A photograph showing a rooftop solar installation. In the foreground, there are two white SolarEdge inverters with the brand name visible. Behind them, several rows of dark solar panels are mounted on a flat roof. The background shows a clear sky and some structural elements of the building.

# Réduire les dépenses capex/opex dans le tertiaire

Webinaire – 24 avril 2020

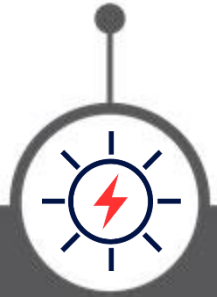


Tertiaire

Les 4 avantages  
SolarEdge

# Les 4 avantages clés de SolarEdge

## Plus d'énergie (kWh)



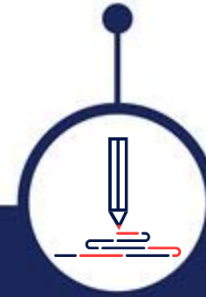
- ✓ Rendement énergétique supérieur
- ✓ Retour sur investissement plus rapide

## Sécurité électrique renforcée



- ✓ Très basse tension sur le toit en cas de coupure onduleur
- ✓ Détection d'arc électrique
- ✓ Meilleure protection des biens et des personnes

## Plus grande flexibilité de design



- ✓ Gains eBoS (câbles DC/AC, connecteurs, main d'œuvre pose, ...)
- ✓ Plus de densité surfacique Wc sur le toit
- ✓ Lieu implantation onduleurs

## Coûts d'exploitation / maintenance inférieurs



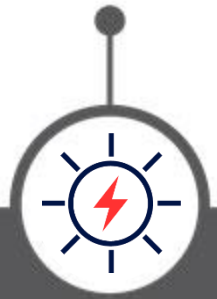
- ✓ Visibilité complète des performances de l'installation
- ✓ Diagnostic & dépannages à distance
- ✓ Interventions plus rapides et plus efficaces



- ✓ **TRI supérieur**
- ✓ **Atténuation des risques**
- ✓ **Meilleure protection de l'investissement sur le long terme pour vos clients**

# Les 4 avantages clés de SolarEdge

## Plus d'énergie (kWh)



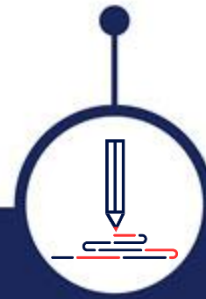
- ✓ Rendement énergétique supérieur
- ✓ Retour sur investissement plus rapide

## Sécurité électrique renforcée



- ✓ Très basse tension sur le toit en cas de coupure onduleur
- ✓ Détection d'arc électrique
- ✓ Meilleure protection des biens et des personnes

## Plus grande flexibilité de design



- ✓ Gains eBoS (câbles DC/AC, connecteurs, main d'œuvre pose, ...)
- ✓ Plus de densité surfacique Wc sur le toit
- ✓ Lieu implantation onduleurs

## Coûts d'exploitation / maintenance inférieurs

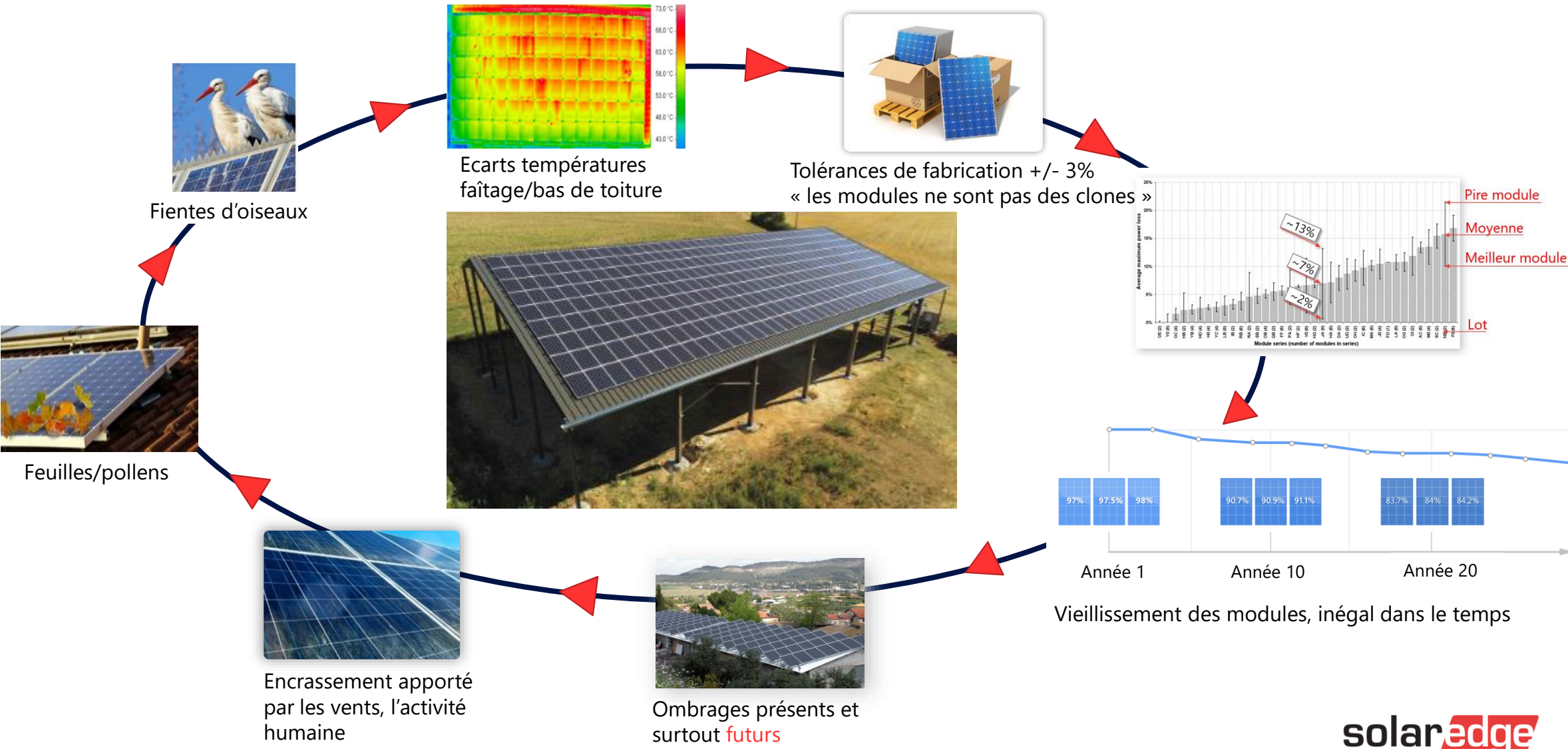


- ✓ Visibilité complète des performances de l'installation
- ✓ Diagnostic & dépannages à distance
- ✓ Interventions plus rapides et plus efficaces



- ✓ **TRI supérieur**
- ✓ **Atténuation des risques**
- ✓ **Meilleure protection de l'investissement sur le long terme pour vos clients**

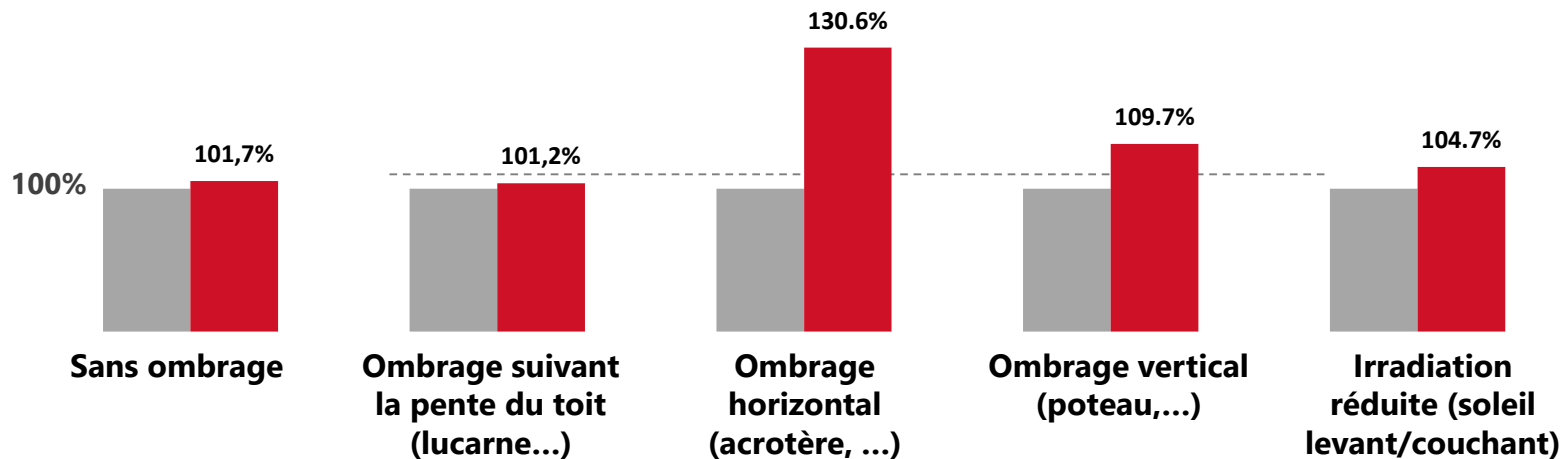
# Les causes de disparités entre modules sont multiples et s'accroissent dans le temps



# Plus d'énergie DANS TOUS LES CAS

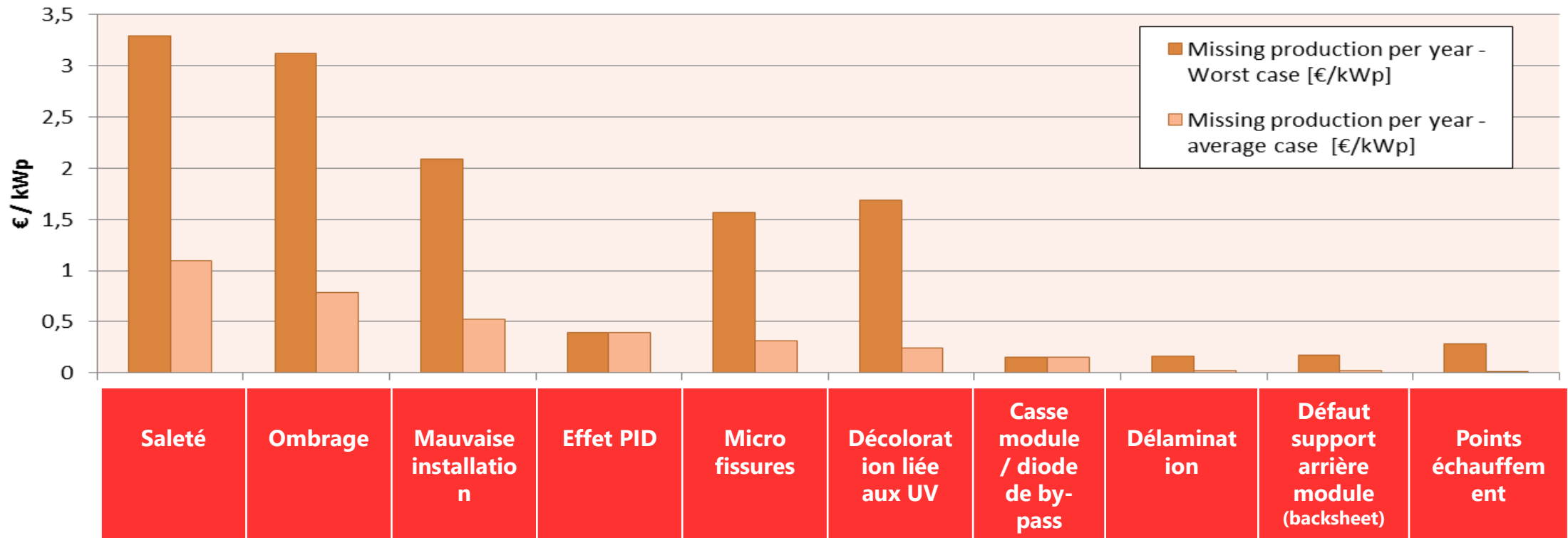
- PHOTON Labs a testé et comparé le surplus d'énergie fourni par un système SolarEdge par rapport à un onduleur chaîne traditionnel (Photon oct/2011)
- Conditions de laboratoire idéales, modules testés par flashage, irradiance homogène
- Différents scénarii d'ombrage – **jusqu'à 30% d'énergie en plus pour SolarEdge**
- **Scénario sans ombrage, modules neufs** – **2% d'énergie en plus** pour SolarEdge (dû au *mismatch* module)

Comparaison d'énergie produite entre un onduleur **traditionnel** et un système **SolarEdge**



# Influence du Mismatch → pertes de puissance

- Un rapport EURAC / TÜV RH sur les risques techniques dans les projets photovoltaïques montre que l'impact économique lié au *mismatch* peut être très supérieur à **3€/kWp/an** en raison d'une perte de puissance et donc de productible.

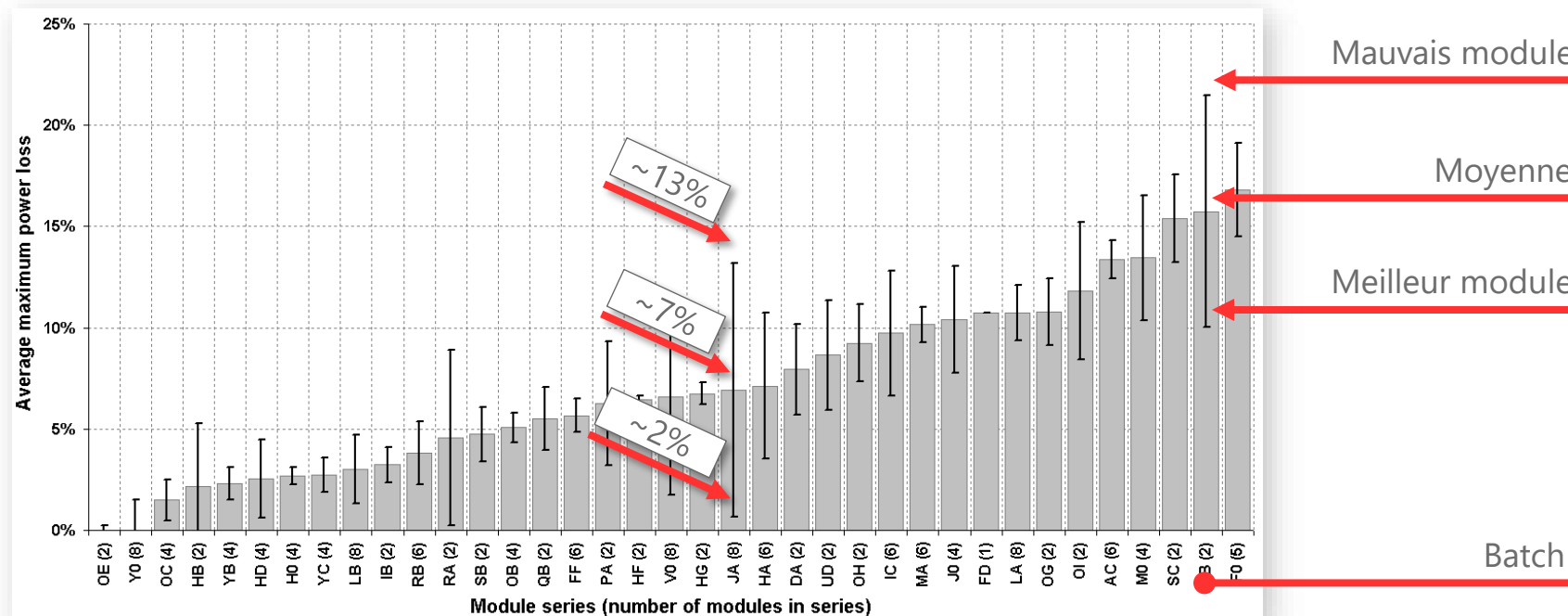


# Mismatch « dynamique » en vieillissant

- Sur 20 ans, perte de rendement d'un module : **≈ 20%**

Mais

- Vieillessement ni linéaire ni uniforme d'un module à l'autre.



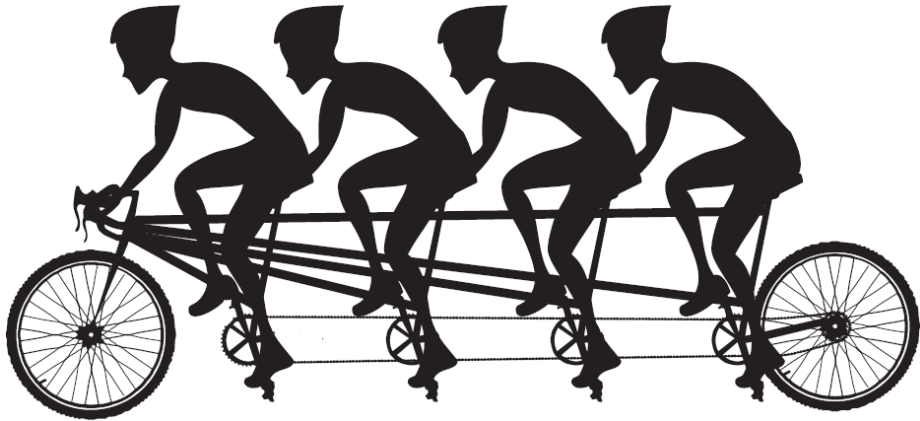
Source: A. Skoczek et al., "The results of performance measurements of field-aged c-Si photovoltaic modules", Prog. Photovolt: Res. Appl. 2009; 17:227-240



# Solution traditionnelle

## ► Modules interdépendants

La vitesse du tandem est limitée par les performances du cycliste le plus faible



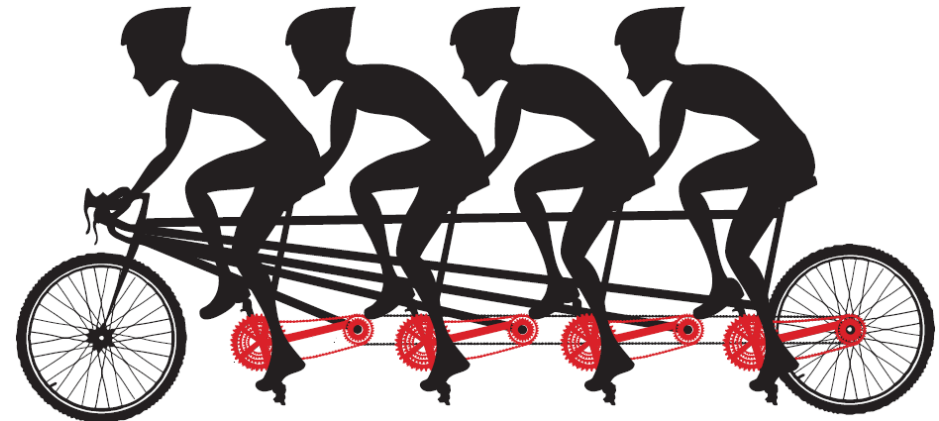
En raison des disparités entre modules,

- les plus faibles ont un impact sur le productible de l'ensemble de la chaîne en réduisant la production des autres modules.

➤ **Pertes de kWh sur 20 ans**

## ► Modules indépendants

Chaque cycliste ayant son propre pédalier, le potentiel individuel est maximisé, le tandem se déplace plus rapidement !



Même en cas de disparités entre modules, chacun génère son énergie maximale.

- Le module le plus faible n'affecte pas les performances de l'ensemble du système.

➤ **Gains de kWh sur 20 ans**

# Les 4 avantages clés de SolarEdge

## Plus d'énergie (kWh)



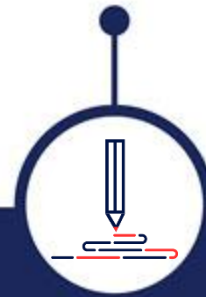
- ✓ Rendement énergétique supérieur
- ✓ Retour sur investissement plus rapide

## Sécurité électrique renforcée



- ✓ Très basse tension sur le toit en cas de coupure onduleur
- ✓ Détection d'arc électrique
- ✓ Meilleure protection des biens et des personnes

## Plus grande flexibilité de design



- ✓ Gains eBoS (câbles DC/AC, connecteurs, main d'œuvre pose, ...)
- ✓ Plus de densité surfacique Wc sur le toit
- ✓ Lieu implantation onduleurs

## Coûts d'exploitation / maintenance inférieurs



- ✓ Visibilité complète des performances de l'installation
- ✓ Diagnostic & dépannages à distance
- ✓ Interventions plus rapides et plus efficaces



- ✓ **TRI supérieur**
- ✓ **Atténuation des risques**
- ✓ **Meilleure protection de l'investissement sur le long terme pour vos clients**

# SolarEdge – SafeDC™

- Grâce à la fonction SolarEdge SafeDC™, chaque fois que l'alimentation AC est coupée, les optimiseurs se désactivent pour protéger les installateurs, le personnel de maintenance et les pompiers
- Les optimiseurs de puissance sont conçus pour tomber à 1Vdc lorsque :
  - Un bâtiment est déconnecté du réseau électrique
  - L'onduleur est éteint
  - Défauts d'isolation par exemple en cas d'inondation ou d'effondrement de la structure (défaut à la terre ou RCD déclenchera l'onduleur)
- Les capteurs thermiques dans les optimiseurs de puissance de chaque module détectent la température au-dessus du seuil (85°C)



# La sécurité incendie : détection arc électrique

## 2 modes de fonctionnement

### ❖ **Reconnexion manuelle (obligatoire aux USA)**

- Le système doit être redémarré manuellement sur site après l'arrêt de l'onduleur.

Le taux de détection de faux arcs dans les systèmes SolarEdge aux États-Unis est très faible, mais le coût d'une détection erronée peut être élevé.

### ❖ **Reconnexion automatique**

- Eviter les coûts liés aux « fausses » détections et de visites sur site pour une reconnexion manuelle

Nb : ce mécanisme reconnecte automatiquement le système après une certaine période de temps si suspicion d'arc électrique.

Si la détection d'arc persiste, le temps de reconnexion augmentera progressivement.

Après 4 cycles, l'onduleur ne démarrera pas de la journée et enverra une alerte

- **Evite l'utilisation de bobine MX : ERP**
- **Procédure validée par de nombreux SDIS Français**
- **Possibilité de formation pour SDIS Local**

# Les 4 avantages clés de SolarEdge

## Plus d'énergie (kWh)



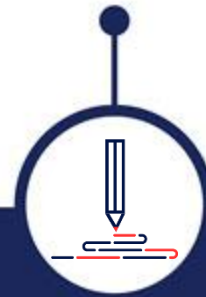
- ✓ Rendement énergétique supérieur
- ✓ Retour sur investissement plus rapide

## Sécurité électrique renforcée



- ✓ Très basse tension sur le toit en cas de coupure onduleur
- ✓ Détection d'arc électrique
- ✓ Meilleure protection des biens et des personnes

## Plus grande flexibilité de design



- ✓ Gains eBoS (câbles DC/AC, connecteurs, main d'œuvre pose, ...)
- ✓ Plus de densité surfacique Wc sur le toit
- ✓ Lieu implantation onduleurs

## Coûts d'exploitation / maintenance inférieurs

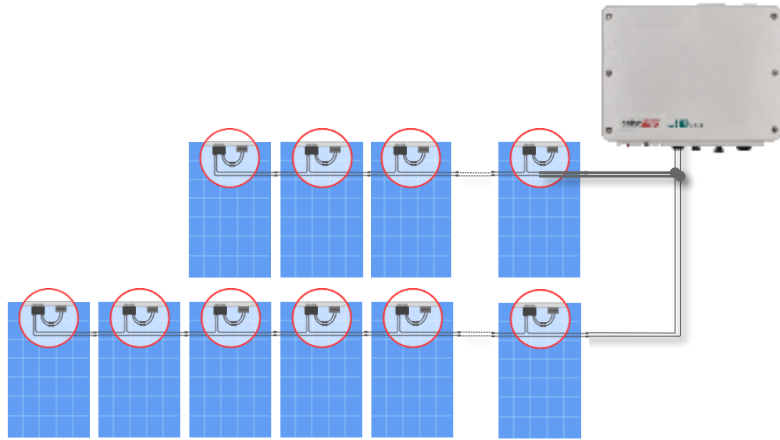


- ✓ Visibilité complète des performances de l'installation
- ✓ Diagnostic & dépannages à distance
- ✓ Interventions plus rapides et plus efficaces



- ✓ **TRI supérieur**
- ✓ **Atténuation des risques**
- ✓ **Meilleure protection de l'investissement sur le long terme pour vos clients**

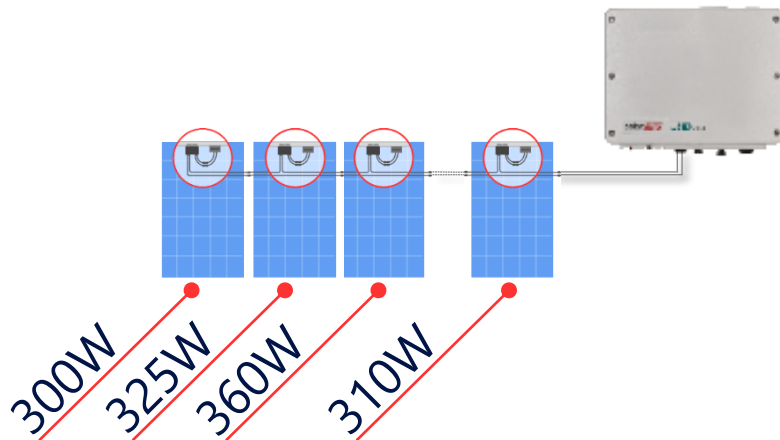
# Flexibilité de conception



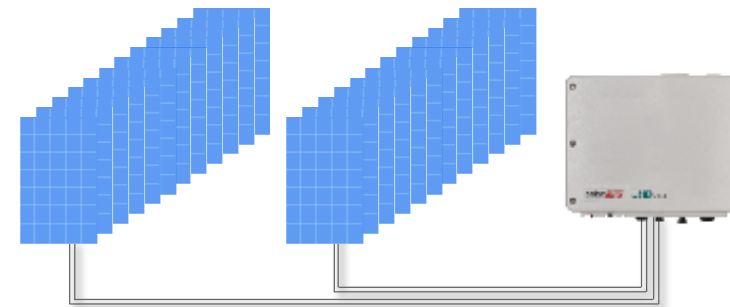
→ Chaînes parallèles de longueurs inégales



→ Plusieurs orientations dans une seule chaîne



→ Différentes puissances dans une chaîne

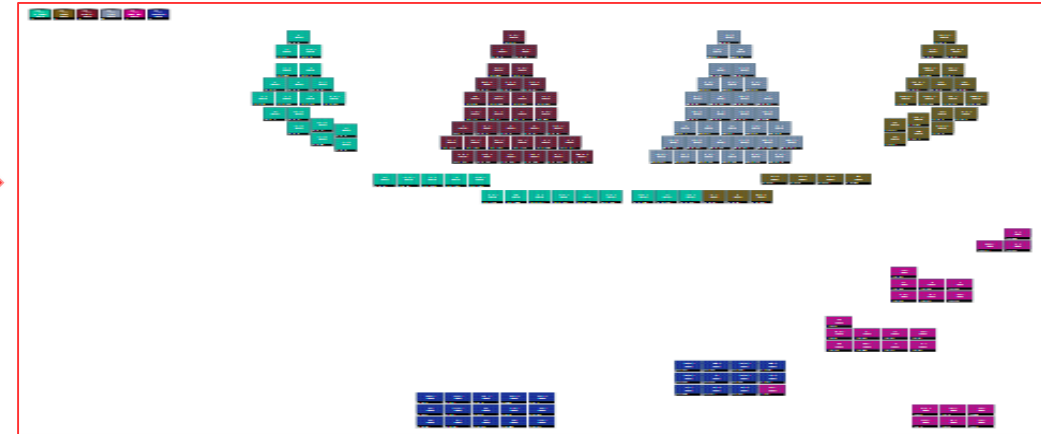


→ Chaînes plus longues

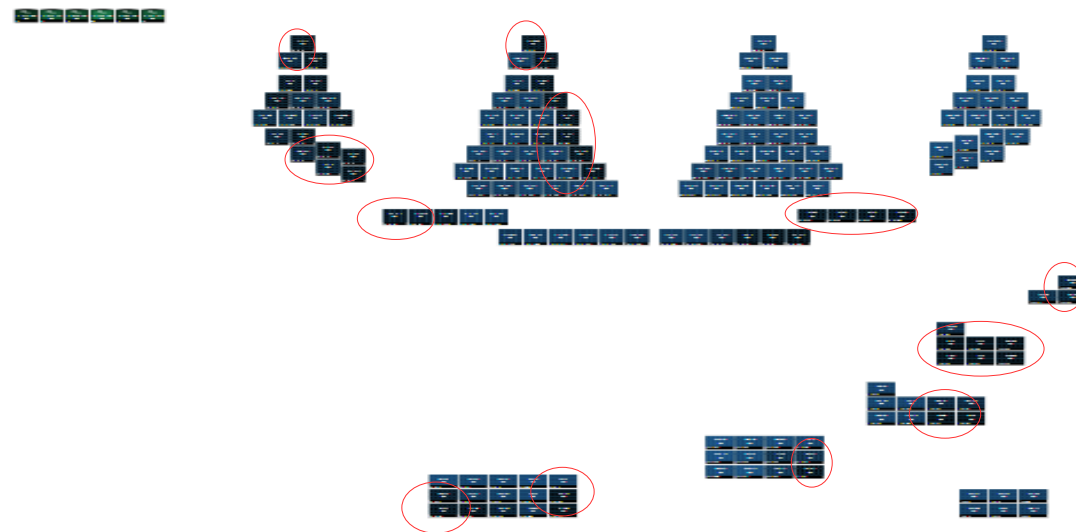
# Flexibilité du design + productible optimisé



calepinage



≈ 8H



**Sur un même  
onduleur**

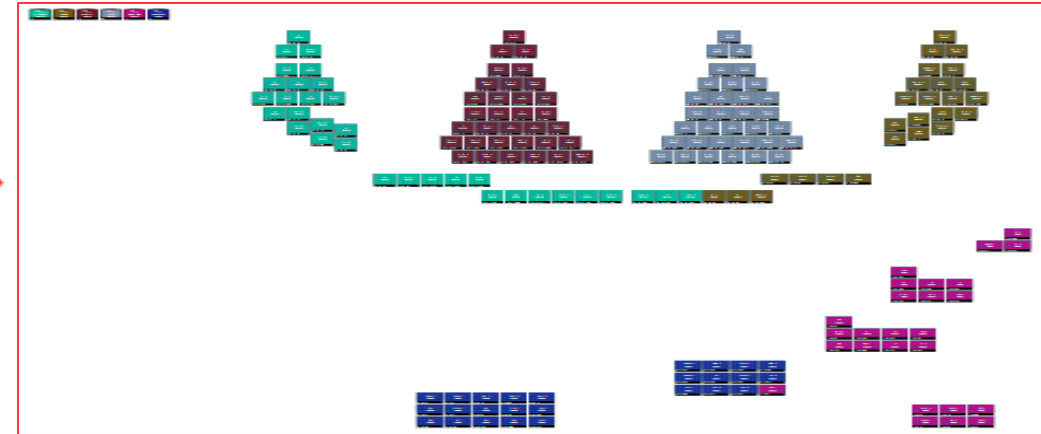
- Chaînes de longueurs inégales
- Chaînes réparties sur des pans de toits avec orientations/inclinaisons différentes



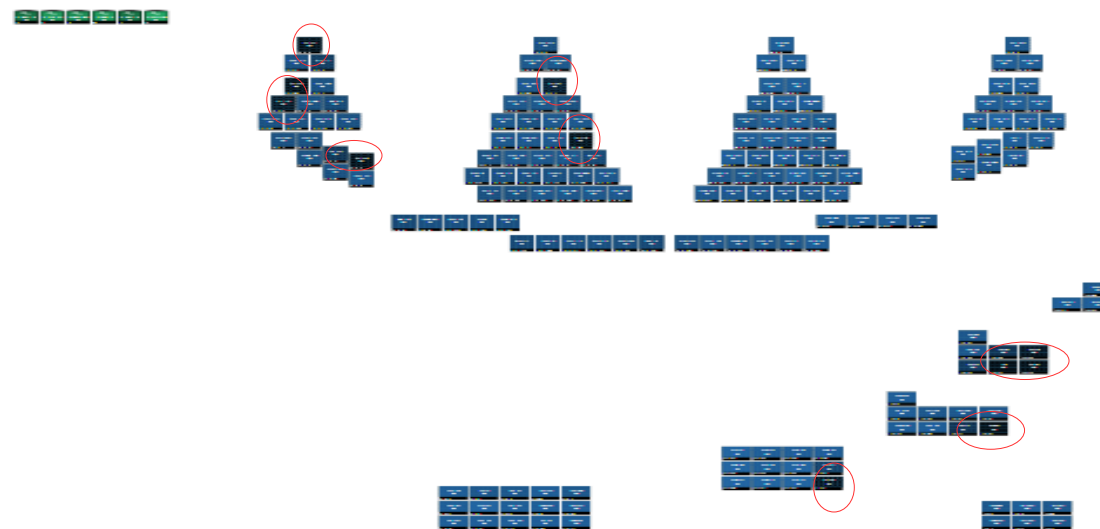
# Flexibilité du design + productible optimisé



calepinage



≈ 11H



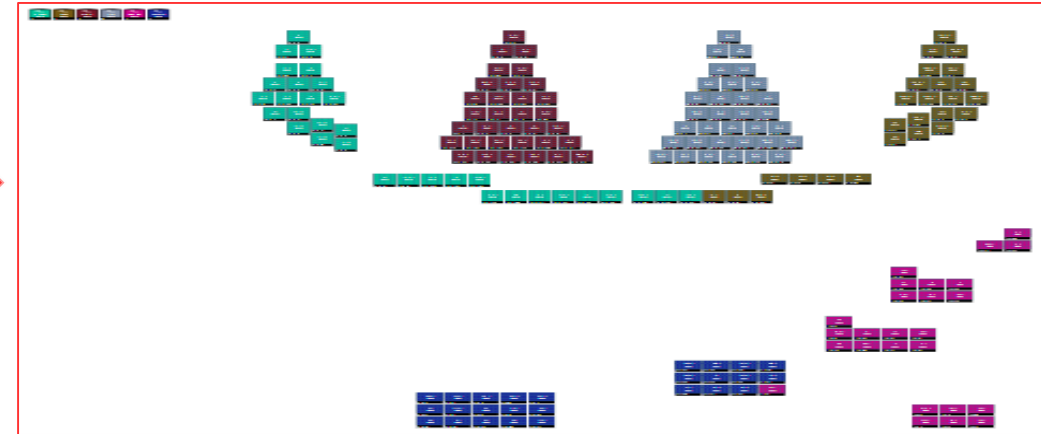
**Sur un même  
onduleur**

- Chaînes de longueurs inégales
- Chaînes réparties sur des pans de toits avec orientations/inclinaisons différentes

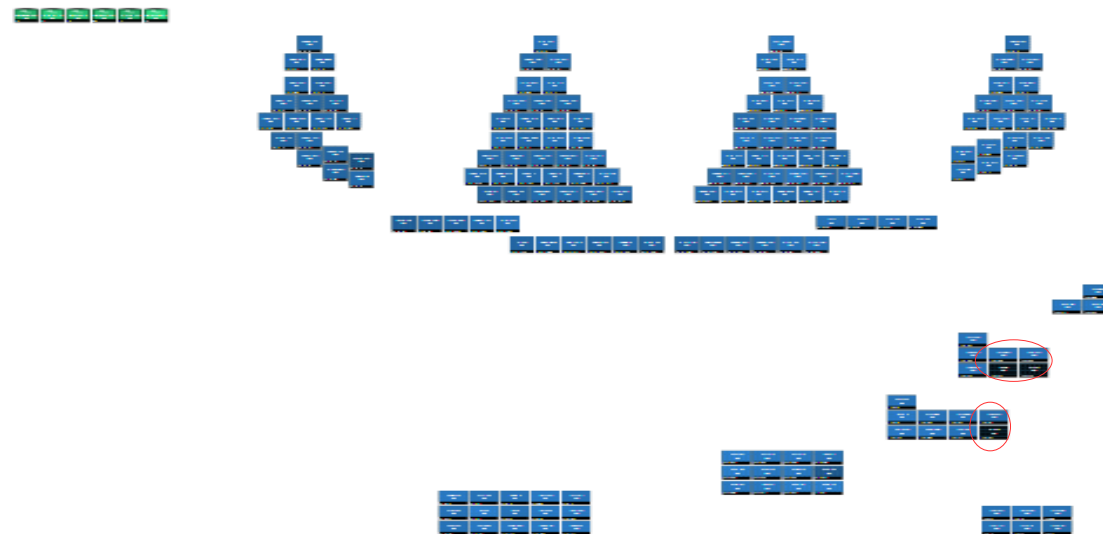
# Flexibilité du design + productible optimisé



calepinage



≈ 13H



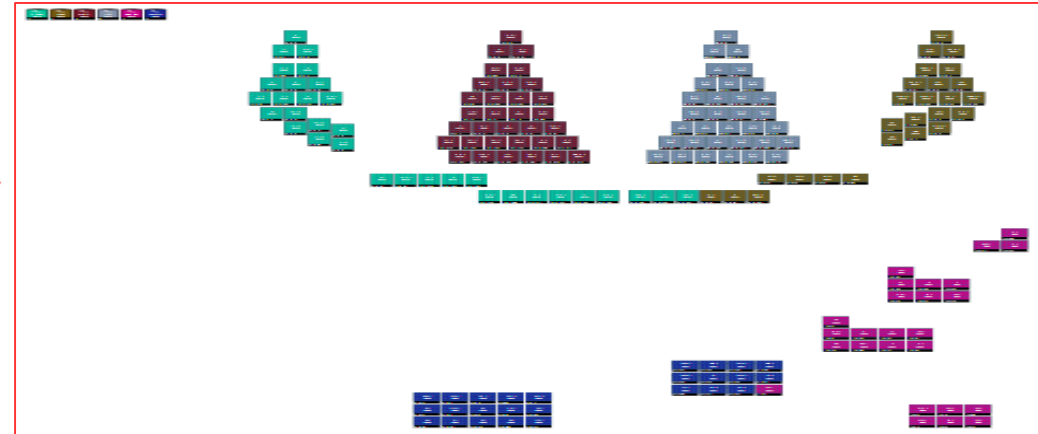
**Sur un même onduleur**

- Chaînes de longueurs inégales
- Chaînes réparties sur des pans de toits avec orientations/inclinaisons différentes

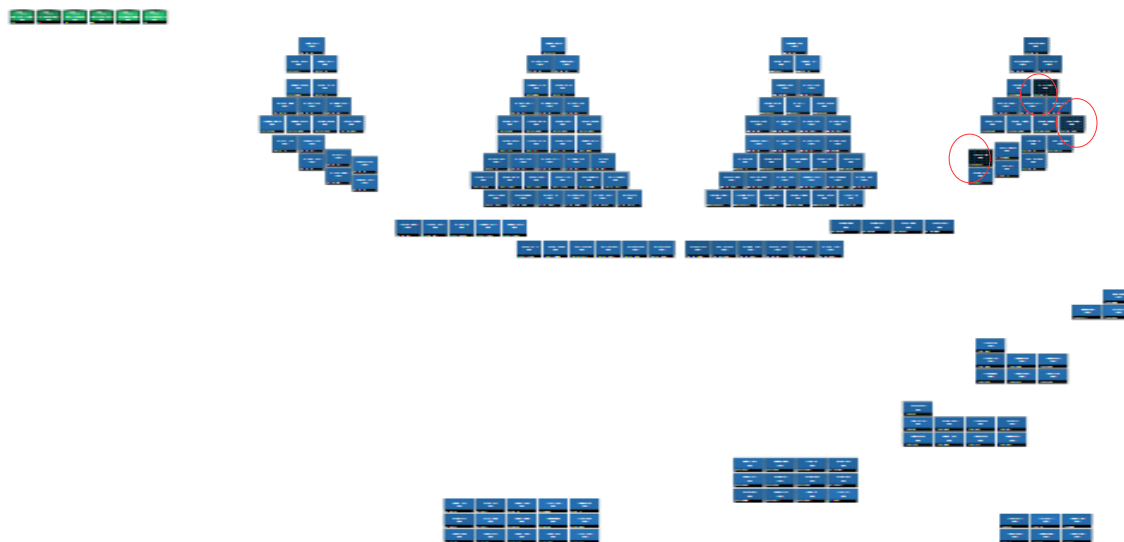
# Flexibilité du design + productible optimisé



calepinage



≈ 16H



## Sur un même onduleur

- Chaînes de longueurs inégales
- Chaînes réparties sur des pans de toits avec orientations/inclinaisons différentes



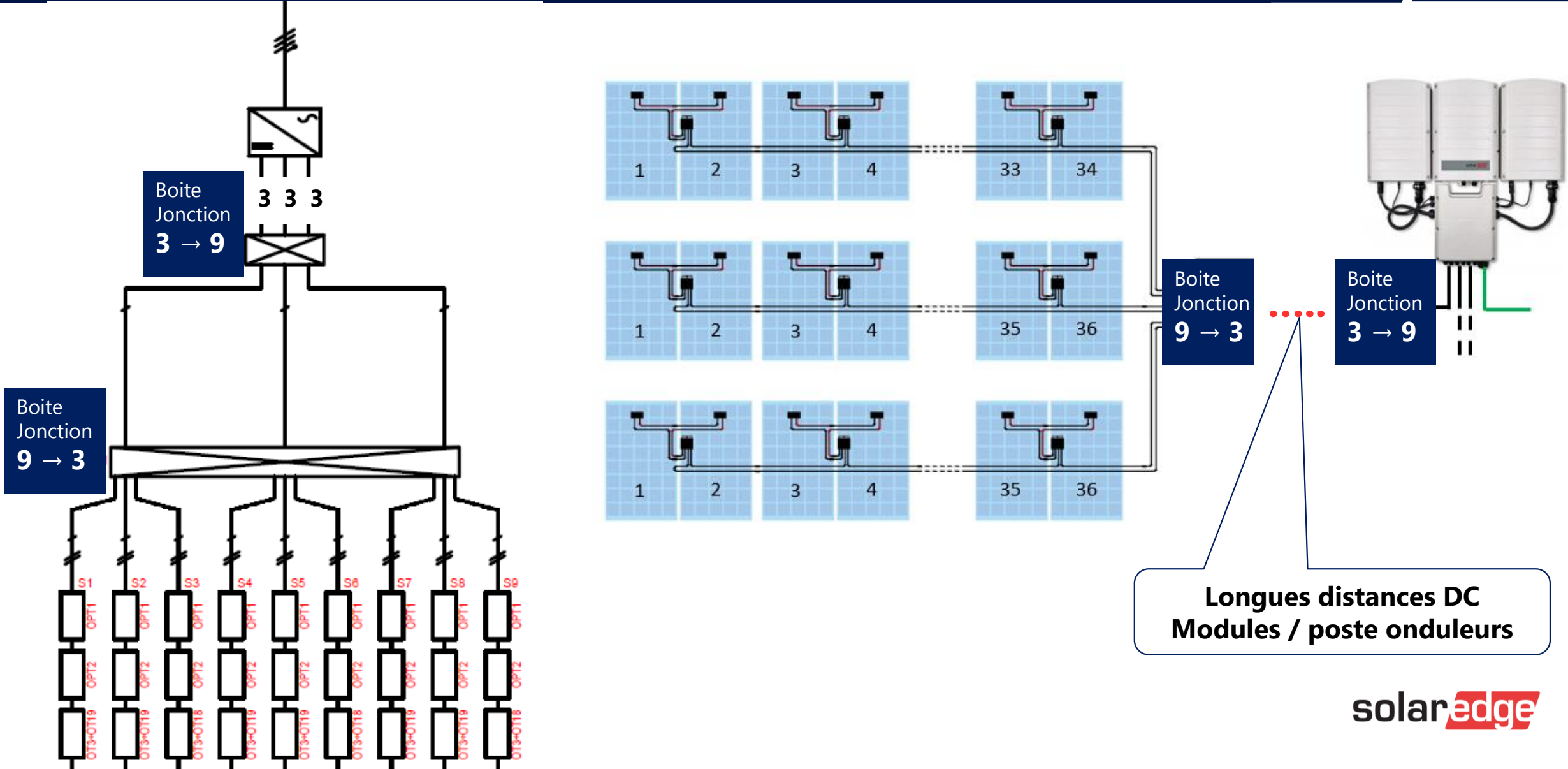
Cas concrets

Etude comparative sur  
un 100 kWc

▶ **Optimisation  
câblage AC et DC**

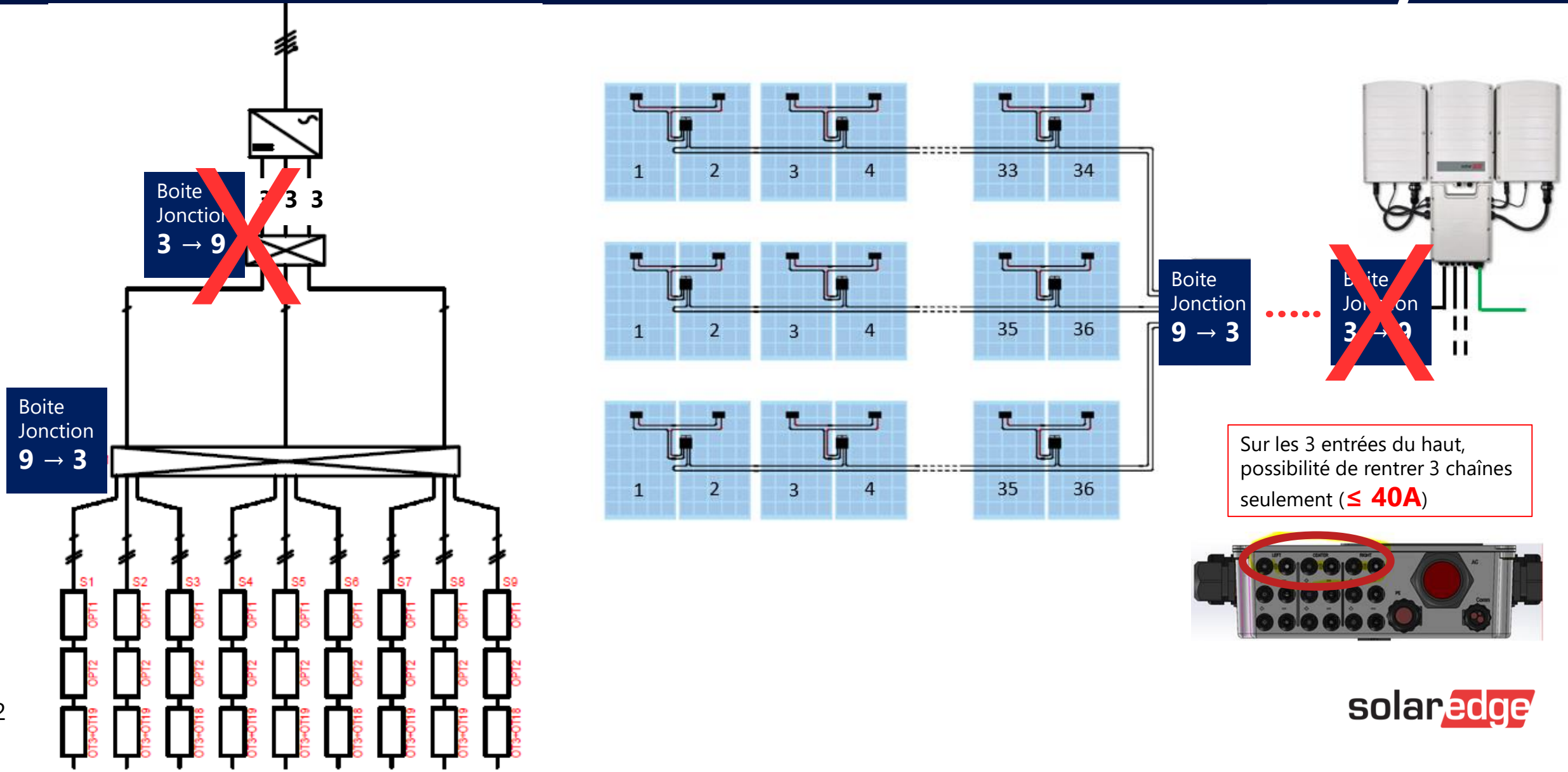
# Optimisation câbles DC possible avec technologie SolarEdge

**Avant**



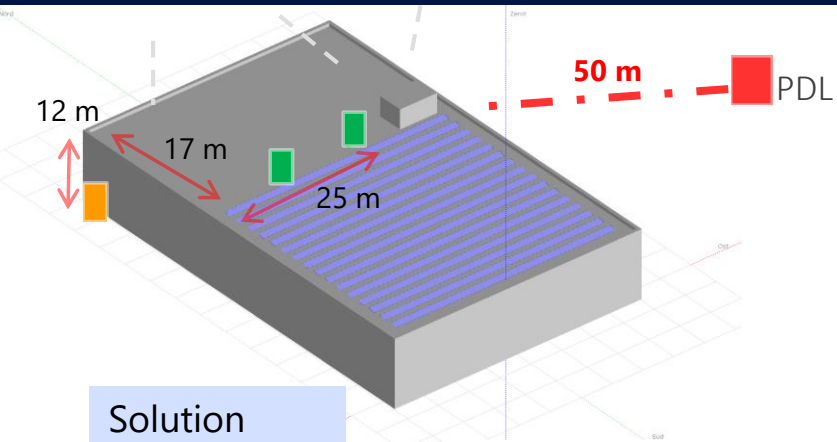
# Optimisation câbles DC possible avec technologie SolarEdge

Aujourd'hui



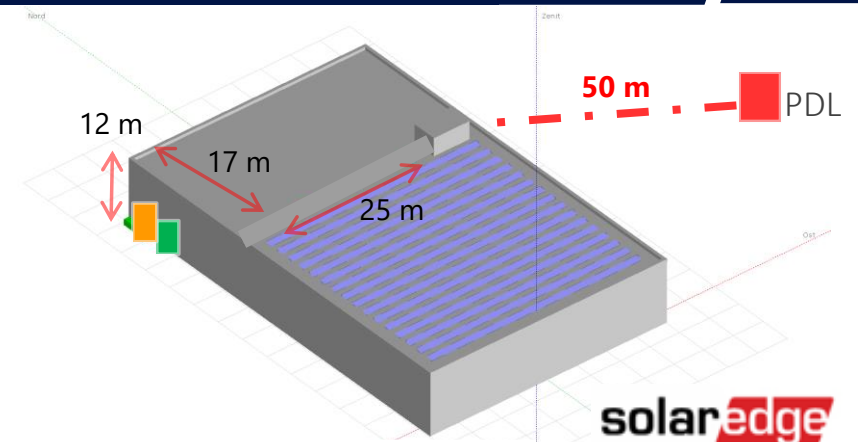
# Configuration 1 : 100 kWc – calculs de câbles DC+AC

## ► Onduleurs « au plus près des modules »



Solution traditionnelle

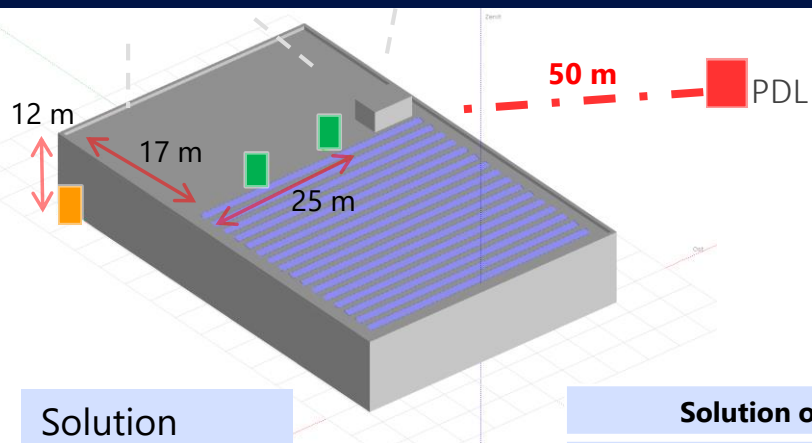
■ onduleurs  
■ TGBT



Solution onduleur traditionnel		Solution onduleur <b>solar</b> edge		
<b>DC</b> 16 chaînes (32 câbles DC) = 1712m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	941,60€	<b>DC</b> 9 chaînes (18 câbles DC) = 967m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	531,85€	
32 paires connecteurs MC4 x 1.50€	48€	18 paires connecteurs MC4 x 1.50€	27€	
TGBT (2 x 50KVA)	1400€	TGBT (1 x 82.8KVA)	1050€	
<b>AC onduleur → TGBT</b> 90m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	315€	<b>AC onduleur → TGBT</b> 5m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	17,5€	
<b>AC TGBT → PDL</b> 50m x 95mm <sup>2</sup> alu x 6.1€/m	305€	<b>AC TGBT → PDL</b> 50m x 95mm <sup>2</sup> alu x 6,1€/m	305€	<b>Avantage</b> <b>solar</b> edge
<b>TOTAL</b>	<b>3009,60€</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1931,35€</b>	<b>-1078,25€</b> <b>-36%</b>

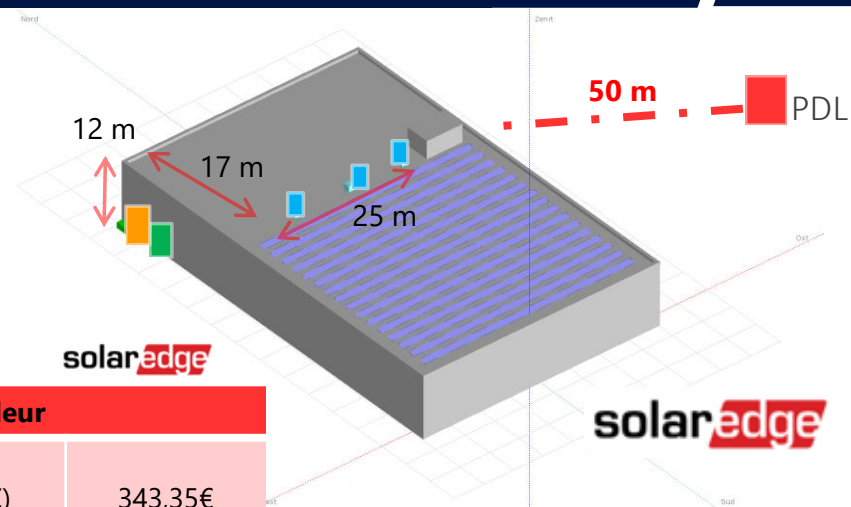
# Configuration 2 : 100 kWc – calculs de câbles DC+AC

## ► Ajout de coffrets de regroupement avec SolarEdge



Solution traditionnelle

- onduleurs
- TGBT
- Coffret DC/DC 3x3 → 3x1



Solution onduleur traditionnel		Solution onduleur	
<b>DC</b> 16 chaînes (32 câbles DC) = 1712m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	941,60€	<b>DC</b> 9 chaînes (18 câbles DC) = 697m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	343,35€
		3 x Coffret DC 3x3 → 3x1	300€
		<b>DC</b> 3 chaînes (6 câbles DC) = 270m x 10mm <sup>2</sup> x 0.97€/m	262,90€
32 paires connecteurs MC4 x 1.50€	48€	18 paires connecteurs MC4 x 1.50€	27€
TGBT(2 x 50KVA)	1400€	TGBT (1 x 82.8KVA)	1050€
<b>AC onduleur → TGBT</b> 90m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	315€	<b>AC onduleur → TGBT</b> 5m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	17,5€
<b>AC TGBT → PDL</b> 50m x 95mm <sup>2</sup> alu x 6.1€/m	305€	<b>AC TGBT → PDL</b> 50m x 95mm <sup>2</sup> alu x 6,1€/m	305€
<b>TOTAL</b>	<b>3009,60€</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2305,75€</b>

Avantage

solaredge

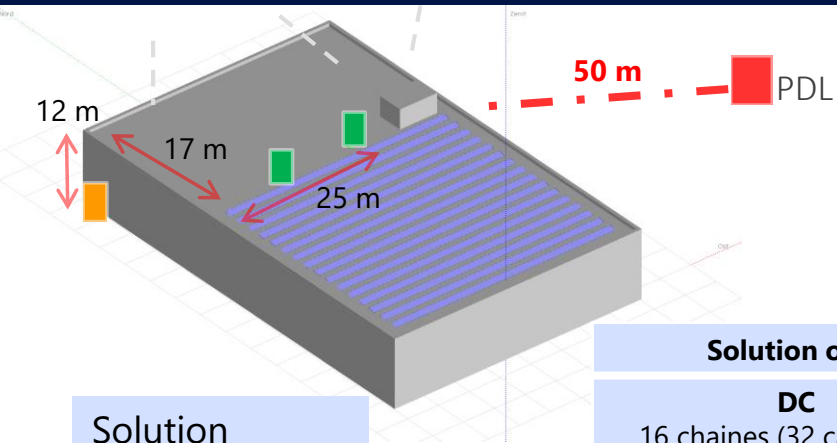
**-703,85€**  
**-23%**

solaredge



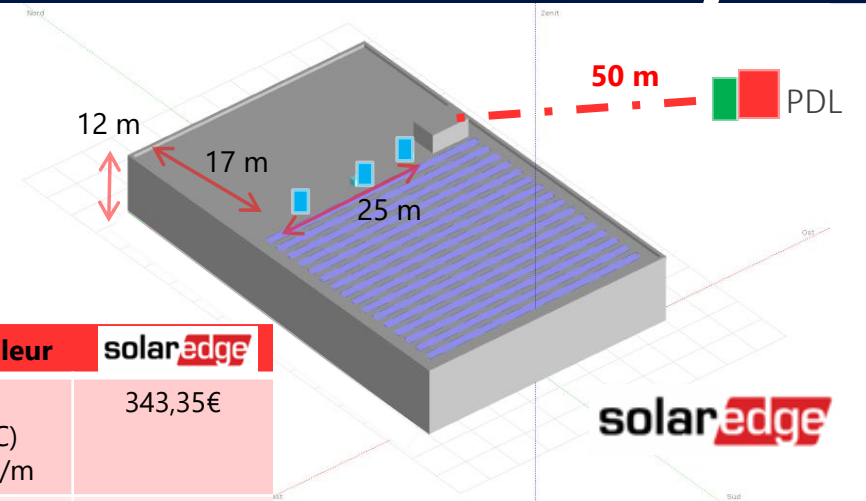
# Configuration 3 : 100 kWc – calculs de câbles DC+AC

## ► Onduleurs positionnés près du PDL



Solution traditionnelle

- onduleurs
- TGBT
- Coffret DC/DC 3x3 → 3x1



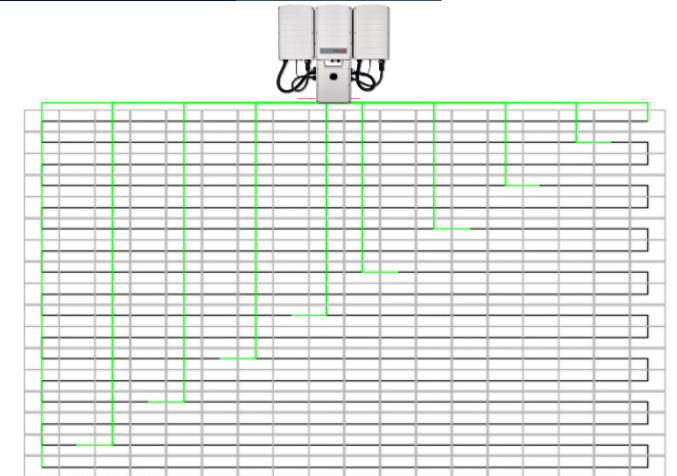
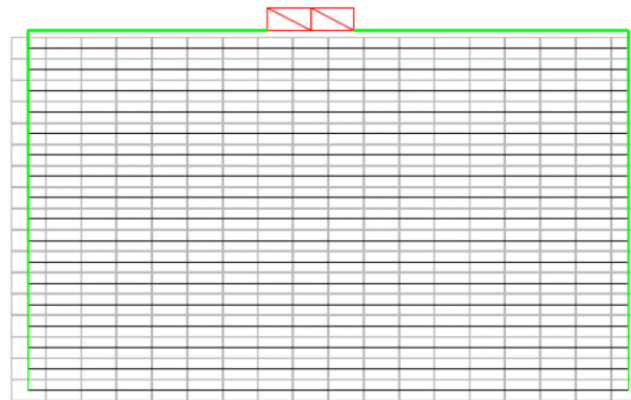
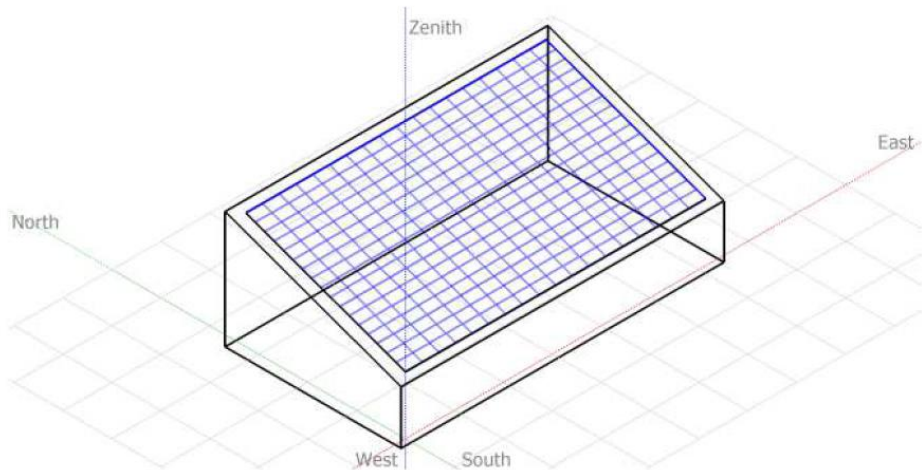
Solution onduleur traditionnel		Solution onduleur solar edge	
<b>DC</b> 16 chaînes (32 câbles DC) = 1712m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	941,60€	<b>DC</b> 9 chaînes (18 câbles DC) = 697m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	343,35€
		3 x Coffret DC 3x3 → 3x1	300€
		<b>DC</b> 3 chaînes (6 câbles DC) = 570m x 16mm <sup>2</sup> x 1,55€/m	883,5€
32 paires connecteurs MC4 x 1.50€	48€	18 paires connecteurs MC4 x 1.50€	27€
TGBT(2 x 50KVA)	1400€	<del>TGBT</del> (1 x 82.8KVA)	0€
<b>AC onduleur → TGBT</b> 90m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	315€	<b>AC onduleur → TGBT</b> 5m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	0€
<b>AC TGBT → PDL</b> 50m x 95mm <sup>2</sup> alu x 6.1€/m	305€	<b>AC TGBT → PDL</b> 50m x 95mm <sup>2</sup> alu x 6,1€/m	0€
		<b>AC onduleur → PDL</b> 5m x 50mm <sup>2</sup> alu x 3,5€/m	17,5€
<b>TOTAL</b>	<b>3009,60€</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1571,35€</b>

**Avantage**  
solar edge

**-1438,25€**  
**-48%**

solar edge

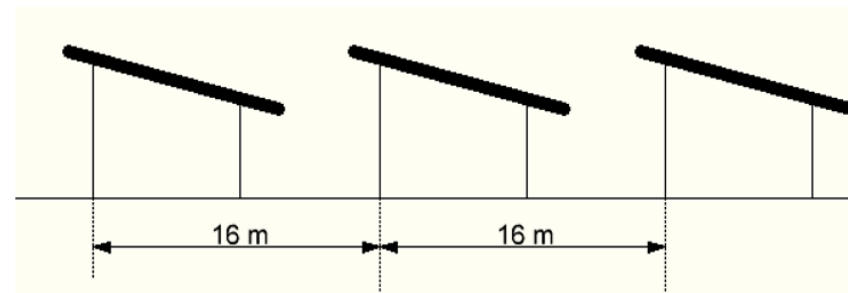
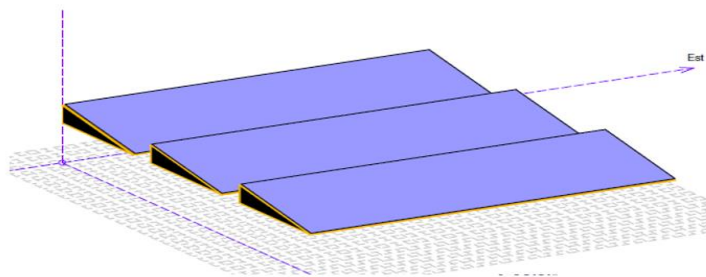
# Cas N°2 : 100 kWc – câblage « idéal » comparaison 2 onduleurs traditionnels / SolarEdge



Solution onduleur traditionnel		Solution onduleur solar <span style="color: red;">edge</span>		
<b>DC</b> 16 chaînes (32 câbles DC) = 815m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	448,3€	<b>DC</b> 9 chaînes (18 câbles DC) = 342m x 6mm <sup>2</sup> x 0.55€/m	188,2€	
34 paires connecteurs MC4 x 1.50€	51€	18 paires connecteurs MC4 x 1.50€	27€	
TGBT (2 x 50KVA)	1400€	TGBT (1 x 82.8KVA)	1050€	
<b>AC onduleur → TGBT</b> 12m x 25mm <sup>2</sup> alu x 1,8€/m	21,6€	<b>AC onduleur → TGBT</b> 12m x 25mm <sup>2</sup> alu x 1,8€/m		
<b>AC onduleur → TGBT</b> 6m x 35mm <sup>2</sup> alu x 2,45€/m		<b>AC onduleur → TGBT</b> 6m x 35mm <sup>2</sup> alu x 2,45€/m	14,7€	<b>Avantage</b> solar <span style="color: red;">edge</span>
<b>TOTAL</b>	<b>1920,9€</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1279,9€</b>	<b>-641€</b> <b>-34%</b>

# Cas N°3 - Etude comparative PVsyst sur ombrière : plus de productible malgré des ombrages inter-ombrières

Vue générale du système:



	Inclinaison 10°			Inclinaison 15°			Inclinaison 20°			Inclinaison 25°		
	Perte Annuelle	0,50%	0,38%	Perte Annuelle	0,50%	0,38%	Perte Annuelle	0,50%	0,38%	Perte Annuelle	0,50%	0,38%
Performance Ratio	85,2%	87,20%		82,60%	85,80%		80,50%	84,60%		77,40%	82%	
annee	Fab 1 10	SE 10	Comparatif	Fab 15	SE 15	Comparatif	Fab 20	SE 20	Comparatif	Fab 25	SE 25	Comparatif
1	399,30 MWh	408,70 MWh	2,35%	398,70 MWh	414,10 MWh	3,86%	397,50 MWh	417,50 MWh	5,03%	388,80 MWh	411,90 MWh	5,94%
2	397,30 MWh	407,15 MWh	2,48%	396,71 MWh	412,53 MWh	3,99%	395,51 MWh	415,91 MWh	5,16%	386,86 MWh	410,33 MWh	6,07%
3	395,32 MWh	405,60 MWh	2,60%	394,72 MWh	410,96 MWh	4,11%	393,53 MWh	414,33 MWh	5,28%	384,92 MWh	408,78 MWh	6,20%
4	393,34 MWh	404,06 MWh	2,72%	392,75 MWh	409,40 MWh	4,24%	391,57 MWh	412,76 MWh	5,41%	383,00 MWh	407,22 MWh	6,33%
5	391,37 MWh	402,52 MWh	2,85%	390,79 MWh	407,84 MWh	4,36%	389,61 MWh	411,19 MWh	5,54%	381,08 MWh	405,67 MWh	6,45%
6	389,42 MWh	400,99 MWh	2,97%	388,83 MWh	406,29 MWh	4,49%	387,66 MWh	409,63 MWh	5,67%	379,18 MWh	404,13 MWh	6,58%
7	387,47 MWh	399,47 MWh	3,10%	386,89 MWh	404,75 MWh	4,62%	385,72 MWh	408,07 MWh	5,79%	377,28 MWh	402,60 MWh	6,71%
8	385,53 MWh	397,95 MWh	3,22%	384,95 MWh	403,21 MWh	4,74%	383,79 MWh	406,52 MWh	5,92%	375,39 MWh	401,07 MWh	6,84%
9	383,60 MWh	396,44 MWh	3,35%	383,03 MWh	401,68 MWh	4,87%	381,88 MWh	404,98 MWh	6,05%	373,52 MWh	399,54 MWh	6,97%
10	381,69 MWh	394,93 MWh	3,47%	381,11 MWh	400,15 MWh	5,00%	379,97 MWh	403,44 MWh	6,18%	371,65 MWh	398,03 MWh	7,10%
11	379,78 MWh	393,43 MWh	3,60%	379,21 MWh	398,63 MWh	5,12%	378,07 MWh	401,90 MWh	6,31%	369,79 MWh	396,51 MWh	7,23%
12	377,88 MWh	391,94 MWh	3,72%	377,31 MWh	397,12 MWh	5,25%	376,18 MWh	400,38 MWh	6,43%	367,94 MWh	395,01 MWh	7,36%
13	375,99 MWh	390,45 MWh	3,85%	375,43 MWh	395,61 MWh	5,38%	374,30 MWh	398,85 MWh	6,56%	366,10 MWh	393,50 MWh	7,48%
14	374,11 MWh	388,96 MWh	3,97%	373,55 MWh	394,10 MWh	5,50%	372,42 MWh	397,34 MWh	6,69%	364,27 MWh	392,01 MWh	7,61%
15	372,24 MWh	387,49 MWh	4,10%	371,68 MWh	392,61 MWh	5,63%	370,56 MWh	395,83 MWh	6,82%	362,45 MWh	390,52 MWh	7,74%
16	370,38 MWh	386,01 MWh	4,22%	369,82 MWh	391,11 MWh	5,76%	368,71 MWh	394,33 MWh	6,95%	360,64 MWh	389,04 MWh	7,87%
17	368,53 MWh	384,55 MWh	4,35%	367,97 MWh	389,63 MWh	5,88%	366,87 MWh	392,83 MWh	7,08%	358,84 MWh	387,56 MWh	8,00%
18	366,68 MWh	383,09 MWh	4,47%	366,13 MWh	388,15 MWh	6,01%	365,03 MWh	391,33 MWh	7,21%	357,04 MWh	386,08 MWh	8,13%
19	364,85 MWh	381,63 MWh	4,60%	364,30 MWh	386,67 MWh	6,14%	363,21 MWh	389,85 MWh	7,34%	355,26 MWh	384,62 MWh	8,26%
20	363,03 MWh	380,18 MWh	4,73%	362,48 MWh	385,20 MWh	6,27%	361,39 MWh	388,37 MWh	7,46%	353,48 MWh	383,16 MWh	8,40%
<b>Moyenne sur 20 ans</b>	<b>380,89 MWh</b>	<b>394,28 MWh</b>	<b>3,54%</b>	<b>380,32 MWh</b>	<b>399,49 MWh</b>	<b>5,06%</b>	<b>379,17 MWh</b>	<b>402,77 MWh</b>	<b>6,24%</b>	<b>370,87 MWh</b>	<b>397,36 MWh</b>	<b>7,16%</b>

+ 3,54% kWh sur 20 ans

+ 5,06% kWh sur 20 ans

+ 6,24% kWh sur 20 ans

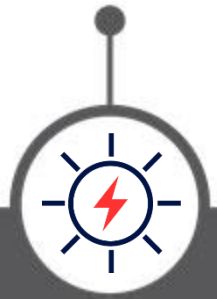
+ 7,16% kWh sur 20 ans

# Ex. Ombrières : les gains BoS avec la technologie SolarEdge

Onduleur standard	SolarEdge
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ X petits onduleurs répartis le long de l'ombrière pour économiser :<ul style="list-style-type: none"><li>• longueurs de câble DC / nombre de câbles DC</li></ul></li><li>➤ Ratio coût plus élevé des onduleurs €/Wc</li><li>➤ Onduleurs montés en haut des poteaux<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Accès difficile: couts plus élevés E&amp;M (nacelle, espace perdu, temps MO sup...)</li></ul></li><li>➤ X coffrets DC &amp; AC</li><li>➤ X câbles AC → câbles AC enterrés (VRD coûteuse)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Onduleur unique situé à la tête de l'ombrière, grâce à des chaînes plus longues, moins de câbles AC.<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Optimisation du ratio coût onduleur €/Wc</li><li>✓ Pas nécessaire de mettre les onduleurs en haut des poteaux</li><li>✓ Accès facile, temps d'intervention O &amp; M plus rapide sur site</li></ul></li><li>✓ Moins de coffrets DC &amp; AC</li><li>✓ Moins de câble AC → moins de câbles AC enterrés (gains VRD)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ moins de modules connectés par chaîne → nombre de chaînes plus élevé<ul style="list-style-type: none"><li>➤ pertes de câble DC plus élevées</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ plus de modules connectés par chaîne → moins de nombre de chaînes<ul style="list-style-type: none"><li>✓ moins de pertes de câble DC</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Moins de flexibilité d'installation</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ flexibilité de conception : moins de contraintes d'implantation<ul style="list-style-type: none"><li>✓ gains directs sur BoS</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Ratio cout câble AC supérieur au €/m / câble DC</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Intérêt d'avoir plus de longueurs de câble DC / câble AC</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Localisation des onduleurs → au plus près des modules</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Plus de flexibilité pour la localisation du poste de conversion DC / AC</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Ombrières généralement dans des zones publiques<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Localisation postes onduleurs toujours problématique</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Possibilité de déplacer le local onduleur à proximité du TGBT<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Gains EBoS : + de cable DC / - de cable AC</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✗ En raison des contraintes de quantité de modules par chaîne → Peut nécessiter des modules factices pour «terminer» le toit<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Coûts additionnels ; PAS plus de production d'énergie</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Tous les modules peuvent être connectés et sont actifs<ul style="list-style-type: none"><li>✓ tous les modules sont opérationnels → Plus de productible</li></ul></li></ul>

# Les 4 avantages clés de SolarEdge

## Plus d'énergie (kWh)



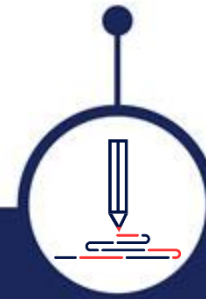
- ✓ Rendement énergétique supérieur
- ✓ Retour sur investissement plus rapide

## Sécurité électrique renforcée



- ✓ Très basse tension sur le toit en cas de coupure onduleur
- ✓ Détection d'arc électrique
- ✓ Meilleure protection des biens et des personnes

## Plus grande flexibilité de design



- ✓ Gains eBoS (câbles DC/AC, connecteurs, main d'œuvre pose, ...)
- ✓ Plus de densité surfacique Wc sur le toit
- ✓ Lieu implantation onduleurs

## Coûts d'exploitation / maintenance inférieurs



- ✓ Visibilité complète des performances de l'installation
- ✓ Diagnostic & dépannages à distance
- ✓ Interventions plus rapides et plus efficaces



- ✓ **TRI supérieur**
- ✓ **Atténuation des risques**
- ✓ **Meilleure protection de l'investissement sur le long terme pour vos clients**

# Sécurité électrique pour les équipes de pose et d'exploitation



# Maintenance préventive

Tâches typiques dans contrats E&M	Gains E&M avec SolarEdge	
Inspection des coffrets électriques / ventilation: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ corrosion, intrusion d'humidité/insectes, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Onduleur + coffret DC : IP65</b></li> <li>➤ <b>Ventilateur externe facilement accessible pour nettoyage, remplacement</b></li> </ul>	↓ €
Tests d'isolation du système avec un « Megger »	<b>Moins de strings donc moins de câbles, BJ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Moins de tests</li> </ul>	↓ €
Scan des boîtes de jonction avec une caméra infrarouge : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ connexions desserrées, cassées, ...</li> </ul>	<b>Supervision au module → Diagnostic à distance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>contrôle de la valeur du courant de sortie et donc de chaque string, à distance</b></li> </ul>	↓ €
Examen des indicateurs de fonctionnement instantanés sur l'onduleur	<b>Supervision au module → Diagnostic à distance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Contrôle quantité d'énergie générée cohérente, contrôle de cohérence des valeurs</b></li> </ul>	↓ €
Caméra infrarouge de recherche de hot spots, casses de diode de by-pass	<b>Supervision au module → Diagnostic à distance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Aucune perte de temps de localisation</b></li> <li>➤ <b>Identification immédiate de modules sous performants par comparaison de courbes de production</b></li> <li>➤ <b>Rapport de mismatch modules</b></li> </ul>	↓ €

# Maintenance curative

Tâches typiques dans contrats E&M	Gains O&M avec SolarEdge	
Localisation & remplacement des modules défailants	<b>Supervision au module → Diagnostic à distance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Aucune perte de temps de localisation</b></li> <li>➤ <b>Test des « 1V » : vérification que tous les modules sont correctement câblés</b></li> <li>➤ <b>Identification immédiate de modules sous performants par comparaison de courbes de production</b></li> </ul>	↓ €
Remplacement des fusibles défectueux des BJ	<b>Pas de fusibles dans coffrets DC – cf. rapport SOCOTEC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Pas de déplacement nécessaire (1<sup>er</sup> poste de cout d'exploitation – ratio cout MO / temps MO)</b></li> </ul>	↓ €
Démarrage/arrêt onduleur (réinitialisation onduleur)	<b>Arrêt/Redémarrage à distance de l'onduleur possible par l'installateur</b>	↓ €
Dé-câblage & démontage onduleur pour remplacement	<b>Remplacement des cartes défectueuses d'abord</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Gains de temps d'intervention</b></li> <li>➤ <b>Une seule personne nécessaire</b></li> </ul>	↓ €
Défauts de résistance d'isolement	<b>Fonction de détection de l'emplacement précis → indique la position exacte du défaut sur une chaine</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Gains de temps d'intervention</b></li> </ul>	↓ €



# Exploitation Maintenance réduite de 15 à 30 %

## Surveillance - matériel et logiciel intégrés

- Pas d'abonnement
- Gratuit à vie

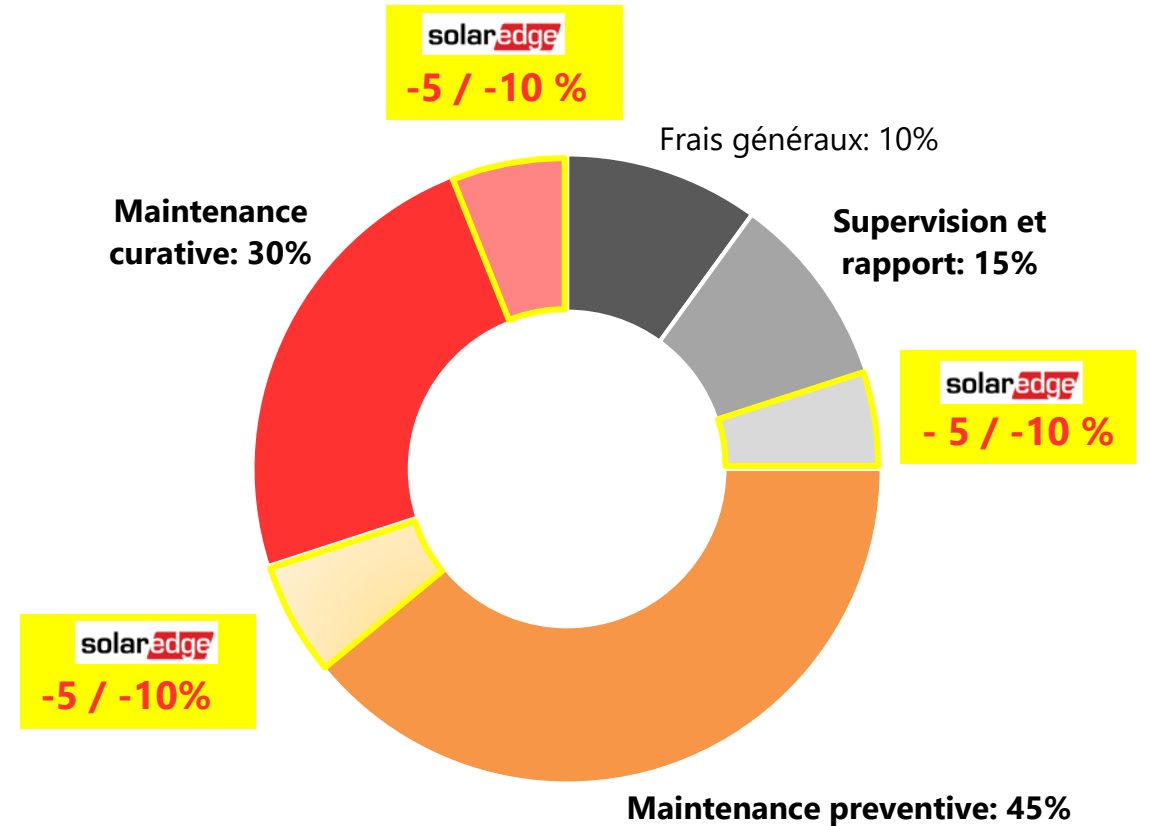
## Maintenance préventive

- Supervision au module
- Diagnostic à distance
- Moins de chaînes – Moins de vérifications

## Maintenance curative

- Alertes
- Dépannage avancé
- Entretien plus facile
- fusibles non nécessaires (50% des interventions) – validé SOCOTEC
- Interventions plus sûres (SafeDC®)

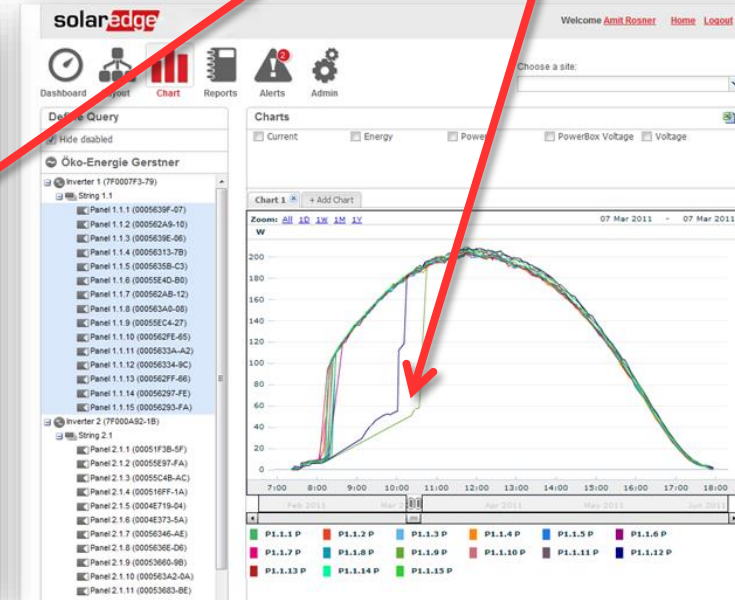
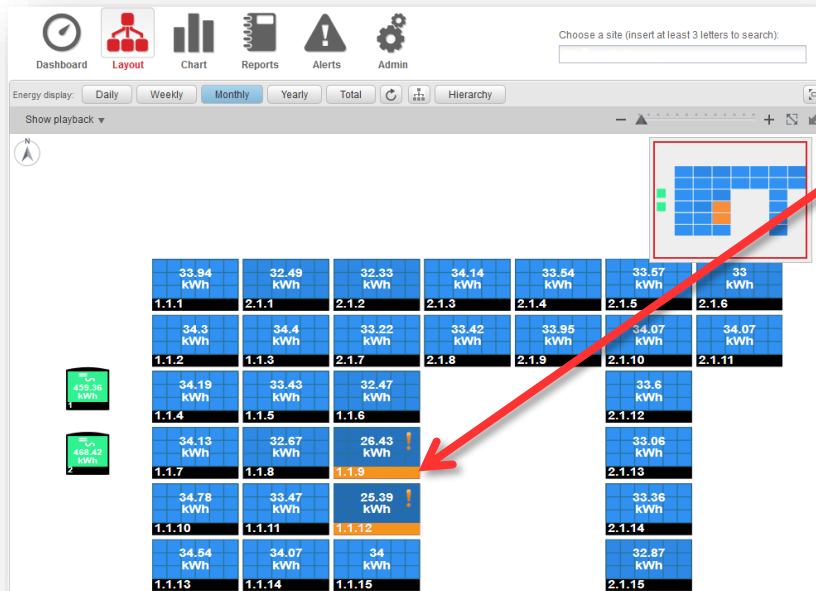
## Coûts E&M



Hors nettoyage modules

# Supervision au niveau module

- Les modules sont représentés virtuellement sur l'écran
- Les modules sous-performants sont signalés (en orange)



# Etat de «santé» d'une centrale en 1 seul clic, 1 seul regard

## ■ Rapport sur le mismatch module

- Sur le rapport d'un site choisis : Rapport d'analyse du mismatch modules
- Rapport : donne le pourcentage de l'écart d'énergie par rapport a la moyenne de la centrale sur les 30 derniers jours

### Modules Écart

Nom	S/N	Onduleur	Écart (%) en énergie	Écart (%) en puissance	mentaires
Panel 1.2.11	2027CD2C-40	1	-13	-14	
Panel 1.1.5	2027E464-8F	1	-14	-12	
Panel 1.1.6	2027E11A-42	1	-14	-12	
Panel 1.3.14	2027CC7B-8E	1	-7	-7	
Panel 1.1.17	2027D03A-51	1	2	-7	
Panel 1.2.12	2027C45E-69	1	-6	-7	
Panel 1.3.23	2027E38A-B4	1	-4	-5	
Panel 1.1.12	2027DFF5-1B	1	-1	-5	
Panel 1.2.23	2027D310-2A	1	2	-4	
Panel 1.3.4	2027CCFC-0F	1	-3	-4	
Panel 1.1.16	2027C6EA-F7	1	-13	-4	
Panel 1.1.15	2027D189-A1	1	-11	-3	



# En SAV, remplacement par n'importe quel module

## ► compatibilités inter-optimiseurs dans une chaîne



### Optimiseur de puissance

P650 / P730 / P800p / P801 / P850 / P950

Garantie  
25  
ans

Optimisation de puissance photovoltaïque au niveau des modules  
La solution la plus rentable pour les installations tertiaires et les grandes installations au sol

- Spécialement conçu pour fonctionner avec les onduleurs SolarEdge
- Jusqu'à 25 % d'énergie en plus
- Rendement supérieur (99,5 %)
- Réduction des coûts BoS : 50 % de câbles, de fusibles et de boîtes de jonction en moins, possibilité d'avoir des chaînes jusqu'à 2x plus longues
- Installation rapide avec une seule vis
- Maintenance à la pointe de la technologie avec une supervision au niveau des modules
- Très basse tension au niveau des modules pour la sécurité des installateurs et des sapeurs-pompiers (1V)
- Utilisation avec deux modules photovoltaïques connectés en série ou en parallèle

solaredge.com

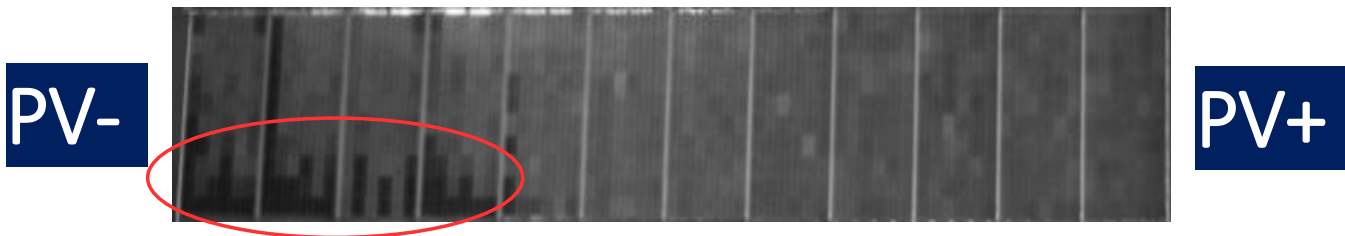
**solar**edge

Consulter la fiche technique optimiseurs, à la fin du document

- Les optimiseurs **P650/P730/P801** peuvent être mélangés sur une seule chaîne.
- Il n'est pas permis de mélanger les P650/P730/P801 avec les P850/P800p.
- Il n'est pas autorisé de mélanger le P950 avec un autre optimiseur de puissance
- Il n'est pas possible de mélanger les P650-P950 avec les P300-P505 sur une même chaîne.

# Détection d'un effet PID à distance

- L'effet «Potential Induced Degradation» est un phénomène physique qui réduit la puissance des modules par altération de leur structure interne et leur tension de sortie.
- L'effet PID est le plus marqué sur les modules les plus proches du pôle « - » de l'onduleur
- Si un PID est suspecté, les techniciens doivent monter sur le toit, déconnecter les modules et mesurer leur tension de sortie



EL image of a floating PID string with degraded panels on the side with negative potential (S. Pingel, O. Frank, M. Winkler, S. Daryan, T. Geipel, H. Hoehne and J. Berghold SOLON SE, Am Studio 16, 12489 Berlin, Germany)

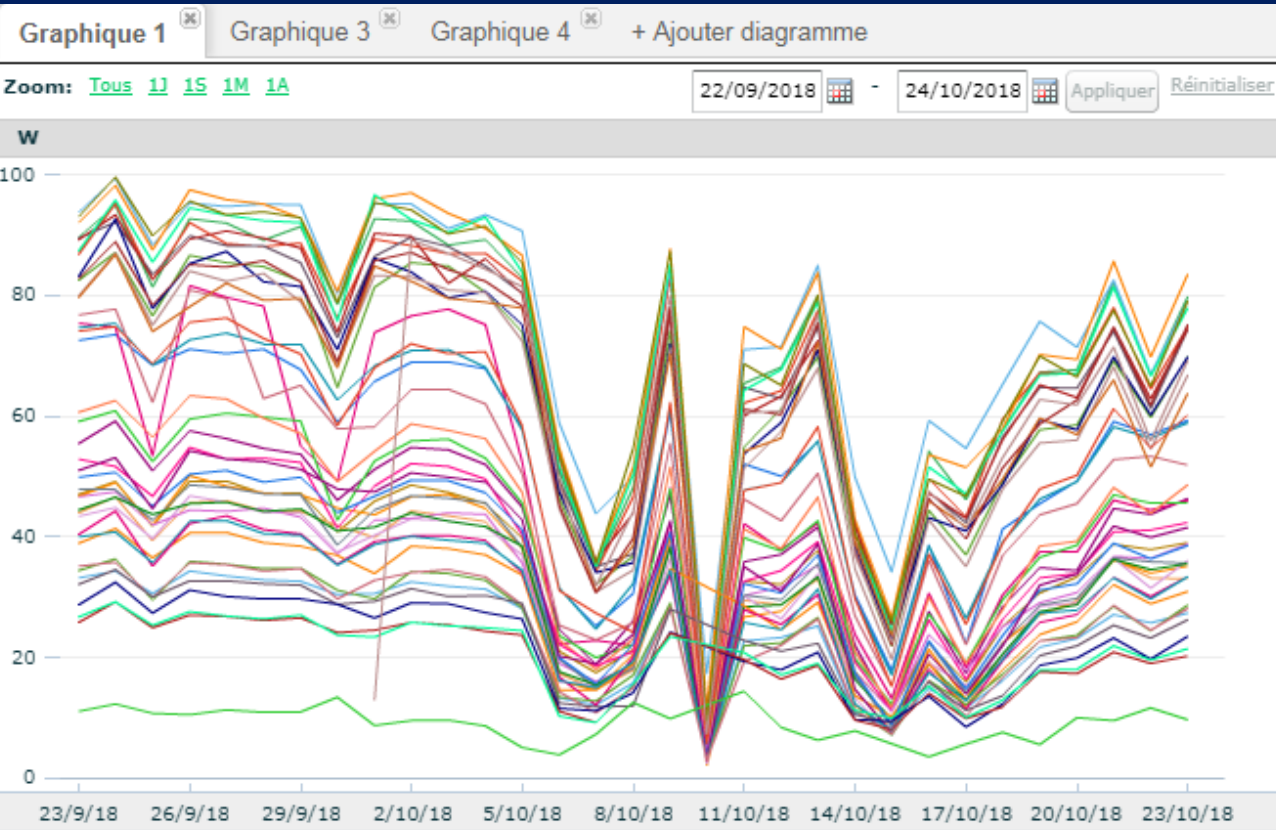
# Cas réel d'une installation avec effet PID avéré

Description : 10.2 kWc en France (dept 83), installé en 2013

- 42 modules européens 245 Wc
- 1 onduleur SE9K + 42 optimiseurs P300
- **calepinage : 1 seule chaine de 42 modules**

## Puissance par module, sur 1 mois

La puissance module va de 100Wc (proche pôle « + ») jusqu'à 10Wc (en se rapprochant du pôle « - ») !



nce > Afficher lecture Par mois Agenc. Physique

372.02 kWh

3.28 kWh	6.75 kWh	7.54 kWh	4.04 kWh	5.67 kWh	5.4 kWh	4.51 kWh	11.17 kWh	8.8 kWh	5.86 kWh	6.22 kWh	8.29 kWh	8.3 kWh	11.08 kWh	11.14 kWh	9.75 kWh	8.25 kWh
1.0.38	1.0.32	1.0.24	1.0.28	1.0.25	1.0.30	1.0.31	1.0.29	1.0.22	1.0.20	1.0.23	1.0.6	1.0.15	1.0.8	1.0.5	1.0.10	1.0.7
6.93 kWh	4.55 kWh	6.54 kWh	5.25 kWh													
1.0.26	1.0.37	1.0.33	1.0.35													
3.47 kWh	6.77 kWh	5.2 kWh	6.54 kWh													
1.0.39	1.0.17	1.0.34	1.0.27													
449.75 Wh	2.45 kWh	4.51 kWh	2.61 kWh													

14.33 kWh	1.0.21
15.63 kWh	1.0.1
16.32 kWh	1.0.4
15.7 kWh	1.0.14
15.32 kWh	1.0.2
16.87 kWh	1.0.19
13.95 kWh	1.0.18
14.34 kWh	1.0.16
13.54 kWh	1.0.11
15.35 kWh	1.0.12
16.3 kWh	1.0.13
17.13 kWh	1.0.3
1.0.18	1.0.3

# Certification Advanced

# Certification Advanced

Les installateurs certifiés Advanced peuvent obtenir une compensation pour le remplacement des onduleurs et optimiseurs défectueux.

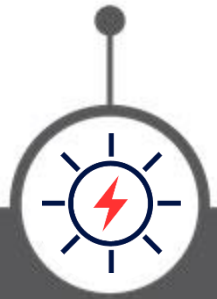
➤ **1 journée de formation (gratuite)** : session théorique + session pratique

	Visite par site	Tarif	Validité : Nombre d'années à compter de la date de 1 <sup>ère</sup> connexion à la plateforme de supervision
Remplacement de l'onduleur	Première	150 €	5 ans
	Supplémentaire	25 €	
Remplacement cartes de communication ou autres dispositifs externes connectés à l'onduleur  (interface StorEdge /appareils de gestion intelligente de l'énergie / ...)	Première	125 €	5 ans
	Supplémentaire	25 €	
Remplacement de l'optimiseur	Première	125 €	12 ans
	Supplémentaire	25 €	



# Les 4 avantages clés de SolarEdge

## Plus d'énergie (kWh)



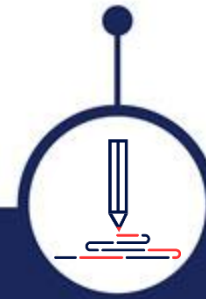
- ✓ Rendement énergétique supérieur
- ✓ Retour sur investissement plus rapide

## Sécurité électrique renforcée



- ✓ Très basse tension sur le toit en cas de coupure onduleur
- ✓ Détection d'arc électrique
- ✓ Meilleure protection des biens et des personnes

## Plus grande flexibilité de design

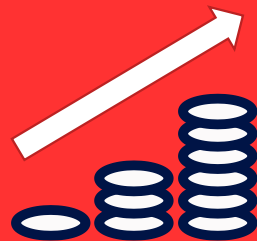


- ✓ Gains eBoS (câbles DC/AC, connecteurs, main d'œuvre pose, ...)
- ✓ Plus de densité surfacique Wc sur le toit
- ✓ Lieu implantation onduleurs

## Coûts d'exploitation / maintenance inférieurs



- ✓ Visibilité complète des performances de l'installation
- ✓ Diagnostic & dépannages à distance
- ✓ Interventions plus rapides et plus efficaces



- ✓ **TRI supérieur**
- ✓ **Atténuation des risques**
- ✓ **Meilleure protection de l'investissement sur le long terme pour vos clients**

# Garanties SolarEdge

**GARANTIE  
12-20  
ANS**



**Onduleur**

**GARANTIE  
25  
ANS**



**Optimiseurs**

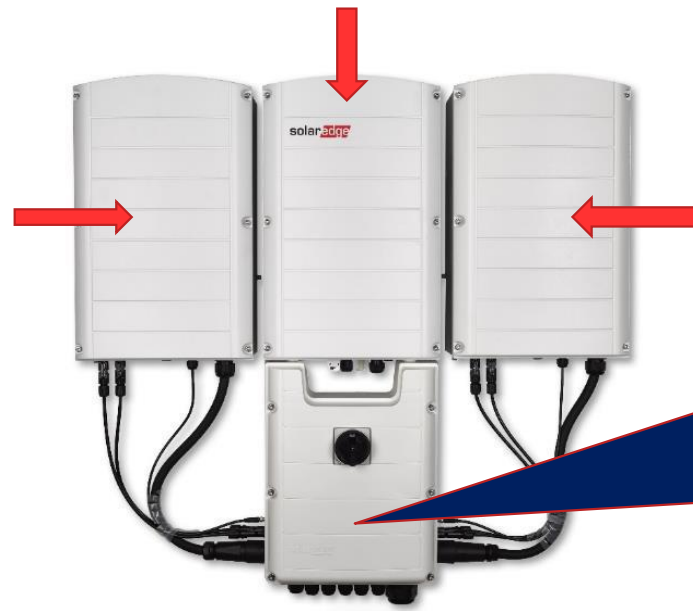
**GRATUIT  
POUR  
25  
ANS**



**Plateforme de  
supervision**

# Disponibilité accrue

- En cas d'arrêt d'une unité, les 2 autres continuent de fonctionner
- **Votre installation continue de produire**



## **Pas besoin de fusibles !**

C'est le 1<sup>er</sup> poste de coûts des opérations de maintenance avec une solution traditionnelle, car :

- Impératif de se déplacer en urgence sur site
- Seulement quelques minutes pour le remplacer

**Ratio temps main d'œuvre /  
cout d'intervention  
extrêmement élevé**

- **Plus grande disponibilité de l'installation ; 2/3 de l'installation PV reste opérationnelle.**
- Votre installateur est informé et procèdera à la réparation de l'unité défectueuse au plus tôt.

# « Assurance » contre les évolutions d'environnement sur le long terme ; par définition **imprévisibles**

■ Sur 20/25 ans, qui peut dire comment va évoluer l'environnement autour de son installation PV ? Qui est capable de prédire l'imprévisible ?

➤ Les arbres ? Ils peuvent être taillés



➤ **Mais**

<b>Nouvelle construction</b>	<b>Ligne HTA</b>	<b>Poteaux / éoliennes</b>	<b>Usine polluante</b>
<b>Ombrages</b>			<b>Encrassement modules</b>

...?

## Cas typique : ombrière

- Souvent en milieu urbain
- constructions basses
  - plus sensibles à tout changement d'environnement

## SolarEdge **sécurise** l'investissement PV sur le long terme

- Réduit l'impact éventuel de modification périphérique à l'installation PV et donc :
  - Optimise la production de kWh, en dépit d'évènements non prévus.
  - Renforce votre assurance de rester en ligne avec votre BP.

# Témoignage : 100 kWc de 2008 avec une solution onduleur traditionnelle



## Illustration de l'intérêt de la surveillance au niveau module et de la sécurité électrique avec solaredge

Suite à une baisse de productible significative, l'agriculteur a fait réaliser un audit de la toiture ....

► **Verdict : nombreux « points chauds » sous les modules, dûs à des nids d'oiseaux.**

- « à 2 doigts » de l'incendie
- Les pompiers ne seraient pas intervenus si un feu s'était déclaré (800/1000V sur le toit !):
  - Pas possible d'arroser
  - Pas d'autre choix que laisser brûler ...

En 2019, un installateur a remis à niveau la toiture et a remplacé la solution d'origine par SolarEdge.

► **Grâce à la technologie SolarEdge**

- Les « points chauds » auraient été vus sur la supervision immédiatement
  - Les nids auraient été enlevés
  - Pas besoin de changer les chevrons
  - Pas besoin de changer des modules devenus défectueux
- Le propriétaire n'aurait pas eu de baisse de productible
- Les pompiers seraient intervenus (50V maxi sur le toit)
- Il n'y aurait pas eu de risque de départ de feu, ni risque de tout perdre

### « J'ai frôlé la catastrophe avec ma toiture photovoltaïque »

Pionnier du photovoltaïque agricole, [nom] a failli être victime d'un incendie. En cause : un défaut d'étanchéité sur le faîtage de son hangar.

« J e pourrai enfin dormir tranquille lorsque les travaux seront terminés », soupire Frédéric Bouché, l'œil rivé sur les ouvriers œuvrant à la reconstruction de sa toiture photovoltaïque. Agriculteur à Ballancourt-sur-Essonne (91), il est devenu une « célébrité locale » grâce à la toiture photovoltaïque de 940 m<sup>2</sup> qui équipe son hangar à matériel (lire *La France agricole* du 30 mai 2008). « À l'origine, le siège de l'exploitation était au cœur du village, se souvient Frédéric Bouché. J'ai décidé de transférer la ferme en bordure de Ballancourt et de financer le nouveau bâtiment avec une toiture photovoltaïque. » Lorsqu'il lance sa démarche au printemps 2008, il essuie les plâtres pour tous les agriculteurs de la moitié nord de la France. « C'était le défilé à la ferme. De nombreux confrères venaient prendre des renseignements. » En l'absence de références sur le sujet, il fait confiance à un fournisseur local. Mais en 2010, c'est la douche froide. « Avec la chute du prix de rachat de l'électricité, mon fournisseur, comme de nombreux autres, a fait faillite. »

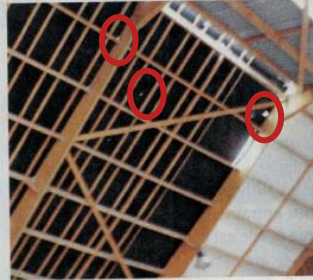
#### Nombreux points de chauffe

Au départ, Frédéric Bouché ne s'inquiète pas, tout fonctionne. Puis récemment, il constate que la paie d'électricité baisse régulièrement. « Ça a fini par m'interpeller et je me suis rendu compte que la production s'était effondrée. J'ai mis du temps à réagir car, pendant longtemps, l'augmentation du prix de rachat de l'électricité a compensé la baisse de production. » L'exploitant fait alors réaliser une étude thermographique par drone. « Le verdict a été sans



De nombreux chevrons portent les signes d'un départ d'incendie.

Sur l'ancienne installation, on aperçoit les trous laissés par les oiseaux qui confectionnent leurs nids sous les panneaux solaires.



Les charpentiers de l'entreprise Placier ont retiré un nombre impressionnant de nids. Du jamais vu, selon Jean-Noël Gaine, le chargé d'affaires pilotant le projet.

#### « LES AGRICULTEURS DOIVENT VÉRIFIER LEUR INSTALLATION »

« Quand je me souviens du nombre d'agriculteurs qui sont venus chez moi avant de monter leur projet, je me dis que je ne dois pas être le seul dans cette situation », s'inquiète [nom]. « Je veux alerter la profession, afin que mes confrères fassent vérifier leur installation au moindre signe de baisse de production. Le risque n'est pas uniquement financier. Lors d'une visite, les pompiers m'ont expliqué qu'en cas d'incendie sur mon ancienne installation, ils ne seraient pas intervenus. La tension en continu était située entre 800 et 1 000 volts et il n'était pas possible de couper individuellement les panneaux. Dans ces conditions, hors de question d'arroser en permanence. Il n'y a pas d'autre choix que de laisser brûler. »

appel. De nombreux points de chauffe ont été décelés sous ma toiture. Or, au-delà de 45°, il y a une perte significative de rendement. » Sans possibilité de se retourner contre l'installateur, Frédéric Bouché décide de faire appel à l'entreprise Placier, spécialisée dans la charpente et disposant d'une division « panneaux solaires ». « Quand le démontage a commencé, nous avons tout de suite compris l'origine du problème, se souvient-il. Le faîtage n'était pas étanche et les oiseaux passaient sous les panneaux pour faire leurs nids. Ces accumulations de paille provoquaient ensuite les échauffements. » L'agriculteur n'a pas le choix. « Placier doit démonter les 540 panneaux solaires pour remplacer les pièces défectueuses. De même, il faut positionner des boîtiers de protection afin de mettre en sécurité chaque unité et permettre le suivi de la température et de la production à distance. » L'ensemble est effectué par tranche afin de ne pas interrompre la production d'électricité, dont l'exploitation dépend pour rembourser le hangar et l'installation. Au sol, Frédéric et son fils entassent les chevrons démontés par les charpentiers. Nombre d'entre eux ont brûlé. On mesure rapidement que l'agriculteur n'est pas passé loin de la catastrophe. « Sans le savoir, je risquais de voir le projet d'une vie partir en fumée et, avec lui, tout le matériel entassé sous le hangar », déplore Frédéric Bouché, encore traumatisé. CORINNE LE GALL



Sur la nouvelle installation, les onduleurs sont regroupés dans un local technique dédié. Les équipements sont fournis par Solar Edge, qui contrôle le fonctionnement à distance.

# Gestion de Projets - Principaux objectifs & moyens

## **Nous avons une équipe projet qui réalise des études poussées:**

- Dimensionnements complexes
- Études comparatives PVSyst, Designer SolarEdge
- Études du eBoS :
  - Calculs de longueurs/sections de câbles DC,
  - Pertes câbles,
  - BJ, ....
  - Propositions pour optimiser l'offre technico-économique (par exemple : localisation du poste onduleurs, poste transfo, etc ...)

**Service offert par SolarEdge pour vous accompagner**

# Valeur photovoltaïque totale **sur 20 ans**



Plus de revenus



Supervision /  
diagnostic  
et contrôle  
« chirurgical »



Interventions  
rapides et  
efficaces



Gestion des  
risques  
optimisée



**Valeur  
totale  
supérieure**



**solar**edge

Solution traditionnelle

€



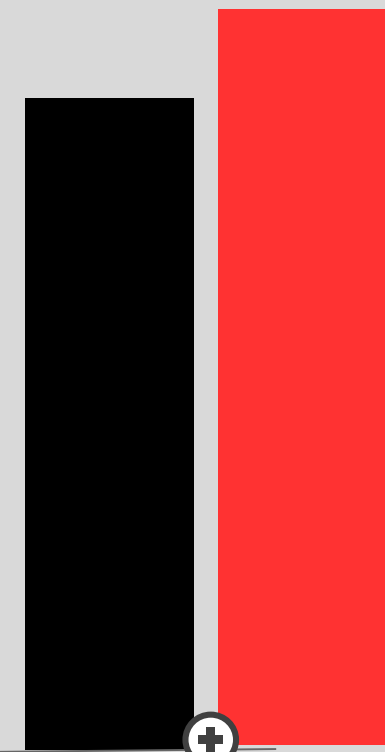
## Exploitation/Maintenance

- ✓ Surveillance niveau module
- ✓ Alertes automatiques
- ✓ Diagnostic précis
- ✓ Moins de déplacements et  
moins de temps sur site



## + de Revenus kWh

- ✓ Assurance d'optimiser le  
productible, en cas de:
  - Changement  
environnement
  - Vieillesse /  
Défaillances  
modules



## Valeur totale Supérieure

- ✓ TRI supérieur
- ✓ Résultat opérationnel  
supérieur
- ✓ Atténuation des risques
- ✓ protection à long terme  
de votre investissement

# Merci!

## Cautionary Note Regarding Market Data & Industry Forecasts

This power point presentation contains market data and industry forecasts from certain third-party sources. This information is based on industry surveys and the preparer's expertise in the industry and there can be no assurance that any such market data is accurate or that any such industry forecasts will be achieved. Although we have not independently verified the accuracy of such market data and industry forecasts, we believe that the market data is reliable and that the industry forecasts are reasonable.