



## ENERGIESPRONG

*Concours d'innovation pour des solutions de rénovation à zéro énergie garantie*

Catégorie 4 : **Module Energie logements collectifs – Biogaz**  
Baillieur parrain : **NANTES METROPOLE HABITAT (NMH)**  
Bâtiment référence : immeuble de 16 logements en R+3 situé à Nantes (44)



Logos des entreprises du groupement candidat :



### Les points innovants et différenciants de la solution :

- Solution collective totalement préfabriquée en usine, permettant ainsi une installation très rapide
- Standardisation de la conception et de la fabrication de l'Eolyabox, ce qui la rend parfaitement adaptée à une massification de la rénovation
- Récupération de la chaleur de l'air extrait des logements, panneaux solaires thermiques et option biogaz pour une utilisation maximale des énergies renouvelables.

energie  
sprong  
fr

# Présentation générale de la solution

## Partis pris de la solution

La solution présentée par le groupement ES'OPE est une box au format d'un local technique abritant les équipements de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS) et de ventilation. Il s'agit donc d'une solution préfabriquée de module énergie collectif.

Dénommée **Eolyabox**, cette box est grutée sur les toitures des bâtiments puis raccordée aux différents réseaux comme un système plug & play. Pour répondre au besoin d'industrialisation et pour pouvoir s'adapter à différents contextes, trois gammes dimensionnelles sont prévues et plusieurs types d'équipements permettant la production de chauffage et d'ECS sont possibles.



### Composition

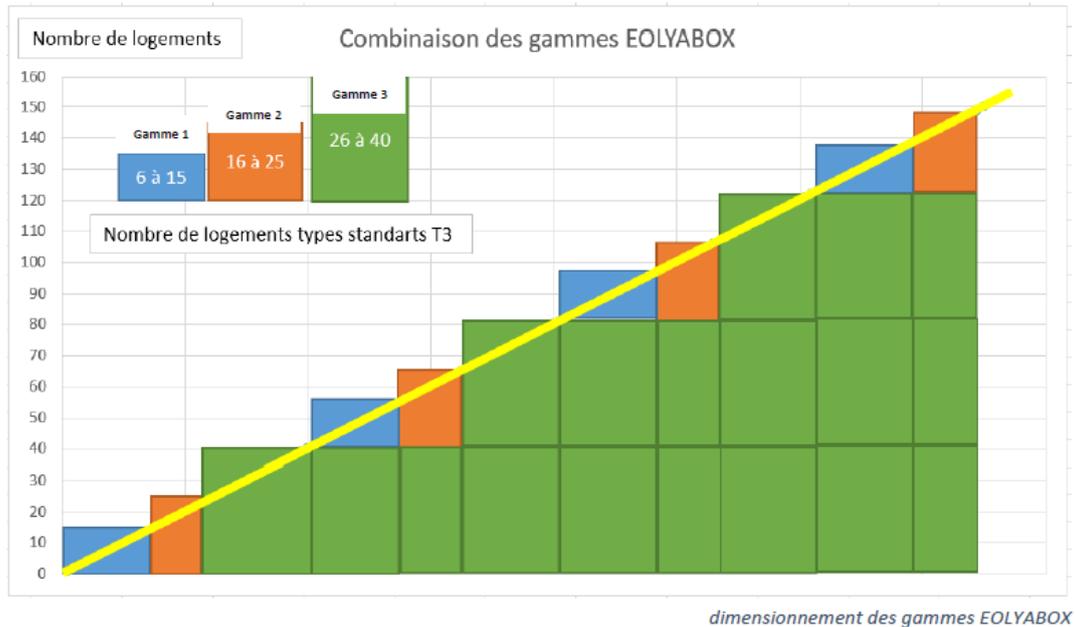
Nativement, l'Eolyabox contient une centrale de traitement de l'air (CTA) double flux qui permet d'assurer la ventilation des logements. L'air insufflé dans les logements est préchauffé par la récupération de chaleur sur l'air extrait.

De plus, elle intègre une pompe à chaleur (PAC) à absorption gaz couplée à la récupération de chaleur de l'air extrait du bâtiment et aux capteurs solaires thermiques qui constituent son enveloppe (voir image ci-dessus). Cette PAC permet la production d'eau chaude de chauffage qui est ensuite distribuée dans les radiateurs des logements.

Le principe de fonctionnement est le suivant : en présence d'ensoleillement, les capteurs thermiques accumulent de l'énergie dans un ballon de stockage. En parallèle, la PAC puise la chaleur de l'air extrait par la CTA et assure la montée en température de ce ballon, qui constitue le point de départ de l'eau chaude de chauffage distribuée dans les logements. L'ECS est également préchauffée avec ce procédé via un échangeur noyé intégré.

Lorsque le gisement solaire est suffisant pour assurer le chauffage ou l'ECS, les capteurs solaires transmettent directement l'énergie pour répondre aux besoins du bâtiment, sans consommation de la PAC. Lorsque ce n'est pas le cas et que le fonctionnement de la PAC n'est pas suffisant, une chaudière permet l'appoint pour le chauffage et la production d'ECS.

Les 3 gammes d'Eolyabox sont les suivantes :



Avec ces trois gammes, il est possible de répondre à n'importe quel nombre de logements en combinant les capacités. Par exemple, dans le cas où le bâtiment comporte 102 logements « équivalent T3 », une Eolyabox de la gamme 2 et deux Eolyabox de la gamme 3 permettent de répondre aux besoins.

De base, chaque Eolyabox est composée des éléments qui suivent :

- Une CTA avec récupération de chaleur sur l'air extrait, classement C4 (tenue 30 minutes à 400°C) pour satisfaire à la réglementation incendie (31.01.1986 – Art 60) en logements
- Une PAC gaz à absorption Xinoé GAHP A HT S1 de marque France Air
- Une chaudière gaz à condensation d'appoint
- Un ballon de stockage de l'eau chaude issue de l'énergie solaire et de l'énergie récupérée sur l'air extrait par la CTA, à double fonction de préchauffage de l'ECS et de chauffage
- Un ballon de stockage de l'ECS produite
- Un module hydraulique couplé aux capteurs solaires thermiques de marque Viessmann et équipés du revêtement ThermProtect
- Une armoire électrique contenant les onduleurs dédiés à une production d'électricité d'origine photovoltaïque et un système de régulation centralisé pour le pilotage de l'ensemble des équipements.

L'Eolyabox est un système modulaire puisque différents systèmes de production de chauffage et d'ECS sont possibles. Ils sont donnés ci-dessous :

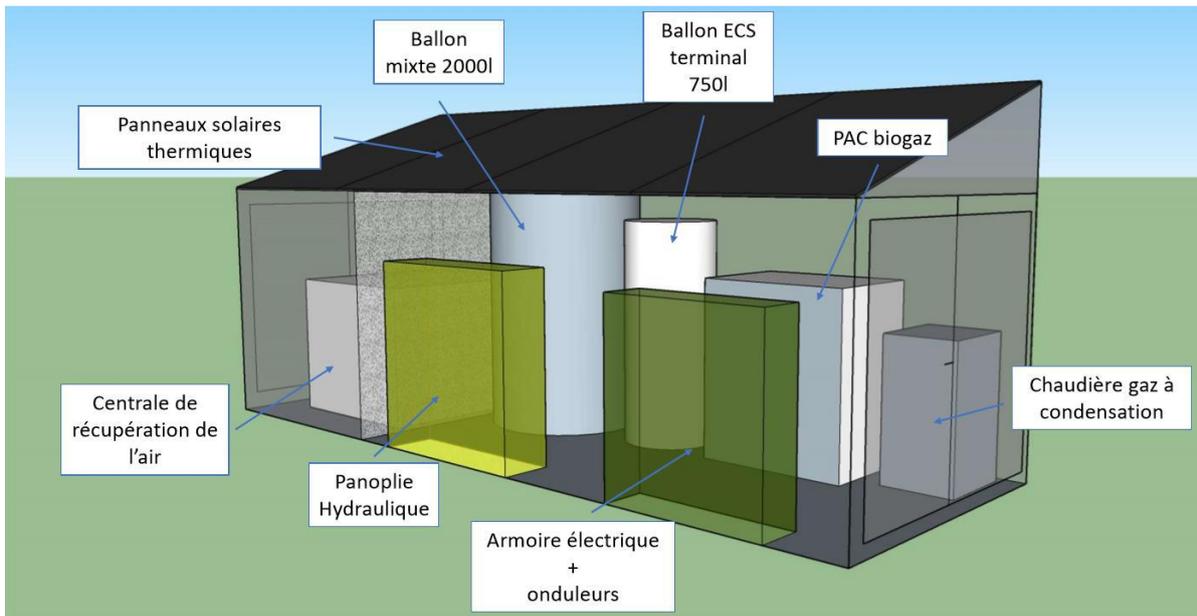
- PAC électrique (air/eau)
- Chaudière gaz à condensation
- Chaudière à bois granulés
- PAC absorption gaz
- PAC abso. gaz géothermique
- PAC au CO2

Tous les réseaux extérieurs (hydrauliques et aérauliques) sont calorifugés. En particulier, les réseaux de ventilation extérieurs sont calorifugés avec 200 mm de laine minérale.

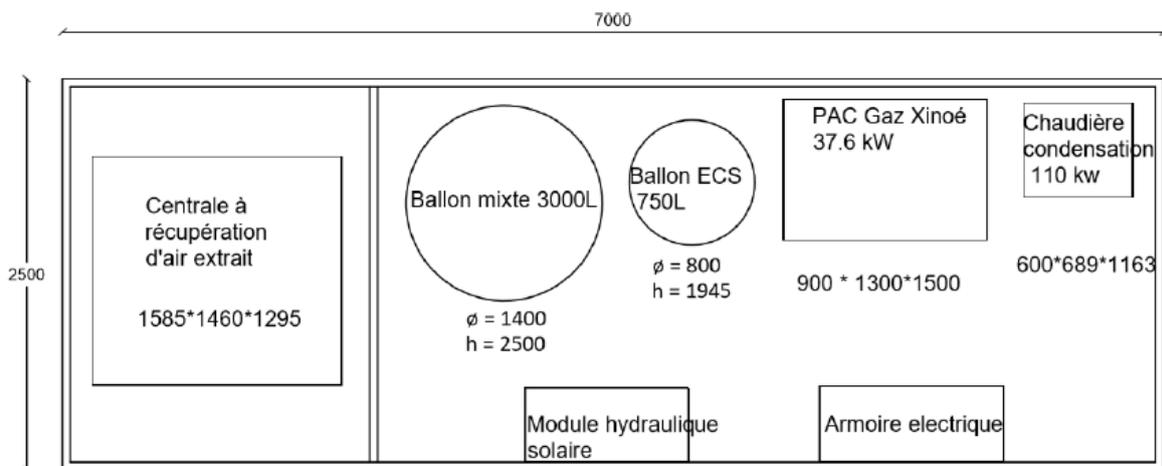
En outre, l'Eolyabox a été conçue en collaboration avec un bureau d'études structure afin de penser au mieux la répartition des nouvelles charges sur la toiture existante. Structuellement, la box répartit sa charge sur toute sa surface grâce à un système de poutres en acier et de verre cellulaire qui constitue son plancher et ses murs.

En termes de dimensions, la box présente un gabarit routier (elle est simplement plus ou moins longue suivant la gamme).

### Schémas/Visuels



Dessin 3D présentant les composants de l'Eolyabox



Coupe horizontale de l'Eolyabox



E = 0

## PARTIE 1 - Performance

### Performances thermiques et énergétiques

Le système est basé sur une PAC à absorption gaz couplée à la chaleur puisée dans l'air extrait par la CTA et issue des capteurs solaires thermiques pour atteindre un COP compris entre 4.5 et 6.0 toute l'année. Cette valeur est très performante et dépasse l'objectif fixé dans le cahier des charges de la catégorie 4 du concours EnergieSprong.

Les performances techniques des systèmes sont les suivantes (gamme 2, pour 16 à 25 logements) :

- PAC gaz : puissance de 31 à 38 kW, rendement de 165% sur PCI
- Chaudière gaz à condensation : puissance de 110 kW, rendement de 97.2% PCS soit 108% PCI
- CTA : débit d'air extrait max de 4 500 m<sup>3</sup>/h, réglée sur environ 2 500 m<sup>3</sup>/h pour les 16 logements du bâtiment référence
- Capteurs solaires : surface de 37 m<sup>2</sup>
- Ballon de stockage d'énergie combinée de 3000 L
- Ballon de stockage d'ECS de 750 L.

### Maintenance, durée de vie & garantie des équipements

En tant que mainteneur, EOLYA est sensible à tout ce qui facilite l'entretien et la maintenance des installations techniques. Par exemple, pour la CTA : bien qu'intégrée à la BOX, elle demeure totalement accessible grâce à une double porte faisant toute la longueur de la box et permettant ainsi l'accès aux filtres, à l'échangeur, aux moteurs, aux volets... Etc. Tous les autres équipements sont eux aussi bien accessibles à l'intérieur de la box (voir schémas et visuels de la page précédente).

La télégestion installée garantit également le suivi et les remontées des alarmes/défauts directement par mail sur les téléphones des responsables d'exploitation et via la GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur). Les sites de logements étant très sensibles (les postes chauffage et production d'eau chaude sanitaire étant critiques), ces remontées d'informations permettent d'être le plus réactif possible.

Les durées de vie des équipements sont les suivantes :

- PAC : 20 ans
- Chaudière : 20 ans
- Ballons : 20 ans
- CTA : 20 ans.

En revanche, le groupement candidat n'a pas indiqué la durée de garantie des équipements.

### Processus qualité

Les processus de contrôle qualité n'ont pas été précisés par le groupement candidat. La solution semble pourtant bien s'y prêter : des contrôles et essais en sortie d'usine de préfabrication puis en fin de pose sur le chantier sont tout à fait envisageables.

### Performance environnementale

Le groupement propose la possibilité d'utiliser du gaz vert (biométhane) pour alimenter les équipements thermiques du bâtiment. En effet, la PAC gaz et la chaudière gaz sont compatibles biogaz.

Les deux options les plus courantes sont les suivantes :

- Contrat de fourniture de gaz vert : le bailleur souscrit, en son nom propre ou en tant que mandataire d'un groupement d'achat, un contrat de gaz vert auprès d'un fournisseur d'énergie pour son (ses) bâtiment(s)
- Compte acheteur non-fournisseur : le bailleur se constitue acheteur non-fournisseur auprès du Registre des Garanties d'Origine (RGO) afin d'acheter les garanties d'origine (GO) correspondantes aux consommations de gaz de son parc immobilier.

**Au global, la combinaison de tous ces équipements techniques permet à la solution de présenter des performances qui vont au-delà des exigences du cahier des charges de la catégorie 4 du concours. L'entretien et la maintenance sont bien intégrés mais la solution ne propose pas de garantie dans le temps long.**



## PARTIE 2 - Coût

Accessibilité  
économique

### Pour le bâtiment référence (16 logements)

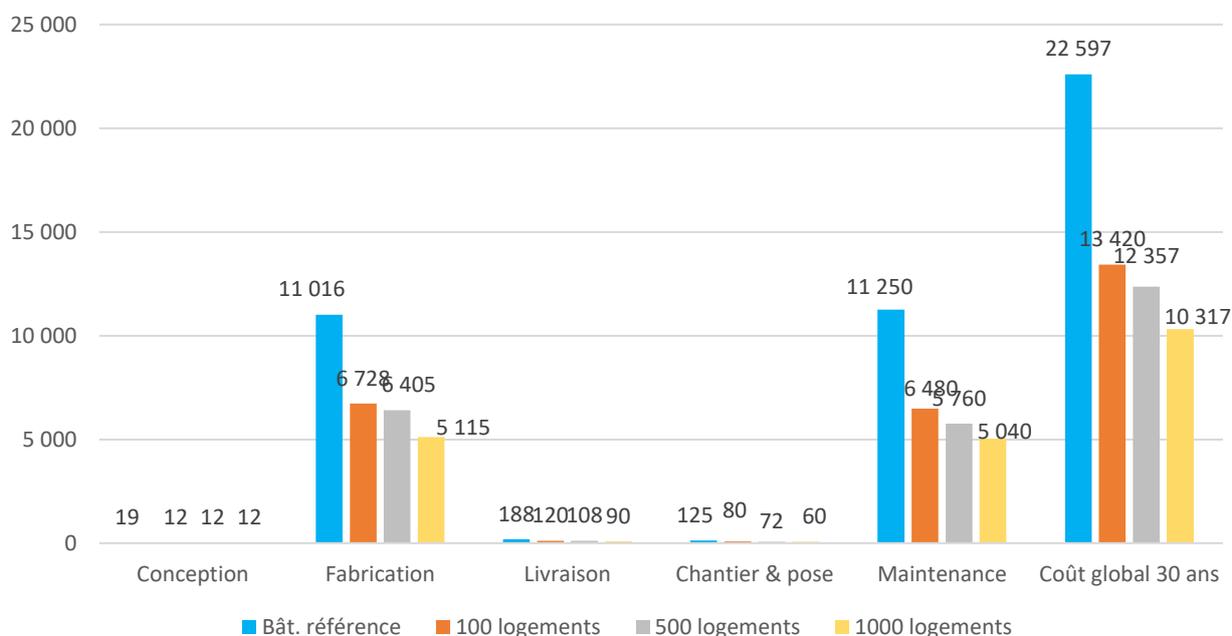
Le coût de conception + fabrication + pose indiqué par le candidat est de : 181 550 € HT soit 11 347 € HT par logement, pour un coût cible fixé à 10 000 € HT par logement dans le cahier des charges.

**Ce montant n'est pas très éloigné du coût cible, qui semble donc à portée.**

Le coût global de conception + fabrication + pose + exploitation/maintenance sur 30 ans indiqué par le candidat est de : 361 550 € HT soit 22 597 € HT par logement.

### Baisse des coûts

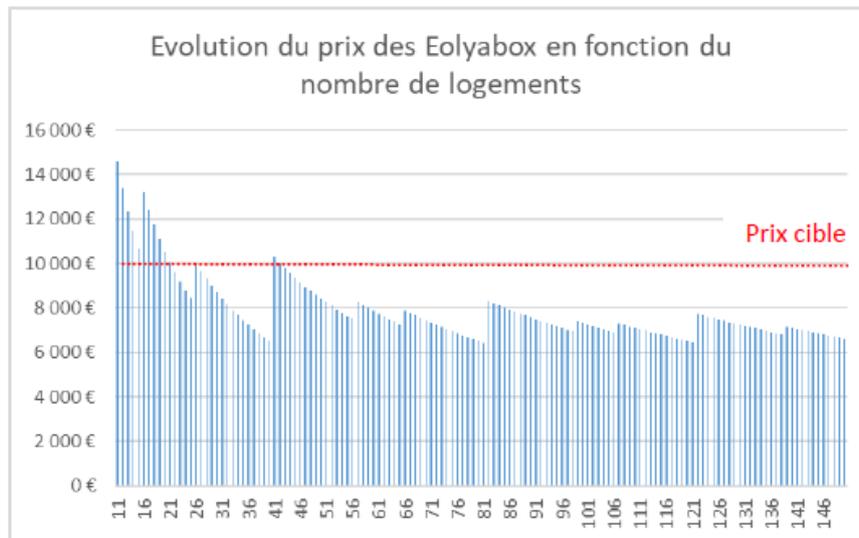
Le groupement a mené une étude détaillée des potentiels effets de volume (nombre de logements). Les coûts indiqués par le candidat sont donnés ci-dessous, en € HT par logement :



Nous pouvons constater que :

- **La baisse des coûts la plus significative se produit lorsqu'on passe de 16 à 100 logements. Pour 100 logements, le coût cible (conception + fabrication + pose) semble largement atteint (le prix est d'environ 7000 € HT par logement)**
- Les coûts liés à la mise en œuvre sont extrêmement faibles, ce qui est lié à la rapidité de la pose de solution du fait de son haut niveau de plug & play (voir ci-après)
- **Avec la préfabrication, la partie maintenance est le poste le plus important : elle représente quasiment la moitié du coût global sur 30 ans par logement.** Cela peut s'expliquer par le grand nombre d'équipements qui composent la solution.

En combinant les coûts précédemment indiqués avec le nombre et les tailles d'Eolyabox nécessaires suivant le nombre de logements, le groupement a analysé la variation du coût par logement pour une installation complète allant de 11 à 146 logements (voir graphique ci-dessous) :



Les résultats sont les suivants : à partir d'un bâtiment collectif de 25 logements, le coût par logement se situe entre 6 500 € HT et 10 000 € HT par logement.

**Sur la base de ces données, le coût cible de conception + fabrication + pose fixé dans le cahier des charges à 10 000 € HT par logement semble donc bien atteignable à partir d'environ 25 logements.**

### Industrialisation

Comme vu précédemment, l'Eolyabox se décline en 3 gammes dimensionnelles préfabriquées avec un important niveau de plug & play qui permet de diminuer significativement les temps de pose. **La solution s'inscrit donc dans une logique catalogue, avec 3 tailles de module énergie disponibles.**

En revanche, les outils numériques utilisés ne sont pas documentés : le candidat indique simplement générer un modèle numérique au moment de la conception et du dimensionnement de l'Eolyabox.

### Adaptabilité

**La solution est adaptée à des bâtiments de logements collectifs avec toiture terrasse en béton et équipements techniques mutualisés (chaufferie collective), qui disposent donc déjà des réseaux de distribution de chauffage et d'ECS collectifs.**

Elle est moins adaptée dans le cas de bâtiments de logements collectifs à toiture inclinée/non accessible ou avec équipements individuels de chauffage/ECS qui nécessiteraient de devoir installer des réseaux dans l'ensemble du bâtiment.

**Rapidité**

## PARTIE 3 - Rapidité

Le temps de pose annoncé par le candidat est de 2 jours pour le bâtiment de référence (16 logements). Ce temps correspond aux étapes suivantes :

- Levage et pose : 1 jour
- Raccords hydrauliques/aérauliques/électriques : 1 jour.

### Préfabrication et niveau de plug & play

Comme vu précédemment, l'Eolyabox est totalement préfabriquée et modulaire puisque plusieurs types d'équipements de production de chaleur sont disponibles. Elle s'adapte donc bien au contexte du bâtiment existant. Elle est dimensionnée au gabarit routier pour pouvoir être transportée et livrée facilement partout en France.

Une fois arrivée sur site, elle est directement grutée sur la toiture. Il ne reste alors que les raccordements hydrauliques et aérauliques à effectuer : grâce à ce système très plug & play, l'Eolyabox se raccorde directement aux réseaux existants sans avoir besoin de rajouter de nouveau système de distribution (dans le cas des bâtiments déjà munis d'équipements de chauffage/ ECS collectifs).

### Organisation du chantier

C'est l'avantage de la préfabrication : la solution ne demande aucun stockage de matériel sur place, et les opérations d'installation sont très rapides. Il n'y a cependant que trop peu de détails sur la pose de la solution et les raccordements hydrauliques/aérauliques, ainsi que sur son interfaçage avec les autres lots (toiture et façades).

**Grâce au haut niveau de plug & play de la solution, le temps annoncé pour sa mise en œuvre est très rapide : 2 jours pour le bâtiment de référence, cela va au-delà des exigences du cahier des charges. En revanche, il serait nécessaire de communiquer plus de détails sur la partie chantier, notamment concernant l'interfaçage de la solution avec les autres lots (toiture et façades).**



## PARTIE 4 - Attractivité

### Attractivité

#### Aspect visuel

La box préfabriquée est positionnée en toiture, donc peu visible depuis la rue : à priori, la solution ne pose donc pas de problème d'intégration architecturale.

#### Qualité d'usage

Afin de suivre en permanence l'état des installations techniques, une solution de télégestion BOXEO est mise en place. Elle remonte ainsi toutes les informations de la CTA, des équipements solaires, des équipements de production et de distribution de chaleur, ainsi que des conditions de confort dans certains logements témoins (température et hygrométrie). Cette télégestion assurera également la régulation de l'ensemble des équipements pour harmoniser et optimiser leur fonctionnement.

Cependant, il n'y a aucune indication sur le système de monitoring des consommations d'énergie et de la production d'énergie renouvelable, ni sur les moyens mis en œuvre pour mettre à disposition les données aux bailleurs, à l'exploitant et aux locataires.

#### Réduction des nuisances

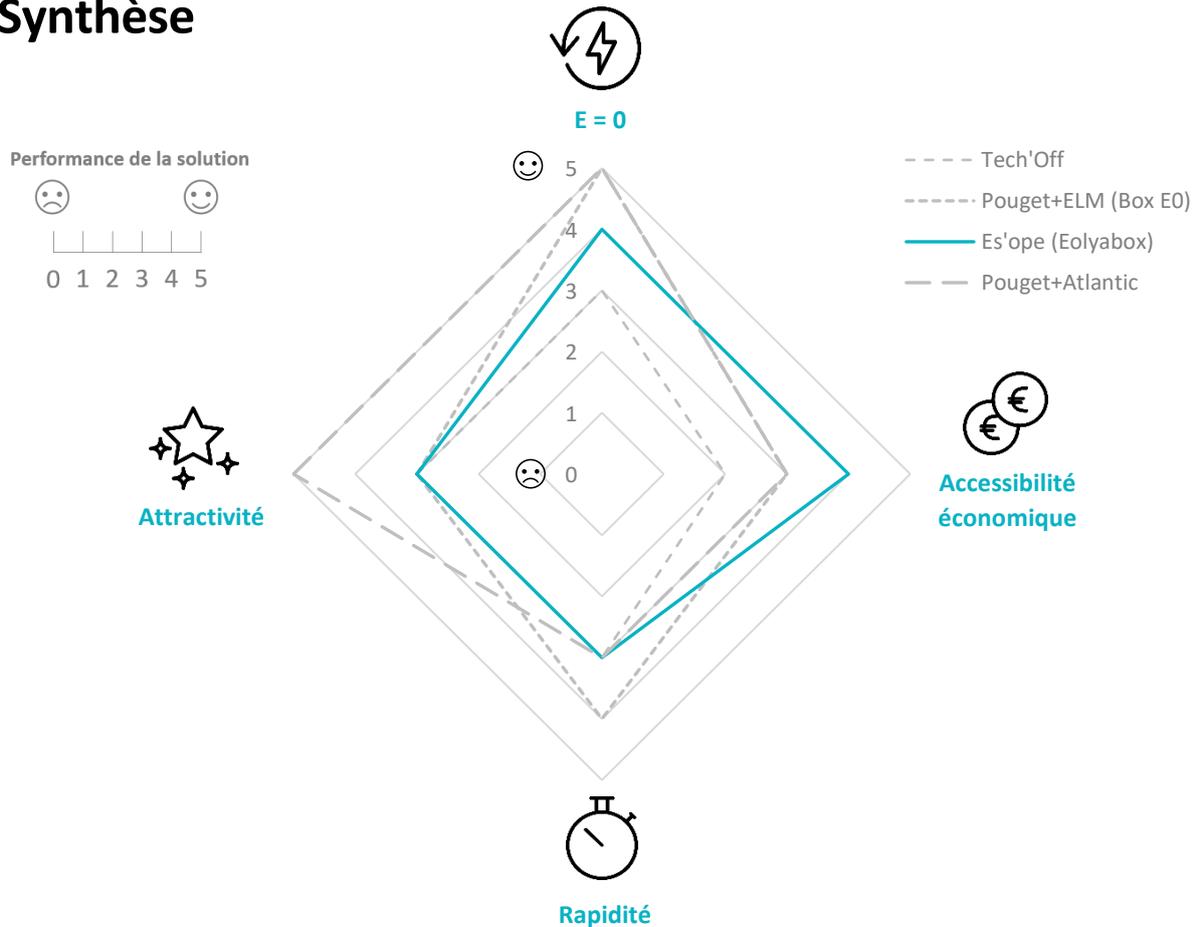
En tant que solution collective préfabriquée, intégrant l'ensemble des équipements et prête à être installée en toiture grâce à un système très plug & play, la mise en œuvre d'une Eolyabox n'induit quasiment aucune nuisance pour les locataires. De plus, très peu d'interventions sont à prévoir dans les logements à part pour les logements témoins équipés du matériel de régulation.

#### Accompagnement des locataires

Enfin, l'accompagnement des locataires est évoqué mais les dispositions prises pour l'assurer ne sont pas indiquées par le groupement candidat.

**De par sa conception, les nuisances induites par l'Eolyabox sont très limitées. L'équipe prend le parti de ne monitorer que certains logements témoins, qui devront donc être choisis avec cohérence. Cependant, la méthodologie d'accompagnement et de coaching des locataires, qui prend une autre dimension du fait de ce choix, n'est pas précisée.**

# Synthèse



## Points positifs

- L'Eolyabox est une box préfabriquée intégrant des équipements techniques collectifs dont l'association est très performante sur le plan énergétique
- La solution s'inscrit dans une approche catalogue, avec 3 tailles déjà disponibles, modulaires et packagées (standardisation), ce qui est très intéressant en vue de son industrialisation
- L'étude des coûts est très détaillée, et le coût cible semble atteint à partir de 25 logements
- Cette solution propose un haut niveau de plug & play qui limite significativement le temps de son installation, et donc les nuisances associées.

## Points d'amélioration

- Elle contient de nombreux équipements techniques dont l'interaction fonctionnelle devra être bien gérée et qui nécessitent forcément plus d'entretien et de maintenance
- Elle se destine aux bâtiments munis de toiture terrasse et d'équipements de chauffage collectif : le potentiel marché semble important mais reste à étudier
- Il y a peu de détails sur les opérations de chantier à réaliser, et notamment sur l'interfaçage avec les autres lots (toiture et façades)
- L'installation en toiture entraîne une diminution de la surface pour l'installation photovoltaïque : vérifier si le gain apporté par la performance des équipements permet de compenser
- Le système de monitoring des consommations et de la production d'énergie reste à détailler, ainsi que la méthodologie d'accompagnement et de coaching des locataires.