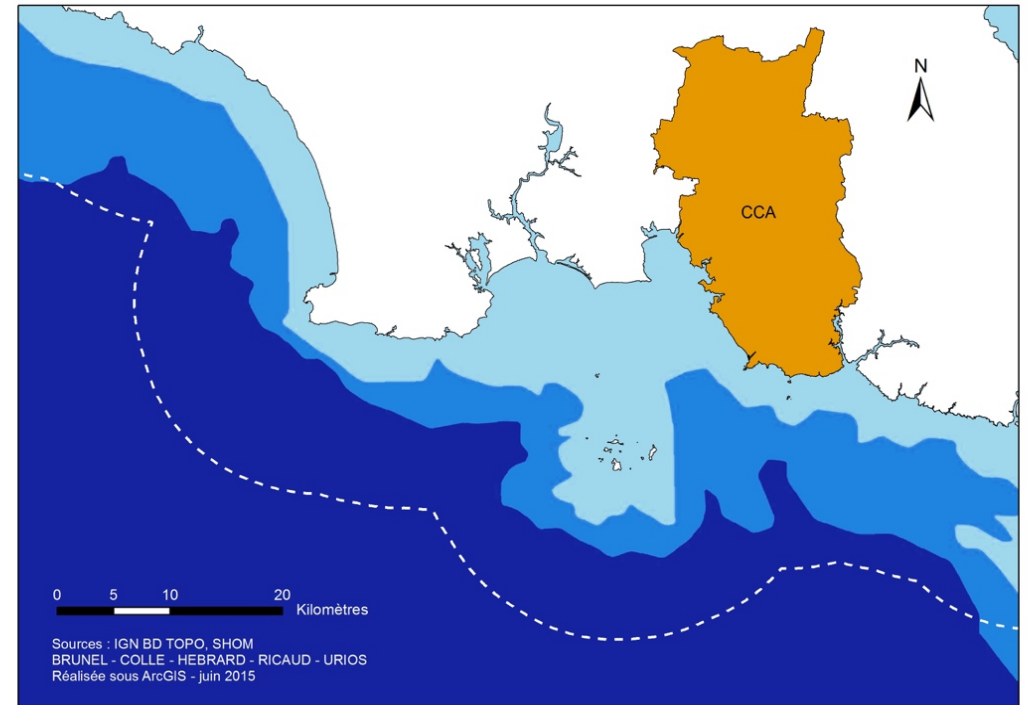
- Possibilité d'installer **5** mâts supplémentaires  
soit une production de **28 GWh**
- Faible acceptation sociétale



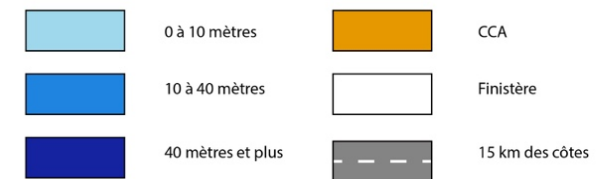
# LES GISEMENTS

- ÉOLIEN OFFSHORE

- De fortes contraintes
- **Aucune** zone d'installation au large des côtes de CCA
- Possibilité d'installer de l'éolien de type flottant mais la technologie est au stade de développement



Profondeur en mètres



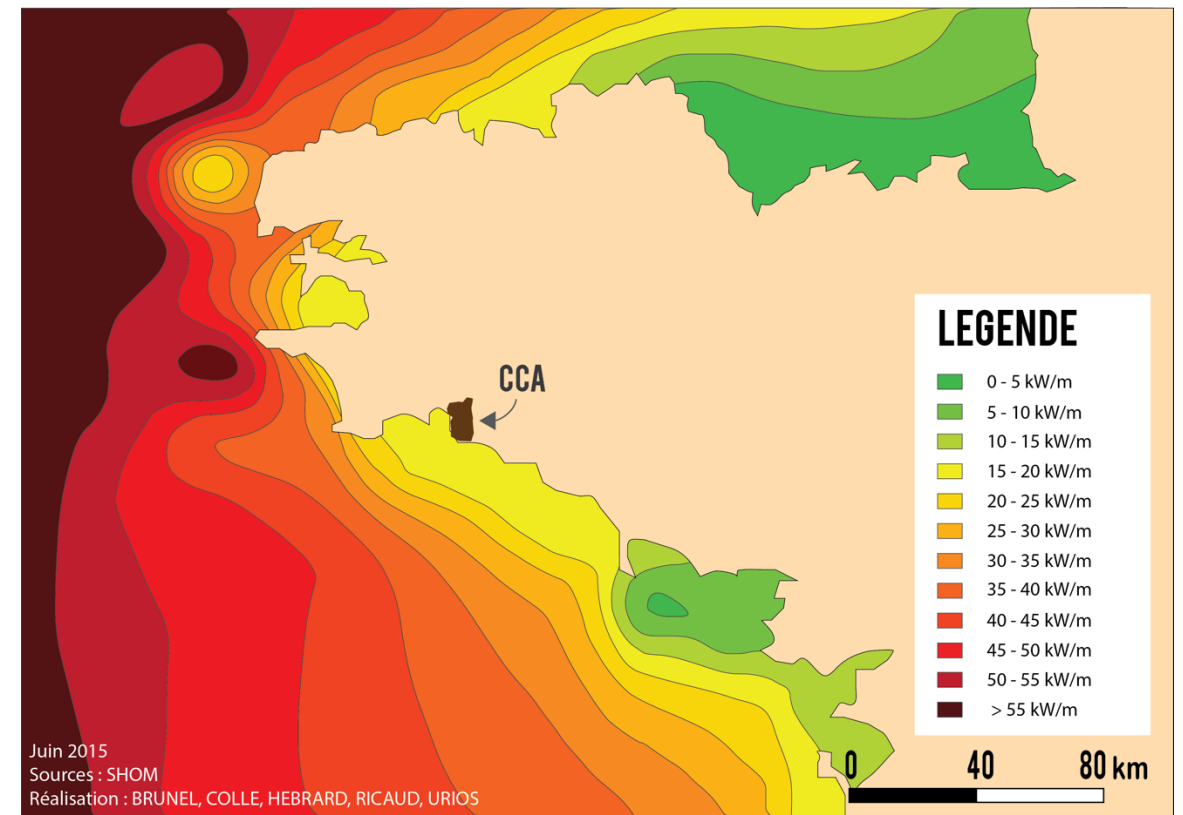


# LES GISEMENTS

- HOULOMOTEUR

- De fortes contraintes physiques
- Potentiel **nul** au large des côtes de CCA
- Des technologies encore en développement

## PUISSANCE DE LA HOULE

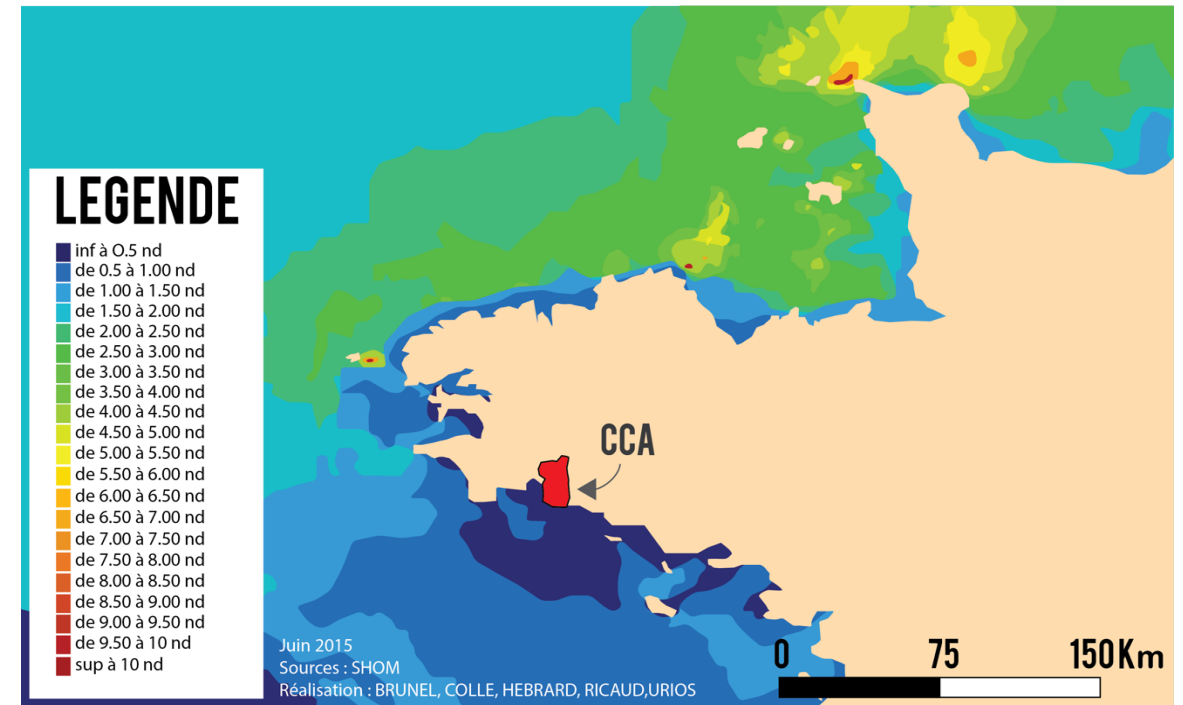


# LES GISEMENTS

- HYDROLIEN

- De fortes contraintes physiques
- Potentiel **nul** au large des côtes de CCA
- Des technologies encore en développement

## COURANTS VITESSE MAXIMALE

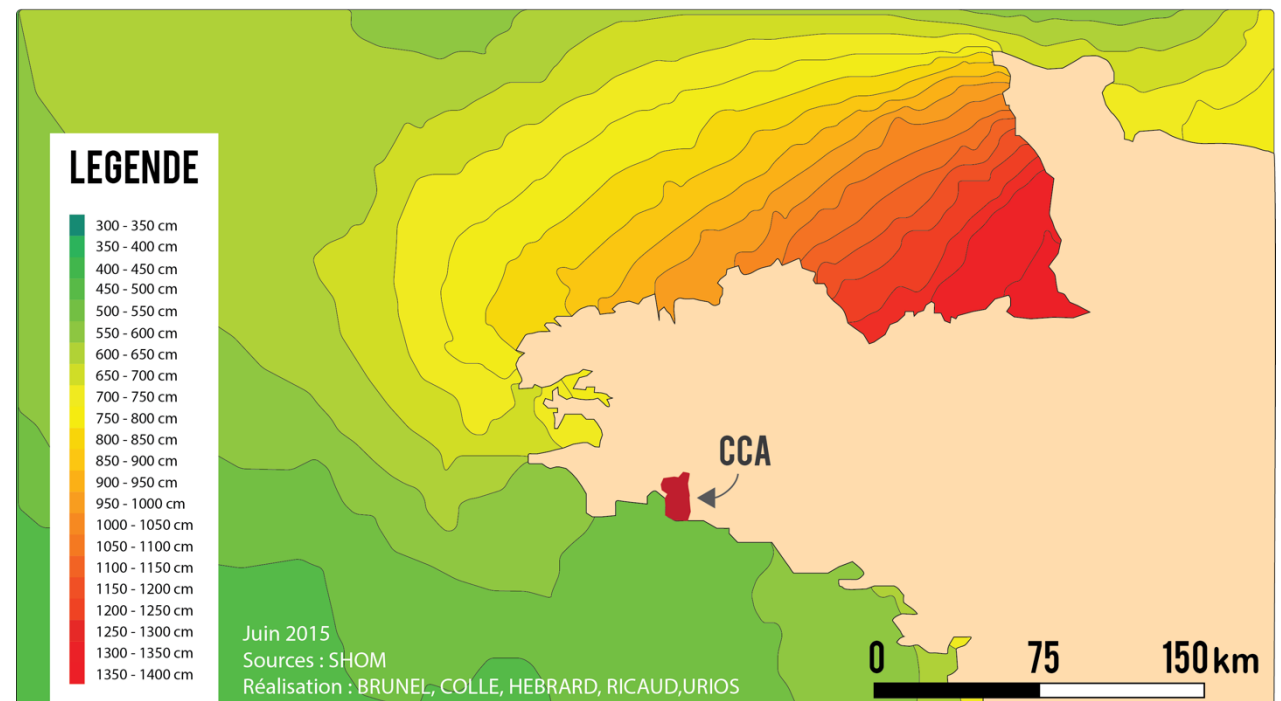


# LES GISEMENTS

- MARÉMOTEUR

- De fortes contraintes physiques
- Potentiel **nul** au large des côtes de CCA
- À petite échelle, des technologies encore en développement

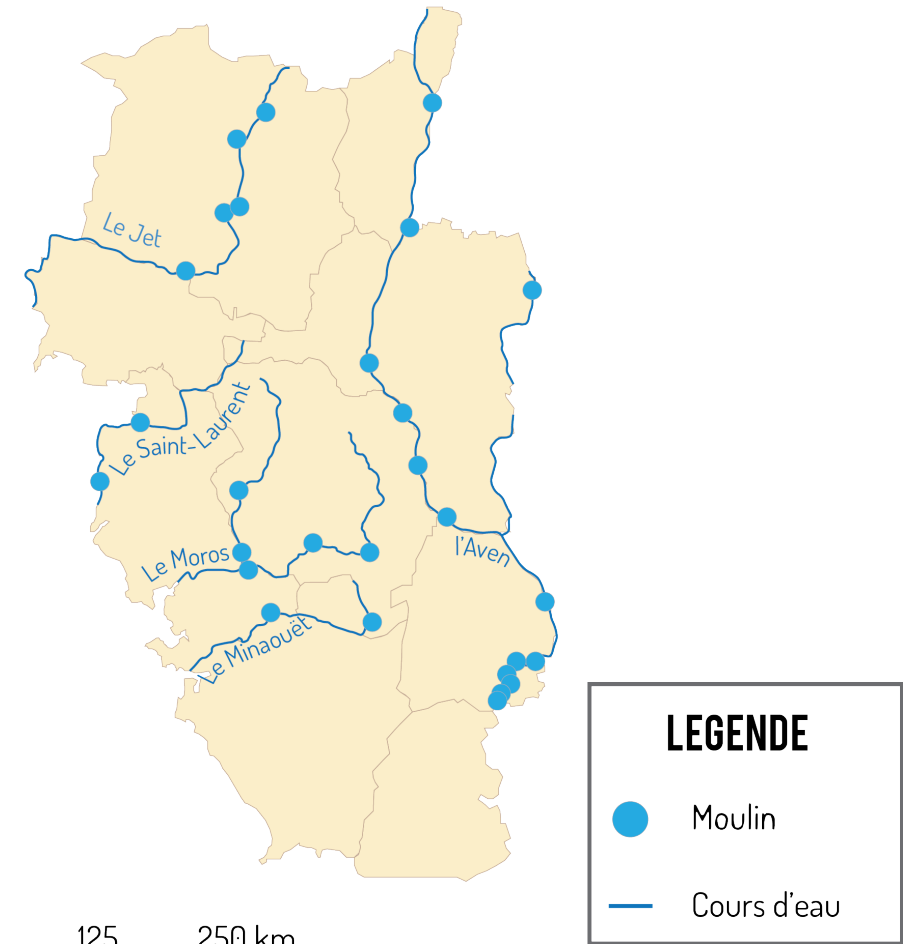
## HAUTEURS DE MARNAGE COEFFICIENT 120



# LES GISEMENTS

- HYDRAULIQUE

- Réhabilitation des moulins du territoire
- Une puissance hydraulique potentielle de **0,56 GW**  
soit une production de **1,5 GWh**
- Des contraintes fortes à l'installation (continuités écologiques...)



# LES GISEMENTS

- MÉTHANISATION

- Une masse de déchets fermentescibles de **285 000** tonnes  
soit une production de **90 GWh**
- Une exploitation complexe



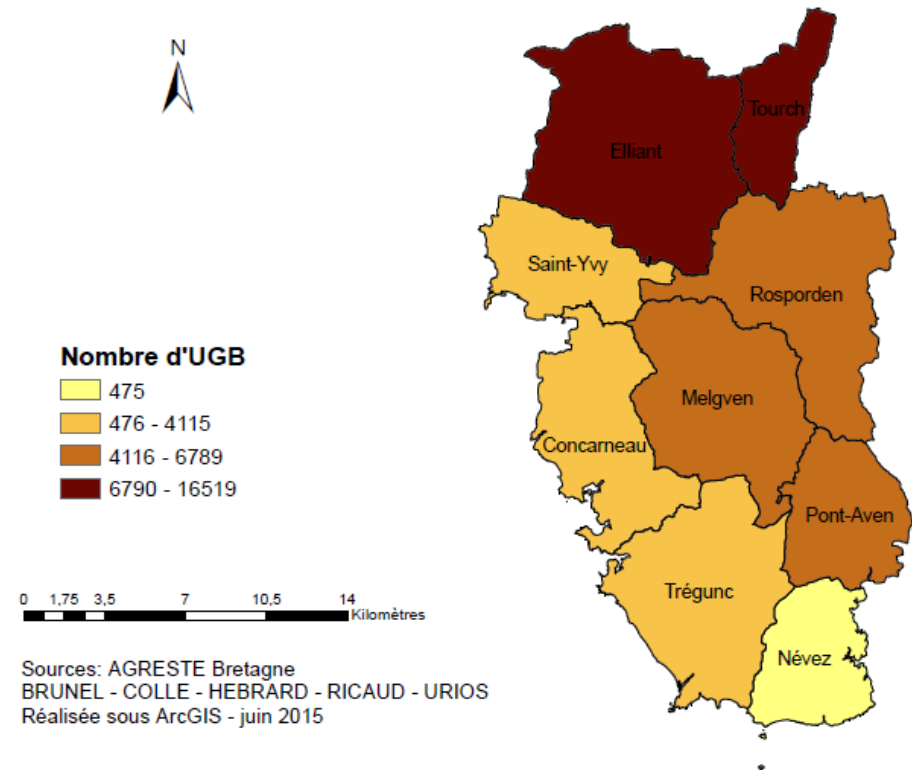
Unité de méthanisation (Source: cc-rohrbach.fr)

# LES GISEMENTS

## RÉPARTITION DU BÉTAIL SUR LE TERRITOIRE DE CCA

- MÉTHANISATION

- Une masse de déchets fermentescibles de **285 000 tonnes**  
soit une production de **90 GWh**
- Une exploitation complexe





# LES GISEMENTS

- BOIS

- Une ressource de **17 160** tonnes de bois (sur CCA et COCOPAQ)  
soit une production de **63** GWh
- Possibilité d'agir en créant un réseau de chaleur



Source: BRUNEL – COLLE – HEBRARD – RICAUD – URIOS  
Stockage bois déchiqueté - SCAER

# LES GISEMENTS

- VALORISATION DES DÉCHETS (VALCOR)
  - Une ressource de près de **54 450** tonnes de déchets  
soit une production de chaleur de **144** GWh
  - Nécessité de trouver des débouchés notamment via la  
création d'un réseau de chaleur



Source: letelegramme.fr





# DES SCÉNARIOS

Concarneau Cornouaille Agglomération



# LES SCÉNARIOS

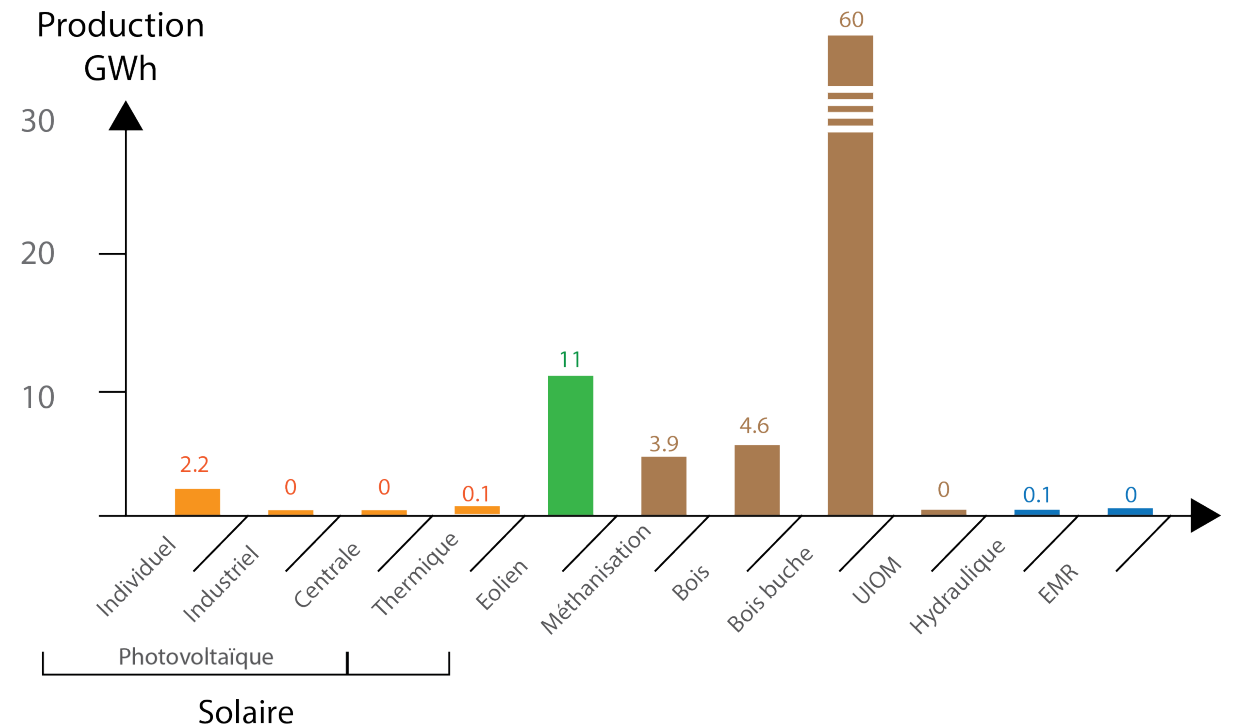
---

- Création d'une grille d'analyse stratégique
- 3 types de scénarios :
  - Fil de l'eau
  - Volontariste
  - Volontariste +

# LES SCÉNARIOS

- **SCÉNARIO FIL DE L'EAU**

- Aucune intervention de la collectivité
- Une évolution tendancielle
- Aboutissement des projets en cours
- Perte de l'incinérateur de déchets s'il n'y a aucune valorisation
- **5,5% de production EnR**



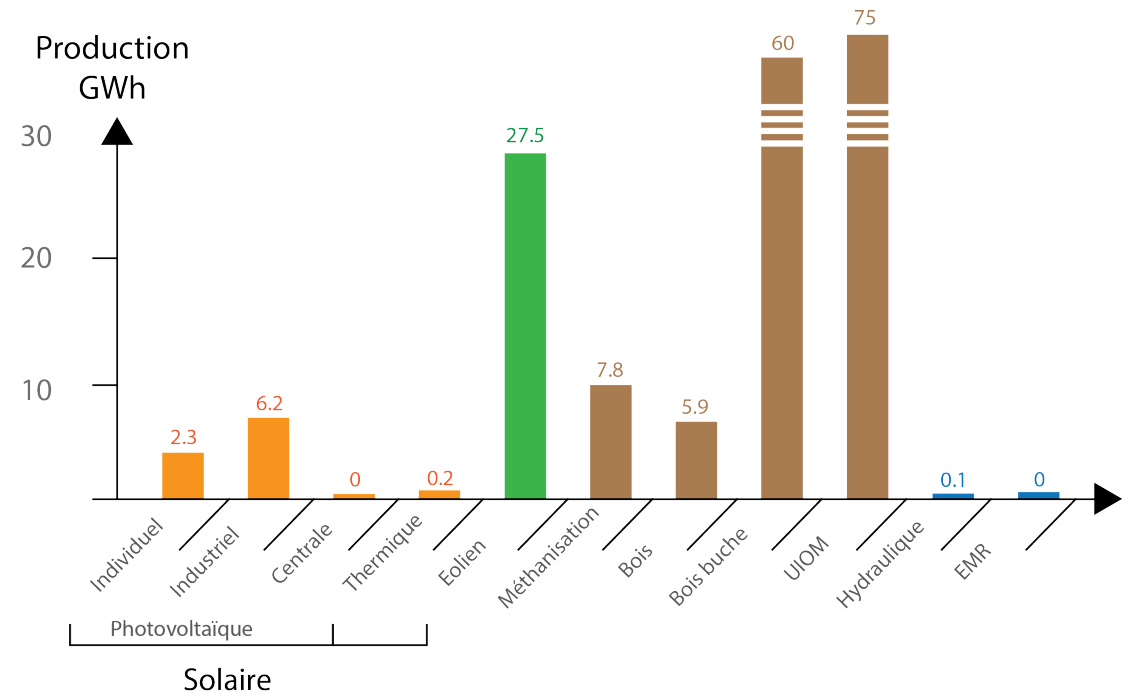
# LES SCÉNARIOS

## • SCÉNARIO VOLONTARISTE

- Engagement de la collectivité avec des actions volontaires
- Une production d'EnR de **185 GWh**
- **12,5% de production EnR**

### ○ Pistes d'action:

- Création d'un poste de développeur de filière,
- Campagne de communication,
- Impulsion de projets citoyens,
- Réhabilitation des chaudières, fioul et gaz des bâtiments publics.
- Création d'un réseau de chaleur



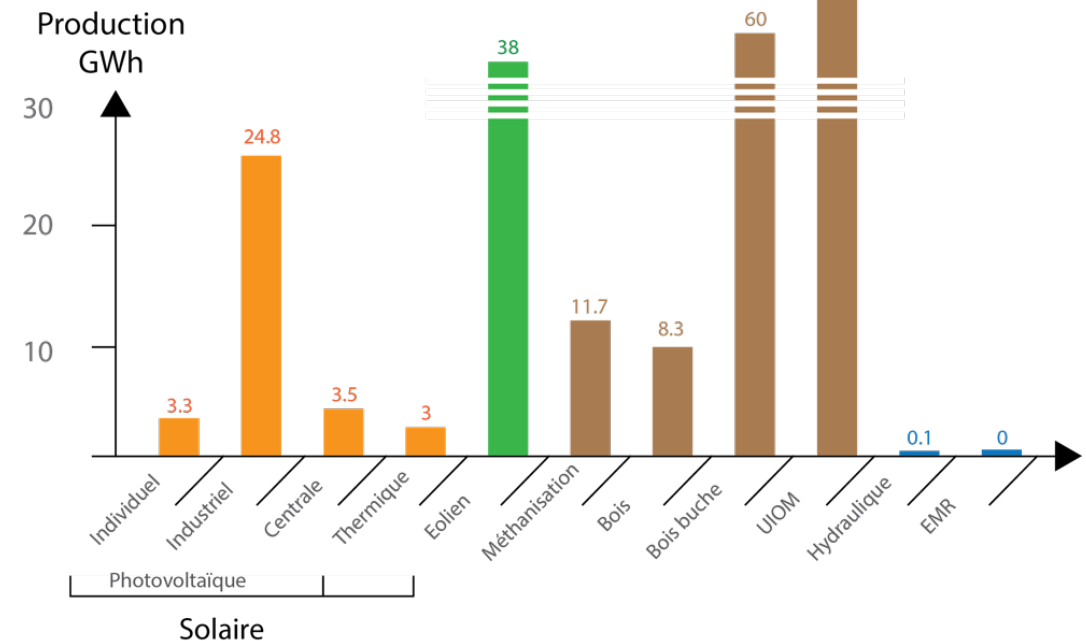
# LES SCÉNARIOS

## • SCÉNARIO VOLONTARISTE +

- La collectivité s'engage sur des projets avec des aides aussi bien financières que de conseils.
- Une production d'EnR de **297,7 GWh**
- **20% de production EnR**

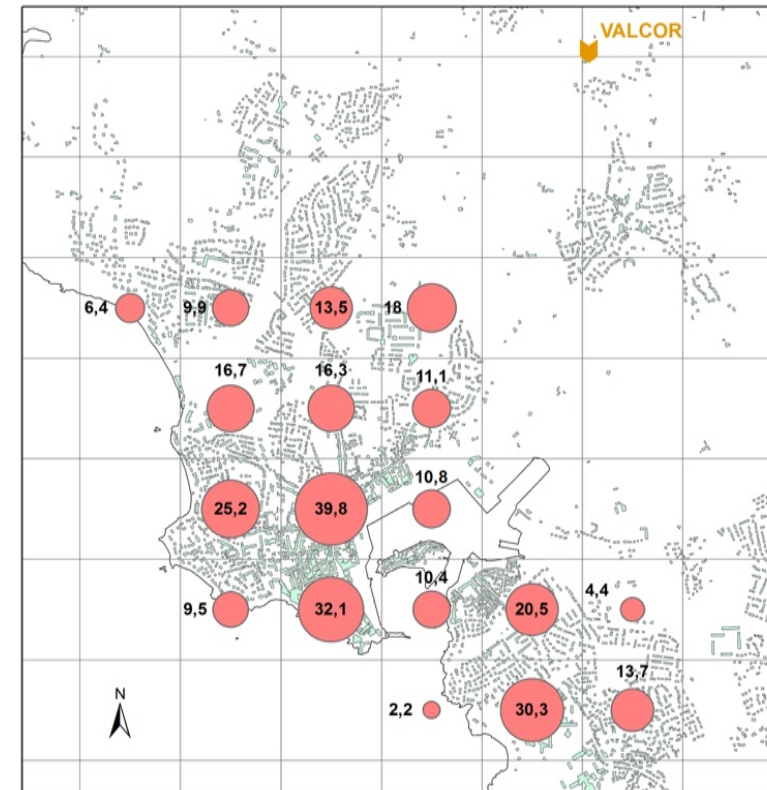
### ○ Pistes d'action:

- Création d'un poste de développeur de filière,
- Campagne de communication,
- Impulsion de projets citoyens,
- Mise en place d'aides financières pour les porteurs de projet.
- Remplacement des chaudières, fioul et gaz des bâtiments publics.
- Création d'un réseau de chaleur



# LES SCÉNARIOS

- LE RÉSEAU DE CHALEUR POUR CONCARNEAU ?
  - Utilisation de la chaleur de l'incinérateur d'ordures ménagères pour chauffer le parc de logements et des équipements publics
  - Réaliser une étude spécifique sur l'installation d'un réseau de chaleur



## Légende

- Bâti
- VALCOR
- Chaleur appelée en GWh
- 16

0 0,25 0,5 1 Kilomètres

Sources : BD TOPO 2011  
COLLE - BRUNEL - HEBRARD - RICAUD - URIOS  
Réalisée sous ArcGIS - juin 2015

# LES SCÉNARIOS

	Solaire photovoltaïque individuel (GWh)	Solaire photovoltaïque industriel (GWh)	Solaire photovoltaïque en centrale (GWh)	Solaire thermique (GWh)	Éolien (GWh)	Hydraulique (GWh)	Méthanisation (GWh)	Bois (GWh)	Bois bûche (GWh)	UIOM (GWh)	Total (GWh)	% (avec 12% de baisse consommation) (GWh)	% (sans baisse consommation) (GWh)
Initial	1			0,1				4,6	60	36,3	102,0	6,9	6,0
Fil de l'eau	2,2			0,1	11	0,1	3,9	4,6	60	0	81,8	5,5	4,8
Volontariste	2,4	6,2	0	0,2	27,5	0,1	7,8	5,9	60	75	185,0	12,5	11,0
Volontariste +	3,3	24,8	3,5	3,0	39	0,1	11,7	8,3	60	144	297,7	20,0	17,6

# LES SCÉNARIOS

	Solaire photovoltaïque Individuel (GWh)	Solaire photovoltaïque Industriel (GWh)	Solaire photovoltaïque en centrale (GWh)	Solaire thermique (GWh)	Éolien (GWh)	Hydraulique (GWh)	Méthanisation (GWh)	Bois (GWh)	Bois bûche (GWh)	UIOM (GWh)	Total (GWh)	% (avec 12% de baisse consommation) (GWh)	% (sans baisse consommation) (GWh)
Initial	1			0,1				4,6	60	36,3	102,0	6,9	6,0
Fil de l'eau	2,2			0,1	11	0,1	3,9	4,6	60	0	81,8	5,5	4,8
Volontariste	2,4	6,2	0	0,2	27,5	0,1	7,8	5,9	60	75	185,0	12,5	11,0
Volontariste +	3,3	24,8	3,5	3,0	39	0,1	11,7	8,3	60	144	297,7	20,0	17,6

Étape 3                      Étape 2                      Étape 1





# LES SCÉNARIOS

---

- Un potentiel de production important mais il est difficile d'atteindre 20% d'ici 2020
- Des limites :
  - Modélisation du réel
  - Des études complémentaires au cas par cas
  - Une étude prospective mais non prévisionnelle
  - Des technologies en développement



# MERCI DE VOTRE ATTENTION

Concarneau Cornouaille Agglomération