

LA PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE IMPOSÉE AUX ENTREPÔTS

Marc ESPOSITO 01/09/2020

GSE

GLOBAL SOLUTIONS & ENGINEERING



Sommaire

- Nouveau Contexte Réglementaire
- Le Photovoltaïque comme solution
 - Les mécanismes de subvention
 - Les conditions de la rentabilité
 - Et demain ?

Un nouveau contexte réglementaire pour les bâtiments industriels, commerciaux et logistiques en France

Article 47 de la Loi Energie Climat (*article L. 111-18-1* applicable depuis le 9 Novembre 2019)

I. - Le chapitre 1er du titre 1er du livre 1er du code de l'urbanisme est ainsi modifié :
1° La section 3 est complétée par un article L. 111-18-1 ainsi rédigé :

« Art. L. 111-18-1. - I. - Dans le respect des objectifs généraux de performance énergétique et environnementale des bâtiments énoncés à l'article L. 111-9 du code de la construction et de l'habitation, **les constructions et installations mentionnées au II du présent article ne peuvent être autorisées que si elles intègrent soit un procédé de production d'énergies renouvelables, soit un système de végétalisation** basé sur un mode cultural garantissant un haut degré d'efficacité thermique et d'isolation et favorisant la préservation et la reconquête de la biodiversité, soit tout autre dispositif aboutissant au même résultat et, sur les aires de stationnement associées lorsqu'elles sont prévues par le projet, des revêtements de surface, des aménagements hydrauliques ou des dispositifs végétalisés favorisant la perméabilité et l'infiltration des eaux pluviales ou leur évaporation et préservant les fonctions écologiques des sols.

« II. - Les obligations prévues au présent article s'appliquent, **lorsqu'elles créent plus de 1 000 mètres carrés d'emprise au sol, aux nouvelles constructions de locaux à usage industriel ou artisanal.** soumises à une autorisation d'exploitation commerciale au titre des 1°, 2°, 4°, 5° et 7° de l'article L. 752-1 du code de commerce, aux nouvelles constructions **d'entrepôts**, de hangars non ouverts au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale ainsi qu'aux nouveaux parcs de stationnement couverts accessibles au public.

« III. - Les obligations résultant du présent article sont réalisées **en toiture du bâtiment ou sur les ombrières surplombant les aires de stationnement sur une surface au moins égale à 30 % de la toiture du bâtiment et des ombrières créées.**

« IV. - L'autorité compétente en matière d'autorisation d'urbanisme peut, par décision motivée, écarter tout ou partie de l'obligation lorsque l'ensemble des procédés, systèmes et dispositifs mentionnés sont de nature à aggraver un risque, ou lorsque leur installation présente une difficulté technique insurmontable ou qui ne peut être levée dans des conditions économiquement acceptables, ou que leur installation est prévue dans un secteur mentionné à l'article L. 111-17 du présent code.

« Un arrêté du ministre chargé des installations classées définit également les cas dans lesquels tout ou partie de l'obligation prévue au I du présent article est écartée ou soumise à des conditions de mise en œuvre spécifiques pour les installations soumises à autorisation, enregistrement ou déclaration en application du livre V du code de l'environnement dès lors que les obligations sont incompatibles avec les caractéristiques de l'installation. » ;

2° Les trois derniers alinéas de l'article L. 111-19 sont supprimés.

II. - Le 1° du I s'applique aux demandes d'autorisation déposées à compter de la publication de la présente loi.

Un nouveau contexte réglementaire pour les bâtiments industriels, commerciaux et logistiques en France

Article 47 de la Loi Energie Climat (*article L. 111-18-1 applicable depuis le 9 Novembre 2019*)

« **IV. - L'autorité compétente en matière d'autorisation d'urbanisme peut, par décision motivée, écarter tout ou partie de l'obligation** lorsque l'ensemble des procédés, systèmes et dispositifs mentionnés sont de nature à aggraver un risque, ou lorsque leur installation présente une difficulté technique insurmontable ou qui ne peut être levée dans des conditions économiquement acceptables, ou que leur installation est prévue dans un secteur mentionné à l'article L. 111-17 du présent code.

« **Un arrêté du ministre chargé des installations classées définit également les cas dans lesquels tout ou partie de l'obligation prévue au I du présent article est écartée** ou soumise à des conditions de mise en œuvre spécifiques pour les installations soumises à autorisation, enregistrement ou déclaration en application du livre V du code de l'environnement dès lors que les obligations sont incompatibles avec les caractéristiques de l'installation. » ;

2° Les trois derniers alinéas de l'article L. 111-19 sont supprimés.

II. - Le 1° du I s'applique aux demandes d'autorisation déposées à compter de la publication de la présente loi.

Avec des précisions pour les bâtiments ICPE

Arrêté du 5 février 2020 pris en application de l'article L. 111-18-1 du code de l'urbanisme

Article 1

L'obligation visée au I de l'article L. 111-18-1 du code de l'urbanisme **ne s'applique pas aux bâtiments abritant des installations classées pour la protection de l'environnement au titre des rubriques 1312, 1416, 1436, 2160, 2260-1 2311, 2410, 2565, les rubriques 27XX (sauf les rubriques 2715, 2720, 2750, 2751 et 2752), les rubriques 3260, 3460, les rubriques 35XX et les rubriques 4XXX.**

Lorsque les arrêtés de prescriptions générales pris en application des articles L. 512-5, L. 512-7, L. 512.9 et L. 512-10 du code de l'environnement ou les prescriptions des arrêtés préfectoraux pris en application des articles L. 181-12, L. 512-7-3 et L. 512-12 du code de l'environnement imposent des dispositifs de sécurité en toiture, **la surface de toiture prise en compte pour le calcul des 30 %** définis au III de l'article L. 111-18-1 du code de l'urbanisme **exclut les surfaces requises pour l'application de ces prescriptions.**

Sont exclues, en tout état de cause, les surfaces de toiture correspondant aux bandes de protection de part et d'autre des murs séparatifs REI et **à une bande de 5 mètres de part et d'autre des parois séparatives REI.**

Lorsque la surface de toiture disponible après exclusion des surfaces requises, en application des alinéas précédents, est inférieure à 30 % de la surface totale de toiture, l'obligation visée au I de l'article L. 111-18-1 du code de l'urbanisme ne s'applique pas au bâtiment. L'obligation continue néanmoins de s'appliquer aux ombrières séparées des bâtiments par un espace à ciel ouvert, supérieur à 10 mètres.

Conclusions de cette nouvelle réglementation

- 2 choix principaux à faire:
 1. Production d'Énergie renouvelable / Toiture végétalisée
 2. Quelle production d'énergies renouvelables ?
- Quelle attitude adopter
 - Chercher à éviter cette obligation (pas ou peu de jurisprudence)
 - Chercher à faire de cette obligation une opportunité

Le Photovoltaïque pour répondre aux exigences réglementaires

- La production d'énergie renouvelable permet de générer des profits alors que les toitures végétalisées ne sont qu'un centre de coût et de maintenance.
- La production d'énergie photovoltaïque est la solution la plus rentable sur les toitures de bâtiments...

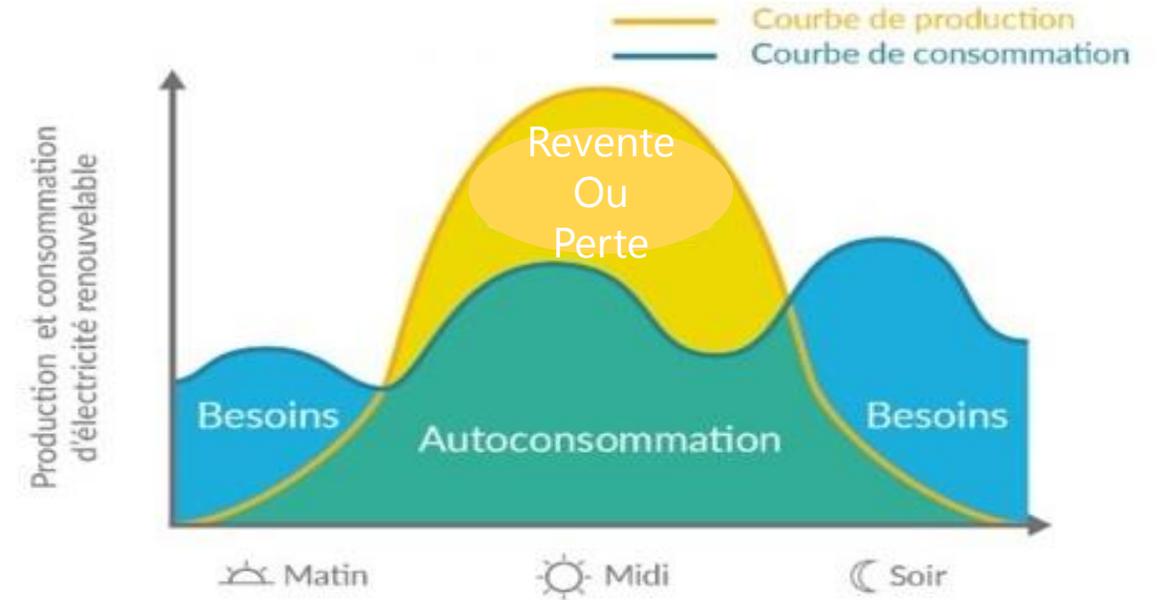
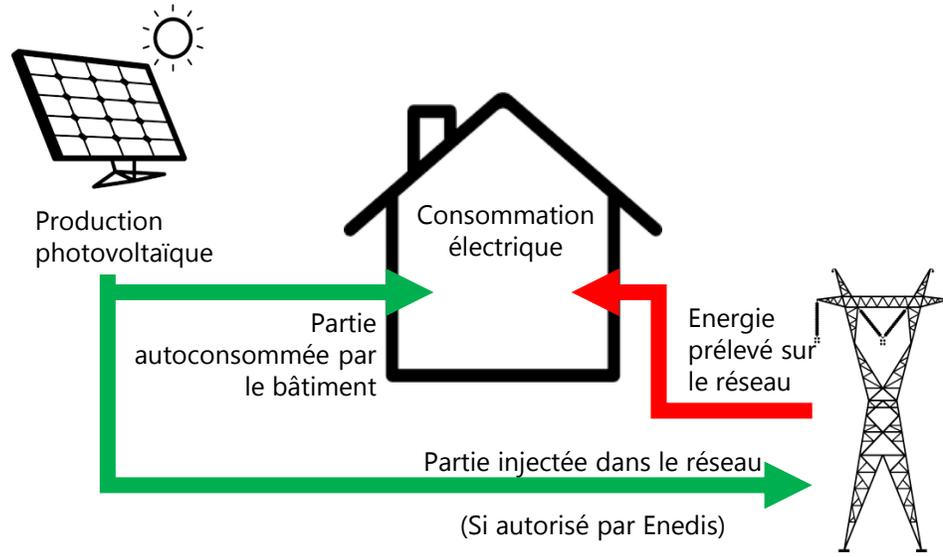
.....MAIS la procédure est complexe

Dispositifs de soutien au photovoltaïque

<https://www.photovoltaique.info/fr/>

	Revente d'électricité « automatique »		Revente d'électricité par Appel d'Offre CRE			Réduction de sa consommation
Seuils de puissance et type d'installation	< 100 kWc sur bâtiment ou en ombrières		de 100 à 500 kWc sur bâtiment ou en ombrières	de 500 kWc à 8 MWc sur bâtiment	de 500 kWc à 10 MWc En ombrière	< 1MWc Tout type d'installation
	Autoconsommation avec revente du surplus	Revente totale	Revente totale	Revente totale	Revente totale	Autoconsommation totale
Taille de l'installation	< 600m ² de panneaux PV < 2 000 m ² de toiture ou 40 places de parking		600 à 3000m ² de modules PV = 1 000 à 10 000 m ² de toiture ou 40 à 200 places de parking	3000 à 45000m ² de modules PV = 5 000 à 75 000 m ² de toiture	3000 à 60000m ² de modules PV = 200 à 4000 Places	< 6000 m ² de panneaux PV < 20 000 m ² de toiture ou 400 places de parking
Dispositif de soutien	Rachat de l'électricité non consommée sur site pendant 20 ans à tarif fixé par la loi + Subvention à l'investissement	Rachat de l'électricité produite pendant 20 ans à tarif fixé par la loi	Tarif de rachat de l'électricité sur 20 ans obtenu grâce à un appel d'offre trimestriel de la CRE et de type « Enchères inversées » pour la demande de tarif de rachat.			Pas de taxes (TCFE, CSPE, TURPE) sur l'énergie produite et autoconsommée.

L'autoconsommation photovoltaïque en détail

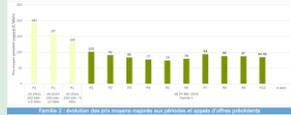
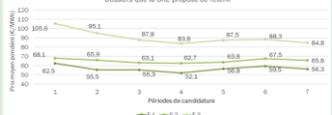


$$\text{Taux d'autoconsommation} = \frac{\text{Energie autoconsommée}}{\text{Energie Produite}}$$

$$\text{Taux d'autosuffisance (ou autoproduction)} = \frac{\text{Energie autoconsommée}}{\text{Besoins}}$$

Dispositifs de soutien au photovoltaïque

<https://www.photovoltaique.info/fr/>

	Revente d'électricité « automatique »		Revente d'électricité par Appel d'Offre CRE			Réduction de sa consommation
Seuils de puissance et type d'installation	< 100 kWc sur bâtiment ou en ombrières		de 100 à 500 kWc sur bâtiment ou en ombrières	de 500 kWc à 8 MWc sur bâtiment	de 500 kWc à 10 MWc En ombrière	< 1MWc Tout type d'installation
	Autoconsommation avec revente du surplus	Revente totale	Revente totale	Revente totale	Revente totale	Autoconsommation totale
Taille de l'installation	< 600m² de panneaux PV < 2 000 m ² de toiture ou 40 places de parking		600 à 3000m² de modules PV = 1 000 à 10 000 m ² de toiture ou 40 à 200 places de parking	3000 à 45000m² de modules PV = 5 000 à 75 000 m ² de toiture	3000 à 60000m² de modules PV = 200 à 4000 Places	< 6000 m² de panneaux PV < 20 000 m ² de toiture ou 400 places de parking
Derniers tarifs connus garantis pendant 20 ans	Autoconsommation (10 à 13c€ HTVA /Kwh) + revente du surplus à 6c€/kWh + Prime invest. de 80€/kWc		9,5c€/kWh 	8,5c€/kWh 	8,5c€/kWh 	Tarifs d'achat d'électricité 7 à 13 c€ HTVA / kWh

Rentabilité des centrales photovoltaïques

	Revente d'électricité « automatique »		Revente d'électricité par Appel d'Offre CRE			Réduction de sa consommation
Seuils de puissance et type d'installation	< 100 kWc sur bâtiment		de 100 à 500 kWc sur bâtiment	de 500 kWc à 8 MWc sur bâtiment	de 100 kWc à 10 MWc En ombrière	< 1MWc Tout type d'installation
	Autoconsommation avec revente du surplus	Revente totale	Revente totale	Revente totale	Revente totale	Autoconsommation totale
Taille de l'installation	< 600m² de panneaux PV < 2 000 m ² de toiture ou 40 places de parking		600 à 3000m² de modules PV = 1 000 à 10 000 m ² de toiture	3000 à 45000m² de modules PV = 5 000 à 75 000 m ² de toiture	3000 à 60000m² de modules PV = 40 à 4000 Places	< 6000 m² de panneaux PV < 20 000 m ² de toiture ou 400 places de parking
INVESTISSEMENT	≈ 1,0 €/Wc (bâtiment) + Prédispositions bâtiment (PV Ready)		0,90 à 1,0 €/Wc (bâtiment) + Prédispositions bâtiment (PV Ready)		≈ 1,25 €/Wc (ombrières)	1,0 €/Wc (bâtiment) + Prédispositions bâtiment (PV Ready)
RENTABILITE	Rentabilité correcte mais très longue Retour sur investissement > 10 ans TRI > 7% sur 30 ans Tiers investisseur possible (hors PV Ready) avec proposition de Loyer/Soulte contre un Bail de 30 ans		Rentabilité correcte mais très longue Retour sur investissement > 10 ans TRI > 7% sur 30 ans Tiers investisseur possible (hors PV Ready) avec proposition de Loyer/Soulte contre un Bail de 30 ans		Rentabilité difficile dans la moitié Nord de la France	Rentabilité dépend exclusivement de son profil et sa facture d'électricité
RISQUES / DIFFICULTES	Rentabilité non garantie mais meilleure si Autoconsommation > 80%	Rentabilité assurée et garantie pendant 20 ans	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de garantie d'obtenir un tarif de rachat • Nécessité de passer par un investisseur « expert » sur les Appels d'offre CRE • Loyer attractif = risque de ne pas faire le projet • Nécessité de donner sa toiture ou son parking à Bail pendant 30 ans pour avoir un tiers investisseur 			<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement correct d'une autoconsommation totale (> 90%) • Rentabilité non garantie (dépend de l'utilisation du bâtiment)

Le bâtiment « PV Ready »

Centrale Photovoltaïque

Modules PV

+

Système de fixation sur Toiture

+

Câblage et transformation électrique

+

Raccordement électrique

Bâtiment PV Ready

Structure surdimensionnée

+

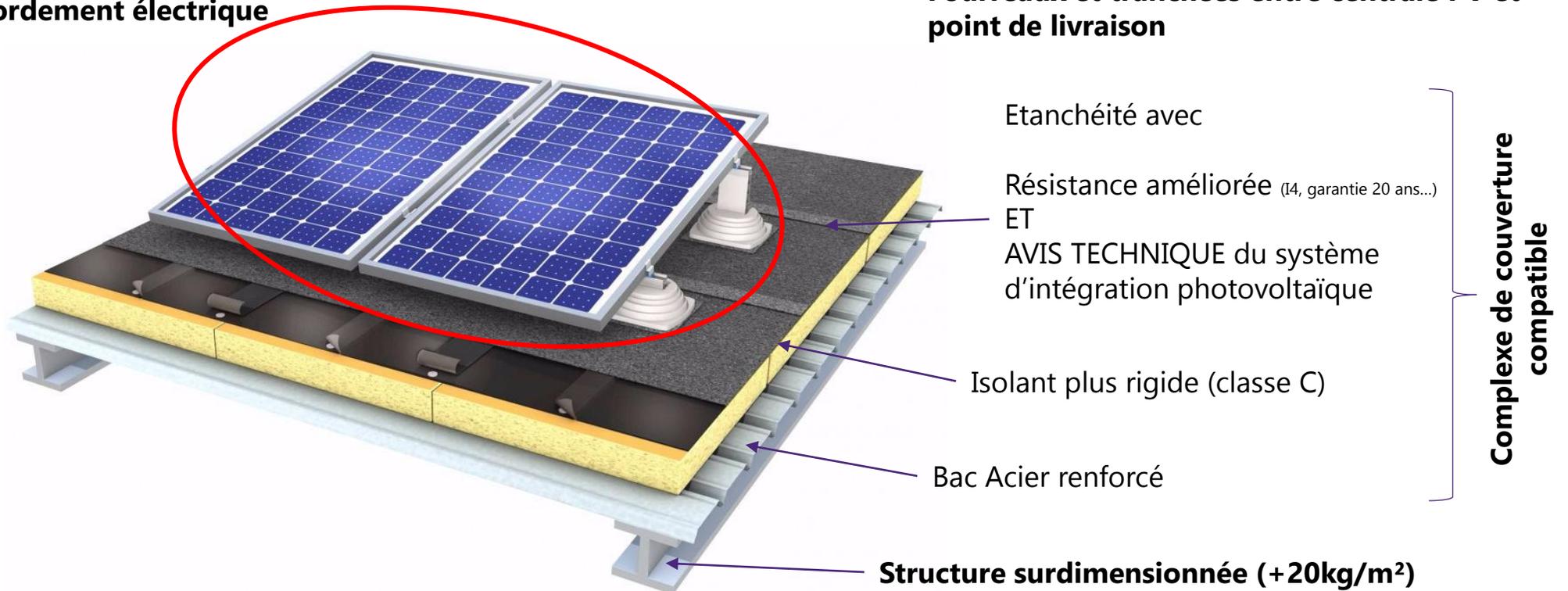
Complexe de couverture compatible

+

Accessibilité et Sécurité toiture adaptée

+

Fourreaux et tranchées entre centrale PV et point de livraison



Etanchéité avec

Résistance améliorée (I4, garantie 20 ans...)

ET

AVIS TECHNIQUE du système d'intégration photovoltaïque

Complexe de couverture compatible

Isolant plus rigide (classe C)

Bac Acier renforcé

Structure surdimensionnée (+20kg/m²)

Le bâtiment « PV Ready »

Centrale Photovoltaïque

Modules PV

+

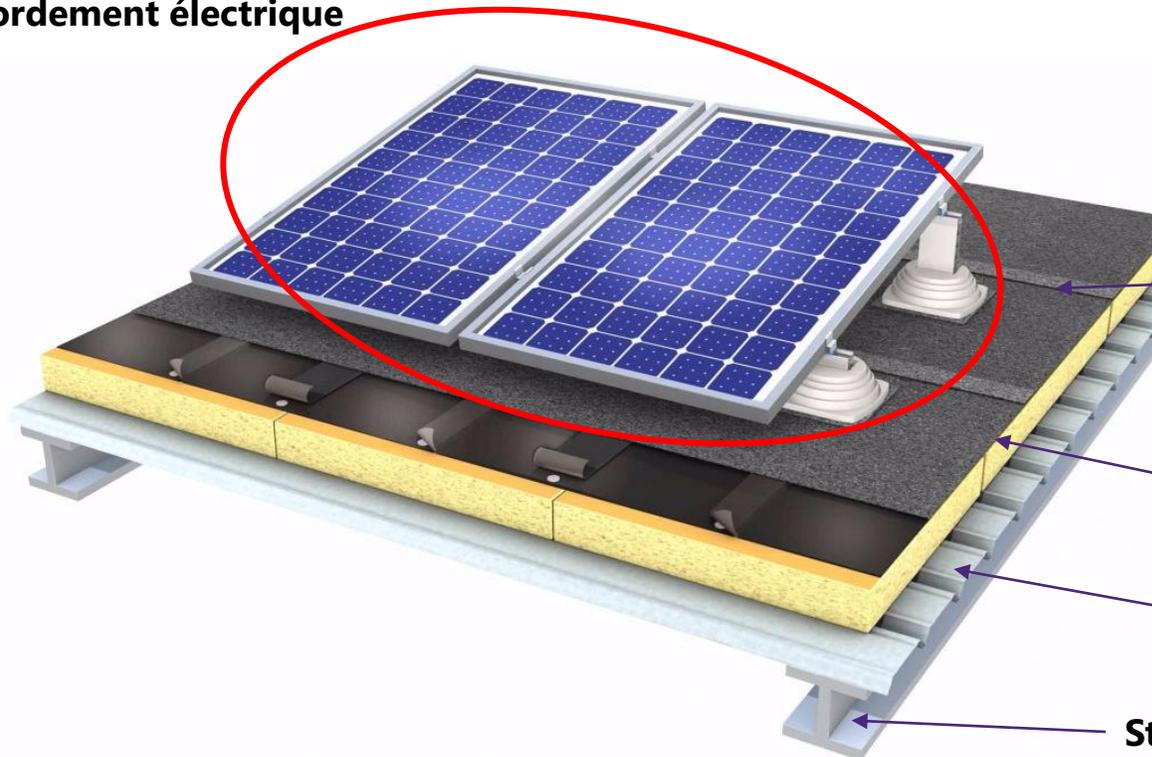
Système de fixation sur Toiture

+

Câblage et transformation électrique

+

Raccordement électrique



Bâtiment PV Ready

Structure surdimensionnée

+

Complexe de couverture compatible

+

Accessibilité et Sécurité toiture adaptée

+

Fourreaux et tranchées entre centrale PV et point de livraison

+ 10 à 20 €/m²
de toiture

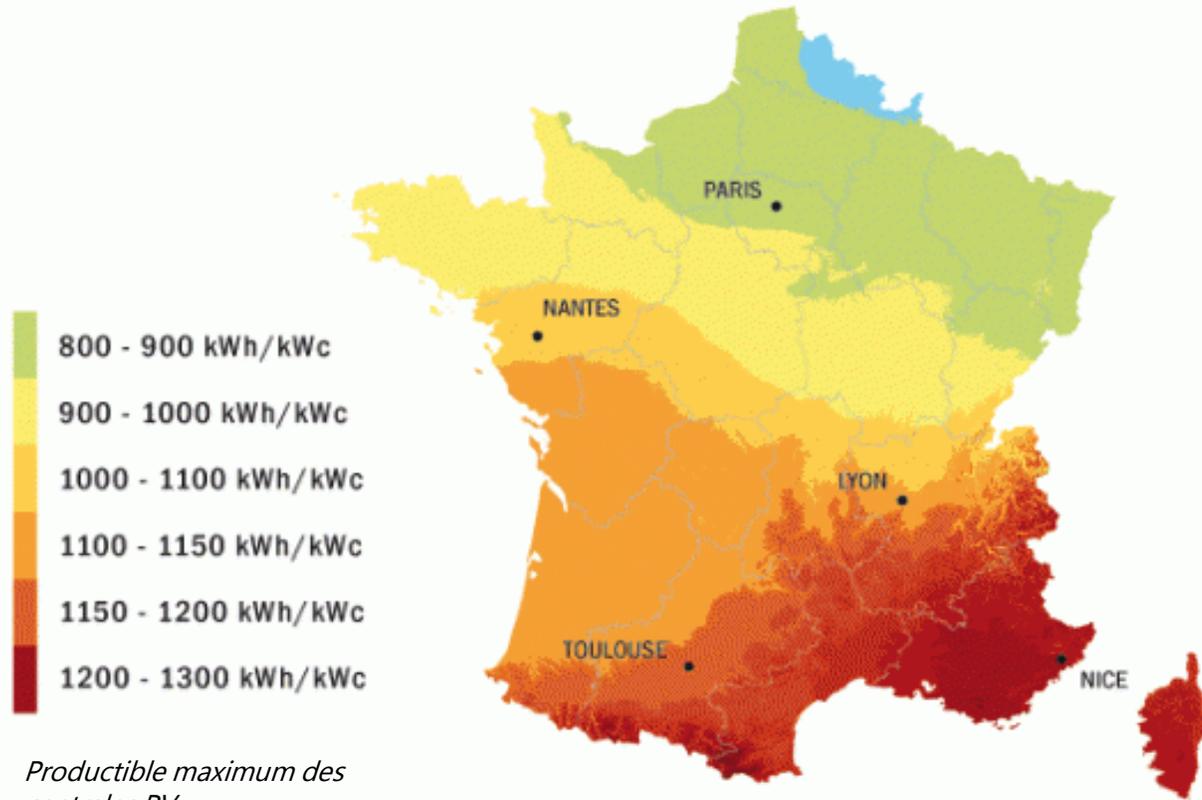
+1 à 2%
sur un bâtiment d'activité

≈ 10 à 20 c€/Wc

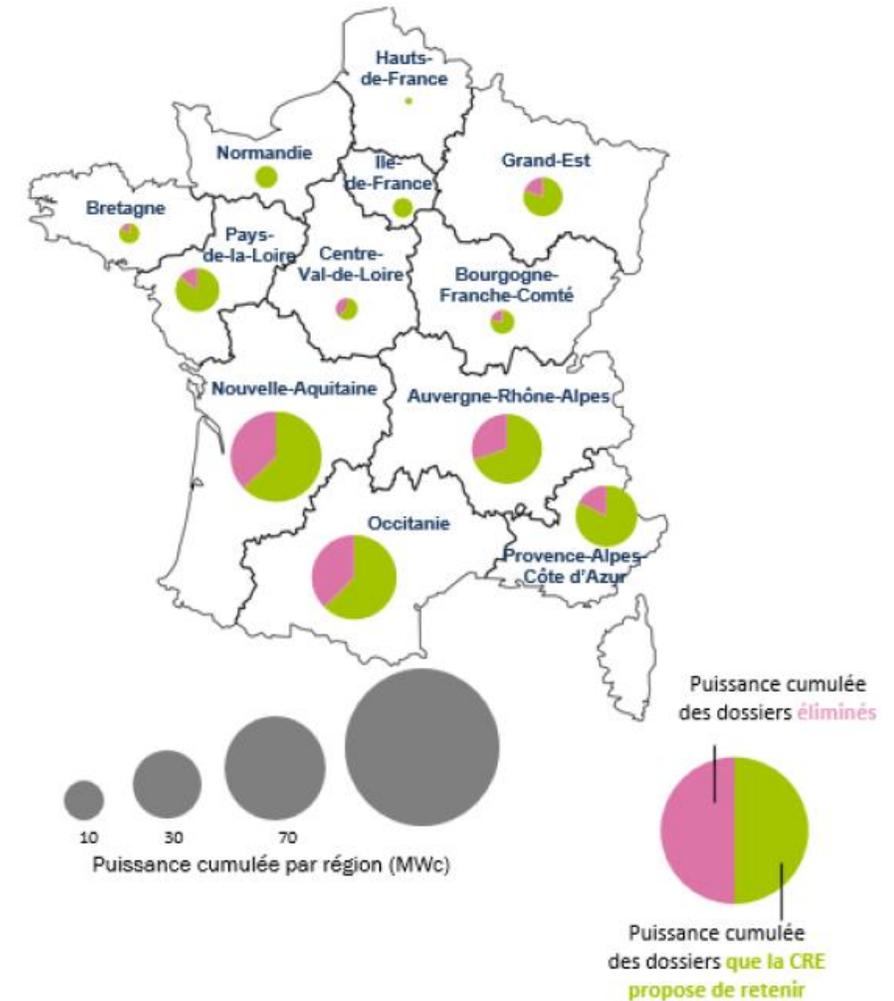
Structure surdimensionnée (+20kg/m²)

Les rendements financiers du tiers investissement photovoltaïque

Carte d'ensoleillement (kWh/ kWc)

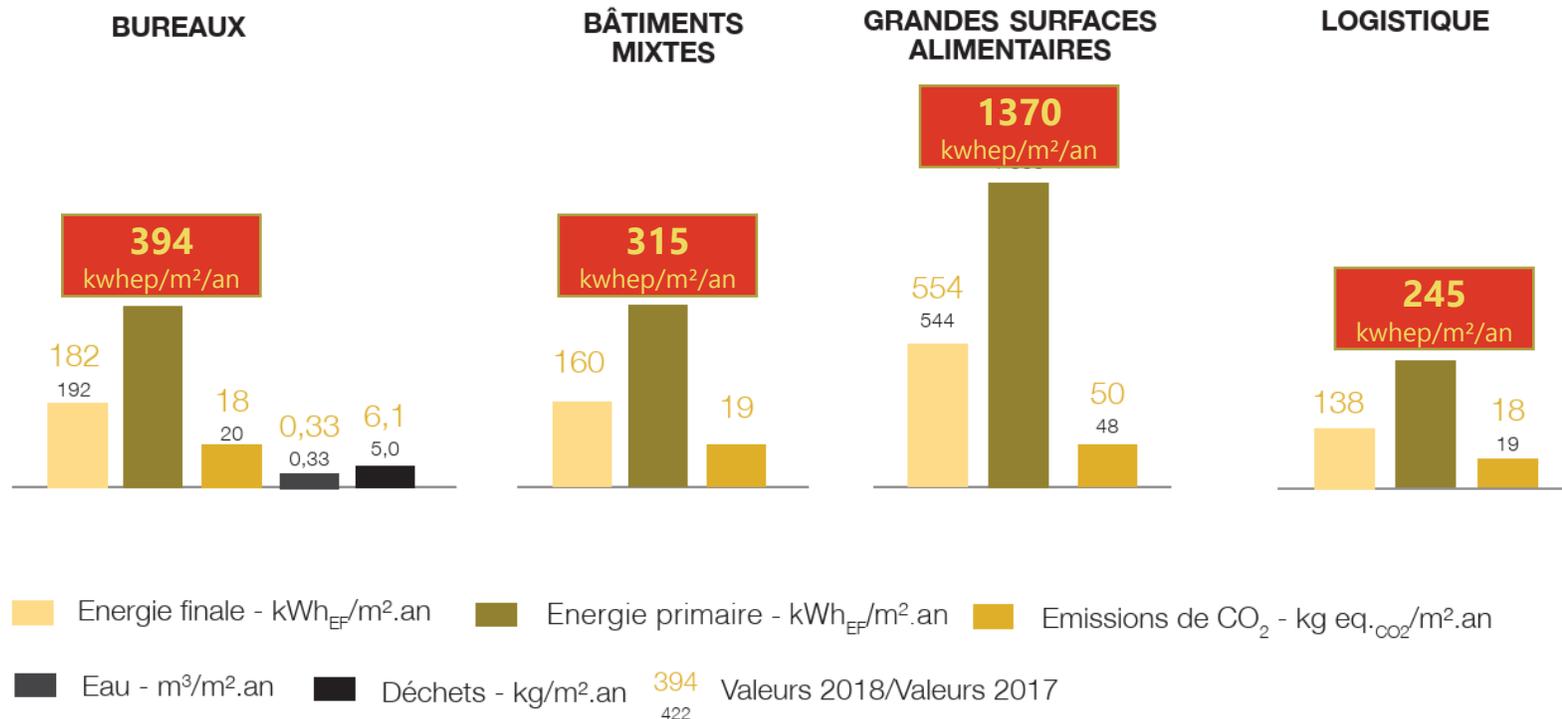


Répartition régionale des projets d'AO CRE



La consommation énergétique des bâtiments d'entreprise

Consommation énergétique des bâtiments d'entreprise en France
(Source: observatoire de l'OID 2018)



Consommation et Production d'énergie des bâtiments construits par GSE



Construction GSE 2016-2020

80 % des surfaces construites
Bâtiments hors gel, non climatisés



8 % des surfaces construites
Bâtiments chauffés climatisés



12 % des surfaces construites

Bâtiments froid positif



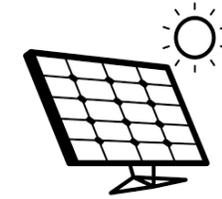
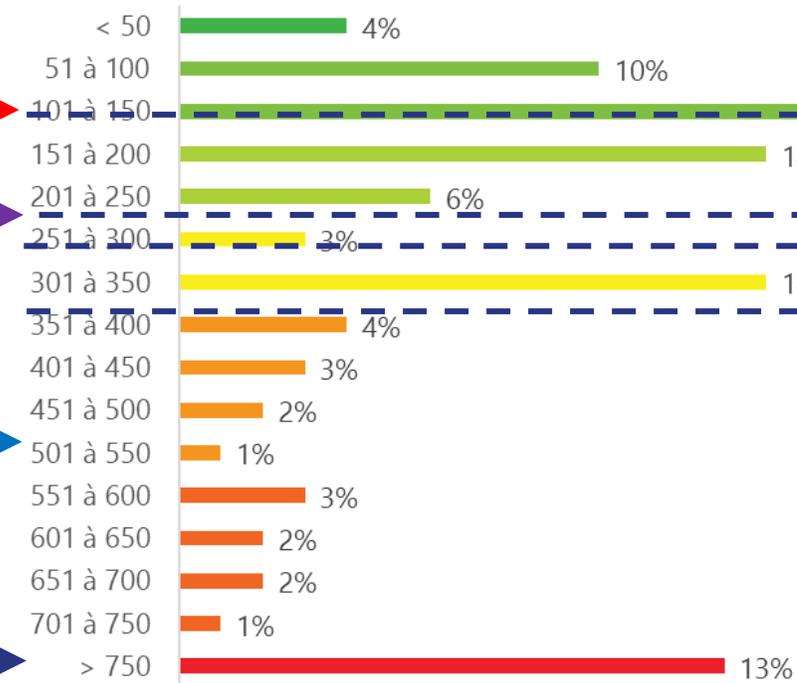
Bâtiments froid négatif



Consommation énergétiques réelle des bâtiment logistiques

(Source: observatoire de l'OID 2018)

kWh/m²/an



Production Photovoltaïque

30% de la toiture

Toiture pleine

Toiture + ombrières parking VL

Toiture

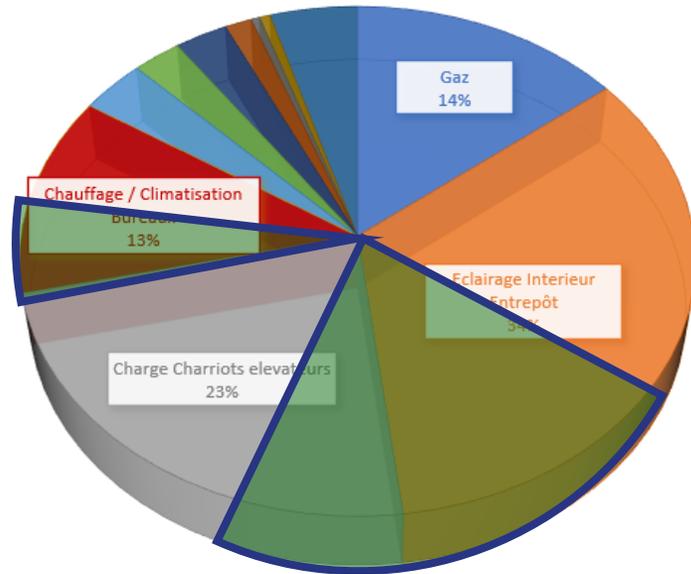
+ ombrières parking VL

+ Centrale au sol (espaces verts)

Dans 90% des cas, un bâtiment d'activité avec toiture photovoltaïque produit plus d'énergie qu'il n'en consomme....

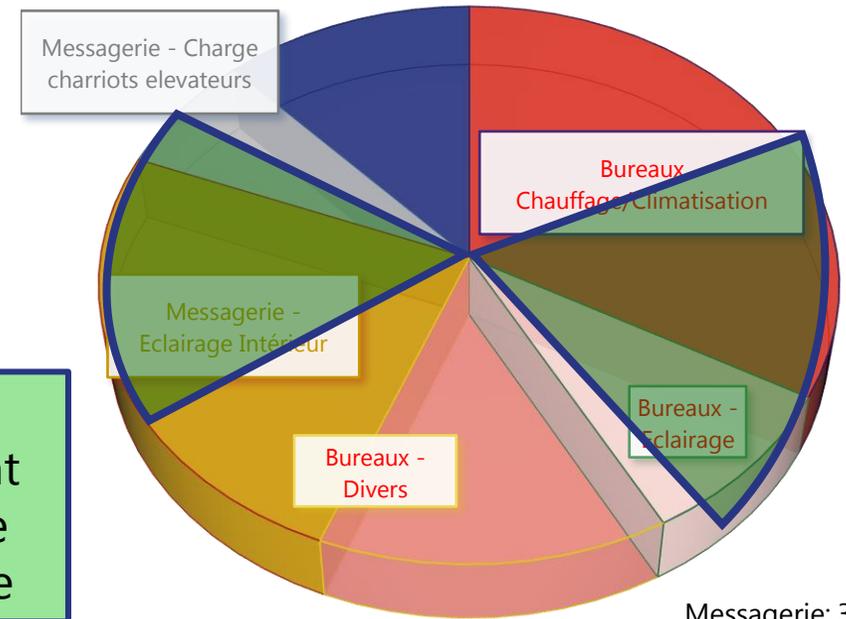
L'autoconsommation photovoltaïque en détail

Exemple de consommation réelle
type d'un entrepôt sec



Entrepôt sec : 42 000m²
Bureaux 3000m²

Exemple de consommation réelle
d'une messagerie



Messagerie: 3 000m²
Bureaux 1300m²

Partie
potentiellement
produite par le
photovoltaïque

Sans stockage, le taux d'autoproduction ne dépasse pas les 30%

La capacité d'autoconsommation des bâtiments construits par GSE

	Capacité d'autoconsommation totale (*)	Compatibilité avec l'exigence de la loi Energie Climat (30% de toiture photovoltaïque)
Bureaux	20 - 30 kWc / 1000m ² de SDP	Non soumis à la loi
Bâtiment d'activité non climatisé	7 kWc / 1000 m ² de SDP	4% de la toiture (hors bâtiments à étage)
Bâtiment d'activité chauffé / climatisé	15 kWc / 1000 m ² de SDP	8-10 % de la toiture (hors bâtiments à étage)
Bâtiment froid > 0°C	60-70 kWc / 1000 m ² de SDP	30-40 % de la toiture
Bâtiment froid < 0°C	≈ 100 kWc / 1000 m ² de SDP	50-60 % de la toiture

(*) sans moyen de stockage d'énergie sur site, basé sur les consommations électriques réelles des bâtiments construits et monitorés par GSE
 Autoconsommation totale = taux d'autoconsommation > 80%

L'autoconsommation photovoltaïque

- L'autoproduction d'énergie est un investissement de réduction de sa consommation énergétique souvent plus rentable que bien d'autres mesures habituelles

Mesures sur un bâtiment logistique sec	Tps de retour brut sur investissement
Mise en place de Panneaux solaires à 90% d'autoconsommation Investissement \approx 2 à 5€/m ² (dépend de la consigne d'éclairage)	12 ans (Nord) 9 ans (Sud)
Sur Isolation de la toiture > 50 mm (chauffage 5°C) Investissement = 1€/m ² /cm	> 100 ans
Sur Isolation de la toiture > 120 mm (chauffage 12°C) Investissement = 1€/m ² /cm	> 30 ans

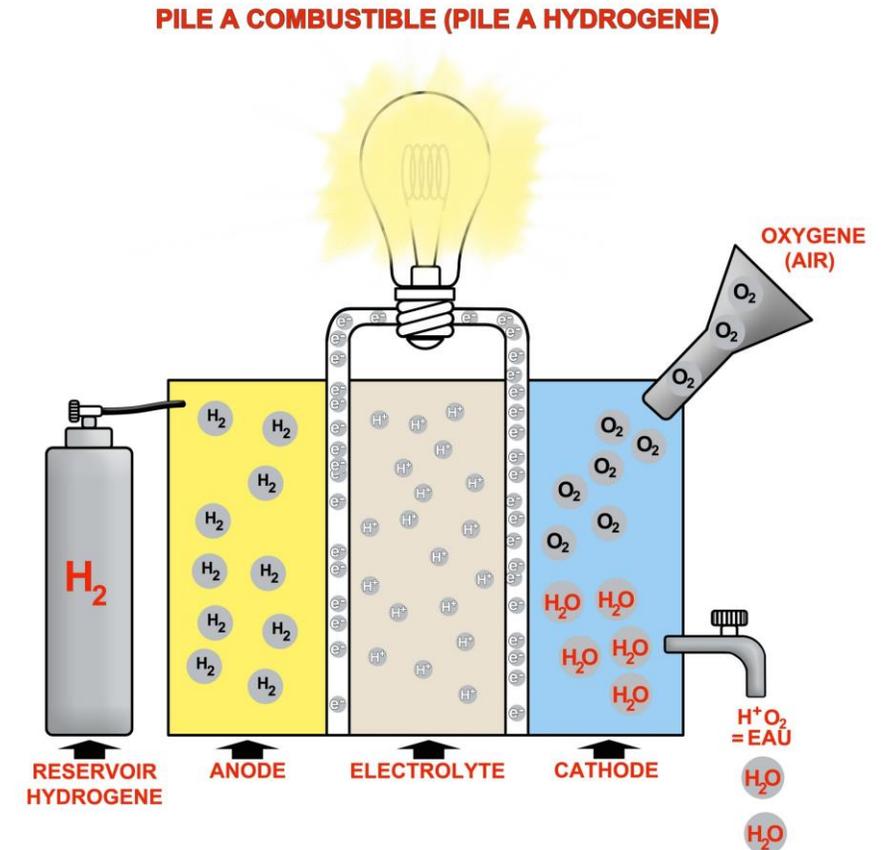
Et le Stockage d'énergie renouvelable ?

- La solution existante: **les batteries électriques** (Lithium)
 - Coût de la centrale x 2 à 3 => Perte de toute rentabilité par rapport à la revente subventionnée
 - Utile pour le stockage sur de courtes durées (jour/nuit)
 - Un coût qui devrait chuter fortement dans les 10 prochaines années
- D'autres solutions moins accessibles:
 - Stockage gravitaire de masse d'eau avec les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) ;
 - stockage thermodynamique avec les systèmes de stockage par air comprimé (CAES) ;
 - stockage d'énergie cinétique avec les volants d'inertie
 - **La production d'Hydrogène par pile à combustible**

L'Hydrogène: une double opportunité pour les grandes toitures photovoltaïques

1- Un bâtiment réellement « autonome » en énergie grâce à la pile à combustible:

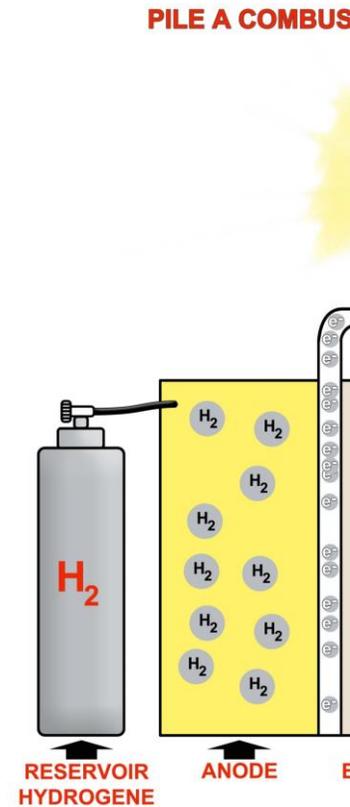
- Capable de stocker de l'électricité
 - Avec de bons rendements (> 85%)
 - Sur des durées illimitées (réservoir d'H₂)
- Capable de régénérer Electricité + Chaleur à partir de l'Hydrogène
 - Rendements dépendant de la capacité à utiliser la chaleur



L'Hydrogène: une double opportunité pour les grandes toitures photovoltaïques

2- Une station de carburant renouvelable pour la filière logistique

- La vente d'Hydrogène comme carburant 100% renouvelable ET en circuit court
- La vente d'H₂ renouvelable dans d'autres filières industrielles



L'Entrepôt-Station Hydrogène : Ordres de grandeur

- 1 entrepôt sec de 36 000m² équipé

Centrale photovoltaïque complète



Station Hydrogène renouvelable

+



- 1 Million kWh / an autoconsommé ($\approx 100\%$ de sa consommation)
- 1 Million km de camion à hydrogène par an (30 camions.an)

Merci



Nicolas AUBERT
Directeur Développement Bretagne

Tél : +33 2 56 85 36 17
Mob. : +33 6 88 08 59 33
nAubert@gsegroup.com
www.gsegroup.com

GSE REGIONS
9 rue Louis KERAUTRET-BOTMEL - 35000 - RENNES - FRANCE

Marc ESPOSITO
Directeur Innovation

Tél : +33 4 90 23 74 64
Mob. : +33 6 32 58 88 75
mEsposito@gsegroup.com
www.gsegroup.com

GSE
Parc d'Activités de l'Aéroport - 310, Allée de la Chartreuse - CS 50051 - 84005 - AVIGNON CEDEX 1 - FRANCE