

19/04/2024

# Etude de potentiel

ETUDE DU POTENTIEL EN ENERGIE  
RENOUVELABLE D'UN SITE

PROJET : AMÉNAGEMENT PAYSAGÉ  
COMMUNE DE LOIRON-RUILLÉ



Société  
Énergie  
Mayenne

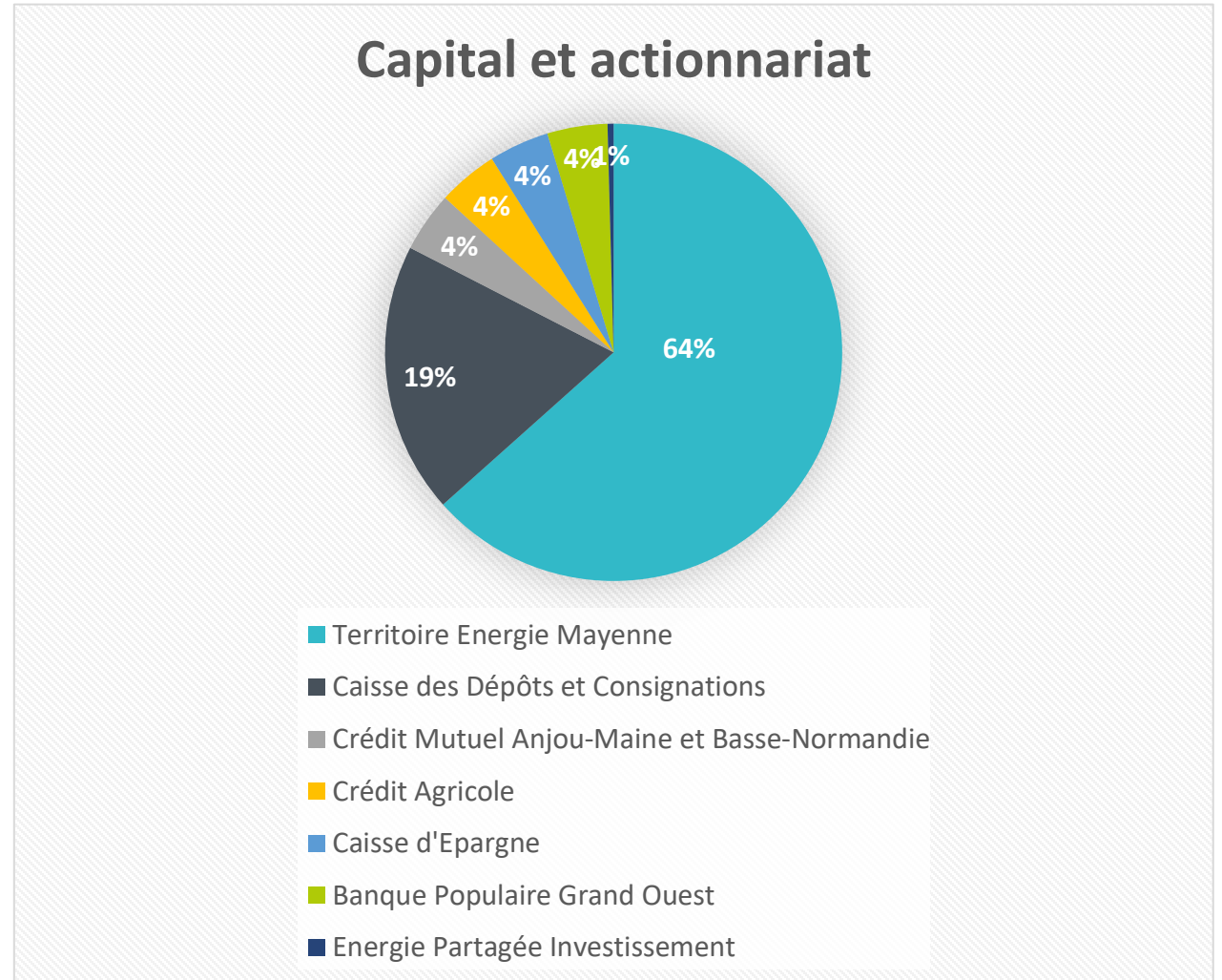
19/04/2024

# 1. Société Énergie Mayenne

## Capital & actionnariat

UNE SOCIÉTÉ D'ECONOMIE  
MIXTE  
AVEC UN ACTIONNARIAT  
PRINCIPALEMENT PUBLIC

La Société Énergie Mayenne (SEM) a vocation à **développer les énergies renouvelables en Mayenne** et est notamment spécialisée dans le **développement, co-développement ou l'investissement dans les centrales photovoltaïques en toiture et au sol** (dont les ombrières), sur le patrimoine bâti et non bâti des collectivités et entreprises.



## 2. Règlementation : Obligation de Solarisation

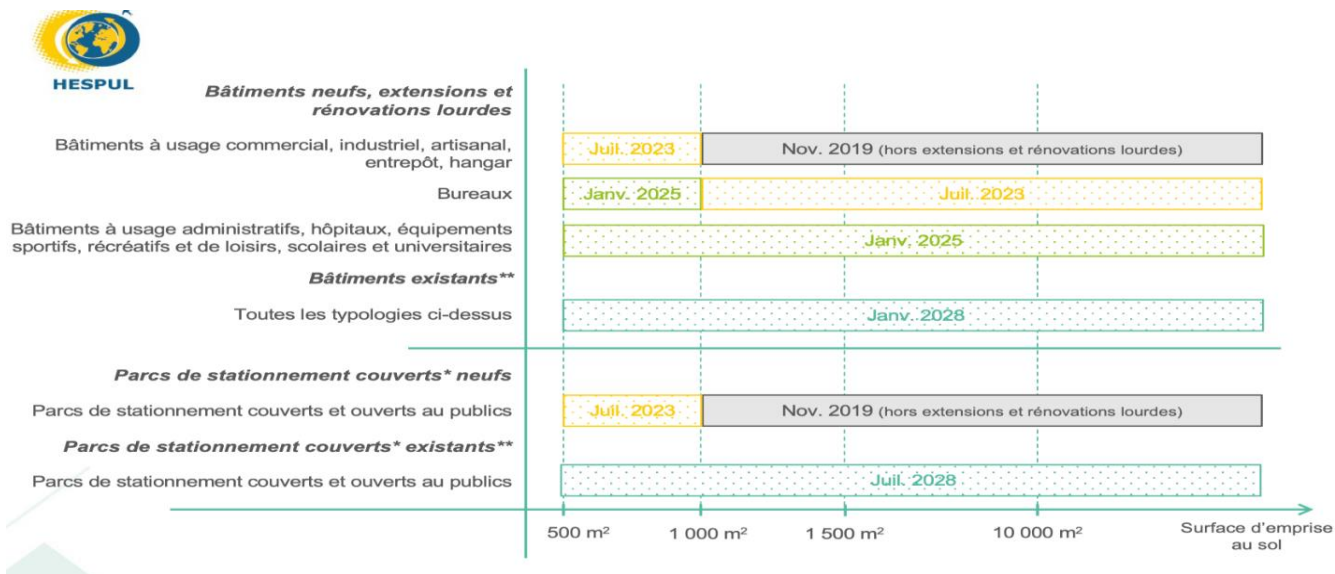
### La solarisation des espaces s'accélère :

- L'objectif **énergie et climat**, impose aux nouvelles constructions, commerce, industrie, tertiaire supérieure à 1000 m<sup>2</sup>, doivent avoir une production nationale est de multiplier par 4 la production d'énergie photovoltaïque d'ici à 2030.
- **La loi surface au sol de 30% d'énergie renouvelables** ou de systèmes végétalisés.
- Obligation d'équipement des parkings de plus de 80 places d'ombrières photovoltaïques (Sauf dérogations) à partir de 2023.
- Loi d'accélération des énergies renouvelables.
- La loi APER du 10 mars 2023 ( accélération de production des énergies renouvelables), qui définit.  
La création de zone d'accélération d'énergie renouvelable, la mise à contribution du foncier des entreprises de plus de 250 salariés, soumet les personnes publiques à recourir à l'autoconsommation collective.

**La Société Énergie Mayenne** a pour but d'accompagner les collectivités et les entreprises privées à accélérer leur développement de productions photovoltaïques.

# 2. Règlementation : Obligation de Solarisation

L'article L111-18-1 du code de l'urbanisme, modifié par la loi Climat Énergie du 8 novembre 2019,



## CAS DES BÂTIMENTS À USAGE COMMERCIAL, INDUSTRIEL OU ARTISANAL, D'ENTREPÔTS, DE HANGARS FERMÉS AU PUBLICS

### I- NOUVEAUX BÂTIMENTS, EXTENSIONS OU RÉNOVATIONS LOURDES :

#### Depuis le 10 novembre 2019 :

Les nouvelles constructions de plus de 1 000 m<sup>2</sup> d'emprise au sol se voient appliquer cette obligation à un taux de couverture minimal de 30%.

#### À partir du 1er juillet 2023 :

Les nouvelles constructions ainsi que les extensions et rénovations lourdes de ces catégories bâtiments, de plus de 500 m<sup>2</sup> d'emprise au sol, sont concernées par l'obligation avec un taux de couverture minimal de 30%.

#### À partir du 1er juillet 2026 :

Le taux de couverture minimal passe de 30% à 40% pour les nouvelles constructions, les extensions et rénovations lourdes de plus de 500 m<sup>2</sup> d'emprise au sol.

#### À partir du 1er juillet 2027 :

Le taux de couverture minimal passe de 40% à 50% pour les nouvelles constructions, les extensions et rénovations lourdes de plus de 500 m<sup>2</sup> d'emprise au sol.

### II- BÂTIMENTS EXISTANTS :

#### À partir du 1er janvier 2028 :

Tous les bâtiments existants de ces catégories qui ont plus de 500 m<sup>2</sup> d'emprise au sol sont concernés par cette obligation. Le taux de couverture sera défini ultérieurement par décret.



Société  
Énergie  
Mayenne

19/04/2021

# I. Le Projet

# 1. Contexte du projet

Objet : Réalisation d'une étude de potentiel EnR sur une zone d'aménagement paysagé

## Maitre d'ouvrage

**Structure** : SEM LMA Laval

**Secteur d'activité** : conseil et immobilier

**Localisation** : 17 rue Franche Comté  
53000 LAVAL

**Contact** : Pauline KEMGNA WANDJI  
Laurent RUISSEAU  
[laurent.ruisseau@groupement-lma.fr](mailto:laurent.ruisseau@groupement-lma.fr)

## Bureau d'étude

**Structure** : Société Energie Mayenne

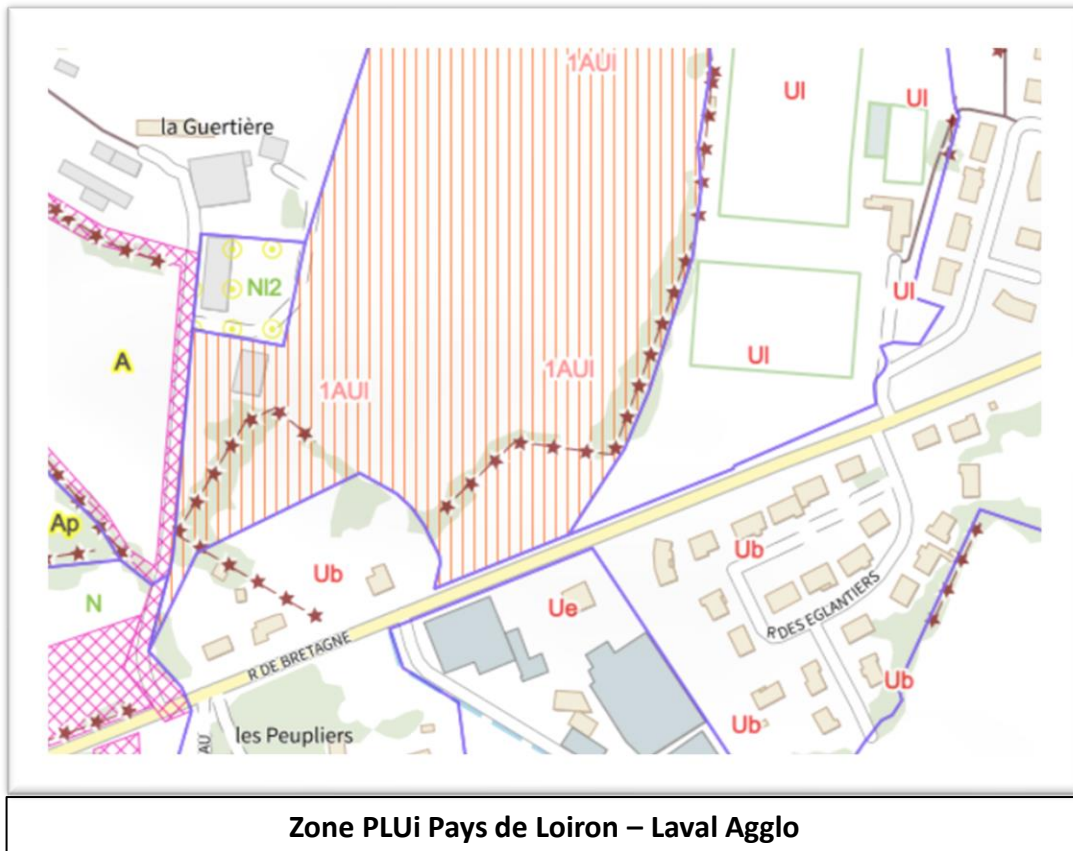
**Localisation** : Rue Louis de Broglie  
53810 Changé

**Contact** : Franck Le Boucher  
[franck.leboucher@te53.fr](mailto:franck.leboucher@te53.fr)  
02.43.59.78.92

Contractualisation : Devis en date du 04/10/2024 – Référence : DE0013



## 2. Fiche localisation du projet



AUI : zone constructible, future zone de sport et de loisirs  
UI : zone d'installations, constructions et équipements publics, de sport et de loisirs



# 3. Zoom sur le projet

## Présentation:

Dans le cadre de la réunification des communes de Loiron et de Ruillé, un projet d'aménagement sportif et paysagé est réalisé pour créer une continuité territoriale entre les deux communes.

Le projet comprend la construction d'un terrain de football d'entraînement, un parking, plusieurs terrains de pétanque, un Pump track (terrain bosselé), des jeux extérieurs, des parvis, des gradins naturels, des espaces paysagers et de voies douces.

**Cette étude va permettre de déceler les potentiels de production en énergie renouvelable (EnR) de cette zone.**



# 4. Etat des lieux des potentiels EnR

**EOLIEN** : la zone n'est pas dans une ZIP (zone d'implantation potentielle) = pas de potentiel éolien (*annexe page 23*)

**SOLAIRE ELECTRIQUE & THERMIQUE** : le PLUi autorise l'installation la possibilité d'installer des panneaux photovoltaïques et thermique sur toiture ou ombrières.

**GEOthermie** : il existe un potentiel de production de chaleur en sous-sol pour chauffer un futur bâtiment par exemple

**METHANISATION** : le site n'est pas prévu pour accueillir une station de méthanisation

**HYDROELECTRIQUE** : il n'y a pas de cours d'eau ou de retenue d'eau = pas de potentiel hydroélectrique

**BIOMASSE** : pas de potentiel forestier pour produire de la chaleur en bois bûche ou pellet.

Conclusion : après analyse des différents potentiels de production d'énergie renouvelables, le site se prêterait à la production d'électricité « verte » grâce à l'aide de **panneaux photovoltaïques**, et selon les espaces prévus et délimités à cet effet, c'est-à-dire soit sur toiture mais pas de bâtiments existants ou en prévision pour le moment, soit en ombrières de parking ou de boulo-drome. Il est ici exclu d'installer des panneaux photovoltaïques au sol car la réglementation ne le permet pas, on privilégiera sur toiture.

# 5. PLUi et panneaux photovoltaïques

Le PLUi nous renseigne sur la possibilité ou non d'installer des panneaux photovoltaïques selon les zones, voici les éléments en notre possession pour les zones UL et AUL (cf PLUi) :

## Toitures

Toutes les formes de toiture sont autorisées.

En toiture, les dispositifs de production d'énergies renouvelables devront être :

- intégrés à la toiture ;
- regroupés en un seul champ, par pan de toiture ;
- d'une forme géométrique simple.

Lors d'une implantation de capteurs solaires en toiture terrasse, ils devront être disposés de manière à limiter leur impact visuel (recul suffisant, masquage des structures de support, composition avec des éléments du bâti).

**Conclusion : il est possible d'installer des panneaux photovoltaïques en toiture**

Après analyse des potentiels lieux d'implantations, trois emplacements pourraient correspondre :

- Le terrain à l'ouest du parking, si projet de construction d'un bâtiment alors possibilité d'une toiture PV
- **le terrain de pétanque** à l'ouest : possibilité de le recouvrir avec une toiture photovoltaïque ou une ombrière
- **le parking voiture** à l'est : possibilité de le recouvrir avec des ombrières photovoltaïques



Société  
Énergie  
Mayenne

19/04/2021

## II. Etude Technique

# 1. Terrain de pétanque : calepinage



**Plan de calepinage : 17,92m x 40,61m**  
**157 kWc ⇔ 350 panneaux de 450Wc**

# 3. Raccordement terrain de pétanque

- Plan des réseaux



## Poste Publique :

Le poste public le plus proche du terrain de pétanque est la Monnerie, à une distance supérieure de 300 m du site.

Poste d'une puissance de 50 KVA.



## Légende :

-  Poste de DP
-  Poste de répartition HTA
-  Ligne HTA aérienne
-  Ligne HTA enterrée
-  Ligne BT enterrée
-  Limite de propriété

## Analyse :

Pour la centrale dimensionnée, le poste est à une distance importante (300m) ce qui impacte fortement l'étude technico-économique. Obligation d'augmenter la puissance du transformateur La Monnerie, ou de se raccorder à un autre poste HTA disponible.

# 4. Performance énergétique

## BOULODROME

La centrale photovoltaïque couvre **710 m<sup>2</sup>** de toiture.

Comme indiquée dans le tableau ci-dessous, la puissance de la centrale solaire est de **157 kWc**, ce qui donne une production annuelle d'électricité de **157 MWh**.

Concrètement, cela équivaut à la consommation électrique annuelle de **71 habitants français**.

Indicateurs	Données Clés
Puissance (kWc)	<b>157</b>
Production d'électricité (MWh / an)	<b>157</b>

# 5. Ombrières de parking : calepinage phase 1



**Plan de calepinage :**  
**422 kWc ⇔ 939 panneaux de 450Wc**



# 7. Raccordement du parking

- Plan des réseaux









## Poste Public :

Le poste public le plus proche du parking est la Ronceraie, à une distance supérieure de 60 m du site.

Poste d'une puissance de 250 KVA avec un taux de charge de 38,5%



## Légende :

-  Poste de DP
-  Poste de répartition HTA
-  Ligne HTA aérienne
-  Ligne HTA enterrée
-  Ligne BT enterrée
-  Limite de propriété

## Analyse :

Pour la centrale dimensionnée, le poste à proximité ne devrait pas prendre en charge la totalité de l'injection, il faudra demander une extension (augmentation) de poste HTA auprès d'ENEDIS.

# 8. Performance énergétique

PARKING

La centrale photovoltaïque couvre **1890 m<sup>2</sup>** de toiture.

Comme indiquée dans le tableau ci-dessous, la puissance de la centrale solaire est de **422 kWc**, ce qui donne une production annuelle d'électricité de **431 MWh**.

Concrètement, cela équivaut à la consommation électrique annuelle de **194 habitants français**.

Indicateurs	Données Clés
Puissance (kWc)	<b>422</b>
Production d'électricité (MWh / an)	<b>431</b>



Société  
Énergie  
Mayenne

19/04/2021

# III. Etude économique et impact environnemental

# Bilan économique & émission CO2 évité : boulodrome

Estimation du coût de raccordement auprès d'ENEDIS : 25 000 €HT

Investissement CAPEX de la structure : 250 000 €HT

Investissement OPEX (maintenance) : 4 500 €HT / an

Boulodrome	Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Production électricité (MWh/an)		153	153	152	151	150	150	149	148	147	147	146	145	144	144	143	142	142	141	140	139
Tarif de rachat (€HT / MWh)		117	118	119	119	120	121	121	122	123	124	124	125	126	127	127	128	129	130	130	131
Résultat revente EDF OA (€HT)		17966	17983	18000	18018	18035	18053	18070	18088	18105	18123	18141	18158	18176	18193	18211	18229	18246	18264	18282	18300

## Les Points Clés :

Bénéfice revente surplus sur 20 ans

**362 642 €**

Energie produite sur 20 ans :

**2 927 MWh**

Moyenne CO2 évité (tonnes/an) :

**17,6 tonnes / an**

CO2 évité sur 20 ans

**351,2 tonnes**

# Bilan économique & émission CO2 évité : parking

Estimation du coût de raccordement auprès d'ENEDIS : 30 000 €HT

Investissement CAPEX de la structure : 530 000 €HT

Investissement OPEX (maintenance) : 9 500 €HT / an

Parking	Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Production électricité (MWh/an)		421,1	419	416,9	414,8	412,7	410,7	408,6	406,6	404,5	402,5	400,5	398,5	396,5	394,5	392,5	390,6	388,6	386,7	384,7	382,8
Tarif de rachat (€HT / MWh)		117,1	117,8	118,5	119,2	119,9	120,7	121,4	122,1	122,8	123,6	124,3	125,1	125,8	126,6	127,3	128,1	128,9	129,6	130,4	131,2
Résultat revente EDF OA (€HT)		49308	49356	49403	49451	49499	49547	49595	49643	49692	49740	49788	49836	49885	49933	49982	50030	50079	50127	50176	50224

## Les Points Clés :

Bénéfice revente surplus sur 20 ans

995 294 €

Energie produite sur 20 ans :

8 033 MWh

Moyenne CO2 évité (tonnes/an) :

48,2 tonnes / an

CO2 évité sur 20 ans

964 tonnes

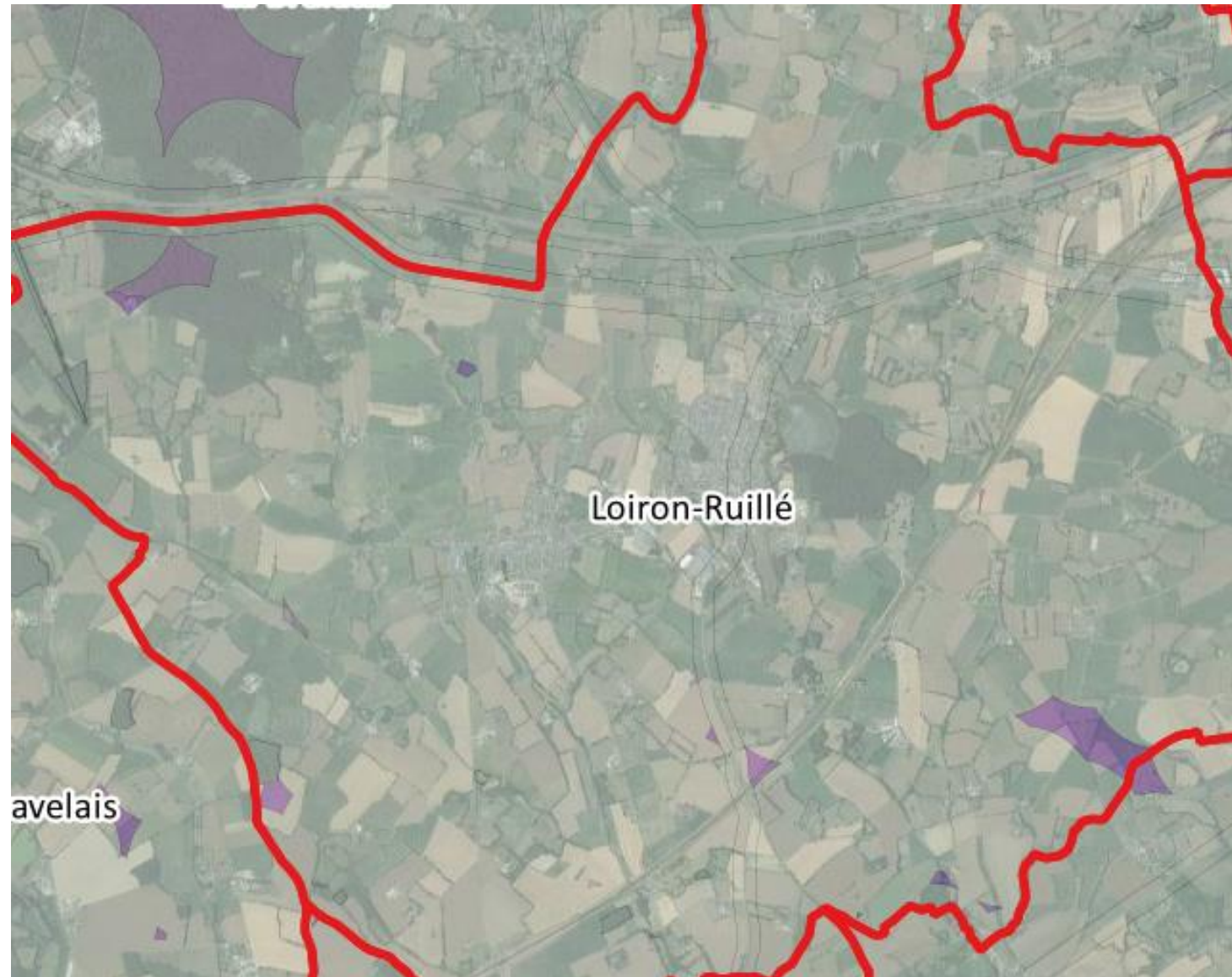


Société  
Énergie  
Mayenne

19/04/2021

## **IV. Informations complémentaires**

# Zones d'implantation potentiel éolien (violet)



# Tarifs d'achat EDF OA jusqu'au 31/04/2024

Installations dont la demande complète de raccordement a été effectuée entre le 01/02/2024 et le 30/04/2024		Sans application de l'arrêté du 5 mars 2024	Avec application de l'arrêté du 5 mars 2024
<b>Tarifs d'achat (Vente en totalité des installations de moins de 100 kWc) en c€/kWh</b>			
$T_a$	$0 < P + Q \leq 3 \text{ kWc}$	14,88	16,57
	$3 \text{ kWc} < P + Q \leq 9 \text{ kWc}$	12,65	14,09
$T_b$	$9 \text{ kWc} < P + Q \leq 36 \text{ kWc}$	13,63	13,63
	$36 \text{ kWc} < P + Q \leq 100 \text{ kWc}$	11,85	11,85
<b>Primes à l'investissement (Vente en surplus des installations de moins de 100 kWc) en €/Wc</b>			
$P_a$	$0 < P + Q \leq 3 \text{ kWc}$	0,32	0,35
	$3 \text{ kWc} < P + Q \leq 9 \text{ kWc}$	0,24	0,26
$P_b$	$9 \text{ kWc} < P + Q \leq 36 \text{ kWc}$	0,20	0,20
	$36 \text{ kWc} < P + Q \leq 100 \text{ kWc}$	0,10	0,10
<b>Tarif de rachat du surplus (Vente en surplus des installations de moins de 100 kWc) en c€/kWh</b>			
Tarif	$0 \text{ kWc} < P + Q \leq 9 \text{ kWc}$	12,97	12,97
Tarif	$9 \text{ kWc} < P + Q \leq 100 \text{ kWc}$	7,78	7,78
<b>Tarif d'achat des installations de puissance supérieure à 100 kWc en c€/kWh</b>			
$T_c$	$100 \text{ kWc} < P + Q \leq 500 \text{ kWc}$	10,51	11,71



# Exemples d'ombrières de parking et boulodrome

## BOULODROME



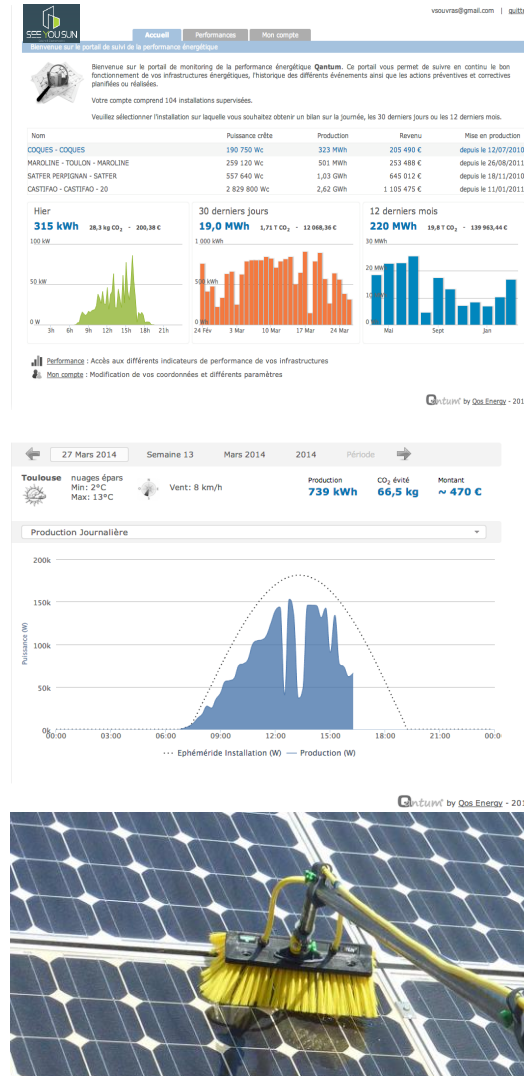
## PARKING



# Annexe 4 : MAINTENANCE – SUPERVISION – NETTOYAGE

## Prestations liées à la maintenance

- 1 visite préventive par an
- 3 visites curatives par an
- Vérification du système
- Vérification absence de corrosion
- Etat des connexions
- Etat des boîtes de jonction
- Etat de câblage
- Resserrage des connexions électriques sur tableau électriques et onduleurs
- État du parafoudre (visuel)
- Contrôle visuel des fusibles
- Contrôle visuel du disjoncteur
- Essai du DDR
- Test de protection de découplage
- Vérification des mises à la terre fonctionnelles + liaisons équipotentielles
- Vérification visuelle des panneaux + état de propreté
- Vérification de la puissance du champ: tension et intensité
- Contrôle thermographique



## Prestations liées à la supervision

- Surveillance journalière de fonctionnement des matériels / alertes des défaillances identifiées par le monitoring / accès à la plateforme internet et GSM

## Prestations liées au nettoyage

- Nettoyage de l'ensemble des modules une fois tous les deux ans

## Prestations liées à l'entretien de la toiture :

- Nettoyage annuel des chéneaux
- Nettoyage annuel des trappes de désenfumage / d'éclaircissement

# Annexe 5 : LE SUIVI DE LA PRODUCTION EN TEMPS RÉEL

IGEO LANGA vsouvras@gmail.com | quitter

Accueil Performances Mon compte

Bienvenue sur le portail de suivi de la performance énergétique

Bienvenue sur le portail de monitoring de la performance énergétique **Qantum**. Ce portail vous permet de suivre en continu le bon fonctionnement de vos infrastructures énergétiques, l'historique des différents événements ainsi que les actions préventives et correctives planifiées ou réalisées.

Votre compte comprend 104 installations supervisées.

Veuillez sélectionner l'installation sur laquelle vous souhaitez obtenir un bilan sur la journée, les 30 derniers jours ou les 12 derniers mois.

Nom	Puissance crête	Production	Revenu	Mise en production
COQUES - COQUES	190 750 Wc	323 MWh	205 490 €	depuis le 12/07/2010
MARLINE - TOULON - MARLINE	259 120 Wc	501 MWh	253 488 €	depuis le 26/08/2011
SATFER PERPIGNAN - SATFER	557 640 Wc	1,03 GWh	645 012 €	depuis le 18/11/2010
CASTIFAO - CASTIFAO - 20	2 829 800 Wc	2,62 GWh	1 105 475 €	depuis le 11/01/2011

Hier

**315 kWh** 28,3 kg CO<sub>2</sub> - 200,38 €

30 derniers jours

**19,0 MWh** 1,71 T CO<sub>2</sub> - 12 068,36 €

12 derniers mois

**220 MWh** 19,8 T CO<sub>2</sub> - 139 963,44 €

Performance : Accès aux différents indicateurs de performance de vos infrastructures

Mon compte : Modification de vos coordonnées et différents paramètres

Qantum by Qos Energy - 2014

27 Mars 2014 Semaine 13 Mars 2014 2014 Période

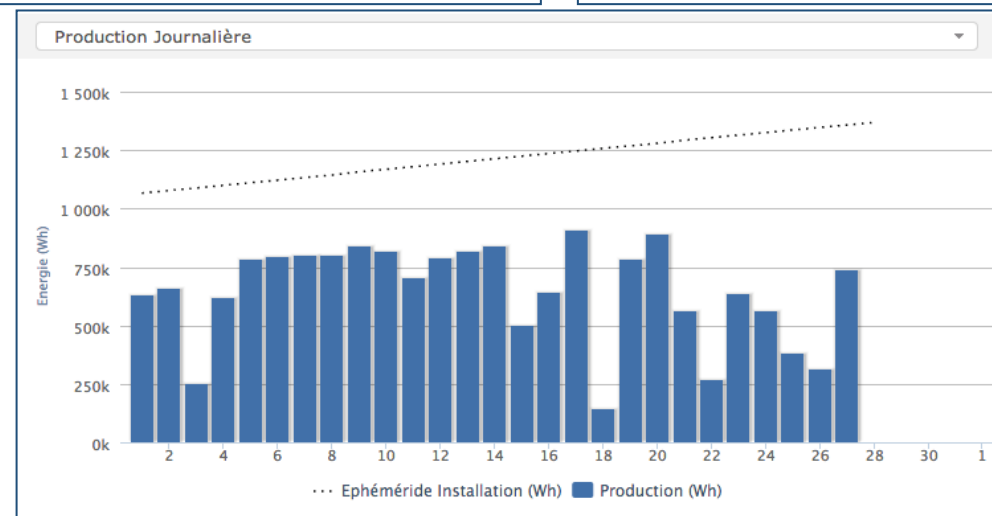
Toulouse nuages éparés Min: 2°C Max: 13°C Vent: 8 km/h

Production **739 kWh** CO<sub>2</sub> évité **66,5 kg** Montant **~ 470 €**

Production Journalière

--- Ephéméride Installation (W) — Production (W)

Qantum by Qos Energy - 2014



# Annexe 6 : LE RECYCLAGE DES PANNEAUX



## Programme de reprise et de recyclage des panneaux photovoltaïques en Europe

**Rendre l'industrie photovoltaïque DoubleGreen:** PV CYCLE est une association à but non lucratif fondée en 2007 par l'industrie photovoltaïque (PV) pour mettre en place un programme de reprise et de recyclage pour les panneaux PV en fin de vie. Le programme est entièrement financé par les fabricants et importateurs. PV CYCLE s'est engagée à être opérationnelle dans les 27 États membres de l'Union européenne ainsi que dans les pays de l'Association européenne de libre échange (AELE). Nos membres représentent actuellement plus de 90 % du marché européen.

Ce système **GRATUIT** est disponible à quiconque souhaite mettre au rebut des panneaux PV\* à la fin d'un chantier de démontage, démolition ou rénovation :

### ➔ Si vous avez moins de 30 à 40 panneaux :

Visitez [www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org) et cherchez votre point de reprise le plus proche. Après le démontage, votre désinstallateur peut se débarrasser des panneaux dans un des conteneurs situés dans un point de reprise. Une fois les conteneurs remplis, les panneaux seront transportés vers des usines de recyclage. En cas de doute, contactez PV CYCLE.

### ➔ Si vous avez plus de 30 à 40 panneaux :

Appelez le +32 2 400 10 49 ou envoyez un courriel à [operations@pvcycle.org](mailto:operations@pvcycle.org) si vous souhaitez organiser la reprise des panneaux. Un camion sera envoyé pour transporter vos panneaux en fin de vie directement vers les usines de recyclage. Des conditions spéciales peuvent être appliquées pour des grandes installations et rénovations.

# Procédure de reprise et de recyclage

## PETITES QUANTITÉS < 30 À 40 PANNEAUX



Contrôlez votre point de reprise le plus proche sur [www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org)

Après le démontage ou rénovation, votre désinstallateur apportera les panneaux PV en fin de vie au point de reprise le plus proche.

Les panneaux sont placés dans les conteneurs situés dans les points de reprise.

Une fois les conteneurs remplis, les panneaux seront transportés vers des usines de recyclage. Des conteneurs vides seront livrés dans les points de reprise.



Des nouvelles matières premières sont prêtes à être utilisées dans de nombreux produits.

## GRANDES QUANTITÉS > 30 À 40 PANNEAUX

Contactez PV CYCLE pour organiser la reprise. Un camion sera envoyé pour transporter vos panneaux PV en fin de vie vers une usine de recyclage partenaire.



Pour des grandes installations et rénovations, les panneaux seront récupérés directement sur site et transportés vers l'usine de recyclage. Des conditions spéciales peuvent être appliquées. Pour de plus amples informations, veuillez contacter PV CYCLE.

- \* Le programme de PV CYCLE couvre tous les panneaux PV en fin de vie de nos membres.
- \* La même chose s'applique pour les panneaux endommagés pendant le transport ou l'installation, ainsi qu'en cas de garantie.
- \* Pour les panneaux PV en fin de vie des non-membres : des conditions spéciales peuvent être appliquées. Contactez-nous.