

LE CHOIX DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Les cahiers du Parc
ÉNERGIES

ÉQUIPEMENTS PUBLICS
BÂTIMENTS INDUSTRIELS
ET AGRICOLES



Développer les ressources locales en respectant les patrimoines

MULTIPLIER PAR 4 LA PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES D'ICI 2050

En 2005, le Parc naturel régional Livradois-Forez a réalisé un diagnostic énergétique de son territoire. Ce dernier a notamment mis en évidence que la production locale d'énergie était essentiellement issue du bois et de l'hydraulique et ne couvrait que l'équivalent de 10 % des consommations.



Le Parc Livradois-Forez s'est ensuite engagé dans la lutte contre le changement climatique, avec une politique volontariste, inscrite dans sa charte, qui vise à diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre d'origine énergétique en Livradois-Forez d'ici 2050.



© Y. Loubier

Ainsi, le Parc Livradois-Forez s'est fixé **deux objectifs à l'horizon 2050** :

- réduire de 31 % la consommation d'énergie ;
- multiplier par 4,2 la production d'énergies renouvelables à partir de ressources locales.

A côté du bois, qui reste la première ressource locale et renouvelable à valoriser, d'autres sources d'énergies doivent être mobilisées et notamment celle qui vient du soleil.

Une hypothèse chiffrée à 2,7 MWc* a été proposée comme cible de développement du photovoltaïque d'ici 2050 sur le territoire du Parc Livradois-Forez (soit l'équivalent de 27 000 m² de toitures équipées).

ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT D'UNE FILIÈRE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Le Parc Livradois-Forez souhaite contribuer au développement d'une filière photovoltaïque en tout point exemplaire, en cohérence avec les enjeux environnementaux, paysagers, économiques du territoire et porteuse de projets collectifs, citoyens et solidaires.

Chaque installation doit s'inscrire dans un projet global d'économies d'énergie afin d'optimiser les résultats attendus. Cette logique doit être préalable à tout projet d'installation solaire.

Elle doit également présenter un impact visuel minimal. Cela se traduit par des recommandations architecturales, une sensibilisation à la qualité environnementale des constructions, des diagnostics préalables...

Le Parc Livradois-Forez incite les collectivités à s'équiper d'installations photovoltaïques sur leurs bâtiments qui réunissent les conditions favorables. Il encourage la réalisation de projets exemplaires et les accompagne, en collaboration étroite avec ses partenaires de l'aménagement et de l'énergie, dans une démarche globale et cohérente pour optimiser l'énergie solaire.

OUI aux énergies renouvelables !

Les énergies renouvelables ont recours à des flux naturels qui ne perturbent pas l'environnement, préservent la qualité de l'air et ne risquent pas de s'épuiser.

Le bois, le solaire, l'éolien, la géothermie... n'engendrent pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes et participent à la lutte contre l'effet de serre.

L'utilisation raisonnée de ces ressources locales génère des emplois.



© Y. Loubier

Ce cahier technique a pour objectif de donner aux collectivités et aux acteurs économiques du territoire du Parc Livradois-Forez les éléments d'information essentiels pour favoriser l'installation de dispositifs photovoltaïques en respectant les patrimoines naturel et culturel du territoire.

Les abréviations suivies de * sont explicitées dans le lexique en dernière page.



Énergies renouvelables et Livradois-Forez : une relation féconde à réinventer

Le territoire du Parc Livradois-Forez est profondément marqué par la relation qui existe entre l'énergie et les paysages. Son développement industriel s'est concentré le long de ses cours d'eau pourvoyeurs de la force hydraulique jusqu'à l'arrivée de l'énergie électrique. Cette histoire a laissé un héritage exceptionnel en termes de savoir-faire et de patrimoine bâti comme en témoignent les moulins papetiers des vallées ambertoises, les rouets et foulons de la Durolle et de ses affluents, les scieries...

Le Parc Livradois-Forez a pour mission de maintenir et de valoriser la diversité naturelle et culturelle de son territoire. Il veille à éviter la banalisation de ses paysages, préserver le patrimoine bâti, la faune, la flore et les écosystèmes présents et maintenir les réseaux écologiques. Il a aussi la responsabilité et l'ambition d'inventer de nouveaux paysages en repensant ce rapport à l'énergie : dans la frugalité, d'abord, mais aussi dans de nouvelles manières d'exploiter les ressources locales.



PRIVILÉGIER LES ÉQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES SUR LES BÂTIMENTS

Les installations photovoltaïques sont habituellement implantées sur les bâtiments. Les panneaux solaires sont fixés le plus souvent sur la toiture existante ou intégrés au bâti, où ils jouent un rôle structurant en garantissant l'étanchéité du bâtiment.

Les installations au sol : prudence et restriction !

Les grandes surfaces mobilisées par les centrales photovoltaïques au sol (plusieurs hectares) peuvent contrarier les vocations agricoles, forestières ou naturelles des terrains. Les conséquences pour l'environnement sont évidentes : les paysages sont modifiés ; la faune, la flore et les milieux naturels sont directement affectés.

Les élus du Parc Livradois-Forez ont adopté une position de principe le 2 mars 2010 : « le territoire du Parc n'a pas vocation à accueillir des projets de centrales photovoltaïques au sol qui – outre les espaces protégés ou remarquables – concerneraient des zones agricoles exploitées ou susceptibles de l'être, ou des espaces de nature dite ordinaire.

Ces équipements devront être envisagés sur des terrains déjà artificialisés ou inutilisables à d'autres fins, et en premier lieu sur les toitures de bâtiments ».

La circulaire du 18 décembre 2009 du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer précise les conditions de développement et de contrôle des centrales photovoltaïques au sol.

L'énergie solaire photovoltaïque : une ressource à promouvoir en se posant les bonnes questions

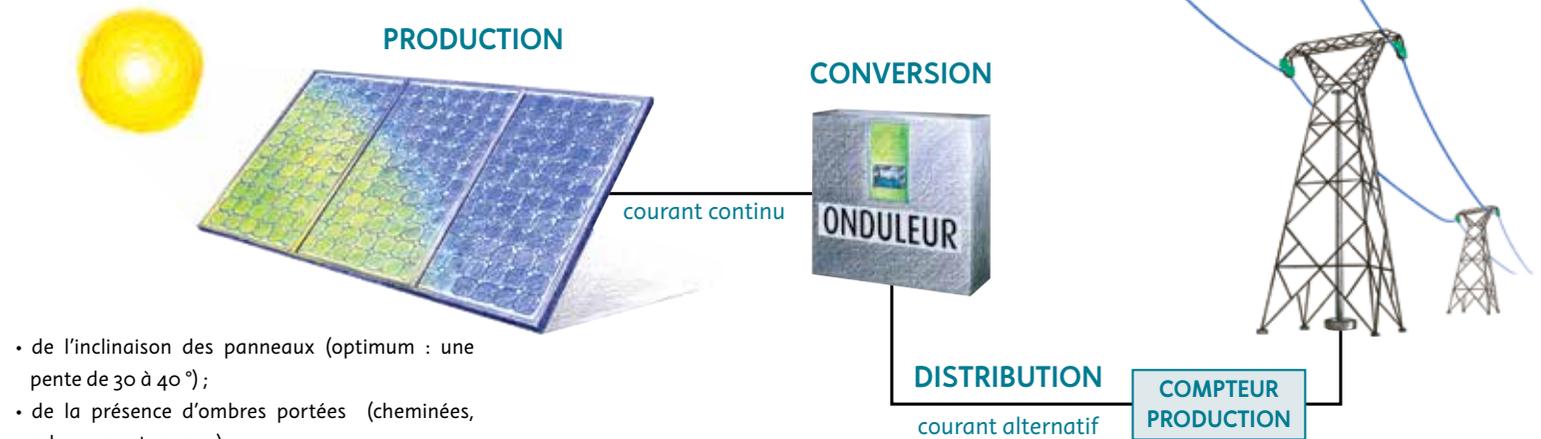
L'ÉNERGIE SOLAIRE : COMMENT ÇA MARCHE ?

L'énergie du soleil transforme son rayonnement en électricité ou en chaleur, selon les technologies. Ainsi, on différencie :

- **les installations solaires thermiques** : elles convertissent le rayonnement du soleil en chaleur, grâce à des capteurs thermiques qui chauffent l'eau, laquelle est généralement utilisée à des fins domestiques (eau chaude sanitaire ou chauffage) ;
- **les installations solaires photovoltaïques** : elles produisent de l'électricité grâce à la capacité de certains matériaux de transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique. Cette fonction est assurée par les cellules. Plusieurs cellules reliées entre elles forment un module. Plusieurs modules assemblés constituent une installation solaire. Les panneaux photovoltaïques convertissent le rayonnement du soleil en courant continu. Le courant continu est transformé en courant alternatif par un onduleur. Il est ensuite injecté dans le réseau de distribution ou, plus rarement, autoconsommé.

La puissance d'une centrale photovoltaïque se mesure en Watt-crête (Wc*). La production d'électricité dépend bien entendu de cette puissance mais aussi :

- de la durée d'ensoleillement ;
- de l'orientation du bâtiment (optimum : plein sud) ;



- de l'inclinaison des panneaux (optimum : une pente de 30 à 40 °) ;
- de la présence d'ombres portées (cheminées, arbres, montagnes...);
- de la performance de l'installation (modules, onduleurs, câblage...);
- de la maintenance.

SE POSER LES BONNES QUESTIONS

Une installation solaire photovoltaïque s'inscrit dans un projet architectural et nécessite de prendre en compte les éléments suivants :

1. Le kWh le moins cher est celui-ci que l'on ne consomme pas

Il est souhaitable, avant d'intégrer le solaire photovoltaïque dans un projet de rénovation ou de construction d'un bâtiment, d'analyser les besoins énergétiques du site. Une démarche cohérente

consiste, tout d'abord, à réduire sa consommation globale par des comportements adaptés. En effet, à quoi bon produire de l'énergie pour ensuite la gaspiller ?

Dans le cadre de la rénovation d'un bâtiment existant, la performance énergétique est améliorée avec des travaux d'isolation et une gestion optimisée des moyens de chauffage. La mise en place d'une centrale solaire prend alors tout son sens.

2. Profiter des opérations de construction ou de rénovation d'un bâtiment

Les projets de construction ou de rénovation sont des opportunités pour l'intégration d'un générateur photovoltaïque sur un bâtiment. Ils permettent d'envisager une insertion esthétique.

Contrairement à une idée reçue, le Livradois-Forez se prête volontiers à l'énergie photovoltaïque avec un ensoleillement moyen de 2 000 heures par an en Auvergne, équivalent à celui de Toulouse ou Bordeaux.

3. Vérifier les conditions d'implantation de l'installation photovoltaïque

Tous les bâtiments ne se prêtent pas au photovoltaïque. Il est préférable, avant d'installer des panneaux solaires sur un toit, de vérifier les points suivants :

- la disponibilité d'une surface de toiture suffisante (au moins 20 m²) et orientée au sud ;
- l'absence d'ombres portées sur les panneaux ;
- l'absence d'activité à proximité de l'installation car elle pourrait générer de la poussière ;
- la possibilité de mettre en place un système de ventilation sous les modules afin d'éviter la déperdition d'électricité (0,5 % de perte par degré au-dessus de 25 °C en moyenne).

4. Le photovoltaïque oui, mais pas au détriment des autres énergies renouvelables

Le photovoltaïque doit faire partie d'une réflexion d'ensemble sur les énergies renouvelables. Dans un bâtiment où les besoins d'eau chaude sanitaire sont importants et relativement constants sur l'année, on privilégiera l'installation de capteurs solaires thermiques. La question du chauffage doit également être posée : chaufferie automatique au bois, géothermie, panneaux solaires thermiques...



Recommandations pour une intégration réussie

Sur un bâtiment, la pose de panneaux solaires en toiture, en façade... modifiant l'aspect extérieur du bâtiment est systématiquement soumise à une déclaration préalable ou doit être intégrée à la demande de permis de construire.

Et l'impact environnemental ?

Selon une synthèse de différentes études réalisée en 2009 par l'association HESPUL (spécialisée dans l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables, basée à Lyon), le temps de retour énergétique moyen d'une installation photovoltaïque en France composée de panneaux en silicium cristallin est de trois ans. Pour une durée de vie de 30 ans, l'installation va donc "rembourser" 10 fois l'énergie consommée pour sa fabrication.

La Directive déchets des équipements électriques et électroniques (DEEE) impose le recyclage des panneaux solaires photovoltaïques. Depuis 2007, l'association européenne (sans but lucratif) "PV Cycle" collecte et traite pour ses adhérents les modules devenus obsolètes.

LES RÈGLES D'URBANISME

D'une manière générale, il convient de porter une attention particulière au respect de l'article R 111-21 du code de l'urbanisme relatif à l'intégration du projet dans l'architecture locale, les sites, les lieux et paysages environnants.

La loi Grenelle 2 a posé le principe d'inopposabilité ("interdit d'interdire") des dispositions d'urbanisme, qui limiteraient l'installation de dispositifs de production d'énergies renouvelables, sauf dans les secteurs protégés où les règles peuvent rester plus contraignantes.

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) intercommunal ou communal peut comporter dans son règlement des dispositions pour favoriser mais aussi encadrer les installations d'énergies renouvelables.

En secteur protégé (périmètre de monument

historique, site classé, Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) ou Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP)...), les projets photovoltaïques sont soumis à l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF). Une attention particulière doit être portée à l'impact visuel du dispositif depuis l'espace public et/ou de sa co-visibilité avec le ou les monuments concernés, d'où l'importance d'une réflexion sérieuse sur l'intégration des panneaux au bâti.

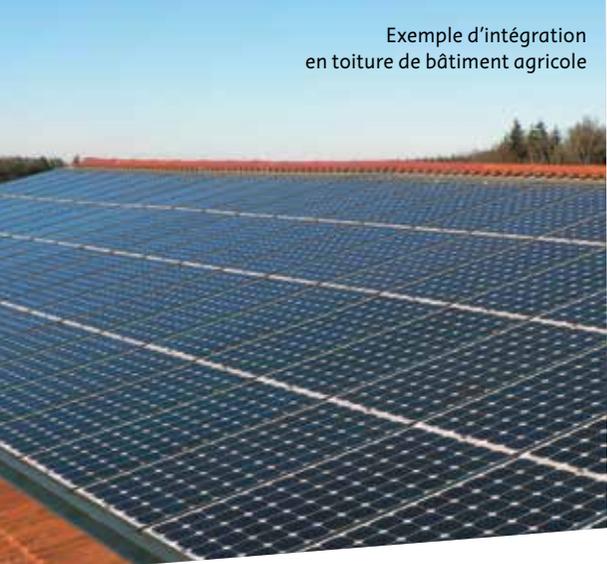
UNE INTÉGRATION PAYSAGÈRE RÉUSSIE

Le territoire du Livradois-Forez doit sa spécificité à la multitude de ses reliefs et vallées plus ou moins profondes, d'orientations disparates. Il en résulte que

les vues sur les silhouettes des villages peuvent être très variées. Leur perception sera très influencée par l'approche que l'on en a (points de vues, routes, chemins, belvédères, ...) et par le paysage environnant des villages (très ouvert ou forestier).

L'impact visuel des installations photovoltaïques en toiture doit être bien réfléchi en amont du projet, notamment pour les points de vue qui peuvent être plongeants. L'impact dépendra principalement de la surface de panneaux photovoltaïques, de leur inclinaison et de leur effet réfléchissant.

Lorsque l'accès aux villages présente des approches frontales ou rasantes sur les équipements, ce sont alors les façades enduites ou en pierre qui marquent davantage les paysages. Les matériaux en toiture auront un impact modéré, ce qui facilitera l'insertion des installations photovoltaïques.



©Aduhme



Exemple d'intégration
en toiture de bâtiment industriel

Recommandations pour une intégration réussie

UNE INTÉGRATION ARCHITECTURALE RÉUSSIE

La meilleure intégration architecturale est celle où les capteurs solaires deviennent un composant du bâti, comme les fenêtres ou les portes d'un bâtiment, et non un simple élément technique rapporté. L'implantation de la centrale solaire doit donc être étudiée en amont du projet pour l'intégrer dans la composition d'une toiture, d'une façade...

L'impact visuel des panneaux sur un bâtiment et sur son environnement proche et lointain doit être évalué en s'appuyant sur certains critères : la typologie de la construction, l'harmonie des volumes et des couleurs, le regroupement des capteurs, la prise en compte de la végétation alentour...

La performance sera recherchée, mais jamais au détriment de l'esthétique du projet.

Ainsi, différentes implantations peuvent être envisagées :

- **en toiture** : de préférence sur les bâtiments annexes (appentis, auvent...) avec des capteurs solaires se substituant aux tuiles ou aux ardoises.

Les panneaux seront positionnés de manière à éviter une dispersion excessive et respecteront la pente du toit. Ils seront de préférence assemblés horizontalement plutôt que verticalement.

Pour les petites surfaces, l'installation photovoltaïque peut être conçue comme un pan de toiture entier. Dans les autres cas, on veillera à respecter une certaine symétrie en alignant les capteurs sur l'organisation des différents éléments de l'architecture, et notamment les ouvertures.

Une toiture-terrasse peut également recevoir des capteurs, limitant leur impact visuel depuis le sol.

- **sur les façades** : en bardage ou mur rideau, sur les garde-corps, en brise-soleil, en allèges,...

Dans cette configuration, l'inclinaison optimale n'est pas respectée mais cette disposition permet

néanmoins de s'intégrer à l'architecture du bâtiment sans la dénaturer. Là encore, l'implantation de la centrale solaire doit respecter l'organisation des volumes du bâtiment.

La forme et les contraintes techniques des capteurs solaires et du bâtiment peuvent ainsi être utilisées pour produire des volumes architecturaux originaux et innovants.

S'agissant de bâtiments agricoles ou industriels existants ou en construction, l'usage de ceux-ci doit être avéré. Le choix de l'emplacement des capteurs solaires se fera dans le respect d'une parfaite intégration dans le paysage et l'architecture alentours.

L'installation photovoltaïque ne doit pas contrarier la vocation première de l'édifice. C'est notamment le cas pour les bâtiments voués à l'élevage, où la fonctionnalité prévaut et détermine les paramètres de chauffage, de ventilation et d'éclairage.

Installations photovoltaïques, prévention des risques et intervention des secours

-> **Il est important d'informer.**

Avant toute installation de panneaux photovoltaïques dans un établissement recevant du public, la Commission centrale de sécurité, dans son avis du 5 novembre 2009, préconise de transmettre un dossier au service d'incendie et de secours territorialement compétent.

-> **La mise en œuvre de l'installation doit être conforme pour éviter des arcs électriques ou des surintensités.**

Les dispositifs de protection de l'installation photovoltaïque en situation non dégradée sont définis par des normes. Par ailleurs, les installations photovoltaïques doivent disposer d'une attestation de conformité pour permettre la mise en service de leur point de livraison.

-> **En cas d'intervention des secours**

En présence d'une installation photovoltaïque, les sapeurs-pompiers peuvent intervenir en toute sécurité dans un bâtiment une fois que l'installation est coupée du réseau public de distribution en courant alternatif et sécurisée vis-à-vis du champ photovoltaïque et de l'éventuelle batterie d'accumulateurs.

L'information des sapeurs-pompiers est un préalable au bon déroulement des opérations de secours.



Simulation de projet sur un bâtiment public

Les projets photovoltaïques, collectifs et citoyens

Le développement de projets collectifs est un très bon moyen d'assurer un développement vertueux de la filière photovoltaïque. Ce type d'investissement partagé assure une maîtrise citoyenne des installations et fait bénéficier toute une collectivité de la ressource solaire.

SERVIR L'INTÉRÊT GÉNÉRAL

L'objectif d'un projet photovoltaïque collectif est de produire de l'énergie à partir de ressources renouvelables en impliquant localement les habitants, les élus et les entreprises d'un territoire dans la conception, le financement, le montage et la gestion d'une installation solaire sur un groupement de toitures ou sur un bâtiment public.

Outre le fait que ces centrales partagées offrent des compléments budgétaires intéressants aux communes ou communautés de communes

concernées, elles impliquent les habitants dans une action fédératrice.

Le projet peut être accompagné par des structures indépendantes qui apportent une aide pour choisir le matériel et les prestataires. Une étude paysagère et architecturale préalable permet d'intégrer au mieux les panneaux dans leur environnement.

La gestion de l'équipement est confiée généralement à une société locale qui réunit les personnes



© Y. Loubier

et les institutions intéressées. C'est elle qui réalise et exploite la centrale énergétique, verse des dividendes à ses actionnaires et s'acquitte des loyers. Les propriétaires privés peuvent participer au projet en investissant dans celui-ci et/ou en cédant l'utilisation et l'exploitation de leur toit par le biais d'un bail locatif.

Les centrales villageoises photovoltaïques

Plusieurs exemples d'installations photovoltaïques collectives existent en France, avec des montages juridiques différents. Ainsi, un projet, baptisé "Centrales villageoises photovoltaïques", est mené conjointement par les Parcs naturels régionaux de la région Rhône-Alpes et l'agence Rhônalpénergie-Environnement. Son but est d'associer les habitants du territoire à la mise en place de panneaux solaires sur les toitures publiques et privées de leurs villages avec un investissement partagé. Huit sites pilotes sont concernés sur les territoires des Parcs du Pilat, des Monts d'Ardèche, du Massif des Bauges, du Vercors et du futur Parc des Baronnies provençales.

La Société coopérative "Combrailles Durables"

Dans le département du Puy-de-Dôme, la Société coopérative d'intérêt collectif "Combrailles Durables" a mis en service et exploite de petites centrales positionnées sur les toitures de bâtiments publics. Depuis la fin de l'année 2013, sept sont opérationnelles sur des lycées, des écoles et des mairies. En puissance cumulée, ces centrales affichent 103 kWc * et produisent 109 000 kWh * par an, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 40 foyers.

QUI CONTACTER POUR LANCER UN PROJET ?

Espaces Info Energie

• ADUHME

Maison de l'Habitat
129, av. de la République
63100 Clermont-Ferrand
Tél. 04 73 42 30 90
www.aduhme.org

• CAUE de la Haute-Loire

16, rue Jean Solvain
43000 Le Puy-en-Velay
Tél. 04 71 07 41 78
www.eie43.fr

• HELIOSE

5, av. Albert-Raimont
42270 Saint-Priest-en-Jarez
Tél. 04 77 31 61 16
www.heliose42.org

Agences de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)

• ADEME - Direction régionale Auvergne

63, boulevard Berthelot
63000 Clermont-Ferrand
Tél. 04 73 31 52 80
<http://auvergne.ademe.fr/>

• ADEME - Direction régionale Rhône-Alpes

10, rue des Emeraudes
69006 Lyon
Tél. 04 72 83 46 00
<http://rhone-alpes.ademe.fr>

Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE)

• CAUE du Puy-de-Dôme

Maison de l'Habitat
129, av. de la République
63100 Clermont-Ferrand
Tél. 04 73 42 21 20
<http://www.caue63.com/>

• CAUE de la Haute-Loire

16 rue Jean Solvain
43000 Le Puy-en-Velay
Tél. 04 71 07 41 78
<http://www.caue43.fr/>

Services Territoriaux de l'Architecture et du Patrimoine (STAP)

• STAP du Puy-de-Dôme

4 rue Blaise-Pascal - BP 378
63010 Clermont-Ferrand Cedex 1
Tél. 04 73 41 27 27

• STAP de la Haute-Loire

13, rue des Moulins
43000 Le Puy-en-Velay
Tél. 04 71 04 59 59

• STAP de la Loire

22, rue Balay
42000 Saint-Etienne
Tél. 04 77 49 35 50

Directions Départementales des Territoires (DDT)

• DDT du Puy-de-Dôme

7 rue Léo-Lagrange - 63033 Clermont-Ferrand
Tél. 04 73 43 16 00
www.puy-de-dome.equipement.gouv.fr/

• DDT de Haute-Loire

13 rue des Moulins - CS 60350
43009 Le Puy-en-Velay Cedex
Tél. 04 71 05 84 00
www.haute-loire.pref.gouv.fr

• DDT de la Loire

2, avenue Grüner, allée B - CS 90509
42007 Saint-Etienne cedex 1
Tél. 04 77 43 80 00
www.loire.equipement.gouv.fr/

Directions régionales de l'Environnement, l'Aménagement et du Logement (DREAL)

• DREAL Auvergne

7 rue Léo-Lagrange - 63033 Clermont-Ferrand
Tél. 04 73 43 16 00
www.auvergne.developpement-durable.gouv.fr

• DREAL Rhône-Alpes

5, place Jules-Ferry - 69006 Lyon
Tél. 04 26 28 60 00
www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr

Chambres départementales d'agriculture

• Chambre Départementale d'Agriculture du Puy-de-Dôme

11 allée Pierre-de-Fermat
63170 Aubière
Tél. 04 73 44 45 46
<http://www.chambre-agri63.com>

• Chambre Départementale d'Agriculture de la Haute-Loire

Hôtel interconsulaire
16 bd Bertrand - BP 343
43012 Le Puy-en-Velay
Tél. 04 71 07 21 00
<http://www.haute-loire.chambagri.fr>

Des liens internet pour en savoir plus

www.photovoltaique.info

site sur la filière photovoltaïque

www.centralesvillageoises.fr

site sur les centrales villageoises photovoltaïques

www.combraillesdurables.fr

site de la SCIC "Combrailles Durables"

www.energie-partagee.org

site du mouvement "Energie partagée"

LEXIQUE : quelques unités de grandeur

Watt (W) : mesure la puissance

produite par une installation.

1 kiloWatt (kW) = 1 000 W,

1 MégaWatt (MW) = 1 000 kW,

1 GigaWatt (GW) = 1 000 MW.

Watt-crête (Wc) : exprime

la puissance crête des cellules

photovoltaïques, c'est-à-dire

la puissance maximale qu'un m²

de capteur peut délivrer dans les

conditions optimales d'ensoleillement

(1 000 W/m²) et de température (25°C).

kiloWattheure (kWh) : mesure

la quantité d'énergie que consomme

un appareil d'une puissance

de 1 000 W pendant une heure.

1 MégaWattheure (MWh) = 1 000 kWh,

1 GigaWattheure (GWh) = 1 000 MWh.

Directeur de publication : Tony Bernard

Rédaction : Caroline Drillon,

Parc naturel régional Livradois-Forez

Conception, impression : Vice Versa

(document imprimé sur papier recyclé)

Tirage : 1 000 exemplaires

N°ISBN : 979-10-93059-02-0

Dépôt légal : deuxième trimestre 2014



Contact :

Parc naturel régional Livradois-Forez

63880 Saint-Gervais-Sous-Meymont

Tél. 04 73 95 57 57

Fax : 04 73 95 57 84

info@parc-livradois-forez.org

www.parc-livradois-forez.org

