



Information sur le photovoltaïque

OCTOBRE 2009



Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage



Grenelle de l'Environnement ENERGIES RENOUVELABLES, hors agro carburants

- Grenelle de l'environnement et photovoltaïque



Grenelle de l'Environnement ENERGIES RENOUVELABLES, hors agro carburants

- Le SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE:

L'ambition de la France est de jouer un rôle de premier plan au niveau mondial dans la révolution technologique qui s'annonce. Pour cela, il est nécessaire de dynamiser très fortement le marché français, d'accélérer la recherche et de bâtir une véritable industrie solaire en France.

Grâce aux efforts de recherche, l'énergie solaire pourrait être compétitive avec le prix du marché de l'électricité à l'horizon 2020.

Les objectifs

Situation en 2007 : 13 MW

Objectif pour 2020 : 5 400 MW (changement d'échelle majeur : production multipliée par 400)

Mesure n°29 - Lancement d'un appel d'offres pour la construction de centrales solaires dans toutes les régions françaises -, construction dans chaque région d'au moins une centrale au sol: Auvergne pour 20 MW.

Mesure n°30 - Afin de favoriser le développement du solaire à concentration, qui a une durée de fonctionnement spécifique, la limite actuelle en termes d'heures de fonctionnement (1 500 heures) pour l'éligibilité à l'obligation d'achat sera supprimée pour les centrales solaires utilisant ces technologies.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage



Grenelle de l'Environnement ENERGIES RENOUVELABLES, hors agro carburants

Mesure n°31 - La notion d'intégration au bâti donne lieu à interprétation, ce qui altère la visibilité des porteurs de projets et ralentit l'instruction administrative des dossiers. Sa définition sera donc simplifiée avec des critères clairs et robustes d'application automatique.

Mesure n°32 - Par ailleurs, afin de favoriser le développement du photovoltaïque sur l'ensemble des bâtiments professionnels (supermarchés bâtiments industriels et agricoles de grande taille...), il est créé un tarif spécifique de 45 c/kWh auquel seront automatiquement éligibles les installations respectant les critères d'intégration au bâti, sans limitation de surface.

Mesure n°33 - Le ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire se fixe comme objectif de revenir à seulement 2 démarches administratives : une autorisation au titre du droit de l'urbanisme, délivrée par la collectivité territoriale compétente, et une démarche auprès du distributeur d'électricité.

Mesure n°34 - Ainsi, les particuliers équipés de panneaux photovoltaïques d'une capacité inférieure à 3 kWc (soit environ 30 m² de panneaux) seront désormais exonérés de toute démarche fiscale.

Mesure n°36 - Afin de garantir une bonne insertion environnementale des centrales solaires, de prévenir les éventuels conflits d'usage et d'améliorer la concertation locale, les centrales de taille importante (surface occupée par les panneaux solaires supérieure à 5 000 m²) feront l'objet d'une étude d'impact et d'une enquête publique, et devront solliciter un permis de construire.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage



Projet d'arrêté Photovoltaïque Les tarifs et conditions au 01/01/2010 Les panneaux sur bâtiments

- Le projet d'arrêté présenté doit encore être validé et reste soumis aux amendements du Conseil Supérieur de l'Energie et de la Commission de Régulation de l'Energie.
- Pour des raisons architecturales, les installations avec « intégration au bâti » et avec « intégration simplifiée au bâti » devront être installées selon le plan de la toiture (sauf cas des allèges, bardages, brise-soleil, garde-corps, murs-rideaux).
 - Inchangé par rapport à réglementation actuelle

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage



Projet d'arrêté Photovoltaïque Les tarifs et conditions au 01/01/2010 Les panneaux sur bâtiments en tarif intégré

- Les installations avec « intégration au bâti » bénéficieront toujours du tarif de 60,2 c€/kWh. Les règles d'intégration au bâti sont améliorées, de sorte que ce tarif, qui est le plus élevé au monde, favorise les solutions architecturales et esthétiques les plus accomplies, et positionne les industriels et artisans sur un secteur innovant et à forte valeur ajoutée. Afin de renforcer la qualité de la mise en œuvre, l'installateur devra remettre un certificat attestant que les ouvrages ont été conçus et réalisés dans le respect de la réglementation et des règles de l'art.
 - ✓ Notion de « clos et couvert » : normalement va concerner les façades et la toiture qui doivent être étanches... les bâtiments avec une façade ouverte ou simplement un bardage ajouré? seraient écartés du tarif intégré 60,2 cts?... Attendre textes définitifs et précisions techniques sur « notion intégré », mais par sécurité, intégrer cette notion pour les projets 2010 !
 - ✓ Notion de « couvert » : les panneaux doivent constituer l'élément principal d'étanchéité du système ou, le démontage des panneaux ne peut se faire sans nuire à l'étanchéité de la toiture, ... pose le problème de la reconnaissance comme « intégrés » des principaux kits proposés par fabricants et bureaux d'études

Projet d'arrête Photovoltaïque
Les tarifs et conditions au 01/01/2010

Les panneaux sur bâtiments en tarif intégré

• Pour les projets en cours, sur la base des conditions « intégration » actuelles, pour bénéficier du tarif actuel d'achat à 60 cts, **il faut avant le premier janvier 2010:**

- Avoir obtenu de ERDF le numéro de CRAE (Contrat de Raccordement au Réseau Electrique), délivré suite à l'envoi d'un dossier PTF (Proposition Technique et Financière) complet par ERDF et renvoyé signé par demandeur.
- Avoir, avec ce numéro CRAE, fait la demande de contrat à EDFOA (EDF Obligation d'Achat)

Exemple précaution sécurité proposée par C.A. 12 – Conseiller énergie:
Pour les éleveurs qui commencent seulement les démarches administratives, négocier avec les installateurs une « close d'annulation sans indemnité, si la vente de l'électricité produite tombe à 45 cts », notamment pour remise en cause des kits fixation et type sous toiture, sachant que la contrainte « clos et couvert » du bâtiment en lui-même peut être gérée directement par éleveur.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Projet d'arrête Photovoltaïque
Les tarifs et conditions au 01/01/2010

Les panneaux sur bâtiments

- Les installations avec « intégration simplifiée au bâti » pourront bénéficier d'un nouveau tarif, fixé à 45 c€/ kWh. La création de ce nouveau tarif favorisera le développement du solaire sur les **bâtiments professionnels** (bâtiments agricoles, industriels, commerciaux, ...). Ce tarif est réservé aux installations d'une puissance supérieure à 3 kWc (soit une surface de panneaux s'environ 30 m²), le Gouvernement souhaitant privilégier, pour les maisons individuelles, des solutions totalement intégrées au bâti.

Va regrouper:

- L'ensemble des situations des **NON « clos et couvert »**,
- Va prendre pouvoir en compte les **équipements en surimposition**.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Projet d'arrête Photovoltaïque
Les tarifs et conditions au 01/01/2010

Les installations au sol

- Les installations au sol pourront toujours bénéficier du tarif de 32.8 c€/ kWh. En outre, pour les installations au sol d'une puissance supérieure à 250 kWc, le tarif variera désormais de 32.8 c€/ kWh pour les régions métropolitaines les plus ensoleillées à 39.4 c€/ kWh pour les régions les moins ensoleillées. Cette modulation géographique permettra une meilleure répartition des centrales solaires sur le territoire national.
- Afin de garantir une bonne insertion environnementale des centrales solaires, de prévenir les éventuels conflits d'usage et d'améliorer la concertation locale, un décret précisera prochainement que ces installations devront faire l'objet d'une demande de permis de construire, d'une étude d'impact et d'une enquête publique.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Projet d'arrête Photovoltaïque
Les tarifs et conditions au 01/01/2010

Evolution tarifs et conditions d'intégration

- Les tarifs seront maintenus inchangés jusqu'en 2012 inclus. Afin de donner une visibilité de long terme aux acteurs, le projet d'arrête comprend une formule d'indexation dégressive des tarifs à compter de 2013, qui permettra d'ajuster le niveau de soutien à l'évolution des prix induite par les évolutions technologiques.
- Une période transitoire est prévue, afin de laisser aux professionnels concernés une période d'adaptation : les nouvelles règles d'intégration au bâti prendront leur plein effet au 1er juin 2010.
✓ Possible, actuelles notions d'intégration et nouveaux tarifs intégrés si contrat EDFOA avant le 1^{er} Juin 2010 ?
- Les formalités administratives sont simplifiées, avec la suppression des obligations déclaratives et du certificat délivré jusqu'ici par les DREAL/DRIRE. Seule une attestation sur l'honneur est désormais exigée pour déterminer le régime tarifaire applicable.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Projet d'arrête Photovoltaïque
Les tarifs et conditions au 01/01/2010

Evolution tarifs et conditions d'intégration

- Une Commission d'évaluation de l'intégration au bâti, composée d'experts, est créée sous l'égide du ministère, du CSTB et de l'ADEME.
- ✓ La Commission tiendra à jour une liste publique des systèmes photovoltaïques reconnus comme remplissant les critères d'intégration au bâti, afin d'accompagner tous ceux qui souhaitent s'équiper de panneaux photovoltaïques dans le choix des équipements et d'assurer une information transparente sur les tarifs applicables.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Projet d'arrête Photovoltaïque
Les tarifs et conditions au 01/01/2010

L'enjeu photovoltaïque pour les exploitations

Les agriculteurs:

- Détenteurs d'un parc bâtiment important,
- Investisseurs en nouveaux projets bâtiments,
- Disposent de surfaces en toiture qui peuvent s'équiper ou être équipées en générateurs photovoltaïques.
- Représentent un potentiel important en terme d'investissement privé, comme en possibilité de location ou de création de surfaces équipées par des opérateurs privés.
- Toitures existantes renouvelées et nouveaux bâtiments avec pose en intégré au tarif rachat de 0.60 € par kW... possibilité aussi de surimposition sur toitures récentes restant en place au tarif réduit de **0.45 €**

- Un complément de revenu
- Une nouvelle activité à part entière, en valorisant des supports existants ou créés par obligation technique sur l'exploitation.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage



L'enjeu photovoltaïque pour les exploitations

Les projets photovoltaïques sur les bâtiments agricoles sont:

- Soit portés directement par les agriculteurs,
- Soit proposés par des sociétés,

- L'opportunité financière de la production d'électricité est telle que le projet photovoltaïque prime souvent sur toute autre considération!
- Les agriculteurs se doivent de rester maîtres de choix techniques sur les bâtiments, sans préjudice ou contrainte excessive pour l'activité agricole.
- En parallèle de tout projet, une réflexion initiale sur la conception, l'utilisation et les équipements à mettre en place est nécessaire.

*dans tous les cas, c'est une nécessité pour établir le dossier de DAE (Déclaration d'Activité d'Elevage) préalable à toute demande de P.C.:
plan de situation, extrait cadastral, de masse, aménagement intérieur, génération des façades (portes – murs – bardages – ventilation), locaux techniques et stockage des effluents. Les accès existants ou créés doivent être précisés.*

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

13



Adaptation bâtiments au photovoltaïque

- Rappels techniques

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

14



Principe de fonctionnement Différents types de capteurs

Silicium monocristallin :

- Couleur bleu nuit voire noire – absence de reflets
- Rendement de 17 à 20%
- 130 à 150 Wc/m² environ
- Garantie de rendement : 80-90 % sur 20 ans
- Environ 43% du marché mondial



Silicium polycristallin :

- Couleur bleu foncé – reflet non homogène – cristaux non uniforme
- Rendement de 12 à 15%
- 110 à 130 Wc/m² environ
- Garantie de rendement : 80-90 % sur 20 ans
- Environ 47% du marché mondial



Silicium amorphe (couche mince) :

- Couleur violette sombre (voire bleu nuit ou noir)
- Rendement de 6%
- 65 à 80 Wc/m²
- Peut être flexible
- Bonne efficacité avec peu de lumière
- Garantie de rendement : 80 % sur 20 ans



Intervention photovoltaïque
7 avril 2008

15



Appréciation sur panneaux: généralités

- ✓ Garantie structure sur 5 ans -> observé, très peu de retour.
- ✓ Défaillance de panneaux -> observé, quasiment nulles.
- ✓ Panneaux et pollution -> base de silicium, sans risque, nouveaux panneaux contenant des métaux lourds (Cadmium, équivalent silicium, mais avec un coût plus faible, pas très courant en proposition d'équipement)
- ✓ Panneaux en fin de vie, actuellement rien de « réglementairement » prévu, mais directives européennes vont être revues, avec **introduction d'une éco taxe pour recyclage et introduction d'une obligation de reprise.**
- ✓ Fournisseurs panneaux -> essayer de privilégier producteur UE pour interlocuteur de proximité et comparatif des fiches techniques sur mêmes normes: EN 61215 - NF EN 61646 (certifient une garantie de qualité en matière de stabilité mécanique et de respect des paramètres électriques)
Puissance des panneaux – sur mesure unique flash à 25°C

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

16



Appréciation sur panneaux: durée de vie

- ✓ Constructeurs proposent une garantie de fonctionnement à 90% de la puissance à 10 ans et de 80% à 20-25 ans.
- ✓ Etude Suède: sur installations de 1977 à 2001, quasiment 0% de perte de rendement sur silicium mono et poly cristallin .
- ✓ Appréciation Association Hespul (France-Allemagne-Suisse), les plus vieux panneaux sont « au sol » depuis 35 ans et ont gardé une très bonne efficacité.
- ✓ Exemple: dans les calculs, en Allemagne, ne prennent pas en compte de perte de rendement sur la durée de fonctionnement !
- ✓ En France: calcul standard de rentabilité se fait avec une perte de 1% par an = à priori marge de sécurité !

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

17



Principe de fonctionnement Les onduleurs

- Ils convertissent le courant continu des panneaux en courant alternatif identique à celui du réseau
- Doivent être situés dans un endroit protégé de l'humidité, du soleil et facile d'accès, à proximité des panneaux pour limiter les pertes
- Assure une protection du réseau d'électricité (se coupe automatiquement en cas de problème sur le réseau)
- Doivent être conformes aux normes DIN VDE 0126 et CEI 61000 (pour le raccordement au réseau)
- T° entre -10°C et +40°, aéré pour évacuer la chaleur et éloigné d'autres appareils électriques



Intervention photovoltaïque
7 avril 2008

18

Les onduleurs

Garantie standard à 5 ans. A seulement 2 ans si gros systèmes.

Pas d'extension de garantie et on provisionne.

Extensions de garantie, une sécurité si s'accompagne de délais d'intervention.

- ✓ Possible extension de garantie jusqu'à 10 ans

Ex SMA: 4-9 kW 600 €
9-12 kW 800 € en tarif échange standard

- ✓ Possible extension de garantie jusqu'à 20 ans

Ex SMA 0 - 4 kW 900 €
4-9 kW 1350 € en tarif échange standard

- ✓ Somme payable en 1 fois à la signature contrat - 1.5 à 3.0% du coût kWc
- ✓ Possible autres options dont nettoyage panneaux... en général, pas de problème, auto nettoyage amélioré par pente toit élevée, sinon inspection visuelle et coup de jet !
- ✓ Emplacement onduleurs, extérieur au bâtiment, dans un endroit aéré et sans poussières.

19

Orientation, pente et rendement

ORIENTATION PENTE TOITURE RENDEMENT

☐ L'installation du matériel doit tenir compte de contrainte d'inclinaison et des éventuelles zones d'ombrage (arbres, bâtiments, reliefs naturels,...), largement préjudiciables sur la production d'électricité du système. Le tableau suivant donne les facteurs de correction à appliquer à la production attendue :

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

☐ : position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale. NB : ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.

Attention: en hiver les rayons sont rasants et les ombres portées plus importantes. Couverture neigeuse est favorable.

20

Notion d'angle et de pente toiture

CALCUL RELATIONS ANGLE - PENTE

Angle	Pente
30,00°	0,58 m.
	57,74%
	1,155
Pente souhaitée en %	30,00%
	0,30 m.
	16,70°
	1,044

Angle = 0,50 à 0,55 pente
ou
Pente = 1,80 à 2,00 angle

Une construction agricole standard a une pente:

- de 26% en fer = 14.57° = efficacité 96.4% si orientation plein sud,
- de 30% en bois = 16.70° = efficacité de 96.9% si orientation plein sud,
- Tout à fait possible de faire 30% et plus en charpente fer, plus difficile en bois.
- Une pente entre 36 et 37% = 20.00° = très bon compromis si hangar PV avec efficacité à 97.7%.
- **ATTENTION: plus l'orientation dévie du SUD, plus la pente toiture doit être faible = bâtiments traditionnels non orientés - vers SUD - ont peu d'intérêt.**

21

Orientation et productible

PRODUCTION ESTIMATIVE en kWh annuel par kW crête installé (Pertes système retenues pour 10%)

Secteur	Longitude Latitude Source : GEOPORTAIL	NORD Pour : 14,5° soit 26% pente de toit	OUEST ou EST Pour : 14,5° soit 26% pente de toit	Plein SUD Pour : 14,5° soit 26% pente de toit	OPTIMUM Plein SUD Toiture 35-36° Pente : 70 à 72%
MAURS	Long 02 11 51 Lat 44 42 22	887	1027	1149	1202
AURILLAC	Long 03 36 21 Lat 44 56 08	886	1032	1157	1216
MAURIAC	Long 02 20 19 Lat 45 23 01	882	1027	1151	1158
RIOM es MONTAGNE	Long 02 39 40 Lat 45 17 03	893	1039	1166	1224
MASSIAC (plateau)	Long 3 10 22 Lat 45 14 55	899	1042	1169	1231
SAINT FLOUR	Long 03 00 11 Lat 45 01 50	904	1057	1188	1252
CHAUDES AIGUES	Long 03 00 18 Lat 44 51 20	906	1054	1186	1244
MOYENNE		894	1040	1167	1218
		77%	89%	100%	104%

22

Puissance d'une installation

- Puissance panneaux exprimée en Watt crête,
- 1 kW correspond de 7 à 10 m² de panneaux en fonctionnement,
- Puissance « moyenne » installée au m²: de 120 à 140 Watt

EXEMPLE:

PUISSANCE: Si 280 m² x 130 W/m² = 36400 Watt ou 36.4 kW

Cette installation est plein SUD, avec une pente toiture de 26% - 14.67° ;

- le **PRODUCTIBLE** annuel (après pertes diverses, dont système) sera en moyenne de 1167 kW par an par kW de puissance de l'installation
- la **PRODUCTION** annuelle (après pertes diverses, dont système) sera en moyenne de 36.4 kW puissance x 1167 kW productibles = 42479 kW par an:
SOIT 42479 kW x 0.60 = 25487 €HT de produit si tarif intégré
SOIT 42479 kW x 0.45 = 19115 €HT de produit si tarif intégré simplifié au bâti

23

Poids de l'installation et solidité du bâtiment

- Poids équipement photovoltaïque:
 - de 11 à 14 kg par m² pour les panneaux classiques, rajouter les profilés(s),
 - 20 kg minimum par m² avec sous toiture; soit au minimum équivalent à fibro.
- Poids couverture fibrociment classique:

Gamme des longueurs préférées - poids des plaques en kg (Eternit natura)

Profil	1,525 m.	1,585 m.	1,750 m.	x largeur
5 Ondes	19,70	20,4	22,5	x 91,8 cm
6 Ondes	23,37	24,4	26,9	x 109,5 cm

En aucun cas l'écartement entre axes des appuis ne doit être supérieur à 1,385 m.
Estimation poids au m² après recouvrement:

De, en moyenne, 18,0 à 19,0 kg. (extrêmes, 17,0 à 20 kg.)
Plus, savoir qu'une tôle fibrociment peut absorber 25% de son poids en eau
= poids maxi 22 - 24 kg.
- En cas de montage sur un bâtiment existant, l'opérateur demandera le plus souvent une expertise charpente par un organisme agréé, type SOCOPEC, APAVE, etc...
(Un renforcement de la structure entraîne un coût plus important)

24



Poids de l'installation et solidité du bâtiment

Poids équipement photovoltaïque:

- de 11 à 14 kg par m² pour des panneaux classiques, rajouter les profilés(s)
- 20 kg minimum par m² avec sous toiture, soit plus qu'un bac acier.

Poids couverture bac acier (tôles de 150 à 800 longueur):

Epaisseur (mm)	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25
Masse (kg/m ²)	5.82	6.93	8.13	9.24	11.54

Est à rajouter la valeur des recouvrements;

- ✓ Même avec les recouvrements et les fixations, une couverture bac acier est plus légère qu'un équipement photovoltaïque.
- ✓ Une sous toiture bac acier (fin) plus un équipement photovoltaïque standard n'est pas plus lourd qu'une couverture fibrociment.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

25



Photovoltaïque et bâtiment

- Une technologie séduisante
- Des raisons d'installer du photovoltaïque:

- ✓ S'inscrire dans une démarche d'énergie « propre,
- ✓ Chercher un complément de revenu, diversifier son activité,
- ✓ Produire de l'énergie en site isolé (accessible PPE si autoconsommé)

Dans tous les cas:

IMPORTANT de la CONCEPTION du BATIMENT:

Vers son utilisation agricole, logement des animaux, circulation du matériel et volumes disponibles si stockage.

Adaptation photovoltaïque et ventilation; prévoir une cassure de toit sitôt que rampant égal ou supérieur à 8 – 10 mètres

IMPORTANT de l'INTEGRATION:

Du photovoltaïque dans l'architecture du bâtiment,
Du bâtiment dans son paysage.

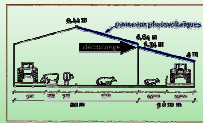
Conseillé maximum vers 10 m. au faîtage

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

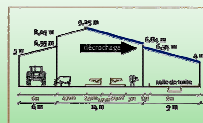
26



Photovoltaïque et bâtiment Préconisations de réalisation



Verches attardées; oreiller + ventral sac, base veaux et verrat



Verches latérales; ventilation blanc à deux veaux de base



Verches stabilisées et gâbles pour veaux, paille



Verches latérales; ventilation blanc à deux veaux de base

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage (d'après IE – CRAA Midi-Pyrénées)

27



Photovoltaïque et bâtiment à façon Exemple projet lait SDT centrale



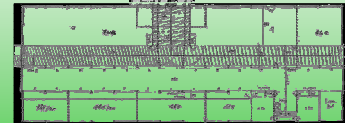
EXEMPLE

aménagement sur base SUN R:

Hall de 13.05 en paille plus caillbotis + appentis de 5.3 m. en couloir distribution + appentis 6.5 m. en paille pour veaux et animaux d'élevage.

Rampant PV vers 18 m. x 70 m longueur = 170 kW

Tolérance pour hangar SDT centrale, avec permis déposé en séparé par l'éleveur.



L'ajout d'une annexe sur un bâtiment à façon est traitée de manières différente suivant opérateurs:

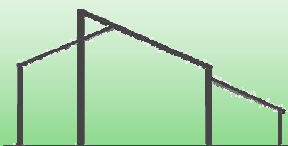
- autorisée, si ne s'appuie pas sur la structure,
- non permis, dans ce cas, on peut allonger le bâtiment pour y placer les annexes techniques.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

28



Photovoltaïque et bâtiment à pans asymétriques avec décalage de toiture



Coupe type

EXEMPLE

construction possible:

- Hall de 12.5 à 14.0 mono pente
- + appentis de 7.0 m. et plus en couloir distribution et stockage
- + appentis 7 à 8 m. en paille pour veaux plus couloir arrière
- Rampant PV de 20 à 23 m.
- Pente toit conseillée 30% à 35%
- Eviter de dépasser 10 m. faîtage, sauf cas particuliers liés à la topographie alors possible jusqu'à 40% pente.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

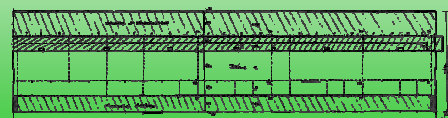
29



Photovoltaïque et bâtiment à pans asymétriques Exemple projet stabulation VA



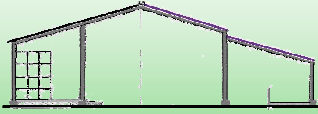
72 kW = 30 m longueur x 28 à 30 largeur
 108 kW = 40 m longueur x 28 à 30 largeur
 250 kW = 80 m longueur x 30 largeur



Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

30

Photovoltaïque et bâtiment sans décrochage toiture
Exemple projet stabulation VA –VL




36 kW = 20 m longueur x 27 largeur
72 kW = 40 m longueur x 27 largeur
108 kW = 60 m longueur x 27 largeur
250 kW = 100 m longueur x 31 largeur

VARIANTE en pans symétriques ou asymétriques
construction possible:
Hall de 12.5 à 14.0 et plus en faîtage légèrement décalé ou pans symétriques+ appentis de 7.0 m. et plus en couloir distribution et stockage + appentis 6.2 à 8 m. en paillé pour veaux plus couloir arrière ou appentis technique traite.
Rampant PV de 14 à 18 m, possible 15 à 20 si auvent sur appentis
Pente toit conseillée 30% pour ne pas dépasser 10 m. faîtage

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage 31

Photovoltaïque et bâtiment
Exemple projet stockage fourrage
36.6 kW



EXEMPLE
construction possible:
Hangar classique, fer 14.2 m. x 40 m., pans symétriques et bardage bois.
Rampant PV de 7.3-7.5 m., pentes toit de 26 à 30 %
Eviter de dépasser 10 m. faîtage, sauf cas particuliers liés à la topographie

36.6 kW = 280 m² panneaux
Peuvent représenter l'ensemble du rampant, ou seulement partie (exemple surface de l'appentis technique) d'un bâtiment plus grand
En moyenne hangar de 13 – 14 m. x 30 m longueur ou appentis technique de 6 m x 50 ml

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage 32

Equiper un bâtiment de panneaux: la déclaration préalable ou le P.C. Le désamiantage

- Déclaration préalable ou P.C.:
 - Récépissé de dépôt nécessaire avant toute démarche pour le contrat de raccordement au réseau.
 - Documents d'urbanisme actuels ne prévoient pas souvent la solution couverture photovoltaïque.
- Désamiantage:
 - De 25 à 40 € par m² pour une prestation complète (plan de retrait, dépose, mise en palette sous film et évacuation vers décharge contrôlée)
 - Cantal possible de 25 à 30 € si normalement accessible (plan de retrait, dépose, mise en palette et enlèvement)
Minimum de 6.5 € par m² avec dépose éleveur pour enlèvement seul ?
 - si location de toiture, à faire prendre en charge par opérateur

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage 33

Contrat de maintenance et suivi installation

- Pas obligatoirement une très bonne idée. Panneaux plutôt fiables, risques sur onduleurs.
- Plutôt proposer un délai de réparation de maximum 4 à 5 jours.
- En général, on traite avec un seul installateur... ou à négocier conditions avec chaque fournisseurs.
- Détection automatique des pannes par suivi du productible ou monitoring, une bonne chose avec engagement dans les délais d'intervention.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage 34

Assurances pertes d'exploitation

- Comprend normalement le pack ensemble des assurances:
 - multirisque
 - responsabilité civile
 - matériel
 - pertes d'exploitation

Allemagne et France:
se négocie de 0.2 à 0.4 % du montant d'investissement H.T.

France = coût souvent trop élevés par rapport aux autres situations UE
Négociation: toujours se situer à 0.4% et moins

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage 35

Photovoltaïque et utilisation bâtiments par les animaux

- Pas de référence précise sur la durée.
- Bâtiments bovins moins à risque que hors sol.
- Plus la durée de présence des animaux est courte, moindre est le risque
(bâtiments élevage viande -> bâtiments laitiers -> bâtiments engraissement + bas et présence animaux sur durée ?)
(bâtiments paillés et paillés raclés -> bâtiments avec caillebotis ?)
- Etude en cours FNCUMA et Coop de France,
- Ammoniac et méthane, plus poussières, peuvent impacter sur les panneaux. Il existe des solutions « spray » anti-condensation (polyuréthane type « mecosun ? » à environ 10 ct €/Wc = 1.2 à 1.5 €/m²)
- Importance du dégagement sous toiture.
- Très grande importance d'une ventilation efficace du bâtiment.

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage 36



Photovoltaïque et utilisation bâtiments par les animaux

- Le plus souvent conseillé une sous toiture qui peut aller d'une simple toile « respirante » à un bac acier (même sandwich si isolation souhaitée) ou des profils polyester + acier de fixation panneaux, avec sous couche anti condensation.
- Sous toiture d'autant plus nécessaire que le bâtiment est bas et le risque projections (paillage) vers toiture, élevé. Que la présence des animaux est longue, que le stockage total ou partiel d'effluents type lisier est réalisé dans le bâtiment (caillebotis)
- Ventilation panneaux entre sous toiture et panneaux, pose de grillages pour éviter entrée rongeurs – oiseaux.
- Nettoyage panneau (au jet) peut s'avérer nécessaire.

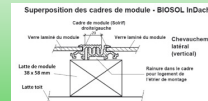
Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

37



Panneaux et étanchéité toiture

- Garantie décennale sur pose avec différents types de fixations:
- ✓ Tuilage, les panneaux reposent les uns sur les autres, problème d'étanchéité en cas de pente légère à moyenne.
- ✓ En couverture totale sur rails de fixation (différents types de kits)



- ✓ Côte à côte, une partie de l'évacuation des eaux peut être assurée par la sous toiture?
- ✓ Equipement possible en panneaux classiques ou panneaux semi transparents (effet verrière) sans sous toiture

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

38



Location de toiture Données HESPUL

- ✓ 2 à 5 % du produit (brut) photovoltaïque si éleveur investi dans la société de production (co-investisseur, rémunéré sur sa part investie + rémunéré sur location)... minimum, action «mutualiste type GIE beaucoup plus favorable!
 - ✓ 4 à 7% du produit (brut) photovoltaïque si location stricte, en fonction de l'ensoleillement.
- négociation: moyenne vers 5 % **plus possible un intéressement au résultat** si (à l'année ?) résultats de vente supérieures à la moyenne du productible attendu étude ou directement indexé sur la production réelle = nécessité d'avoir les résultats de production transmis à l'éleveur tous les ans.

Exemple « fourchette » sur 20 ans au tarif garanti :
 500 m² toiture équipés vers 130 Wc/m² = 65 kW x 1167 kWh/m² (SE ou SO) = 75855 kWh
 71855kWh x 0.60 = 45513€ x 5% = 2227 € / 500m² = 4.6 €/m² minimum, à 6,4 €/m² pour 7% du produit PV.

A voir la convention entre 20 et 30 ans, si la location se poursuit, avec toujours, normalement, un produit PV, mais à un prix vente plus faible = maintien du % de départ ?

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

39



Location terrains pour centrale au sol

source Syndicat mixte électricité du Var

- Location du terrain : base minimale, de 1500 à 2000 €/l'hectare/an....
- Voir comparaison en location toiture avec de 5 à 7 % du produit photovoltaïque ?
- Protocole et bail à étudier avec expert juridique, ... consulter expert fiscal.
- Taxe Professionnelle : En fonction de la commune, supprimée ... taxe sur valeur ajoutée ?

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

40



Construction de bâtiments à façon

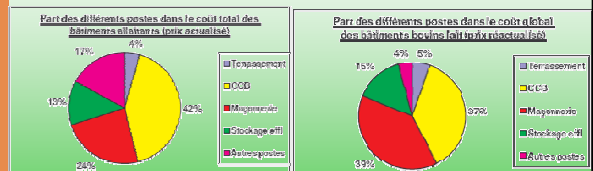
- L'éleveur est locataire de la structure pour une durée de « plutôt 30 ans ».
- Le plus souvent l'investisseur assure l'implantation du bâtiment (massifs – dés), charpente et couverture et une partie du bardage jusqu'à 2 – 3 m. du sol.
- A charge de l'éleveur: le terrassement et la finition du bâtiment; enceintes murs ou bardage complémentaire, portes et aménagement intérieur.
- EXIGER; la réalisation d'un profil de bâtiment qui permette une utilisation agricole normale ou la fourniture du catalogue plans types pour choisir le plus adapté – Consulter conseiller bâtiment.
(une hauteur sous gouttière suffisante du côté Sud pour utilisation matériel courant, pas de poteaux intermédiaires gênants, travées permettant la pose d'équipements sans largeur exagérées, réalisation d'un appentis Nord pour équilibrer les volumes à l'insertion paysagère, etc...)
- Etudier avec votre contact JURIDIQUE et FISCAL, l'ensemble du contrat de location, dans tous ces alinéas et en simulant les conséquences jusqu'au terme du bail – Si besoin, faire inclure des clauses nouvelles, y compris techniques.
- **NE RIEN SIGNER avant d'avoir le maximum d'engagement sur vos souhaits et un avis juridique.**

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

41



Construction de bâtiments à façon répartition des différents lots constructifs



Références 2001-2003

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

42

Construction de bâtiments à façon

Estimation valeur du lot construit:

Lot moyen charpente et couverture « fibro ciment »
= 50 – 55 €/ m² (à 85 € si lamellé)

Dont: charpente seule, de 30 à 60 € par m²
couverture, de 20 à 35 € par m²

Bardage bâtiment = 20 à 30 €/m² bois - 25 à 35 €/m² fer

Fondations – dés = forfait de 250 € par plot

Estimative d'un lot implantation - dès + charpente couverture (classique) et vers 50% du bardage haut (arrêté vers 2 à 3 m du sol) - sans portes, mais avec gouttières: = de 75 – 95 €/m²

Les aides PMBE et aménagements sont accessibles pour les investissements financés par les éleveurs.

43

Adaptation bâtiments au photovoltaïque

Simulations sur investissements

Données indicatives.
BUT: visualiser le déroulement d'un investissement photovoltaïque.

Les coûts « de base » au Wc comprennent;
matériel – fixations (+/- sous toiture) – onduleurs et pose.

Coût d'étude, dossiers réglementaires, raccordement, approche du matériel, contrôles divers sont en sus.

Les simulations avec et sans bâtiment permettent se « situer » la capacité d'absorption de l'investissement par l'activité PV, même si les deux investissements doivent s'étudier avec des plans de financement séparés; partie activité agricole, partie activité PV

Le taux bancaire retenu; 5% sur 100 % investissement

44

Simulations sur investissements

Cas d'un bâtiment standard

HANGAR DE 14,20 X 40 M = rampant de 7 = 280 m²
14,2 x 40 = 568m² x 130 €/m² fermé = 73840
73840 - (280*25 toit PV) = 66840 x 0,28 = 18715 aide
coût hors aide: 48125 € HT

Soit un bâtiment orientation stockage, dimensions moyennes, sans maximiser le pan sud.

Il s'agit d'une simulation à minima,.....

Les résultats économiques seraient améliorés si pan Sud et surface en panneaux maximisée avec une puissance installée supérieure, pour une même surface au sol.

45

Simulations sur investissements

Exemple 37 kW – intégré 60 cts – 4 €/Wc – prêt 5% Sans coût bâtiment

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 26408 €/an

INV. HT	168260 €		
TVA	32979 €		
INV. TTC	201239 €		
€/Wc Mat+pose	4,00 € HT /Wc		
€/Wc Mat+pose+ raccordement	4,13 € HT /Wc		
€/Wc Total	4,52 € HT /Wc		

Favorable à 4.00 €/Wc Matériel et pose.

	Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
	12 ans	8 ans	20 ans
Rbt prêt	227808 €	0 €	227808 €
Fonct+Ass	37398 €	17518 €	54916 €
SOLDE	48055 €	197389 €	245444 €
	4005 €/an	24674 €/an	245444 € TRI 9,77%

TR Brut PV: 11 ans

46

Simulations sur investissements

Exemple 37 kW – intégré 60 cts – 4 €/Wc – prêt 5% Avec coût bâtiment symétrique fermé

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 26408 €/an

INV. HT	216385 €		
TVA	42411 €		
INV. TTC	258796 €		
€/Wc Mat+pose	4,00 € HT /Wc		
€/Wc Mat+pose+ raccordement	4,13 € HT /Wc		
€/Wc Total	5,61 € HT /Wc		

Favorable à 4.00 €/Wc Matériel et pose.

	Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
	16 ans	4 ans	20 ans
Rbt prêt	323525 €	0 €	323525 €
Fonct+Ass	46701 €	8780 €	55482 €
SOLDE	49873 €	99289 €	149162 €
	3117 €/an	24822 €/an	149162 € TRI 5,16%

TR Brut PV+Bât: 14 ans
Le PV permet « d'absorber » le coût bâtiment
Rentabilité améliorée si coût Wc < 4 €

BATIMENT dans INV. 48125 € HT

47

Simulations sur investissements

Cas d'un bâtiment maximisé PV sur rampant Sud

HANGAR DE 27 + auvent X 60 m = rampant de 20 m = 1200m²
27x 60 = 1620 m² - 60 ml pour 55 m cornadis: 77 places
(50 VL+27 G) x 5500 € Pail+Cail + traite - (60 x 20 x 25 €) = 393500€HT
393500 €HT – 24000 aide x = 369500 € HT

48

Simulations sur investissements
Exemple 144 kW – intégré 60 cts – 4 €/Wc
Sans coût bâtiment

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 114 852 €/an

INV. HT	665400 €	
TVA	130418 €	
INV. TTC	795818 €	
€/Wc Mat+pose	4,00 € HT /Wc	
€/Wc Mat+pose+ raccordement	4,08 € HT /Wc	
€/Wc Total	4,17 € HT /Wc	

Favorable à 4.00 €/Wc
Matériel et pose.

TR Brut PV: 10 ans

Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
avec différé		
Rbt prêt		
Fonct+Ass		
SOLDE		
227417 €	993563 €	1220980 €
20674 €/an	110396 €/an	61049 €/an

BATIMENT dans INV. 369500 € HT

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Simulations sur investissements
Exemple 144 kW – intégré 60 cts – 4 €/Wc
Avec coût bâtiment

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 114 852 €/an

INV. HT	1034900 €	
TVA	202840 €	
INV. TTC	1237740 €	
€/Wc Mat+pose	4,00 € HT /Wc	
€/Wc Mat+pose+ raccordement	4,08 € HT /Wc	
€/Wc Total	6,48 € HT /Wc	

Reste Favorable à 4.00 €/Wc
Matériel et pose.

TR Brut PV: 10 ans

Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
avec différé		
Rbt prêt		
Fonct+Ass		
SOLDE		
432860 €	0 €	432860 €
21643 €/an	0 €/an	21643 €/an

BATIMENT dans INV. 369500 € HT

TR Brut PV+Bât: 17 ans
Le PV permet « d'absorber » le coût bâtiment mais temps de retour élevé
Rentabilité améliorée si coût Wc < 4 €

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Simulations sur investissements
Exemple 144 kW – intégré 60 cts – 3.5 €/Wc
Avec coût bâtiment

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 114 852 €/an

INV. HT	955100 €	
TVA	187200 €	
INV. TTC	1142300 €	
€/Wc Mat+pose	3,50 € HT /Wc	
€/Wc Mat+pose+ raccordement	3,58 € HT /Wc	
€/Wc Total	5,98 € HT /Wc	

Favorable à 3.50 €/Wc
Matériel et pose.

TR Brut PV: 10 ans

TR Brut PV+Bât: 14 ans
Le PV permet « d'absorber » le coût bâtiment
Avec un temps de retour correct

Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
avec différé		
Rbt prêt		
Fonct+Ass		
SOLDE		
252005 €	446525 €	698529 €
15750 €/an	111631 €/an	34926 €/an

BATIMENT dans INV. 369500 € HT

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Simulations sur investissements

CAS SURIMPOSITION

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Simulations sur investissements
Exemple 37 kW – intégré simplifié ou surimposition 45cts à 4€ /Wc - prêt 5%
Sur bâtiment existant

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 19 806 €/an

INV. HT	168260 €	
TVA	32979 €	
INV. TTC	201239 €	
€/Wc Mat+pose	4,00 € HT /Wc	
€/Wc Mat+pose+ raccordement	4,13 € HT /Wc	
€/Wc Total	4,52 € HT /Wc	

A 4 €/Wc mat+pose
« Possible » en surimposition sur bâtiment déjà existant... mais rentabilité limitée!

TRB – PV: 16 ans

Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
Rbt prêt		
Fonct+Ass		
SOLDE		
49569 €	36721 €	86289 €
2754 €/an	18360 €/an	4314 €/an

BATIMENT dans INV. 369500 € HT

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage

Simulations sur investissements
Exemple 37 kW – intégré simplifié ou surimposition 45cts à 3.0 €/Wc - prêt 5%
Sur bâtiment existant

VENTE d'ELECTRICITE moyenne 20 ans : 19 806 €/an

INV. HT	131020 €	
TVA	25680 €	
INV. TTC	156700 €	
€/Wc Mat+pose	3,00 € HT /Wc	
€/Wc Mat+pose+ raccordement	3,13 € HT /Wc	
€/Wc Total	3,52 € HT /Wc	

A 3.0 €/Wc mat+pose
Favorable en surimposition sur bâtiment déjà existant... rentabilité intéressante, proche de l'intégré !

TRB – PV: 12 ans

Durée Prêt + diff 1 an	Après fin prêt	TOTAL
Rbt prêt		
Fonct+Ass		
SOLDE		
70597 €	92280 €	162878 €
4706 €/an	18456 €/an	8144 €/an

BATIMENT dans INV. 369500 € HT

Service bâtiment – Etablissement de l'Elevage