Technologie photovoltaïque et principes de mise en œuvre de générateurs solaires raccordés au réseau de distribution

Intervenant: Etienne Sauvage, Transénergie Centre/hacsé, Tours 37

Plan de l'intervention

1. Présentation de Transénergie
2. Principe de fonctionnement
3. Aperçu technologique
4. Procédures de raccordement au réseau ERDF
1. Risques et contraintes de mise en œuvre

Présentation du bureau d'études Transénergie

Bureau d'études indépendant spécialisé ENR depuis 1992

Les cœurs de métier:

- Solaire photovoltaïque (plus de 1000 références en France)
- Solaire thermique
- Diagnostic énergétique: approche bâtiment et territoriale
- Electrification rurale décentralisée (pays en développement)

Les activités:

- Assistance technique maîtrise d'ouvrage privée
- Maîtrise d'œuvre sur marchés public et privé
- Etude d'opportunité, faisabilité
- Recherche et développement
- Formation
- Expert d'appui aux comités nationaux de développement de la filière photovoltaïque (Qualit'EnR, Syndicat des Energies Renouvelables, ADEME, Pompiers de Paris, etc…)

Présentation du bureau d'études Transénergie

Bureau d'études indépendant spécialisé ENR depuis 1992

Implantations:

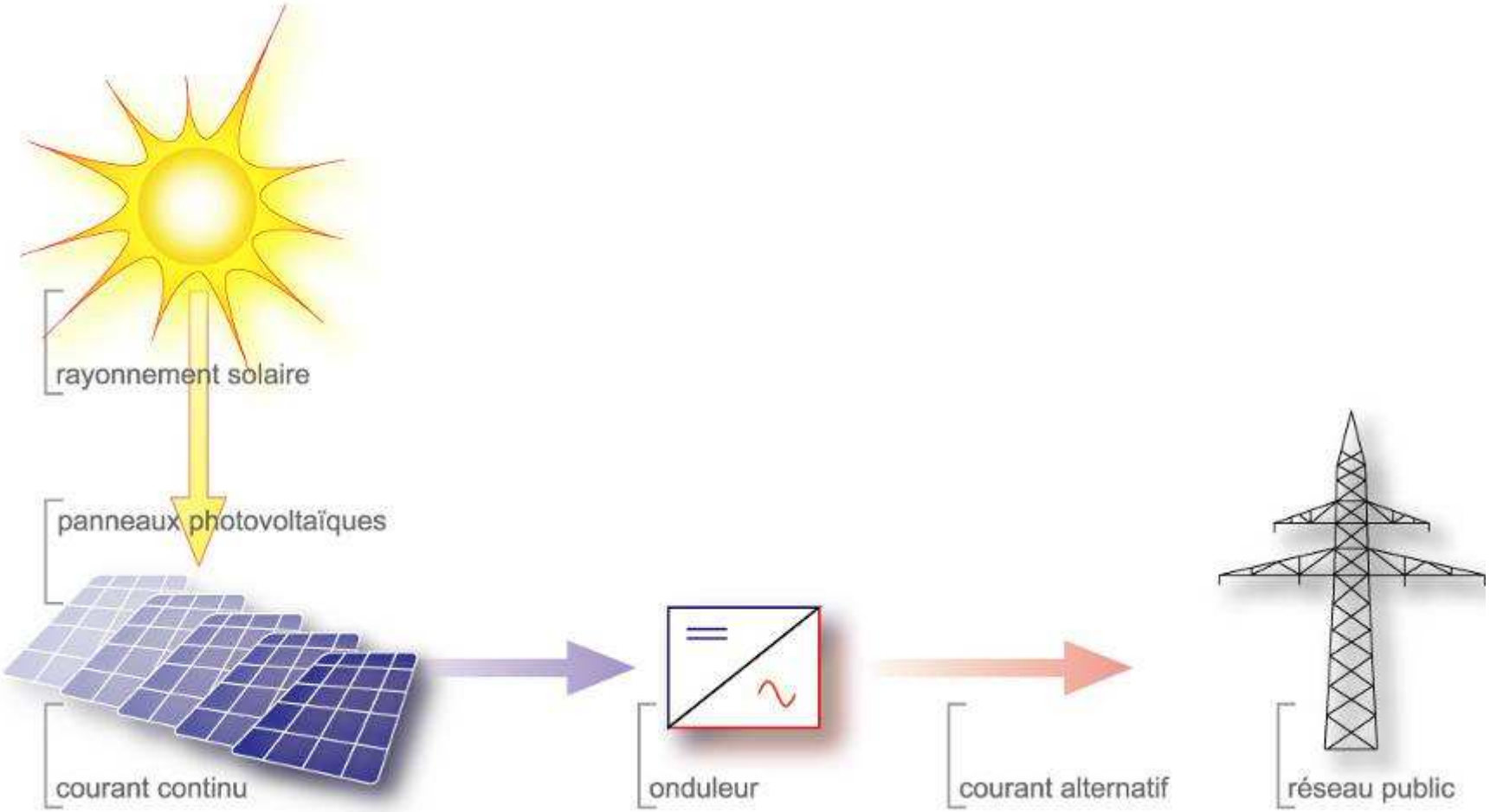
- Siège: Ecully (69)
- Transénergie Méditerranée (06)
- Transénergie Sud (31)
- Transénergie Alsace (67)
- Transénergie Centre (37) / partenariat société HACSE
- Transénergie Caraïbes (Guadeloupe)
- Transénergie Océan Indien (Réunion)

L'équipe:

- Environ 50 ingénieurs répartis dans les différentes agences et filiales
- PDG: Bassam Ouaida
- Directeur technique: Gérard Moine (propriétaire de la première installation PV raccordé au réseau français en 1994!)
- Transénergie Centre: Etienne Sauvage, ingénieur spécialisé PV depuis 2000

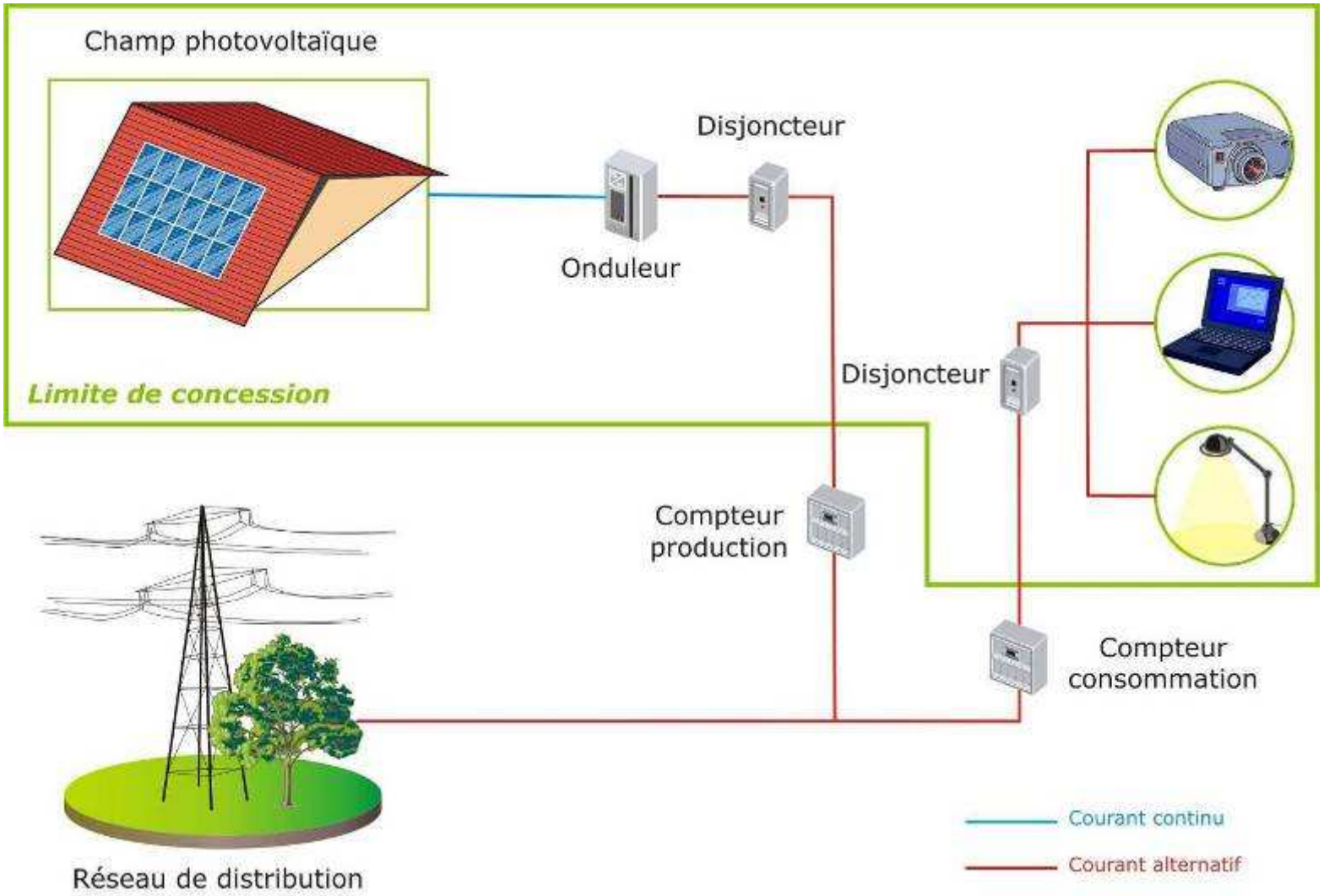
2. Principe de fonctionnement

Une production d'électricité au fil du soleil



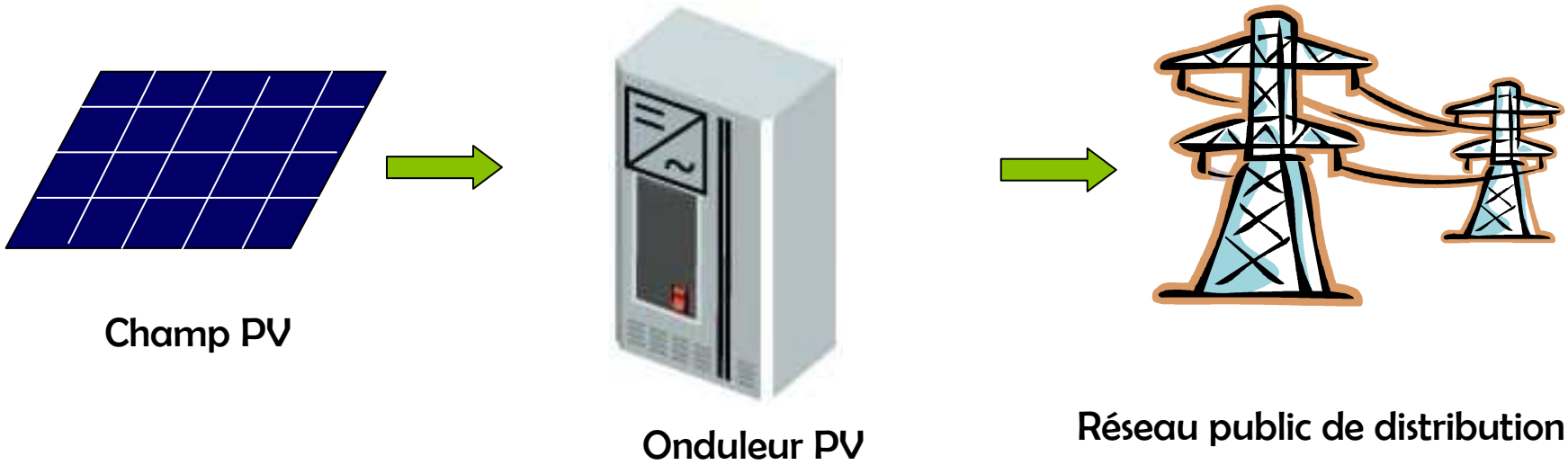
2. Principe de fonctionnement

La revente d'électricité au réseau



L'onduleur, le cœur de l'installation

Onduleur photovoltaïque pour injection de courant sur le réseau :



L'onduleur PV est l'interface entre le champ PV et le réseau électrique

Il fonctionne uniquement en journée et seulement si la tension réseau est présente

Il a des caractéristiques différentes d'un onduleur PV autonome

Les éléments clef d'une conception réussie

Quelques éléments techniques indispensables au bon fonctionnement d'un générateur photovoltaïque

Le champ de modules photovoltaïques:

- Modules de bonne qualité (durée de vie attendue > 20 ans!)
- Toiture bien exposée (absence d'ombres, orientation entre Est et Ouest, inclinaison de 5 à 50°)
- Bonne ventilation, étanchéité du dispositif en cas d'intégration au bâti
- Accessibilité pour la maintenance

Les onduleurs:

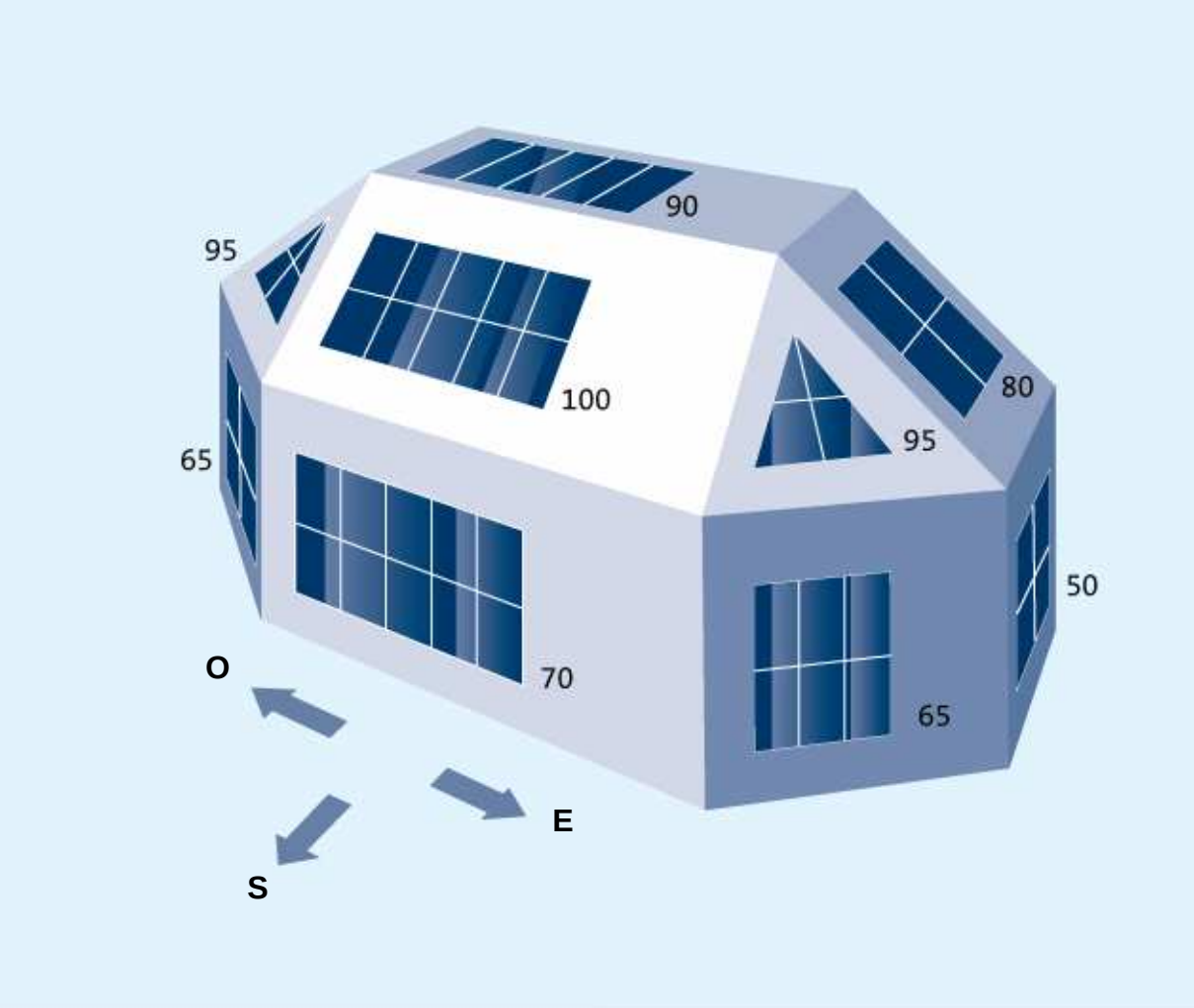
- Matériel de bonne qualité (extensions de garanties, télé suivi, etc..0)
- Choisir un local frais, suffisamment grand (0,35m^2 / kW), ventilé voir climatisé
- Câblage et accessoire: dimensionnement précis!

Les intervenants

- Attention: le photovoltaïque attire de nombreux « non spécialistes »
- L'engagement « sur 20 ans » oriente le choix vers des intervenants spécialisés et à présence durable (les besoins critiques de maintenances arrivent après 10 ans!)

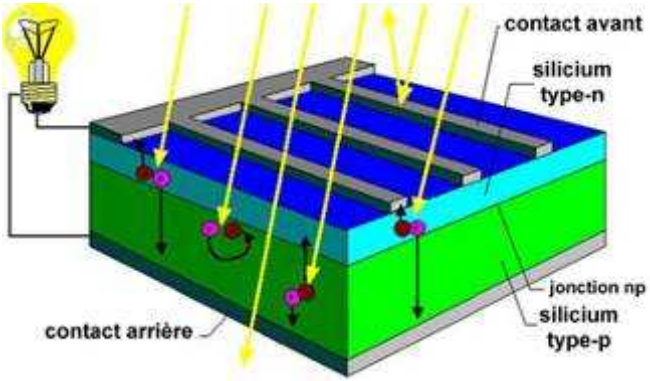
2. Principe de fonctionnement

Le choix d'une toiture « bien exposée »



© www.solarpraxis.de

Le photovoltaïque en images…



Le photovoltaïque en images…

Le photovoltaïque en images…

Le photovoltaïque en images…

Le photovoltaïque en images…

Le photovoltaïque en images…

Définitions et ordres de grandeurs

Quelques notions utiles de « photovoltaïque »

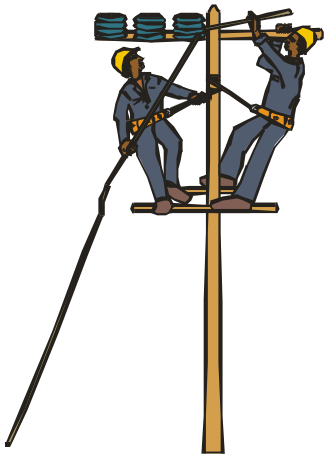
Qu'est ce que l'unité « Watt crète », ou Wc (kWc, MWc, etc..)?

- C'est la puissance nominale ou maximale que débitera un module PV exposé dans les conditions « idéales » (conditions d'ensoleillement et de température normalisées)
- Pour les technologies à base de silicium cristallin: 1 kWc représente entre 7 et 10 m^2
- Pour les technologies de la famille des couches minces (silicium amorphe, CdTe, CIS, CGIS…) 1kWc représente entre 13 et 20 m^2
- En pratique, un système de 10kWc ne débite quasiment jamais 10kW!

La production d'énergie délivrée au réseau:

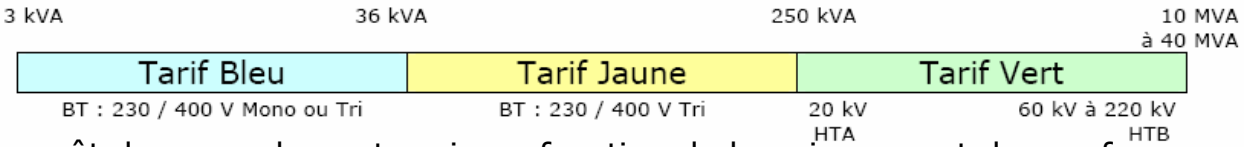
- En moyenne dans le centre de la France, 1kWc PV (toute technologie confondue) délivre au réseau environ 1000kWh/an
- Le choix technologique repose sur:
  - La surface disponible (si peu de surface, préférence Si Cristallin)
  - La nature de l'ensoleillement (soleil direct ou nuage fréquents)
  - La présence d'ombrage
  - L'esthétique, l'adaptabilité du produit d'intégration aux contraintes du bâtiment
  - Etc…

Les coûts de raccordement au réseau



Il existe 3 types de tarifs, basés sur le niveau de puissance :

- le tarif **Bleu** : utilisation domestique (de 3 à 36 kVA),
- le tarif **Jaune** : puissance de 36 à 250 KVA, livraison en basse tension,
- le tarif **Vert** : puissance souscrite supérieure à 250 kVA, livraison en haute tension (HTA ou HTB).



En pratique, le coût du raccordement varie en fonction de la puissance et des renforcements techniques éventuellement nécessaires:

- P < 18kW : entre 300 et 1000€, renforcement de ligne très rare
- 18 à 36 kW: entre 500 et 2000€ si pas de renforcement de ligne/transfo
- P > 36kW: coût très variable pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliers d'euros

Le photovoltaïque : un nouveau métier

Un métier nouveau exigeant qui requiert des compétences multiples

L'intégration des générateurs PV en toiture:

- L'intégration en toiture permet un tarif de rachat bonifié (0,6 euros / kWh)
- Les modules PV ne sont pas à la base conçu pour assurer une fonction de clos et couvert!
- Beaucoup d'incertitudes sur la pérennité des « systèmes d'intégration » diffusés sur le marché… prudence sur le choix des produits (assurance)
- La pose de systèmes PV intégré exige la compétence de couvreurs expérimentés sensibilisés aux risques électriques

Les aspects électriques:

- L'électricité PV, courant continu sur des plages de 300 à 800V, non familière aux électriciens « traditionnels »
- Risque permanent d'électrisation potentiellement mortelle (champ PV sous tension en permanence la journée)
- Risque fort de départ d'incendie (arc électrique sur courant continu) en cas de défaut de connectique (rappel: un système de 300m^2 nécessite près de 1km de câble et plusieurs centaines de points de connexion!)
- La conception et la pose électrique d'un système PV exige la compétence d'électriciens spécialisés photovoltaïque, habilité pour intervenir sur la basse tension en courant continu

Risques techniques

Risques techniques liés à la mise en œuvre et l'exploitation d'un système photovoltaïque intégré en toiture

Sur la qualité des produits mis en œuvre:

- Durée de vie des modules PV? Garanties? (attention à la « garantie de production sur 25 ans »!!)
- Durée de vie des onduleurs? Procédures et fonds pour le remplacement?

Sur la qualité des intervenants:

- Existence d'une réelle garantie décennale pour l'intégration en toiture? (rappel: moins de 10 techniques d'intégration sur 100 dispose d'avis technique ou équivalent…)
- Qualité de la conception et garantie de productible?
- Nature des contrats de maintenance?

Sur le bâtiment équipé et ses usagers:

- Etanchéité (produits d'intégration pour la plupart non certifiés par le CSTB)
- Comment remplacer un module PV défaillant en année 15 par un produit identique sur le plan fonctionnel et électrique?
- Risques électriques: présence de tension dangereuse (> 300V) en permanence la journée en toiture et dans les câbles entre le champ PV et les onduleurs
- Connectique photovoltaïque défaillante = risque important de départ d'incendie!

Spécifiés liées aux ERP

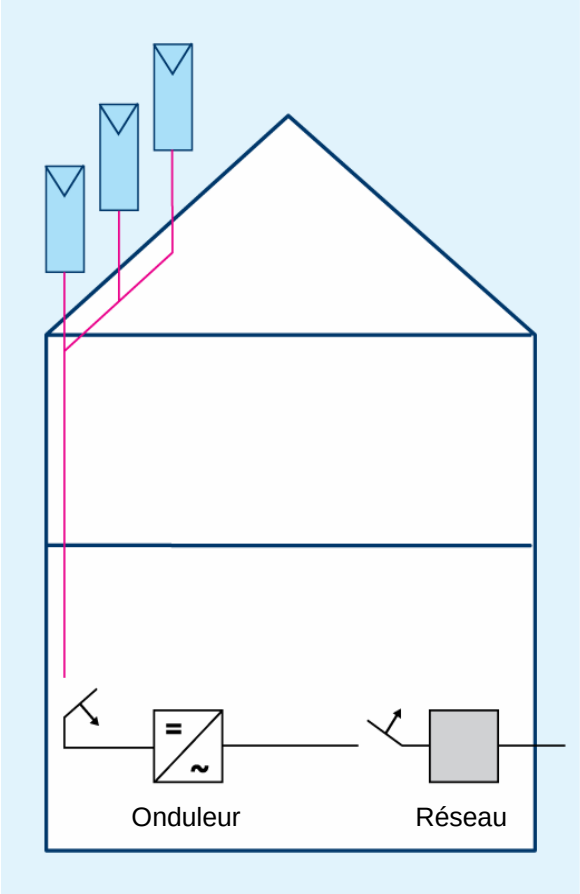
Nécessité d'une conception rapprochée avec les BE de contrôle et les services du SDIS en phase amont du projet

La présence continuelle de tension dangereuse en journée:

- Le champ PV reste en permanence sous tension en journée, idem pour les câbles
- Nécessité impérative de protéger et signaler le cheminement des câbles

Interventions des services de secours:

- Travaux en cours au niveau national (appui Transénergie) sur l'élaboration de recommandations pour les ERP sur la conception des systèmes PV
- Elaboration progressive de procédures d'intervention des pompiers sur les bâtiments équipés de PV



© Feuerwehrschule München

Le Photovoltaïque…. Pas si simple

La performance énergétique (ie la rentabilité) escomptée de l'installation n'est pas le seul facteur de réussite d'un projet! …la pérennité des projets et la sécurité des biens et des personnes doivent être au cœur des démarches de conception.

Merci de votre attention

Etienne Sauvage
esauvage@hacse.eu, 06.35.29.45.49