



Table
d'innovation
solaire

7 et 8 avril 2026

Espace des bâtisseurs

Varenes

Comment développer ensemble
le solaire au Québec



CIM+⁺



ENERGICA

3IT.ENERGIES

L'INNOVATION AU SERVICE DU SOLAIRE : TECHNOLOGIES PHOTOVOLTAÏQUES ET SOLUTIONS POUR LA FILIÈRE

7 avril 2026

Préparée par l'équipe 3IT.Energies

Présentée par Maxime Weiss et Fabien Dauzou



Partie 1 : Veille technologique à échelle mondiale

1. Cellule
2. Module
3. Utilisation
4. Recyclage

Partie 2: L'innovation une opportunité en minimisant les risques

5. L'innovation au Québec – retour de la grande enquête ([lien ICI](#))
6. Cas pratiques d'innovations solaire dans le monde et au Québec
7. Un réseau pour vous supporter et réussir ([lien ICI](#))

PARTIE 1: VEILLE TECHNOLOGIQUE À ÉCHELLE MONDIALE

Cellule



Module



Utilisation



Recyclage

Performances

Matériaux

Procédés

Matériaux

Procédés

Intégration (BIPV)

Recyclabilité

Avant-projet

O&M

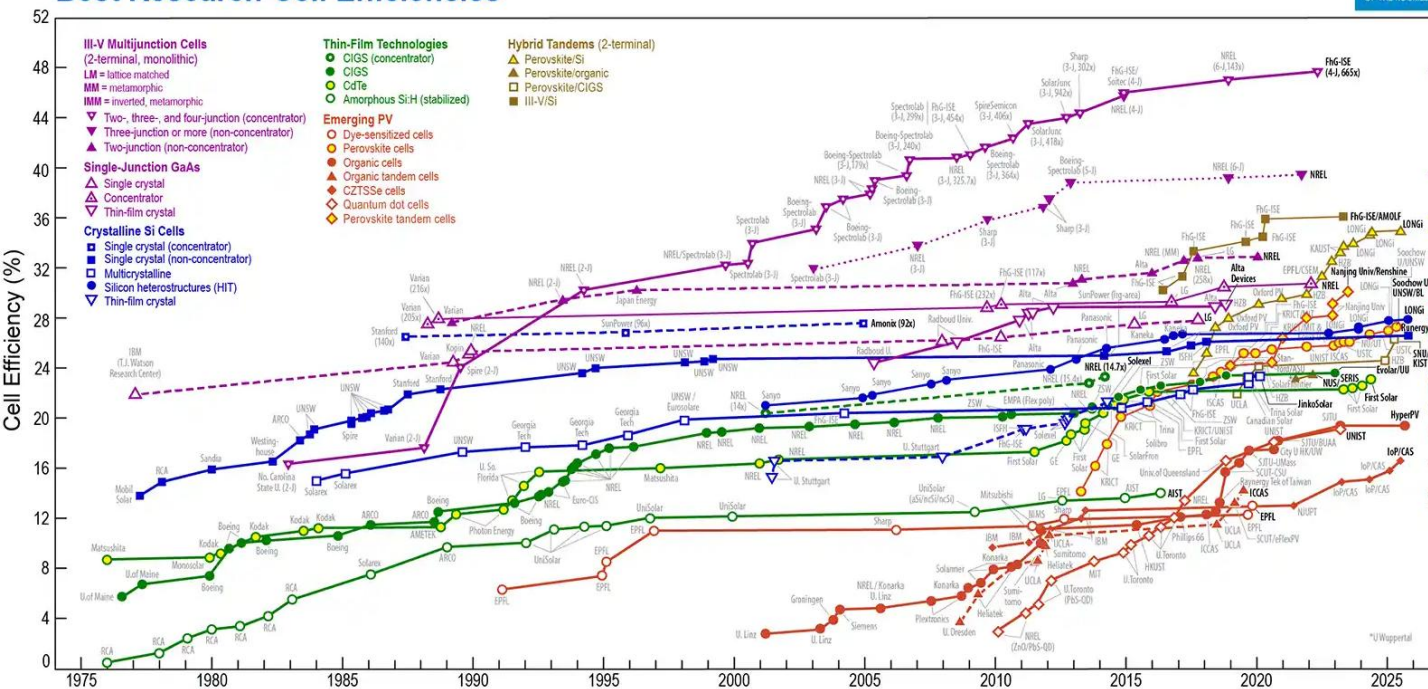
Mitigation

Procédés

Valorisation

- Efficacité de conversion photo-électrique des cellules en amélioration constante
 - Coopération multidisciplinaire
 - Compétition acharnée
 - Compréhension mécanisme physique
 - Nouveau design et processus de fabrication

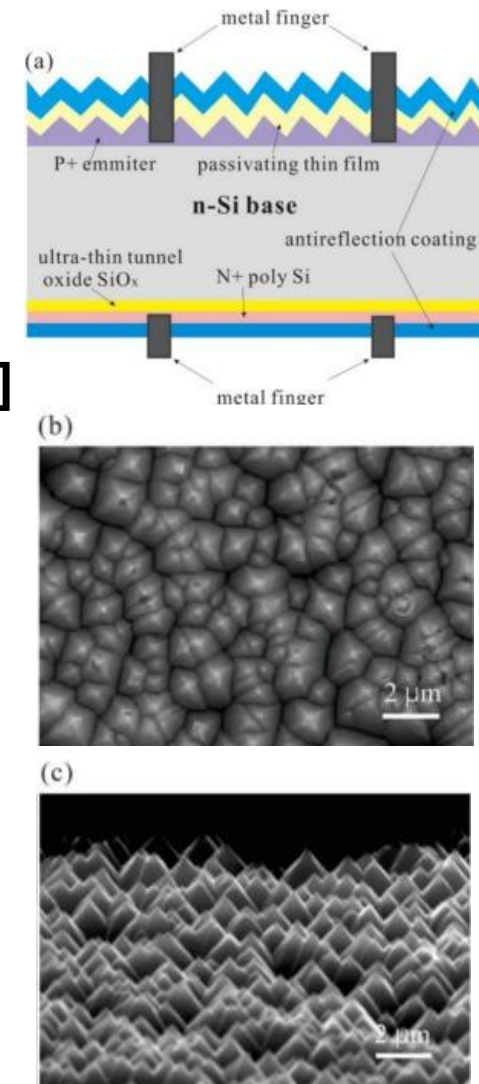
Best Research-Cell Efficiencies



- **Depuis T.I.S 2025**
 - 1J – Perovskite : 26.10% → 27.3%
 - 1J – cSi : 26.81% → 27.9%
 - ▲ 2J - Perovskite/Si : 34.60% → 35.0%
 - ▼ 3J - GaInAs/GaAs/GaInP : 39.50% → =

Source: <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>

- **T.I.S 2025** : Soudure via le procédé LECO, cellules TOPCon → Étapes de fabrication optimisées et simplifiées: améliorent l'efficacité et réduit les coûts
- Mai 2025 : Nouvelle technique de métallisation pour les cellules TOPCon [1]
→ **Réduction de 40%** d'utilisation en argent
- Juin 2025 : Nouvelle pâte d'argent pour renforcer la fiabilité des cellules TOPCon [2]
→ **Meilleure résistance à la corrosion** par acide acétique
- Juillet 2025 : Nouveau procédé de recuit thermique en une seule étape [3]
→ **Réduction des coûts et de l'énergie** nécessaire pour la fabrication de la cellule
- Septembre 2025 : Test de traitements de la face arrière [4]
→ **Amélioration des performances** de la cellule (Voc, FF)
- Janvier 2026 : Nouvelle texture de surface pour une cellule TOPCon [5]
→ **Amélioration de l'efficacité** d'une cellule de 1%



[1] <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2025.113654>

[2] <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2025.113776>

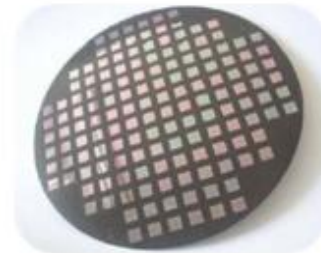
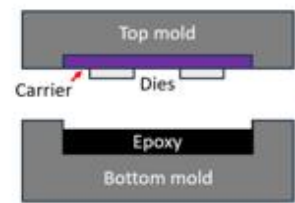
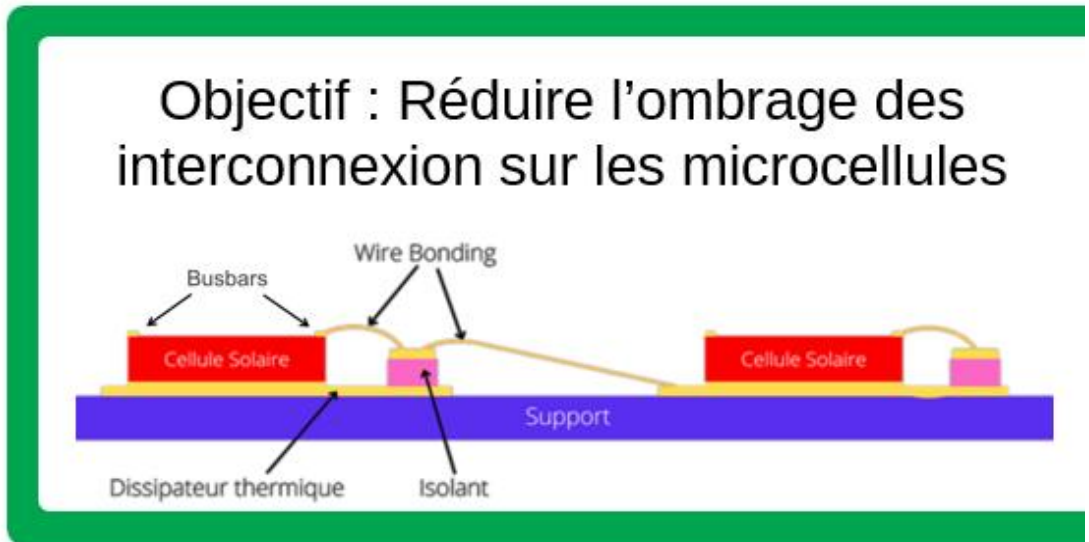
[3] <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2025.113713>

[4] <https://doi.org/10.1016/j.solener.2025.113960>

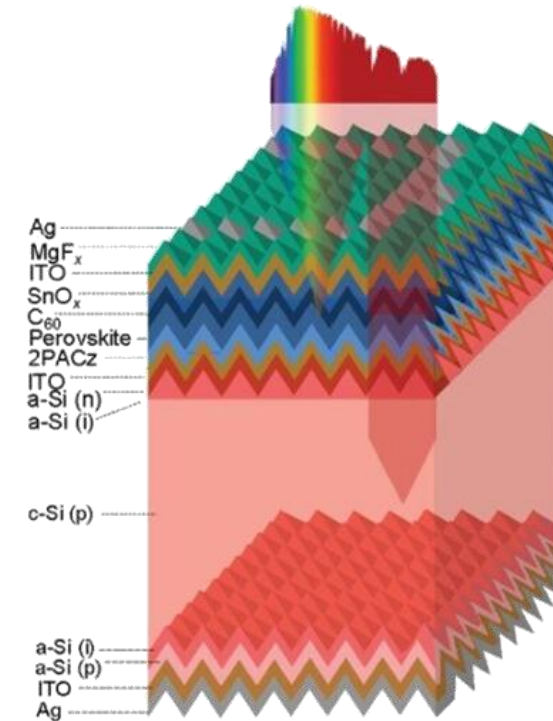
[5] <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.124546>

Explorer le fan-out wafer level packaging (FOWLP) pour des modules photovoltaïques à concentration

Médéric Marcotte mederick.marcotte@usherbrooke.ca



- **T.I.S 2025** : Immenses progrès sur les cellules tandem à base de pérovskite
- Avril 2025 : Cellule tandem pérovskite/Si pliable → $\eta = 26.5\%$ [1]
- Mai 2025 : Cellule tandem pérovskite-TOPCon avec monocouche auto-assemblée de pérovskite → $\eta = 31.1\%$ [2]
- Juin 2025 : Nouveau revêtement sur une cellule tandem → $\eta = 27.8\%$ [3]
- Juillet 2025 : Cellule tandem pérovskite/Si avec monocouche auto-assemblée asymétrique de pérovskite → $\eta = 34.58\%$ [4]
- Août 2025 : Utilisation de substrat de Si texturé → $\eta = 33.15\%$ [5]
- Août 2025 : Procédé de recuit séquentiel dans la fabrication → $\eta = 31.4\%$ [6]
- Sept. 2025 : Meilleure passivation de la couche de pérovskite → $\eta = 33.1\%$ [7]
- Mars 2026 : Cellule de 16cm² avec cellule inférieure TOPCon bifaciale → $\eta = 22.1\%$ [8]



[1] <https://doi.org/10.1002/solr.202400899>

[2] <https://doi.org/10.1038/s41467-025-59896-8>

[3] <https://doi.org/10.1039/D5EL00073D>

[4] <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09333-z>

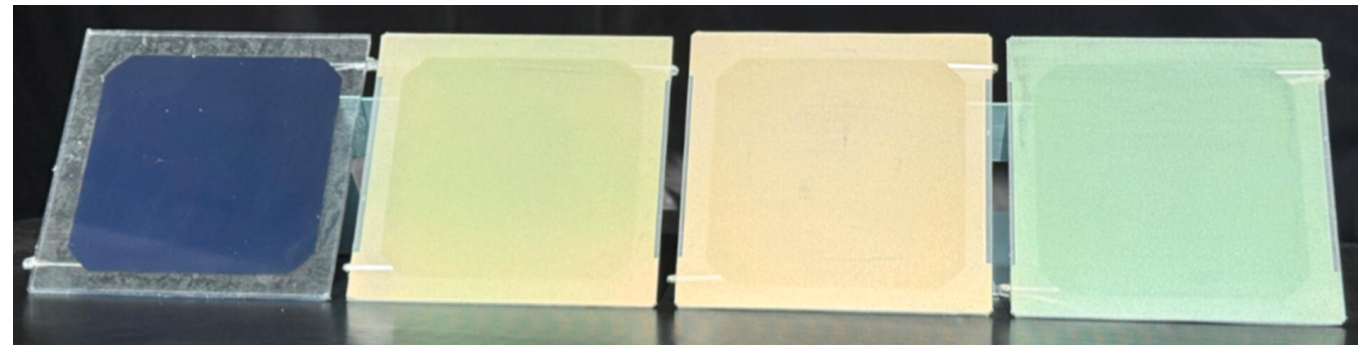
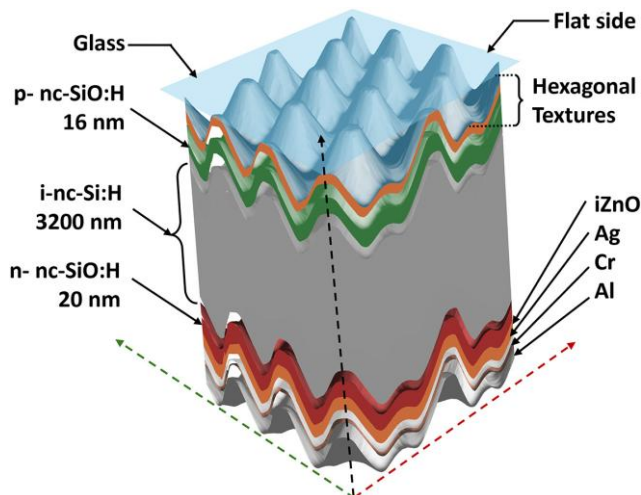
[5] <https://doi.org/10.1038/s41467-025-62389-3>

[6] <https://doi.org/10.1021/acseenergylett.5c01244>

[7] <https://doi.org/10.1126/science.adx1745>

[8] <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2026.114223>

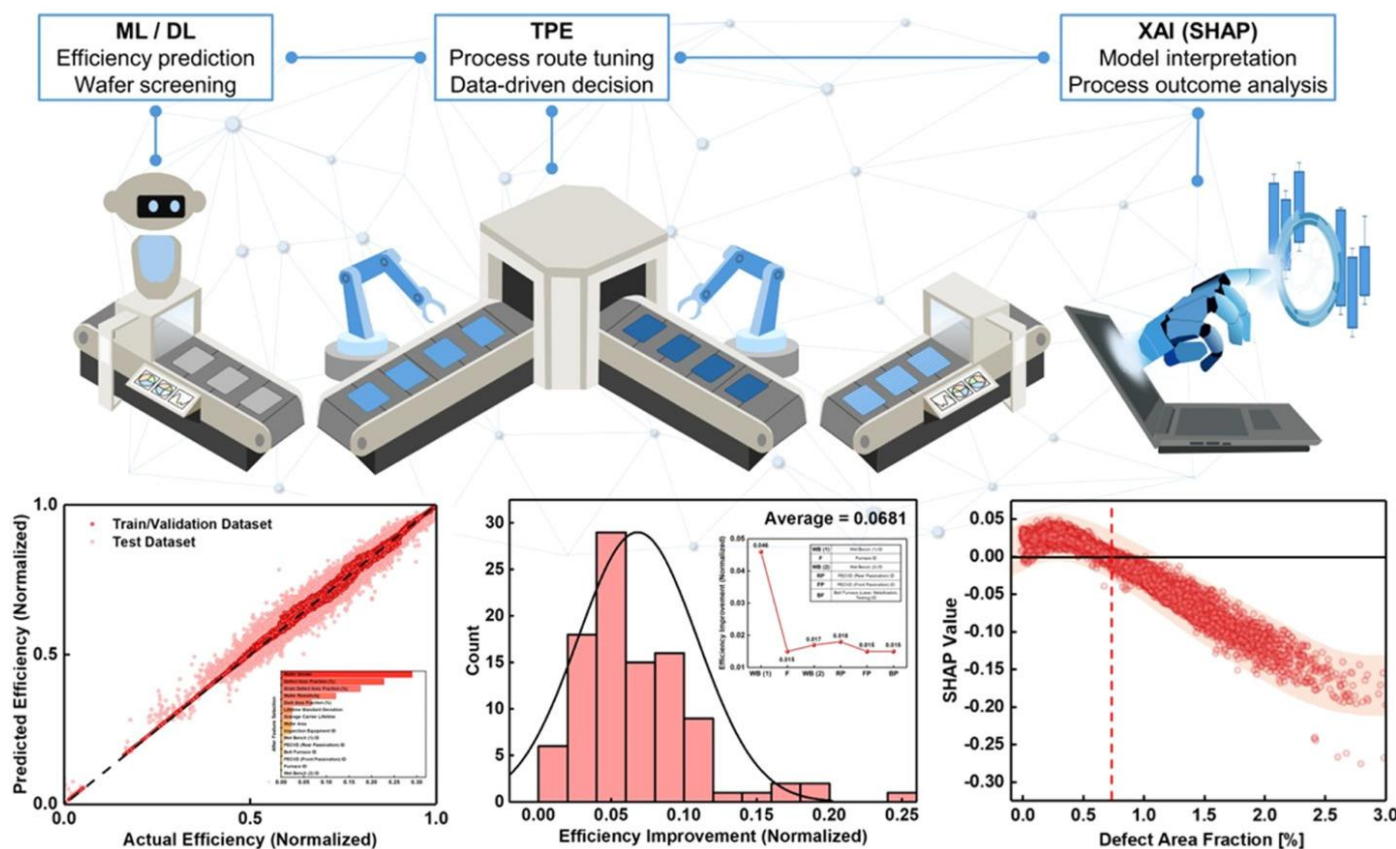
- Février 2026 : Microstructures en nid d'abeille pour des cellules solaires en silicium à couche mince [1]
 - Diffusion de la lumière accrue
 - Courant de court-circuit le plus élevé pour une cellule en Silicium nanocristallin 1J sans revêtement antireflet
 - Utilisation pour des cellules flexibles, des capteurs solaires ou installations hors réseau à faible consommation
- Février 2026 : Des cellules quasiment blanches pour le BIPV [2]
 - Utilisation de couches diffusantes à base de nanostructures d'argile
 - Moins d'1% de pertes optiques pour une fraction volumique d'argile de 50%



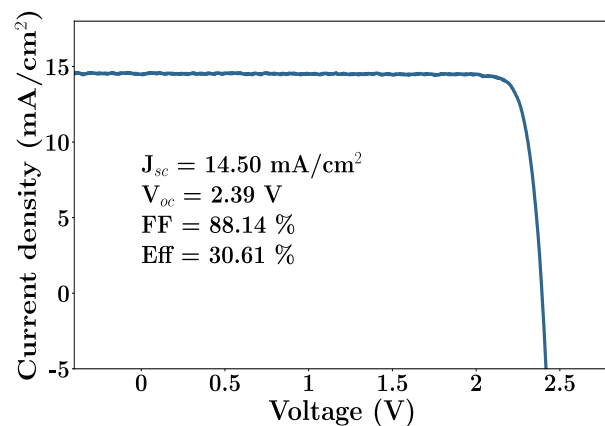
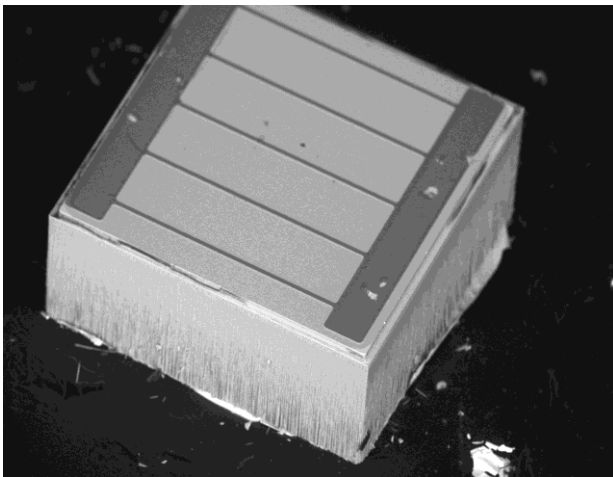
[1] <https://doi.org/10.1016/j.solener.2025.114292>

[2] <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2026.114234>

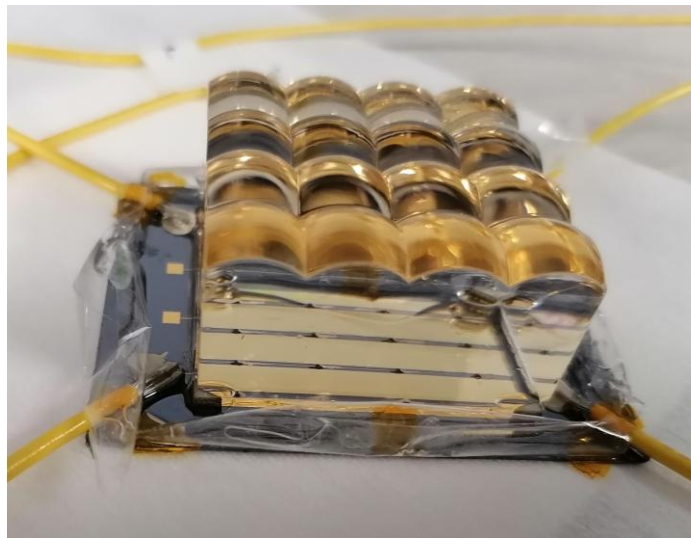
- Février 2026 : Modèle de prédiction de l'efficacité d'une cellule
 - À partir de la qualité du wafer
 - Déterminer des « golden paths » pour améliorer le rendement et l'efficacité de la production de cellules



- Cellule InGaP/InGaAs/Ge (0,25mm²) au 3IT.Nano

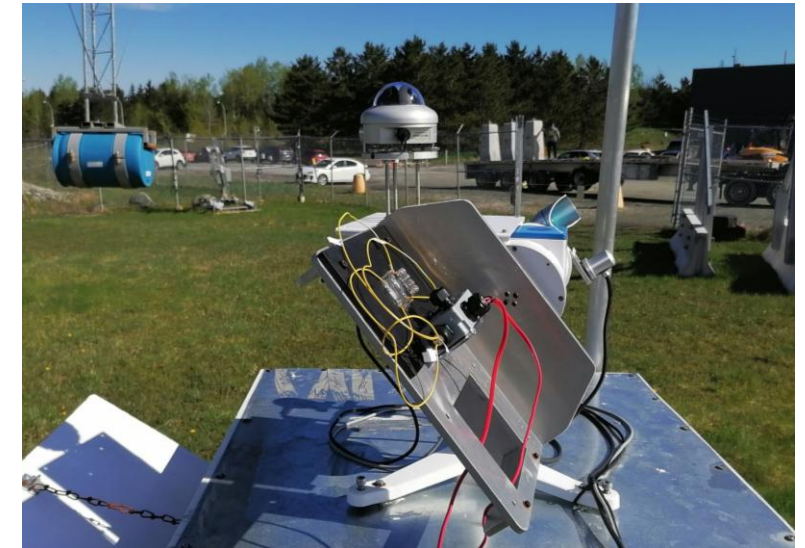


- Intégration en module au 3IT.Micro



Optique de concentration
modélisée au 3IT
Facteur de concentration : 350x
Matériau : PMMA

- Mesures dans le parc solaire 3IT.Energies



Module sur tracker EKO 2-axes
connecté à un Keithley pour les
mesures électriques

PARTIE 1: VEILLE TECHNOLOGIQUE À ÉCHELLE MONDIALE

Cellule



Module



Utilisation



Recyclage

Performances

Matériaux

Procédés

Matériaux

Procédés

Intégration (BIPV)

Recyclabilité

Avant-projet

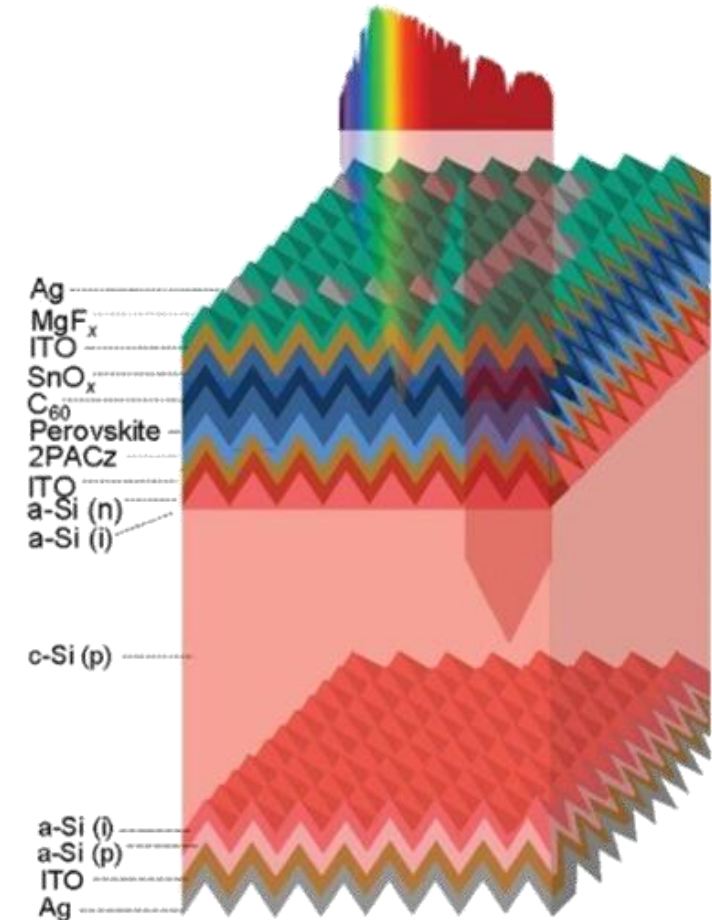
O&M

Mitigation

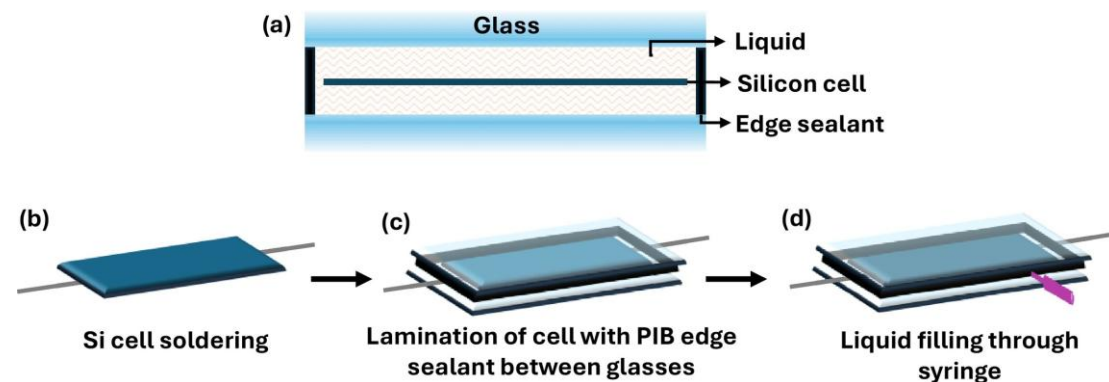
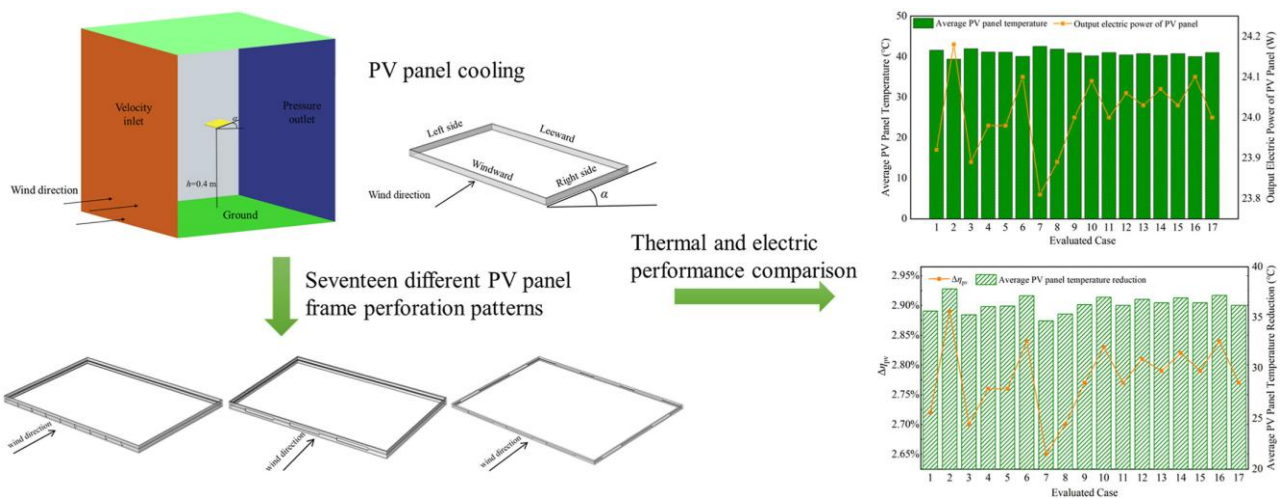
Procédés

Valorisation

- **T.I.S 2025** : En module, record de 808W sur 3.1m²
- Juin 2025 : Module prototype de 841W
- **T.I.S 2025** : Une technologie à un tournant pour son arrivée sur le marché
- Mars 2026 : Appel d'offres remporté de 1,2 MW portant sur des modules solaires tandem pérovskite/silicium destinés au **marché commercial** :
 - Efficacité des modules > **25%**
 - Certifications **IEC 61215** et **61730**
 - Capacité de production d'au moins **100 MW**
 - Livraison prévue avant la **fin de 2026**
 - Garantie de performance de **25 ans**



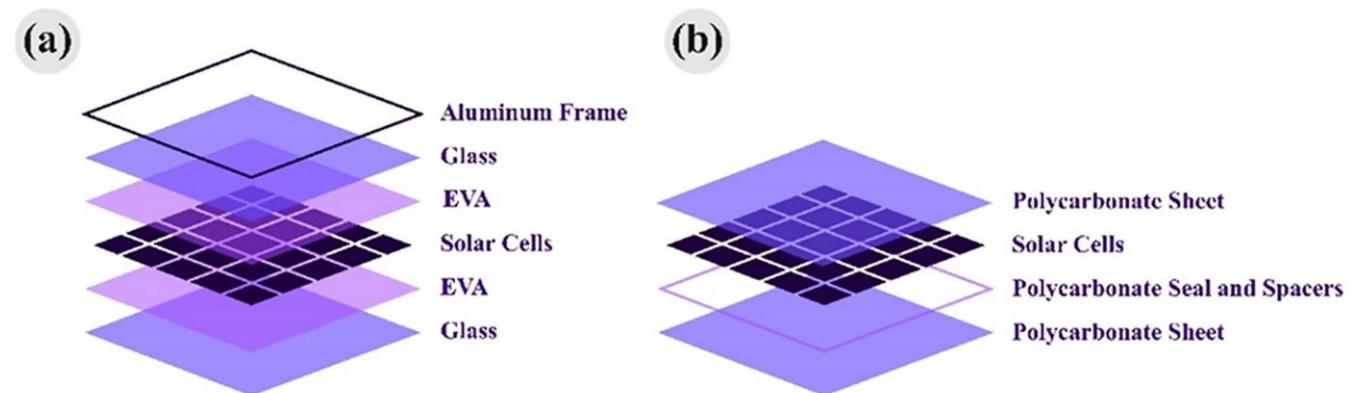
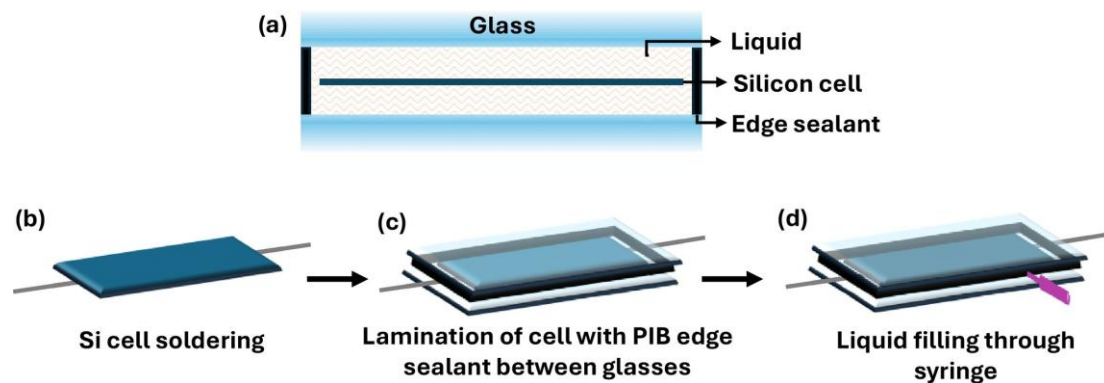
- Décembre 2025 : Perforer le cadre pour réduire la température du module PV [1]
 - 17 cas d'études
 - Meilleur résultat : Réduction de la température moyenne de 2.18°C vs. Panneau non-perforé
 - Plus de trous ≠ plus de réduction de température
- Janvier 2026 : Encapsulation liquide du module PV [2]
 - En remplacement du matériau classique (EVA)
 - Applicable à tout type de cellule
 - Meilleure recyclabilité



[1] <https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.107296>

[2] <https://doi.org/10.1002/pip.70065>

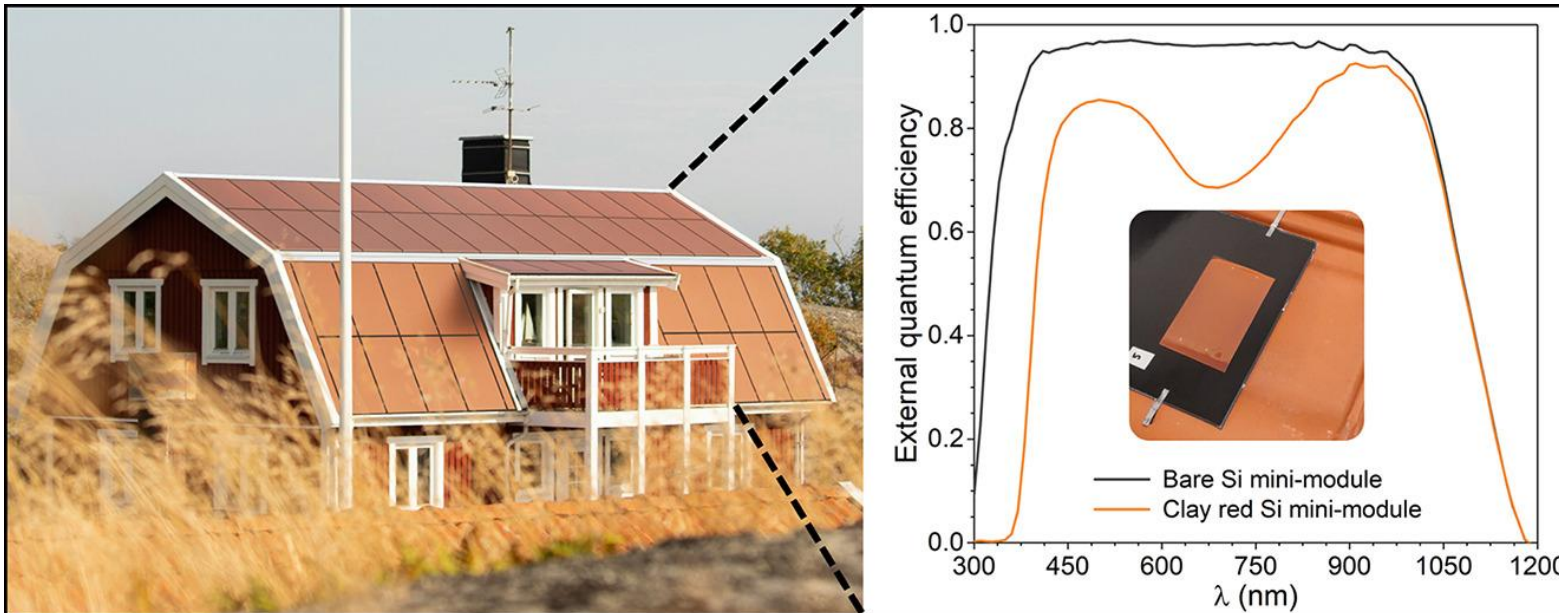
- Janvier 2026 : Encapsulation liquide du module PV [1]
 - En remplacement du matériau classique (EVA)
 - Applicable à tout type de cellule
 - Meilleure recyclabilité
- Mars 2026 : Encapsulation du module PV à base de polycarbonate [2]
 - En remplacement du matériau classique (EVA)
 - Séparation permettant de récupérer les cellules PV intactes
 - Design Open-Source : Fabrication locale de modules photovoltaïques



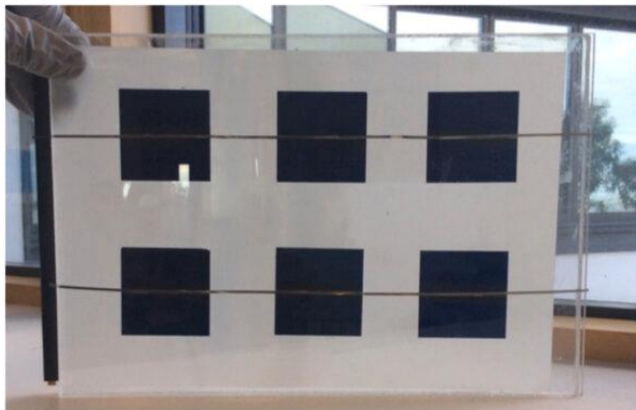
[1] <https://doi.org/10.1002/pip.70065>

[2] <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2026.147931>

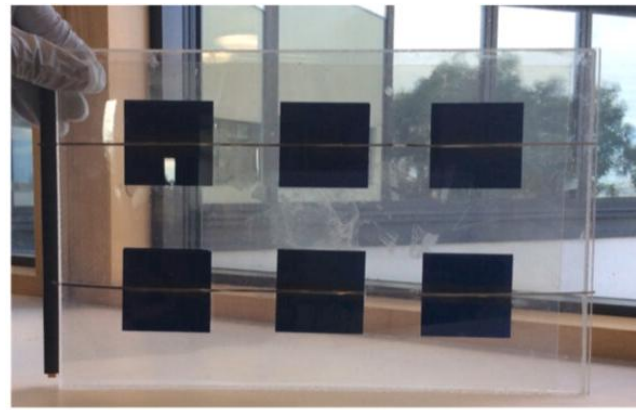
- Janvier 2026 : Nouveau procédé roll-to-roll et techniques d'optimisation pour des films polymères destinés aux modules photovoltaïques colorés [1]
 - Disponible dans une large gamme de couleurs
 - Utilisation de réseaux de Bragg
 - Reproduction d'architecture danoise traditionnelle pour une perte optique de 18%



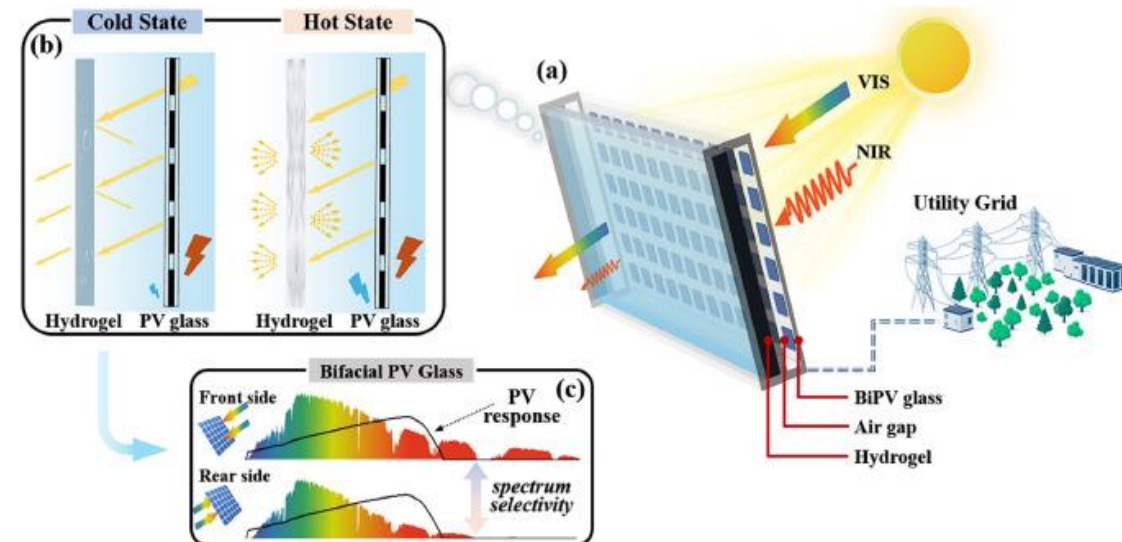
- Mars 2026 : Fenêtre qui associe cellules PV et verre à transparence variable [1]
 - Production d'électricité
 - Transparence réglable
 - Protection solaire efficace
- Mars 2026 : Nouveau système de vitrage photovoltaïque bifacial thermochromique (TC-BIPV) [2]
 - Vitrage dont les propriétés changent avec la température
 - Régule passivement l'apport de chaleur vers le bâtiment
 - Production d'énergie sur la face avant et arrière



BIPV-PDLC OFF



BIPV-PDLC ON

[1] <https://doi.org/10.1016/j.job.2026.115655>[2] <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2026.114490>

- Été 2025 : Installation de tuiles solaires pour évaluation en conditions extérieures au Québec
 - Collaboration avec **Codevtel Inc.**
 - Tuiles solaires destinées au BIPV du fabricant Megasol Energie
 - Relevés photographiques à intervalle régulier
 - Mesure de courant, tension, puissance
 - Dans le cadre du projet **Horizon Verres**



PARTIE 1: VEILLE TECHNOLOGIQUE À ÉCHELLE MONDIALE

Cellule



Module



Utilisation



Recyclage

Performances

Matériaux

Procédés

Matériaux

Procédés

Intégration (BIPV)

Recyclabilité

Avant-projet

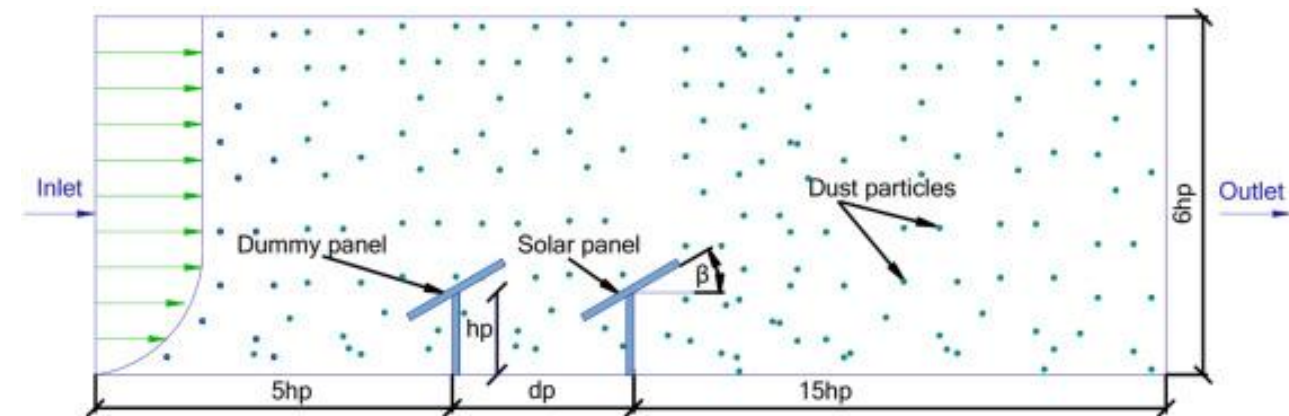
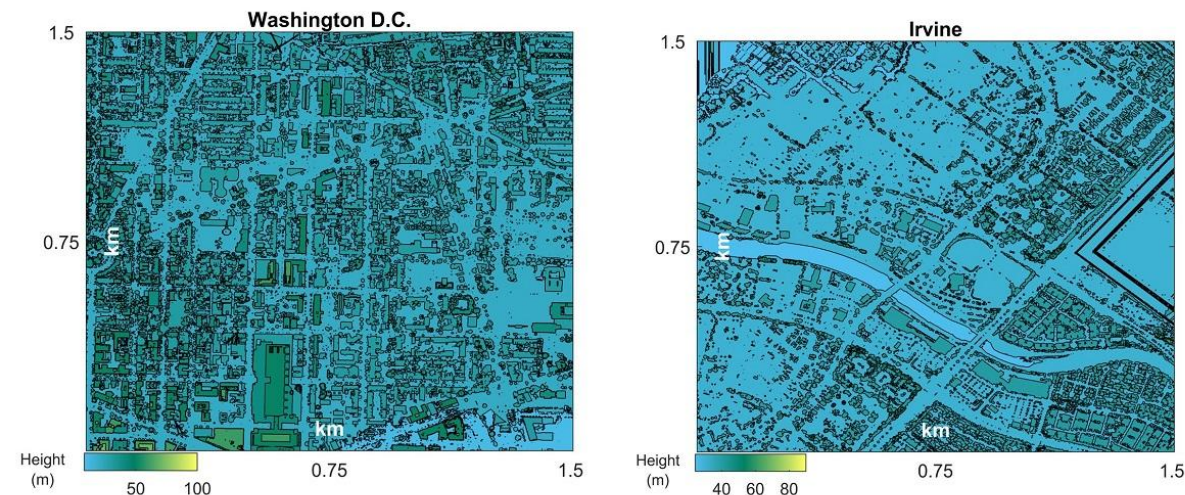
O&M

Mitigation

Procédés

Valorisation

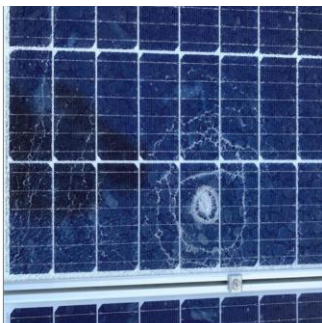
- Juin 2025 : Nouveau modèle de prédiction du facteur de vue du ciel rapide
 - Sert à la prédiction du rendement énergétique de parcs solaires résidentiels
 - Préserve la confidentialité des propriétaires des installations
- Juin 2025 : Modélisation de l'effet d'un panneau factice pour capturer les particules causant le soiling
 - Surface texturée pour retenir davantage les poussières
 - Impact de l'inclinaison, de la distance inter-panneaux et de la hauteur d'installation du panneau factice
 - Résultat : 58% d'accumulation de poussière supplémentaire sur le panneau factice



- Novembre 2025 : Modèle « deep-learning » de détection des défauts d'un module
 - Image de module en lumière visible
 - 86.87% de précision
- Mars 2026 : Des robots autonomes pour la maintenance de parcs solaires
 - Peuvent détecter les défauts (soiling important, dommages physiques, hotspots...)
 - Peuvent créer des cartes 3D digitales des sites
 - Naviguent sur tout type de terrain
 - Destinés à l'origine pour l'industrie minière



Clean



Cracked



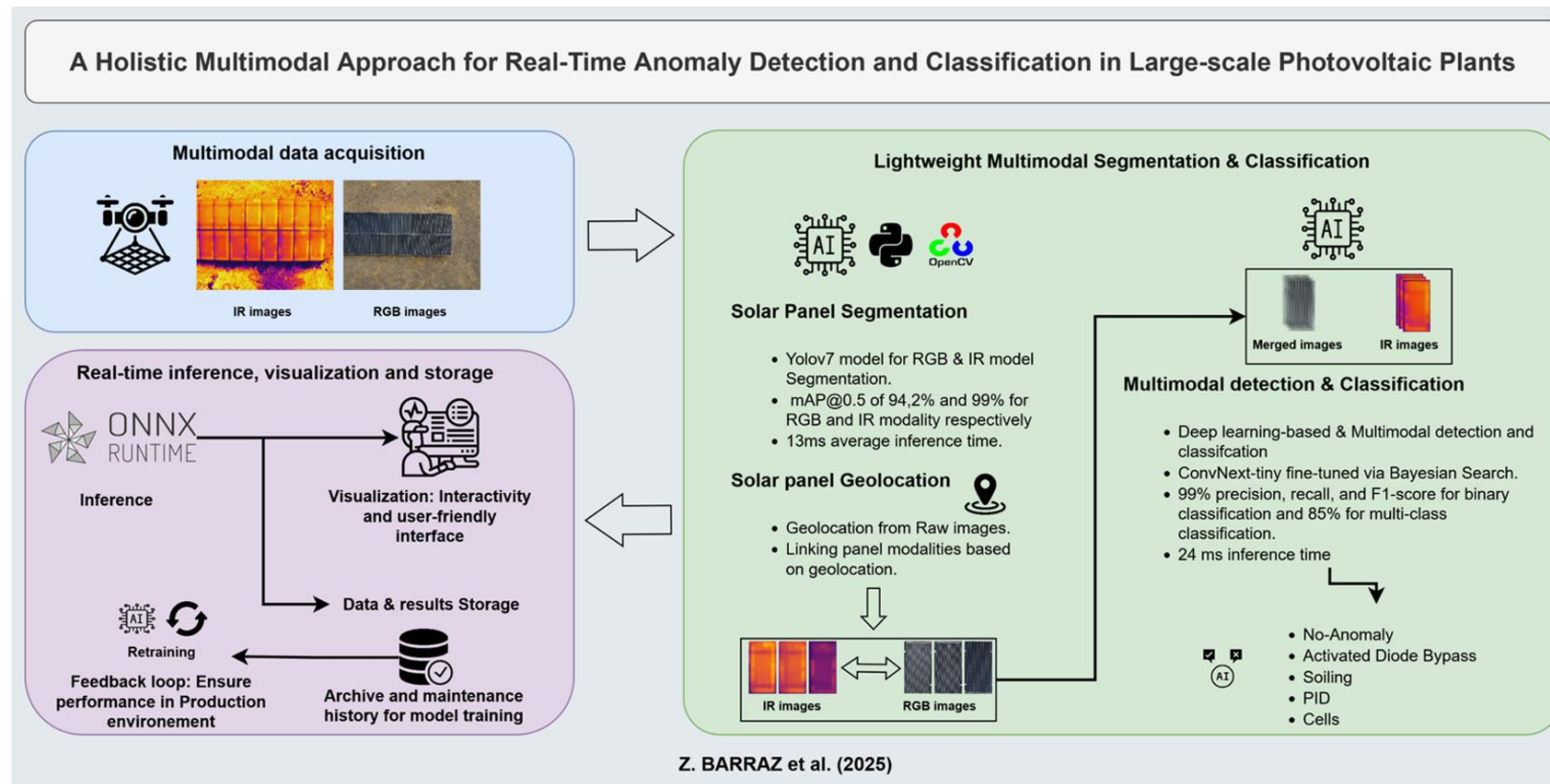
Dust



Drop



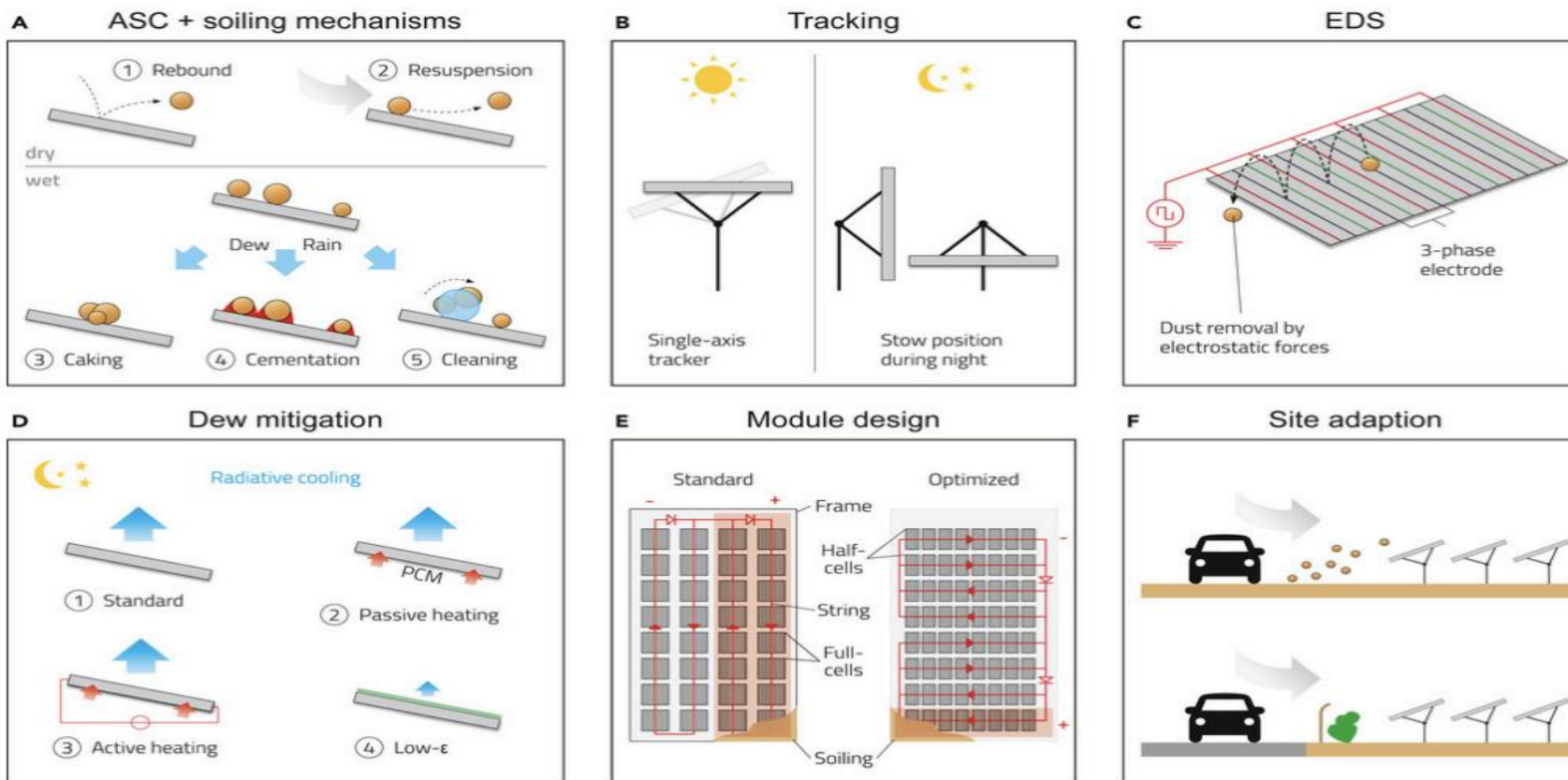
- Septembre 2025 : Détection et classification en temps réel des anomalies dans les centrales photovoltaïques à grande échelle
 - Utilisation de drones pour la capture visible et IR de la centrale
 - Utilisation de modèles d'intelligence artificielle pour la classification et la détection d'anomalies
 - Partenaires de la plateforme 3IT.Energies (Green Energy Park)



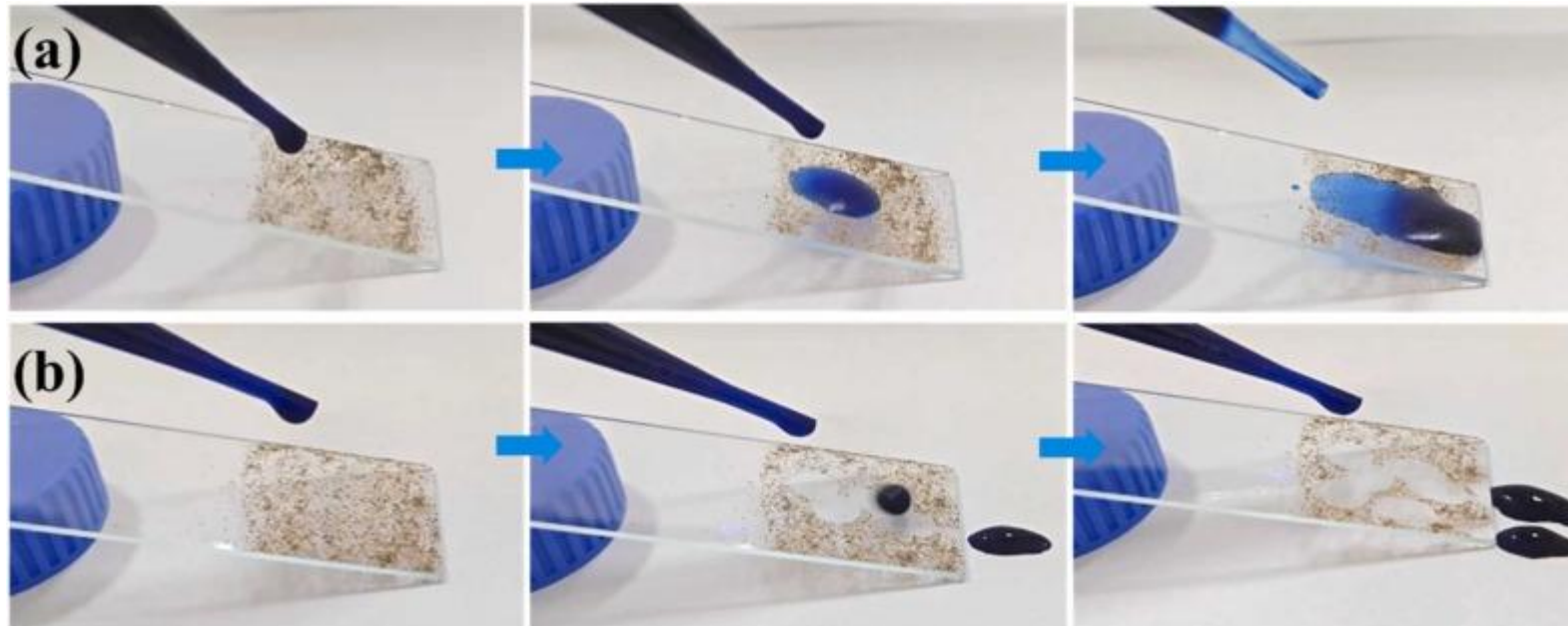
➤ 2025 : Le Programme sur les systèmes photovoltaïques de l'Agence internationale de l'énergie (IEA-PVPS) prévient :

→ Le soiling réduit le rendement de **4% à 7%** à l'échelle mondiale

→ Coûte chaque année des milliards de \$ à l'industrie entière



- Mars 2026 : Revêtement transparent, superhydrophobe et autonettoyant
 - Transmittance de 96.2%
 - Angle de contact avec l'eau de 154°
 - Angle de glissement de 1.5°
 - Efficacité d'une cellule augmentée de 0.66% avec application du revêtement



- Automne 2025 : Ajout d'une membrane blanche sur le toit solaire
 - Étude de l'impact de la réflectivité du toit sur :
 - La production électrique
 - La température des panneaux
 - La température du toit
 - Dans le cadre du projet **OLAF**



- Hiver 2025 et 2026 : Injection de courant dans un module PV
 - Réduire l'impact des conditions hivernales (neige, glace...)
 - Mesure de la température, courant, tension
 - Relevés vidéo visible et IR en temps réel
 - Juin 2025 : première publication [1]
 - Dans le cadre du projet **OLAF**



[1] [10.1109/PVSC59419.2025.11133360](https://doi.org/10.1109/PVSC59419.2025.11133360)

PARTIE 1: VEILLE TECHNOLOGIQUE À ÉCHELLE MONDIALE

Cellule



Module



Utilisation



Recyclage

Performances

Matériaux

Procédés

Matériaux

Procédés

Intégration (BIPV)

Recyclabilité

Avant-projet

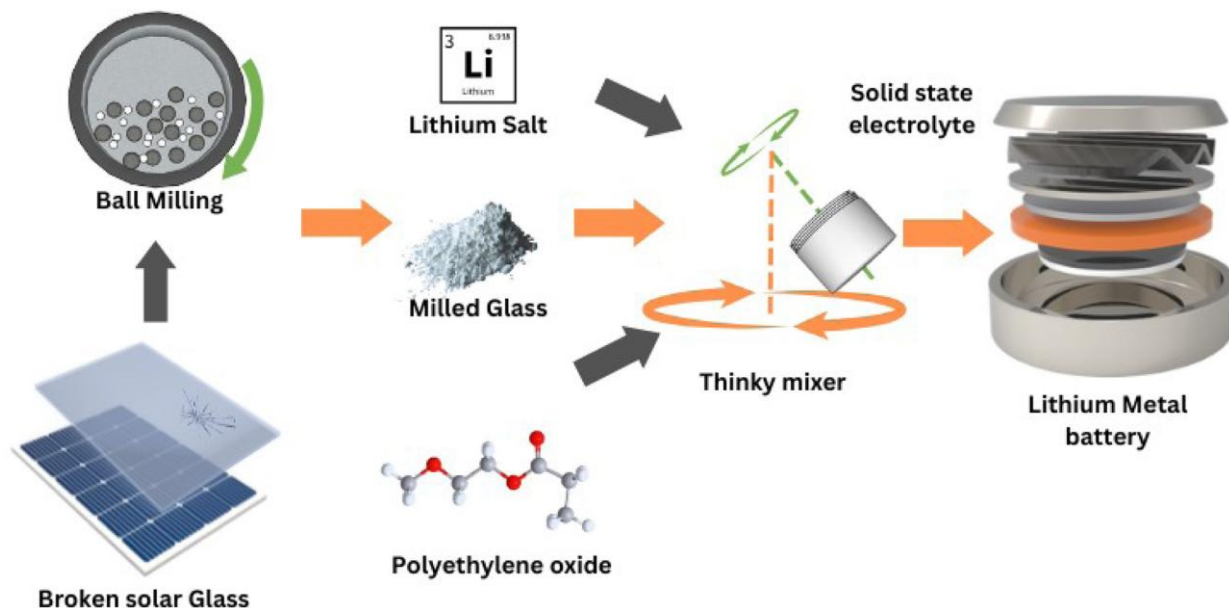
O&M

Mitigation

Procédés

Valorisation

- Juillet 2025 : Valorisation des déchets du verre des panneaux pour une utilisation dans des batteries solides lithium [1]
 - Verre transformé en nanoparticules puis incorporé dans un électrolyte polymère solide
 - Stabilité électrochimique et conductivité ionique accrue

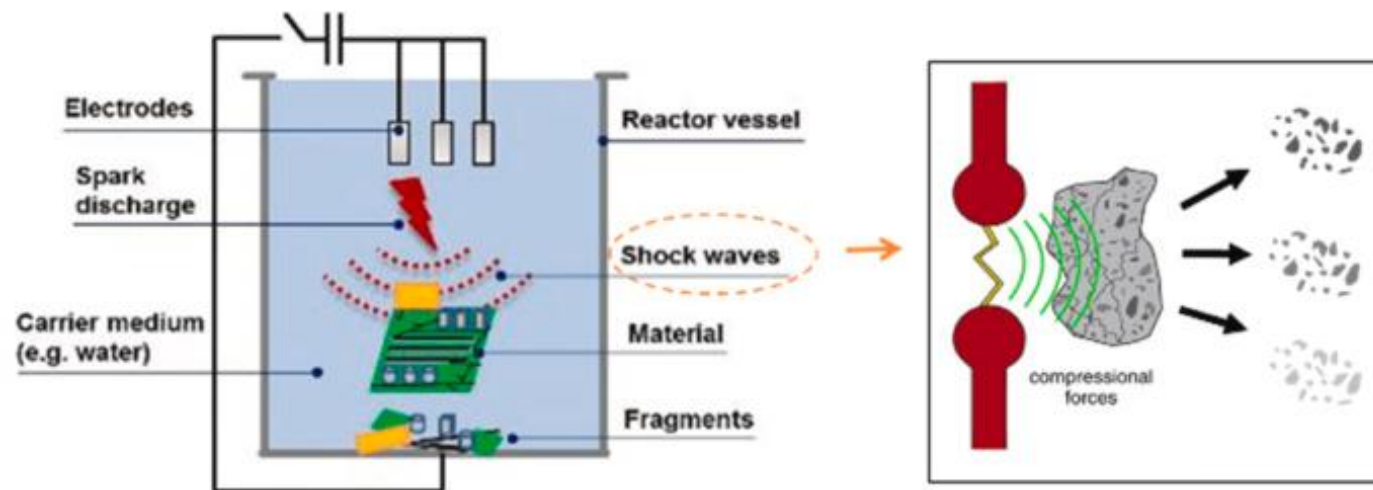


- Octobre 2025 : Nouveau procédé de recyclage à deux approches [2]
 - Récupération des matériaux précieux
 - Convertit le reste en matériaux de construction type brique, parpaings ou granulats

[1] <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108425>

[2] [Indian scientists create scalable recycling process for solar waste](#)

- Avril 2025 : Machine à fragmentation par ondes de choc électrohydrauliques [1]
 - Cadre, boîte de jonction et câbles retirés mécaniquement en amont
 - Plus de 99% des matériaux ont pu être récupérés, incluant les couches polymères
 - Séparation du Silicium et des autres métaux (Aluminium, Argent)



- Juillet 2025 : La cellule solaire recyclable idéale [2]
 - En conflit avec la recherche d'efficacité élevée
 - Ex: Stabilité et séparation des éléments
 - Cellule idéale = compromis

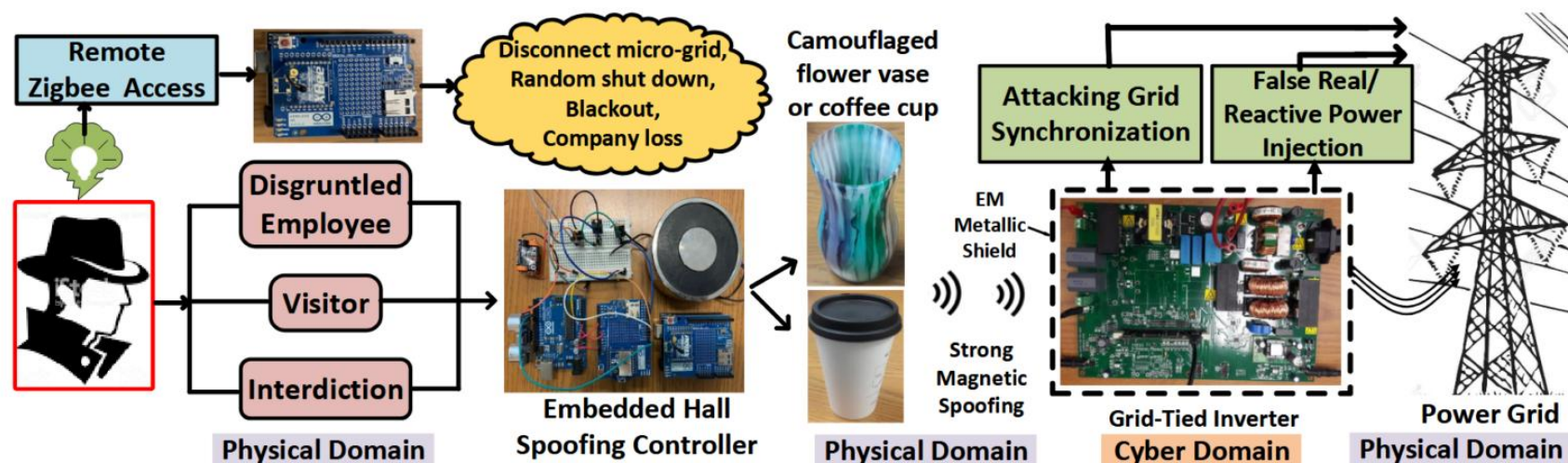
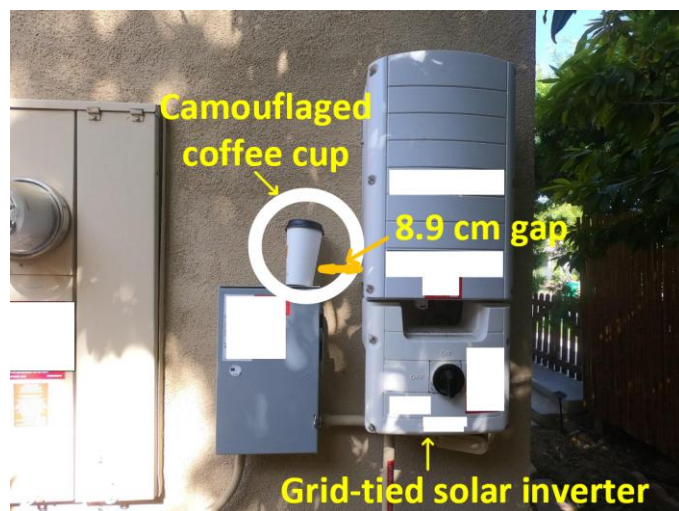
[1] <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2025.113571>

[2] <https://doi.org/10.1038/s41570-025-00728-0>

PARTIE 1:
VEILLE TECHNOLOGIQUE À
ÉCHELLE MONDIALE

Cybersécurité

- Mars 2026 : Des attaques à partir de perturbations sur les capteurs des onduleurs
 - Sans contact physique direct avec l'équipement
 - Création de perturbations sur les mesures
 - Réactions en cascades pouvant causer des dommages à l'échelle du réseau entier



- Janvier 2026 : La Pologne affirme que ses infrastructures énergétiques ont connu une cyber-attaque
 - De nombreuses installations d'énergies renouvelables ciblées
 - Aucune coupure de courant détectée
 - Menace réelle

- Mars 2026 : Une plateforme de simulation pour s'entraîner face à des cyberattaques réalistes [1]
 - Destinée à aider les opérateurs de réseaux électriques à se défendre contre les cyberattaques
 - Permet de tester des stratégies de sécurité dans des scénarios réalistes et contrôlés

- Mars 2026 : Plateforme logicielle pour renforcer la cybersécurité des SCADA (Contrôle de supervision et acquisition de données) destinés aux centrales électriques et aux infrastructures critiques [2]
 - Détection de diverses cyber-attaques avec une précision de 99.5%
 - Minimum de fausses alertes
 - Utilisation de « machine learning » et « deep learning »

[1] <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2026.100845>

[2] <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2025.100782>

PARTIE 2:

L'INNOVATION UNE OPPORTUNITÉ EN MINIMISANT LES RISQUES

L'innovation au Québec – retour de la grande enquête

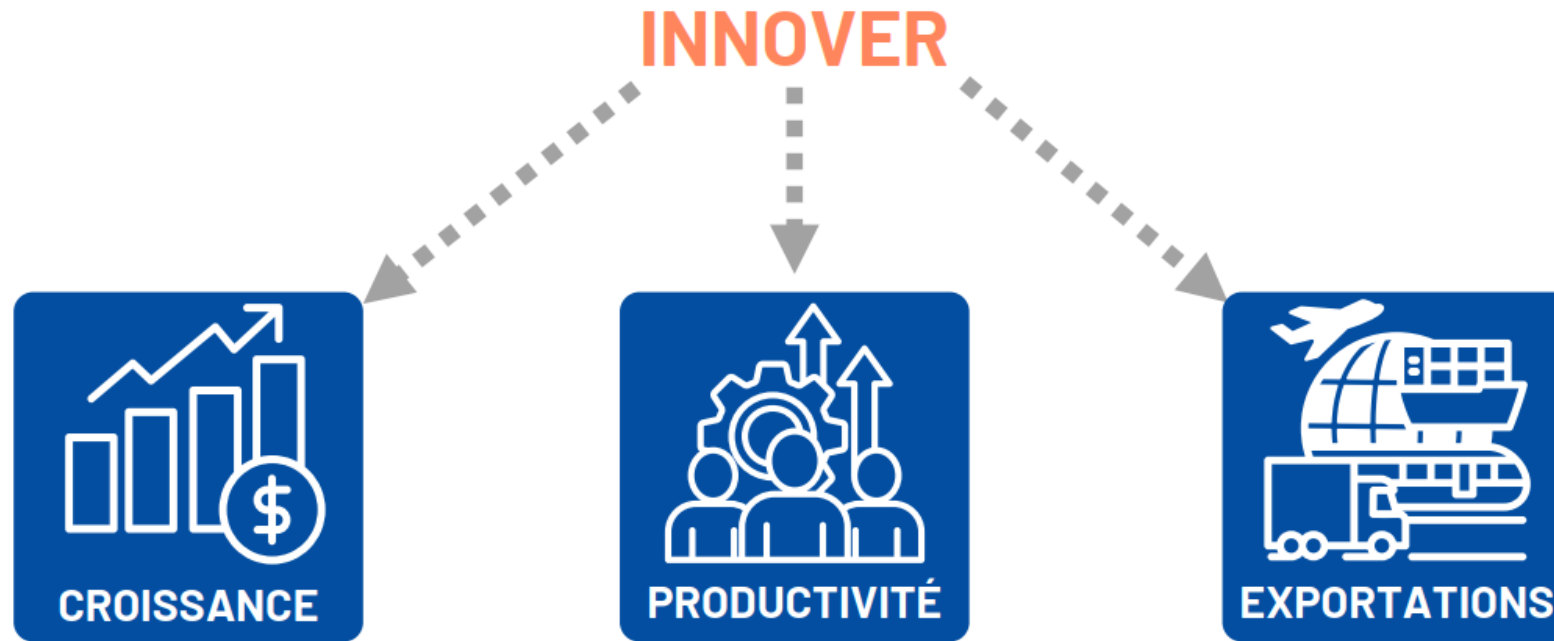
Cas pratiques d'innovations solaire dans le monde et au Québec

Un réseau pour vous supporter et réussir

PARTIE 2: L'INNOVATION AU QUÉBEC – RETOUR DE LA GRANDE ENQUÊTE

Le 27 mars 2026 a eu lieu le dévoilement de la grande enquête sur l'innovation dans les entreprises par Luc Sirois, Innovateur en chef du Québec et Directeur Général

Conseil de
l'innovation
du Québec



PARTIE 2:

L'INNOVATION UNE OPPORTUNITÉ EN MINIMISANT LES RISQUES

L'innovation au Québec – retour de la grande enquête

Cas pratiques d'innovations solaire dans le monde et au Québec

Un réseau pour vous supporter et réussir

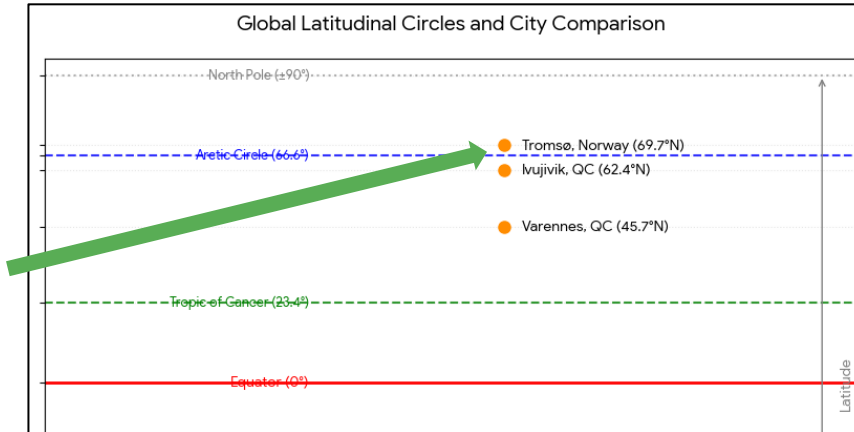
CAS PRATIQUES D'INNOVATIONS SOLAIRE DANS LE MONDE ET AU QUÉBEC



Nouveau produit: 15 min / Kwp et 12 kg/m²

Pré-assemblage pour être efficace

Le plus important parc vertical: 320 kW = 6400 panneaux solaires verticaux



Nouveau type de commercialisation – marketing:
Allemagne / Pays-Bas / France / Angleterre

À propos

European Solar Games France / Jeux Solaires Européens France

Pendant Open Energies, les 10 et 11 mars 2026, des équipes d'installateurs français s'affronteront pour le titre tant convoité de « Champion des European Solar Games France » et bien sûr, le crochet d'or. Les jeux portent sur la qualité, le montage, le câblage et la sécurité. Le temps est l'aspect le moins important. Le jury évalue tous ces aspects, et l'installateur ayant obtenu le meilleur score sur tous ces critères sera le vainqueur. L'équipe gagnante sera championne pendant un an et bénéficiera d'une attention particulière dans les films récapitulatifs et sur les réseaux sociaux.

Enstall organise cet événement pour accorder plus d'attention à une installation sûre et correcte des panneaux solaires. Il n'y a pas de meilleur endroit pour organiser cette finale. L'élément de compétition et l'accompagnement par le « maître de cérémonie » feront de cet événement un moment à ne pas manquer.

[Inscrivez-vous](#)

« la qualité,
le montage,
le câblage et
la sécurité »

À quand les jeux inter-provinces du Canada?

Nouveau service: Le contrat de performance énergétique solaire

Le Contrat de performance énergétique solaire

08/02/2021

Les maîtres d'ouvrage souhaitant garantir la performance de leur installation de production de chaleur solaire dans le temps, peuvent aujourd'hui mettre en place facilement un contrat de suivi et d'exploitation comprenant une garantie de performance. En effet, la FEDENE (Fédération des services énergies et environnement), a produit un modèle de contrat simple, permettant de garantir la production solaire sur l'usage ECS. Ce modèle de contrat est reconnu par l'ADEME. De plus, ce Contrat de performance énergétique (CPE) est compatible avec les contrats d'exploitation classique ou avec un CPE global.

Hugo Guillaume, Secrétaire général du SNEC, fait partie du Pôle Efficacité Énergétique de la FEDENE. Il a été interviewé à ce sujet par Vincent Boulanger à l'occasion de l'édition 2020 des États généraux de la chaleur solaire (EGCS). M. Guillaume a ainsi rappelé qu'un CPE était un contrat global, destiné à garantir dans la durée une amélioration réelle des performances énergétiques. Aussi, ce contrat comprend quatre dispositions essentielles :

- Une identification des gisements et la définition d'une situation de référence
- Une garantie des économies d'énergie dans la durée
- Un plan d'actions de performance énergétique (APE) mise en œuvre par l'opérateur
- Une méthode de mesure et de vérification de la performance

Ainsi que l'a précisé Hugo Guillaume, le CPE solaire, inclut quant à lui :

- Un objectif en Énergie Solaire Garantie
- Le suivi de la performance
- La prise en compte de la fourniture d'énergie
- Une précision des risques sanitaires
- Des annexes techniques

Ce nouvel outil est téléchargeable [ici](#).

Pour plus de détails sur l'implication de la FEDENE dans le développement des solutions de chaleur collective et le CPE solaire, écoutez l'interview d'Hugo Guillaume [ici](#).

Retrouvez la présentation complète de la FEDENE pour les EGCS 2020 [ici](#).



SNEC

Contrat de Performance Énergétique : Solaire Thermique

Auteur : Diego Debruyne

ABSTRACT : Le Contrat de Performance Énergétique (CPE) permet de prendre en compte l'exploitant dès la phase de conception et de garantir une production solaire sur l'usage d'eau chaude sanitaire. Le présent contrat concerne en priorité les copropriétés à usage principal d'habitation, de 50 lots ou plus et dotées d'une installation d'eau chaude collective avec production de chaleur solaire (appoint collectif).

Ce document a pour but de participer à l'essor des CPE solaire thermique en France en systématisant les stipulations contractuelles. Le cahier de clauses qui suit constitue en ce sens d'avantage un modèle qu'un marché type devant être strictement suivi. Ce CPE a la particularité d'être compatible avec les contrats d'exploitation classique, qui seront annexés au présent contrat le cas échéant.

Partie II : Désignation des parties

Ce contrat est conclu entre les soussignés :

Ci-après désigné par "le Client" et :

Ci-après désigné par "l'Opérateur"

Il concerne l'installation solaire et le site suivant :

Ci-après désigné par "l'Installation" et "le Site"

Il a été convenu ce qui suit :

Article 10 - Définitions

ECS	/	Eau Chaude Sanitaire
ESU_n	[kWh]	Energie Solaire Utile l'année n
ESG_n	[kW h]	Energie Solaire Garantie l'année n
EST_n	[kW h]	Energie Solaire Théorique l'année n
V_n	[m ³]	Volume d'eau consommé l'année n
q	[kW h/m ³]	Energie nécessaire pour chauffer 1 m ³ d'eau
k	[e/kW h]	Coût du kWh de l'appoint solaire

Nouveau service: Le contrat de performance énergétique solaire

Article 2 - Suivi de la performance

2.1 Suivi

Afin d'assurer la continuité et le bon fonctionnement du suivi de l'installation la mission de l'opérateur devra comprendre l'installation et la maintenance des instruments nécessaires à la mesure de l'énergie solaire utile (annexe 5).

L'opérateur s'engage à suivre la production mensuelle d'énergie solaire utile. Le suivi (annexe 6) comportera à minima l'énergie solaire utile produite mensuellement [kWh] dont la somme à l'année n est nommée (ESU_n), les volumes mensuels d'ECS [m^3] dont la somme à l'année n est nommée V_n ainsi que le taux d'économie annuel:

$$\text{taux d'économie} = \frac{ESU_n}{q \times V_n}$$

tel que q [kWh/m^3] est l'énergie nécessaire pour réchauffer 1 m^3 d'ECS, pertes de bouclage et d'installations comprises. q sera calculé conformément à 2.2

2.2 Détermination de q

Le paramètre q doit être mesuré, après rénovation si celle-ci a porté sur le calorifugeage en divisant l'énergie consommée par l'appoint, installation solaire à l'arrêt, par le volume d'eau vendu, sur une période d'au moins un mois, à la température de consigne normale stipulée dans la situation de référence 1. S'il n'est pas envisageable d'arrêter l'installation solaire il faudra mesurer l'Energie Solaire Utile (ESU) et l'ajouter à l'énergie consommée par l'appoint. Si q est inconnu à l'heure de la signature du contrat, une estimation prévisionnelle q_0 sera utilisée et révisée dans un délai d'un an à compter de la réussite de la MeS dynamique

$$q_0 = \dots\dots\dots$$

Partie III : Cahier des Clauses Particulières (CCP)

Article 1 - Objet du Contrat

1.1 Définition

L'objet du Marché est de garantir sur la durée du contrat l'amélioration de la performance énergétique de la production d'eau chaude sanitaire par rapport à la Situation de Référence définie en annexe 1. A cet effet, l'opérateur s'engage à atteindre l'objectif d'amélioration de la performance énergétique exprimé en quantité d'énergie finale utilisée pour la production d'ECS (énergie en kWh figurant sur la facture d'électricité, de gaz (PCI) ou de biomasse (PCI)).

1.2 L'objectif

L'objectif est défini par l'Energie Solaire Garantie (ESG_0). Il correspond au produit de l'Energie Solaire Théorique (EST_0) par le taux d'engagement τ , tel que :

- l'EST est calculée par un logiciel libre d'accès, les paramètres du calcul sont ceux définis dans la situation de référence (annexe 1) et le principe de calcul est détaillé dans l'annexe 2.
- τ correspond à l'engagement de l'opérateur

Le logiciel utilisé pour déterminer EST_0 est:

L'objectif du présent contrat est donc:

$$ESG_0 = \tau \times EST_0 = \dots\dots \times \dots\dots = \dots\dots\dots [kWh/an]$$

Une montée progressive de la performance peut être contractualisée par un taux τ_n à l'année n, suivant le tableau ci-dessous:

Année	1	2	3	4	5	6	7	8
Taux τ_n [%]

1.3 Ajustement de l'objectif

La production d'ECS dépend de facteurs exogènes indépendants de la capacité d'intervention de l'opérateur. L'objectif devra être ajusté chaque année suivant le logiciel utilisé pour déterminer EST_0 . Le calcul se fera sur la base de l'ensoleillement réel et des volumes d'eau réellement tirés chaque mois (annexe 2). Les paramètres de ce calcul sont ceux spécifiés en annexe 1. Le résultat du calcul pour l'année n est nommé EST_n . Ainsi l'énergie réellement garantie l'année n est:

$$ESG_n = \tau_n \times EST_n \quad [kWh/an]$$

On ne part pas de rien

CAS PRATIQUES D'INNOVATIONS SOLAIRE DANS LE MONDE ET AU QUÉBEC

Nouveau gestion-service: Accompagne les talents solaires français chez les employeurs québécois.

En 2035: « 125 000 clients – jusqu'à 45% des besoins en électricité de ces ménages » HQ



D'un côté de l'Atlantique, un marché qui fluctue ; de l'autre, un marché en croissance, mais en manque de main-d'œuvre.

Donc: 10 – 12 panneaux
⇒ 1M – 1,5M panneaux sur 10 ans
⇒ 150 000 panneaux / an
⇒ 3750 tonnes / 8 267 334 livres

Plus de 550 profils qualifiés sont prêts à s'expatrier au Québec.


- Technicien·nes
- Vendeur·euse·s
- Estimateur·trice·s
- Ingénieur·e·s
- etc.

L'équipe fondatrice

Floriane de Brabandère

CEO de Solar People


Présidente de la Fédération Nationale de l'Énergie Solaire

 Basée en France



Floréal Villanova


CEO et Co-fondateur de Solutions Otonomi Inc

 Basé à Montréal



Théo Germain

CTO et Co-fondateur de Solutions Otonomi Inc

 Basé à Montréal



Otonomi DX : La plateforme de qualification de leads solaires

Otonomi PV : L'application de dimensionnement solaire hors réseau

PARTIE 2:

L'INNOVATION UNE OPPORTUNITÉ EN MINIMISANT LES RISQUES

L'innovation au Québec – retour de la grande enquête

Cas pratiques d'innovations solaire dans le monde et au Québec

Un réseau pour vous supporter et réussir

UN RÉSEAU POUR VOUS SUPPORTER ET RÉUSSIR

Innove Ici – une nouvelle plateforme de soutien à l'innovation

« Innoveici.quebec vise à simplifier le parcours d'innovation des entreprises québécoises en offrant un service d'aiguillage gratuit et personnalisé. Ce nouvel outil permet aux entrepreneurs de partout à travers la province de trouver rapidement l'expertise, les ressources et les opportunités qui correspondront spécifiquement à leurs besoins, qu'il s'agisse de **financement**, de **conseils stratégiques** ou de **d'accès à des programmes de soutien**. »

Des conseiller.ères en innovation aux quatre coins de la province

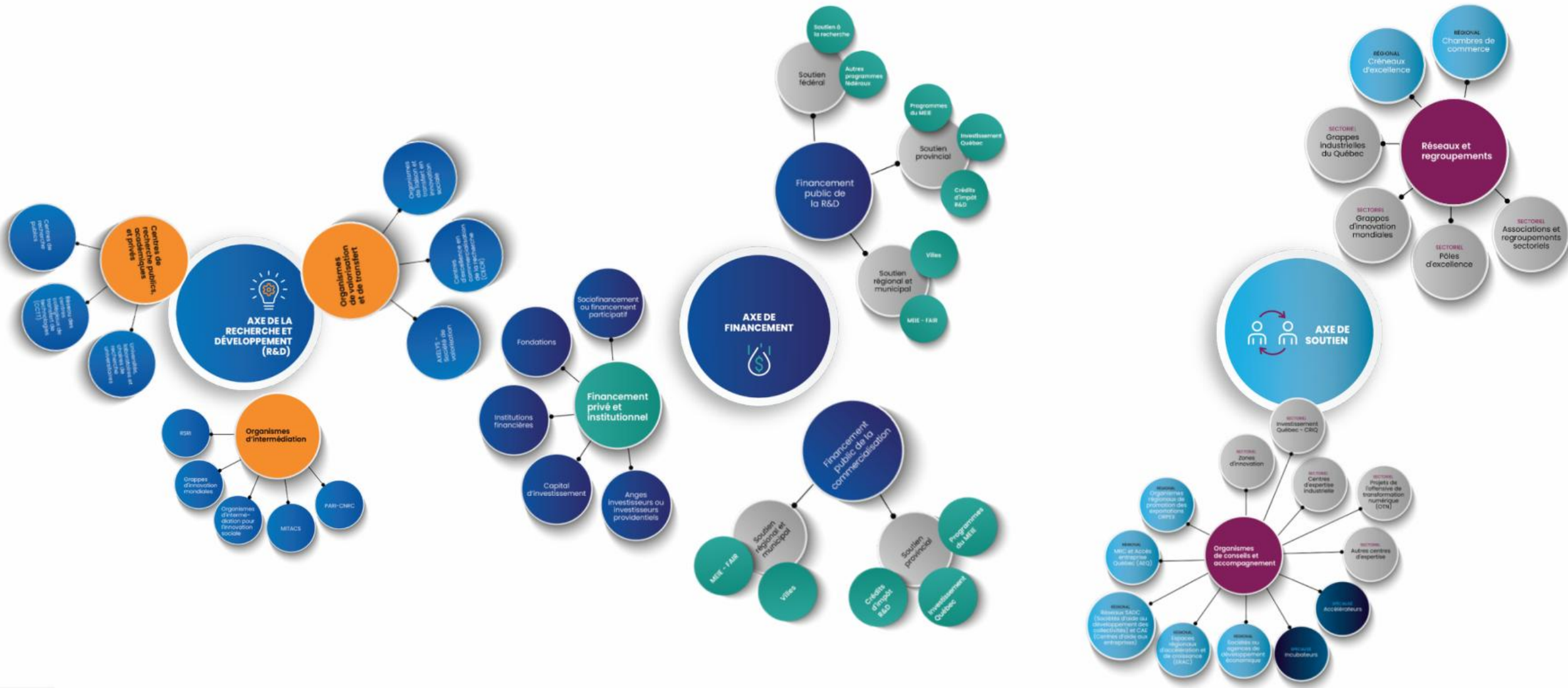


4 étapes simples



UN RÉSEAU POUR VOUS SUPPORTER ET RÉUSSIR

La **Nébuleuse**, un écosystème de soutien riche ... mais complexe



MOTS DE LA FIN

- « Avertissement » : Compétition externe.

Nouveaux au Québec, mais déjà très très très bien établis dans le monde.

- Opportunité pour vous :

Vous possédez une connaissance approfondie du territoire, du climat, de la culture locale et SURTOUT du client. Posez-la question, Qu'est-ce qui manque?

Cultivez cette expertise et donnez de l'ambition à vos projets pour rester compétitifs.

Dans le monde:

2024 environ 1 500 MILLIONS de panneaux photovoltaïques

2025 environ 1650 MILLIONS de panneaux photovoltaïques

Au Québec, 2026...2027 environ 0,150 MILLIONS...

ÉQUIPE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA PLATEFORME:

- 1 professeur et 6 professionnels de recherche



Jean-François
Lerat

Directeur
exécutif

Pr Richard
Arès

Directeur
administratif

Fabien
Dauzou

Dév.
Services &
Stratégies

Alexandre
Graillet

Responsable
informatique

Adrien
Vin

Responsable
instrumentation

Maxime
Weiss

Responsable
équipements

Ilham
Amezzane

Responsable
données
scientifiques

Services

Notre mission : accélérer la transition énergétique - Au 3IT.Energies, nous accompagnons tout individu, chercheur ou entreprise dans l'intégration des énergies renouvelables (EnR), au Québec comme à l'international. Que votre projet soit à l'étape d'idée, ou avec déjà un prototype ou un produit fini, notre plateforme est conçue pour vous soutenir à chaque étape des développements techniques et économiques.

Accompagnement sur mesure



De l'idée à la réalisation

L'accompagnement proposé par la plateforme peut démarrer à partir de la **simple idée** et mener vers la mise en place de **tests grandeur nature** avec des résultats concrets et quantifiables en **environnement réel au Québec**. Nos partenaires peuvent développer **produits, solutions et modèles** tout en étant conseillés par l'ensemble des professionnels de la plateforme 3IT.Energies.



Un suivi personnalisé

Dès la première étape, nous accompagnons le partenaire dans la **définition exacte de son besoin**. Puis, nous nous adaptons à leurs conditions et contraintes pour répondre à ces besoins et fournir tous les outils pour mener à bien les projets définis ensemble. Notre accompagnement est basé sur **des échanges réguliers**, à travers des rencontres et des rapports d'avancement intermédiaires.



L'accès à un réseau d'experts et de partenaires

Grâce à notre **vaste réseau de professionnels et instituts internationaux affiliés**, nous sommes capables de poursuivre l'accompagnement de nos partenaires **au-delà des capacités propres à la plateforme**. Notre flexibilité nous permet alors d'être **un support, un tremplin, un allié ou un guide** pour tout projet d'EnR quel que soit son ampleur et son statut initial.

Site web: 3it-energies.recherche.usherbrooke.ca

Courriel: info3it.energies@usherbrooke.ca

MERCI



3IT.Energies



7 avril 2026

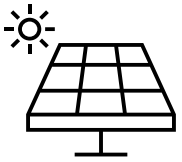
Préparée par l'équipe 3IT.Energies
Présentée par Maxime Weiss et Fabien Dauzou

3IT.ENERGIES: PLATEFORME ÉNERGIES INTÉGRÉES À L'UDES

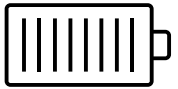
- En activité depuis 2019
- Des suiveurs solaires & thermique, tables fixes, tables amovibles, sur les toits des bâtiments (1830 panneaux solaires)
- Puissance PV installée : 300 kW (campus) + 300 kW (J1) + 680 kW (ACELP)
- Panneaux PV intégrés avec optimiseurs (données de haute qualité)
- Connecté au 25 kVolts d'Hydro-Sherbrooke + 15 kV et 600 V interne UdeS
- Puissance : 1 MWc (15% de la puissance crête du campus principal)
- Production : 930 MWh / an



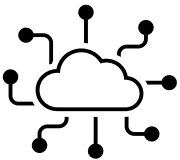
EXPERTISES:



Énergies
renouvelables



Stockage



Gestion intelligente
de l'énergie et
micro-réseau

- **Analyse comparative (benchmark) des technologies photovoltaïques** (cellules, modules, systèmes) en environnement réel, et combinaison avec stockage
- **Analyse des données de production** spécifique au Québec
- **Prévision de la production électrique** (puissance disponible à un instant T selon plusieurs facteurs)
- **Prévision de la consommation** et pic de puissance de la demande propre au lieu
- **Modélisation micro-réseau** avec intégration sources renouvelables
- **Algorithme de prévision** de la production et de la consommation (apprentissage machine)
- Contrôle du microclimat à l'aide de **solutions agrivoltaïques**

ANNEXE BATTERIE : SODIUM-ION

- Juin 2025 : Séparateur à base de polymères durables [1]
 - Chaîne d'approvisionnement plus accessible
 - Réduction de l'impact environnemental du cycle de vie de la batterie
- Juin 2025 : Batterie haute performance à charge rapide [2]
 - Charge à 80% en 6 minutes
 - Capable de retenir la capacité sur plus de 3000 cycles
- Juillet 2025 : Ajout de Cuivre à la cathode de Manganèse [3]
 - Meilleure stabilité
 - Pas de perte de capacité en 150 cycles contre 30 pour un matériau non dopé
- Octobre 2025 : Ajout de Calcium à la cathode [4]
 - Meilleure stabilité
 - Test sur deux jours d'exposition à l'air : Pas de perte de capacité de décharge contre 35% pour un matériau non dopé

[1] *Spanish research center makes sodium-ion battery advances* [3] *Copper doping unlocks stability in manganese cathodes for sodium-ion batteries*

[2] <https://doi.org/10.1002/aenm.202304091>

[4] <https://doi.org/10.1039/D5TA04742K>

ANNEXE BATTERIE : SODIUM-ION

- Novembre 2025 : Cellule de batterie pour des faibles températures jusqu'à -100°C [1]
 - Énergie spécifique de 76 Wh/kg lorsqu'associée à une cellule pv Si à $T = -100^{\circ}\text{C}$
 - Prometteur pour des applications avec conditions extrêmes de froid (Québec)
- Décembre 2025 : Utilisation de carbone dur pour les anodes [2]
 - Peut charger plus rapidement qu'une batterie lithium-ion
- Janvier 2026 : Ajout de Scandium à la cathode de Manganèse [3]
 - Amélioration de la stabilité
- Mars 2026 : Batterie économique avec carbone dur issu de résidus de fleurs de lavande [4]
 - Matériaux largement accessibles et durables
 - Rétention de capacité de 62% après 100 cycles pour le meilleur test
- Mars 2026 : Prototype avec une densité d'énergie au-delà de 300 Wh/kg [5]
 - Performance comparable à une batterie lithium-ion haute performance

[1] <https://doi.org/10.1038/s42004-025-01709-6>

[2] <https://doi.org/10.1039/D5SC07762A>

[3] <https://doi.org/10.1002/adma.202511719>

[4] <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2026.239365>

[5] [NanoMalaysia unveils sodium-ion prototype surpassing 300 Wh/kg](#)

ANNEXE BATTERIE : AUTRES

- Mai 2025 : Batterie à flux redox organique **[1]** [1] <https://doi.org/10.1002/anie.202505383>
 - Batterie compacte et haute performante
 - Compatible pour des installations solaires montées sur toit
- Octobre 2025 : Batterie à base de Magnésium stable à température ambiante **[2]**
 - Matériau abondant et non toxique [2] [*Prototype magnesium battery operates at room temperature in breakthrough*](#)
- Décembre 2025 : Batterie Aluminium-ion **[3]** [3] [*World's first high-power aluminum-ion battery system for energy storage*](#)
 - Cellules avec une densité énergétique de 160 Wh/kg et une densité de puissance de 9 kW/kg
 - Testée en conditions réelles
 - Charges/décharges rapides
- Janvier 2026 : Batterie Zinc-Bromine **[4]** [4] [*Corrosion-free bromine flow battery promises longer life and higher energy density*](#)
 - Obstacle de la corrosion résolu
 - Test 5 kW : 78% d'efficacité après plus de 700 cycles à une densité de courant de 40 mA/cm²
- Mars 2026 : BESS Vanadium **[5]** [5] [*Spain completes testing of Europe's largest research vanadium BESS*](#)
 - 1 MW/ 8 MWh
 - 15 heures d'autonomie de stockage

ANNEXE AGRIVOLTAÏSME

- Août 2025 : L'importance du site [1]
 - Nécessaire de prendre en compte les répercussions économiques locales, les services écosystémiques et les points de vue des parties prenantes lors de la conception et de la mise en œuvre afin de développer un système polyvalent optimal
 - Plutôt que de présenter l'agrivoltaïque comme une solution universelle pour tous les agriculteurs et tous les promoteurs solaires, l'étude souligne l'importance d'adapter les systèmes aux conditions locales.
- Septembre 2025 : Évaluer les attitudes à l'égard de l'agrivoltaïque grâce à la participation communautaire [2]
 - Agriculteurs, défenseurs de l'alimentation locale, dirigeants de communautés autochtones, chercheurs spécialisés, représentants des autorités régionales et de l'État et promoteurs de projets solaires étaient présents lors d'un atelier avec : une enquête préliminaire, un volet pédagogique, des travaux en groupe, une visite d'un parc agrivoltaïque expérimental et un dîner « de la ferme à la table »
 - 76% des participants étaient d'accord avec l'affirmation : Les systèmes agrivoltaïques sont bénéfiques pour les communautés locales

[1] <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01600-1>

[2] <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104273>

ANNEXE AGRIVOLTAÏSME

- Janvier 2026 : L'agrivoltaïsme en tant qu'innovation systémique : les avantages multidimensionnels mis en évidence par des études mondiales portant sur le climat, l'agriculture, l'énergie et les écosystèmes [1]
 - 1,8 milliard de tonnes de production agricole mondiale supplémentaire par an
 - Réduction de la consommation d'eau et des émissions de CO₂
- Février 2026 : Impact de l'agrivoltaïsme sur les propriétés du sol [2]
 - Crée des comportements hétérogènes du sol en fonction de la zone (ex: sous ou entre les panneaux)
 - Peut avoir des effets en cascade sur le cycle des nutriments du sol
- Mars 2026 : Étude de l'agrivoltaïsme sur une culture de pomme de terre [3]
 - Étude sur quatre années
 - Adaptation des plants à des conditions de luminosité réduite et variable
 - Révèle l'importance de la luminosité à certains timings critiques pour la pousse

[1] <https://doi.org/10.1016/j.rser.2026.116721>

[2] <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2025.11.001>

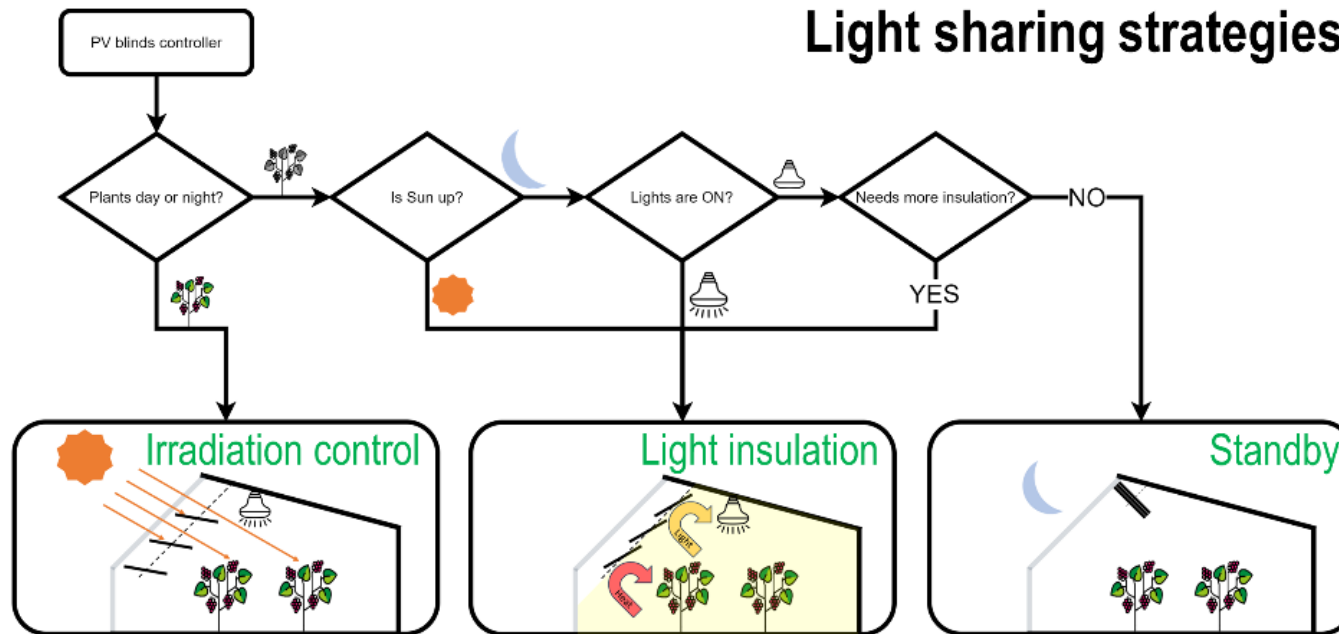
[3] <https://doi.org/10.1016/j.atech.2026.101989>

PROJET CANBERRIES

Obj: Production électrique PV en plus d'une production végétale - **Homegrown Challenge**

Réalisation: Intégration de rideaux photovoltaïques type stores vénitiens dans une serre hivernale produisant de la framboises à l'année, sur le site de Bishop's University

Résultats: Mitigation de l'excès d'irradiance, distribution lumineuse améliorée



Source: Rousseau-Pinard, 2025 - *Dynamic agrivoltaics for improved irradiance control in nordic greenhouses*