

AGENDA

10h00 : Accueil

10h15 : Mots de bienvenue

10h30 : Solaire, ici et maintenant !

-  Solarisez vos toitures ou parkings pour sécuriser votre facture énergétique, comment faire ?
Benoit Lelong et David Dumas, Cythelia Energy
-  Retours d'expérience sur les installations d'entreprises régionales – Franck Barruel, EDM I
-  Les accompagnements à mobiliser (Région, Etat, Ademe, BPI, ..) – Laurence Tardy, Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises

11h30 : Solaire pour le futur !

-  Etienne Wurtz – CEA-Liten / INES
-  Développez vos innovations en partenariat avec la Solar Academy – Monika Woloszyn, Lina Henao Valencia.
Inspirez-vous des projets collaboratifs avec la recherche et l'industrie
 - Perrin Electric – Thibault Melchior / H-Aimable Karangwa
 - Steadysun – Guillaume Tremoy
 - Chaires partenariales CLEE et CITEE – Aude Pommeret, Martin Thebault

12h30 : Conclusion, visite de Cythelia, cocktail & networking



Présentations

Comment sécuriser sa facture énergétique grâce au photovoltaïque ?

Benoit Lelong, Directeur

David Dumas, Directeur opérationnel Bureau d'études





- 29 ans d'expérience
- 100% Photovoltaïque, autour de 2 métiers :
Bureau d'études
Concepteur de solutions logicielles
- 25 ingénieurs
3 antennes locales (Chambéry, Paris, Toulouse)



Bureau d'études



Suite logicielle archelios



Prestation de Service

Pourquoi du photovoltaïque ? Raison 1 : contraintes réglementaires

Sur les bâtiments neufs et existants > 500 m²

- Obligation d'installer un procédé de production d'ENR ou un système de végétalisation
 - Sur 30 % des surfaces (si réalisé en 2023)
 - Sur 40 % des surfaces (si réalisé en 2026)
 - Sur 40 % des surfaces (si réalisé en 2027)

+ Décret tertiaire « loi ELAN »

Sur les bâtiments neufs > 500 m²

- Obligation d'installer un procédé de production d'ENR ou un système de végétalisation



Loi « Energies Renouvelables »

Loi « Climat et Résilience »



Sur les parkings existants > 1500 m²

- Obligation d'installer 50 % d'ombrière photovoltaïques

Sur les parkings neufs (à partir de 2023) > 500 m²

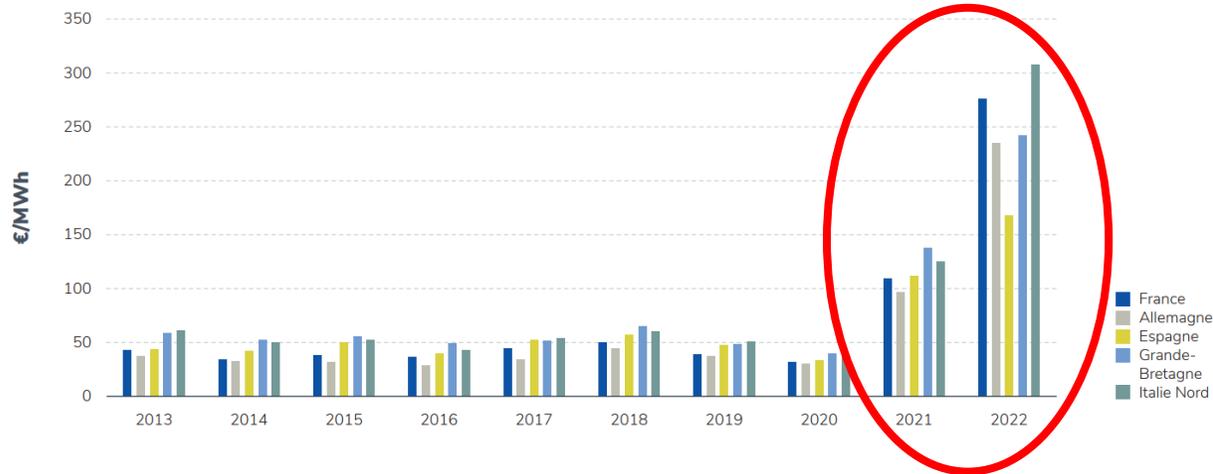
- Obligation d'installer 50 % de dispositifs de perméabilisation
- Obligation d'installer 50 % de dispositifs d'ombrage
 - Dispositif végétalisé
 - Ombrière photovoltaïques



Pourquoi du photovoltaïque ? Raison 2 : prix de l'électricité

Evolution des prix de l'électricité

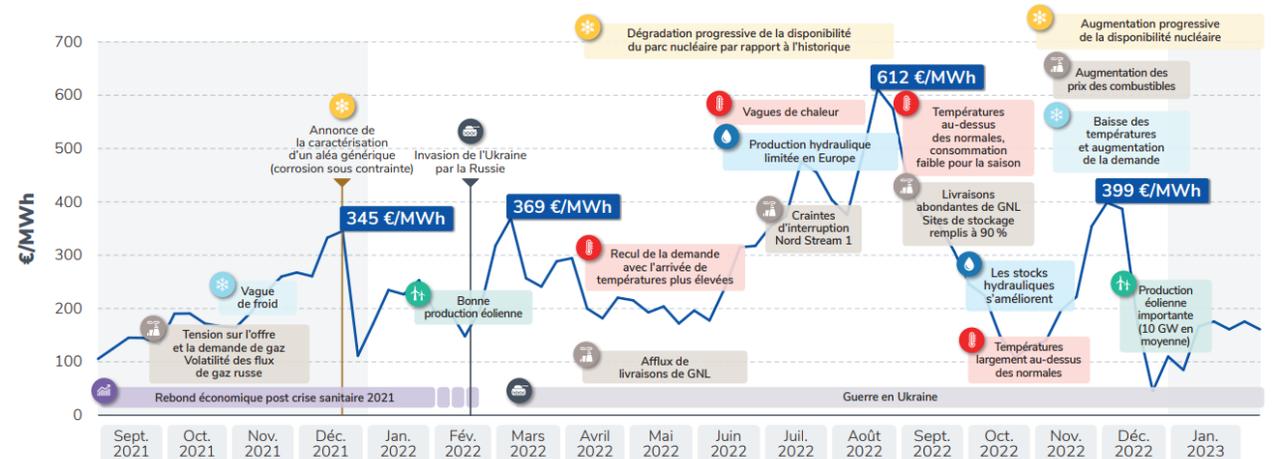
Figure 18 : Moyennes annuelles des prix spot horaires pour différents pays européens



2021 – 2022 = Augmentation importante

2023 = Incertitude importante

Figure 19 : Évolution du prix spot moyen hebdomadaire en France entre septembre 2021 et janvier 2023 (données : EPEX)



Evolution de la rentabilité des projets

Avant calcul d'un « temps de retour » → **Maintenant**, calcul d'un « coût de l'électricité » (LCOE)

Le temps de retour devient difficile à calculer : impossible de prévoir les tarifs de consommation sur 20 ou 30 ans

Avant on recherchait à rentabiliser un investissement, maintenant on veut sécuriser ses frais de fonctionnement

Coût de l'électricité photovoltaïque sur 30 ans : **entre 6 et 15 c€/kWh**

→ **(Si) le coût de l'électricité est supérieur : c'est rentable !**



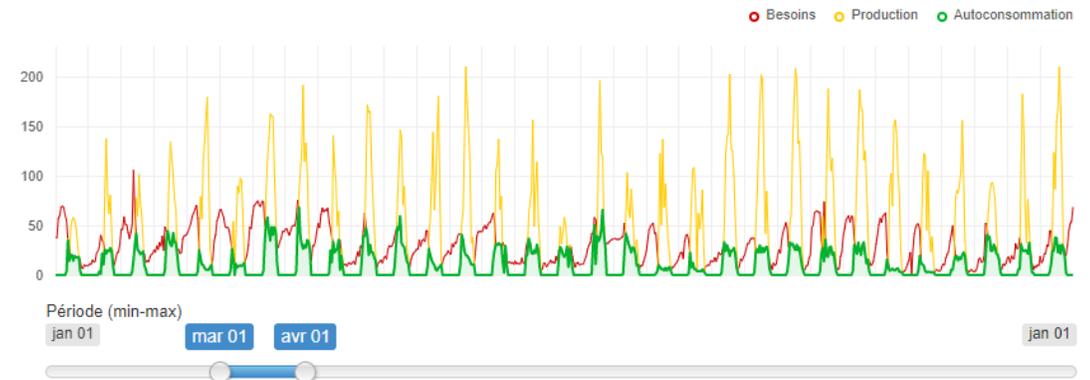
Comment installer du photovoltaïque ? 1. Etudes



Opportunité / Faisabilité

Toitures et ombrières :

- Solutions de raccordement
- Contraintes d'urbanisme
- Etude de productible et d'autoconsommation
- Dispositif de valorisation (< 2500m² ou AO CRE)
- Choix de la valorisation (Vente, Autoconso + surplus)
- Calculs économiques
- Etude d'éblouissement



Toitures :

- Analyse de la structure (charpentes, bac acier)
- Analyse de l'isolant + étanchéité...
- Vérification amiante



Ombrière :

- Réseaux en sous-sol
- Evacuation des eaux pluviales
- Etude géotechnique
- Plans de circulation

Comment installer du photovoltaïque ? 2. Réalisation



1. Recruter un installateur

- Rédaction des pièces marché
- Analyse des offres, négociation
- Garanties de production ?
- Assistance à la contractualisation

2. Suivre les travaux

- Dossier EXE
- Visite de chantier (sécurité, normes, règles de l'art, planning...)
- Réception
- Mise en service

3. Suivre la production

- Suivi de production
- Vérification des objectifs
- Pénalités



→ Se faire accompagner

Choix du modèle économique

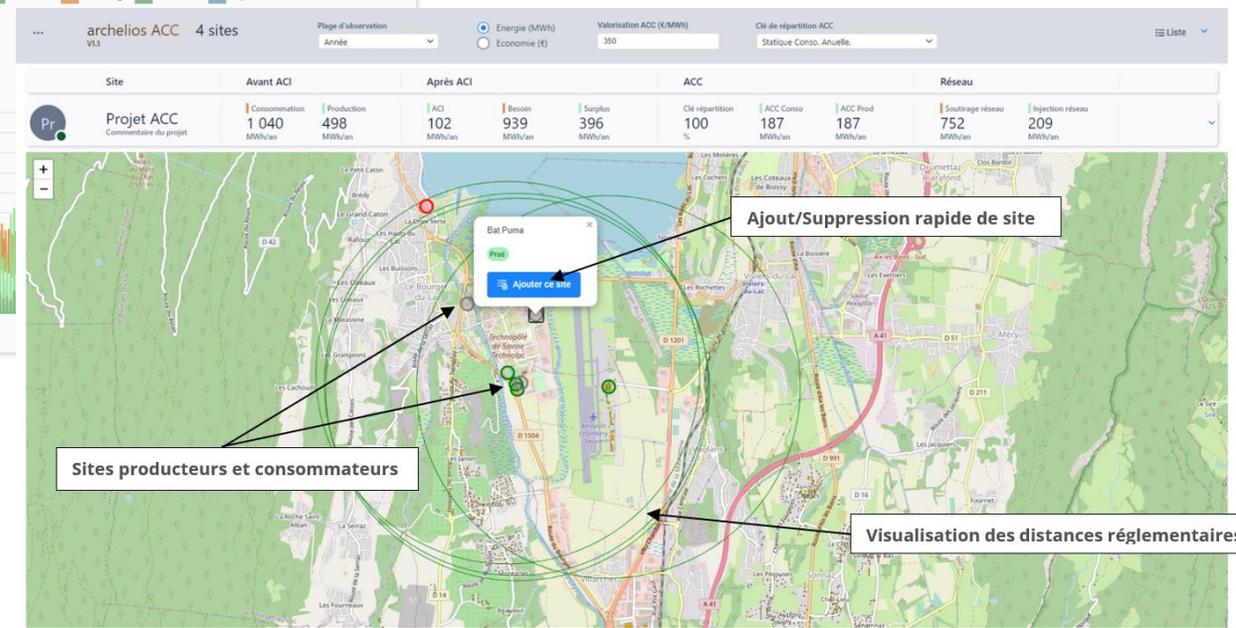


	Investissement Propre	Tiers-Investissement
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Récupérer toute la valeur ajoutée • Maîtriser son projet de A à Z • Pas de contrat avec un tiers 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation clef en main • Les aléas sont gérés par l'investisseur • Perception d'un loyer sur 20-30 ans (ou soulte)
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite une mobilisation financière • Nécessite une bonne expertise ou de se faire assister • Plus chronophage 	<ul style="list-style-type: none"> • Un tiers engagé sur son bâtiment pendant 20-30 ans • Rentabilité moindre • Autoconsommation plus complexe

Quid de l'autoconsommation collective ?



Modèle émergent sur le photovoltaïque – nécessite une ingénierie technique et économique encore plus grande



Visualisation cartographique de l'opération d'autoconsommation collective



EDMI-Elec

Courants Forts et Faibles
Instrumentation et Mesure
Bornes de recharge de véhicules électriques



EDMI-EnR

Photovoltaïque
Solaire Thermique
Pompes à Chaleur

Retours d'expérience sur les installations d'entreprises régionales

Contact:

Franck BARRUEL : f.barruel@edmi-enr.fr – 06 43 55 18 14

Responsable développement PV

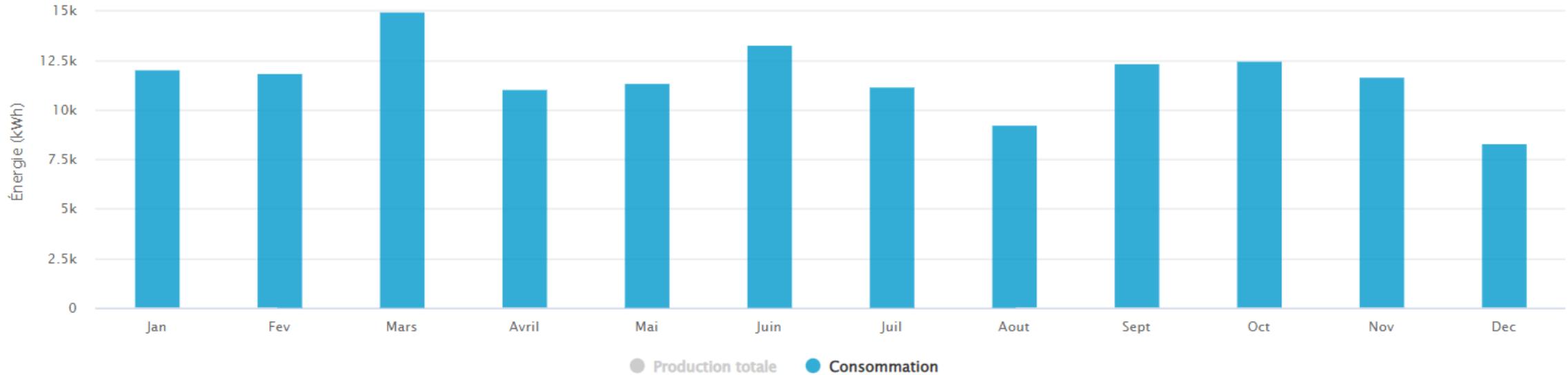
Exemple d'un professionnel en Haute Savoie



Exemple d'un professionnel en Haute Savoie

Production / Consommation mensuelles

Sources: PVGIS / Enedis



Consommation en heure pleine en été
78 913 kWh

Consommation en heure creuse en été
2 000 kWh

140 000 kWh/an

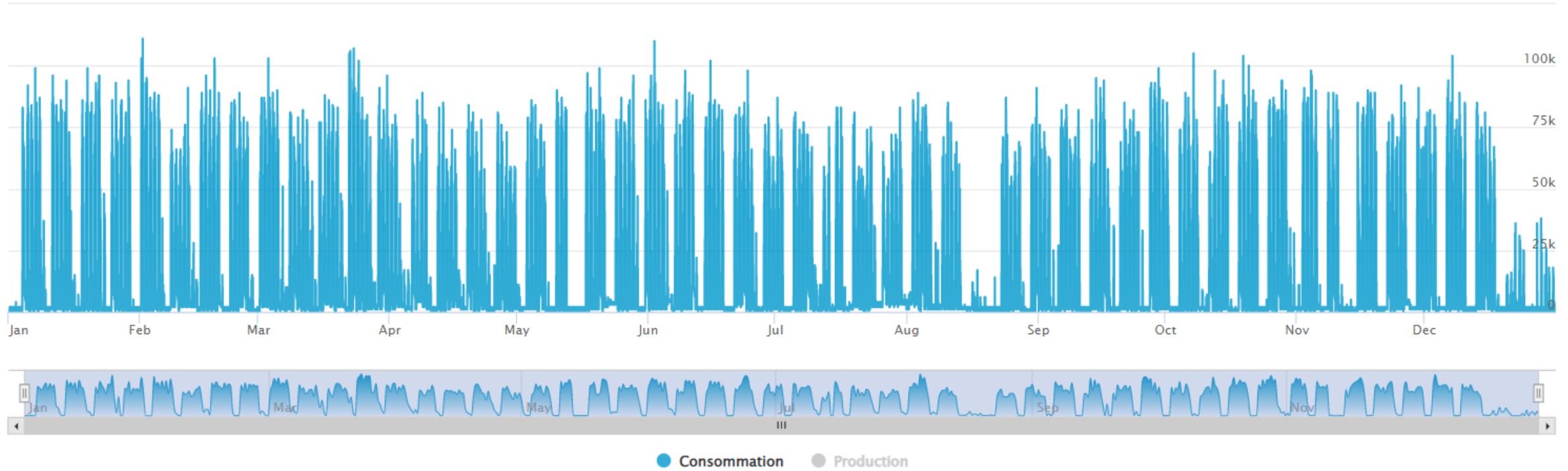
Consommation en heure pleine en hiver
57 566 kWh

Consommation en heure creuse en hiver
1 279 kWh

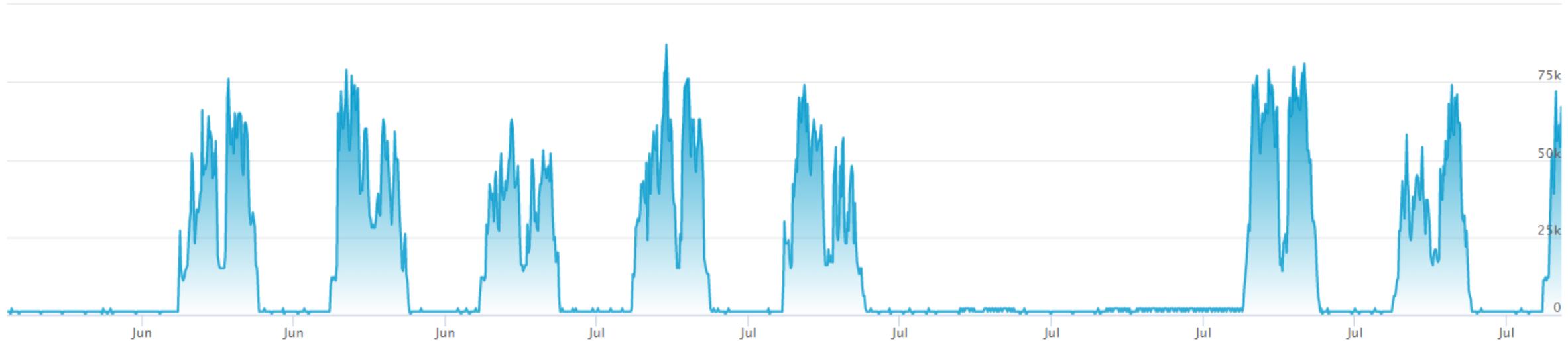
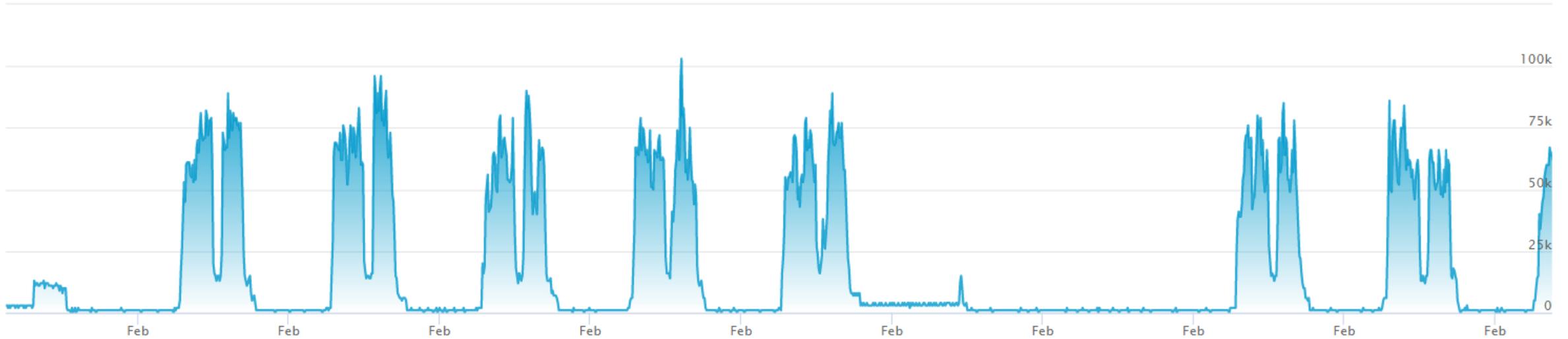
Exemple d'un professionnel en Haute Savoie

Zoom 1j 1s 1m 3m 6m 1a **Tout**

Jan 1 → Dec 31



Exemple de projet d'un professionnel en Haute Savoie



Exemple de projet d'un professionnel en Haute Savoie

Total EDF Electricité			
Abonnement électricité (HT)	Période		Prix unitaire HT
Abonnement	du 01/04/2022 au 30/04/2022		40,83 €/mois
Consommation (HT)	Période	Conso 13 362 kWh	Prix unitaire HT
Electricité Heures Pleines Hiver	du 15/03/2022 au 14/04/2022	7 112 kWh	13,724 c€/kWh
Electricité Heures Creuses Hiver	du 15/03/2022 au 14/04/2022	208 kWh	9,570 c€/kWh
Electricité Heures Pleines Eté	du 15/03/2022 au 14/04/2022	5 876 kWh	6,029 c€/kWh
Electricité Heures Creuses Eté	du 15/03/2022 au 14/04/2022	166 kWh	2,544 c€/kWh

Utilisation du réseau de distribution et prestations techniques (identique pour l'ensemble des fournisseurs)			
		Quantité	Prix unitaire HT
Composante de gestion - Reprise	du 15/03/2022 au 13/04/2022		
Composante de gestion - Echu	du 15/03/2022 au 14/04/2022	31.000 c.j	50.63 c€/c.j
Composante de gestion - Echoir	du 15/04/2022 au 14/05/2022	30.000 c.j	50.63 c€/c.j
Composante de comptage - Reprise	du 15/03/2022 au 13/04/2022		
Composante de comptage - Echu	du 15/03/2022 au 14/04/2022	31.000 p.j	64.36 c€/p.j
Composante de comptage - Echoir	du 15/04/2022 au 14/05/2022	30.000 p.j	64.36 c€/p.j
Composante de soutirage fixe - Reprise	du 15/03/2022 au 13/04/2022	PS pondérée : 168 kW	
Composante de soutirage fixe - Echu	du 15/03/2022 au 14/04/2022	5208.000 kW	3.18 c€/kW
Composante de soutirage fixe - Echoir	du 15/04/2022 au 14/05/2022	5040.000 kW	3.18 c€/kW
Composante de soutirage Heures Pleines Hiver	du 15/03/2022 au 14/04/2022	7112.000 kWh	5.15 c€/kWh
Composante de soutirage Heures Creuses Hiver	du 15/03/2022 au 14/04/2022	208.000 kWh	3.36 c€/kWh
Composante de soutirage Heures Pleines Eté	du 15/03/2022 au 14/04/2022	5876.000 kWh	2.28 c€/kWh
Composante de soutirage Heures Creuses Eté	du 15/03/2022 au 14/04/2022	166.000 kWh	1.80 c€/kWh
Durée de dépassement	du 15/03/2022 au 14/04/2022	0.000 h	1029.00 c€/h

Nouveaux tarifs pour l'hiver :

HPH = **57 c€/kWh**

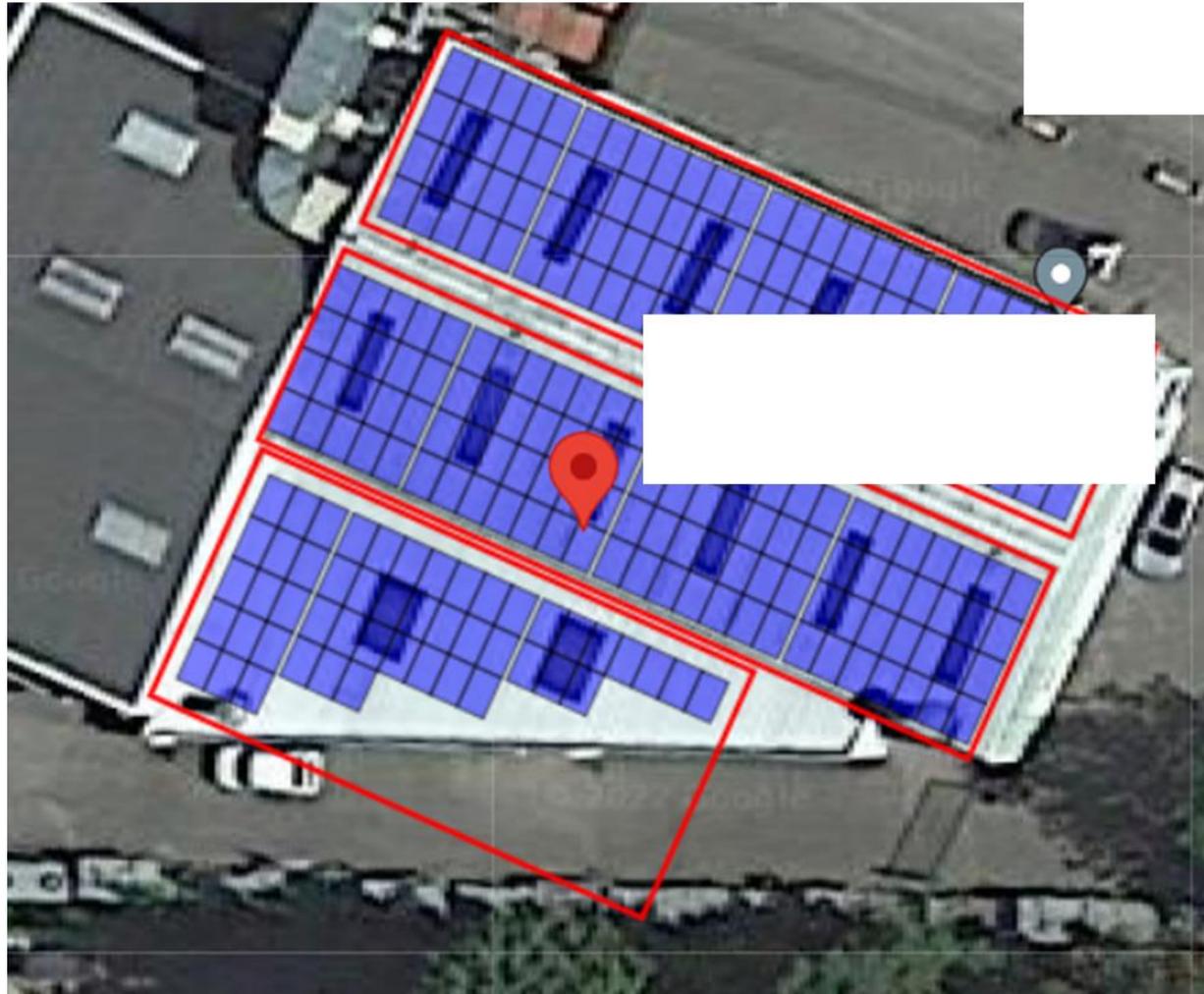
HCH = **24 c€/kWh**

Nouveaux tarifs pour l'été :

HPH = **18,2c€/kWh**

HCH = **8,26 c€/kWh**

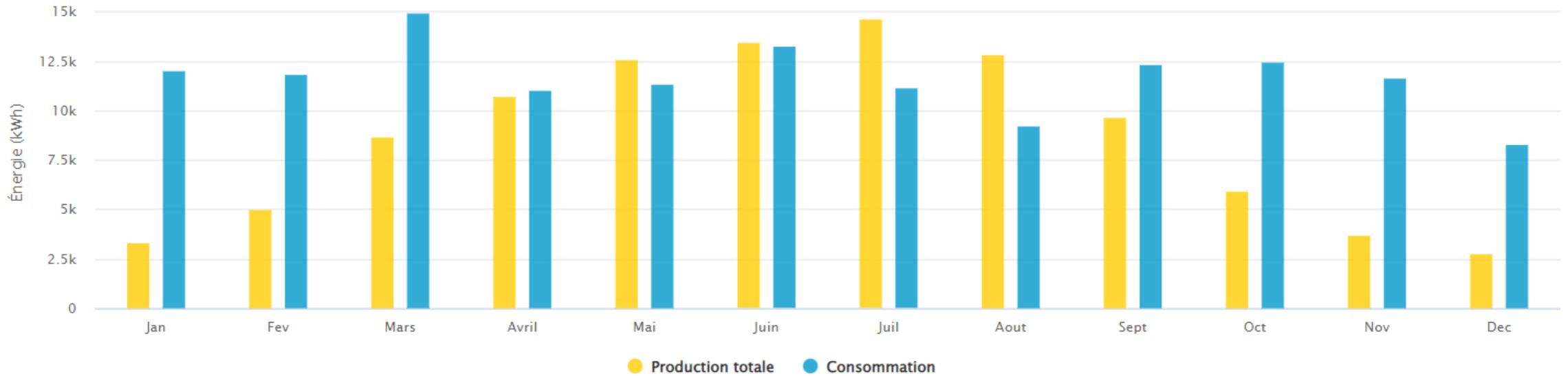
Potentiel PV : 103 kWc



Exemple de projet d'un professionnel en Haute Savoie

Production / Consommation mensuelles

Sources: PVGIS / Enedis



Taux d'autoconsommation = 60 %

Taux d'autoproduction = 45 %

Bilan économique

Hypothèses :

- Investissement 1 €/Wc HT
- OPEX 2% / an (TURPE-Maintenance-assurance)
- 3 % d'augmentation annuel du prix de l'électricité

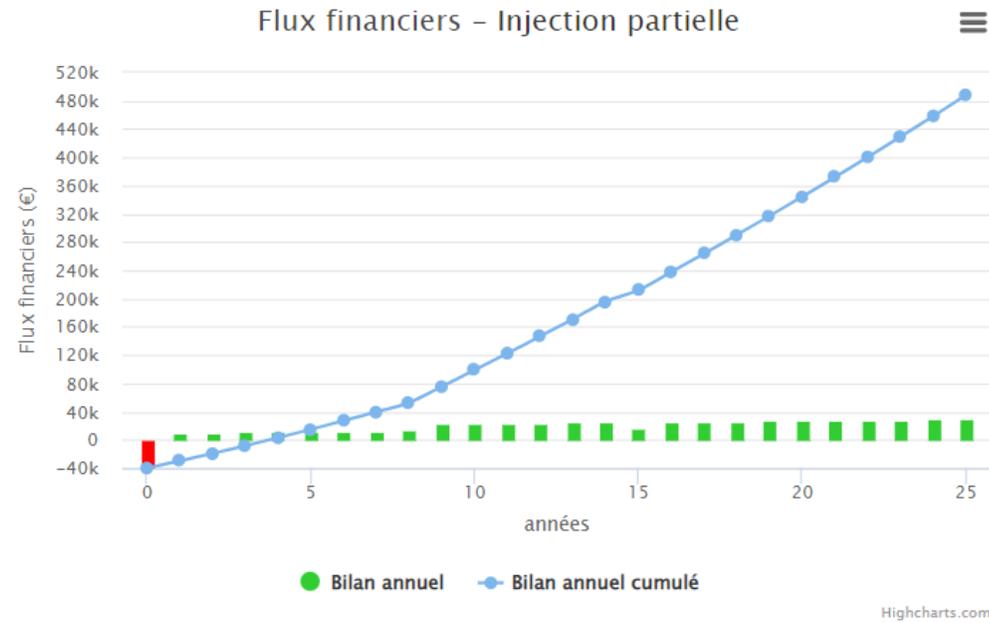
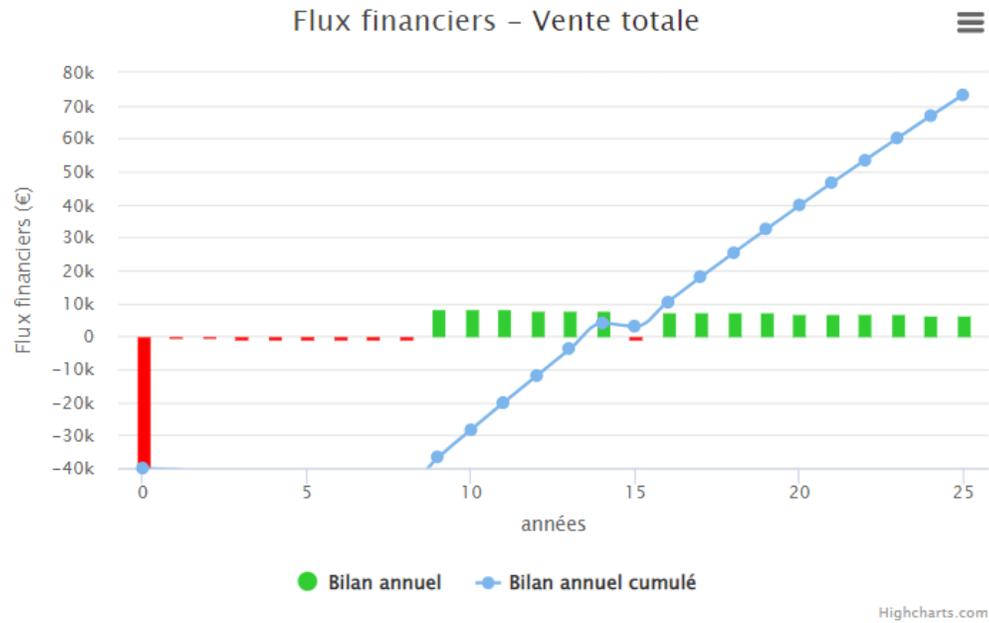
- Crédit de **70 000 € sur 8 ans à 3,5 %**

Gain additionnel non pris en compte dans l'étude:

- Amortissement de l'investissement

- En vue de la loi d'économie des bâtiments tertiaires, une réduction de consommation électrique de 45 %

Exemple de projet d'un professionnel en Haute Savoie



TRA en vente totale ?
13 ans

TRA en injection partielle ?
4 ans

Gain à 20 ans = 344 k€

Gain à 25 ans = 488 k€

TRI en vente totale ?
7,95 %

TRI en injection partielle ?
42,90 %

Trésorerie positive dès année 1²⁰

Gain à 20 ans = 74 k€

Une Tesla = un 100 kWc !!



=



- XX € / an

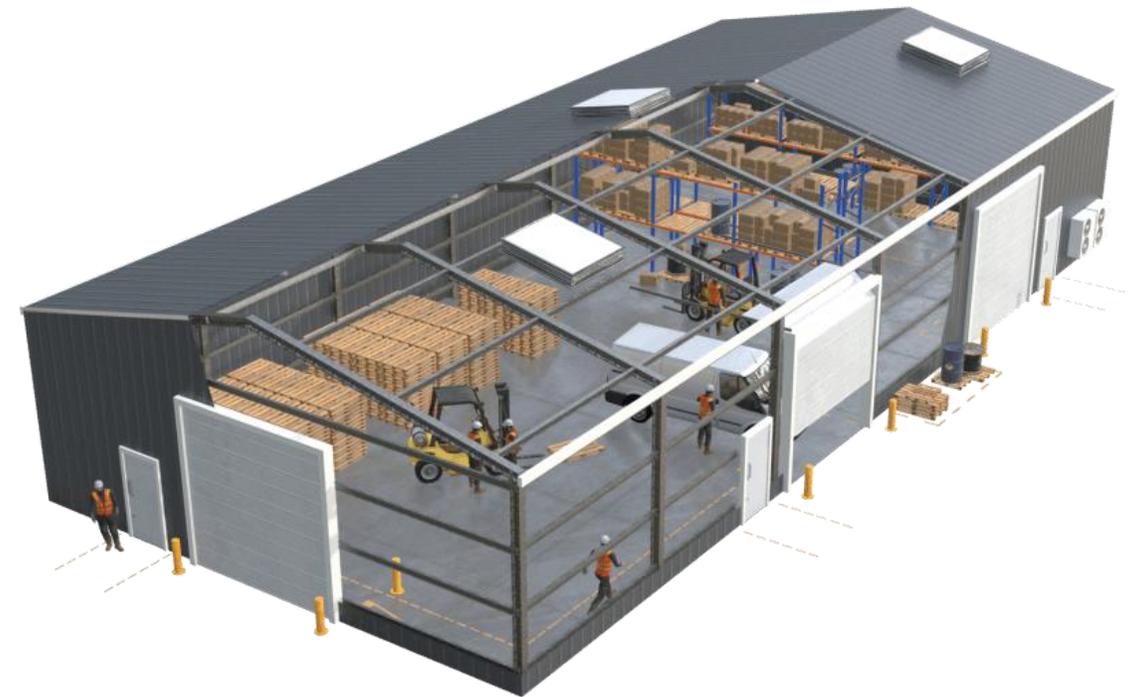
+ 17 000 € / an

Etudes et potentiel
Deux mondes

L'existant



Le neuf



Installations dans la région





Installations





Les accompagnements à mobiliser

Contact : **Laurence TARDY**

Chargée d'affaires développement économique – transition écologique et énergétique des entreprises

Tél : +33 4 79 25 36 21 | +33 7 87 22 03 74 | ltardy@auvergnerhonealpes-entreprises.fr

Rappel sur les aides existantes

❖ Le tarif d'achat de vente du surplus ou vente totale

- EDF Obligation d'Achat doit garantir l'achat de vente de surplus pendant 20 ans si $P \leq 500$ kWc
- Si $P > 500$ kWc appel d'offre
- Tarif variable en fonction de la puissance de l'installation



❖ La prime à l'autoconsommation pour les entreprises

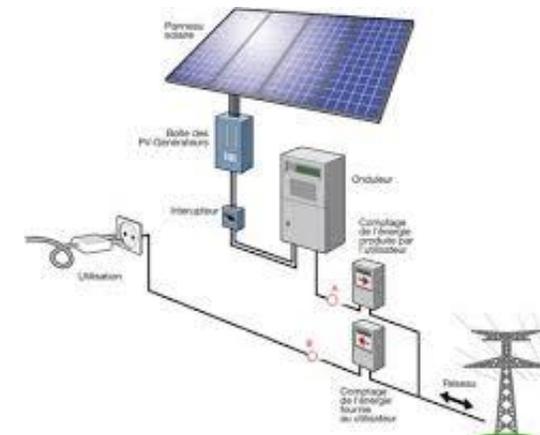
- Autoconsommation avec vente de surplus
- Pas pour les installations au sol
- Puissance de l'installation entre 3 et 100 kWc
- Modalités de versement en fonction de la date de demande complète de raccordement et de la puissance de l'installation



❖ La réfaction photovoltaïque

- Réduction sur le coût de raccordement
- Taux en fonction de la puissance de l'installation

❖ Récupération de TVA



L'aide régionale pour l'étude de faisabilité

❖ INDUSTRIE DU FUTUR

- Dispositif destiné aux TPE, PME, ETI sur le territoire régional AURA
- 9 thématiques dont « Amélioration des procédés et maîtrise de la consommation »
- Optimisation des procédés
- Optimisation de la consommation des ressources
- Etude complète énergie
- **Etude de faisabilité photovoltaïque**
- Cofinancement des coûts de la prestation de conseil à hauteur de 50% pour un accompagnement plafonné à 32 k€
- Aide maximale 16 k€/3 ans
- Liste d'experts référencés par la région



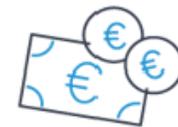
PROGRAMME RÉGIONAL

ÊTRE ACCOMPAGNÉ DANS MON PROJET INDUSTRIE DU FUTUR

ÉVALUER CONCEVOIR PRODUIRE PILOTER MOBILISER

DÉVELOPPEZ LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET ÉNERGÉTIQUE DE VOTRE ENTREPRISE

AMÉLIORATION DES PROCÉDÉS ET MAÎTRISE DE LA CONSOMMATION DES RESSOURCES



Les dispositifs de financement de l'investissement

❖ Les dispositifs de la région « Pack Energie& Solarisation»

• Prêt Région Energie en partenariat avec Bpifrance

- PME de plus de 3 ans
- Avoir réalisé un diagnostic énergétique ou environnemental au préalable (IDF, Diag Eco Flux..)
- Taux préférentiel
- Montant entre 50 et 500 k€
- Durée de 5 ou 7 ans avec différé d'amortissement de 2 ans max



• A venir Une « offre clé en main » (du diagnostic à l'installation et au raccordement)

- Phase 1 : Remontée des besoins des entreprises en terme de solarisation
- Phase 2 : Référencement des acteurs en vérifiant leurs qualification et niveau d'expérience



Les dispositifs de financement de l'investissement

❖ Les dispositifs bancaires

- **Bpifrance (associé à un prêt bancaire de même montant)**
 - Prêt Vert
 - PME et ETI
 - De 50 k€ à 5 M€
 - Prêt Vert ADEME
 - PME
 - Avoir bénéficié d'un Diag éco flux (Bpi/CCI) ou aide ADEME dans les 3 années précédentes
 - De 10 k€ à 1 M€
- **Les banques**
 - Prêts spécifiques « Verts »



Les initiatives locales

❖ GRAND LAC Le Solaire pour les Pro

- Etude gratuite pour les entreprises du territoire GRAND LAC pour solarisation

❖ Les boucles d'énergie

- Décentralisation de la production d'énergie pour autoconsommation collective
- ZAE Saint Martin d'Hères
- Cythelia en cours



❖ Les centrales villageoises

- Portent des projets citoyens en faveur de la transition énergétique



LE SOLAIRE POUR LES PROS !

ENTREPRISES ET AGRICULTEURS
Produisez de l'énergie photovoltaïque et réduisez votre budget électricité ou louez votre toiture en échange d'un loyer !

UN ACCOMPAGNEMENT GRATUIT

Vous êtes une entreprise implantée sur le territoire de Grand Lac et vous disposez au minimum d'une toiture de 1000 m² ou d'un parking de 2000 m² ? Grand Lac et l'ASDER vous accompagnent sur ce projet.

Contact : Manon MOLLO, chargée du développement des énergies renouvelables à Grand Lac
m.mollo@grand-lac.fr - 07 88 97 00 37

Synthèse

- Les dispositifs sont:
 - Evolutifs (taux d'aide, critères d'éligibilité, tarifs de rachat..)
 - A durée et fonds limités
 - Territorialisés (Région, Métropole, Outre Mer..)
 - Soumis à variation des taux d'intérêts



Restez en veille !!

AGENDA

10h00 : Accueil

10h15 : Mots de bienvenue

10h30 : Solaire, ici et maintenant !

🎤 Solarisez vos toitures ou parkings pour sécuriser votre facture énergétique, comment faire ?

Benoit Lelong et David Dumas, Cythelia Energy

🎤 Retours d'expérience sur les installations d'entreprises régionales – Franck Barruel, EDM I

🎤 Les accompagnements à mobiliser (Région, Etat, Ademe, BPI, ..) – Laurence Tardy, Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises

11h30 : Solaire pour le futur !

🎤 Etienne Wurtz – CEA-Liten / INES

🎤 Développez vos innovations en partenariat avec la Solar Academy – Monika Woloszyn, Lina Henao Valencia.
Inspirez-vous des projets collaboratifs avec la recherche et l'industrie

- Perrin Electric – Thibault Melchior / H-Aimable Karangwa
- Steadysun – Guillaume Tremoy
- Chaires partenariales CLEE et CITEE – Aude Pommeret, Martin Thebault

12h30 : Conclusion, visite de Cythelia, cocktail & networking



liten
cea tech

LES ENJEUX DU DEVELOPPEMENT DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

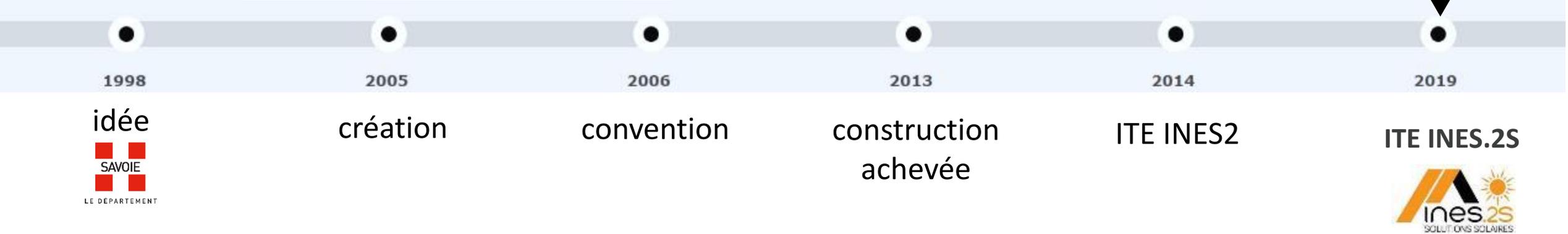


Etienne Wurtz

Responsable scientifique du Département Technologie Solaire du CEA-Liten



Historique







22 000 m²

120 M€

11 laboratoires, 1 association

500 personnes

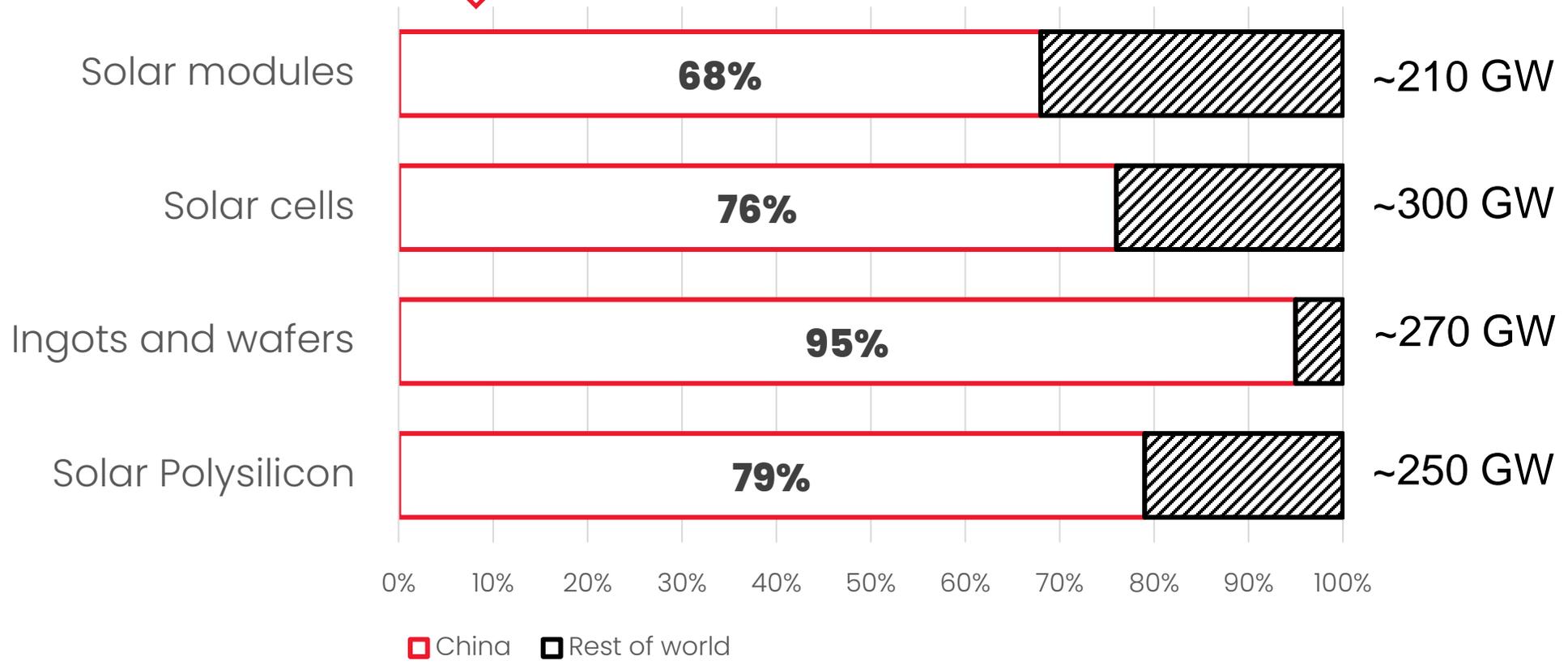
+ partenaires hébergés

PV ULTRA-LEADER

LA CHINE

↓ CHINESE CAPACITY 

↓ GLOBAL INDUSTRY CAPACITY 



Source Mckinsey 2022 on figures BNEF and IHS Markit

La situation de l'industrie européenne

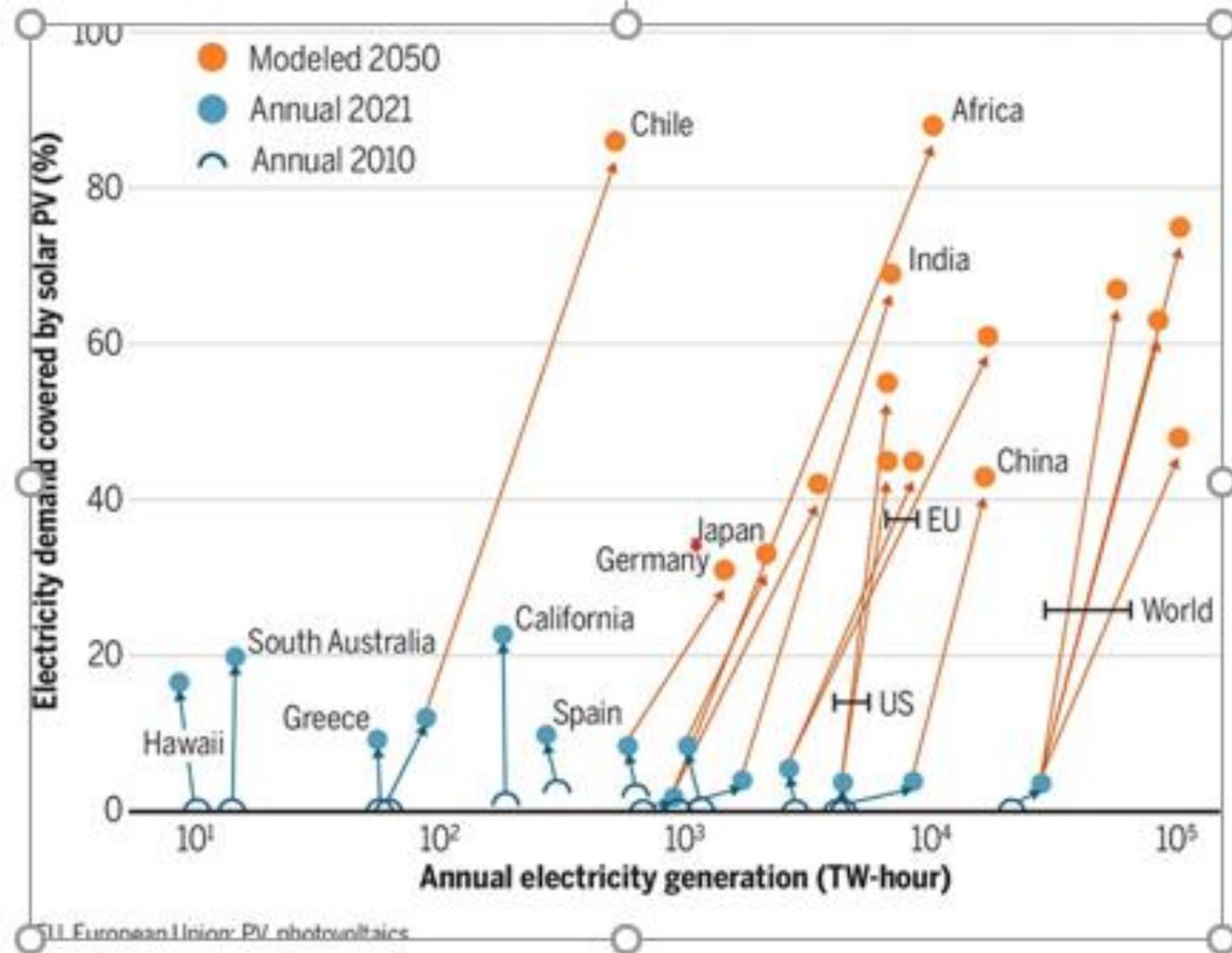
	Silicium Solaire	Lingots et galettes	Cellules Solaires	Modules solaires
Expertise				
Part de marché	-11% -12%	-1% -4%	<1% -4%	-3% -5%
Projet d'expansion jusqu'en 2025 - ETI	<ul style="list-style-type: none"> Wacker 53 GW en 2025(+25,4) 	<ul style="list-style-type: none"> NorSun (lingotières et wafers) 53 GW en 2025(+25,4) Norweigan Crystal (Lingotière) 4,1 GW en 2025 (+3,6) Nexwafe (Wafers) 3 GW en 2025 (+2,8) 	<ul style="list-style-type: none"> Meyer Burger 4,2 GW en 2025 (+3,8) Enel 3 GW en 2024 (+2,8) Oxford PV 2 GW en 2024 (+1,8) Valoe 0,1 GW en 2024 (+0,1) 	<ul style="list-style-type: none"> Meyer Burger 4,1 GW en 2025 (+3,8) Enel 3 GW en 2024 (+2,8) Oxford PV 2 GW en 2024 (+1,8) Voltec Solar 0,5 GW en 2023 (+0,3) SoliTek 0,1 GW en 2023 /2024 (+0,1) SolarWatt 2 GW en 2023 (+1,7)
Projet d'expansion jusqu'en 2025 - Start-ups		<ul style="list-style-type: none"> CARBON (lingotières et wafers) 5 GW en 2025(+5) Astrasun Solar (lingotières et wafers) 1,8 GW en 2025 (+1,8) 	<ul style="list-style-type: none"> CARBON 5 GW en 2025(+5) Astrasun Solar 1,8 GW en 2025 (+1,8) MCPV 5+ GW en 2025 (+5) 	<ul style="list-style-type: none"> CARBON 3,5 GW en 2025(3,5) Astrasun Solar 3,5 GW en 2025 (+3,5) MCPV 5+ GW en 2025 (+5)
Total annoncé	~30 GW	~15-20 GW	~20GW	~20GW
Besoins en Investissements	~€3bn ~€120m/GW	~€0,8bn ~€85m/GW	~€1,7bn ~€85m/GW	~€1,9bn ~€80m/GW

Figure 4 : les principaux acteurs européens de la purification jusqu'aux modules

Source : McKinsey & Company, Building a competitive solar-PV supply chain in Europe, Dec. 13, 2022

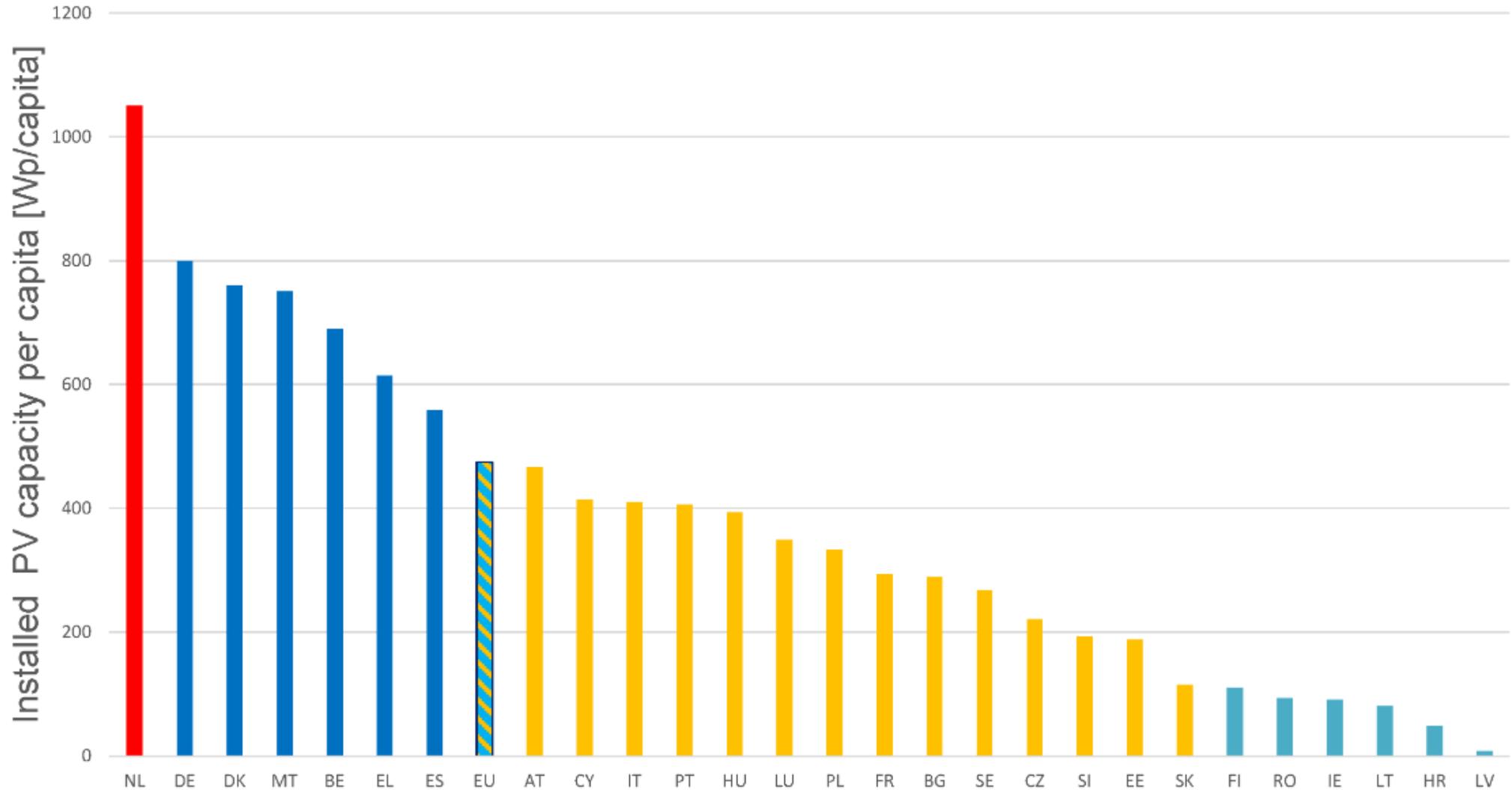
DEVELOPPEMENT DU SOLAIRE A L'ECHELLE MONDIALE

LES PAYS DU SUD EN PROFITENT



© European Union PV photovoltaics

LA FRANCE UN ELEVE TRES MOYEN



LES TRAVAUX A L'INES



PV EVERYWHERE ▶ X-IPV

Applications



Defense & building
Lightweight 4kg/m²



BIPV
Autonomous systems



COMMUNICATION
Ultralight stratospheric



MARINE
Bifacial/shaped



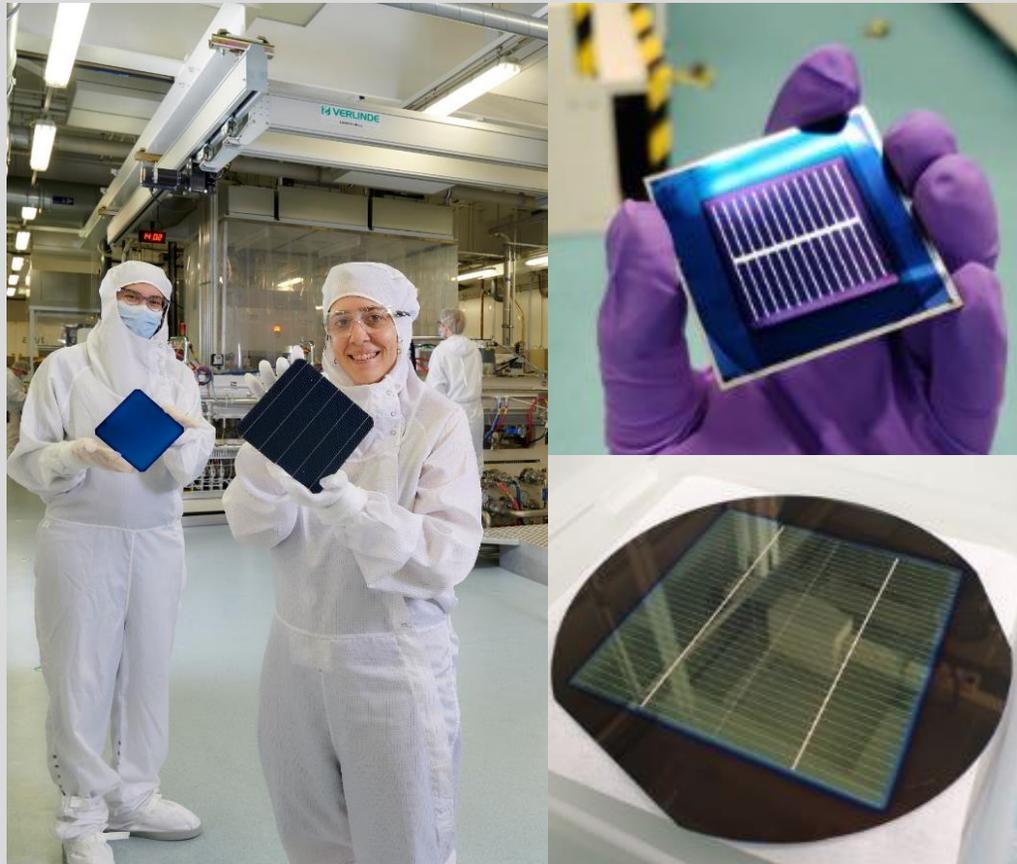
ROADWAY INTEGRATION
Mutlifunction



CIPV
Electrical vehicles

Technologies de cellules

Aujourd'hui et demain



► Silicon



25 % n-type HJT

24,7 % p-type HJT

23,2 % Topcon

► Tandem Si/PK

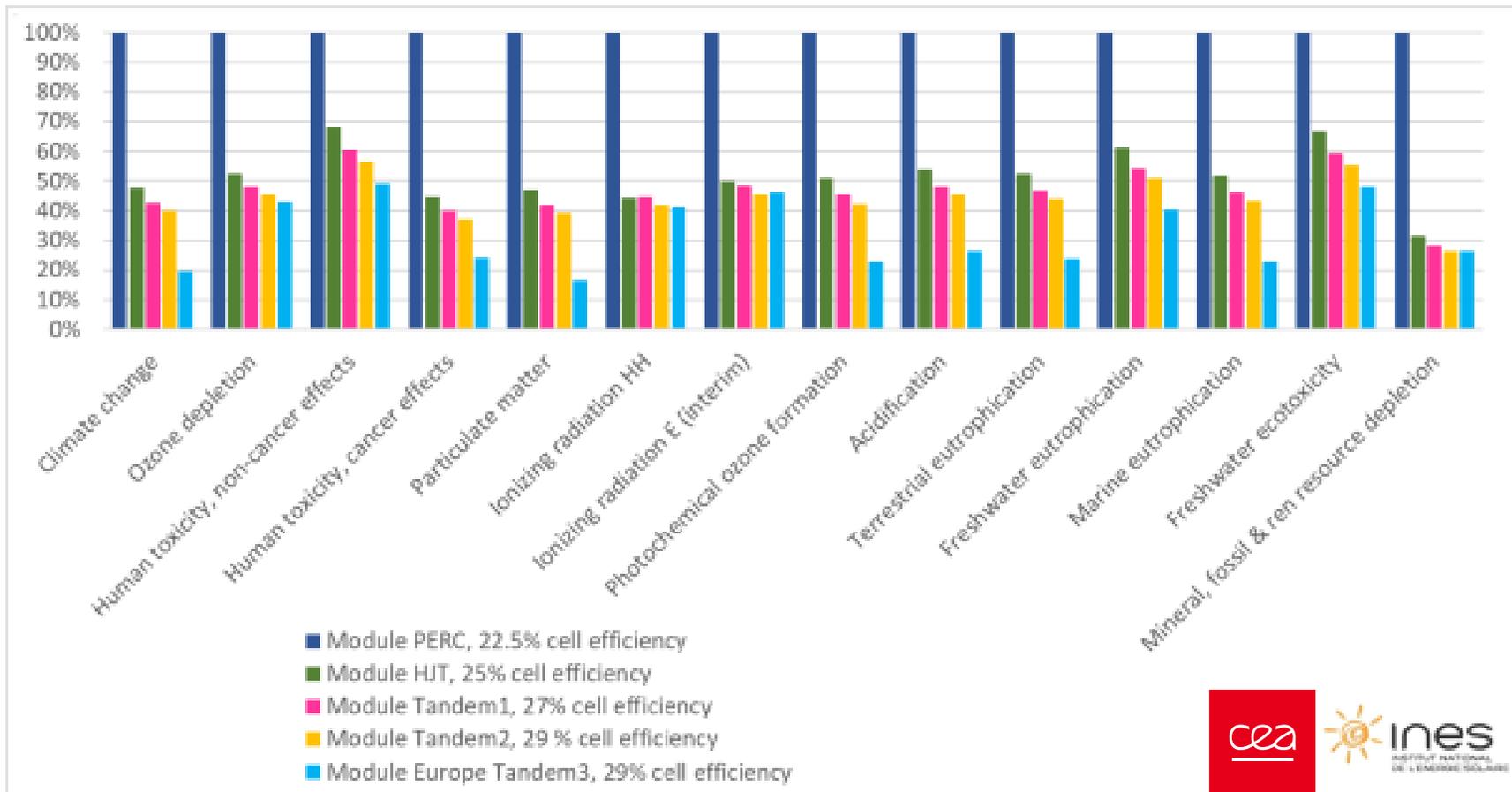


26,5% PIN 9 cm²

19,3 % 100 cm²

Empreinte bas carbone

ANALYSE CYCLE DE VIE



Exemple de résultats d'analyse du cycle de vie d'un module photovoltaïque avec des cellules tandem à hétérojonction pérovskite/silicium

Solariser des surfaces existantes pour accroître l'intégration du PV dans différents environnements.

PV Plants



Solar on building



Mobility



Floating

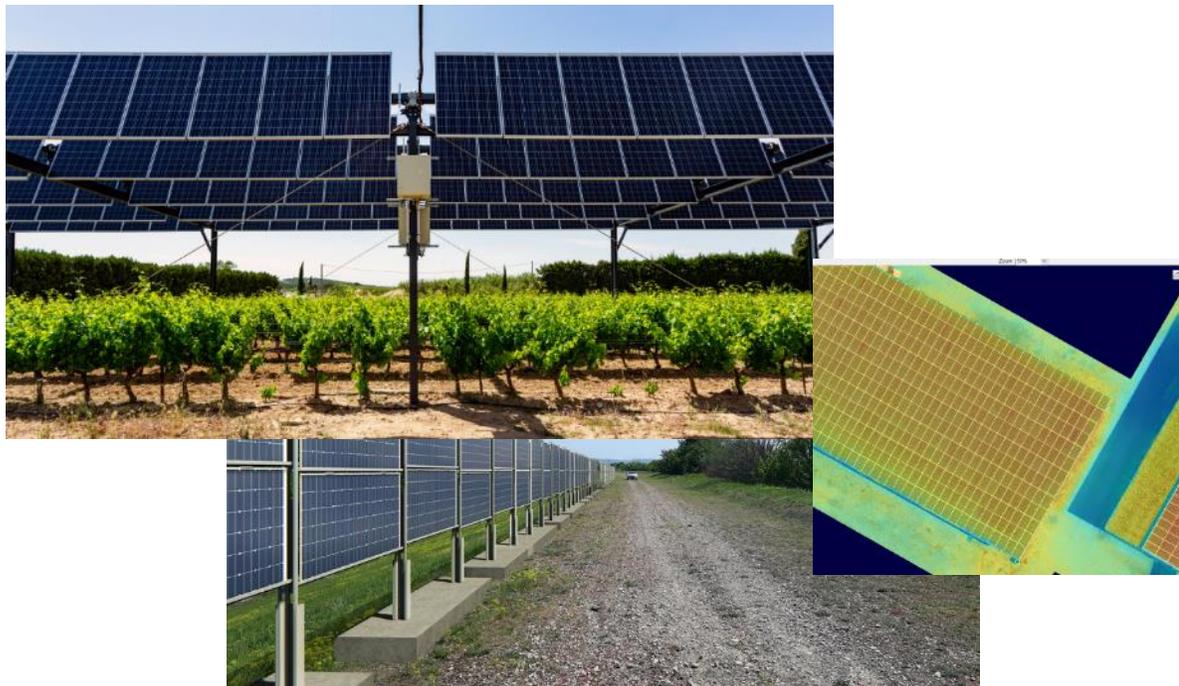


Agri



Améliorer les performances en exploitation des centrales PV actuelles mais surtout des centrales « intégrées »

- **Aider la conception des nouvelles centrales** (agri, linéaires, bifaciales, câbles, flottantes...) y compris sous l'angle ACV
- Réduire les **coûts d'exploitation** / **Anticiper** « l'état de santé » de la centrale
- Améliorer les procédés de **recyclage** en augmentant le taux de recyclage
- Penser une **seconde vie** des modules encore en « bonne santé »



Développer des **briques électriques et numériques** pour accroître l'intégration du PV au systèmes et réseaux.



Réseaux



Batteries



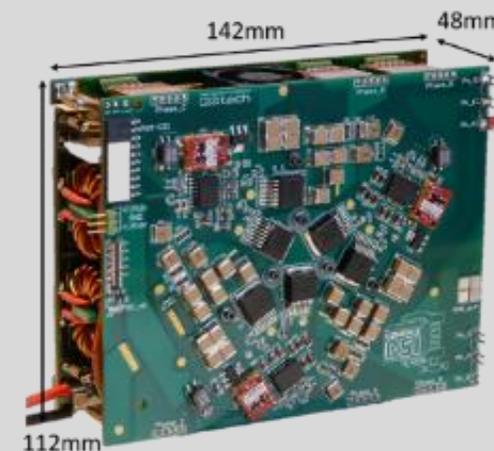
Systèmes de stockage



Véhicules électriques



Bâtiments



Convertisseurs

FAIRE DU SOLAIRE UN ATOUT POUR DECARBONISER LE RESEAU

