

Etude d'impact
**Projet de centrale photovoltaïque de Saint-
Papoul**

Annexes

Annexe 1

Etude de la valeur agronomique des sols du terrain objet du
projet

Vincent Larsonneau

**E.D.F. Energies Nouvelles
FRANCE**

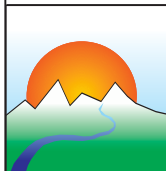
**PROJET D'INSTALLATION
DE PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES**

Manivel

SAINT-PAPOUL (11)

**Etude de la valeur agronomique des sols
du terrain objet du projet**

**RAPPORT D'ETUDE
Avril 2017**



Vincent LARSONNEAU - Ingénieur Agronome
976, Domaine de Sagne - Villematier - B.P. 43 - 31 340 VILLEMUR-sur-TARN
Tel. : 05 61 09 84 75 / courriel: vlarsonneau@wanadoo.fr
Conseils en Agriculture, Assainissement, Aménagement, Environnement

ETUDE PÉDOLOGIQUE

Valeur agronomique des sols d'un terrain à aménager en parc photovoltaïque

Sommaire

I - SITUATION GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE GÉNÉRALE	2
II – DESCRIPTION DES PARCELLES	3
III - DESCRIPTION DES SOLS	3
IV – LA VALEUR AGRONOMIQUE DES TERRES	4
V – L'UTILISATION DE CES TERRES.....	7

Le terrain étudié se situe sur la commune de Saint-Papoul, au nord de Castelnaudary, dans le département de l'Aude (cf carte n° 1).

PARCELLES CONCERNEES :

commune : SAINT-PAPOUL,
section WK,
lieu-dit : Manivel,
parcelles n° 54, 55, 56 p.p.,
superficie concernée : 11 ha environ.

I - SITUATION GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE GÉNÉRALE

Le terrain étudié se trouve sur des formations alluviales anciennes du Fresquel, en rive gauche de la rivière, entre les cotes N.G.F. 165 et 181.

Les sols de ce secteur sont développés sur des alluvions anciennes, déposées par le Fresquel à la suite de l'avant-dernière période glaciaire du Quaternaire dite du « Riss ». Ces alluvions anciennes de la moyenne terrasse, souvent caillouteuses dans tout ce secteur, ont subi une évolution pédologique prononcée, qui s'est traduite par un entraînement en profondeur des argiles et du fer, et une acidification du profil. Ainsi, les terres se caractérisent par des sols de bouldons, légères en surface, présentant à profondeur variable un niveau plus argileux imperméable responsable de l'excès d'eau souvent très contraignant dans ces terrains. La mobilisation des oxydes de fer et de manganèse, liée à l'excès d'eau, a pu, dans certains cas, entraîner une cimentation des niveaux caillouteux, formant ainsi le grepp. En profondeur, on peut retrouver le matériau alluvial brut, non transformé par la pédogenèse, constitué généralement de dépôts grossiers sablo-caillouteux et sableux.

Dans les niveaux sablo-caillouteux à la base des alluvions anciennes, des circulations d'eau se produisent, formant une nappe phréatique. A l'affleurement, sur les versants des talwegs creusés dans les alluvions ou sur les talus de terrasse, ces nappes donnent des sources ou des mouillères sourceuses contraignantes pour l'agriculture.

Ces alluvions reposent, en profondeur, sur des formations molassiques, dont la surface peut présenter d'importantes irrégularités de relief. La molasse, très compacte et composée de matériaux hétérogènes, constitue généralement un plancher à l'infiltration des eaux, sur lequel se trouve la nappe phréatique.

Sur le terrain, un puits a été observé : le niveau de l'eau se situait, lors de notre intervention, vers 3 mètres de profondeur. Ce puits exploite la nappe à la base des alluvions anciennes.

Carte n° 1 : PLAN DE SITUATION



Echelle : 1/25 000

Extrait du fond de plan I.G.N.

II – DESCRIPTION DES PARCELLES

Le terrain étudié se situe au sud-ouest du village de Saint-Papoul, dans un environnement agricole où l'urbanisation est peu développée.

Il se trouve sur un lambeau de la moyenne terrasse du Fresquel entre la vallée du ruisseau de l'Argentouire à l'ouest et celle du ruisseau de Bassens à l'est. Ces vallées sont relativement encaissées et sont encadrées par des versants courts aux pentes marquées. Ces deux ruisseaux sont des affluents du Fresquel en rive gauche.

Le terrain offre un relief peu marqué avec de larges ondulations de faible amplitude. Toutefois, les pentes s'accroissent à l'ouest, à l'approche de la vallée de l'Argentouire.

Ces parcelles sont actuellement occupées par une prairie permanente destinée à la production de foin.

III - DESCRIPTION DES SOLS

(voir carte n° 2 et schémas joints)

La reconnaissance des sols s'est faite par sondages à la tarière à main sur une profondeur maximum de 1,20 mètre, en l'absence d'obstacle à la pénétration.

Pour définir les unités de sol en présence et établir leur cartographie, 13 sondages, répartis sur l'ensemble des parcelles concernées par le projet, ont été effectués début avril 2017.

UNITE 1a :

Sol sablo-limoneux très caillouteux sur niveau très caillouteux impénétrable à la tarière entre 30 et 50 cm ; signes d'hydromorphie apparaissant à partir de 30/50 cm.

Cette unité se situe en position de bombement ou en bordure de terrasse, à l'approche du versant vers la vallée de l'Argentouire.

UNITE 1b :

Sol sablo-limoneux très caillouteux sur niveau très caillouteux impénétrable à la tarière entre 30 et 50 cm ; signes d'hydromorphie apparaissant dès la surface.

Cette unité se situe en position de replat ou de dépression sur la terrasse.

UNITE 2 :

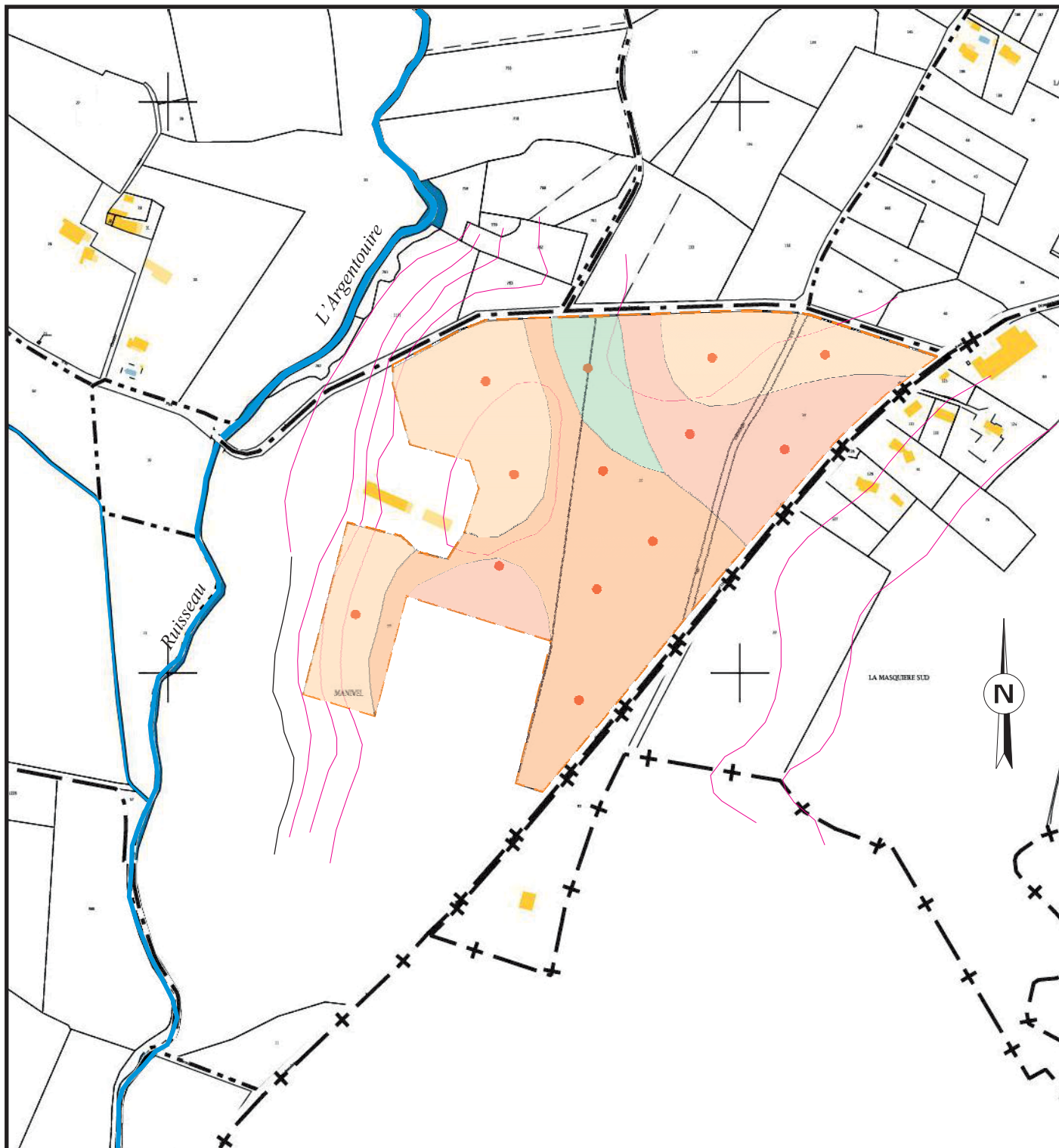
Sol sablo-limoneux caillouteux sur argile caillouteuse vers 60/80 cm ; signes d'hydromorphie apparaissant à partir de 0/30 cm.

Cette unité se situe en position de replat ou de dépression sur la terrasse.

UNITE 3 :

Sol sablo-argileux peu caillouteux sur argile vers 30 cm ; signes d'hydromorphie apparaissant dès la surface.

Cette unité se situe en position de dépression sur la terrasse.



Echelle : 1/5 000

Extrait du fond de plan cadastral

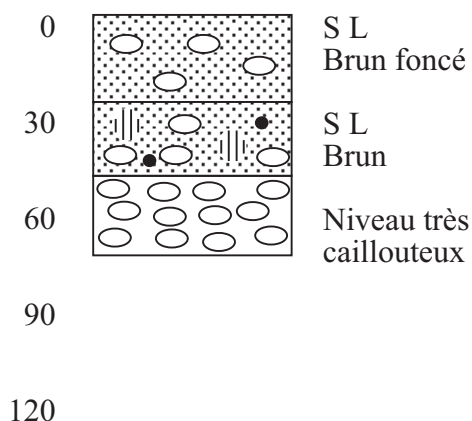
Carte n° 2 : CARTE DES SOLS - LEGENDE

- Unité 1a : sol sablo-limoneux très caillouteux sur niveau très caillouteux vers 30/50 cm ; hydromorphie à partir de 30/50 cm
- Unité 1b : sol sablo-limoneux très caillouteux sur niveau très caillouteux vers 30/50 cm ; hydromorphie dès la surface
- Unité 2 : sol sablo-limoneux caillouteux sur argile caillouteuse vers 60/80 cm ; hydromorphie à partir de 0/30 cm
- Unité 3 : sol sablo-argileux peu caillouteux sur argile vers 30 cm ; hydromorphie dès la surface

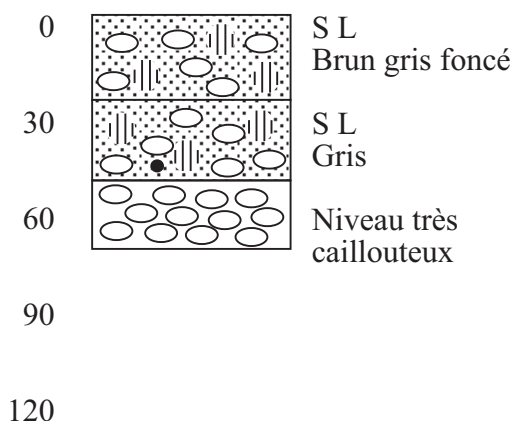
- sondage à la tarière
- courbe de niveau selon IGN 1/25 000
Equidistance : 5 m

SCHEMA DES PROFILS DE SOL

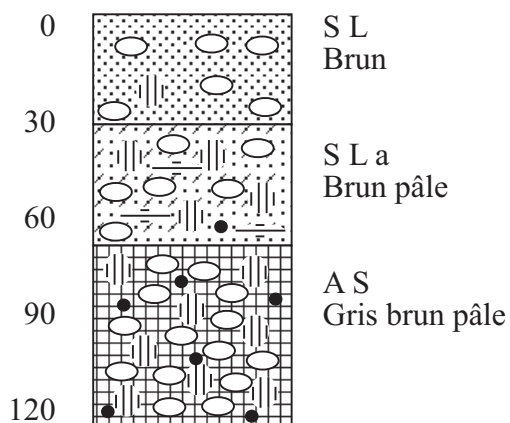
UNITE 1a



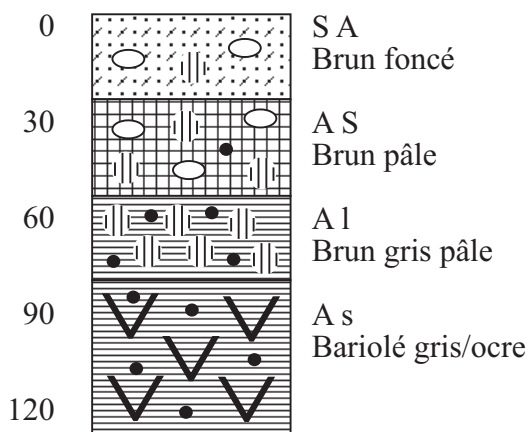
UNITE 1b



UNITE 2









UNITE 3








LEGENDE




TEXTURES et ROCHES

-  Texture grossière (SS, S, Sl, LS)
-  Texture moyenne sableuse (Sa, Sal)
-  Texture moyenne limoneuse (LSa, L, LL)
-  Texture fine (AS, LAS, LA, AL, Als, As)
-  Texture très fine (AA, A)
-  Roche de grès calcaire tendre

EAU et HYDROMORPHIE

-  Tache rouille d'oxydation du fer
-  Tache grise ou blanche de déferrification
-  Concrétion ferro-manganique
-  Bariolage brun/gris/ocre
-  Présence d'eau libre

PIERROSITE, DEPOTS et STRUCTURE

-  Cailloux de quartz ou de quartzite
-  Cailloux calcaires
-  Concrétions calcaires

En se référant à des terrains comparables sur lesquels des sondages à la pelle mécanique ont été effectués, on peut déduire que le blocage de la tarière sur les unités 1a et 1b s'est fait sur un horizon argilo-graveleux dans lequel la charge caillouteuse importante interdit la pénétration de la tarière.

Ces quatre unités sont typiquement des sols lessivés dégradés hydromorphes développés sur alluvions anciennes : sous des horizons sablo-limoneux acidifiés, très appauvris en argiles en en bases, on trouve des niveaux d'accumulation très argileux, qui empêchent l'infiltration des eaux. Dans le Sud-Ouest, ces terres sont désignées sous le terme vernaculaire de *boulbènes*.

Cette faible perméabilité des horizons argileux peut entraîner, lors des périodes les plus humides, des excès d'eau temporaires qui peuvent affecter le sol jusqu'à 30 à 50 cm sous la surface pour l'unité 1a et jusqu'en surface pour les autres unités.

Ces engorgements temporaires créent, périodiquement, des conditions asphyxiantes qui entraînent une mobilisation des oxydes de fer et de manganèse, à l'origine des taches ocres d'oxydes de fer et des concrétions ferromanganiques noires visibles même lorsque le sol est sec (pseudogley). Ces phénomènes d'engorgements sont surtout présents en hiver et au printemps à la suite des épisodes pluvieux ; en été, avec l'arrêt des pluies et l'augmentation de l'évapotranspiration, ces excès d'eau disparaissent complètement. C'est pourquoi, malgré le caractère hydromorphe des sols, on n'est pas ici en présence de zones humides sensu stricto.

Lors de la prospection sur le terrain, nous avons constaté que les horizons sableux étaient très humides, voire complètement saturés d'eau alors que les horizons argileux offraient une humidité beaucoup plus faible. Dans les semaines qui ont précédé les reconnaissances de terrain, il y a eu des pluies abondantes : les eaux ont pu pénétrer dans les premiers horizons du sol mais leur infiltration s'étant trouvée bloquée, elles ont saturé les premiers horizons.

IV – LA VALEUR AGRONOMIQUE DES TERRES

1°) Les critères définissant la valeur agronomique

La valeur agronomique d'un sol dépend :

- de sa capacité à assurer la croissance et le développement de la végétation cultivée,
- des contraintes qu'il peut présenter pour son exploitation par l'agriculteur (travaux du sol, semis ou récoltes, mise à l'herbe des animaux).

Pour la croissance et le développement de la végétation, le paramètre déterminant est le volume utile de sol offert à la prospection racinaire. En conséquence, les critères à prendre en compte pour déterminer le volume utile sont :

- **la profondeur utile de sol** (épaisseur de sol explorable par les racines). Dans les sols de boulbène, les horizons argileux d'accumulation, très compacts, constituent une limite forte à la prospection racinaire.

- **la pierrosité** ; le volume occupé par les éléments grossiers du sol est un volume stérile pour la végétation. De plus, la pierrosité abondante en surface fait qu'une partie seulement des semis parvient à germer.

- **l'hydromorphie** ; en situation d'excès d'eau, le sol présente des conditions asphyxiantes gênant l'implantation racinaire. Lorsque les excès d'eau se produisent près de la surface,

l'enracinement ne se développe que superficiellement. Par ailleurs, l'eau consommant beaucoup d'énergie pour s'évaporer, les terres hydromorphes sont qualifiées de terres froides en raison de leur réchauffement plus lent au printemps.

En limitant la profondeur de la prospection racinaire, l'hydromorphie accroît la sensibilité des sols à la sécheresse estivale.

Lorsque le volume utile est important, le sol offre des réserves hydriques et minérales élevées, qui permettent une alimentation correcte des plantes et une bonne résistance à la sécheresse. A l'inverse, tout ce qui réduit le volume utile appauvrit le sol et augmente la sensibilité à la sécheresse. Avec un climat de type méditerranéen et en l'absence d'infrastructures d'irrigation, cette question de la résistance à la sécheresse est déterminante.

Un autre élément important est **la texture** du sol : les teneurs en argile, limon et sable influencent la structuration du sol et ses capacités à retenir les éléments fertilisants et l'eau. D'une manière générale, les textures extrêmes (très argileuses, très sableuses ou très limoneuses) sont peu favorables ; les bons sols présentent toujours des textures équilibrées.

Le pH enfin joue un rôle important pour la structuration du sol, donc sa fissuration, favorable à l'exploration profonde par les racines ; son rôle est particulièrement important dans les sols sans cailloux. Les sols calcaires ou calciques, au pH alcalin à neutre, permettent une bonne structuration du sol, alors que les pH acides génèrent de l'instabilité structurale et un compactage du sol.

L'exploitation du sol par l'agriculteur sera principalement influencée par :

- **la pente** ; au-delà de 8 à 10 %, la mécanisation devient plus difficile et le travail du sol ne peut se faire que parallèlement à la pente, ce qui favorise l'érosion et la descente des terres.

- **la texture de l'horizon de surface** ; les textures extrêmes présentent de nombreuses contraintes pour le travail du sol alors que les textures équilibrées offrent une plus grande souplesse. La pierrosité importante entraîne une usure accélérée des outils de travail du sol.

- **l'hydromorphie** ; en situation d'excès d'eau, il est impossible de rentrer dans les parcelles avec un tracteur ou de mettre les bêtes à l'herbe, sous peine de provoquer de profondes détériorations de l'horizon de surface (tassements, ornières).

- **les mouillères** ; ces zones de faible extension mais qui restent humides très longtemps constituent, dans les parcelles, des hétérogénéités très contraignantes.

- **l'homogénéité du sol** ; la présence, dans une même parcelle culturale, de sols très différents (sains dans une zone, hydromorphes dans une autre, hétérogénéité de texture, de topographie, de pH, etc...) ne permet pas un travail ni une croissance des végétaux homogènes. Dans ces conditions, les rendements ne peuvent qu'être très hétérogènes au sein de la parcelle.

2°) La valeur agronomique des terres des parcelles étudiées

Nous présentons, dans le tableau ci-dessous, les caractères agronomiques du sol du terrain étudié.

Paramètre	Caractéristique	Incidence agronomique
Profondeur utile	Faible (entre 30 et 60 cm)	Dessèchement rapide des horizons de surface. Très faibles réserves hydriques et minérales. Faible taux de levée. Usure accélérée des outils par la pierrosité
Pierrosité	Elevée à très élevée, sauf dans l'unité 3	
Hydromorphie	Marquée dès les premiers horizons	Asphyxie du sol Limitation de la prospection racinaire Contraintes pour le travail du sol Terres froides, se réchauffant lentement au printemps
Texture	Texture sableuse ; taux d'argiles faibles à très faibles en surface	Pas de structuration du sol ; faible capacité de rétention des éléments minéraux
pH	Acide (de l'ordre de 5)	Faible stabilité structurale
Pente	Faible	Aucune contrainte
Homogénéité du sol	Sol relativement homogène sur toute la parcelle	Aucune contrainte

L'une des contraintes agronomiques majeures de ces sols réside donc dans leur faible volume utile, ce qui entraîne de faibles réserves hydriques et minérales. Dans le contexte climatique du Lauragais audois, ce paramètre est primordial, sauf s'il est possible de compenser le fort déficit hydrique par l'accès à l'irrigation. Or, cette parcelle ne dispose d'aucun accès à une ressource en eau pour l'arrosage.

Avec des aménagements pour une meilleure maîtrise de l'eau, par le drainage et l'irrigation, il serait possible de lever une partie des contraintes de ces sols, mais la pierrosité notamment resterait un handicap pour ces terres, qui ne permettrait pas d'obtenir une bonne rentabilité de ces investissements lourds.

Globalement, ces sols ne présentent donc qu'un faible potentiel agronomique.

V – L'UTILISATION DE CES TERRES

Lors des investigations sur le terrain, nous avons rencontré l'agriculteur qui exploite ses parcelles.

Dans le passé, ces terres ont été plantées en vignes, mais n'étant en zone d'Appellation d'Origine Contrôlée, elles ont été arrachées. D'après l'agriculteur, elles ne présentent aucun intérêt à être cultivées en céréaliculture : les rendements y seraient trop faibles et sans aucune rentabilité pour l'exploitation (« Le rendement ne paierait qu'à peine la semence ! »).

Elles ont donc été mises en prairie naturelle et l'exploitant y a, pendant un certain temps, fait paître des bovins dans le cadre d'un élevage extensif.

Aujourd'hui, ces parcelles ne sont plus utilisées comme pâturage. Pour assurer leur entretien à moindre coût, elles sont fauchées un fois par an et le foin produit est utilisé par le lycée agricole de Castelnaudary.

Annexe 2

Analyse du risque sanitaire lié aux centrales photovoltaïques au
sol

Effet des champs électromagnétiques

ANALYSE DU RISQUE SANITAIRE LIÉ AUX
CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL

EFFETS DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES





SOMMAIRE

1	GENERALITES SUR LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES	1
1.1	Notion de champ électrique, champ magnétique et onde électromagnétique.....	1
1.2	Spectre électromagnétique	1
1.2.1	Les champs statiques.....	3
1.2.2	Les champs basses fréquences.....	3
1.2.3	Les radiofréquences	4
1.3	Les champs électromagnétiques dans la maison.....	5
2	EFFETS SANITAIRES DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES STATIQUES ET BASSES FREQUENCES	7
2.1	Définitions : Effets biologiques / Effets sanitaires	7
2.2	Organisation Mondiale de la Santé (OMS).....	7
2.2.1	Fiche OMS sur les champs électromagnétiques (CEM).....	7
2.2.2	Aide-mémoire n°205 : Champs électromagnétiques et santé publique : fréquences extrêmement basses (novembre 1998)	8
2.2.3	Aide-mémoire n°263 : « Champs électromagnétiques et santé publique : fréquences extrêmement basses et cancer » (octobre 2001).....	11
2.2.4	Aide-mémoire n°299 : « Champs électromagnétiques et santé publique : champs électriques et magnétiques statiques » (2006).....	12
2.3	Rapport d'expertise remis à la Direction Générale de la Santé le 8 novembre 2004 intitulé « Champs Magnétiques d'Extrêmement Basse Fréquence et Santé »	14
2.4	Avis de l'Agence Française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) sur les champs électromagnétiques d'extrême basse fréquence (mars 2010)..	15
2.4.1	Contexte scientifique.....	15
2.4.2	Conclusions de l'expertise collective.....	15
2.5	Rapport de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques sur « Les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par des lignes à haute et très haute tension » (mai 2010)	17
2.6	Synthèse : Champs électromagnétiques et risques sanitaires.....	19
3	VALEURS LIMITES D'EXPOSITION	20

3.1	Recommandations de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (CIPRNI)	20
3.1.1	Champs électromagnétiques basses fréquences	20
3.1.2	Champs magnétiques statiques.....	22
3.2	Dispositions réglementaires	23
3.2.1	Cadre européen : protection du public et des travailleurs	23
3.2.2	Réglementation française.....	24
3.3	Bilan : Valeurs limites d'émission reconnues en France.....	24
4	CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE ET ONDES ELECTROMAGNETIQUES	25
4.1	Electricité et électromagnétisme	25
4.2	Configuration-type d'un parc photovoltaïque au sol.....	25
4.3	Panneaux photovoltaïques.....	26
4.4	Poste électrique de conversion	27
4.4.1	Onduleurs	27
4.4.2	Description des différents éléments d'un poste électrique	27
4.4.3	Champs électromagnétiques générés au niveau d'un poste de conversion.....	28
4.4.4	Bilan	28
4.5	Lignes électriques	29
4.5.1	Champs électromagnétiques générées par les lignes électriques	29
4.5.2	Lignes moyennes tensions à l'intérieur du parc photovoltaïque	30
4.5.3	Lignes moyennes tensions reliant le poste de livraison au réseau électrique	30
5	CONCLUSION : PARC PHOTOVOLTAÏQUE ET SANTE	32

1 GENERALITES SUR LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES

1.1 NOTION DE CHAMP ELECTRIQUE, CHAMP MAGNETIQUE ET ONDE ELECTROMAGNETIQUE

Un champ électromagnétique est le couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Un champ électrique est produit par une différence de potentiel électrique (ddp) entre deux points : plus la ddp est élevée, plus le champ qui en résulte est intense. Ce champ électrique survient même s'il n'y a pas de circulation de courant. A l'inverse, le champ magnétique n'apparaît que lorsque le courant circule : plus l'intensité du courant est élevée, plus le champ magnétique est important.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques des champs électrique et magnétique.

Champ électrique / Champ magnétique

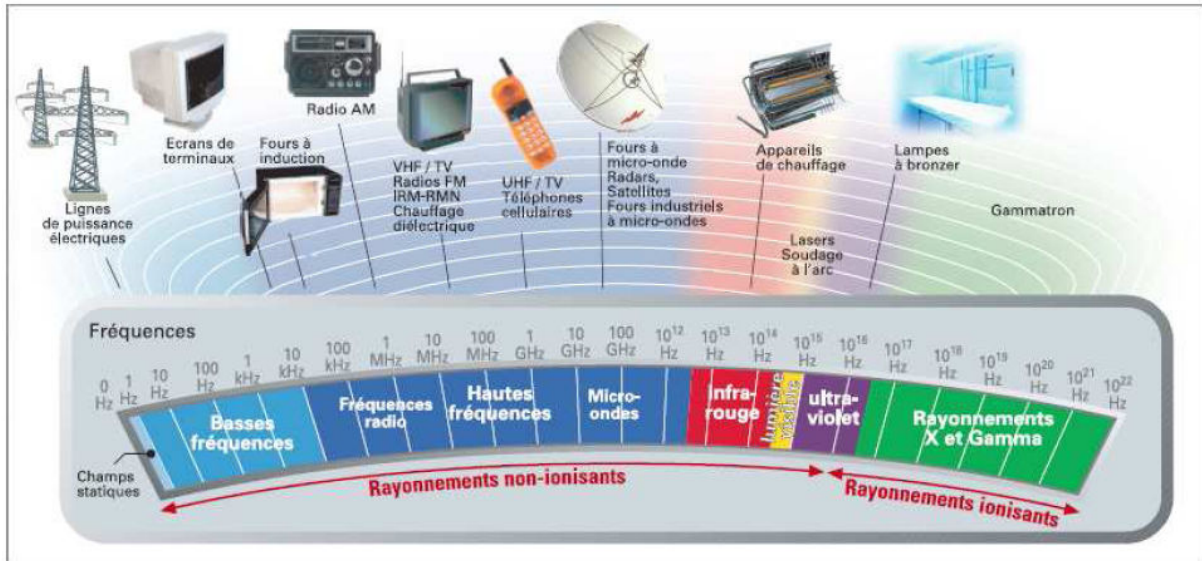
Champs électriques	Champs magnétiques
<ol style="list-style-type: none"> 1. La mise sous tension d'un conducteur crée un champ électrique E. 2. Ce champ se mesure en volts par mètre (V/m). 3. Le champ électrique peut exister même lorsqu'un appareil électrique est éteint. 4. L'intensité du champ diminue lorsque la distance à la source augmente. 5. La plupart des matériaux de construction protègent un peu contre les champs électriques. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le passage d'un courant électrique crée un champ magnétique H. 2. Ce champ se mesure en ampères par mètre (A/m). Lorsqu'on étudie les champs électromagnétiques on utilise plus volontiers une autre grandeur, la densité de flux magnétique B, qui s'exprime en milli-ou micro-teslas (mT ou μT). 3. Dès que l'on allume un appareil électrique et que le courant passe, un champ magnétique apparaît. 4. L'intensité du champ diminue lorsque la distance à la source augmente. 5. La plupart des matériaux courants sont incapables de réduire l'intensité d'un champ magnétique.

Un champ électromagnétique se caractérise notamment par la fréquence et la longueur d'onde du rayonnement engendré par la propagation de ce champ. La fréquence et la longueur d'onde d'un rayonnement électromagnétique sont inversement proportionnelles : plus la fréquence est élevée, plus la longueur d'onde est courte.

1.2 SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE

Le spectre électromagnétique englobe les sources naturelles et artificielles de champs électromagnétiques. Les champs électromagnétiques dont la fréquence se situe entre 0 et 300 GHz comportent trois types de champs :

- les champs statiques,
- les champs basses fréquences,
- les champs hautes fréquences incluant elles-mêmes les radiofréquences et les micro-ondes (ou hyperfréquences).



Le spectre des ondes électromagnétiques (Source : AFSSET)

Utilisation du spectre des ondes électromagnétiques (Source : AFSSET)

Bande de fréquences	Services / Applications
0 Hz	Electricité statique
0 Hz – 9 kHz	Transport d'électricité, appareil électrodomestique - Lignes de distribution et transport d'électricité - Appareils électroménagers (écrans vidéo, plaques à induction culinaires), RFID
9 kHz – 30 MHz	Radiodiffusion Grandes Ondes, Ondes Moyennes et Ondes Courtes - Détecteurs de victimes d'avalanches - Trafic amateur - Systèmes de détection antivol (RFID) - lecteur de cartes sans contact (RFID) - Applications médicales*
30 MHz – 87,5 MHz	Télédiffusion analogique et numérique (bande I) - Réseaux professionnels (taxis, pompiers, gendarmerie nationale, réseaux radioélectriques indépendants...) - Radioamateurs - Microphones sans fil - Radiolocalisation aéronautique - Radars - Applications médicales*
87,5 – 108 MHz	Radiodiffusion en modulation de fréquences (bande FM)
108 – 136 MHz	Trafic aéronautique (balisage et bande « air »)
136 – 400 MHz	Télédiffusion analogique et numérique (bandes II et III) - Réseaux professionnels (police, pompier, SAMU...) - Fréquences réservées au vol libre (talkies walkies) - Trafic amateur (bande « des 2 mètres ») - Trafic maritime (bandes VHF marine) - Radiomessagerie ERMES
400 – 470 MHz	Balise ARGOS - Réseaux professionnels (gendarmerie, SNCF, EDF...) - Trafic amateur (bande « 432 ») - Télécommandes et télémessure médicale - Systèmes de commande (automobile [RFID]) - Réseaux cellulaires TETRA et TETRAPOL - Applications médicales*)
470 – 860 MHz	Télédiffusion bandes IV et V (analogique et numérique)
860 – 880 MHz	Bande ISM (Industriel, Scientifique, Médical) : appareils à faible portée type alarmes, télécommandes, domotique, capteurs sans fil, RFID
880 – 960 MHz	Téléphonie mobile GSM 900 : voies montantes et voies descendantes
960 – 1710 MHz	Radiodiffusion numérique - Réseaux privés - Faisceaux Hertiens
1710 – 1880 MHz	Téléphonie mobile GSM 1800 : voies montantes et voies descendantes
1880 – 1900 MHz	Téléphones sans fil DECT
1920 – 2170 MHz	Téléphonie mobile UMTS
2400 – 2500 MHz	Bande ISM : réseaux Wi-Fi - Bluetooth - Four micro-onde
3400 – 3600 MHz	Boucle locale radio large bande de type WiMAX
>3600 MHz	Radars - Boucle locale radio - Stations terriennes - Faisceaux Hertiens

* Les applications médicales utilisant des champs électromagnétiques radiofréquences concernent les applications thermiques, l'imagerie et l'électrochirurgie.

1.2.1 Les champs statiques

Un champ statique reste constant au cours du temps. Les équipements électriques fonctionnant avec un courant continu (0 Hz) vont générer des champs statiques. Le champ magnétique terrestre est aussi un champ statique. C'est également le cas de celui qui est créé par un barreau aimanté et dont on peut observer les lignes de force lorsqu'on répand de la limaille de fer tout autour.

1.2.1.1 Les champs statiques d'origine naturelle

L'homme est constamment exposé à des champs électriques et magnétiques statiques naturels d'une valeur d'environ 50 micro-teslas (μT). Cependant, le champ électrique naturel varie beaucoup selon les conditions météorologiques : de quelques volts par mètre (V.m^{-1}) à plusieurs dizaines de milliers de V.m^{-1} par temps d'orage. Dans ces conditions, un courant électrique peut être créé et atteindre plusieurs centaines de milliers d'ampères durant un temps très court. C'est le cas de la foudre responsable d'accidents graves surtout dans certaines régions montagneuses particulièrement exposées comme le sud des Alpes. On dénombre chaque année une quinzaine d'accidents mortels, souvent collectifs, notamment chez des groupes de randonneurs. Ce nombre est en fait très mal estimé. La foudre est également responsable de blessures nombreuses laissant parfois des séquelles importantes (déficits neurologiques périphériques ou centraux, troubles psychiques, cardio-vasculaires, oculaires, auditifs).

1.2.1.2 Les champs statiques d'origine artificielle

Pour la population générale, les plus fortes expositions sont celles des champs statiques artificiels lors d'exams d'imagerie médicale par résonance magnétique (IRM). Dans l'IRM la densité du flux magnétique est de l'ordre de 0,15 à 2T et la durée d'exposition, généralement inférieure à une demi-heure.

En l'état actuel des connaissances scientifiques rien n'indique que l'exposition transitoire à des flux magnétiques statiques, jusqu'à 2T, produise des effets nocifs sur les principaux paramètres de développement, de comportement et physiologiques des organismes supérieurs. Pour des applications de diagnostic médical, la tendance actuelle est à l'utilisation de champs plus intenses.

Des interactions peuvent exister entre les champs magnétiques et les appareils électroniques, notamment les dispositifs médicaux implantables actifs (stimulateurs cardiaques)¹⁻². Il est recommandé que les lieux où la densité du flux magnétique dépasse 0,5 mT soient indiqués par une signalisation appropriée.

1.2.2 Les champs basses fréquences

Les champs basses fréquences (BF) sont ceux dont la fréquence est comprise entre quelques Hz (dès que la fréquence du champ électromagnétique est supérieure à 0, le champ n'est plus statique) et environ 10 kHz. Les extrêmement basses fréquences concernent les champs dont la fréquence est inférieure à 300 Hz. Le courant électrique domestique (fréquence 50 Hz en France) et de nombreux systèmes et appareils utilisés quotidiennement émettent des champs BF. Les sources d'exposition aux champs BF sont nombreuses :

- à l'extérieur : lignes de transports et de distribution d'électricité, transformateurs, câbles souterrains, voies ferrées, éclairage public, etc. ;
- à la maison : installations électriques, lampes, appareils électroménagers, etc. ;
- au bureau : photocopieurs, fax, écrans d'ordinateurs, etc.

¹ Irnich W, Batz L. Assessment of threshold levels for static magnetic fields affecting implanted pacemakers. Berlin, Federal Office of Health. Report n° Fo1-1040-523-EI15. 1989

² Barbaro V et coll. Evaluation of static magnetic field levels interfering with pacemakers. *Physica Medica*. 7, 73-76. 1991

Le tableau ci-dessous indique les sources les plus courantes de champs électromagnétiques. Toutes les valeurs indiquées représentent les limites maximales pour l'exposition du public.

Niveaux d'exposition habituels au domicile et dans l'environnement

Source	Exposition maximum typique pour le public	
	Champs électriques (V/m)	Densité de flux magnétique (μ T)
Champs naturels	200	70 (champ magnétique terrestre)
Energie électrique (dans les foyers éloignés des lignes à haute tension)	100	0.2
Energie électrique (sous les lignes à haute tension)	10 000	20
Trains électriques et tramways	300	50
Ecrans de télévision et d'ordinateurs (au niveau de l'utilisateur)	10	0.7

Source : Bureau régional OMS de l'Europe

1.2.3 Les radiofréquences

Les champs électromagnétiques radiofréquences (RF) sont ceux dont la fréquence est comprise entre 10 kHz et 300 GHz. Ils ont pour principale origine les antennes de radio, de télévision, de radar et de communication mobile mais également les fours à micro-ondes.

Ces champs servent à transmettre des informations à distance par voie hertzienne. Ils sont à la base des télécommunications en général et notamment des systèmes radioélectriques sur toute la planète. La partie du spectre des radiofréquences comprise entre 300 MHz et 300 GHz est également appelée hyperfréquence ou micro-onde. Cette distinction vient essentiellement des domaines d'applications : le terme radiofréquence est surtout utilisé par les électroniciens et électromagnéticiens, alors que le terme micro-onde vient plutôt de l'optique, où l'on parle surtout de longueur d'onde. Les fours à micro-ondes utilisent des fréquences de l'ordre de 2450 MHz (soit des longueurs d'onde de 12 cm environ).

Le débit d'absorption spécifique (DAS) est une mesure de l'exposition de l'homme aux champs électromagnétiques radiofréquences. Il représente la quantité d'énergie absorbée par les tissus par seconde lors d'une exposition aux radiofréquences. Cette mesure est exprimée en Watts par kilogramme (W/kg).

En France, deux arrêtés (du 8 octobre 2003) encadrent l'utilisation de cette mesure :

- l'un fixe les valeurs limites de DAS pour les équipements terminaux radioélectriques : pour les téléphones mobiles, le DAS local « tête et tronc » a été fixé à 2W/Kg ;
- l'autre prévoit l'information des utilisateurs : le DAS doit figurer de façon lisible et visible dans la notice d'emploi des équipements terminaux radioélectriques, et notamment des téléphones portables.

La mesure du DAS est une procédure très complexe, encadrée par des normes internationales, et nécessite des compétences et un matériel très performant. Le niveau maximum admissible en France pour le DAS d'un téléphone mobile de 2 W/kg correspond à un échauffement des tissus très faible (de l'ordre du dixième de degré Celsius) et il n'existe pas aujourd'hui de sonde de température assez sensible pour mesurer cet échauffement. La mesure du DAS se fait donc par le biais de l'acquisition de la répartition du champ électrique dans un mannequin qui possède des propriétés électromagnétiques semblables à celles du corps humain.

1.3 LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES DANS LA MAISON

Pour transporter l'électricité sur de longues distances, on utilise des lignes à haute tension. Avant distribution aux habitations et aux entreprises locales, la tension est abaissée au moyen de transformateurs. Les lignes de transport et de distribution ainsi que les circuits et les appareils électriques des habitations génèrent des champs électriques et magnétiques de fond dont la fréquence est égale à celle du secteur. Dans les habitations qui ne sont pas situées à proximité d'une ligne électrique, le champ magnétique de fond peut aller jusqu'à un maximum d'environ 0,2 μ T. Juste au-dessous d'une ligne, les champs sont beaucoup plus intenses, avec une densité de flux magnétique pouvant atteindre plusieurs micro-teslas. Sous une ligne, le champ électrique peut atteindre 10 kV/m. Toutefois, l'intensité du champ (électrique et magnétique) diminue lorsqu'on s'éloigne de la ligne. A une distance comprise entre 50 et 100 m, l'intensité des deux types de champ retombe à la valeur mesurée dans les zones situées loin des lignes à haute tension. Par ailleurs, les murs d'une habitation réduisent l'intensité du champ électrique à une valeur sensiblement plus faible que celle mesurée à l'extérieur en des points similaires.

Les champs électriques les plus intenses de fréquence équivalente à celle du secteur que l'on rencontre généralement dans l'environnement sont ceux qui sont produits sous les lignes à haute tension. A cette même fréquence, les champs magnétiques les plus intenses se rencontrent normalement à proximité immédiate des moteurs et autres appareils électriques, ainsi que près de certains appareillages comme les imageurs RMN utilisés à des fins médicales.

Valeurs caractéristiques de l'intensité du champ électrique mesurées à proximité d'appareils ménagers (à 30 cm de distance) (Source : Office fédéral pour protection contre les rayonnements, Allemagne 1999)

Appareil électrique	Intensité du champ électrique (V/m)
Récepteur stéréo	180
Fer à repasser	120
Réfrigérateur	120
Mixeur	100
Grille-pain	80
Sèche-cheveux	80
Téléviseur couleur	60
Machine à café	60
Aspirateur	50
Four électrique	8
Ampoule électrique	5
Valeur limite recommandée	5000

Beaucoup de gens sont surpris lorsqu'ils constatent combien l'intensité du champ magnétique présent à proximité des divers appareils électriques peut être variable. L'intensité du champ ne dépend pas de l'encombrement, de la complexité, de la puissance ou de la bruyance de l'appareil. En outre cette intensité peut varier énormément d'un appareil à l'autre, même analogues en apparence. Par exemple, certains sèche-cheveux sont environnés d'un très fort champ magnétique, alors qu'avec d'autres, ce champ est pratiquement inexistant. Ces différences sont dues à la conception des appareils. Le tableau ci-dessous indique les valeurs caractéristiques du champ magnétique produit par des appareils électriques couramment utilisés à la maison ou sur le lieu de travail.

Ces mesures ont été effectuées en Allemagne et tous les appareils fonctionnent sur la fréquence de 50 Hz délivrée par le secteur (identique à la fréquence française). On notera que le niveau d'exposition effectif varie très sensiblement en fonction du modèle et de la distance à l'appareil.

Valeurs caractéristiques de l'intensité du champ magnétique à diverses distances de certains appareils électriques (Source : *Office fédéral de protection contre les rayonnements, Allemagne 1999*)

Appareil	À 3 cm (μT)	À 30 cm (μT)	À 1 m (μT)
Sèche-cheveux	6-2000	0,01-7	0,01-0,03
Rasoir électrique	15-1500	0,08-9	0,01-0,03
Aspirateur	200-800	2-20	0,13-2
Tube fluorescent	40-400	0,5-2	0,02-0,25
Four microondes	73-23	4-8	0,25-0,6
Radio portable	16-56	1	< 0,01
Four électrique	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
Lave-linge	0,8-50	0,15-3	0,01-0,15
Fer à repasser	8-30	0,12-0,3	0,01-0,03
Lave-vaisselle	3,5-20	0,6-3	0,07-0,3
Ordinateur	0,5-30	< 0,01	
Réfrigérateur	0,5-1,7	0,01-0,25	< 0,01
Téléviseur couleur	2,5-50	0,04-2	0,01-0,15

La distance normale d'utilisation est indiquée en gras.

Ce tableau met en lumière deux points importants : tout d'abord que dans tous les cas le champ magnétique produit par les appareils ménagers décroît rapidement lorsqu'on s'en éloigne et qu'ensuite, la plupart de ces appareils ne sont pas utilisés à proximité immédiate du corps. A une distance de 30 cm, le champ magnétique autour de la plupart des appareils ne dépasse pas le centième de la valeur limite de 100 μT à la fréquence de 50 Hz (83 μT à 60 Hz) recommandée pour la population générale.

Pour la plupart des appareils ménagers, l'intensité du champ magnétique à la distance de 30 cm est très inférieure à la valeur limite de 100 μT recommandée pour la population générale.

2 EFFETS SANITAIRES DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES STATIQUES ET BASSES FREQUENCES

Dans le cadre du transport d'électricité, aucun champ de haute fréquence ne sera émis. Or, les ondes électromagnétiques de basse et de haute fréquence peuvent agir de différentes manières sur l'organisme humain.

Ainsi, au vu du contexte de l'étude, seuls les effets sanitaires liés aux champs statiques et aux champs basses fréquences seront abordés.

2.1 DEFINITIONS : EFFETS BIOLOGIQUES / EFFETS SANITAIRES

Source : Organisation Mondiale de la Santé

Les effets biologiques sont la réponse mesurable de l'organisme à un stimulus ou à une modification de l'environnement. Ils ne sont d'ailleurs pas nécessairement nuisibles à la santé.

Un effet sanitaire indésirable va affecter de manière visible la santé du sujet exposé ou de sa descendance, mais un effet biologique n'entraîne pas forcément un effet sanitaire indésirable.

On ne conteste pas qu'au-delà d'une certaine intensité, les champs électromagnétiques soient susceptibles de déclencher certains effets biologiques. Des expériences sur des volontaires en bonne santé montrent qu'une exposition de brève durée aux niveaux d'intensité rencontrés dans l'environnement ou à la maison ne produit aucun effet nocif apparent. L'exposition à des champs dont l'intensité pourrait se révéler dangereuse est limitée par des recommandations ou des directives nationales ou internationales. La question qui fait actuellement débat est celle de savoir si une exposition faible mais prolongée est susceptible de susciter des réponses biologiques et de nuire au bien-être de la population.

Dans les parties suivantes, sont rapportées les conclusions de divers organismes de santé publique tant au niveau national qu'international.

2.2 ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS)

2.2.1 Fiche OMS sur les champs électromagnétiques (CEM)

Adresse Internet : <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/fr/>

Pour répondre à la préoccupation croissante au sujet de la possibilité d'effets sanitaires imputables à l'exposition à des sources de champs électromagnétiques toujours plus nombreuses et plus diverses, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) s'est lancée en 1996 dans un effort de recherche pluridisciplinaire de grande envergure, le Projet international pour l'étude des champs électromagnétiques ou International EMF Project. Ce projet vise à faire le point des connaissances actuelles et à mettre en commun les ressources dont disposent sur le sujet les grands organismes nationaux et internationaux ainsi que les institutions scientifiques.

Les points essentiels à retenir sur les effets sanitaires liés aux champs électromagnétiques d'après l'OMS sont les suivants :

1. Toutes sortes de facteurs environnementaux sont capables de produire des effets biologiques. « Effet biologique » n'est pas synonyme de « danger pour la santé ». Des recherches spéciales sont nécessaires pour identifier et évaluer les dangers qui menacent la santé.
2. A basse fréquence, les champs électriques et magnétiques extérieurs engendrent des courants de faible intensité qui circulent dans l'organisme. Dans l'environnement habituel, l'intensité de ces courants induits dans l'organisme est pratiquement toujours trop faible pour avoir des effets marqués.
3. Le principal effet des radiofréquences est un échauffement des tissus exposés.
4. Il est indubitable qu'une exposition de courte durée à des champs électromagnétiques très intenses peut être dangereuse pour la santé. Les craintes qui se manifestent dans le public concernent surtout les éventuels effets à long terme que pourrait avoir une exposition à des champs électromagnétiques d'intensité inférieure au seuil d'apparition de réactions biologiques aiguës.
5. Le Projet international pour l'étude des champs électromagnétiques a été lancé par l'OMS dans le but d'apporter une réponse objective et scientifiquement validée aux préoccupations du public à l'égard des dangers que pourrait comporter l'exposition à des champs électromagnétiques de faible intensité.
6. Malgré de nombreuses recherches, rien n'indique pour l'instant que l'exposition à des champs électromagnétiques de faible intensité soit dangereuse pour la santé humaine.
7. Au niveau international, la recherche porte principalement sur l'étude des liens qui pourraient exister entre certains cancers et les champs électromagnétiques produits par les lignes électriques ou les générateurs de radiofréquences.

Plus les résultats de la recherche s'accumulent, plus il devient improbable que l'exposition aux champs électromagnétiques représente un grave danger pour la santé, même s'il subsiste néanmoins encore un peu d'incertitude. Le débat sur les résultats qui pouvaient prêter à controverse a quitté l'arène scientifique pour devenir un problème de société voire un enjeu politique. L'opinion publique s'agite à propos des effets nocifs que pourraient avoir les champs électromagnétiques sans bien souvent se souvenir des avantages que procure cette technologie. Sans électricité, la société serait paralysée. Quant aux émissions radiotélévisées et aux télécommunications, elles sont tout simplement une réalité de la vie moderne. Il est indispensable de mettre en balance le coût et les dangers potentiels.

2.2.2 Aide-mémoire n°205 : Champs électromagnétiques et santé publique : fréquences extrêmement basses (novembre 1998)

Site internet : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/fr/index.html>

Sources d'exposition

Les champs électriques et magnétiques naturels à 50/60 Hz sont extrêmement faibles, de l'ordre de 0,0001 V/m et 0,00001 μ T respectivement. L'exposition humaine aux champs ELF est associée principalement à la production, au transport et à l'utilisation de l'énergie électrique. Les sources et les limites supérieures des champs ELF qui se rencontrent le plus souvent dans l'environnement général, l'environnement domestique et sur les lieux de travail sont indiquées ci après.

Environnement général. L'énergie électrique en provenance des centrales est transportée jusqu'aux agglomérations par des lignes à haute tension. La tension est ensuite abaissée par des transformateurs auxquels se rattachent les lignes de distribution locale. Les champs électriques et magnétiques au-dessous des lignes aériennes peuvent atteindre respectivement 12 kV/m et 30 μ T. A proximité des centrales et des sous-stations, les champs électriques peuvent atteindre 16 kV/m et les champs magnétiques 270 μ T.

Environnement domestique. L'intensité des champs électriques et magnétiques dans les habitations dépend de nombreux facteurs, notamment de la distance aux lignes de transport, du nombre et du type d'appareils électriques utilisés, ou encore de la position et de la configuration des conducteurs électriques intérieurs.

Les champs électriques au voisinage de la plupart des appareils domestiques ne dépassent pas 500 V/m et le champ magnétique est généralement inférieur à 150 μ T. Dans les deux cas, le champ peut être nettement plus élevé à proximité immédiate de l'appareil, mais il diminue rapidement avec la distance.

Lieu de travail. Des champs électriques et magnétiques existent autour du matériel électrique et des fils conducteurs dans tous les établissements industriels. Les travailleurs chargés de l'entretien des lignes de transport et de distribution de courant peuvent être exposés à des champs très importants. A l'intérieur des centrales et des sous-stations, les champs électriques peuvent dépasser 25 kV/m et les champs magnétiques 2 mT. Les soudeurs peuvent être exposés à des champs magnétiques atteignant 130 mT.

Près des fours à induction et des cuves d'électrolyse, les champs magnétiques peuvent atteindre 50 mT.

Les employés de bureau sont exposés à des champs beaucoup moins intenses lorsqu'ils utilisent des photocopieuses, des écrans vidéo ou d'autres matériels analogues.

Effets sur la santé

Le seul effet pratique que les champs ELF peuvent avoir sur les tissus vivants est l'induction de champs et de courants électriques au sein de ces tissus. Toutefois, l'intensité des courants induits par exposition aux champs ELF normalement présents dans l'environnement est inférieure à celle des courants qui circulent naturellement dans l'organisme.

Etudes sur les champs électriques. Toutes les données dont on dispose permettent de penser qu'en dehors de la stimulation résultant des charges électriques induites à la surface du corps, l'exposition à des champs atteignant 20 kV/m n'a que peu d'effets et que ceux-ci ne présentent aucun danger. Aucun effet sur la reproduction ou le développement n'a pu être mis en évidence chez des animaux exposés à des champs électriques dépassant 100 kV/m.

Etudes sur les champs magnétiques. Il existe peu d'indices que l'exposition aux champs magnétiques ELF rencontrés dans les habitations ou l'environnement puisse avoir un effet sur la physiologie et le comportement de l'homme. Chez des volontaires exposés pendant plusieurs heures à des champs ELF atteignant 5 mT, on n'a constaté que peu d'effets sur les paramètres cliniques et physiologiques (formule sanguine, ECG, rythme cardiaque, tension artérielle, température corporelle, etc.).

Mélatonine. Certains chercheurs ont signalé que les champs ELF pourraient supprimer la sécrétion de mélatonine, une hormone associée au rythme circadien. L'hypothèse a également été émise que la mélatonine pourrait avoir un effet protecteur contre le cancer du sein, de sorte que sa suppression pourrait contribuer à une augmentation de l'incidence des cancers de cet organe induits par d'autres substances. Si certains effets de la mélatonine ont pu être mis en évidence chez des animaux de laboratoire, ils n'ont pas été confirmés chez l'homme par des études sur des volontaires.

Cancer. Il n'existe pas de preuves convaincantes que l'exposition aux champs ELF lèse directement des molécules biologiques, notamment l'ADN. Il est donc peu probable que ces champs puissent amorcer le processus de cancérogenèse. Toutefois, des études sont en cours pour déterminer si les champs ELF peuvent se comporter comme des promoteurs ou co-promoteurs de cancers. Des études effectuées récemment sur des animaux n'ont pas apporté la preuve que l'exposition aux champs ELF modifie l'incidence des cancers.

Des informations complémentaires sont apportées dans l'aide-mémoire n°263 portant explicitement sur les champs électromagnétiques d'extrême basse fréquence et les cancers (voir partie suivante).

Etudes épidémiologiques. En 1979, Wertheimer et Leeper ont signalé une association entre des cas de leucémie infantile et certaines caractéristiques du branchement électrique du logement des enfants atteints. Depuis lors, un grand nombre d'études ont été menées sur cette importante question et elles ont été analysées par l'Académie nationale des Sciences des Etats-Unis en 1996. Selon cette analyse, le fait de résider à proximité d'une ligne de transport électrique pourrait être associé à une augmentation du risque de leucémie infantile (risque relatif RR = 1,5), mais le risque ne serait pas modifié pour d'autres cancers. Une telle association n'a pas été observée chez les adultes.

De nombreuses études publiées au cours des dix dernières années sur l'exposition professionnelle aux champs ELF ont abouti à des résultats contradictoires. Elles laissent entendre que le risque de leucémie pourrait être légèrement plus élevé chez les travailleurs de l'industrie électrique. Toutefois, dans bien des cas, les facteurs de confusion, comme une exposition éventuelle à des produits chimiques dans l'environnement professionnel, n'ont pas été suffisamment pris en compte. L'exposition aux champs ELF n'était pas nettement corrélée au risque de cancer chez les sujets exposés. En conséquence, le lien de cause à effet entre l'exposition aux champs ELF et le cancer n'a pas été confirmé.

Mesures de protection

Grand public : Etant donné que les données scientifiques actuelles sont peu concluantes et n'établissent pas que l'exposition aux champs ELF normalement présents dans notre environnement habituel a des effets néfastes sur la santé, aucune mesure spécifique ne s'impose pour le public en général. Là où il existe des sources d'exposition à des champs ELF élevés, leur accès est généralement interdit au public par des barrières ou des clôtures, de sorte qu'aucune mesure de protection supplémentaire n'est nécessaire.

Milieu professionnel : Il est relativement facile d'assurer la protection contre les champs électriques à 50-60 Hz par des écrans appropriés. Une telle mesure ne s'impose que pour les personnes travaillant dans des zones où il existe des champs très élevés. Le plus souvent, l'accès du personnel à de telles zones est limité. Il n'existe pas de moyen pratique et économique de se protéger contre les champs magnétiques ELF. Lorsque les champs magnétiques sont très intenses, la seule mesure de protection pratique consiste à limiter l'accès du personnel.

Bruit, ozone et effet couronne

On peut entendre un bourdonnement ou un grésillement autour des transformateurs électriques ou des lignes à haute tension qui sont le siège d'un effet couronne (voir ci-dessous). Si le bruit peut être gênant, il ne s'accompagne d'aucun effet néfaste sur la santé.

Les lignes électriques à haute tension produisent des décharges électriques dans l'air environnant. Ce phénomène est appelé effet couronne. Cet effet est parfois visible la nuit par temps humide ou pluvieux et peut s'accompagner de bruit et d'une production d'ozone. Le niveau de bruit et la concentration d'ozone rencontrés à proximité des lignes de transport électrique n'ont pas de conséquences sur la santé.

2.2.3 Aide-mémoire n°263 : « Champs électromagnétiques et santé publique : fréquences extrêmement basses et cancer » (octobre 2001)

Site internet : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs263/fr/index.html>

Évaluation du CIRC

En juin 2001, un groupe de travail du CIRC, réunissant des spécialistes scientifiques, a examiné les études portant sur le pouvoir cancérigène des champs électriques et magnétiques ELF et statiques. En faisant appel à la classification standardisée du CIRC qui évalue les faits chez l'homme, l'animal et au laboratoire, les champs magnétiques ELF ont été classés comme peut-être cancérigènes pour l'homme d'après les études épidémiologiques portant sur la leucémie chez l'enfant. Les données pour les autres types de cancer chez l'enfant et l'adulte, ainsi que d'autres types d'exposition (c'est-à-dire les champs statiques et les champs électriques ELF) sont considérées comme non classables en raison de l'insuffisance ou de la discordance des données scientifiques.

« Peut-être cancérigène pour l'homme » est une catégorie appliquée à un agent pour lequel il existe des indices limités de cancérigénicité chez l'homme et des indices insuffisants chez l'animal d'expérience. Cette catégorie est la plus basse des trois utilisées par le CIRC (« cancérigène pour l'homme », « probablement cancérigène pour l'homme » et « peut-être cancérigène pour l'homme ») pour classer les agents cancérigènes potentiels en fonction des preuves scientifiques publiées.

On sait que les champs ELF agissent sur les tissus en y induisant des champs et des courants électriques. C'est le seul mécanisme d'action que l'on ait établi. Toutefois, les courants électriques induits par les champs ELF trouvés d'habitude dans l'environnement sont normalement bien plus faibles que les courants les plus puissants circulant naturellement dans l'organisme, comme ceux qui contrôlent les battements cardiaques.

Depuis 1979, date à laquelle les études épidémiologiques ont commencé à susciter des inquiétudes à propos des champs magnétiques autour des lignes électriques et du cancer chez l'enfant, un grand nombre de travaux ont été menés pour déterminer si l'exposition aux ELF a une influence sur le développement du cancer chez l'enfant, notamment la leucémie.

On n'a pas pu établir de manière systématique que les champs ELF présents dans notre environnement endommagent directement les molécules biologiques, même l'ADN. Comme il semble improbable que les champs ELF puissent amorcer le processus de cancérogenèse, un grand nombre d'enquêtes ont été menées pour savoir s'ils pouvaient se comporter comme des promoteurs ou des co-promoteurs de cancers. Les études menées sur l'animal à ce jour donnent à penser que les champs ELF ne jouent ni le rôle d'amorce ni de promoteur du cancer.

Pourtant, deux méta-analyses récentes des études biologiques ont révélé une donnée épidémiologique qui a joué un rôle crucial dans l'évaluation du CIRC. Elles donnent à penser que, dans une population exposée à des champs magnétiques moyens dépassant 0,3 à 0,4 μT , deux fois plus d'enfants peuvent développer des leucémies par rapport à une population exposée à des champs plus faibles. Malgré la taille de ces bases de données, il subsiste une certaine incertitude quant à la cause réelle de cette augmentation de l'incidence des leucémies : s'agit-il effectivement de l'exposition au champ magnétique ou d'un ou de plusieurs autres facteurs ?

La leucémie est une maladie peu courante chez l'enfant; on en diagnostique chaque année 4 pour 100 000 enfants entre 0 et 14 ans. Par ailleurs, des expositions à des champs magnétiques dépassant en moyenne 0,3 à 0,4 μT dans les domiciles sont rares. A partir des résultats de l'étude épidémiologique, on peut estimer que moins de 1 % de la population utilisant du courant à 240 Volts est exposée à de tels niveaux, mais cette proportion pourrait être plus importante dans les pays où l'alimentation électrique est à 120 Volts.

L'étude du CIRC aborde la question du pouvoir cancérigène éventuel des champs ELF. La prochaine étape consiste à estimer la probabilité de cancer dans la population en général avec les expositions habituelles et à évaluer les faits pour d'autres maladies (non tumorales).

Réponse de l'OMS

Alors que l'on a classé les champs magnétiques ELF comme peut-être cancérigènes pour l'homme, d'autres possibilités existent néanmoins pour expliquer l'association observée entre l'exposition à ces champs et la leucémie de l'enfant. Les questions du biais de sélection des études épidémiologiques et de l'exposition à d'autres types de champs méritent en particulier d'être examinées avec rigueur et nécessiteront sans doute de nouveaux travaux.

Le projet CEM de l'OMS vise à aider les autorités nationales à faire la part entre les avantages technologiques de l'électricité et les risques sanitaires éventuels ainsi qu'à décider des mesures de protection pouvant s'avérer nécessaires. Il est particulièrement difficile de proposer des mesures de protection dans le domaine des champs ELF parce qu'on ne sait pas les caractéristiques de ces champs intervenant dans le développement de la leucémie chez l'enfant et donc sur quel aspect agir. On ignore même si les champs magnétiques ELF sont réellement responsables de cet effet.

2.2.4 Aide-mémoire n°299 : « Champs électromagnétiques et santé publique : champs électriques et magnétiques statiques » (2006)

Site internet : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/fr/index.html>

Sources

Les champs électriques et magnétiques sont générés par des phénomènes tels que le champ magnétique terrestre, les orages et l'emploi de l'électricité. Lorsque ces champs ne varient pas dans le temps, on dit qu'ils sont statiques et ils ont une fréquence de 0 Hz.

Dans l'atmosphère, les champs électriques statiques (également appelés champs électrostatiques) existent à l'état naturel, par beau temps mais aussi plus particulièrement sous les nuages d'orage.

Dans la vie quotidienne, il arrive que l'on reçoive des décharges électriques en touchant des objets au sol ou que l'on ait les cheveux qui se dressent par suite d'une friction, par exemple en marchant sur de la moquette.

L'utilisation du courant continu est une autre source de champs électrostatiques, par exemple s'agissant des systèmes ferroviaires fonctionnant avec du courant continu et des écrans de télévision et d'ordinateurs munis de tubes cathodiques.

Le champ géomagnétique naturel varie à la surface de la terre entre environ 0,035 mT et 0,070 mT, et certains animaux le perçoivent et s'en servent pour s'orienter. Les champs magnétiques statiques créés par l'homme apparaissent chaque fois que l'on utilise du courant continu, par exemple dans les trains électriques ou les procédés industriels comme ceux employés pour la production d'aluminium et dans le soudage au gaz. Ils peuvent être plus de 1000 fois plus puissants que le champ magnétique terrestre naturel.

Les récentes innovations technologiques ont conduit à utiliser des champs magnétiques d'une intensité pouvant atteindre jusqu'à plus de 100 000 fois le champ magnétique terrestre. Ces derniers sont utilisés dans la recherche et dans des applications médicales telles que l'IRM qui permet d'obtenir des images tridimensionnelles du cerveau et des autres tissus mous. Dans les systèmes cliniques habituels, les patients examinés et les opérateurs des appareils peuvent être exposés à des champs magnétiques puissants, de l'ordre de 0,2 à 3 T. Dans les applications de la recherche médicale, des champs magnétiques encore plus puissants, pouvant atteindre jusqu'à 10 T, sont utilisés pour examiner l'organisme entier du malade.

Effets sur la santé

Champs électriques. Peu d'études ont été effectuées sur les champs électrostatiques. Les résultats dont on dispose à ce jour laissent à penser que les seuls effets aigus de ces champs sont ceux associés au système pileux et à l'inconfort dû aux décharges d'électricité statique. Les effets chroniques ou à retardement des champs électrostatiques n'ont jamais été convenablement étudiés.

Champs magnétiques. Concernant les champs magnétiques statiques, des effets aigus ne sont susceptibles d'apparaître que lorsqu'il y a déplacement dans le champ, par exemple le déplacement d'une personne ou un mouvement interne de l'organisme comme la circulation sanguine ou les battements du cœur. Une personne qui se déplace dans un champ supérieur à 2 T peut présenter des sensations de vertiges et des nausées, avec parfois un goût métallique dans la bouche et des éclairs devant les yeux. Bien que ces effets ne se produisent que de façon temporaire, ils peuvent avoir des répercussions sur la sécurité d'employés exécutant des opérations délicates (par exemple des chirurgiens pratiquant des interventions dans des services d'IRM).

Les champs magnétiques statiques exercent des forces sur les charges électriques se déplaçant dans le sang, comme les ions, générant ainsi des champs et des courants électriques autour du cœur et des gros vaisseaux susceptibles de ralentir légèrement la circulation sanguine. Leurs effets possibles vont de modifications mineures des battements du cœur jusqu'à une augmentation du risque d'arythmie cardiaque pouvant engager le pronostic vital (telle la fibrillation ventriculaire). Toutefois, de tels effets aigus ne sont susceptibles d'être rencontrés qu'avec des champs dépassant 8 T.

Il est impossible de savoir s'ils ont des conséquences à long terme sur la santé, même pour une exposition à des intensités mesurées en milli-tesla, parce qu'à ce jour, aucune étude épidémiologique ni aucune étude à long terme chez l'animal n'a été effectuée dans de bonnes conditions. Ainsi, il n'est pas à l'heure actuelle possible de classer la cancérogénicité des champs magnétiques statiques pour l'homme (CIRC, 2002).

2.3 RAPPORT D'EXPERTISE REMIS A LA DIRECTION GENERALE DE LA SANTE LE 8 NOVEMBRE 2004 INTITULE « CHAMPS MAGNETIQUES D'EXTRÊMEMENT BASSE FREQUENCE ET SANTE »

Source : http://www.sante-sports.gouv.fr/dossiers/cshpf/r_mv_1104_champs_ebf.pdf

Description des phénomènes physiques

En l'état actuel des connaissances, aucun mécanisme biophysique établi ne peut rendre compte d'effets biologiques des champs magnétiques EBF inférieurs à 50-100 μT . En particulier, aucun des phénomènes physiques impliqués dans les interactions des champs EBF avec la matière vivante n'est en mesure d'expliquer le lien entre exposition aux champs magnétiques EBF et leucémie de l'enfant suggéré par les études épidémiologiques.

Données sur les expositions du public

On dispose aujourd'hui de méthodes fiables pour mesurer l'exposition d'une population aux champs magnétiques EBF, mais on reste dans l'incertitude quant à l'historique des expositions qu'il serait pourtant nécessaire de quantifier pour évaluer des effets sanitaires à long terme.

Etudes en laboratoire

Chez l'homme, l'ensemble des données disponibles est en faveur de l'absence d'effets sanitaires dus à l'exposition.

Etudes épidémiologiques

La première étude épidémiologique ayant fait suspecter l'existence d'un lien entre l'exposition aux champs électromagnétique et le cancer de l'enfant a été publiée en 1979. De nombreuses études épidémiologiques réalisées depuis ont cherché à documenter ce lien, en essayant de contrôler les difficultés méthodologiques. Bien que ces problèmes méthodologiques ne puissent être complètement résolus, ces études constituent à présent une base solide. Elles indiquent la possibilité d'un doublement du risque de leucémie chez les enfants exposés à plus de 0.3 μT ou 0.4 μT , ces niveaux d'exposition correspondant à des niveaux moyens sur la vie entière des sujets, estimés d'après différentes méthodes. Les données n'évoquent ni relation dose-effet, ni seuil d'effet, ni tranche d'âge à risque particulier. C'est sur la base de ces données épidémiologiques exclusivement que le CIRC, en 2002, a classé les champs magnétiques EBF dans la catégorie 2B des cancérigènes possibles.

Les autres pathologies cancéreuses survenant chez l'enfant ou l'adulte n'ont pas été décrites ici en détail. Globalement les éléments en faveur d'un lien entre ces pathologies et les champs magnétiques sont extrêmement faibles. De même, il n'y a pas aujourd'hui d'argument évoquant un rôle cancérigène des champs électriques.

Conclusion

Au vu des données disponibles dans la littérature internationale, il est apparu aux experts que seule la problématique des champs magnétiques et de la leucémie de l'enfant méritait une étude approfondie.

2.4 AVIS DE L'AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET) SUR LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES D'EXTREME BASSE FREQUENCE (MARS 2010)

Source : *Rapport d'expertise collective, Effets sanitaires des champs électromagnétiques basses fréquences – AFSSET, mars 2010*
<http://www.afsset.fr/index.php?pageid=2543&parentid=424>

2.4.1 Contexte scientifique

La question de l'impact sanitaire des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences a été étudiée depuis plusieurs décennies, notamment après la publication en 1979 d'une étude épidémiologique qui a fait date (Wertheimer et Leeper, 1979)³, les auteurs associant des cancers développés par des enfants dans certaines habitations du Colorado (États-Unis) avec la présence de réseaux électriques dans leur environnement. Par la suite, de nombreux travaux ont été publiés dans le monde, aussi bien dans les domaines de l'épidémiologie que des effets des champs *in vitro* et *in vivo*. En dépit d'associations statistiques identifiées par plusieurs études entre l'exposition aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences et les leucémies infantiles, aucun lien de cause à effet n'a pu être clairement identifié. La part d'incertitude qui entoure encore la question concernant les effets sanitaires des champs extrêmement basses fréquences, en particulier à long terme, alimente les préoccupations et les interrogations du public, focalisées notamment autour des ouvrages de transport d'électricité. L'impossibilité de la science à démontrer l'absence d'effet sanitaire lié à l'exposition aux champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences et la publication régulière d'études dont les résultats sont parfois difficilement interprétables nourrissent les incertitudes et les inquiétudes.

La publication par le CIRC en 2002⁴ du classement des champs magnétiques extrêmement basses fréquences dans la catégorie 2B (cancérogènes possibles pour l'homme), en raison des incertitudes persistantes liées aux études épidémiologiques ayant associé l'exposition à ces champs avec un excès de risque de leucémies infantiles, a marqué un tournant dans l'expertise des risques sur ce sujet. Depuis la publication en 2004 d'un rapport remis à la Direction générale de la santé (DGS) (DGS, 2004)⁵, d'autres données d'expertise sont parues dans le monde. En particulier, l'OMS⁶ et le Scenih⁷ ont communiqué des positions scientifiques sur cette question des effets sanitaires des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences. En France, les travaux récents ou en cours sur le sujet ont été principalement tournés vers l'amélioration de la mesure de l'exposition et sa prise en compte dans les études épidémiologiques.

2.4.2 Conclusions de l'expertise collective

Il ressort des études portant sur la mesure de l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques basses fréquences publiées ces dernières années ou encore en cours, que la connaissance de cette exposition a progressé.

La nature des sources responsables de ces émissions est connue mais encore insuffisamment documentée et les moyens métrologiques disponibles permettent par exemple aujourd'hui de simuler l'exposition au champ créé par les lignes de transport d'électricité.

³ Wertheimer N., Leeper E. (1979). Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol.*; 109(3):273-84.

⁴ IARC. (2002). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 80: Non-ionizing radiation, part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. 445 p.

⁵ DGS. (2004). Aurengo A., Clavel J., de Seze R., Guénel P., Jousset - Dubien J., Veyret B. Champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence et santé. 61 p.

⁶ WHO. (2007). Extremely low frequency fields. *Environmental Health Criteria* 238. 543 p.

⁷ SCENIHR. (2009). Health Effects of Exposure to EMF. Brussels: European Commission, Health and Consumers DG. 83 p.

Les outils de mesure du champ à disposition aujourd'hui permettent de caractériser les émissions des ouvrages de transport d'électricité ou des appareils électroménagers. Par ailleurs, des appareils spécifiques permettent de quantifier l'exposition individuelle des personnes aux différentes sources de champ, dans leurs activités quotidiennes. Ces outils doivent permettre de mieux évaluer l'exposition des personnes et sa répartition entre les différentes sources, notamment pour améliorer les études épidémiologiques, qu'elles s'intéressent à la population générale ou à des populations professionnelles spécifiques.

L'étude d'exposition réalisée à Champlan a proposé une méthode nouvelle d'investigation de l'exposition individuelle aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences.

L'étude Expers étant toujours en cours, les données disponibles ne permettent pas de se prononcer sur l'ensemble des éléments méthodologiques. Cependant, en raison d'un faible taux de participation, en particulier chez les enfants, l'échantillon retenu n'est pas réellement représentatif de la population française.

L'enquête réalisée par le Criirem souffre d'un nombre important de biais (mauvaises conception et gestion du questionnaire, populations étudiées mal définies, mesures des expositions non pertinentes, etc.) qui ne permettent pas d'interpréter et de valider scientifiquement ses résultats.

En ce qui concerne de possibles effets à long terme, il existe une forte convergence entre les différentes évaluations des expertises internationales (organisations, groupes d'experts ou groupes de recherche), qui se maintiennent dans le temps. Une association entre exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et leucémie infantile, à partir d'une exposition résidentielle moyennée de 0,2 à 0,4 μT , a été indiquée avec une certaine cohérence des études épidémiologiques, mais une interprétation de cette corrélation en termes de cause et d'effet n'est soutenue ni par des études sur animaux ni par des études in vitro sur des systèmes cellulaires.

À partir de ces données, le CIRC a classé le champ magnétique de fréquences 50-60 Hz comme cancérigène possible (catégorie 2B). Cette classification repose surtout sur des données épidémiologiques, et l'absence de mécanisme biochimique identifié, notamment, justifie que cet agent physique ne soit pas classé en catégorie supérieure.

L'absence de relation claire entre des niveaux croissants d'exposition et l'augmentation du risque d'apparition d'un effet biologique, les résultats négatifs des études expérimentales, notamment celles conduites chez l'animal, et l'absence de mécanisme d'action plausible, ont conduit l'Icnirp, pour la définition de valeurs limites d'exposition (100 μT pour le champ magnétique à 50 Hz, pour le public), à s'en tenir aux valeurs basées sur l'induction de courants induits. Une proposition de révision des recommandations de l'Icnirp, confirmant les valeurs limites actuelles, a été publiée récemment et est soumise à consultation publique.

Il faut noter que la valeur de 0,4 μT ne peut pas être avancée comme un niveau de risque effectif, au-delà duquel la probabilité de voir survenir des effets sanitaires dommageables serait démontrée. C'est également la position de l'OMS [OMS, 2007, aide-mémoire n°322] qui considère que les preuves scientifiques d'un possible effet sanitaire à long terme sont insuffisantes pour justifier une modification des valeurs limites d'exposition.

Aucune relation entre les champs magnétiques extrêmement basses fréquences et des pathologies autres que les cancers n'a été établie, cependant, l'hypothèse de l'implication de ces champs dans les pathologies neurodégénératives (Alzheimer et sclérose latérale amyotrophique) ne peut être écartée.

2.5 RAPPORT DE L'OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES SUR « LES EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES PRODUITS PAR DES LIGNES A HAUTE ET TRES HAUTE TENSION » (MAI 2010)

L'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) est un organe commun à l'Assemblée Nationale et au Sénat. Son objectif est de permettre aux parlementaires d'évaluer la pertinence d'un grand équipement ou projet scientifique ou technologique afin de garantir la sécurité des citoyens et d'élaborer des décisions politiques s'appuyant sur les publications scientifiques les plus récentes et les plus reconnues.

En mai 2010, l'OPECST a présenté un rapport sur les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par les lignes haute et très haute tension.

Les éléments de conclusion qui ressortent du rapport concernant l'impact sur la santé des champs électriques et magnétiques émis par les lignes électriques sont repris ci-après.

Un consensus international solide, même si certains avis divergents existent, est exprimé par les instances sanitaires mondiales, européennes, étrangères et nationales existe sur la question de l'impact sur la santé des champs électromagnétiques. Deux éléments ressortent de ce consensus.

D'une part, en ce qui concerne les effets à court terme, les normes internationales de protection de la population (limite de $100\mu\text{T}$ à 50 Hz) et des travailleurs sont efficaces pour protéger la population des effets à court terme liées aux expositions aiguës. Il n'est donc pas nécessaire de les modifier.

D'autre part, en ce qui concerne les expositions chroniques à faibles doses et dans le long terme, les champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences, en général, et évidemment lorsqu'ils sont émis par les lignes à haute et très haute tension, n'ont pas d'impact sur la santé, sauf peut-être pour trois pathologies ciblées évoquées ci-dessous. Les expertises collectives indiquent que les éléments évoquant un lien entre ces champs et les autres maladies sont soit trop faibles, soit inexistantes, soit au contraire ont permis de l'exclure. Les trois pathologies sur lesquelles un débat subsiste sont : l'électro-hypersensibilité, certaines maladies neuro-dégénératives et les leucémies aiguës de l'enfant.

Concernant l'électro-hypersensibilité, aucun lien de cause à effet ne peut être établi. De plus, la diversité des syndromes et le caractère autodéclaré de l'affection, c'est-à-dire que c'est le patient qui se déclare électro-hypersensible et non le médecin à l'issue d'une démarche diagnostique, en font un objet de recherche clinique. Cependant, la souffrance des patients doit être prise au sérieux.

Concernant certaines maladies neuro-dégénératives, il s'agit aujourd'hui d'une hypothèse. L'OPECST invite cependant les instances de santé publique française à ne pas négliger le risque car les données épidémiologiques récentes ont porté sur des populations professionnelles (conducteurs de train), ont mis en évidence une possible relation dose-effet et le nombre de malades est potentiellement très élevé.

En ce qui concerne les leucémies aiguës de l'enfant le lien éventuel avec des champs magnétiques d'extrêmement basses fréquences de $0,4\ \mu\text{T}$ a conduit le CIRC à les classer en catégorie 2 B, c'est-à-dire de cancérigène possible. Ce classement établi en 2002 a été acquis sur la seule base de l'épidémiologie. Ces données, établissant un lien statistique, n'ont pas été infirmées depuis, mais elles n'indiquent pas de lien dose effet ou de seuil.

En laboratoire, comme sur des animaux, aucun mécanisme d'action n'a pu être mis en évidence.

Ce lien statistique établit donc un risque, mais il n'indique aucunement un lien de causalité entre les champs et la maladie.

Ces leucémies aiguës touchent des enfants entre 0 et 6 ans. C'est une maladie plurifactorielle dont les causes sont mal connues. Dans tous les cas, les lignes ne pourraient expliquer qu'une fraction des cas. Ces leucémies sont, fort heureusement, extrêmement rares. Leur taux d'incidence est tel que l'on peut estimer, compte tenu de l'importance de la population française aujourd'hui exposée à plus de 0,4 μT à cause des lignes à haute ou très haute tension, que moins de cinq enfants par an seraient malades et moins d'un par an décéderait, si le lien de causalité était établi.

Le risque est faible.

L'OPECST recommande néanmoins, d'ici à 2015, dans l'attente de ces nouveaux résultats, à titre prudentiel et compte tenu des incertitudes de la science, aux parents et aux pouvoirs publics, notamment aux élus locaux, de chercher à chaque fois que cela est possible pour un coût raisonnable de ne pas accroître le nombre d'enfants de 0 à 6 ans et à naître susceptibles d'être exposés à des champs supérieurs à 0,4 μT en moyenne.

2.6 SYNTHÈSE : CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES ET RISQUES SANITAIRES

On ne conteste pas qu'au-delà d'une certaine intensité, les champs électromagnétiques soient susceptibles de déclencher certains effets biologiques. Des expériences sur des volontaires en bonne santé montrent qu'une exposition de brève durée aux niveaux d'intensité rencontrés dans l'environnement ou à la maison ne produit aucun effet nocif apparent. La question qui fait actuellement débat est celle de savoir si une exposition faible mais prolongée est susceptible de susciter des réponses biologiques et de nuire au bien-être de la population.

L'ensemble des expertises menées par l'OMS, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) et l'AFSSET s'accorde sur l'absence de risque pour une exposition de courte durée aux champs électromagnétiques rencontrés à l'heure actuelle dans l'environnement.

La principale inquiétude porte sur le risque de cancérigène et plus particulièrement sur le risque de leucémie infantile. En effet, plusieurs études épidémiologiques portant sur des groupes d'enfants habitant à proximité de lignes à haute tension ont mis en évidence un risque accru de leucémie.

Toutefois, ces études sont insuffisantes pour conclure définitivement sur le caractère cancérigène ou non des champs électromagnétiques basses fréquences.

Notons également qu'aucune relation entre les champs de basses fréquences et d'autres pathologies cancéreuses chez l'enfant ou l'adulte n'a été établie.

3 VALEURS LIMITES D'EXPOSITION

Des recommandations internationales et des normes nationales de sécurité applicables aux champs électromagnétiques sont formulées sur la base des connaissances scientifiques actuelles afin de faire en sorte que les champs auxquels les êtres humains pourraient être soumis ne provoquent pas d'effets nuisibles à leur santé. Pour compenser les incertitudes liées à la connaissance (dues, par exemple, aux erreurs expérimentales, extrapolation des animaux aux humains, ou incertitude statistique), de grands facteurs de sécurité sont incorporés aux limites d'exposition. Ces normes et recommandations sont régulièrement révisées et mises à jour le cas échéant.

3.1 RECOMMANDATIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS (CIPRNI)

Chaque pays fixe ses propres normes nationales relatives à l'exposition aux champs électromagnétiques. Toutefois, dans la majorité des cas, les normes nationales s'inspirent des recommandations émises par particulier l'ICNIRP ou CIPRNI (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants). Cette organisation non-gouvernementale, qui est officiellement reconnue par l'OMS, examine les données scientifiques émanant de tous les pays du monde. En s'appuyant sur une étude approfondie de la littérature scientifique, la Commission établit des limites d'exposition recommandées. Ces recommandations sont réexaminées périodiquement et mises à jour en tant que de besoin.

3.1.1 Champs électromagnétiques basses fréquences

Se fondant sur un examen approfondi des publications scientifiques existantes sur le sujet, il a été régulièrement publié depuis 1998 des recommandations concernant l'exposition humaine sur l'ensemble du spectre électromagnétique des rayonnements non ionisants (de 0 à 300 GHz). L'ICNIRP a établi des valeurs limites d'exposition aux CEM à partir des courants induits dans l'organisme.

Pour ce qui concerne les courants induits dans l'organisme par les CEM dans les organismes, l'ICNIRP établit des limites fondamentales, appelées « restrictions de base ».

Pour les travailleurs, dont les conditions d'exposition sont connues, l'ICNIRP retient la valeur de 10 mA/m², fixées par l'OMS et unanimement reconnue comme « restriction de base » des effets induits par les très basses fréquences, dont le 50 Hz du secteur.

Pour le public, où peuvent se trouver des personnes plus fragiles, l'ICNIRP introduit un facteur de sécurité supplémentaire et ramène la restriction de base à 2 mA/m² pour ces mêmes fréquences.

Comme les courants induits ne sont pas directement mesurables et varient selon les parties du corps, l'ICNIRP établit une relation entre restriction de base (les courants induits) et les niveaux de référence (CEM) pour un calcul. Ce calcul aboutit à fixer pour ces « niveaux de référence » des valeurs conservatoires suffisantes pour garantir, dans tous les cas, le respect des restrictions de base. La variation de l'intensité d'un champ électromagnétique en fonction de la fréquence est complexe. Une liste donnant une limite pour chaque valeur et chaque fréquence serait difficile à comprendre.

Les chiffres ci-dessous sont un résumé des limites d'exposition recommandées dans le domaine qui nous intéresse et publié en 1998. Ces valeurs ont notamment été adoptées dans la Directive Européenne de 1999 sur l'exposition du public et la Directive de 2004 sur l'exposition sur les travailleurs.

Résumé des limites d'exposition recommandées par la CIPRNI en 1998

	Densité de courant induit dans le corps (en mA/m ²)	Champ électrique (V/m)	Champ magnétique (μT)
Limites d'exposition du public pour 50 Hz	2	5 000	100
Limites d'exposition professionnelle pour 50 Hz	10	10 000	500

Ces limites sont très inférieures aux seuils d'exposition entraînant des effets par stimulation des tissus électriquement excitable (facteur 10 à 50 au-dessous de ces seuils, respectivement pour les professionnels et le public). Ils visent donc à prévenir ce type d'effets sanitaires.

Ces valeurs limites d'exposition font aujourd'hui référence car elles ont été adoptées par les textes législatifs européens, l'ICNIRP a toutefois publié récemment (novembre 2010) une mise à jour de ces recommandations sanitaires concernant les champs électriques et magnétiques de basse fréquence (de 0 à 100 kHz). Dans ce nouveau texte, prenant en compte l'évolution des connaissances scientifiques depuis 1998, l'ICNIRP a changé les valeurs d'exposition.

Désormais, la grandeur physique qui sert à spécifier les restrictions de base pour l'exposition aux CEM est l'intensité du champ électrique interne puisque c'est ce champ qui affecte les cellules nerveuses et d'autres cellules sensibles à l'électricité.

Les niveaux de référence sont, comme précédemment, obtenus par modélisation mathématique.

Le tableau ci-après récapitule les valeurs retenues en 2010 pour l'exposition professionnelle et l'exposition de la population générale à la fréquence de 50 Hz.

Limites d'exposition recommandées par l'ICNRP en 2010

Niveaux	Définition	Population générale	Travailleurs
Restriction de base	Champ électrique interne	20 mV/m	100 mV/m
Niveaux de référence pour 50 Hz	Pour le champ électrique	5 000 V/m	10 000 V/m
	Pour le champ magnétique	200 μT	1 000 μT

Sur quoi ces recommandations reposent-elles ?

Il est important de noter qu'une limite recommandée ne constitue pas une démarcation précise entre sécurité et danger. On ne peut pas considérer qu'à partir de tel ou tel niveau d'exposition précis il y a danger pour la santé car en fait, le risque sanitaire augmente graduellement à mesure que l'exposition s'intensifie. Ce que ces recommandations indiquent, c'est qu'au-dessous d'un certain seuil, l'exposition à un champ électromagnétique ne comporte pas de risque dans l'état actuel des connaissances. Il n'en résulte pas automatiquement qu'au-dessus de ce seuil, de cette limite, l'exposition soit dangereuse.

Ce dont les recommandations ne peuvent pas rendre compte...

On ne peut, pour l'instant, formuler des recommandations ou des normes à partir de spéculations sur l'éventualité d'effets sanitaires à long terme. Si l'on prend en compte la totalité des résultats fournis par l'ensemble des études scientifiques, il apparaît que les champs électromagnétiques ne provoquent aucun effet sanitaire indésirable à long terme, comme le cancer par exemple. Les organismes nationaux et internationaux établissent et mettent à jour les normes en se basant sur les connaissances scientifiques les plus récentes afin de protéger la population contre les risques sanitaires reconnus.

Points à retenir

1. La CIPRNI émet des recommandations qui reflètent l'état actuel des connaissances. La plupart des pays s'inspirent de ces recommandations internationales pour établir leurs propres normes.
2. Les normes relatives aux champs électromagnétiques de basse fréquence sont destinées à faire en sorte que les courants induits restent inférieurs aux courants normalement présents dans l'organisme humain.
3. Les recommandations ne protègent pas contre une perturbation éventuelle du fonctionnement des dispositifs électroniques implantés.
4. En temps ordinaire, le niveau d'exposition est généralement très inférieur aux limites fixées.
5. Etant donné l'application d'un facteur de sécurité élevé, une exposition supérieure à la limite recommandée n'est pas forcément dangereuse pour la santé. Par ailleurs, la pondération de l'intensité moyenne de l'exposition au champ en fonction du temps et l'hypothèse d'un couplage maximum confère une marge de sécurité supplémentaire dans le cas des champs de basse fréquence.

Application à l'international

À ce jour, une trentaine de pays ont adopté ou recommandé les valeurs limites de la CIPRNI, basées sur l'induction des courants induits. Ainsi, la valeur limite d'exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences de 100 μT a été adoptée dans une majorité de pays en Europe, ainsi que dans d'autres pays en Afrique et en Asie.

Certains pays européens ont, eux, adopté des valeurs limites plus restrictives dans un cadre particulier. Ces dispositions visent un « surcroît » de protection pour le public. Leur diversité illustre la complexité de l'approche, ainsi que l'absence de données scientifiques suffisamment fondées pour établir une politique commune basée sur la science et non sur des choix arbitraires.

3.1.2 Champs magnétiques statiques

La Commission internationale de Protection contre le Rayonnement non ionisant s'est également intéressée à l'exposition aux champs magnétiques statiques.

Concernant l'exposition professionnelle, les limites actuelles sont basées sur la nécessité d'éviter les sensations de vertiges et de nausées provoquées par le déplacement dans un champ magnétique statique. Les limites recommandées sont une moyenne pondérée en fonction du temps de 200 mT pour l'exposition professionnelle au cours d'une journée de travail, avec une valeur maximale de 2 T.

Une limite de 40 mT est fixée pour l'exposition continue du grand public.

Les champs magnétiques statiques ont un effet sur les dispositifs métalliques implantés tels les pacemakers présents dans l'organisme, ce qui pourrait avoir des conséquences indésirables directes pour la santé. Il est conseillé à ceux qui portent des pacemakers, des implants ferromagnétiques et des dispositifs électroniques implantés d'éviter les endroits où le champ dépasse 0,5 mT. De plus, on prendra également soin de prévenir les dangers liés au fait que des objets métalliques puissent être soudainement attirés vers des aimants lorsque le champ dépasse 3 mT.

3.2 DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

3.2.1 Cadre européen : protection du public et des travailleurs

3.2.1.1 *Recommandation du Conseil Européen 1999/519/CE du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz)*

En juillet 1999, le Conseil des Ministres de la Santé de l'Union Européenne a adopté une recommandation sur l'exposition du public aux CEM, qui s'appuie sur les publications de l'ICNIRP de 1998 et en reprend l'approche et les valeurs limites.

Cette recommandation couvre toute la gamme des rayonnements non ionisants, de 0 à 300 GHz. Elle se fixe pour objectif d'apporter aux populations « un niveau élevé de protection de la santé contre les expositions aux CEM ». Ainsi, en fixant pour les très basses fréquences les limites d'exposition à un niveau 50 fois inférieur au seuil d'apparition des premiers effets, elle « couvre implicitement les effets éventuels à long terme ». C'est pourquoi elle préconise d'appliquer ces limites seulement dans les lieux où « la durée d'exposition est significative ».

La recommandation se fonde sur la certitude qu'une exposition de 100 μT n'entraîne pas un courant induit supérieur à 2mA/m² dans la tête et le tronc.

Recommandation européenne pour la protection du public

Niveaux	Définition	Population générale
Restriction de base	Densité de courant induit dans le corps	2 mA/m ²
Niveaux de référence pour 50 Hz	Pour le champ électrique	5 000 V/m
	Pour le champ magnétique	100 μT

La valeur limite recommandée de 100 μT a été établie à partir des réponses biologiques d'une exposition « aiguë » à un champ électromagnétique. Dans la mesure où aucune relation stricte de cause à effet associant l'exposition à long terme aux champs électromagnétiques à des pathologies n'a pu être démontrée, pour des niveaux inférieurs à ceux évoqués précédemment, la recommandation de 1999 propose des valeurs limites d'exposition « instantanées » mais pas de valeurs spécifiques pour des expositions à long terme.

Cette valeur limite d'exposition est un niveau seuil de protection de la santé et non un seuil de dangerosité. Elle a reçu l'aval de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

3.2.1.2 *Directive européenne 2004/40/CE sur l'exposition aux travailleurs aux champs électromagnétiques*

Le 29 avril 2004, le Parlement européen a adopté une directive sur l'exposition des travailleurs aux CEM. En cohérence avec la recommandation européenne de 1999, cette directive reprend aussi l'approche et les valeurs limites de l'ICNIRP.

Par souci de cohérence avec d'autres directives, elle en reprend les termes : les restrictions de base de la recommandation deviennent valeurs limites d'exposition et les niveaux de référence sont dénommés niveaux déclenchant l'action, sans que rien ne change par ailleurs dans les concepts.

Cette directive, qui couvre elle aussi toute la gamme des rayonnements non ionisants (de 0 à 300 GHz), précise les valeurs limites d'exposition dont le respect « garantira que les travailleurs exposés à des champs électromagnétiques sont protégés de tout effet nocif connu sur la santé ».

Recommandation européenne pour la protection des travailleurs à 50 Hz

Niveaux	Définition	Population générale
Restriction de base	Densité de courant induit dans le corps	10 mA/m ²
Niveaux de référence pour 50 Hz	Pour le champ électrique	10 000 V/m
	Pour le champ magnétique	500 µT

3.2.2 Réglementation française

La France applique la recommandation européenne du 12 juillet 1999. Dans le domaine électrique, l'arrêté technique du 17 mai 2001 reprend dans son article 12 bis les limites de 5 000 V/m et de 100 µT pour tous les nouveaux ouvrages, et dans les conditions de fonctionnement en régime de service permanent.

Art. 12 bis. - Limitation de l'exposition des tiers aux champs électromagnétiques. Pour les réseaux électriques en courant alternatif, la position des ouvrages par rapport aux lieux normalement accessibles aux tiers doit être telle que le champ électrique résultant en ces lieux n'excède pas 5 kV/m et que le champ magnétique associé n'excède pas 100 micro T dans les conditions de fonctionnement en régime de service permanent.

On pourra relever que la recommandation européenne considère quant à elle que les limites ne doivent être appliquées qu'aux endroits où le public passe un temps significatif. L'arrêté technique français est donc plus exigeant, puisqu'applicable à tous les endroits accessibles au public.

3.3 BILAN : VALEURS LIMITES D'EMISSION RECONNUES EN FRANCE

Les valeurs limites d'émission ou VLE dans le cas des champs extrêmement basses fréquences et des champs statiques sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Valeurs limites d'exposition en France

	Champ électrique en V/m	Champ magnétique en µT
Champ de fréquence 50 Hz		
Limites d'exposition du public	5 000	100
Limites d'exposition professionnelle	10 000	500
Champ statiques		
Limites d'exposition du public	-	40.10³
Limites d'exposition professionnelle Moyenne au cours d'une journée de travail	-	200.10³
Limites d'exposition professionnelle Valeur maximale admissible	-	2.10⁶

4 CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE ET ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Sources :

- Site internet : <http://www.photovoltaique.info/>
- *Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol – L'exemple allemand, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, janvier 2009).*
- *Rapport d'expertise collective, Effets sanitaires des champs électromagnétiques basses fréquences – AFSSET, mars 2010*
- *Rapport d'expertise remis à la Direction Générale de la Santé le 8 novembre 2004 intitulé « Champs Magnétiques d'Extrêmement Basse Fréquence et Santé »*
- *Fiche « Champs électromagnétiques » de l'INRS – Les lignes à haute tension et les transformateurs, ED 4210*
- *Les champs électromagnétiques de très basse fréquence – EDF et RTE.*

4.1 ELECTRICITE ET ELECTROMAGNETISME

Dans cet environnement, la fréquence la plus répandue se situe dans la catégorie des très basses fréquences : c'est évidemment les 50 Hz, fréquence de fonctionnement des réseaux électriques français. Il convient ici de distinguer les sources de champs magnétiques et les sources de champs électriques.

Alors que le champ magnétique est généré par le passage du courant, le champ électrique provient de l'accumulation de charges électriques, exprimée par la tension.

Dans l'environnement quotidien, ce sont donc les réseaux électriques à haute tension HTB qui constituent la principale source de champ électrique, les appareils électriques domestiques constituant, quant à eux, les principales sources de champ magnétique.

On peut classer les sources de champ magnétique 50/60 Hz en deux grandes familles :

- la première est celle des réseaux électriques. Leur champ magnétique est proportionnel au courant circulant dans les câbles. Il décroît à proportion du carré de la distance aux câbles ($1/d^2$). Dans cette famille, les réseaux torsadés (réseaux isolés 380 V et câbles 20 kV) constituent un cas particulier, leur disposition en torsade réduisant le champ magnétique à un niveau négligeable,
- la deuxième famille est celle des sources localisées, qui comprend en particulier tous les appareils électroménagers. Leur champ magnétique dépend de la technologie de l'appareil, et n'est en général pas proportionnel au courant consommé. Il décroît à proportion du cube de la distance ($1/d^3$), ce qui le rend rapidement négligeable, habituellement au-delà de deux mètres.

4.2 CONFIGURATION-TYPE D'UN PARC PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL

Dès qu'elles reçoivent une certaine quantité de lumière, les surfaces photovoltaïques (cellule ou film mince) intégrés dans un module se mettent à produire de l'électricité sous forme de courant continu à une tension nominale, dont l'intensité augmente avec la quantité de lumière reçue jusqu'à ce que la puissance délivrée atteigne la puissance nominale ou "puissance crête" (exprimée en Watts-crête Wc, unité spécifique du photovoltaïque).

Le courant continu disponible aux bornes des panneaux est ensuite transformé en courant alternatif basse tension par des onduleurs, puis en courant alternatif haute tension par un transformateur ; ces équipements sont implantés dans un poste de conversion.

L'ensemble des postes de conversion d'un parc sont connectés à un poste de livraison, qui fait l'interface avec le réseau ERDF, il est à ce titre placé en limite de propriété et accessible aux services de ERDF.

L'ensemble des câblages à l'intérieur du parc est souterrain, le raccordement extérieur est défini par ERDF (qui privilégie également le cheminement souterrain).

Le schéma suivant présente la configuration-type d'un parc photovoltaïque au sol :

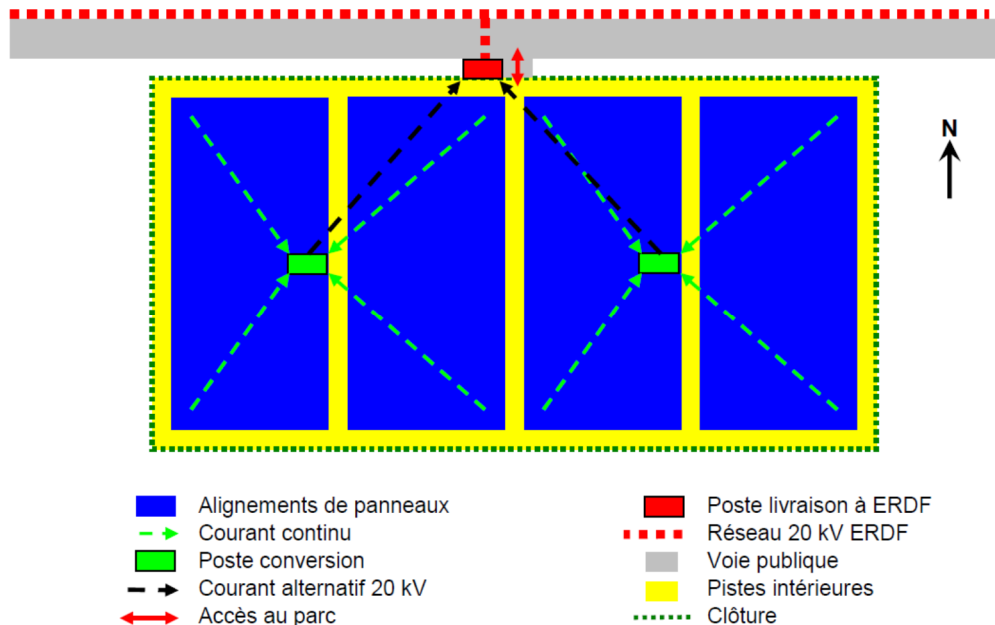


Figure 1 : Représentation schématique d'un parc photovoltaïque au sol

Les émetteurs potentiels d'ondes électromagnétiques sont :

- les modules photovoltaïques,
- les câbles électriques acheminant le courant continu au poste de conversion,
- les onduleurs,
- les transformateurs,
- les lignes électriques moyennes tensions reliant les postes de conversion au poste de livraison,
- les câbles de raccordement au réseau extérieur.

4.3 PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

Etant donné que les panneaux solaires photovoltaïques produisent de l'électricité en courants continus, seuls des champs électriques et magnétiques statiques sont générés.

A quelques centimètres de distance des panneaux et des câbles, les champs sont plus faibles que les champs naturels notamment le champ magnétique terrestre.

La production et le transport d'électricité des panneaux photovoltaïques au poste de conversion ne présente donc aucun risque pour la santé des personnes amenées à intervenir sur le site et donc à fortiori pour les habitants riverains de l'installation.

4.4 POSTE ELECTRIQUE DE CONVERSION

4.4.1 Onduleurs

L'onduleur va permettre la transformation du courant continu produit par des panneaux photovoltaïques en courant alternatif identique à celui du réseau de distribution (soit avec une fréquence de 50 Hz).

Les champs électromagnétiques produits par un onduleur sont donc des champs extrêmement basses fréquences ($f < 300\text{Hz}$).

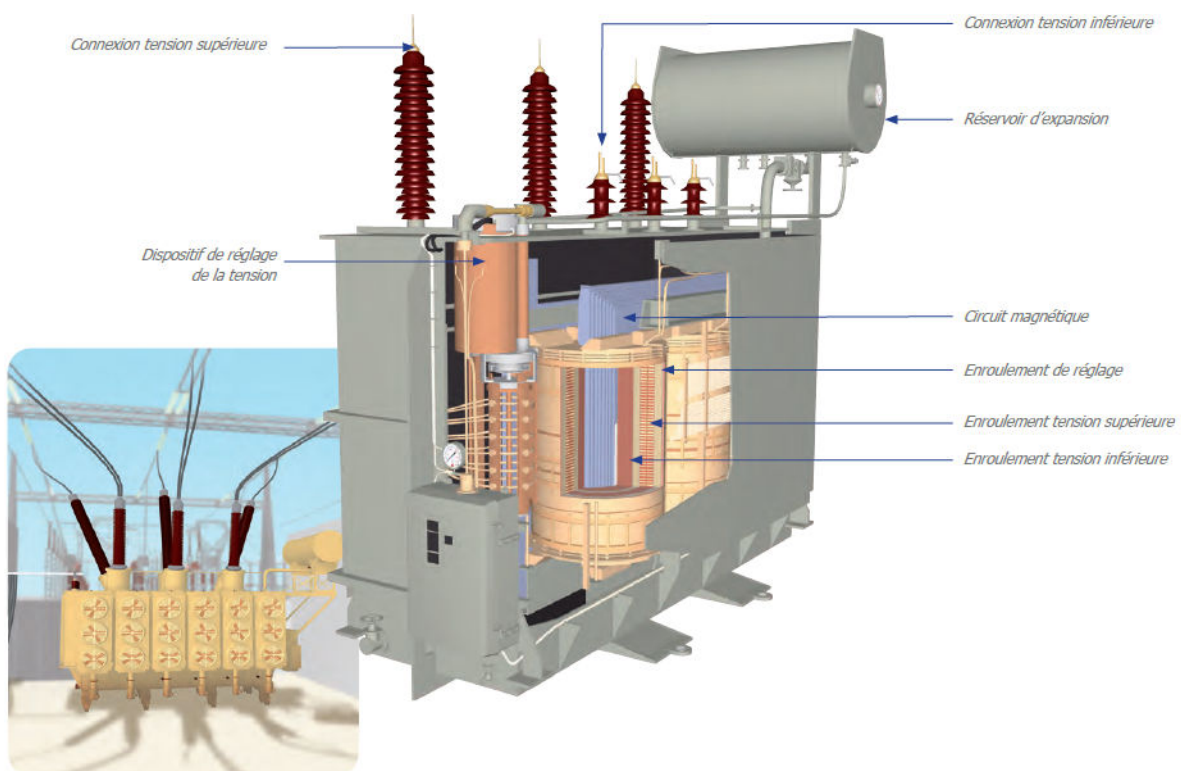
Toutefois, les onduleurs se trouvent dans des caissons métalliques possédant des propriétés de blindage qui offrent une protection (*Sources : MEDAD et site internet photovoltaïque.info*).

Comme il ne se produit que des champs alternatifs très faibles, **il ne faut pas s'attendre à des effets significatifs pour l'environnement humain liés à la présence d'onduleurs.** (*Source : Ministère du Développement durable*).

4.4.2 Description des différents éléments d'un poste électrique

4.4.2.1 Le transformateur

Le transformateur est un appareil destiné à modifier la tension électrique du courant. Il peut permettre d'élever la tension, par exemple en sortie de centrale de production, de 20 000 à 400 000 volts, afin de rendre l'électricité transportable sur de longues distances, en limitant les pertes électriques (effet joule). Il peut également abaisser la tension, par échelons successifs, en fonction de l'utilisateur final et de ses besoins en électricité.



La transformation du courant s'effectue par l'intermédiaire de deux enroulements disposés de façon concentrique, destinés à échanger l'énergie grâce au circuit magnétique.

Le principe de fonctionnement repose sur le transfert d'énergie par induction électromagnétique : le premier enroulement reçoit l'énergie électrique et la transforme en énergie magnétique par induction. Le deuxième enroulement, traversé par le champ magnétique produit, fournit un courant alternatif de même fréquence mais de tension différente. Ce dispositif est placé dans un liquide isolant (le plus souvent de l'huile) qui assure également le refroidissement. Le circuit de refroidissement fonctionne sur le même principe que celui d'une voiture.

4.4.2.2 Le disjoncteur

Situé à l'intérieur d'un poste électrique, le disjoncteur est un appareil destiné à protéger les circuits et les installations contre une éventuelle surcharge de courant due à un court-circuit (provoqué par la foudre ou par un contact entre le conducteur et la terre). Il permet aussi l'exploitation du réseau en interrompant ou en rétablissant le passage du courant dans une portion du circuit.

4.4.2.3 Le sectionneur

Situé dans un poste électrique, le sectionneur assure une coupure visible du circuit électrique. Cette coupure certaine est primordiale car elle permet d'intervenir pour l'entretien ou la réparation des appareils en toute sécurité. En mettant hors tension ou sous tension certains circuits du poste. Il assure la fonction d'aiguillage en répartissant les transits d'énergie entre les lignes électriques raccordées au poste. La commande u sectionneur peut être électrique ou manuelle.

4.4.3 Champs électromagnétiques générés au niveau d'un poste de conversion

La principale source de champs électromagnétiques dans le cadre d'un poste électrique est représentée les transformateurs qui seront installés sur le terrain. Le transformateur va permettre d'élever la tension afin de pouvoir transporter l'énergie.

Un transformateur est conçu de façon à concentrer le champ magnétique en son centre, il est donc très faible aux alentours du transformateur (en moyenne de 20 à 30 μT). Le champ électrique mesuré est très faible, de l'ordre de quelques dizaines de V/m. (Source : Fiche INRS – Les lignes à haute tension et les transformateurs, ED 4210).

Ces valeurs de champs magnétique et électrique sont inférieures aux valeurs limites d'exposition recommandées par la CIPRNI pour le public soit 5 000 V/m pour le champ électrique et 100 μT pour le champ magnétique.

De plus, il est à noter que les transformateurs ne seront pas implantés à proximité immédiate d'habitation et **à une distance de 10 m de ces transformateurs, les valeurs sont généralement plus faibles que celles de nombreux appareils électroménagers.**

4.4.4 Bilan

La transformation du courant continu en courant alternatif moyenne tension au sein du poste de conversion générera des champs électromagnétiques dont les valeurs d'émission seront très inférieures aux VLE fixées par le CIPRNI et ne présente donc aucun risque pour la santé des personnes amenées à intervenir sur le site et donc à fortiori pour les habitants riverains de l'installation.

4.5 LIGNES ELECTRIQUES

4.5.1 Champs électromagnétiques générées par les lignes électriques

Le réseau de transport (haute tension) et de distribution (moyenne tension) de l'électricité génère dans le voisinage immédiat des installations (lignes, câbles, postes de transformation) des champs électriques et magnétiques à la fréquence de 50 Hz en France⁸.

Le champ électrique créé par les lignes à haute tension est d'autant plus élevé que la tension est importante et décroît rapidement avec la distance par rapport à la ligne (voir tableau ci-après).

Le champ magnétique généré par les lignes de transport et les lignes de distribution est proportionnel au courant qui subit de fortes variations quotidiennes et saisonnières. En général, le courant transporté par les lignes croît avec la tension. Comme pour le champ électrique, le champ magnétique décroît avec la distance.

À une distance de l'ordre de 50 à 100 mètres, le champ magnétique créé par les lignes à haute tension sont proches du bruit de fond, ce qui explique que l'exposition due aux lignes ne concerne qu'une très faible fraction de la population.

Les valeurs typiques mesurées au niveau des lignes moyennes tensions et basses tensions sont évidemment inférieures à celles mesurées pour les lignes à hautes tensions.

Champs électriques et magnétiques calculés à 50 Hz pour des lignes électriques aériennes (RTE et EDF)

	Champ électrique (en V/m)	Champ magnétique (en μ T)
Ligne à 400 kV		
<i>sous la ligne</i>	5 000	30
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	2 000	12
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	200	1,2
Ligne à 225 kV		
<i>sous la ligne</i>	3 000	20
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	400	3
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	40	0,3
Ligne à 90 kV		
<i>sous la ligne</i>	1 000	10
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	100	1
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	10	0,1
Ligne à 20 kV		
<i>sous la ligne</i>	250	6
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	10	0,2
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	négligeable	négligeable
Ligne à 230 V		
<i>sous la ligne</i>	9	0,4
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	0,3	négligeable
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	négligeable	négligeable

⁸ Aux États-Unis, la fréquence du courant alternatif et donc des champs magnétiques produits est de 60 Hz.

Le champ créé par les lignes enterrées est plus intense au niveau de la ligne (en raison de la distance plus proche avec le point de mesure et du rassemblement des conducteurs), mais décroît plus rapidement avec la distance. Selon les pays, la configuration différente de lignes de transport de l'électricité peut conduire à des champs magnétiques sensiblement différents pour un même courant.⁹

Champs magnétiques calculés à 50 Hz pour des lignes électriques souterraines (RTE et EDF)

	Champ magnétique (en μT)	
	Disposition des câbles en nappe	Disposition des câbles en tréfle
Ligne à 225 kV		
à l'aplomb	20	6
à 5 mètres de l'axe	4	1
à 20 mètres de l'axe	0,3	0,1
Ligne à 63 kV		
à l'aplomb	15	3
à 5 mètres de l'axe	3	0,4
à 20 mètres de l'axe	0,2	négligeable

Les deux tableaux ci-dessus récapitulent les intensités des champs électriques et magnétiques calculées par RTE pour différentes lignes de transport. Ces valeurs sont dites « enveloppes », elles correspondent à des valeurs maximales réalistes issues de l'ensemble des calculs de RTE.

4.5.2 Lignes moyennes tensions à l'intérieur du parc photovoltaïque

Les câbles électriques situés dans l'enceinte clôturée de l'installation seront systématiquement enterrés.

Les champs électriques seront donc négligeables en surface. Quant aux champs magnétiques générés, ils seront très rapidement atténués et, en surface, ils seront très inférieurs à la VLE soit 100 μT .

A l'intérieur du parc photovoltaïque, le transport du courant alternatif de moyenne tension ne générera aucun risque pour la santé des personnes amenées à intervenir sur le site et donc à fortiori pour les habitants riverains de l'installation.

4.5.3 Lignes moyennes tensions reliant le poste de livraison au réseau électrique

A l'extérieur du parc photovoltaïque, les câbles électriques seront dans la mesure du possible enterrés et dans ce cas ne présenteront pas de dangers comme expliqué dans le paragraphe précédent.

En cas d'impossibilité, les lignes aériennes généreront un champ électromagnétique dont les intensités électriques et magnétiques calculées par RTE sont rappelées ci-dessous :

⁹ Maddock et al, 1992

Tableau 1 : Valeurs d'émission pour une ligne moyenne tension (20 kV)

	Champ électrique en V/m	Champ magnétique en μT
Sous la ligne	250	6
A 30 m de l'axe	10	0,2
A 100 m de l'axe	négligeable	négligeable
Valeurs limites d'exposition du public	5 000	100

Les valeurs de champs magnétique et électrique générées par une ligne moyenne tension sont inférieures aux valeurs limites d'exposition recommandées par la CIPRNI.

Le transport du courant alternatif de moyenne tension du poste de livraison au réseau de distribution ne générera aucun risque pour la santé des personnes amenées à intervenir sur le site et donc à fortiori pour les habitants riverains de l'installation que la ligne soit aérienne ou souterraine.

5 CONCLUSION : PARC PHOTOVOLTAÏQUE ET SANTE

Le tableau ci-après synthétise les données sur les émissions des différentes unités d'un parc photovoltaïques et conclut quant aux risques pour les personnes amenées à intervenir sur le site et pour les riverains.

Tableau 2 : Synthèse des risques sanitaires liés à un parc photovoltaïque

Secteur	Emetteurs potentiels d'ondes électromagnétiques	Type de courant	Valeurs d'émission		Augmentation du risque lié aux champs électromagnétiques pour les personnes
			Champ électrique	Champ magnétique	
Intérieur du parc, hors voisinage des postes	Panneaux photovoltaïques	Continu	< champ naturel	< champ magnétique terrestre	Négligeable
	Câbles acheminant le courant continu au poste de conversion	Continu	< champ naturel	< champ magnétique terrestre	Négligeable
	Lignes électriques moyennes tensions reliant les postes de conversion au poste de livraison	Alternatif – 50 Hz	Négligeables car lignes enterrées	Négligeables car lignes enterrées	Négligeable
Intérieur des postes de conversion	Onduleur	Alternatif – 50 Hz	Négligeable car installé dans un local	Négligeable car situé dans un caisson blindé	Négligeable
	Transformateur	Alternatif – 50 Hz	E < 100 V/m	B < 30 µT	Acceptable car les champs sont largement inférieurs aux valeurs limites d'exposition en milieu professionnel : E < 10 000 V/m B < 500 µT
Extérieur des postes de conversion	Onduleur	Alternatif – 50 Hz	Négligeable car installé dans un local	Négligeable car situé dans un caisson blindé	Négligeable
	Transformateur	Alternatif – 50 Hz	Négligeable car installé dans un local	Négligeable à l'extérieur du local	Négligeable

Secteur	Emetteurs potentiels d'ondes électromagnétiques		Type de courant	Valeurs d'émission		Augmentation du risque lié aux champs électromagnétiques pour les personnes
				Champ électrique	Champ magnétique	
Extérieur du parc aux abords immédiats des lignes électriques	Lignes électriques moyennes tensions	Raccordement au réseau extérieur – câbles souterrains	Alternatif – 50 Hz	Négligeables car lignes enterrées	Négligeables car lignes enterrées	Négligeable
		Raccordement au réseau extérieur – Câbles aériens	Alternatif – 50 Hz	Sous la ligne : 250 V/m	Sous la ligne : 6 µT	Acceptable car les champs sont largement inférieurs aux valeurs limites d'exposition du public : E < 5 000 V/m B < 100 µT

Annexe 4

Délibération de la communauté de communes inscrivant la
volonté de développer des centrales photovoltaïques au sol sur
Fendeille avec EDF Energies Nouvelles

Département de l'Aude

REPUBLIQUE FRANCAISE
Liberté - Egalité - FraternitéArrondissement
de CarcassonneCOMMUNAUTE DE COMMUNES
CASTELNAUDARY LAURAGAIS AUDOIS

DELIBERATION DU CONSEIL COMMUNAUTAIRE

DOMAINE :
AUTRES DOMAINES DE
COMPETENCESSéance du Conseil Communautaire du 30 juin 2016 à 18 heures 00
Le Conseil Communautaire de la Communauté de Communes Castelnaudary
Lauragais Audois.SOUS-DOMAINE :
AUTRES DOMAINES DE
COMPETENCES DES
COMMUNESLégalement convoqué s'est rassemblé au lieu ordinaire de ses séances, sous la
présidence de Monsieur Philippe GREFFIER, Président de la Communauté de
Communes Castelnaudary Lauragais Audois.**OBJET :**
Promesse de
bail
emphytéotique
et/ou
constitution
de servitudes**Présents :** Omar AIT MOUH, Claude ALMAYRAC, Guy BONDOUY,
Denis BOUILLEU, Alain BOUSQUET, Jean- Pierre BRIOL, Hélène BROUSSE,
Michel BROUSSE, Eliane BRUNEL, Colette CABROL, Jean-Claude CASTILLO,
Nicole CATHALA, Sabine CHABERT, Marie-Christine CHOPIN, Gilbert CÔSTE,
Etienne CRESPIY, Jean-Marc DEUMIER, Armand DE PRADIÈR D'AGRAIN,
Dominique DUBLOIS, Elisabeth ESCAFRE, Jean-Jacques FLOURIE,
Alain GALINIER, Philippe GREFFIER, Camille GUAGNO, Monique GUERIN,
Evelyne GUILHEM, Philippe GUIRAUD, Anne HUMBLOT, Gérard LAMARQUE,
Cédric MALRIEU, Thierry MARQUIER, Nicole MARTIN, Patrick MAUGARD,
Nathalie NACCACHE, Hubert NAUDINAT, Roger OURLIAC, Charles PAULY,
Jean Paul POISSENOT, Christophe PRADEL, Catherine PUIG,
Jean Pierre QUAGLIERI, Isabelle SIAU, Eric THOMAS, Bernadette STUDER,
Marc TARDIEU, Jean-François VERONIN MASSET, Michel VANDERCAMERE,
Bernard VIDAL.Le nombre de
délégués en service
est de 69

Formant la majorité des membres en exercice.

Convocation du conseil
en date du
22 juin 2016CERTIFIE
EXECUTOIRE PAR
RECEPTION PREFECTURE
LE :**Conseillers titulaires remplacés par conseillers suppléants :** Alain CARLES
par Isabelle SIAU, Patrick CHESNAY par Michel VANDERCAMERE,
Thierry MALLEVILLE par Monique GUERIN, Bruno POMART par
Thierry MARQUIER, Nadine ROSTOLL par Jean-Marc DEUMIER.

18.7 2016

PAR PUBLICATION
LE

18.7.2016

Procurations : Jacqueline BESSET à André TAURINES, Michel DARDIER à
Philippe GREFFIER, François DEMANGEOT à Jean- Claude CASTILLO,
Hélène GIRAL à Elisabeth ESCAFRE, Guy JULIA à Christophe PRADEL,
Jacqueline RATABOUIL à Jean-François VERONIN MASSET, Philippe SOL à
Denis BOUILLEUX, Agnès SOULIER à Sabine CHABERT, Guy THOMAS à Eric
THOMAS.

PAR DELEGATION LE

Excusés : Blaise ALIBEU, Dominique BAREGE, Nicole DANJOU, Thierry DE
KERIMEL, Sarah EL KHAZ, Gérard GRIMAUD, Patricia RUIZ.

Signature

Absents : Jeanne ISSALYS, Thierry LEGUEVAQUES, René MERIC,
Danièle THOMAS.**Secrétaire de séance :** Jean-François VERONIN MASSET.

EDF EN France est une société ayant pour activité la production d'électricité par utilisation des énergies renouvelables, et notamment énergie photovoltaïque.

A ce titre, EDF EN France a formé un projet sur le territoire des communes de SAINT-PAPOUL et FENDEILLE, sous réserve du résultat des études de faisabilité et de l'obtention des autorisations nécessaires, de réaliser une centrale photovoltaïque sur un site composé de divers terrains appartenant à la Communauté de Communes.

Ce Projet est soumis à un appel d'offres de la Commission de Régulation de l'Energie. La sélection du projet conditionnera la réalisation et la prise à bail.

La Communauté de Communes, intéressé par ce projet de centrale photovoltaïque, est disposé à mettre les terrains à la disposition d'EDF EN France, en vue de sa réalisation.

Monsieur le Président indique au conseil communautaire qu'il convient de procéder à une promesse de bail emphytéotique et/ou constitution de servitudes afin d'arrêter les conditions dans lesquelles EDF EN France pourra intégrer les terrains au projet de centrale photovoltaïque et qui intégrera les clauses particulières que les deux parties devront respecter dans le cadre du développement de la réalisation ou de l'exploitation de la Centrale Photovoltaïque.

LE CONSEIL COMMUNAUTAIRE APRES EN AVOIR DELIBERE

AUTORISE Monsieur le Président à signer la promesse de bail emphytéotique et/ou constitution de servitudes afin d'arrêter les conditions dans lesquelles EDF EN France pourra intégrer les terrains au projet de centrale photovoltaïque et qui intégrera les clauses particulières que les deux parties devront respecter dans le cadre du développement de la réalisation ou de l'exploitation de la Centrale Photovoltaïque.

AUTORISE Monsieur le Président à engager les démarches et les procédures afférentes à la présente délibération.

ADOpte A L'UNANIMITE

Fait et délibéré en séance le jour, mois et an ci-dessus et ont les membres présents, signés au registre.
La convocation du Conseil Communautaire et le compte- rendu de la présente délibération ont été affichés à la porte de la Communauté de Communes de Castelnaudary et du Lauragais Audois conformément aux articles L.2221-7 et L 2121-7 du C.G.C.T.

Castelnaudary, le 30 juin 2016

Le Président,


Philippe GREFFIER.



Annexe 5

Convention TEPCV

Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois

500 TERRITOIRES à ÉNERGIE POSITIVE POUR LA CROISSANCE VERTE ET POUR LE CLIMAT



LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE pour la
CROISSANCE VERTE

*Fonds de financement de la transition énergétique
Convention particulière d'appui financier*



Entre

La Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie,

Et

La Commune de Castelnaudary, représentée par son Maire, Monsieur Patrick Maugard, dûment habilité par délibération du Conseil Municipal en date du 3 juin 2015, ci-après désignée « le Bénéficiaire »,



Ville de Castelnaudary

En présence de la Caisse des dépôts et consignation,

Vu la convention du 31 mars 2015 relative à la création et à la gestion d'une enveloppe spéciale Transition énergétique, par la Caisse des Dépôts dans le cadre du Fonds de financement de la transition énergétique (FFTE).

Vu la convention de gestion de l'enveloppe spéciale Transition énergétique du 4 mai 2015,

#VotreEnergie

TERRITOIRE à ÉNERGIE POSITIVE POUR LA
CROISSANCE VERTE

Vu la lettre de notification des résultats de l'appel à projets « territoires à énergie positive pour la croissance verte » du 9 avril 2015,

Le Préfet de Département de l'Aude consulté,

Il est convenu ce qui suit

Préambule

Un appel à projets pour mobiliser 200 « Territoires à énergie positive pour la croissance verte » a été lancé par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie afin de donner une impulsion forte pour encourager les actions concrètes qui peuvent contribuer à :

- atténuer les effets du changement climatique, pour que la France soit exemplaire lors de la Conférence climat de Paris 2015 ;
- encourager la réduction des besoins d'énergie et le développement des énergies renouvelables locales ;
- faciliter l'implantation de filières vertes pour créer 100 000 emplois sur trois ans.

Afin d'accompagner l'ensemble des projets créatifs et innovants, un fonds de financement de la transition énergétique, doté de 1,5 milliard d'euros sur trois ans, est en place et contribuera notamment à financer les territoires lauréats. Cet appui viendra compléter les modes de soutien sectoriels existants : aides fiscales, subventions de l'ADEME et de l'ANAH, programmes budgétaires, prêts aux collectivités, tarifs d'achat...

Dans ce cadre, la Commune de Castelnaudary et la Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois ont présenté un projet qui figure en annexe 1 et ont été déclarées ensemble lauréates de l'appel à projets « Territoires à énergie positive pour la croissance verte » le 9 février 2015. La Commune de Castelnaudary bénéficie à ce titre d'un appui financier spécifique pour l'accompagner dans son projet.

* *
*

Article 1 - Objet de la convention

La présente convention a pour objet de préciser, d'une part, les actions qui seront mises en œuvre par le Bénéficiaire ainsi que ses engagements à ce titre et, d'autre part, les modalités d'attribution et de versement de l'appui financier.



Article 2 – Dépenses éligibles au programme « Territoires à énergie positive pour la croissance verte »

Peuvent bénéficier d'un financement au titre du programme « Territoires à énergie positive pour la croissance verte », les actions relatives aux six domaines d'intervention suivants :

1. **Réduction de la consommation d'énergie dans le bâtiment et l'espace public.**
2. **Diminution des émissions de gaz à effet de serre et des pollutions liées aux transports.**
3. **Développement de l'économie circulaire et de la gestion durable des déchets ;**
4. **Production d'énergies renouvelables locales.**
5. **Préservation de la biodiversité, protection des paysages et promotion d'un urbanisme durable.**
6. **Promotion de l'éducation à l'environnement, de l'éco-citoyenneté et mobilisation des acteurs locaux.**

Article 3 – Engagements du Bénéficiaire

Dans le cadre du projet, le Bénéficiaire s'engage à mettre en place sur son territoire les actions spécifiques figurant en Annexe 2, permettant de contribuer efficacement à la baisse de la consommation d'énergie, à la production d'énergie renouvelable et à la mobilisation citoyenne pour la transition énergétique. Le budget et le calendrier prévisionnel des actions ainsi que la description des effets attendus sont précisés dans l'Annexe 2.

Pour la bonne exécution de la présente convention, le bénéficiaire s'engage :

- a) à désigner un élu référent qui sera le garant de la démarche ;
- b) à mettre en place une équipe projet animée par un chef de projet à l'échelle du territoire.

Les dépenses subventionnables devront être ventilées selon les postes comptables et certifiées exactes par le comptable public.

Le Bénéficiaire s'engage à transmettre au préfet, en tant que représentant de la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie :

- les justificatifs relatifs aux dépenses subventionnables, acquittées et certifiées par le comptable public ;
- tout document nécessaire aux engagements et versements (annexe 4) ;
- le suivi et le bilan des actions mises en œuvre.



Article 4 – Montant et modalités de versement de l'appui financier

Le montant de l'appui financier au titre de la présente convention est fixé à 476 000 euros dans la limite d'un plafond maximal de 80 % de chaque dépense subventionnable.

L'appui financier sera mis en œuvre par la Caisse des dépôts et consignations à partir des crédits de l'enveloppe spéciale transition énergétique qu'elle gère.

L'appui financier sera versé, après signature de la présente convention, selon les conditions et modalités suivantes :

- une avance de 40 % du montant prévisionnel de l'appui financier au titre du programme « Territoires à énergie positive » pourra être versée à la demande du Bénéficiaire exprimée auprès du préfet, en tant que représentant de la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie ;
- un deuxième versement de 40 % interviendra lorsque le montant des actions réalisées et facturées dépassera 80 % du montant de l'appui financier, sur présentation des justificatifs des dépenses ;
- le solde sera versé lorsque le montant des actions réalisées et facturées atteint ou dépasse 100 % de l'appui financier au titre du programme « Territoires à énergie positive », sur présentation d'un compte rendu d'exécution technique et d'un état récapitulatif des dépenses correspondantes certifié par le comptable public du Bénéficiaire.

Ces versements seront réalisés par la Caisse des dépôts et consignations sur ordre du préfet, qui aura vérifié le caractère subventionnable des dépenses présentées.

Article 5 – Engagements complémentaires de l'État

En complément du soutien financier, le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie assurera, avec le concours de l'ADEME :

- une assistance technique et un soutien méthodologique ;
- une animation de réseau des lauréats au niveau régional et national ;
- la valorisation des résultats.

Article 6 – Communication

Le logo « Territoire à énergie positive pour la croissance verte » est obligatoirement apposé sur tout document et toute réalisation et panneau de chantier portant sur les actions visées à l'article 3.



Article 7 – Clause de reversement et de résiliation

Les sommes qui n'auraient pas été utilisées au plus tard trois ans après la date de signature de la présente convention, ou qui auraient été utilisées pour une action autre que celles prévues à l'article 3 seront restituées à la Caisse des Dépôts.

En cas de non-respect, par l'une ou l'autre des Parties, des engagements réciproques inscrits dans la présente convention, celle-ci pourra être résiliée de plein droit par l'une ou l'autre Partie à l'expiration d'un délai d'un mois suivant l'envoi d'une lettre recommandée avec accusé de réception valant mise en demeure.

Article 8 – Durée de la convention

La présente convention entre en vigueur à compter du jour de sa signature. Elle est valable pour les actions ayant connu un démarrage effectif jusqu'au 31 décembre 2017 et prendra fin avec le versement du solde de l'aide et au plus tard trois ans après la date de signature de la présente convention.

Article 9 – Avenants

Le contenu de la présente convention peut être modifié par avenant signé des Parties.

Fait à Paris, le 9 septembre 2015

Le Maire de la Ville de Castelnaudary,

Patrick MAUGARD

La Ministre de l'Écologie,
du Développement durable et de l'Énergie,

Ségolène ROYAL

En présence de la Caisse des dépôts et consignations,

**Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie**
27, rue Louis Vicat
75737 PARIS CEDEX 15
Tél. 01 47 65 20 00



Annexe 1

Projet présenté par la commune de Castelnaudary et par la Communauté de communes Lauragais Audois

1- Présentation du territoire

La Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois (C.C.C.L.A.) a été créée le 1^{er} janvier 2013 par la fusion de quatre Communautés de communes (Castelnaudary Bassin Lauragais, Hers Ganguise, Nord-Ouest Audois et Lauragais Montagne Noire).

Elle regroupe 43 communes pour une population de 25 825 habitants, pour une superficie totale de 495.40 km² (source INSEE 2010).

Le territoire de la Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois est situé dans les zones d'attractivité des agglomérations de Carcassonne (à 43 km) et de Toulouse (à 60 km). C'est :

- Le premier pôle industriel du département de l'Aude qui emploie sur le bassin économique plus de 7 700 personnes dont 20 % dans l'industrie (agro-alimentaire, tuileries, mécanique de précision), 10 000 tonnes de cassoulet haut de gamme sont produites chaque année, soit 80 % de la production française de ce segment.
- Un parc régional d'activité économique de 130 hectares sur Castelnaudary, dédié au développement du secteur agro-alimentaire et de la logistique internationale.
- Une zone d'activités à Fendeille en cours de développement.
- 3 171 entreprises dont 120 ont plus de 10 salariés.
- Une agriculture présente et essentiellement céréalière avec une coopérative basée à Castelnaudary.

La Ville de Castelnaudary, accueille à elle seule 40 % de la population du territoire, soit 12 262 habitants. Elle est désignée comme centralité sectorielle du SCOT Lauragais et concentre l'essentiel des entreprises et des projets du territoire. Castelnaudary est au centre de la future grande région Midi-Pyrénées-Languedoc Roussillon.

2- Engagement politique

En répondant à l'appel à projet lancé par le Ministère du Développement Durable « Territoires à Énergie Positive pour la croissance verte », le territoire entend travailler sur une démarche intégrée et globale.



Il dispose d'atouts à valoriser :

- Travailler sur un projet global, c'est prendre en compte la Commune de Castelnaudary et son cœur de ville, mais aussi tout le territoire rural de la Communauté de communes pour l'inscrire dans ce projet innovant.
- Stimuler les leviers de développement mobilisables en créant de nouveaux flux économiques et par conséquent des emplois, en développant la solidarité entre les concitoyens, et ce dans le profond respect de l'environnement.
- Amorcer une dynamique collective, permettant ainsi d'accompagner les acteurs publics et privés dans le cadre de la mise en œuvre d'actions et de projets intégrant les questions de la transition énergétique.

Ainsi, depuis 2008, la Ville de Castelnaudary et la Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois sont engagées dans une démarche de développement durable. L'un des axes forts de cette stratégie est d'aboutir à un Territoire à Énergie Positive.

Les élus ont transmis à Monsieur le Préfet de l'Aude une déclaration d'intention conjointe en date du 28 novembre 2014 dans le cadre de l'appel à projet « Territoire à Énergie Positive pour la croissance verte » porté par le Ministère du Développement durable.

Madame Ségolène ROYAL, ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, a déclaré le territoire, lauréat de l'Appel à Projet en date du 9 février 2015.

Afin de présenter le projet de territoire, Madame Evelyne GUILHEM, Maire Adjoint Chargée du développement durable, de l'environnement et de l'agriculture et déléguée communautaire, s'est rendue à l'Élysée le 20 avril 2015 afin de rencontrer Madame Ségolène ROYAL.

Lors de cette rencontre, elle a évoqué la réalisation de l'éco quartier sur la ZAC des Vallons du Griffoul, ainsi que la réalisation de deux maisons à énergie positive dont les caractéristiques sont consultables sur le site du Ministère.

Le comité de pilotage mis en place, composé notamment de Monsieur Patrick MAUGARD, Maire de Castelnaudary, et de Monsieur Philippe GREFFIER, Président de la Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois, a désigné Madame Evelyne GUILHEM, Maire Adjoint, chargée du développement durable, de l'environnement et de l'agriculture et déléguée communautaire, élue référente porteuse de la démarche pour le compte des deux collectivités.

Le Conseil Municipal en date du 6 juin 2015, ainsi que le Conseil communautaire en date du 3 juin 2015 ont entériné cette décision (les délibérations sont annexées à la présente).



3- Partenariat territorial et intégration du projet dans les démarches territoriales engagées

Le Futur se construit en Lauragais Audois !...

Dans le cadre de sa politique d'environnement et de développement durable, le territoire de la Communauté de communes Castelnaudary Lauragais Audois initie une politique ambitieuse visant à favoriser la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelables. Les acteurs du monde socio-professionnel se sont engagés à leurs côtés.

3.1 Présentation du Groupe TERREAL

Le territoire de la Communauté de communes est historiquement un territoire de potiers. En 1855, est créée TBL Guiraud Frères (Tuileries et Briqueteries du Lauragais) qui entrera dans le Groupe Saint Gobain en 1996, d'où sera issue la Société TERREAL en 2003. Le groupe TERREAL c'est 2 700 salariés dont 1 600 en France, 25 sites industriels en France, en Italie, en Espagne, USA, Malaisie et Indonésie et un chiffre d'affaires de 400 000 000 d'euros. Ce groupe développe des solutions permettant la construction de bâtiments basse consommation et de bâtiments à énergie positive selon les exigences du développement durable. Fabricant de matériaux de construction en terre cuite, il propose des systèmes constructifs dans trois domaines : la toiture (tuiles, cheminées, panneaux solaires, composants métalliques), la structure (murs porteurs en brique) et la façade (vêtture, bardage en terre cuite et murs manteau).

Le territoire accueille 4 usines de tuiles et de briques ainsi que le Centre de Recherche d'Etude et de Développement (Castelnaudary). Le site de Castelnaudary est une véritable fierté et démontre les capacités d'innovation en matière de performance énergétique des bâtiments.

L'unité de Lasbordes fabrique des produits de structure en terre cuite. Cette usine a la particularité d'être la seule au monde à concevoir des pièces monolithes en terre cuite de 2,8 mètres de longueur.

Le CRED (Centre de Recherche d'Etude et de Développement), situé dans l'enceinte de la tuilerie de Castelnaudary, existe depuis 1973 pour répondre aux besoins du groupe en matière de recherche et développement. Celui-ci intervient dans tous les stades du développement des produits innovants : conception du produit, prototypage, essais de fabrication et mise au point sur l'outil pilote, caractérisation des performances, industrialisation, agréments techniques.

Le Groupe TERREAL est le seul fabricant de terre cuite possédant un centre de recherche et de développement de cette dimension.

Le CRED permet au Groupe TERREAL d'être pionnier sur l'utilisation de la terre cuite dans des applications nouvelles :

- Bardage (Cité Internationale de Lyon).
- Brique à hauteur d'étage : 2,80m (unique au monde).
- Laheroof (récupération de la chaleur des tuiles pour produire de l'eau chaude).



3.2 Présentation de la Coopérative ARTERRIS

La société ARTERRIS est une importante coopérative agricole aux activités diversifiées et active sur les Régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées.

Elle emploie environ 1 800 personnes et le chiffre d'affaires consolidé du groupe est proche de 800 millions d'euros.

Ses diverses activités sont :

- La collecte de céréales pour environ 1 100 000 tonnes.
 - Les principales espèces collectées sont le blé dur et le tournesol (2 cultures très présentes dans le Lauragais), mais aussi le blé tendre, le maïs, l'orge, le sorgho...
- La production de semences pour environ 20 000 hectares.
 - Maïs semences, semences de blé dur, colza semences sont très présentes dans le Lauragais ainsi que plusieurs outils industriels.
- L'approvisionnement des agriculteurs avec un chiffre d'affaires proche de 200 millions d'euros : semences, engrais, produits de santé végétale, équipements.
- La nutrition animale et les productions animales.
 - 2 usines d'aliments sont situées dans le Lauragais et produisent environ 130 000 tonnes d'aliment à destination des volailles, porcs et ruminants élevés par les adhérents de la coopérative.
 - Plusieurs groupements de producteurs de canards, de volailles fermières, d'ovins et de porcs sont chargés de collecter et commercialiser les productions des adhérents.
- Les légumes :
 - Asperges et légumes secs : haricots de Castelnaudary, lentilles, pois chiches sont également collectés et commercialisés par le groupe.
- Des activités comme la distribution grand public à l enseigne GAMMVERT complètent l'activité du groupe.

3.3 Partenariats existants

Le partenariat initié avec Habitat Audois/TERREAL/lycée Andreossy/Université du Mirail dans le cadre d'un projet pionnier de construction des premières maisons HLM labélisées « Bepos Effinergie 2013 » en France s'inscrit, dans cette démarche ambitieuse de lutte contre la précarité énergétique.

Suite à la convention signée le 14 décembre 2012 entre les différents partenaires, une seconde convention a été signée le 27 novembre 2013 (pour 3 ans pour le financement d'une thèse dont le sujet est « Ensemble vers la performance énergétique, de l'influence des comportements des acteurs vers la conception de dispositifs d'accompagnement au changement innovants et performants pour le logement social à énergie positive »).



La collaboration exemplaire avec la Société TERREAL dans le cadre de ce projet innovant se poursuit dans le cadre d'un projet de plus grande envergure, qui permettra la rénovation de la résidence pour personnes âgées Pierre Estève, de 95 logements sociaux en veillant à l'équilibre de l'opération, par la baisse des consommations énergétiques et la production d'énergie renouvelable pour une résidence à énergie positive. Les besoins de confort en toutes saisons seront pris en compte.

La **Lyonnaise des eaux**, assure par délégation de services publics la gestion de l'eau et l'assainissement de la Commune de Castelnaudary. Les objectifs contractualisés concernent notamment :

- L'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable pour le porter à 82 % à l'horizon 2018/2020 ; 78 % en 2014.
- La télé relève des 90 compteurs d'eau des bâtiments communaux déployée en 2015 pour détecter les fuites et les résorber sur le domaine privé de la ville.
- L'optimisation de l'assainissement des eaux usées par renforcement du traitement de l'azote et mise en place du traitement du phosphore depuis 2013 pour participer à l'amélioration de la qualité de l'eau du Tréboul et préserver la biodiversité.

Sont également envisagés la mise en place :

- D'une tarification progressive et sociale de l'eau.
- D'une télé relève généralisée à tous les usagers pour réduire les gaspillages d'eau après détection des fuites en domaine privé.

Le **Syndicat Audois d'Énergie** (Syaden) est aux côtés de Castelnaudary concernant la maîtrise de l'énergie en mettant en œuvre notamment :

- Un groupement de commande d'achat d'électricité et de gaz et services associés (efficacité énergétique, optimisation tarifaire).
- Le diagnostic de l'éclairage public et l'aide à l'investissement associé.
- L'installation des bornes de recharges des véhicules électriques.
- Récupération de Certificats d'économie d'énergie.

Le **Conseil Architecture Urbanisme et Environnement de l'Aude** dans le cadre de la mise en place par la Commune d'une OPAH RU (Opération d'Amélioration de l'Habitat-Renouvellement Urbain) sur le centre ancien.

Ce dispositif, faisant suite à une OPAH RU et deux PIG (Programmes d'Intérêt Général), a débuté en novembre 2012 pour une période de 5 ans. Une « maison cœur de ville » accueille l'espace info énergie, pour informer et conseiller les particuliers sur les économies d'énergies.

Une convention a été signée avec le CAUE le 15 janvier 2014.



3.4 Partenariats à construire

La société **EDF Energies Nouvelles** développe des projets éoliens et photovoltaïques avec la volonté d'accompagner le territoire dans sa lutte contre les émissions de gaz à effet de serre. Elle développe un projet éolien sur trois communes et s'engage à participer à toute action visant à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et des services publics sur le territoire de la Communauté.

Elle propose également d'étudier les possibilités de potentiel de développement de parcs photovoltaïques au sol sur les terrains communaux. Elle s'engage aux côtés de la Communauté de communes à établir un état initial Energie-Climat et mettre en place un outil d'évaluation de l'ensemble des données de consommation et de production.

La **chambre d'agriculture** s'engage dans un Projet agro environnemental et climatique (réduction des produits phytosanitaires, préservation du sol et de la ressource en eau, diminution de la consommation énergétique).

La société **ARTERRIS** projette de s'engager dans un projet de méthanisation sur Lasbordes en collaboration avec la société TERREAL (utilisation des sous-produits céréaliers et de l'usine de semence).

4 - Articulation avec les documents de planification existants

Les actions du projet de territoire répondent aux objectifs stratégiques identifiés tout en recherchant une cohérence avec les objectifs des autres politiques publiques mises en œuvre sur le territoire.

SCOT, PLU et Zone Natura 2000

Elles s'inscrivent dans le cadre des objectifs fixés par les divers documents d'urbanisme et de planification en vigueur (le SCOT, Plu, Zone Natura 2000...) notamment, en matière d'accueil et de diversité démographique, d'économie, de déplacement, de préservation patrimoniale et paysagère.

Le projet de territoire permet ainsi de renforcer la complémentarité et l'efficacité des politiques à l'échelle du bassin de vie. L'objectif est de dégager des synergies entre les différents dispositifs dans une perspective de développement durable.

Les principes fondamentaux fondant le projet de territoire du SCoT ont été élaborés comme des enjeux majeurs et confirment la volonté des élus de porter et de mettre en œuvre des objectifs forts en matière de développement durable, de valorisation et de préservation des ressources et qui sont repris dans le projet de territoire.

Il s'agit notamment :

- De l'accueil de nouvelles populations tout en économisant l'espace et en construisant de manière économe.



- De la préservation et de la valorisation des espaces naturels et de la biodiversité (identification des corridors écologiques).
- D'une meilleure gestion et d'une économie des ressources naturelles tout en prévenant les risques et nuisances :
 - Meilleure utilisation des ressources eau de la part des usagers domestiques et non domestiques et promotion d'une utilisation économe de la ressource en limitant les pollutions.
 - Construction d'une réflexion sur le développement éolien et photovoltaïque afin de répondre à la montée en charge des projets sur le territoire et encourager les projets, éolien, solaire, hydraulique, biomasse dont énergie bois).
 - Réduction de l'impact de l'éclairage public et publicitaire.
 - Mise en œuvre d'actions pour une meilleure gestion des déchets.
- Du renforcement des dynamiques économiques afin de rapprocher lieu de vie et lieu d'emplois (limiter les déplacements) ;
- D'identifier des filières économiques porteuses (agriculture, agroalimentaire) et encourager les démarches collectives de diversifications des productions sur place sous forme de circuits courts adaptés aux besoins alimentaires locaux ;
- De développer un habitat répondant aux besoins des différentes populations qui s'inscrit dans une nouvelle logique de développement durable en limitant l'étalement urbain (densification, diversités des formes urbaines, économies d'énergie, maîtrise de déplacements, réduction de la place de la voiture dans le centre-ville, requalification de l'habitat dégradé au travers d'OPAH). Les ressources locales propres au territoire devront être valorisées ;
- De reconsidérer l'usage de la voiture au profit des transports en commun économes en énergie pour maîtriser les besoins en déplacement. Il existe un enjeu important en matière de développement des modes doux.

Le projet de territoire s'articule également avec la Zone Natura 2000 Piège et collines du Lauragais...

Le site Piège et Collines du Lauragais concerne 37 communes pour 31 000 hectares (octobre 2014). Il valide les mesures de conservation pour les 26 espèces d'oiseaux recensés.

Charte éco-quartier

Le Conseil Municipal du 7 juillet 2015 a autorisé Monsieur le Maire de Castelnaudary à signer la charte des éco quartiers.

Il s'agit au travers de cet engagement partenarial d'un acte fort dans l'engagement d'une politique d'aménagement durable, aux côtés des habitants qui, tout en améliorant l'attractivité de la ville de Castelnaudary, s'inscrit dans une dynamique vertueuse d'un urbanisme durable.

OPAH - RU

Le projet de territoire, s'inscrit également dans la démarche entreprise par la Ville de Castelnaudary dans le cadre de la mise en œuvre d'une OPAH RU (2012-2017).



Il s'agit au travers de ce dispositif partenarial engagé avec l'ANAH, le Conseil Régional, le Conseil Départemental, de permettre la rénovation des logements les plus anciens et de lutter contre la précarité énergétique.

La ville de Castelnaudary a missionné le bureau d'études Urbanis afin d'apporter conseils et assistance gratuite aux propriétaires qui souhaitent réaliser des travaux d'amélioration de leur logement (isolation des logements, efficacité des équipements de chauffage et de production d'eau chaude...).

Un espace dédié, la « Maison Cœur de Ville », permet de recevoir les habitants. Des permanences Info Energie sont mises en place par le CAUE.

5 - Niveau d'ambition/définition de la trajectoire énergétique

5.1 Vulnérabilité du territoire

Le changement climatique concerne de nombreux secteurs, activités et milieux avec des effets souvent transversaux dont certains peuvent d'ailleurs déjà être observés.

Néanmoins la plupart des impacts recensés sont multifactoriels et correspondent souvent à l'amplification par le changement climatique de situations déjà existantes.

L'objectif est aujourd'hui de bien comprendre les effets du changement climatique pour s'adapter en les anticipant.

Il n'y a pas de données précises pour le territoire concerné mais l'état des lieux réalisé dans le cadre du Schéma Régional du Climat, de l'air et de l'Energie de Languedoc-Roussillon (SRCAE LR) donne déjà les grandes orientations sur lesquelles il sera indispensable de travailler : ressource en eau fragile, risque d'inondations, incendie, mouvements de terrain, effets de canicule ; et ainsi un travail indispensable sur le cadre bâti (pour lutter contre l'inconfort thermique en été).

Le territoire, fortement agricole, devra également anticiper les effets du changement climatique afin d'adapter au mieux l'activité (variation de la pluviométrie, de l'irrigation possible, etc.). Des opportunités peuvent aussi se présenter : un allongement de la saison touristique serait propice au développement du tourisme.

Tout ce travail de prospective est donc à intégrer dans la stratégie de développement du territoire.

5.2 Etat des lieux énergétique du territoire (forces et faiblesses)

Source des données : SRCAE 2013 (sur estimation de consommation énergétiques 2005) et DDTM 2015 (sur données 2013).

La Communauté de Communes compte 26 109 habitants au recensement 2011.

Selon une moyenne régionale (SRCAE LR), chaque habitant consomme annuellement 22 MWh (soit 1.9 tep par habitant contre 2.6 tep par habitant en France).



Cette moyenne est la plus faible de France du fait de la clémence du climat et d'une faible industrialisation, mais elle risque d'augmenter en cas de croissance démographique. Sur la base du ratio de 22 MWh par habitant et 26 109 habitants, le territoire consommerait environ 574 000 MWh par an.

Cette consommation est répartie comme suit selon les données de la DDTM :

- 41,5 % transport (soit 238 210 MWh) ;
- 37,5 % résidentiel (soit 215 250 MWh) ;
- 11 % tertiaire (soit 63 140 MWh) ;
- % agriculture (soit 22 960 MWh) ;
- % industrie (soit 34 440 MWh).

La quasi-totalité des consommations est alors liée aux transports et aux logements. La maîtrise des consommations d'énergie est un enjeu important au regard de la hausse du coût de l'énergie.

Le poids des secteurs transport, résidentiel et tertiaire dans la consommation énergétique est plus important sur le territoire qu'à l'échelon régional et le constat est inverse dans le secteur industriel. Cette caractéristique est directement liée à la structure de l'économie territoriale où l'industrie serait moins consommatrice et/ou moins représentée (6 % pour le territoire contre 14 % pour la région). Par ailleurs, l'agriculture représente une part plus importante sur le territoire qu'à l'échelle régionale (4 % pour le territoire contre 2 % pour la région).

Le bâtiment est le premier secteur consommateur d'énergie (48.5 % des consommations)

Les bâtiments sont le poste de consommation énergétique le plus important dans le territoire avec 215 000MWh environ.

Le territoire compte 10 631 résidences principales grandes consommatrices d'énergie.

3 864 résidences datent d'avant 1946 et consomment plus de 300 kWh/an/m²

4 648 résidences datent entre 1946 et 1990 consommant de 200 à 300 kWh/an/m²

2 119 résidences construites entre 1991 et 2008 consomment de 100 à 200 kWh/an/m².

Le territoire comprend environ 17 400 locaux, dont 13 800 locaux habités. Parmi ceux-ci, 1 647 sont vacants. Leur remise sur le marché permettra un urbanisme plus durable et favorisera une consommation économe des espaces, tout en limitant les dépenses des collectivités.

Le transport second secteur consommateur d'énergie (41.5 % des consommations)

Le secteur des transports est le second poste de consommation énergétique du territoire avec 2 399 000 MWh (source DDTM).

Selon l'INSEE, en 2011, sur 9 896 actifs occupés, 2 433 travaillent hors de l'EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale), dont 1 795 en Haute-Garonne. La voiture individuelle occupe une place prépondérante dans ces déplacements en particulier pour la mobilité quotidienne.



Le faible poids de l'industrie dans les consommations d'énergie

Le poids de l'industrie dans les consommations est bien inférieur à celui constaté au niveau national (26 %), en raison d'un secteur industriel moins énergivore ou moins représenté sur le territoire.

L'agriculture (4 % des consommations)

Les consommations énergétiques de l'agriculture représentent 4 % des consommations du territoire. Pourtant, ce secteur d'activité représente une part importante de l'activité du territoire.

Les énergies renouvelables

Du fait de sa situation géographique et de ses conditions climatiques, le territoire dispose de forts atouts pour la production d'énergies renouvelables (ensoleillement, vent...).

Le territoire comprend différentes installations de production d'énergie renouvelable (photovoltaïque, solaire thermique, biomasse). Les potentiels déjà identifiés sont supérieurs aux objectifs SRCAE 2050 (en proportion).

5.3 Bilan des actions et démarches énergie déjà engagées sur le territoire

Réalisation de la ZAC des Vallons du Griffoul à Castelnaudary

La ZAC des Vallons du Griffoul a remporté en 2010, le prix « Nouvelles Formes Urbaines Durables » décerné par la Région Languedoc Roussillon. Conçu sur le modèle d'un éco-quartier, il propose de nouvelles formes de logements dans un quartier durable, innovant.

Il est adapté aux besoins de la population dans toute sa diversité, respectueux de l'identité locale et des exigences environnementales.

Dans le cadre de sa politique de développement durable, la commune de Castelnaudary a élaboré un projet limitant les impacts sur l'environnement, assurant une maîtrise énergétique et portant une attention particulière à la qualité environnementale de la ZAC, alliant efficacité des consommations, exigences techniques et énergétiques, densification et mixité dans un souci de rapports privilégiés à la nature, à l'espace agricole et à l'eau .

Cet éco quartier vient compléter la trame urbaine existante en adéquation avec les objectifs de développement durable de la commune :

- **Forme et intégration urbaine :** limitation des hauteurs, utilisation réduite de l'automobile, présence de pistes cyclables, de cheminements piétonniers, proximité des transports en commun.
- **Mixité :** les logements sont individuels, individuels groupés et collectifs, un quart d'entre eux sont des logements sociaux.
- **Eau :** récupération des eaux de pluie, équipement de limitation des consommations.
- **Biodiversité :** préservation des boisements.
- **Orientation bioclimatique :** pièces à vivre au sud.
- **Energie :** construction à faible consommation et eau chaude solaire thermique.



- Matériaux : locaux, naturels, labellisés.
- Intégration dans les documents d'urbanisme.

Réalisation de deux logements sociaux (F3 et F4) à énergie positive

Au sein de ce nouveau quartier est né le Projet « Habitat Social Positif », projet pionnier de la réglementation RT 2020 qui fixe les règles de confort et de performance des habitations à énergie positive.

Il est le fruit d'un partenariat entre la Ville de Castelnaudary, TERREAL, Habitat Audois, et le lycée des métiers de l'habitat et des travaux publics François Andréossy.

L'idée du projet était de définir un modèle reproductible à grande échelle d'une architecture bioclimatique, à coût maîtrisé, simple à l'usage, économe en énergie et confortable en toute saison. Les matériaux utilisés sont la terre cuite et la terre crue, qui permet de concilier plus facilement confort et sobriété énergétique. Un système photovoltaïque permet que l'ensemble des consommations de chaque famille soit compensé par la production d'électricité.

Par ailleurs, l'énergie utilisée pour la production d'eau chaude sanitaire est renouvelable. Un programme de sensibilisation et d'accompagnement des locataires a été mis en place par les partenaires, pendant deux années (2014-2016) permettant à chaque famille de mieux consommer.

Réalisation d'une chaufferie bois par le bailleur social ALOGEA

Le bailleur social ALOGEA s'implique dans le développement durable depuis bientôt 10 ans. La résidence des Fontanilles à Castelnaudary, représentant 228 logements familiaux, est chauffée par une chaufferie bois de 600 kW.

La consommation de 600 tonnes/an de bois-plaquettes issu du recyclage et des forêts locales permet d'éviter annuellement le rejet de 450 tonnes de CO₂.

Cette chaufferie alimente aujourd'hui également la Maison des Associations (bâtiment communal) et pourra peut-être demain alimenter d'autres bâtiments.

Bilan des PIG et OPAH

La Ville de Castelnaudary a mis en œuvre une OPAH (2002-2004) suivi de deux PIG (2005-2007 et 2009-2010).

Plusieurs réhabilitations ont été réalisées dans le cadre de la lutte contre la précarité énergétique et la remise sur le marché de logements vacants.

De 2002 à 2004, 48 logements ont été réhabilités dans le cadre de l'OPAH.

De 2005 à 2007, 63 logements ont été réhabilités dans le cadre du PIG.

De 2009 à 2010, 25 logements ont été réhabilités dans le cadre du PIG Plan de Relance.

Implantation d'une ferme photovoltaïque à Saint Martin Lalande

La communauté de Castelnaudary Bassin Lauragais a accompagné en 2009-2010 un projet d'implantation d'une ferme photovoltaïque sur la commune de Saint Martin Lalande.



Dans le cadre du travail préparatoire et en accord avec la DDTM de l'Aude, la Communauté de Communes Castelnaudary Lauragais Audois, a réalisé une étude d'opportunité pour l'implantation de projets d'énergie photovoltaïque sur son territoire. Cette dernière a permis d'identifier les secteurs potentiels d'accueil de projets d'énergie photovoltaïque au sol et en toiture.

A l'issue de ce travail, la société Elément Power a pu réaliser une centrale de 59 600 panneaux implantés sur un parc de 17,5 ha. Cette centrale produit 6 870 mégawatts par heure soit l'équivalent de la consommation annuelle de 3 000 foyers. Cette nouvelle installation permettra d'économiser 600 tonnes de CO₂ chaque année.

Réalisation d'une plateforme multimodale

Le Pôle d'Echange Multimodal a été mis en place par la commune de Castelnaudary en 2013.

L'aménagement de la plateforme multimodale est une opération très innovante sur le territoire et largement axée sur le développement durable. Ces travaux consistent à améliorer l'interconnexion de plusieurs modes de transport : trains, vélos, voitures, piétons, bus.

Sécuriser les flux entrant et sortant de la gare tout en améliorant et en augmentant le stationnement des vélos, des véhicules et des bus. Cette opération va permettre d'accompagner l'augmentation du cadencement des trains et favoriser l'utilisation de transports décarbonnés. La combinaison des différents modes de transport permet de renforcer un impact sur les comportements individuels.

5.4 Principaux objectifs fixés à l'horizon 2020, 2050

L'action des collectivités territoriales du Lauragais Audois se devra d'intégrer une double préoccupation : d'une part répondre à des défis immédiats dont une grande partie est liée à l'attractivité du territoire, d'autre part poser les bases de nouvelles politiques en anticipations de mutations qui s'amorcent. Les objectifs du SRCAE Languedoc-Roussillon sont de réduire de 16 % les consommations énergétiques en 2020 par rapport à 2005 (soit d'atteindre une consommation par habitant de 19 MWh). Puis en 2050 d'atteindre une réduction de 53 % par rapport à 2005 (soit une consommation par habitant de 11MWh).

Plusieurs actions et projets seront engagés sur le territoire pour amorcer la transition énergétique.

Le Bâtiment : Part résidentielle (37,5 % des consommations)

Le secteur du bâtiment est le plus important consommateur d'énergie et le plus important contributeur à l'émission de gaz à effet de serre. L'engagement pour la transition énergétique, pour la rénovation énergétique des bâtiments résidentiels et plus encore pour le logement social doit mobiliser tous les acteurs.

La rénovation des logements les plus anciens est l'un des principaux enjeux pour réduire leur consommation énergétique. Il s'agira d'améliorer l'isolation des logements, améliorer l'efficacité des équipements de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire, et encourager les travaux d'amélioration thermique des bâtiments.



L'OPAH-RU mise en place en 2012 sur la ville de Castelnaudary se poursuit jusqu'en 2017 et pourrait être prolongé. Dans ce cadre des conseils sont donnés aux particuliers qui souhaitent rénover leurs logements.

Aux côtés des subventions accordées, des primes pour sortie de vacances et prime éco habitat sont octroyées. Il pourrait être envisagé de mettre en place ce type d'aide sur certains secteurs du territoire.

Cependant réduire la consommation énergétique suppose un taux de rénovation plus important qu'aujourd'hui. Il faudra également améliorer la performance énergétique des bâtiments en construisant des bâtiments performants, tant dans le parc social que dans le parc privé.

Engagement du bailleur social dans la rénovation énergétique

Fort de son engagement dans le développement durable, le bailleur social ALOGEA s'engage dans un programme ambitieux de réhabilitation énergétique sur la période 2015-2020. Dans le quartier des Fontanilles à Castelnaudary, 228 logements seront mis en chantier dès septembre 2015. Déjà estampillés 145 kWh/m² du fait de la chaufferie bois, l'étiquette énergétique passera à 45 kWh/m² après les travaux d'isolation, de renouvellement des menuiseries et des ventilations, soit un niveau de performance énergétique ciblé A.

Un projet innovant et exemplaire : le projet REPOS (résidence à énergie positive)

Fort du succès des logements BEPOS, le partenariat se poursuit avec l'entreprise TERREAL sur la commune de Castelnaudary. Il s'agit de réhabiliter la résidence pour personnes âgées Pierre Esteve. C'est une résidence de 95 logements sociaux (CCAS), qui deviendra une Résidence à énergie positive. Le projet « REPOS » est porté par le défi de la transition énergétique dans le parc des bâtiments existants construit avant 1980.

Il répond à divers enjeux :

- La transformation énergétique et architecturale du bâti existant.
- La démonstration à l'échelle d'un îlot de bâtiment et l'équilibre économique.
- L'impact de la rénovation des logements sur le confort et le bien être des bâtiments.
- L'analyse de la qualité environnementale des bâtiments rénovés.
- L'utilisation de matériaux locaux et durables, la mise en synergies locales entre entreprises et collectivités.

La maîtrise des consommations liées à la climatisation représente également un enjeu fort et il conviendra de prendre en compte le confort d'été dans les travaux de rénovations (réhabilitation de la résidence Pierre Esteve notamment).

Repos veut être une démonstration exemplaire des techniques et des méthodes pour la transformation énergétique et architecturale d'un îlot de bâtiments, le projet s'articule autour des éléments suivants :



- Un procédé d'isolation thermique de l'enveloppe associé à des protections solaires, pour la réduction la plus importante possible des consommations énergétiques du bâtiment et pour assurer le confort d'été, une solution durable et économique.
- Le recours aux énergies renouvelables, solaire thermique collectif et solaire photovoltaïque en autoconsommation et la compensation en énergie finale par la production d'électricité photovoltaïque, pour une résidence qui consomme moins d'énergie qu'elle n'en consomme.

Au-delà des travaux de rénovations et d'amélioration de l'efficacité des équipements, la sobriété constitue un objectif important, qu'il s'agisse de la maîtrise de la consommation énergétique des équipements ou des chauffages. L'action de formation et de sensibilisation par le CAUE, revêt ici toute son importance.

Objectifs 2020, 2050

En reprenant les objectifs définis et fixés par le SRCAE Languedoc-Roussillon, il est possible de définir des objectifs pour le territoire :

- Pour 2020 : ramener le niveau de consommation d'énergie des logements à son niveau de 2005, en prenant l'hypothèse d'un dynamisme de croissance résidentielle sur le territoire de 26 % par rapport à 2005.
- Pour 2050 : diminuer de 35 % le niveau de consommation d'énergie des logements par rapport à 2005, en prenant l'hypothèse SRCAE d'un dynamisme de croissance de 60 % par rapport à 2005.

Le bâtiment : Part du tertiaire (11 %)

L'évolution de la consommation d'énergie du secteur tertiaire repose sur des facteurs similaires à celle des logements : construction de bâtiments neufs, réhabilitation de bâtiments anciens en 2005, démolition de bâtiments anciens et autres facteurs notamment sur l'évolution des besoins d'électricité spécifiques et de climatisation, ainsi que des techniques et comportements.

Réalisation d'un bâtiment périscolaire à énergie positive à Lasbordes

La commune de Lasbordes en partenariat avec l'entreprise TERREAL projette de réaliser un bâtiment périscolaire R+1 d'une surface d'environ 150 m², composé d'un hall d'accueil, d'une garderie, d'un restaurant scolaire et d'un dortoir, de sanitaires, pouvant accueillir 80 enfants. Il pourra être envisagé le recours au solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire ; un plancher chauffant, des protections solaires, le recours aux solutions dédiées au confort d'été : tuiles à forte réflectance solaire, complément d'isolation réfléchissant, une ventilation nocturne traversante.

Utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments publics

Dans le cadre de sa politique énergétique, la ville de Castelnaudary souhaite s'engager sur la voie de l'utilisation rationnelle de l'énergie dans ses bâtiments publics.

Pour cela, la ville a décidé de réaliser une étude énergétique de son patrimoine afin d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de mettre en œuvre rapidement des actions de maîtrise des consommations d'énergie rentable économiquement.

Cette étude prend la forme d'un Conseil d'Orientation Energétique (COE) et consiste en un état des lieux du patrimoine bâti de la ville, réalisé en interne (service développement durable).



Des actions à entreprendre à court terme pourront être engagées pour l'ensemble du patrimoine bâti.

Grâce aux conclusions du COE, la ville sélectionnera entre 3 et 5 sites prioritaires sur lesquels un diagnostic énergétique sera réalisé. Des actions prioritaires pourront être engagées (sensibilisation, investissements légers).

L'ensemble des informations recueillies et compilées permettront de construire un plan pluriannuel de travaux cohérent avec les projets de réhabilitation de la ville.

Objectifs 2020, 2050

De même que pour le secteur résidentiel, en reprenant les objectifs définis et fixés par le SRCAE Languedoc-Roussillon, il est possible de définir des objectifs pour le territoire :

- Pour 2020 : stabilisation des besoins en électricité, ce qui est un objectif ambitieux, compte tenu des fortes progressions observées ces dernières années.
- Pour 2050 : Les surfaces d'activités tertiaires devraient fortement augmenter d'ici 2050 et entraîner une hausse de la consommation si elle n'est pas contrée par des efforts importants de maîtrise de la demande. L'objectif est d'atteindre une réduction des consommations d'énergie de 16 % par rapport à 2005.

L'espace Urbain : l'éclairage public

Afin de réduire les consommations électriques (chiffre de l'année 2013 : consommation de 1 425 MWh), la commune souhaite engager un plan pluriannuel d'amélioration de l'éclairage public.

Après avoir effectué un audit énergétique préconisant des investissements permettant de réduire les consommations de 30 % à l'horizon 2045, la commune souhaite mettre en place une série d'actions à moyen terme afin d'atteindre les objectifs suivants :

- Pour 2020 : L'objectif est une réduction de 5.4 % par rapport à 2013.
- Pour 2050 : L'objectif est une réduction de 30 % par rapport à 2013.

Les transports

L'évolution de la consommation d'énergie des transports repose principalement sur :

- L'évolution de la mobilité (directement liée à l'évolution démographique).
- Les améliorations technologiques (performances techniques des véhicules quant à leur consommation de carburant).
- Les évolutions comportementales impliquant essentiellement le report modal et l'optimisation des déplacements.



L'objectif du territoire est de :

- Favoriser les modes doux pour une mobilité à bas Carbone en augmentant les itinéraires de pistes cyclables.
- Développer les pratiques de covoiturages en installant des aires à l'entrée de l'autoroute.
- Installer des bornes de recharge pour les véhicules électriques.
- Rechercher un aménagement durable et équilibré, dans une logique de transition énergétique et de gestion économe de l'espace en travaillant sur la mixité urbaine, la requalification des centres anciens, le comblement des dents creuses et la densification...) (ZAC des vallons du Griffoul à Castelnaudary, et la poursuite de son aménagement (2020) illustre bien cette problématique.
- Préserver les milieux agricoles et naturels : préserver la trame bleue et verte, soutenir l'innovation dans les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (projet ADOA).

Objectifs 2020, 2050

En déclinant les objectifs du SRCAE Languedoc-Roussillon, on peut fixer les objectifs suivants :

- Pour 2020 : L'objectif est le ralentissement de la croissance de la consommation de ce secteur afin de préparer les évolutions nécessaires de la mobilité à l'horizon 2050.
- Pour 2050 : L'objectif est une baisse de 35 % par rapport à 2005 basé sur un bouleversement des comportements qui permet de réduire significativement les déplacements.

L'industrie

Objectifs 2020, 2050

Sur la base des objectifs du SRCAE Languedoc-Roussillon :

- Pour 2020 : Réduction de 12 % de consommations énergétiques par rapport à 2005.
- Pour 2050 : Des efforts d'économie d'énergie très importants et poussés par la hausse du prix de l'énergie permettraient d'atteindre une réduction de l'ordre de 42 % par rapport à 2005.

L'agriculture

Objectifs 2020, 2050

Sur la base des objectifs du SRCAE LR :

- Pour 2020 : Réduction de 10 % par rapport à 2005.
- Pour 2050 : Réduction de 30 % par rapport à 2005.

Les énergies renouvelables

En lien avec les expérimentations en cours sur le territoire, l'objectif est de favoriser l'intégration territoriale des énergies renouvelables et de les diversifier.



Le développement des réseaux de chaleur est à promouvoir notamment dans le logement social. Le SRCAE Languedoc-Roussillon va au-delà de la déclinaison régionale de l'objectif Grenelle pour la production d'énergies renouvelables compte-tenu des très forts potentiels régionaux avec un objectif pour 2050 de multiplier par 5 la production de 2005.

6 – Programme d'actions

6.1 Réduction de la consommation d'énergie dans le bâtiment et l'espace public

Création d'une plateforme de rénovation énergétique :

Poursuite de l'accompagnement du particulier à la rénovation thermique dans le cadre de la mise en place de l'OPAH-RU, l'opérateur devra permettre aux particuliers d'assurer une requalification globale de l'habitat, privilégiant des travaux durables, permettant des économies d'énergie.

Il accompagnera gratuitement les propriétaires dans la recherche d'économies de charges et la mise en œuvre de travaux d'économie d'énergie. Des aides financières en complément des aides de l'ANAH seront attribuées par les collectivités territoriales.

Poursuite des permanences Info Energie deux fois par mois (convention Ville/CAUE)

Poursuite des permanences d'un conseiller CAUE en complément des permanences du bureau d'étude urbanis, missionné par la ville.

Poursuite des actions de rénovation thermique du parc social (réhabilitation de 228 logements - isolation par l'extérieur, changement des menuiseries) par le bailleur social ALOGEA.

Rénovation de la Résidence pour Personnes Agées Pierre Estève par le Centre Communal d'Actions Sociales de la Ville de Castelnaudary en bâtiment à énergie positive (projet REPOS) : un projet mis en place avec TERREAL qui vise à faire une résidence à énergie positive, au moyen d'une isolation par l'extérieur, du remplacement des toitures et de l'isolation sous toiture, associée à une production d'électricité par panneaux photovoltaïque sur les toitures et chauffe-eau solaire thermique.

• cette action fera l'objet d'une prochaine demande de financement.

Mise en place d'un partenariat avec la CAPEB dans le cadre de la rénovation thermique des bâtiments à fort enjeu architectural.

Mise en œuvre de la modernisation de l'éclairage public (se conférer à l'annexe 2 – fiche d'action n° 1) : réalisé à partir du diagnostic élaboré avec le concours du Syaden, il permettrait à terme des gains énergétiques de l'ordre de 300 000 kWh/an et éviterait l'émission à terme de 50 T de CO₂ par an.

Le diagnostic a déjà permis l'identification des possibilités de modernisation/rénovation avec les grandes lignes d'une politique patrimoniale, pour réaliser des économies d'énergie tout en respectant les normes d'éclairage pour la sécurité publique et routière.



L'état des lieux comprend une cartographie des voies par zone (principales, secondaires, en zones commerciales, industrielles, pavillonnaires) complété par des mesures de niveaux d'éclairage pour comparaison à la norme par type de voie et des préconisations d'actions.

Il sera poursuivi par la rénovation de l'éclairage public en trois phases :

- **2015 :**
validation du diagnostic pour l'identification des lampes et des éclairages à rénover ;
- **2015/2016 :**
définition d'une politique patrimoniale avec anticipation de l'évaluation des résultats ;
- **2016/2020 :**
programme de rénovation, modification des modes d'éclairages et mesures des résultats.

Étude et mise en œuvre de la modernisation énergétique des bâtiments publics pilotes communaux et intercommunaux.

Poursuivre la rénovation des bâtiments publics pour réaliser des économies d'énergie en trois phases :

- **2015/2016 :**
diagnostics de performances pour l'identification de bâtiments pilotes à rénover ;
- **2016/2017 :**
définition d'une politique patrimoniale avec anticipation de l'évaluation des résultats ;
- **2016/2020 :**
programme de rénovation de bâtiments pilotes et mesures des résultats.

Des bâtiments potentiellement pilotes ont déjà été identifiés : Services Techniques, gymnase le millénaire et la maison des associations.

De plus, le réaménagement de la piscine municipale a été conçu en s'inspirant de la démarche Haute Qualité Environnementale. Enfin, une attention particulière sera portée à la production et l'utilisation d'énergies renouvelables.

Optimisation des consommations et outils de suivi des consommations :

- Suivi des contrats de prestations de chauffage.
- Suivi des contrats de fourniture d'énergie pour l'optimisation tout en favorisant la production et l'utilisation d'énergies renouvelables.
- Suivi des consommations d'énergie des bâtiments.
- Responsabilisation des directions pour les bâtiments dont elles ont la gestion notamment pour la recherche et l'analyse des « fuites » comportementales pour favoriser leur résorption.

Réduire les consommations d'énergie dans le bâtiment

- Réalisation d'audits énergétiques sur les bâtiments publics.
- Mise en place d'un plan d'économie.



6.2 Diminution des émissions de gaz à effet de serre et des pollutions liées aux transports

Mise en œuvre du schéma directeur modes doux (se conférer à l'annexe 2 – fiche d'action n° 2) : Le schéma directeur prévoit 16 itinéraires cyclables à partir de la plateforme multimodale de la Gare.

2 sont prioritaires pour les 3 ans à venir :

- De la voirie menant au futur campus (itinéraire non inclus au plan initial) jusqu'au giratoire de la coopérative Arterris.
- De la gare au futur campus (itinéraire 2 en partie).

Aire de covoiturage à l'entrée de l'autoroute

Étude et mise en place de bornes de recharges électriques : Porté par le SYADEN, il conviendra de réaliser des études de pertinence et de faisabilité courant 2015 avant réalisation des travaux.

Il s'agira d'étudier les multiples facettes, avantages et inconvénients du projet, notamment les points d'implantations les plus pertinents, les possibilités de raccordement électriques, les conditions d'utilisations pour anticiper les conflits d'usages.

2 sites sont à l'étude pour implantation de 3 bornes, à la gare et Place de la République. Les implantations et les modèles restent à valider selon les besoins de recharges associés aux modes d'utilisation prévus.

Le transfert de compétence de la ville vers le SYADEN pour porter le projet a été effectué en juin 2015.

Modernisation de la flotte des véhicules municipaux et intercommunaux en renforçant la part de véhicules électriques ou hybride

6.3 Développement de l'économie circulaire et de la gestion durable des déchets

La commune de Castelnaudary a fait des questions de l'alimentation un axe fort de son action publique. Sa reconnaissance en qualité de « capitale mondiale du cassoulet » en fait un acteur majeur en matière de défense et valorisation du patrimoine gastronomique et des productions locales.

La commune multiplie les projets et actions autour de ces questions : mise en place d'un marché spécifique pour les produits issus de l'agriculture biologique, mise en place d'actions de sensibilisation de tous les publics (scolaires, personnes âgées, sportifs...) sur le lien alimentation – santé, politique de qualité alimentaire (introduction de 20 % de produits labélisés AB) dans les restaurations scolaires de sa compétence, mise en place d'une semaine « Fraich attitude » sur la consommation de fruits et légumes, particulièrement dynamique.



6.4 Préservation de la biodiversité, protection des paysages et promotion d'un urbanisme durable

Poursuivre le programme 0 Phytosanitaire dans les espaces communaux :

- Du service espaces verts proprement dit qui n'utilise plus aucun produit phytosanitaire.
- De la Direction des sports (terrains de sport et camping).
- De la Direction des Services Techniques (traitement des voiries et des fossés) qui n'utilise plus aucun produit phytosanitaire.
- De la Direction des Affaires générales (Cimetières).

Conception d'aménagement paysager économe en eau et intrants

Maîtriser les consommations d'eau et améliorer le rendement :

Actions en cours et à poursuivre en partenariat avec la Lyonnaise des eaux : pré localisateurs de fuites, télé-relève à généraliser, recherches des fuites sur les bâtiments publics.

Développement des actions favorisant la biodiversité :

- Aménagement du sentier de Cugarel avec le Lycée Paul Riquet.
- Liaison "verte" entre le Canal du Midi et le site de Donadery.
- Prairies urbaines.
- Sédentarisation d'un rapace type faucon pèlerin ou chouette à la collégiale Saint Michel, avec la Ligue de protection des oiseaux.

Poursuite de l'aménagement de la ZAC des Vallons du Griffoul » avec intégration de critères énergétiques et environnementaux dans le cahier des charges de cession de terrain.

6.5 Promotion de l'éducation à l'environnement, de l'éco-citoyenneté et mobilisation des acteurs locaux

Les actions d'éducation environnementale continueront à cibler les élèves des écoles primaires et des lycées agricoles, les agents des services des espaces verts et les jardiniers amateurs.

Forum cœur de ville durable (8 octobre 2015)* (*se conférer à l'annexe 2 – fiche d'action n° 3*).

La semaine du développement durable est un moment privilégiée pour sensibiliser les élèves et le grand public. Le programme 2015 - 4^{ème} édition pour Castelnau-dary - a eu pour thème le sol et l'arbre.

Depuis 2015, l'organisation est complétée par une évaluation de l'événement, quantitative et qualitative pour en mesurer la portée et améliorer si besoin les modes de communication et les contenus.



Pour l'avenir, un élargissement dès 2016 aux thématiques de l'énergie est à envisager avec un travail commun avec le chargé de mission Energie si cet agent a bien pu prendre ses marques à temps sur le volet énergie.

Site de Donadery :

- Création de jardins (pédagogiques et familiaux).
- Création d'une haricothèque.
- Création d'une mini ferme.
- Création d'un kiosque d'actualité.

Présentation d'une agriculture raisonnée, biologique, industrie agroalimentaire, développement durable et gestion des paysages.

Accueil et information des particuliers, artisans et entreprises pour Conseils et autres événementiels :

- Sensibilisation des administrés et des agents de la ville sur le développement des économies d'énergie, des énergies renouvelables et du développement durable sur le territoire de la commune ;
- Organisation d'une nuit de la thermographie avec le CAUE.

Collaboration avec l'université du Mirail dans le cadre de l'évaluation des deux bâtiments BEPOS

7 – Moyens humains

Afin de mener à bien la Démarche énergie, le territoire Lauragais Audois s'est structuré à travers une organisation qu'elle souhaite la plus efficace possible, sous la responsabilité de la ville de Castelnaudary.

Un service développement durable a été créé par la Ville de Castelnaudary. En place depuis le 1er février 2015, il regroupe les activités Eau, Energie et Environnement.

Le service, sous la responsabilité d'un Ingénieur Territorial, spécialisé en eau et environnement avec 15 ans d'expérience, comprend 3 chargés de missions : une chargée de mission eau, technicien territorial avec 20 ans d'expérience, une chargée de mission énergie et bâtiment, ingénieur avec 3 ans d'expérience, recrutée le 4 mai 2015 pour 3 ans, un chargé de mission environnement et espace vert à recruter sur un profil de technicien expérimenté ou jeune diplômé bac +5, suite au départ du précédent agent en poste.

Madame Sylvie BALESTAN, Directrice de l'Urbanisme et de l'Aménagement de la Ville de Castelnaudary, Attachée territoriale, avec 27 ans d'expérience a été désignée comme chef de projet.



8 – Moyens financiers

RECAPITULATIF DU PLAN DE FINANCEMENT PREVISIONNEL PAR ACTION							
N°	Actions	Maîtrise d'ouvrage	Coût Global Prévisionnel (€ HT)	Auto-financement (€ HT)	Participation		
					hors FFTE (€ HT)	FFTE (€ HT)	%
1	Eclairage Public	Commune de Castelnaudary	177 150	35 430	70 860	70 860	80 %
2	Mode Doux	Commune de Castelnaudary	476 425	95 285	0	381 140	80 %
3	Forum Cœur de Ville	Commune de Castelnaudary	30 000	6 000	0	24 000	80 %
4	Communication en faveur des économies d'énergie	Communauté de communes Lauragais Audois	30 000	6 000	0	24 000	80 %
TOTAL (€ HT)			713 575	142 715	70 860	500 000	80 %



Annexe 2

Programme d'actions dans le cadre du programme



Action 1

Intitulé de l'action :

Amélioration de l'éclairage public

Description de l'action :

Afin de réduire les consommations électriques (chiffre de l'année 2013 : consommation de 1 425 MWh, soit 160 000 €/an et 40 % du coût de l'électricité de la commune), la commune souhaite engager un plan pluriannuel d'amélioration de l'éclairage public.

Après avoir effectué un audit énergétique préconisant des investissements de l'ordre de 800 000 € HT permettant de réduire les consommations de 30 % (soit la réduction de 50 tonnes de CO₂/an) à l'horizon 2045, la commune souhaite mettre en place une série d'actions à moyen terme :

- Réajustement des puissances souscrites par armoire.
- Rénovation des armoires de commande (mise aux normes).
- Construction d'un plan de maintenance.
- Investissement pour un objectif de 100 % des armoires commandées par calculateurs astronomiques.
- Rénovation des luminaires les plus vétustes par des LEDs.
- Rénovation des luminaires en état médiocre par des LEDs.
- Tests avec variation de puissance en milieu de nuit.
- Réflexion sur la participation au concours Villes et villages étoilés.



Calendrier :

De juillet 2015 à juin 2018 (audit et construction du plan d'action entre septembre 2014 et juin 2015).

Actions	2015	2016	2017	2018
Réajustement des puissances souscrites	x			
Rénovation des armoires de commande (nbr)	10	10	10	10
Construction d'un plan de maintenance	x			
100% des points lumineux commandés par horloge astronomique (déjà engagé)	9			
Rénovation des points lumineux en état moyen (déjà engagée) (nbr)	110			
Points lumineux vétustes à rénover (urgence 1) (nbr)	50	48		
Rénovation des luminaires en état moyen (urgence 2) (nbr)		50	50	23
Variateurs de puissance (nbr)	3			
Suivi du projet Villes et villages étoilés	x	x	x	x
Suivi des indicateurs	x	x	x	x
Bilan de l'action				x

Animation prévue :

- Pilotage par le service Développement Durable en collaboration avec les électriciens de la régie municipale.
- Information dans la revue de la ville, Facebook ville, presse locale.
- Communication autour du concours Villes et villages étoilés.
- Bilan en fin d'actions.

Description des effets attendus (objectifs 2018) :

- Sensibilisation autour de la sobriété et du gaspillage énergétique.
- Réduction de la consommation électrique de 5.4 % (par rapport à chiffres 2013) liée aux investissements de matériel.
- Réduction réalisée grâce à la mise en place d'extinction en milieu de nuit : jusqu'à 10 % supplémentaire (non pris en compte dans les indicateurs de résultats).

Indicateurs de résultats :

- Tonnes de CO₂ économisées : (72g CO₂/kWh) 5.5 tonnes/an.
- kWh économisés : 77 000/an.
- Nombre d'emplois créés : induits pour les fournisseurs (à déterminer ...).
- Montant des investissements totaux : 177 150 €HT.
- Points lumineux rénovés : 331 (dont 221 éligibles TEPCV).



Nombre de points lumineux de la commune : 2686

- dont points lumineux vétustes à rénover : 98 (objectif de réalisation : 100 %)
- dont points lumineux état moyen à rénover : 123 (objectif de réalisation : 100 %)
- dont points lumineux à rénover à long terme : 571 (objectif de réalisation : 19.3 %)
- dont points lumineux à maintenir (bon état) : 1894 (objectif de réalisation : 0 %).

Type de justificatifs de dépenses prévus (factures, etc.) :

Bons de commande (marché en cours sur le matériel de l'éclairage public, travaux effectués en régie).

Répartition du financement (tableau ci-dessous) :

ACTION 1	Titre	Coût Global Prévisionnel
		Amélioration de l'éclairage public
Financiers	Montant (HT) de la participation	% de la participation
SYADEN	70 860 €	40 %
Fonds de Financement de la Transition Energétique	70 860 €	40 %
Collec	35 430 €	20 %
Total	177 150 €	80 %



Détails des investissements :

Poste d'investissement	prix unitaire	nombre	2015	2016	2017	2018	
Variateurs de puissance	3 800	38 préco (test : 3)	11 400	0	0	0	Dépenses éligibles
Points lumineux vétustes à rénover (urgence 1)	750*	98	37 500	36 000	0	0	
Points lumineux état moyen à rénover (urgence 2)	750*	123	0	37 500	37 500	17 250	
TOTAL investissements éligibles			48 900	73 500	37 500	17 250	177 150
TOTAL investissements relatifs à l'action							338 700

*prix du point lumineux à affiner avec devis



Action 2

Intitulé de l'action :

Mise en œuvre du schéma directeur modes doux

Description de l'action :

Le schéma directeur mode doux prévoit 16 itinéraires cyclables d'une longueur cumulée de 14 km pour un montant de 5 300 000 € HT (hors sentier de Cugarel et liaison verte du canal du midi) à partir de la plateforme multimodale de la gare SNCF.

Des itinéraires* seront réalisés dans les 3 prochaines années parmi ceux suivants :

1. De la voirie menant au futur campus au giratoire Arterris. Cet itinéraire bénéficie déjà d'une aide d'Etat selon montage de la DETR (400 000 € HT et 600 ml).
2. Du giratoire du Mas de St Puelles au giratoire Arterris (300 000 € HT pour 410 ml).
3. Du giratoire du Mas de St Puelles à la plateforme modale de la gare (100 000 € HT pour 550 ml).
4. De la plateforme modale de la gare au Pont Neuf (100 000 € HT pour 350 ml).
5. Du pont neuf au cours de la République (100 000 € HT pour 350 ml).
6. L'avenue des Pyrénées, de l'écluse Saint-Roch au giratoire de la porteuse de cassoulet (400 000 € HT pour 1160 ml).
7. Du giratoire d'Arterris au giratoire Clément Ader (220 000 € HT pour 870 ml).
8. L'aménagement du sentier de Cugarel (30 000 € HT pour 600 ml).
9. La liaison verte entre le canal du midi et le site de Donadery (100 000 € HT et 1950 ml).

* une partie est éligible dans le cadre de la présente convention ; les autres itinéraires pourront être éligibles pour la convention à venir si le territoire est lauréat au-delà des 500 000 euros.

Calendrier :

Actions	2015	2016	2017	2018
Etude de maîtrise d'œuvre	X	X		
Liaison campus (hors assiette éligible TEPOS)			X	
Itinéraires envisagés : 2, 3 et 8		X	X	X



Animation prévue :

Service Technique (BE + service développement durable)

Description des effets attendus (objectifs 2018) :

- Développement du moyen de transport « Vélo ».
- Sécurisation des cyclistes.
- Convivialité accrue du centre-ville.

Indicateurs de résultats :

- km de voirie mode doux créés,
- nombre de cyclistes empruntant les voies par an,
- pourcentage de matériaux recyclés mis en œuvre,
- montants investis.

Type de justificatifs de dépenses prévus (factures, etc.) :

Marché (PV de réception des travaux, photos).

Répartition du financement (tableau ci-dessous) :

ACTION 1	Titre	Coût Global Prévisionnel
	Mise en œuvre du schéma directeur modes doux	476 425 € (HT)
Financeurs	Montant (HT) de la participation	% de la participation
Fonds de Financement de la Transition Energétique	381 140 €	80 %
Collectivité	95 285 €	20 %
Total	476 425	100 %



Détail des investissements :

Itinéraires	Montant des travaux prévisionnels	Eligibilité TEPCV
<i>Liaison campus</i>	400 000	0
Arterris / Mas St Puelles	300 000	300 000
Mas St Puelles / Gare	100 000	100 000
Chemin de Cugarel	30 000	30 000
MOE / imprévues / Divers	126 425	46 425
TOTAL	956 425	476 425



Action 3

Intitulé de l'action :

Forum Cœur de ville durable (Communication et animation de la rencontre)

Description de l'action :

La Ville de Castelnaudary conduit depuis plusieurs années une politique ambitieuse de l'habitat, proposant de nouvelles formes de logements durables, innovants adaptés aux besoins de la population et aux exigences environnementales.

Afin de sensibiliser la population et l'ensemble des acteurs sociaux professionnels de l'habitat, la Ville de Castelnaudary organise la première journée « Forum cœur de ville durable ». Il s'agit par ailleurs d'informer sur les actions déjà entreprises par la collectivité.

Des interventions d'experts seront organisées ainsi que des ateliers couvrant des thèmes de l'habitat durable.

La demande de financement porte sur la communication de l'opération et l'animation

Calendrier : Le 8 octobre 2015.

Programme :

Eclairage d'experts en développement durable

- Regards sur de nouvelles formes d'énergies.
- Comment vivre ensemble le centre-ville.
- Témoignage sur la mise en œuvre d'une politique durable d'aménagement du cœur de ville.

Ateliers de réflexion

- Échanges autour des risques de dégradation du bâti et de la précarité énergétique.
- Questions autour de la mobilité et la gestion des déplacements.
- Le centre-ville attractif et touristique.

Animation prévue :

Cabinet spécialisé, services de la Ville, élus, partenaires ,DDTM, artisans, professionnels...



Description des effets attendus (objectifs 2018) :

- Sensibilisation aux enjeux environnementaux dans une démarche de développement durable.
- Participation des entreprises, des artisans locaux, des experts.
- Connaissance des projets de la ville par la population et les professionnels des bâtiments.
- Amélioration des comportements en matière de consommation énergétique et de déplacements

Indicateurs de résultats :

- nombre de participants,
- qualité des interventions,
- niveau d'information de la population.

Type de justificatifs de dépenses prévus (factures, etc.) : Factures.

Répartition du financement (tableau ci-dessous) :

	Titre	Coût Global Prévisionnel
ACTION 1	Forum cœur de ville	30 000 € (14 500 € frais de communication, 11 000 € frais de prestation conseil et animation du forum, 4500 € frais d'impression, flyers, programmes, panneaux expositions, cartons invitations)
Financeurs	Montant (HT) de la participation	% de la participation
Fonds de Financement de la Transition Energétique	24 000 €	80 %
Collectivité	6 000 €	20 %
Total	30 000 €	100 %



Annexe 3

RECAPITULATIF DU PLAN DE FINANCEMENT DU PROJET DE TERRITOIRE

RECAPITULATIF DU PLAN DE FINANCEMENT DU PROJET DE TERRITOIRE					
Actions	Maître d'ouvrage	Coût Global Prévisionnel (HT)	Auto-financement (HT)	Participation hors FFTE (HT)	Participation FFTE (HT)
Amélioration de l'éclairage public	Commune de Castelnaudary	177 150 €	35 430 €	70 860 €	70 860 €
Mise en œuvre du schéma directeur modes doux	Commune de Castelnaudary	476 425 €	95 285 €	0	381 140 €
Forum cœur de ville	Commune de Castelnaudary	30 000 €	6 000 €	0	24 000 €
Communication en faveur des économies d'énergie	Communauté de communes Lauragais Audois	30 000 €	6 000 €	0	24 000 €
TOTAL (HT)		713 575 €	142 715 €	70 860 €	500 000 €

Référent en charge du programme d'actions : Sylvie BALESTAN



