



ENTPE, MÉTROPOLE DE LYON

Mardi 16 octobre

Organisés par :



Avec le soutien de :



Alexis Assurances



Labellisé par :



En partenariat avec :





Nouveautés techniques et économiques

Nouvelles dispositions certificats d'économies d'énergie, éco-prêt à taux zéro, Contribution Climat Energie

Olivier GODIN - Enerplan

Solutions techniques et architecturales innovantes

Romain RUIILLARD – GRDF

Amandine LANGLOIS – GRDF

Daniel MUGNIER – Tecsol

Xavier CHOLIN – INES





Nouvelles dispositions

Certificats d'économies d'énergie, éco-prêt à taux zéro, Contribution Climat Energie



Syndicat des
professionnels
de l'énergie
solaire

Olivier GODIN
Vice-Président
Enerplan





Certificats d'économies d'énergie

- La valeur du kWh cumac a presque doublée en un an.
- Les kWh cumac ont été revalorisés dans la mise à jour des fiches BAR.
- C'est maintenant suffisamment intéressant pour que ce soit fait par les chauffagistes et incitatif pour le client final.

Fiche C2E				Valeur CEE
	kWh Cumac	fiche	Exigence	0.46 c€/ht/kWh
CESI H1	21 500	BAR-TH-101	Quali, SK	100 €
CESI H2	24 100			112 €
CESI H3	27 600			128 €
SSC H1	134 800	BAR-TH-143	Quali, SK	625 €
SSC H2	121 000			561 €
SSC H3	100 500			466 €
Regulation chauffage H1	22 720	BAR-TH-118	programmeur intermittence	105 €
Regulation chauffage H2	18 560			86 €
Regulation chauffage H3	12 320			57 €
ECS collectif Métropole	7891	BAR-TH-135	Quali, SK	37 €/m ²
ECS collectif outre mer	10451	BAR-TH-102		48 €/m ²

- Source 0.46c€/ht/kWh cumac (moyenne 2018) : <https://www.emmy.fr/public/accueil>

TVA à taux Réduit 5,5% RESEAUX DE CHALEUR

Applicable dès le PLF 2019:

- L'énergie solaire thermique permet l'application du taux réduit de 5,5 % de la TVA à la fourniture de chaleur dans les réseaux de chaleur, dans la détermination du seuil de 50 % d'énergie renouvelable ou de récupération au même titre que l'énergie issue de la biomasse, de la géothermie, des déchets ou que l'énergie de récupération





Aide Fonds Chaleur et Contribution Climat Energie

- Aide du Fonds Chaleur
Et son budget augmenté de +50% annoncé
Le 2 Oct. par le ministre de la Transition
écologique et solidaire, François de Rugy

40%

DE L'INVESTISSEMENT EnR
POUR LES LOGEMENTS
COLLECTIFS PRIVÉS

JUSQU'À 65%

DE L'INVESTISSEMENT EnR
POUR LES SECTEURS SOCIAUX
DEPUIS 2016

1 MONTANT FORFAITAIRE

EST ALLOUÉ SUR LES INSTALLATIONS DE MOINS DE 100 M²

- Eligible à l'ECO PTZ

*Comparaison de la trajectoire de la composante carbone
du projet de loi de finances 2018 (PLF 2018) et de la loi de transition énergétique
pour la croissance verte (LTECV)*

- Taxe carbone renforcée

(€/tCO ₂)	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Composante carbone trajectoire prévue LTECV	30,5	39	47,5	56	60,4	64,8
Composante carbone trajectoire prévue PLF 2018	30,5	44,6	55,0	65,4	75,8	86,2

- Augmentation du prix des énergies avec la taxe carbone

+35% EN 5 ANS

POUR LE PRIX DU GAZ ET DU FIOUL

x2 À 12 ANS*

POUR LE PRIX DU GAZ ET DU FIOUL

= 0

POUR LE SOLAIRE THERMIQUE

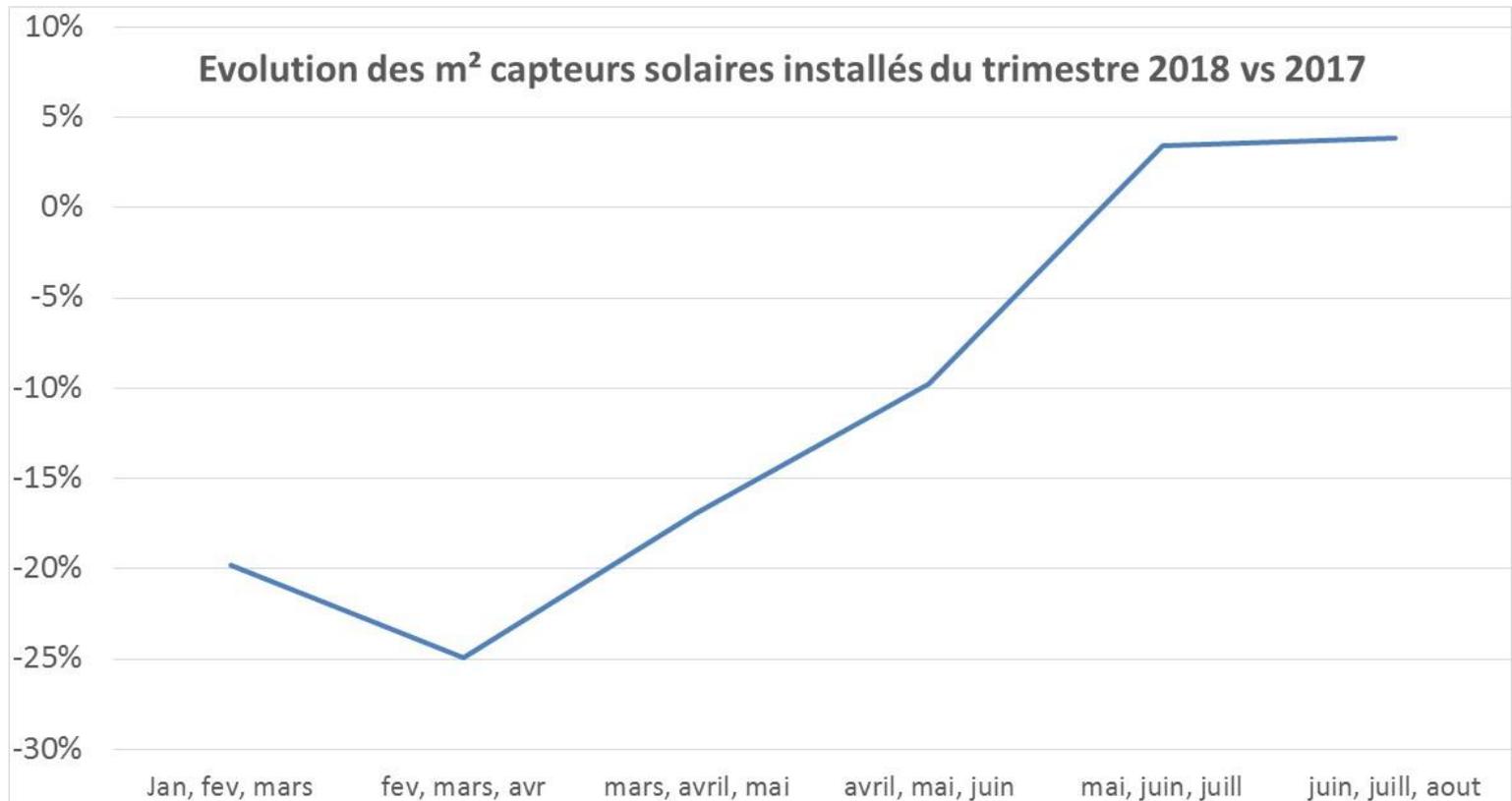
SUR LA PART D'ÉNERGIE EnR FOURNIE

* Hypothèse s'appuyant sur une inflation annuelle de +1,7%.



Evolution Marché du solaire thermique

- **Impact de L'augmentation du prix des énergies, taxe carbone renforcée, aides sur l'évolution du marché du solaire thermique entre le trimestre 2018 et le même un an plus tôt.**



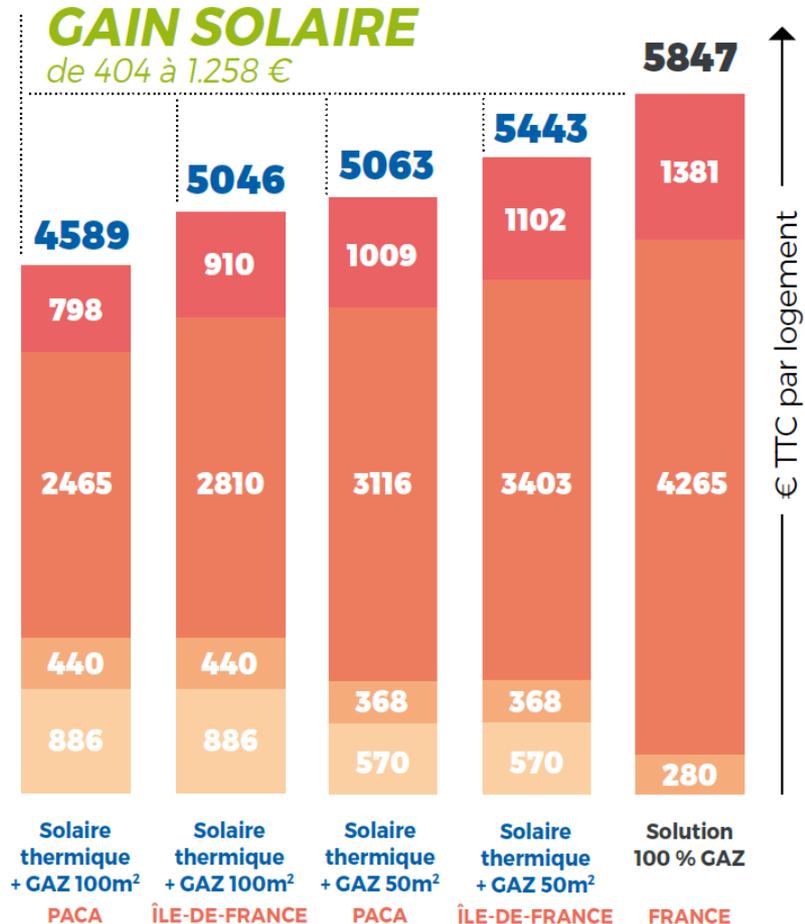
Eau Chaude Solaire en rénovation Rentabilité assurée

Bénéfique dès 2018 avec un appoint gaz

En additionnant l'investissement, la maintenance, la consommation, la contribution climat Energie, l'Etude I **Care & Consult** montre que :

La chaleur solaire est moins chère

- Partout en France
- Quelque soit la surface
- Plus la surface est grande plus le solaire est compétitif



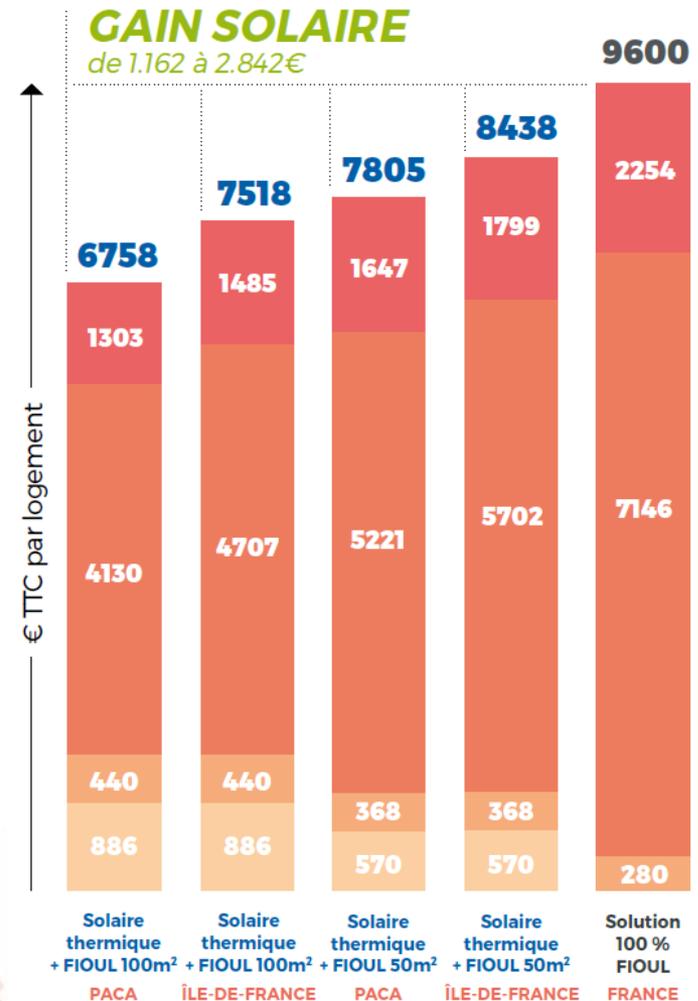
Eau Chaude Solaire (ECS) collective +
chaudière gaz collectif, coût global sur 20 ans

Eau Chaude Solaire en rénovation Rentabilité assurée

Très Bénéfique dès 2018 avec appoints fioul, élec...

l'Etude **I Care & Consult** montre que :

- Plus l'énergie est chère meilleure est la compétitivité du solaire
- La chaleur solaire est moins chère
 - ✓ Partout en France
 - ✓ Quelque soit la surface
 - ✓ Plus la surface est grande plus le solaire est compétitif
 - ✓ Le solaire rapporte 3 à 4 fois son investissement sur 20 ans

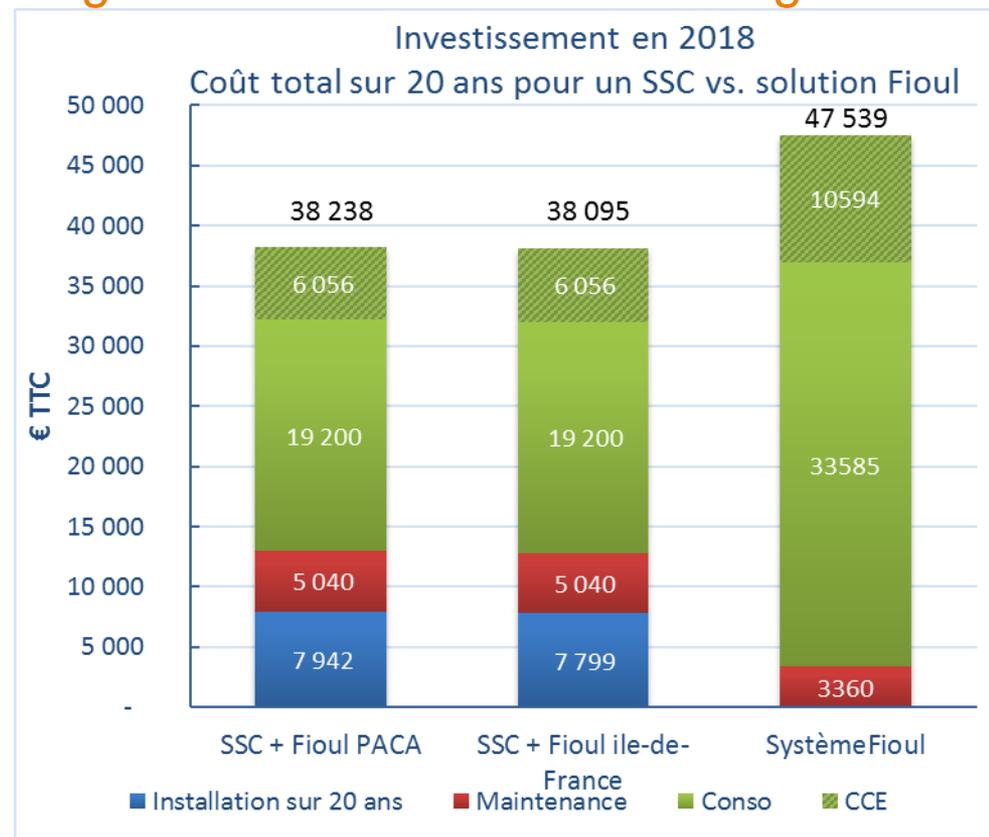


Eau Chaude Solaire (ECS) collective +
chaudière fioul collectif, coût global sur 20 ans

Chauffage Solaire en rénovation Rentabilité assurée

Autres enseignements de l'étude l'Etude | Care & Consult
Très bénéfique AUSSI pour les chauffages solaires avec les avantages complémentaires suivants :

- Même compétitivité partout en France (SUD de la France comme le NORD).
- Des économies pouvant aller jusqu'à 70% des consommations chauffages et eau chaude.
- Un gain d'une à 2 étiquettes énergétiques et un gain de valeur verte de l'habitat.
- Un gain possible sur le confort.

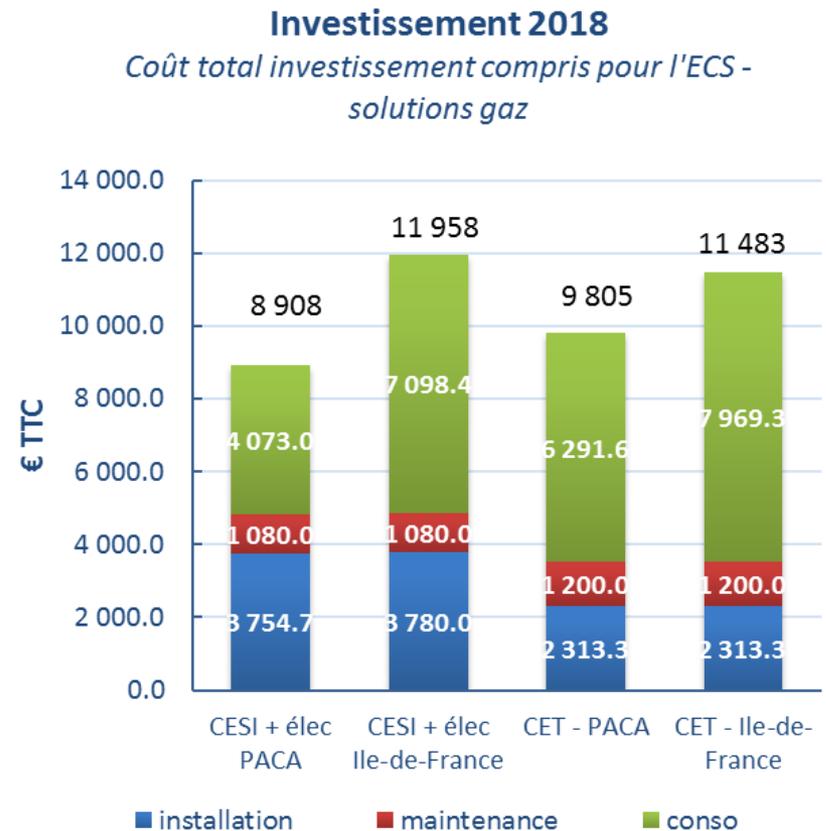


Chauffe Eau Solaire Individuel en rénovation

Autres enseignements de l'étude l'Etude | Care & Consult

Bénéfique particulièrement dans la moitié SUD de la France

- Compétitivité accrue dans la moitié SUD de la France
- Intéressant avec des appoints fioul, électrique, propane.
- Plus intéressants que les CET (Chauffe Eau Thermodynamique dans la moitié SUD de la France).
- Intéressant aussi avec des appoints bois grâce à la suppression des cycles 6 mois dans l'année.

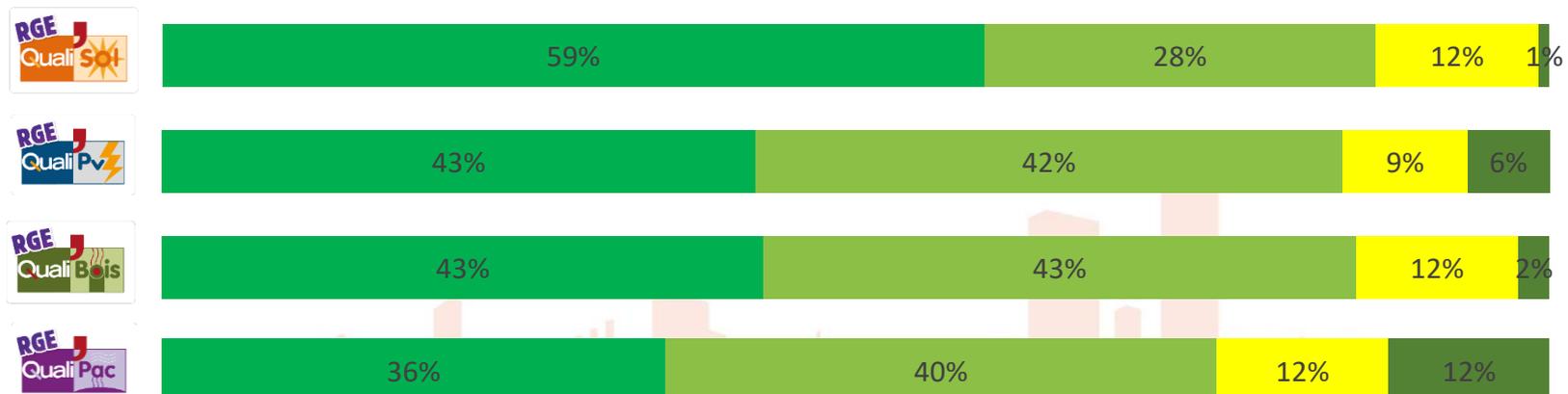


Solaire Thermique Progression Qualité

Une nette progression de la qualité globale des réalisations



Une filière qui a progressé et arrive en pôle position de la qualité en 2016



Conclusion : Le solaire Thermique

Il s'impose. Il est :

- Le champion pour réduire durablement les charges.
- Idéal pour répondre à l'augmentation du prix des énergies et de la Contribution Climat Energie.
- Bonifié avec les C2E, TVA 5,5% réseaux chaleur, Aide du Fonds Chaleur de 40 à 60%
- Compétitif :
 - ✓ Quelque soit l'énergie d'appoint
 - ✓ Partout en France
 - ✓ Quelque soit sa surface



*Chauffage Solaire SolisArt
Rouen, 300m² surface capteur*

Une énergie verte, propre, inépuisable, disponible et stockable.

Solutions techniques et architecturales innovantes

Etude d'intégrations nouvelles de la chaleur solaire aux bâtiments
Amandine LANGLOIS – GRDF
Romain RUILLARD – GRDF

Simulations de production et retours d'expérience sur des installations innovantes
Daniel MUGNIER – Tecsol
Xavier CHOLIN – INES





Solaire hors toit

premices and co

Amandine LANGLOIS

Designer associée

Premices and co

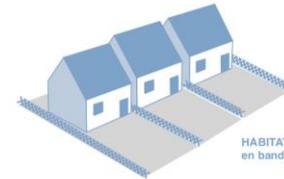


La commande de GRDF

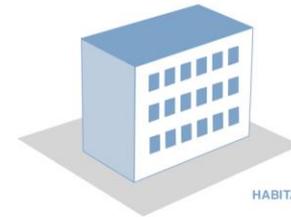
Réfléchir à de nouvelles solutions d'intégration architecturale, hors toit, des modules thermiques et photovoltaïques en résidentiel.



HABITAT INDIVIDUEL
isolé



HABITAT INDIVIDUEL
en bande



HABITAT COLLECTIF



QUARTIER



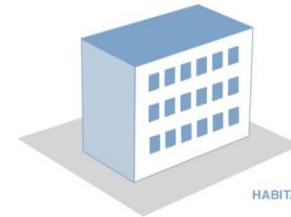
La forme en panneau des capteurs solaires est un frein à leur intégration dans les projets d'architecture.



HABITAT INDIVIDUEL
isolé



HABITAT INDIVIDUEL
en bande



HABITAT COLLECTIF



QUARTIER

La méthode de travail

**Créer de
nouvelles formes
de capteurs en
s'inspirant des
paramètres
existants**

**1 | TECHNOLOGIE
SOLAIRE**



**3 | MATÉRIAUX
D'ARCHITECTURE**



**2 | ÉLÉMENTS
D'ARCHITECTURE**



4 | USAGES



Les 6 solutions développées



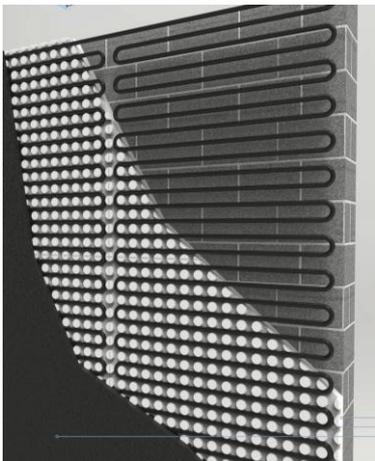
MOBILE-HOME AUTONOME



PANNEAUX DE FAÇADE CAPTANT
PRÉFABRIQUÉS



SYSTÈME DE FENÊTRES SOLAIRES



ENDUIT CAPTANT



VOLET SOLAIRE



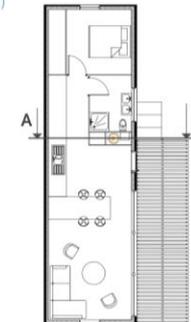
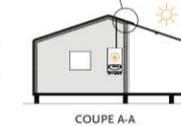
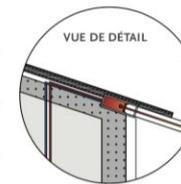
SERRE SOLAIRE

MOBILE-HOME AUTONOME



Le mobile home intègre une pergola composée de 50 tubes sous vide qui chauffent l'eau chaude sanitaire et chauffage nécessaire à l'autonomie de ses habitants (4 personnes).

Ce système captant s'intègre à l'architecture du mobile-home par un jeu d'imbrication sous la toiture en tôle ondulée du toit dont le rythme correspond à l'espacement des tubes. La piste des systèmes captants directement inséré dans une architecture préfabriquée est intéressante car elle permet de concevoir une intégration fine des systèmes captants dans l'architecture. Cette piste pourrait être développée pour d'autres types de préfabriqués (en remplacement ou en complément des Algecos, pour des cabanes de chantiers, des kiosques)



TECHNOLOGIE
Tube sous vide



SURFACE CAPTANTE
Répartition de 50 tubes sous vide en prolongation du toit



RENDEMENT
Technologie sans déperdition de chaleur.



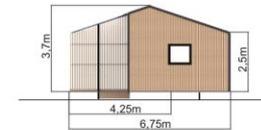
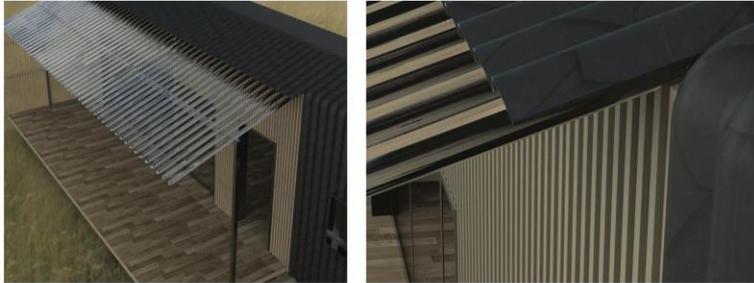
BESOINS COUVERT
ECS+Chauffage pour 4 personnes



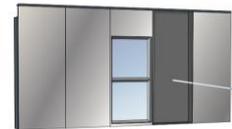
ANGLE D'INCIDENCE

MOBILE-HOME AUTONOME

MOBILE HOME AUTONOME



PANNEAUX DE FAÇADE CAPTANT PRÉFABRIQUÉS



De la même manière que des éléments préfabriqués classiques, les façades captantes préfabriquées sont fixées entre deux planchers porteurs. Complètement invisible le collecteur solaire est positionné au dos du parement de finition en métal choisit pour sa forte conductibilité thermique. L'esthétique de la façade du bâtiment n'est pas modifiée par l'installation de surface captante.



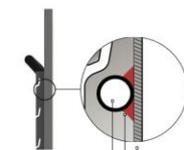
TECHNOLOGIE
réseau caloporteur adossé à une paroi thermo-conductrice

500 m²
SURFACE CAPTANTE
Sur une façade en R+5

RENDEMENT
Faible au m² mais couvre de très large surface.

BESOINS COUVERT
Un lgt de 4pers avec 2 panneaux préfabriqués

90°
ANGLE D'INCIDENCE
Angle de 90° en façade.



Tuyau
Colle thermique
Paroi métallique

COUPE section de panneaux

PANNEAUX DE FAÇADE CAPTANT PRÉFABRIQUÉS

| PANNEAUX DE FAÇADE CAPTANT PRÉFABRIQUÉS



— Éclaté présentant les composants d'un panneaux de façade préfabriqué.

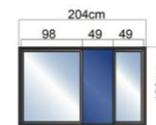
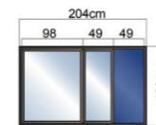
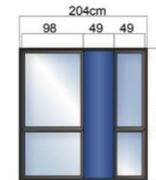
DÉCLINAISONS



SYSTÈME DE FENÊTRES SOLAIRES



Le système de fenêtres solaires est basé sur une trame simple qui consiste à diviser l'espace attribué au vitrage en quatre sections égales. L'une d'elle est dédiée au panneau solaire. Cela permet de rythmer la façade en intégrant le panneau solaire au châssis de la fenêtre dans des configurations variées. L'atout de cette piste est de pouvoir s'intégrer facilement à l'architecture sans venir charger d'avantage la façade. Cette solution peut également d'envisager en rénovation. De plus, ce système facilite la maintenance qui peut se faire depuis l'intérieur des logements.



Trame de répartition espace fenêtre vs panneaux.
Le panneaux occupe toujours 1/4 de la surface allouée à la fenêtre.



TECHNOLOGIE
Panneau vitré plan



SURFACE CAPTANTE
1.4m² pour une porte fenêtre et 0.6m² en fenêtre.



RENDEMENT
Comparable à un panneau plan vitré de taille équivalent



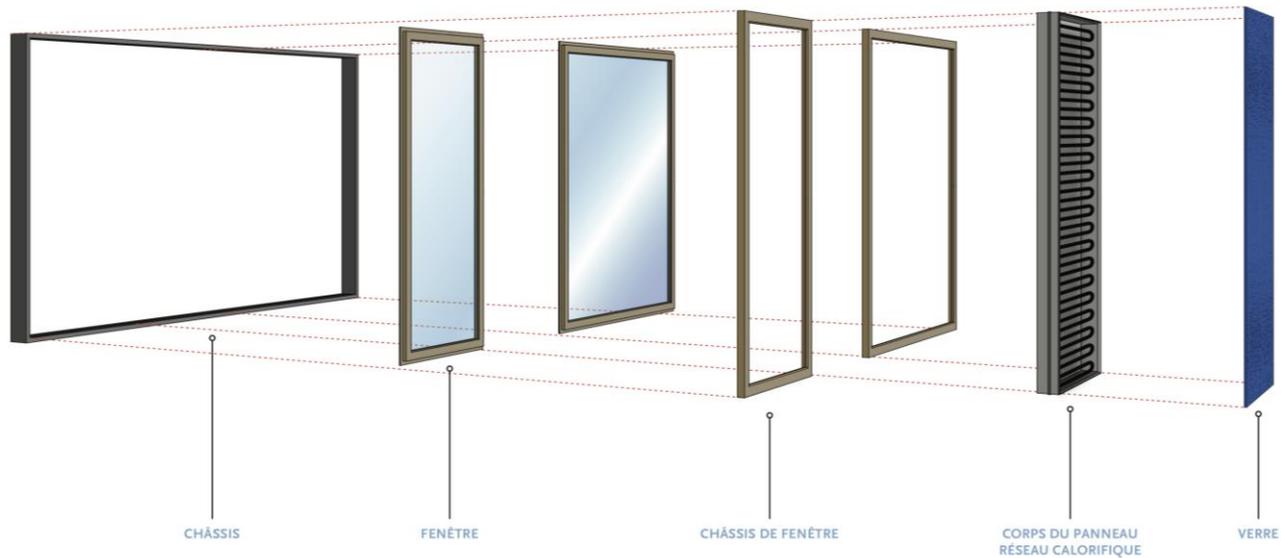
BESOINS COUVERT
Un lgt de 4pers avec 2 fenêtres et une porte fenêtre.



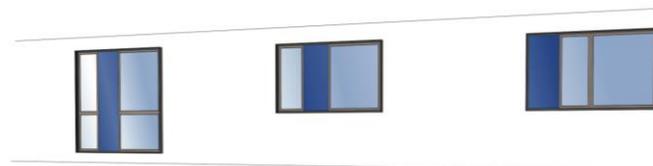
ANGLE D'INCIDENCE
Angle en toiture est de 33° et de 90° en façade.

SYSTÈME DE FENÊTRES SOLAIRES

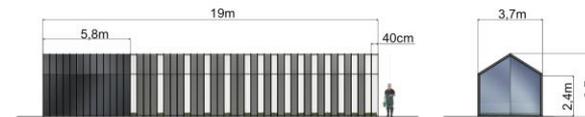
| SYSTÈME DE FENÊTRES SOLAIRES



Éclaté présentant les composantes d'une fenêtre captante



SERRE SOLAIRE



L'idée de la serre solaire implantée sur la toiture des logements collectifs, possède une forme modulable permettant de s'adapter aux besoins en eau chaude sanitaire des logements de l'immeuble. La serre combine plusieurs fonctions : un espace de culture, un espace chaufferie, tout en y intégrant une large surface captante. Elle se compose deux types de sections : soit de panneaux solaires thermiques, soit de surfaces vitrées pour maintenir la transparence. La face sud de la serre, la plus exposée est rythmée de surfaces captantes (opaques) et de surfaces vitrées (transparente), tandis que la face nord est entièrement vitrée.



Vue de détail de la zone de chaufferie située à l'une des extrémités de la serre.



Répartition entre chaufferie et serre dans le cas où la serre couvre le besoin en eau chaude sanitaire d'un immeuble de 34 logements.



TECHNOLOGIE
Panneau plan vitré.



SURFACE CAPTANTE
25m² de panneaux répartis en toiture et 33m² en façade.



RENDEMENT
Ajustement des besoins grâce au système modulaire



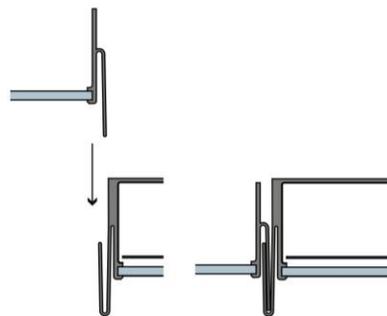
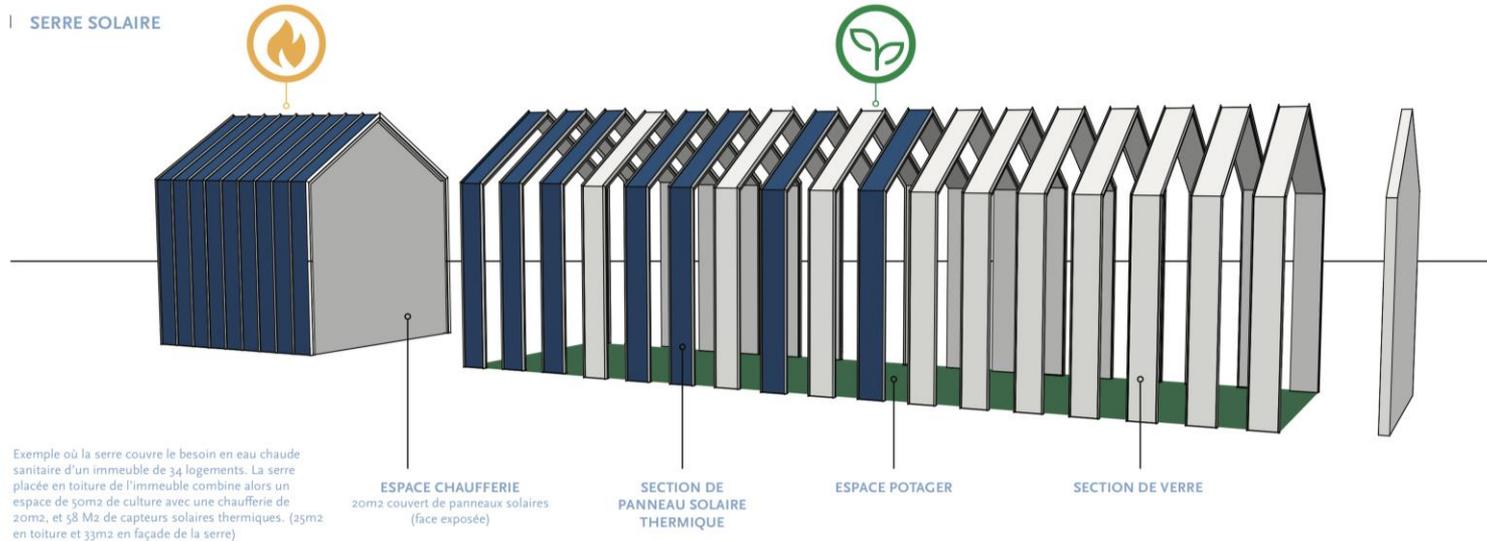
BESOINS COUVERT
Une serre de 70m² couvre le besoin de 34 logements.



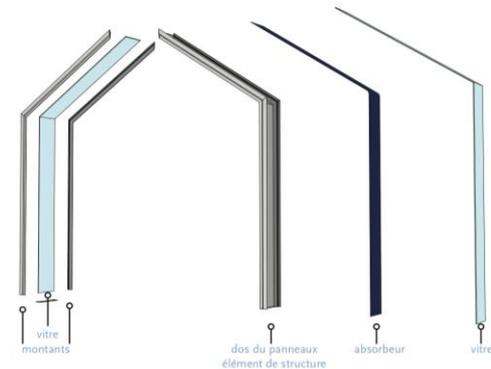
ANGLE D'INCIDENCE
Angle en toiture est de 33° et de 90° en façade.

SERRE SOLAIRE

| SERRE SOLAIRE

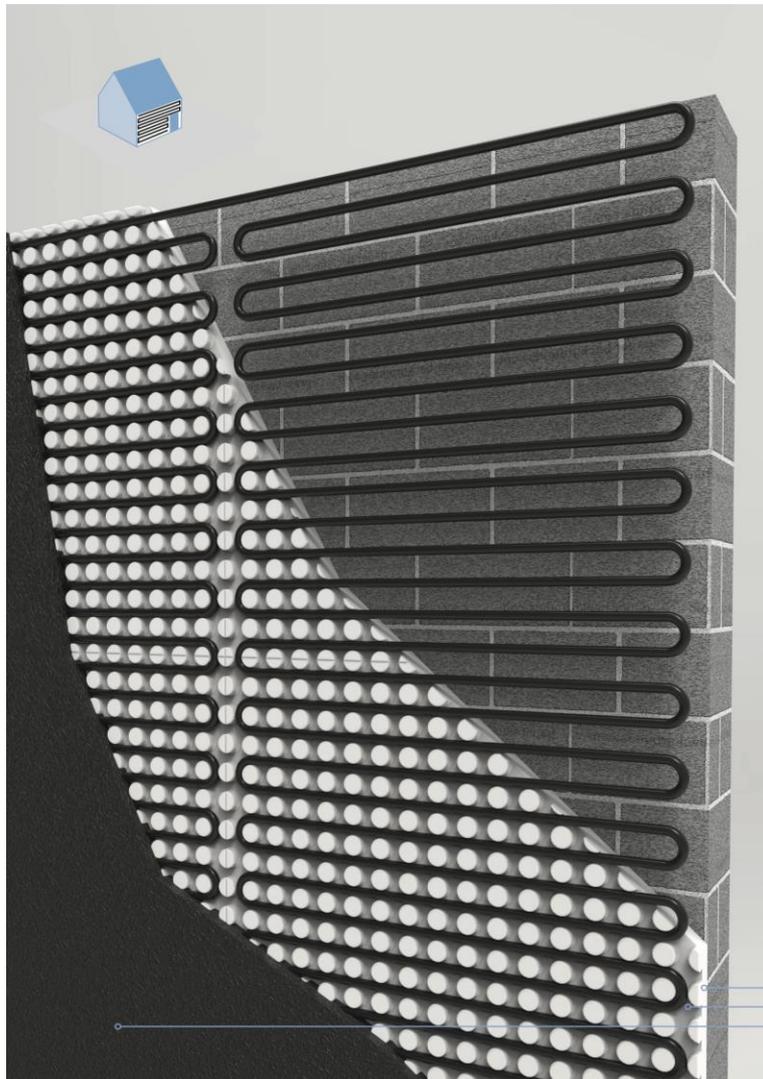


Les sections s'imbriquent les unes aux autres et structurent la serre. Cela permet d'avoir une modularité en fonction du besoin.

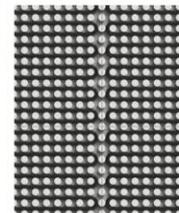
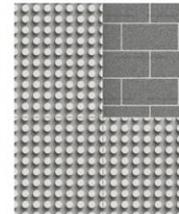


Vue éclatée d'une section de serre avec une partie captante et une partie vitrée.

ENDUIT CAPTANT



Le principe de l'enduit captant est d'intégrer le système absorbant directement dans la surface du mur, en inversant le principe de plancher chauffant. Le circuit de fluide calorifique est intégré aux murs des façades exposés au soleil. Bien que la performance au mètre carré soit moindre comparée aux capteurs traditionnels, la surface captante étant plus grande, la performance est compensée. L'atout majeur de cette piste est de voir le système captant disparaître dans la maçonnerie, c'est le mur qui se fait captant et non plus un système qu'on vient rajouter et qui perturbe l'architecture.



Application de l'enduit par projection



TECHNOLOGIE
Système Low-tech



+22 m²
SURFACE CAPTANTE
Recouvre la totalité du ou des murs exposés.



RENDEMENT
Performance au m² faible mais grande surface couverte



BESOINS COUVERT
1 mur exposé = ECS pour 4 personnes



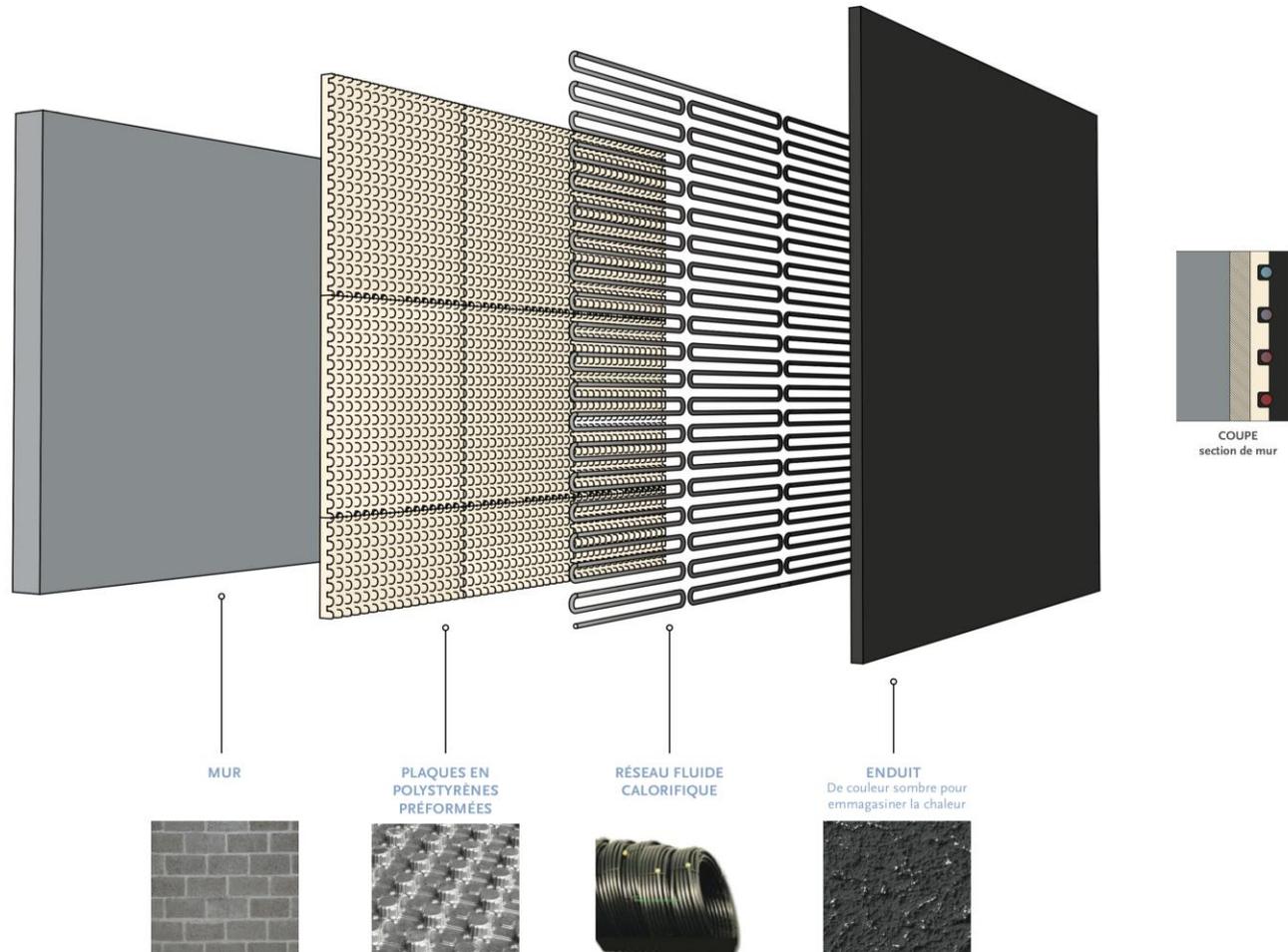
90°
ANGLE D'INCIDENCE
Plan au mur

Coupe d'un mur recouvert d'un enduit captant

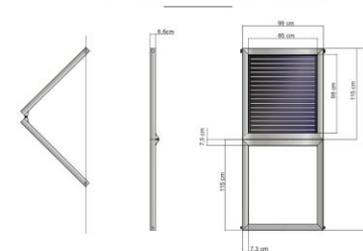
- Revêtement isolant recouvert sur une trame plastique
- Câblage captant
- Enduit

ENDUIT CAPTANT

| ENDUIT CAPTANT



VOLET SOLAIRE



Le volet solaire thermique pourvu d'un mécanisme d'ouverture qui occulte la fenêtre la nuit et se déploie la journée pour capter un maximum de soleil grâce aux nombreux angles d'incidence possible. Ce système s'intègre dans l'épaisseur du bardage de façade. Ces surfaces captantes forment la partie haute du volet.

Le système captant se compose de bandes insérées entre deux plaques de verres (équivalent à la technologie Robinsun). Ce système permet de laisser passer une partie de la lumière dans le logement, apportant également la fonction de brise-soleil au volet lors de fort ensoleillement.



Exemples de parements possible.



TECHNOLOGIE
Solaire thermique
Robin sun



SURFACE CAPTANTE
3 volets par logement soit
2,4m²



RENDEMENT
Inférieur à un panneau plan
vitré soit environ 400kwh m²



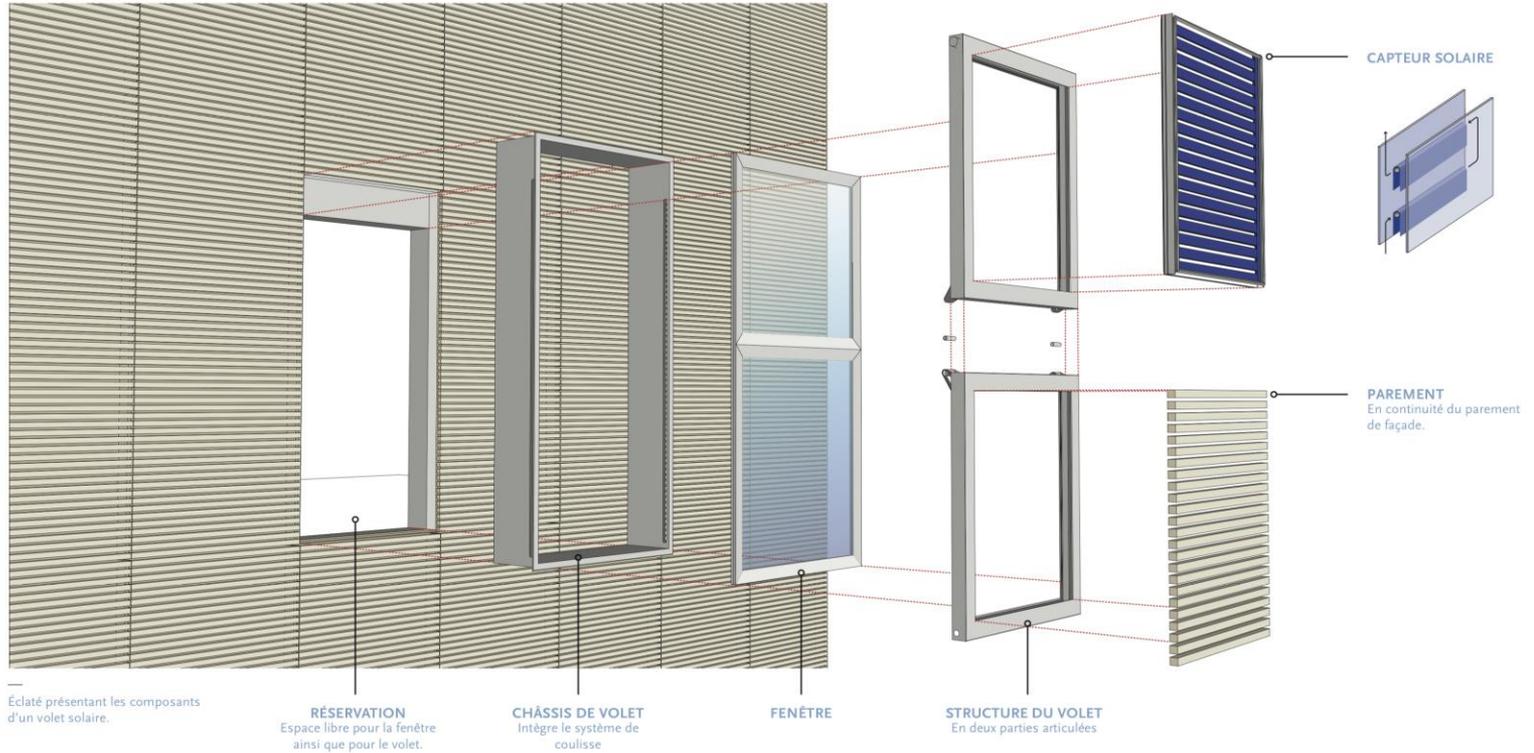
BESOINS COUVERT
3 volets = ECS pour
4 personnes



ANGLE D'INCIDENCE
Le volet couvre un angle de
90° à 45° au soleil

VOLET SOLAIRE

I VOLET SOLAIRE



Mur de béton nu avec réservations



Pose des liteaux



Pose des châssis de fenêtre



Mise en place du parement de façade



Intégration des volets solaires en façade.

— Séquence de montage d'un volet solaire.



Solaire hors toit



Romain RUIILLARD

Responsable Efficacité énergétique

Direction Développement

GRDF



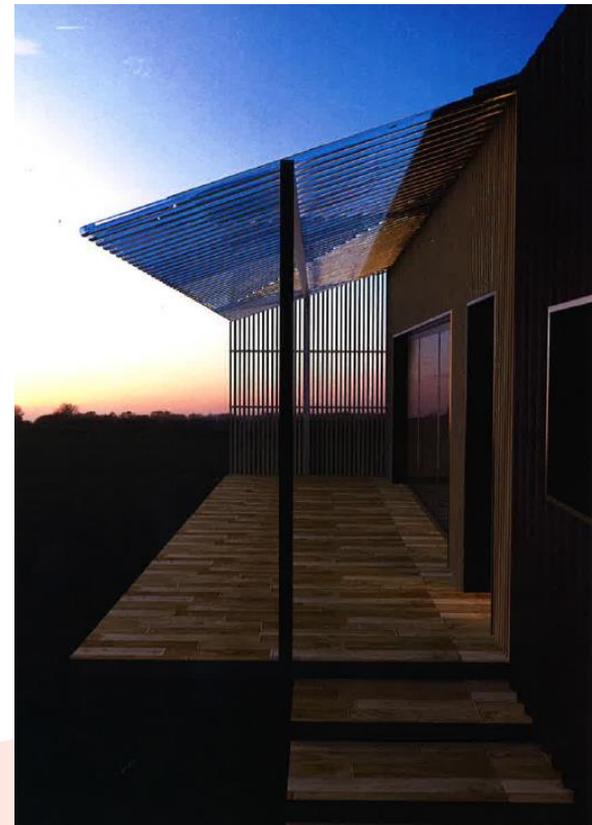
Objectif de la présentation

- Démontrer que les 2 solutions suivantes proposées par Prémices sont réalistes et peuvent être installées dans les bâtiments neufs

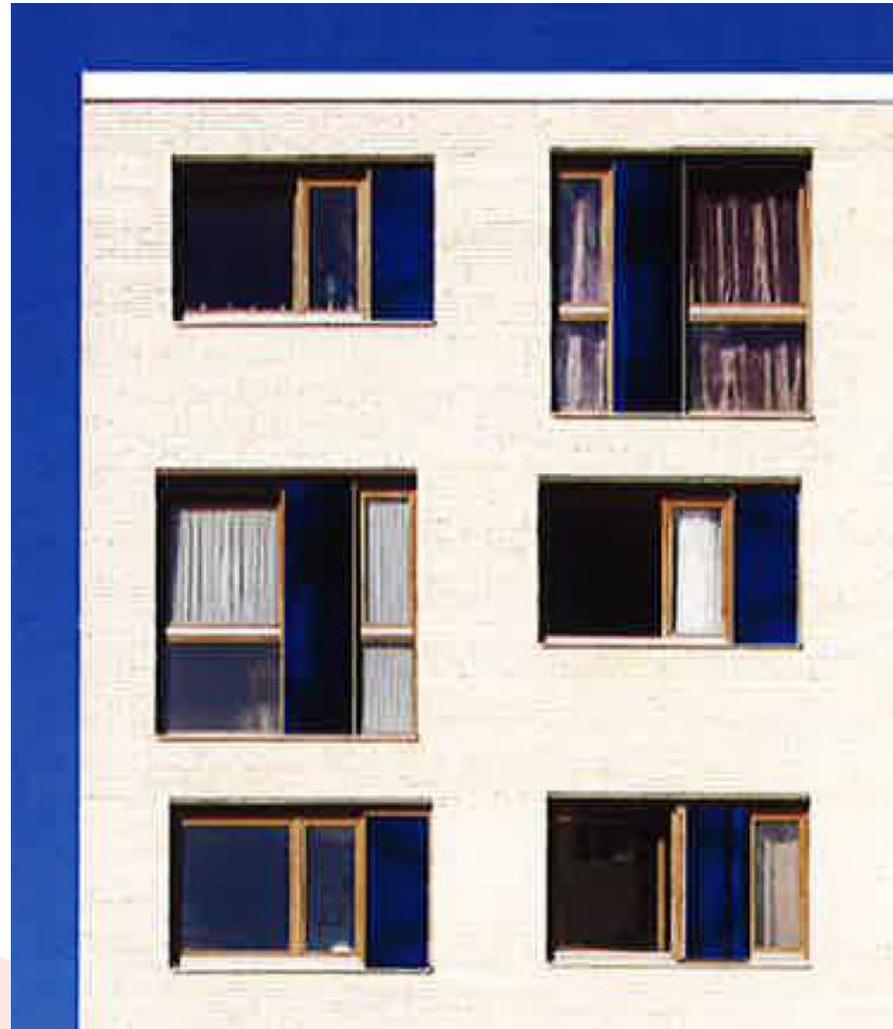
Solution 1



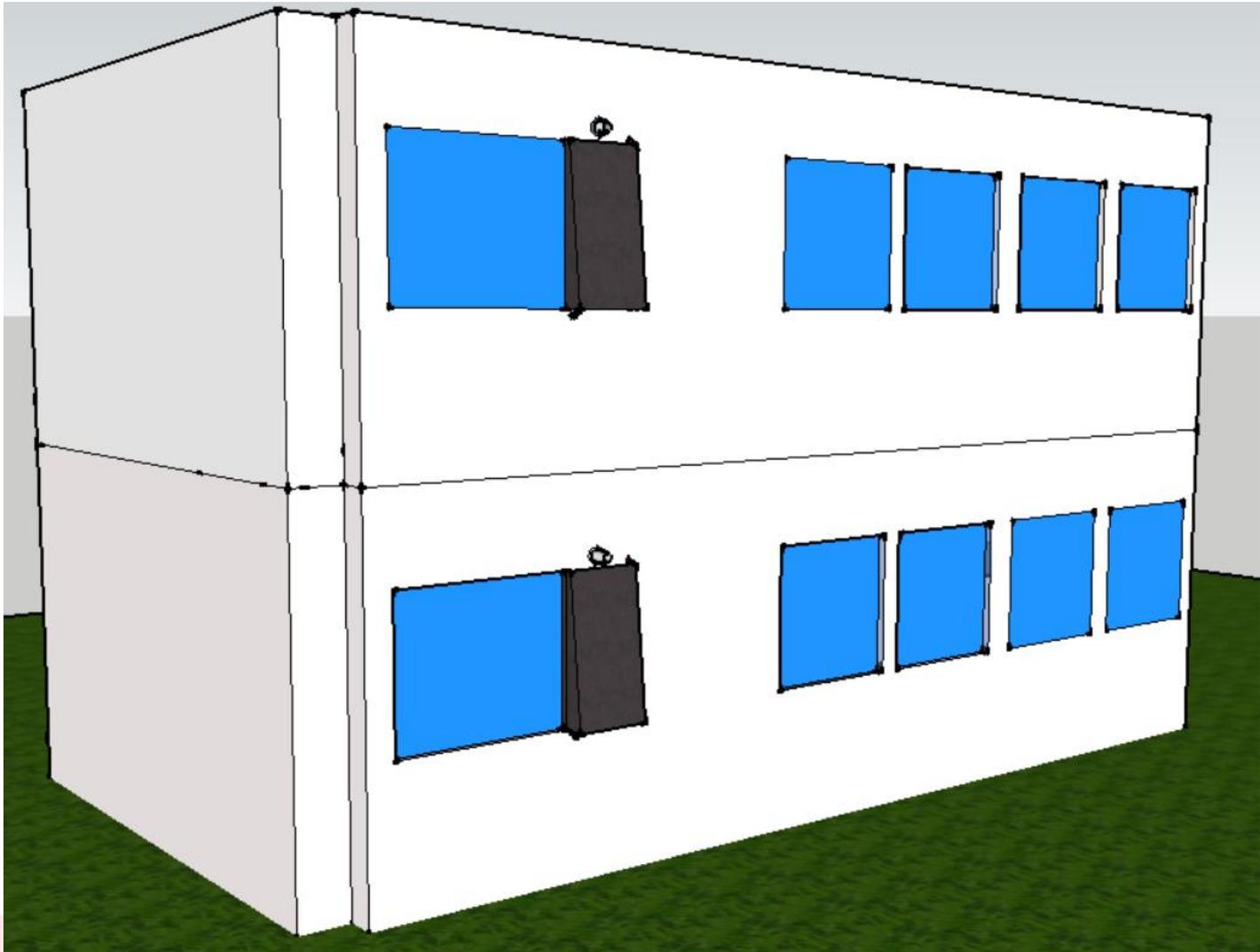
Solution 2



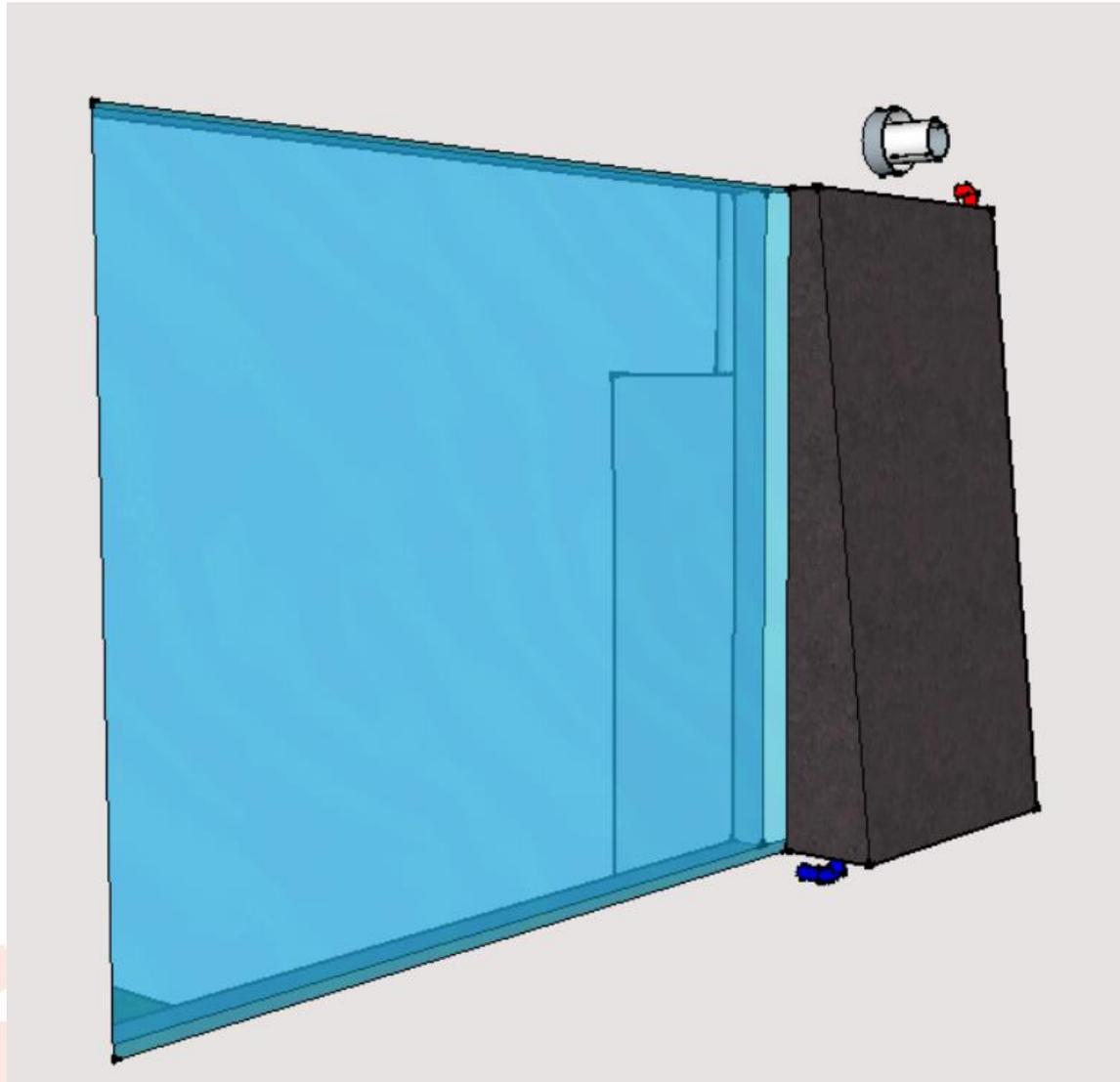
Solution 1 : panneaux en façade



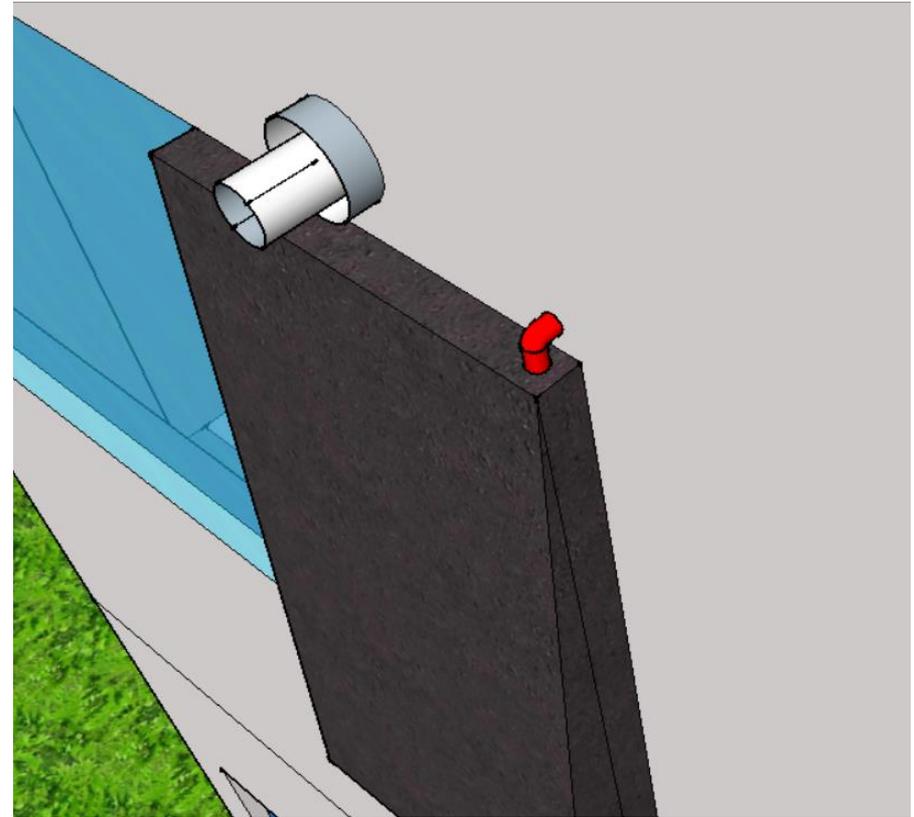
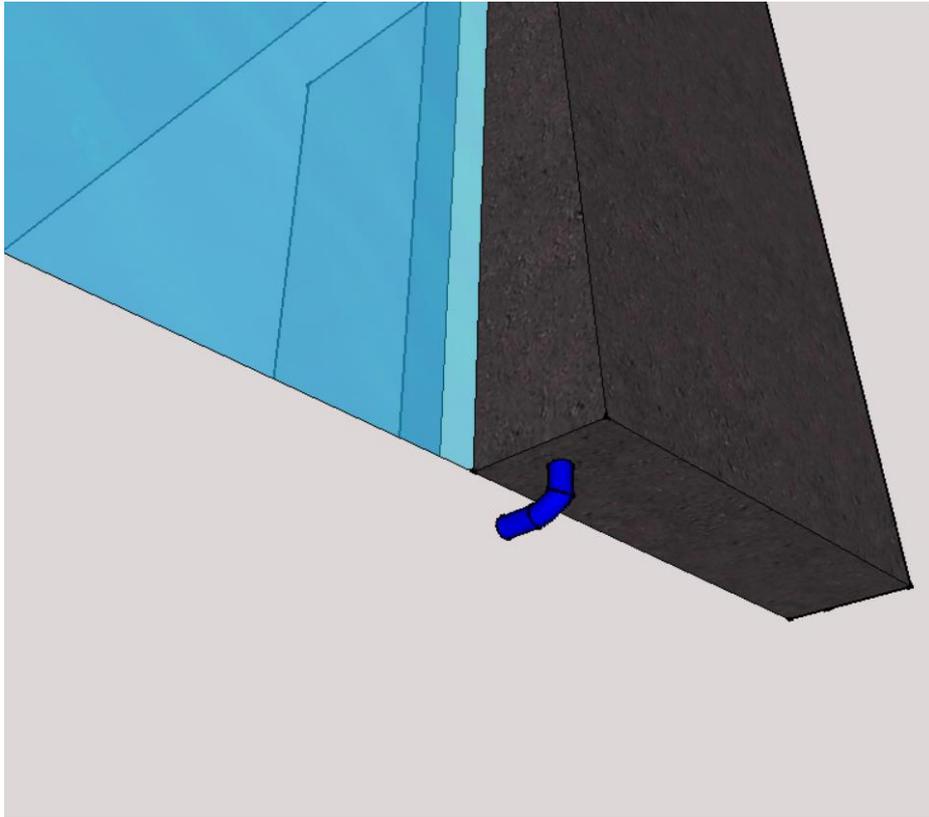
Panneaux en façade sud de bâtiment



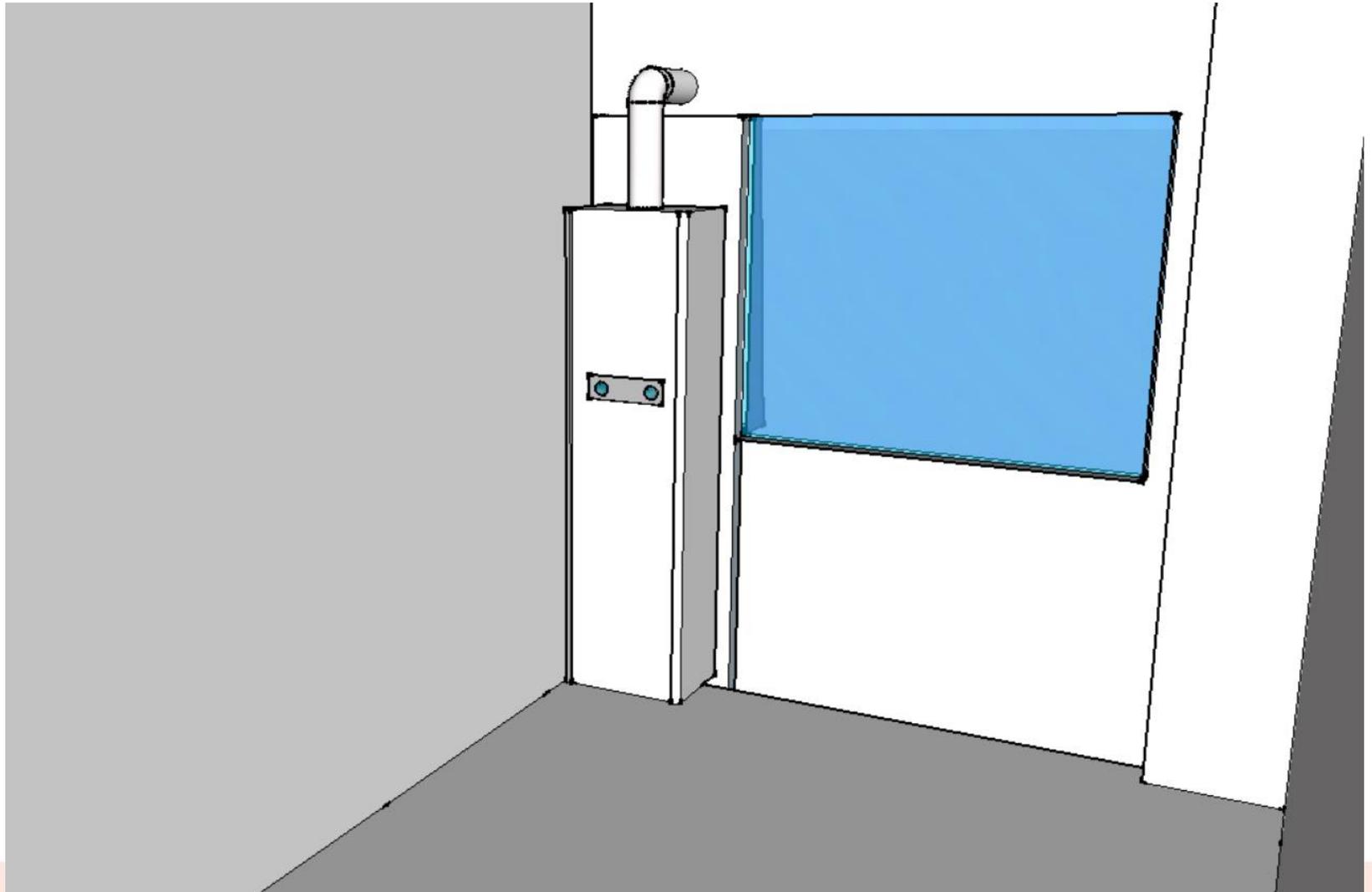
Panneaux sur support incliné



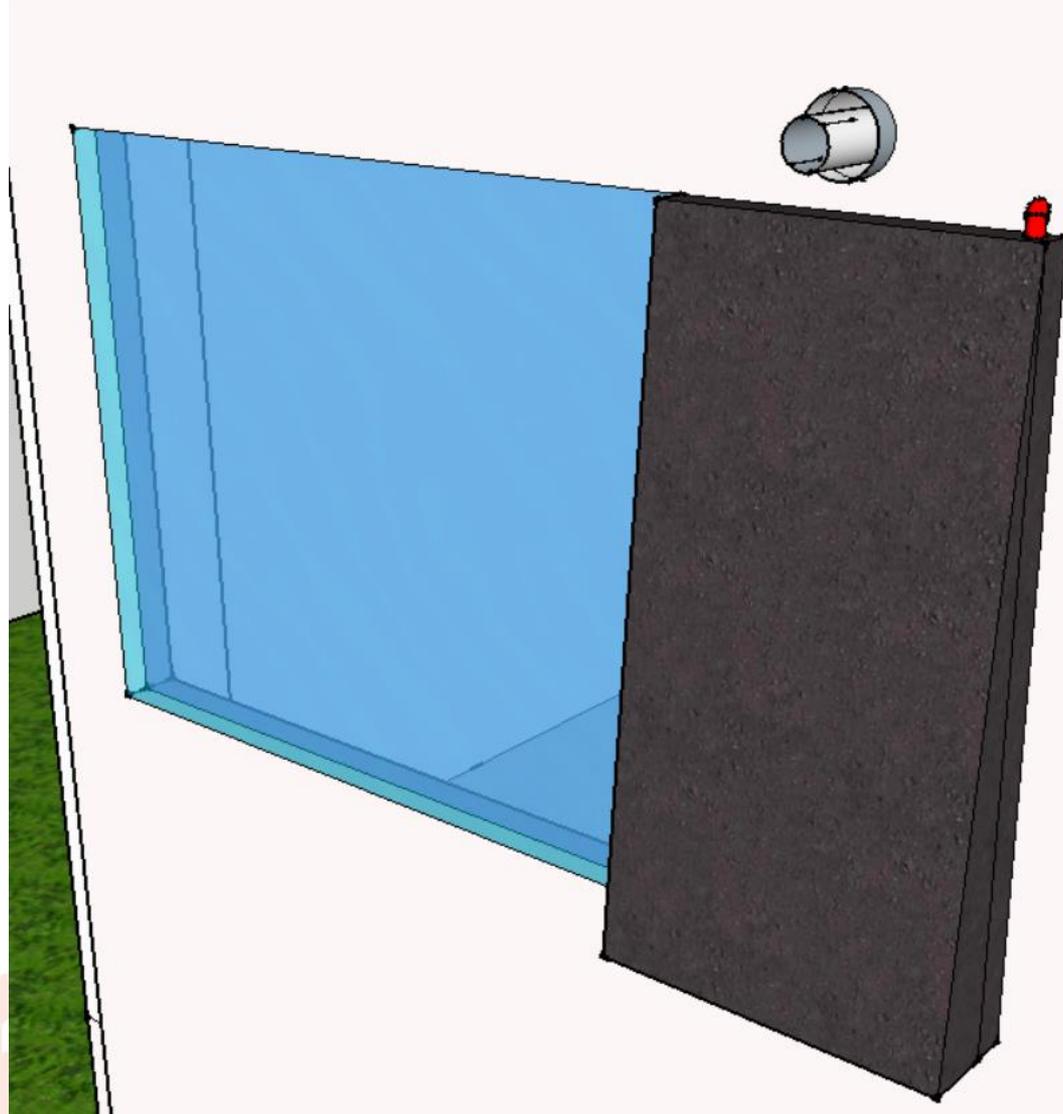
Raccordements hydrauliques du panneau



Positionnement de la chaudière dans la cuisine



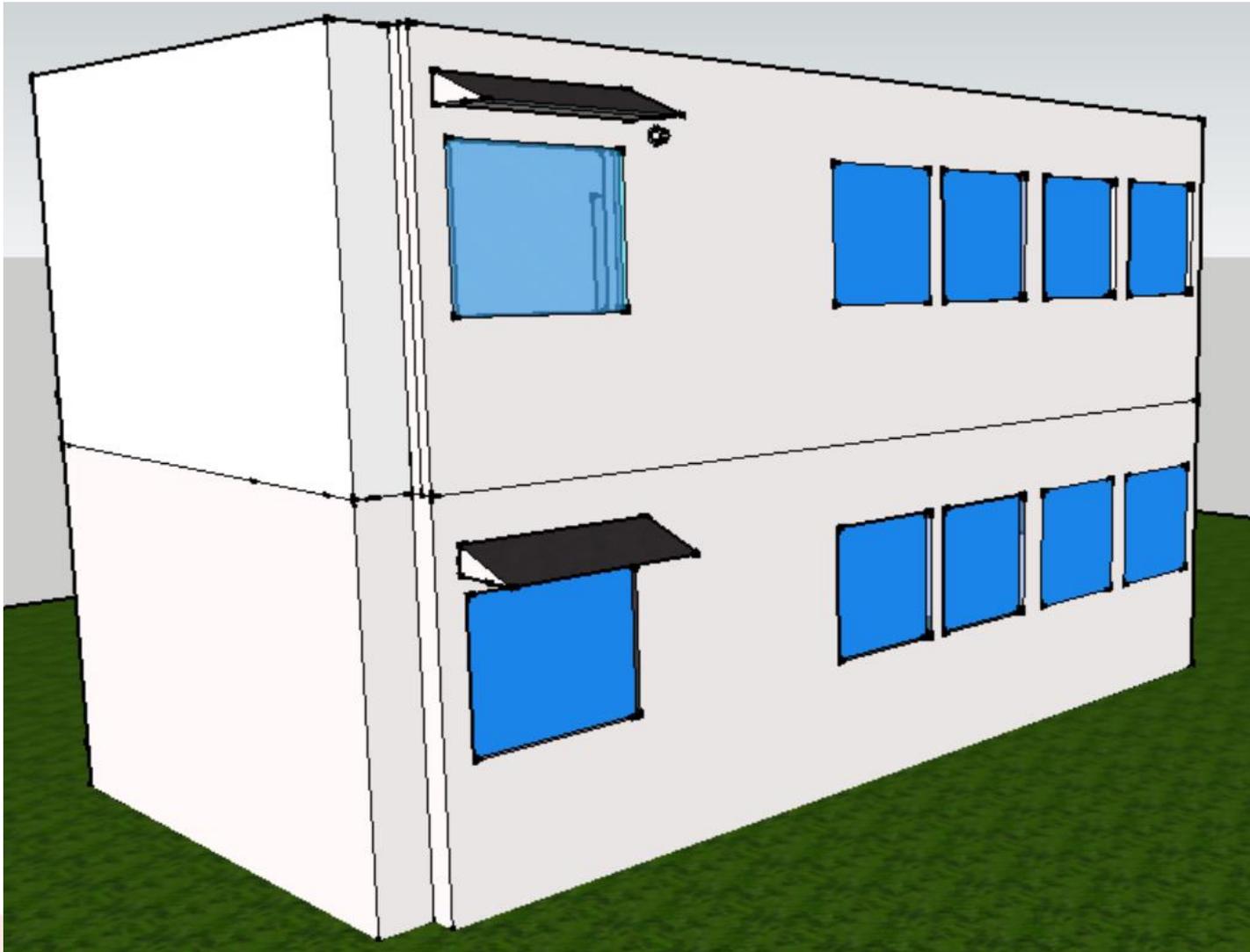
Positionnement de la ventouse



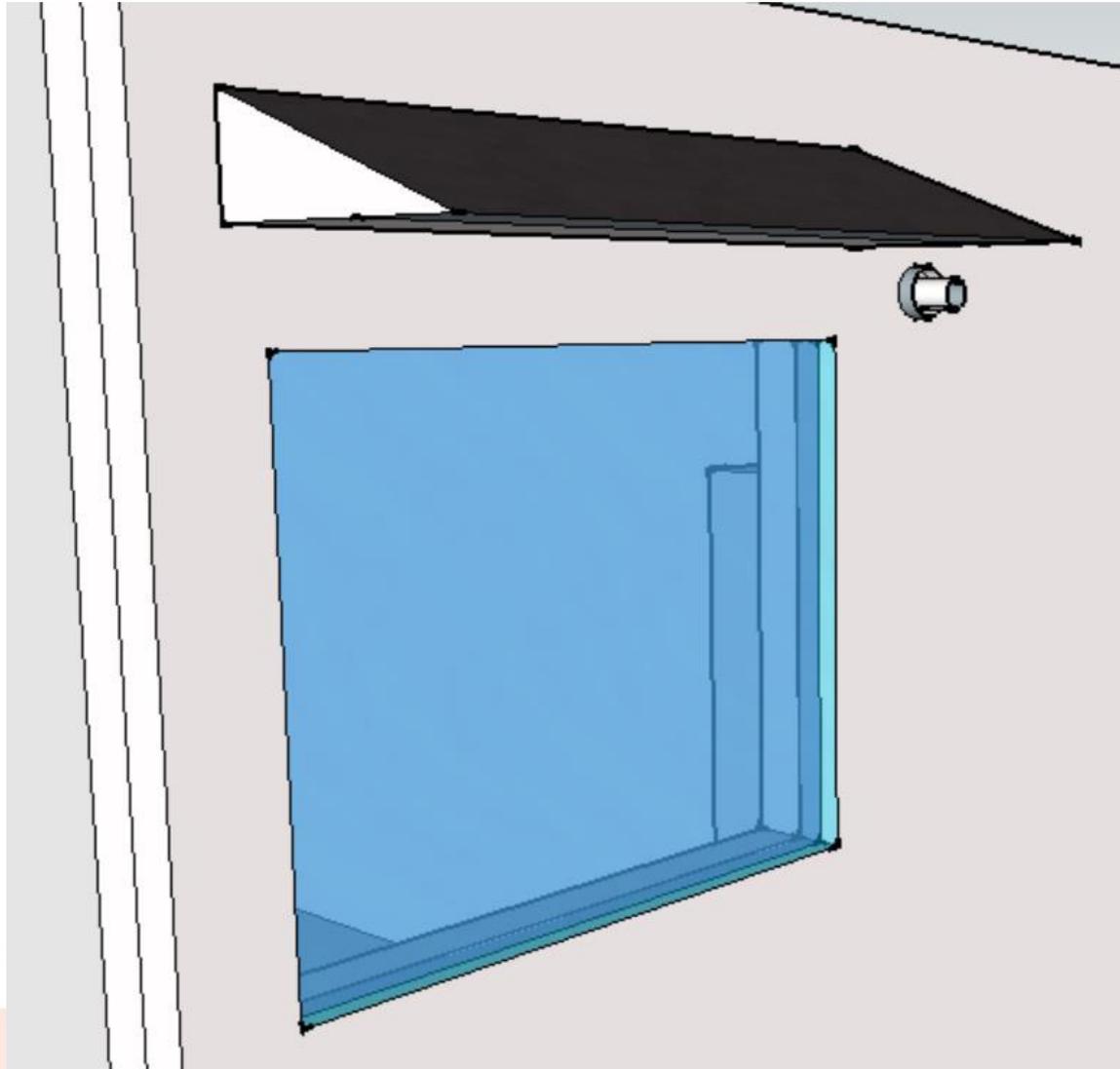
Solution 2 : panneau / casquette en façade



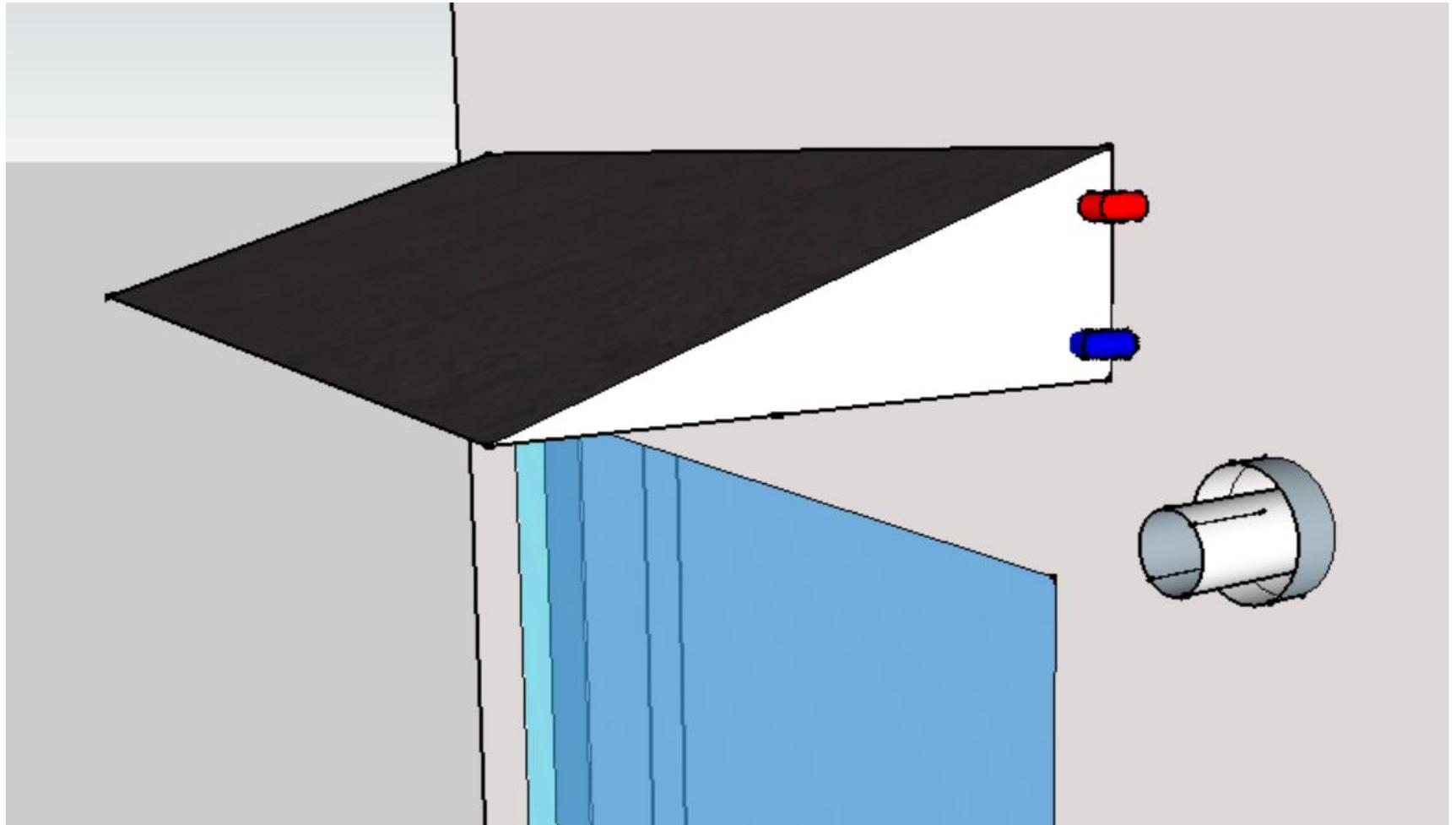
Panneaux/casquettes en façade sud de bâtiment



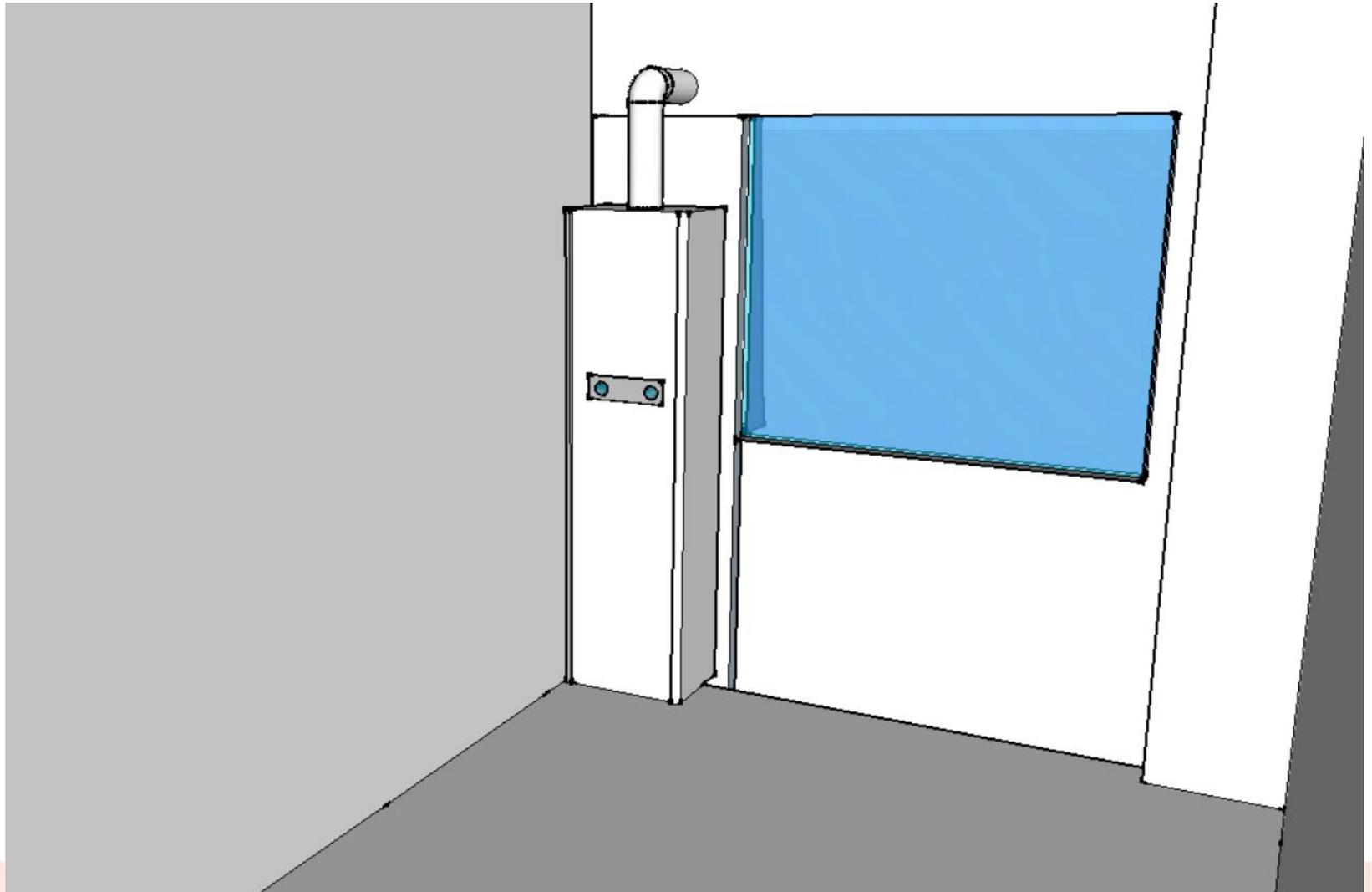
Panneau / casquette au dessus de la fenêtre



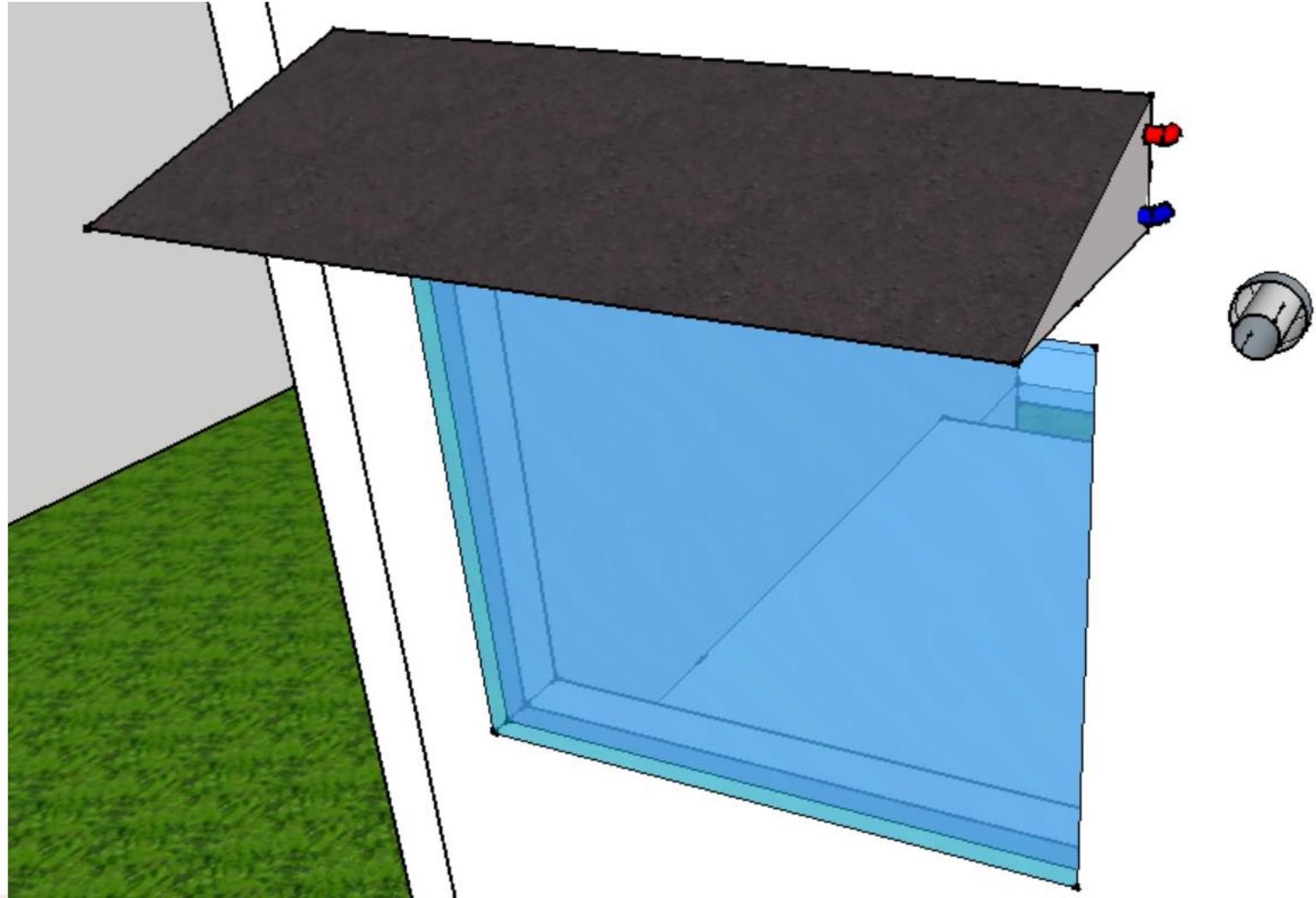
Raccordements hydrauliques du panneau



Positionnement de la chaudière dans la cuisine



Positionnement de la ventouse





Solaire hors toit



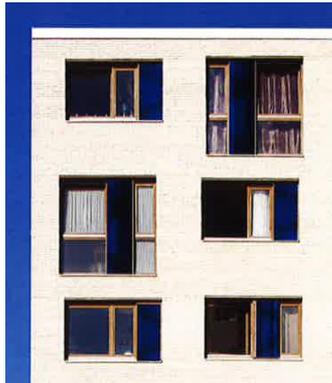
Daniel Mugnier
Responsable Développement
TECSOL



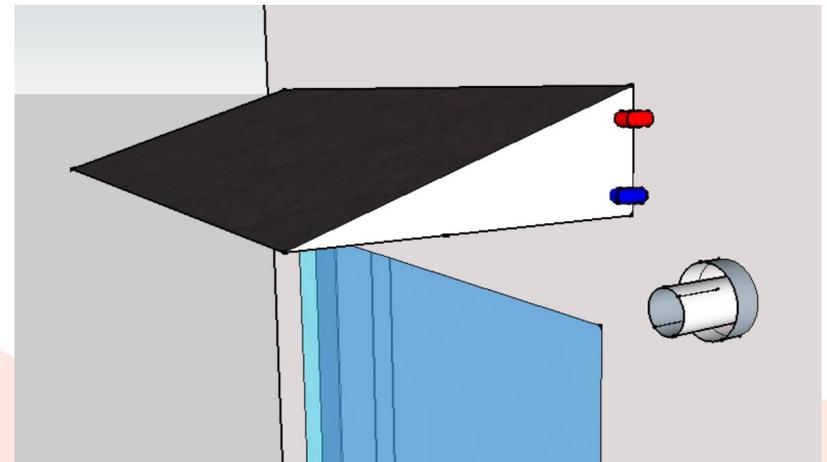
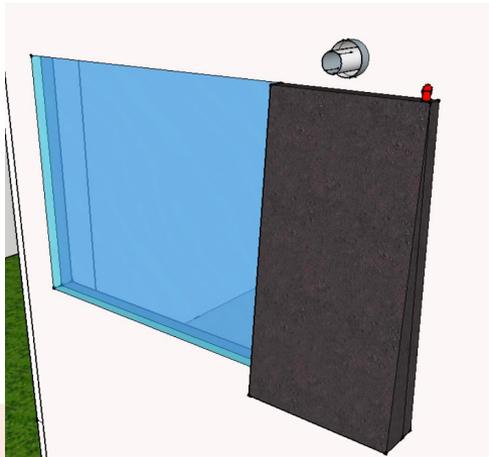
Objectif de la présentation

- Qualifier à partir du logiciel SOLO 2018 les performances à priori des 2 solutions techniques

Solution 1



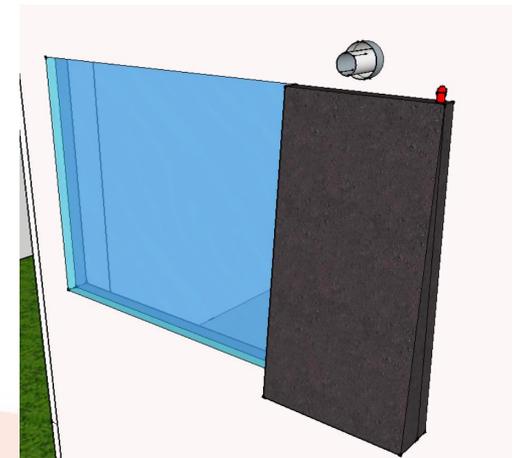
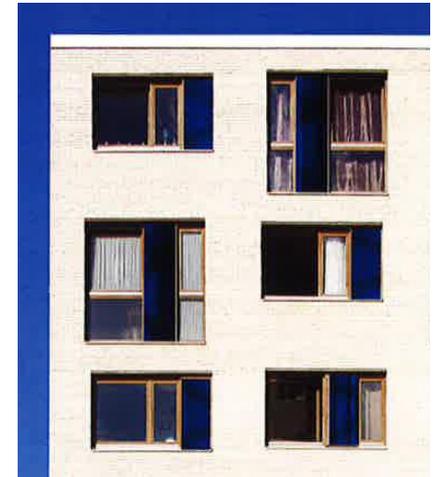
Solution 2



Solution 1

Hypothèses de calcul

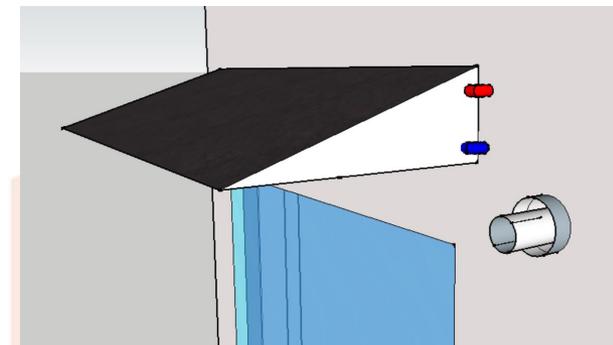
- 1 panneau de 2m² (2m x 1m) pour des logements standards T1, T3 ou T5 en mode colonne solaire mais avec un angle de **70° par rapport à l'horizontal et en mode portrait**
- Canalisations : 5ml entre panneau et ballon
- Ballon de 200 litres (5cm d'isolant type laine) – T°amb @20°C
- Consommations : 40,5l (T1) 67,5l (T3) et 101l (T5) /jour@55°C / modulation coeff. SOCOL
- Matériel : capteur solaire issu fabricant CESI optimisé



Solution 2

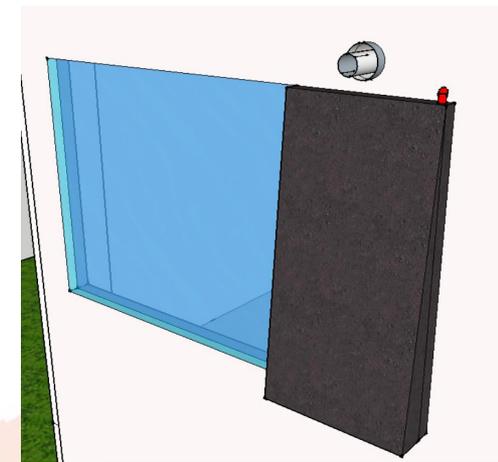
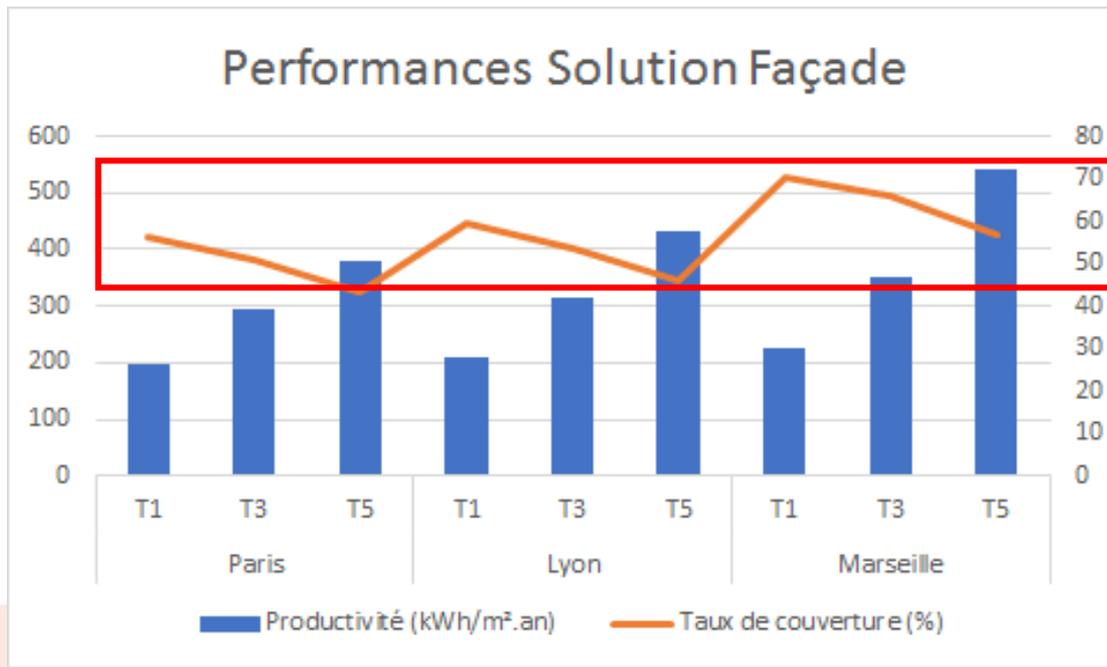
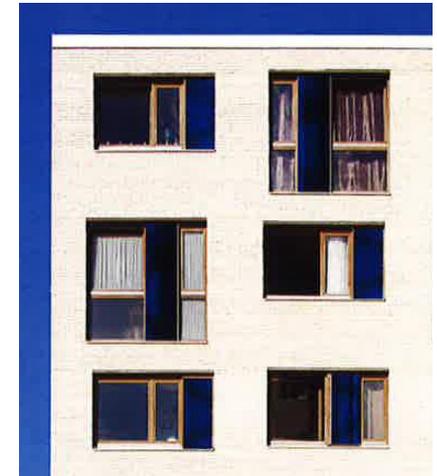
Hypothèses de calcul

- 1 panneau de 2m² (2m x 1m) pour des logements standards T1, T3 ou T5 en mode colonne solaire mais avec un angle de 30° par rapport à l'horizontal et en mode paysage
- Canalisations : 5ml entre panneau et ballon
- Ballon de 200 litres (5cm d'isolant type laine) – T°amb @20°C
- Consommations : 40,5l (T1) 67,5l (T3) et 101l (T5) /jour @55°C / modulation coeff. SOCOL
- Matériel : capteur solaire issu fabricant CESI optimisé



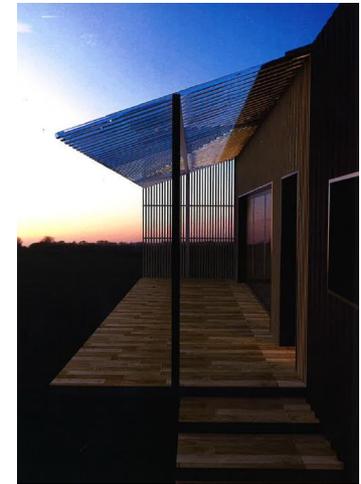
Résultats solution 1

		Productivité (kWh/m ² .an)	Taux de couverture (%)
Paris	T1	197	56,3
	T3	295	50,6
	T5	378	43,2
Lyon	T1	209	59,7
	T3	315	53,8
	T5	433	46,1
Marseille	T1	225	70,1
	T3	352	65,8
	T5	540	56,9

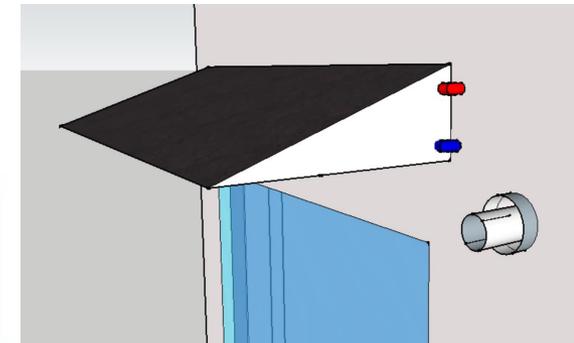
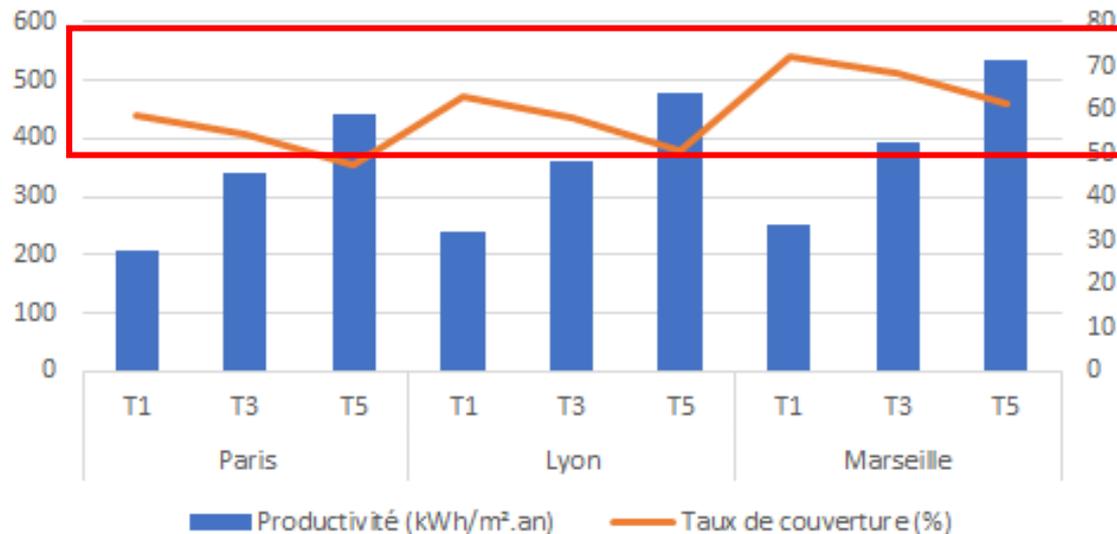


Résultats solution 2

		Productivité (kWh/m ² .an)	Taux de couverture (%)
Paris	T1	206	58,8
	T3	339	54,2
	T5	443	47,2
Lyon	T1	238	63,1
	T3	362	57,9
	T5	477	50,7
Marseille	T1	251	72,3
	T3	395	68,4
	T5	534	61,6



Performances Solution Brise soleil



Conclusion

- La proposition de solaire hors toit incite à **penser autrement** et à **conjuguer les usages** dans une logique où le toit sera « sur-utilisé » dans les années futures.
- Points positifs :
 - évite le bouclage,
 - l'équilibrage,
 - les surdimensionnements,
 - la chaufferie
- Points négatifs :
 - performances limitées
 - ne s'installe pas partout
- **Appel aux fabricants pour récupérer ces concepts, valider leur intérêt et pourquoi pas développer une offre technique.**



Simulations de production et retours d'expérience sur des installations innovantes



Xavier CHOLIN
Expert Solaire Thermique
INES



Exemple d'innovation architecturale

Ou comment utiliser les expériences
passées pour penser les détails





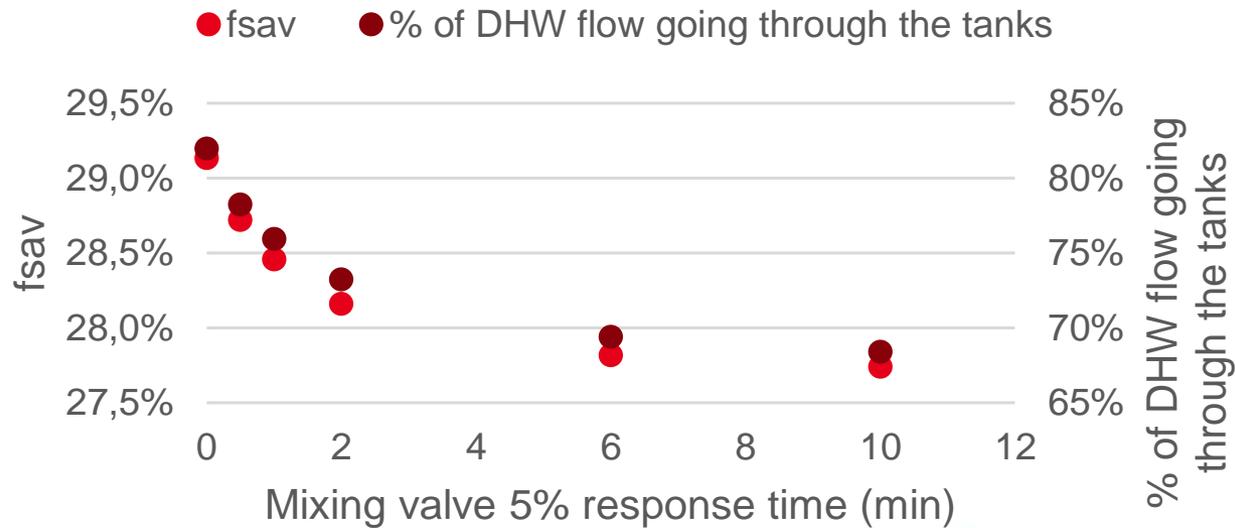
Ex de modélisation très détaillée pour faire des préconisations

Stage d'Arnaud BECQ, encadré par David CHEZE à INES-CEA

- **Cas de base : 20 logements, 2000 l/j avec variation saisonnière**
- **Les paramètres détaillés dans les simulations**
 - Un profil de soutirage à la minute, validé par des mesures au pas de 10 secondes sur une installation
 - Les variations du débit de bouclage en fonction du débit de soutirage, validé par l'expérimentation
 - Le temps de réponse du mitigeur
- **Les critères de performance évalués**
 - Énergétiques : taux de couverture, taux d'économie d'énergie, rendement capteur
 - Règlementaires : % de temps avec retour bouclage $< 50^{\circ}\text{C}$
 - Durabilité de l'installation : temps de surchauffe, temps d'arrêt circuit solaire pour ballon à T_{max} , Nbre d'aller-retours vanne

Résultats

- **Influence du temps de réponse du mitigeur**
 - Sur le taux d'économie d'énergie



Evolution du taux d'économies d'énergies en fonction du temps de réponse du système de mélange

Résultats

- **Influence du temps de réponse du mitigeur**
 - Sur la performance réglementaire

Temps de réponse de 30 secondes :

- **Dépassements d'une durée max de 30 secs**
 - Forts changements de débit de puisage
 - **Beaucoup de dépassements < 15 s et < 2°C**
 - Petits changements de débits
 - Propagations d'ondes d'eau froide dans la boucle
- **Durée des trains d'eau froide = temps de réponse du mitigeur**

Temps de réponse de 10 minutes :

- **Convergence vers perturbations de 1 min**
 - Dû au pas de temps du fichier de besoin (petits puisages de 1 min)
 - **Zone de dépassements longs**
 - Mitigeur trop lent pour atteindre une position adéquate même pour les longs puisages
- **Durée des trains d'eau froide = durée du puisage**

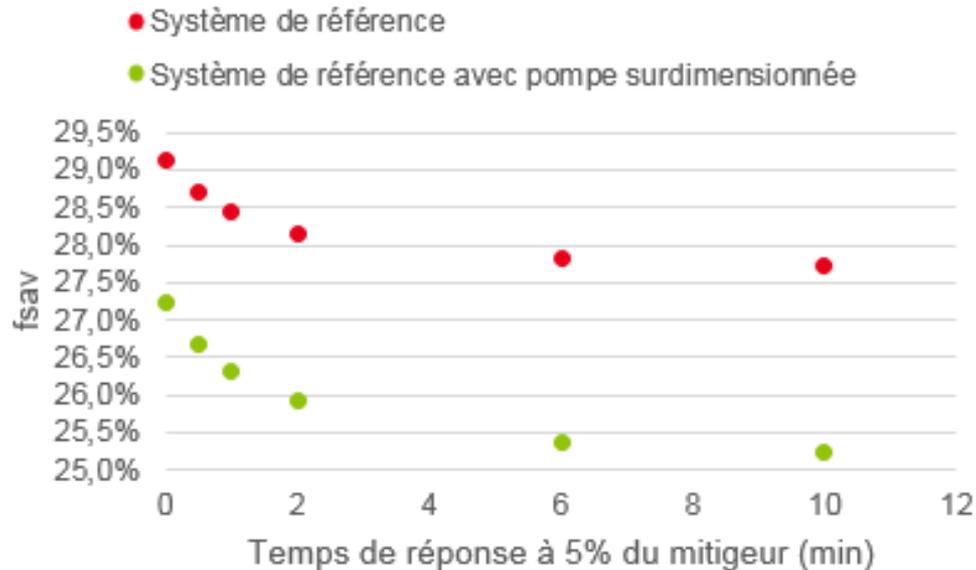


- **S'assurer de la rapidité de la réponse du mitigeur est important pour maintenir de bonnes performances et limiter la criticité des trains d'eau froide**



Résultats

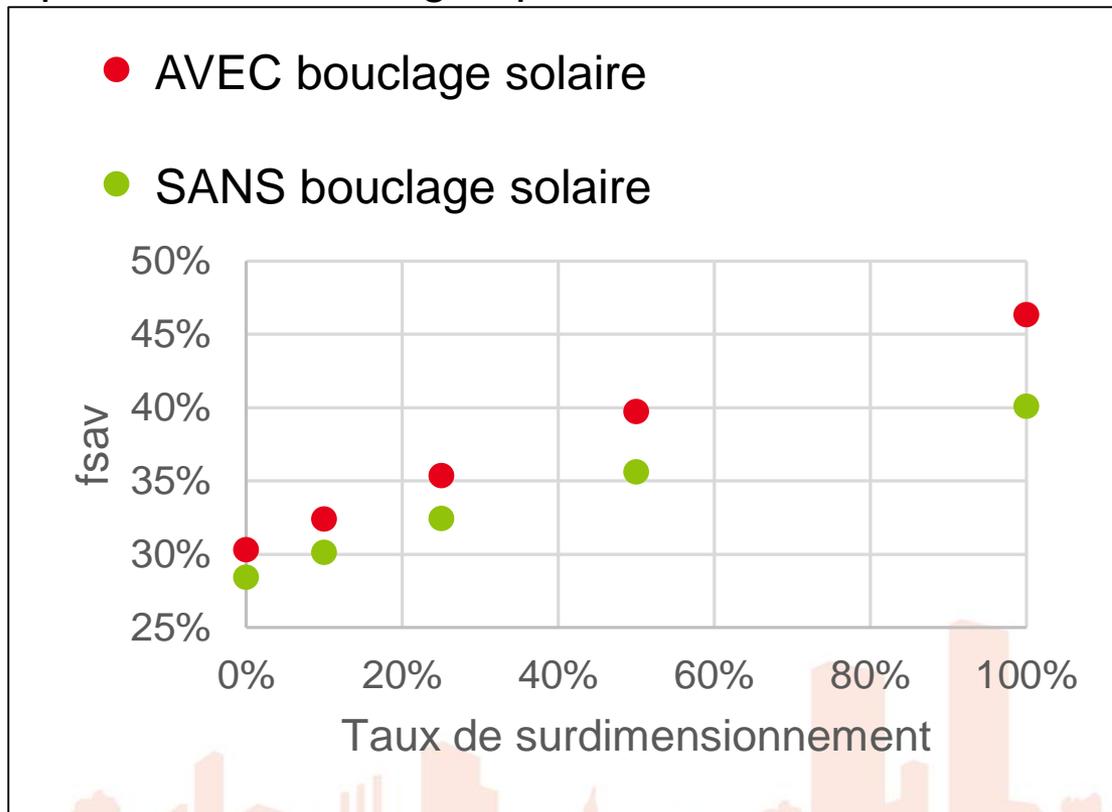
- **Influence du débit de bouclage**
 - Sur la performance énergétique



→ **Limiter au maximum le dimensionnement de la pompe**

Résultats

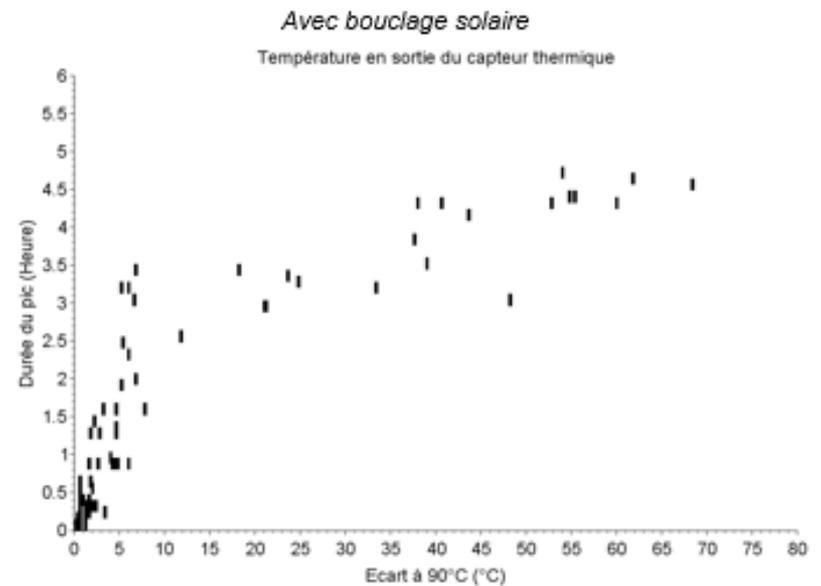
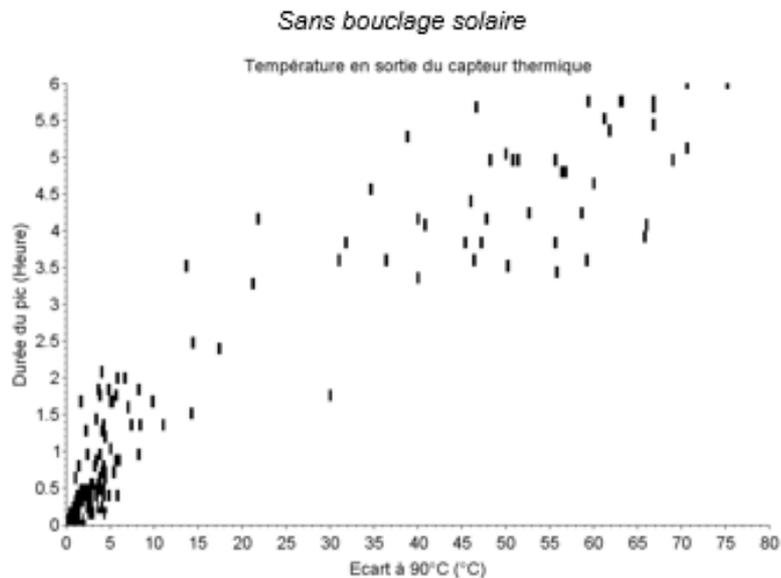
- Influence du "bouclage solaire" en fonction du dimensionnement
 - Sur la performance énergétique



Surface de capteur supplémentaire / cas de base

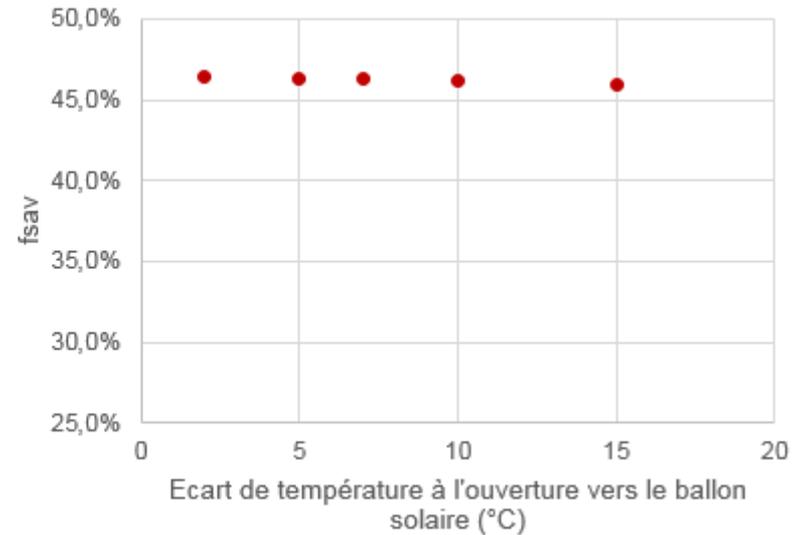
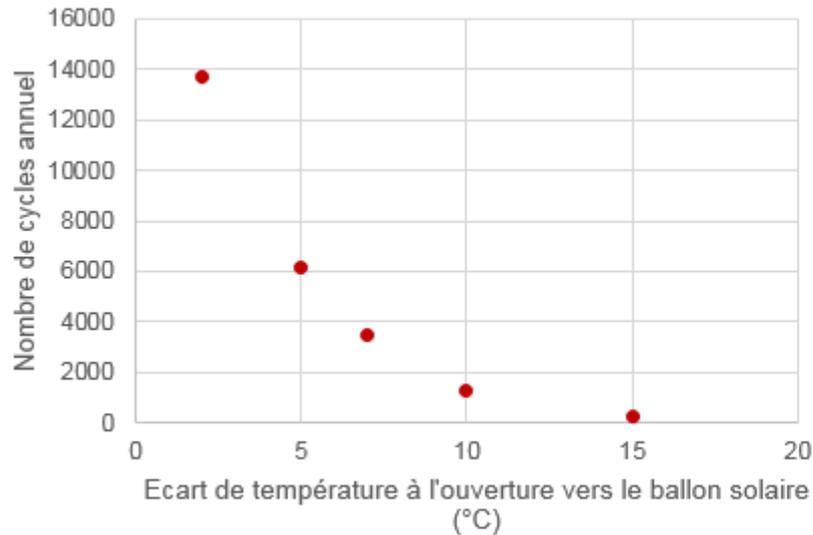
Résultats

- Influence du "bouclage solaire"
 - Sur la durabilité : réduction du nombre d'heures en "surchauffe" et de la durée de chaque période, mais amplitude maximale identique



Résultats

- Influence du ΔT de la V3V du "bouclage solaire"
 - Sur la durabilité : nombre de basculement de la vanne



→ Régler le ΔT à plus de 10°C



Conclusion de la matinée



Syndicat des
professionnels
de l'énergie
solaire

Richard LOYEN
Délégué Général
ENERPLAN

