

LIVRABLE PUBLIC N°1.2.b

# DISPOSITIF DE MESURE SEREINE ENVELOPPE POUR LE LOGEMENT COLLECTIF

JUIN 2025



Avec le programme PROFEEL2, la filière Bâtiment, et notamment 16 organisations professionnelles, s'est engagée à contribuer à la nécessaire accélération et fiabilisation des rénovations énergétiques.

PROFEEL2 se compose concrètement de 8 projets. Ils s'appuient sur l'innovation, qu'elle soit technique ou numérique, afin de mieux outiller les professionnels du bâtiment, d'améliorer les pratiques sur le marché de la rénovation énergétique et de garantir la qualité des travaux réalisés. Ces outils permettent d'accompagner les acteurs durant toutes les étapes d'un projet de rénovation : en amont, pendant et après les travaux. Et ces ressources techniques sont déjà plébiscitées par les professionnels : plus de 800 ressources techniques sont disponibles sur [www.proreno.fr](http://www.proreno.fr) et sont consultées/téléchargées 400 000 fois par an.

SEREINE2, un des 8 projets PROFEEL2, a pour objectif d'apporter une meilleure évaluation de la performance énergétique des logements au service d'une massification de la rénovation énergétique.

Un programme de recherche scientifique et opérationnelle, ayant réuni 40 chercheurs et ingénieurs issus de 9 organismes publics et privés, a permis le déploiement de la méthode de mesure rapide et fiable de la performance énergétique réelle des maisons individuelles. Celle-ci a été appliquée sur près de 150 maisons. Le projet visait également la création d'un nouvel outil de mesure qui permettra de caractériser les performances énergétiques des bâtiments de logements collectifs. Ce protocole a été expérimenté sur une vingtaine de bâtiments, soit près de 40 appartements.

Le présent document est le fruit d'un travail collectif de ces 9 organismes publics et privés, sous l'observation des acteurs de la filière bâtiment en France.

Pour plus d'information : <https://www.proreno.fr//>

## MEMBRES DU CONSORTIUM :



### RÉDACTION

Mickaël RABOUILLE – INES  
Pierre OBERLÉ – INES

### RELECTURE

Arnaud JAY – CEA  
Arnaud CHALLANSONNEX – CSTB  
Julien MARQUÉ – Cerema  
Simon THÉBAULT – CSTB  
Emilie DORION – AQC

### COORDINATION

Pierre OBERLÉ – INES

## PARTENAIRES PROFEEL :

### Pouvoirs Publics



### Porteurs



### Financeurs



## Filière Bâtiments



PROFEEL, un programme financé par le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE)



## SUIVI DES VERSIONS

Indice	Date	Validation	Commentaire
1.0	31/01/2025	Pierre OBERLÉ – INES	Première version
2.0	25/06/2025	Emilie DORION – AQC Arnaud CHALLANSONNEX - CSTB	Version relue et validée

## SOMMAIRE

Suivi des versions .....	3
Sommaire .....	4
1/ Introduction .....	5
2/ Principe de l'évaluation SEREINE Enveloppe .....	6
2.1/ Principe de mise en œuvre .....	6
2.1.1/ Principe initial pour la maison individuelle .....	6
2.1.2/ Spécificités du logement collectif .....	7
2.2/ Principe d'exploitation .....	13
2.2.1/ Principe initial pour la maison individuelle .....	13
2.2.2/ Spécificités pour le logement collectif .....	14
3/ Dispositif matériel pour l'évaluation SEREINE Enveloppe .....	15
3.1/ Logique générale de conception .....	15
3.2/ Genèse du matériel .....	16
3.3/ Architecture globale .....	16
3.4/ Module Transfert .....	21
3.4.1/ Configurations envisageables .....	21
3.4.2/ Configuration retenue .....	24
3.5/ Sonde Transfert .....	25
3.5.1/ Caractéristiques .....	25
3.5.2/ Mise en œuvre .....	28
3.6/ Intégration logicielle .....	30
3.6.1/ Modèle de données .....	30
3.6.2/ Interface .....	31
4/ Conclusions et perspectives .....	42

## 1/ INTRODUCTION

Le présent livrable s'inscrit dans le cadre du projet SEREINE 2, porté par le programme PROFEEL 2.

Le projet SEREINE 2, dans la continuité du projet SEREINE, œuvre au développement et au déploiement de solutions d'évaluation de la performance énergétique des bâtiments à réception, pour leur composante enveloppe et pour leur composante systèmes énergétiques.

Ce document traite exclusivement de la solution SEREINE Enveloppe, laquelle permet l'évaluation de la performance énergétique de l'isolation thermique d'un bâtiment.

Le précédent projet SEREINE s'était attaché à traiter spécifiquement des maisons individuelles. Un dispositif matériel avait alors été développé pour permettre la mise en œuvre de l'évaluation SEREINE Enveloppe pour cette typologie. En décembre 2021, un livrable public (intitulé « *Livrable public n°4 - Spécifications techniques du matériel pour la mise en œuvre de la mesure de la performance énergétique intrinsèque de l'enveloppe* ») avait été produit pour présenter les caractéristiques techniques principales de ce matériel.

Dans sa suite SEREINE 2, la portée de l'évaluation a été étendue au logement collectif. Ce document présente ainsi le dispositif matériel retravaillé dans le cadre du projet pour permettre la mise en œuvre de l'évaluation SEREINE Enveloppe en logements individuels et collectifs.

On notera que le qualificatif « dispositif matériel » employé dans ce document recouvre à la fois la partie effectivement matérielle, mais également la partie logicielle d'interface homme-machine indispensable à l'utilisation du matériel.

À l'inverse, ce terme ne considère pas l'infrastructure logicielle qui assure le traitement des données et la production du résultat (couramment appelée « chaîne d'analyse » dans le cadre des projets SEREINE et SEREINE 2), le matériel pouvant stricto-sensu fonctionner sans cette dernière.

## 2/ PRINCIPE DE L'ÉVALUATION SEREINE ENVELOPPE

Au terme du projet SEREINE en décembre 2021, avait été produit un livrable public (intitulé « *Livrable public n° 2 - Méthodologie scientifique de la mesure de la performance de l'isolation de l'enveloppe des maisons neuves et rénovées* ») qui présente en détails le principe d'évaluation SEREINE Enveloppe pour les maisons individuelles.

Ce paragraphe redonne d'abord un aperçu global du principe de mise en œuvre et du principe d'exploitation de l'évaluation SEREINE Enveloppe. Ensuite, il précise les spécificités induites par l'élargissement au logement collectif des typologies couvertes par la solution.

### 2.1/ PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE

#### 2.1.1/ PRINCIPE INITIAL POUR LA MAISON INDIVIDUELLE

La mise en œuvre de l'évaluation SEREINE Enveloppe consiste en les principales étapes suivantes :

- 1) Préparation du bâtiment  
immobilisation sans occupation durant quelques heures à quelques jours
- 2) Élévation de température du bâtiment par une mise en chauffe  
objectif de différence intérieur/extérieur de l'ordre de 10°C
- 3) Mesure des conditions extérieures vues par le bâtiment  
température, vent, rayonnement solaire, rayonnement céleste nocturne...
- 4) Mesure des températures intérieures du bâtiment  
élévation de température de la zone chauffée
- 5) Mesure des températures des espaces non-chauffés du bâtiment  
combles non aménagés, vide sanitaire, garage...
- 6) Mesure de la puissance de chauffage injectée  
consommation électrique des chauffages rapportés

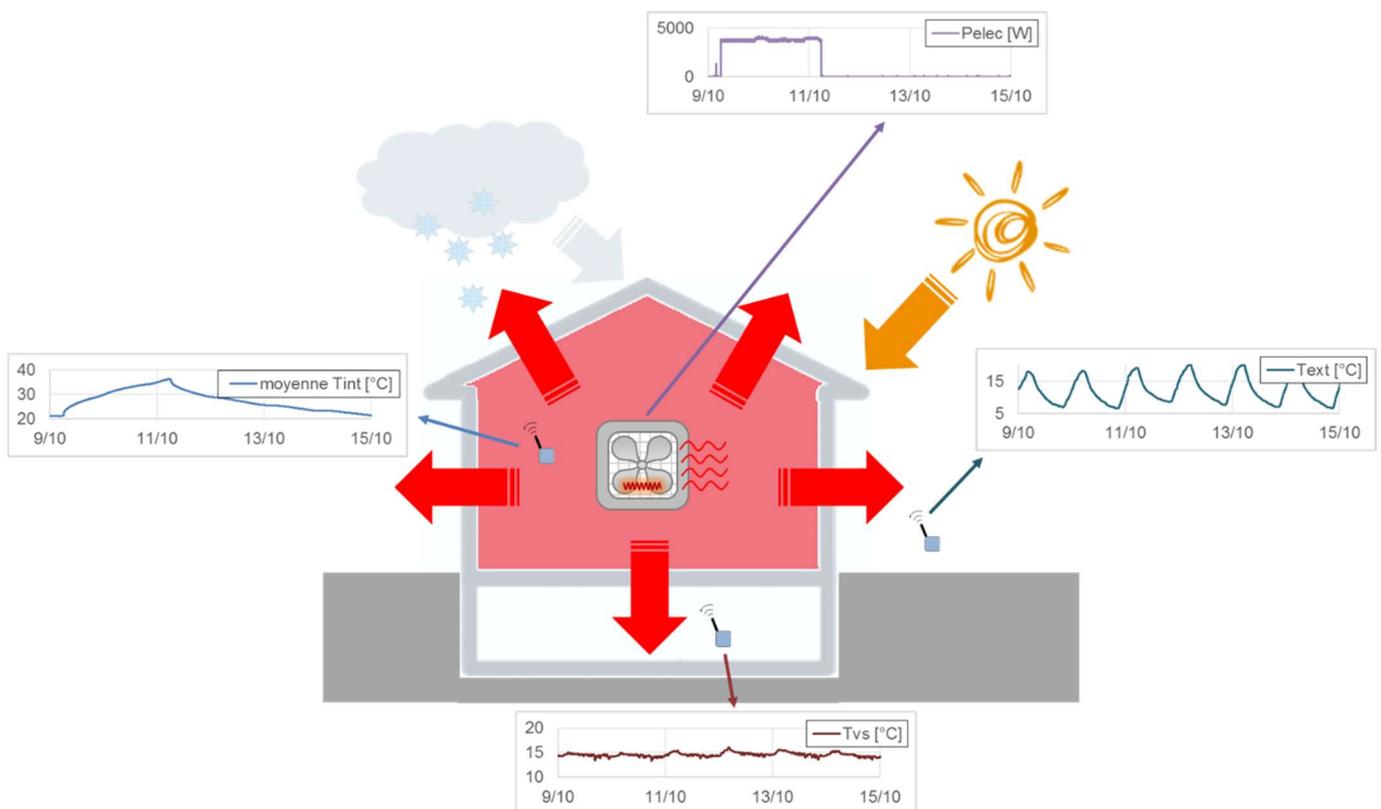


FIGURE 1 : PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE D'UNE ÉVALUATION SEREINE ENVELOPPE DE MAISON INDIVIDUELLE

L'évaluation SEREINE Enveloppe requiert un bâtiment inoccupé pour pouvoir être mise en œuvre.

Dans le cas d'une maison individuelle, l'organisation de cette inoccupation avec les occupants actuels (évaluation après réception en neuf, ou à la suite d'une rénovation) ou futurs (évaluation avant livraison en neuf) concerne un nombre restreint de personnes. Elle n'est toutefois déjà pas triviale du fait des diverses contraintes calendaires et logistiques avec lesquelles l'évaluation SEREINE Enveloppe doit composer au vu du déroulé classique d'un chantier dans le bâtiment. En particulier, l'évaluation in-situ à réception SEREINE étant émergente, il faudra du temps pour que les nouvelles contraintes (dont le temps d'inoccupation) qu'elle engendre soit communément acceptée.

## 2.1.2/ SPECIFICITES DU LOGEMENT COLLECTIF

La complexité est augmentée lorsque l'on adresse le logement collectif.

Dans le cas d'un bâtiment inoccupé pendant le chantier (construction neuve ou rénovation lourde requérant l'inoccupation), l'évaluation simultanée de l'ensemble des logements rencontre les mêmes contraintes calendaires que la maison individuelle. Sa réalisation est en effet conditionnée à l'acceptation du délai additionnel de livraison. Or, l'éventuelle réticence qu'il suscite est évidemment d'autant plus complexe à gérer qu'il y a un nombre plus ou moins important de logements. À cela s'ajoutent les contraintes liées à l'inoccupation de tous les logements : remises des clés, dernières interventions de finition, présence d'occupants...

Dans le cas d'un bâtiment occupé, la faisabilité d'organiser une inoccupation simultanée de l'ensemble des logements du bâtiment apparaît difficilement accessible, et ce proportionnellement, au nombre de logements.

Par ailleurs, indépendamment des contraintes calendaires susmentionnées, l'évaluation complète d'un immeuble de logements collectifs soulève d'importantes problématiques logistiques.

En effet, la quantité de matériel requise au vu de la solution actuellement retenue (cf. paragraphe 3/ *Dispositif matériel pour l'évaluation SEREINE Enveloppe*) semble réducteur :

- L'investissement financier d'acquisition du matériel de mesure par l'opérateur-riche de mesure serait très conséquent ;
- Le transport et la mise en œuvre du matériel sur site requerraient d'importants coûts logistiques, et en plus, induiraient potentiellement un temps d'immobilisation augmenté ;
- La puissance électrique globale disponible pourrait être insuffisante pour les besoins de l'évaluation.

**Au vu de la complexité d'une évaluation globale, il a été préféré une approche par échantillonnage, semblable à celle déjà pratiquée pour la mesure d'étanchéité à l'air.**

Il s'agit d'évaluer la performance de l'isolation thermique d'une sélection de plusieurs logements du bâtiment, choisis pour être représentatifs du bâtiment dans sa globalité. Au niveau de chaque logement sélectionné, on procède ainsi à une évaluation globalement semblable à l'évaluation SEREINE Enveloppe maison individuelle.



FIGURE 2 : PRINCIPE D'ÉCHANTILLONNAGE DES LOGEMENTS POUR UNE EVALUATION SEREINE ENVELOPPE LOGEMENT COLLECTIF

**Toutefois, le non-recours à une approche globale au profit d'une approche par échantillonnage induit une évolution méthodologique notoire.**

Il convient en effet de gérer alors deux nouvelles contraintes :

- La mitoyenneté notoire des locaux évalués avec des locaux non pilotés ;
- L'enjeu de représentativité des locaux évalués.

On détaille ci-après l'incidence de ces deux contraintes sur le protocole d'évaluation SEREINE Enveloppe.

**Considération de la mitoyenneté avec des locaux non pilotés**

La finalité de la solution SEREINE Enveloppe est de caractériser les déperditions thermiques de la zone chauffée du bâtiment vers l'extérieur.

Dans le cas de la maison individuelle, à l'exception des maisons en bande qui représentent une très faible part du parc, la surface d'enveloppe donne très majoritairement sur l'extérieur. Il n'y a donc dans ce cas pas de considération particulière à porter à la question de la mitoyenneté.

Le constat est en revanche nettement différent dans le cas du logement collectif. En effet, comme l'illustre la Figure 3 ci-après, en chauffant les logements sélectionnés pour l'échantillonnage SEREINE, les flux thermiques déperditifs ne se dirigent plus massivement vers l'extérieur : les déperditions vers les logements mitoyens non sélectionnés (non-chauffés par l'évaluation SEREINE) deviennent non-négligeables.

**Or, cette diminution de la part des déperditions vers l'extérieur dans le bilan énergétique global du logement évalué est problématique en ce qu'elle augmente l'incertitude d'évaluation des déperditions vers l'extérieur, c'est-à-dire du résultat d'évaluation de la solution SEREINE Enveloppe.**

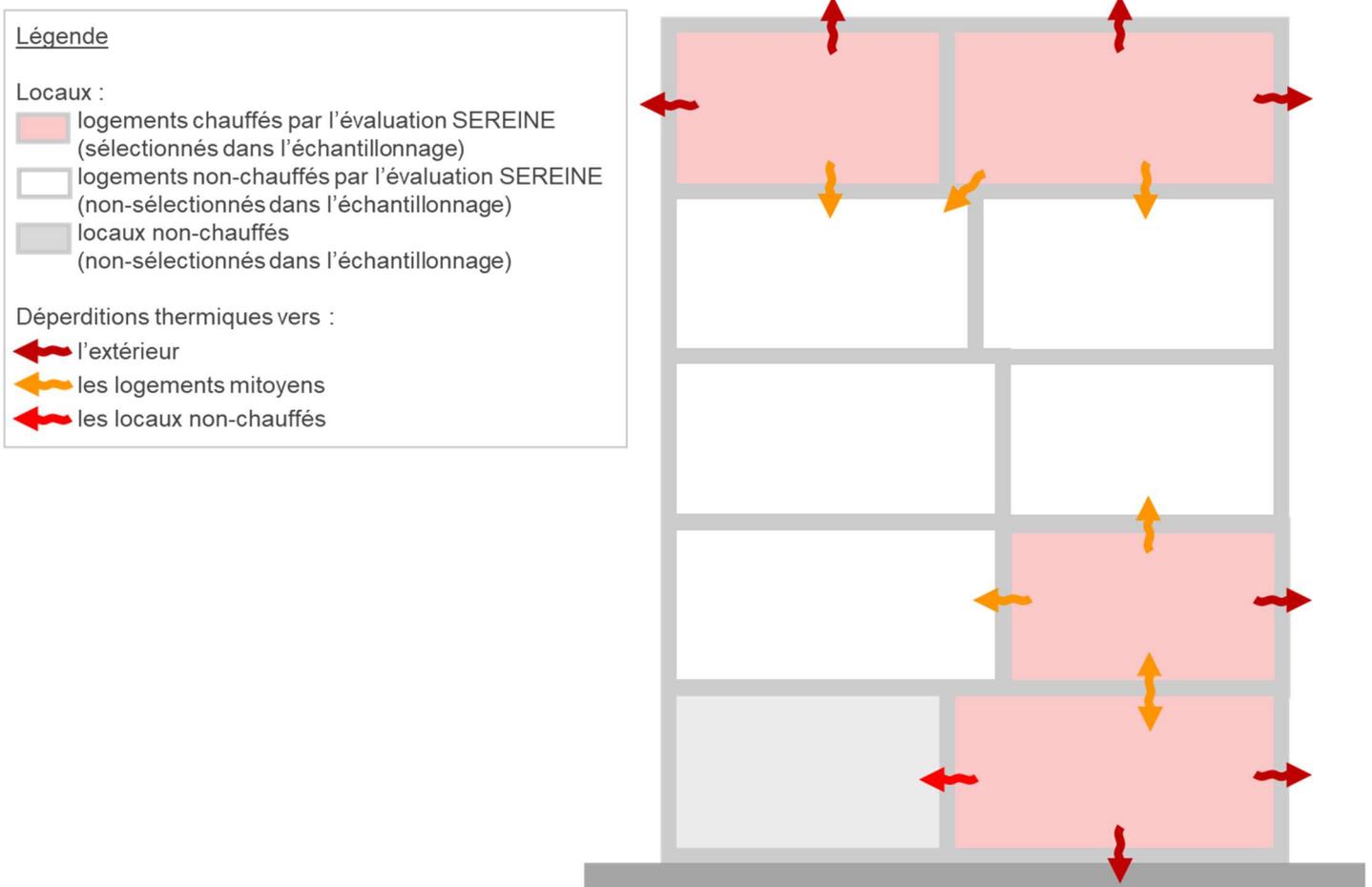


FIGURE 3 : REPARTITION DES FLUX THERMIQUES DEPERDITIFS DANS UN BATIMENT DE LOGEMENTS COLLECTIFS (VUE EN COUPE VERTICALE) ECHANTILLONNE POUR UNE EVALUATION SEREINE ENVELOPPE

**Il apparaît donc la nécessité de considérer les flux thermiques entre logements sélectionnés dans l'échantillon et logements mitoyens non sélectionnés.**

Pour ce faire, trois solutions complémentaires sont à prendre en compte :

- Sélectionner les logements à évaluer de sorte à maximiser la part des flux vers l'extérieur dans le bilan énergétique global de chaque logement (a priori les appartements situés aux niveaux extrêmes et en angle) ;
- Au niveau des logements sélectionnés, minimiser les flux mitoyens en atténuant la différence entre leur température intérieure et celles des logements mitoyens ;
- Au niveau des logements sélectionnés, quantifier les flux mitoyens en recourant à une mesure in-situ pour maximiser la précision.

Le livrable L1.1.c *Méthode et protocole SEREINE enveloppe V2 pour le logement collectif* détaille les deux premières solutions en présentant les critères d'éligibilité des logements pour l'échantillonnage, et le protocole pour la minimisation des flux mitoyens.

Le présent livrable se focalise quant à lui sur la troisième solution qu'est la solution technique retenue pour la quantification des flux : les mesures fluxmétriques directes. Ainsi, la spécificité du dispositif matériel pour le logement collectif réside dans le recours à ce nouveau type de mesure.

**Le principe consiste donc à instrumenter chaque paroi mitoyenne avec au moins un fluxmètre** Les figures 4 et 5 illustrent les logements qu'il est possible d'évaluer sur un exemple de logement collectif ainsi que l'instrumentation mise en œuvre sur l'un d'entre eux.

### Mesures locales et considération de la représentativité des locaux sélectionnés pour l'évaluation

Le recours à de l'échantillonnage des logements soulève la question de la représentativité des locaux sélectionnés. En effet, des disparités avérées et/ou potentielles existent entre les différents logements constitutifs du bâtiment. On citera parmi celles susceptibles d'avoir une incidence sur la performance énergétique, donc la représentativité de l'échantillon :

- une variation prévue de solution constructive / composition parietale (par exemples : un rez-de-chaussée en béton banché puis des étages en ossature bois, du triple vitrage au nord et du double vitrage ailleurs...) induisant une différence de déperditions surfaciques et/ou linéiques :
- un défaut de réalisation de l'isolation thermique ou de l'étanchéité à l'air induisant une déperdition additionnelle imprévue ;
- une différence notable dans le rapport entre surface déperditive et surface mitoyenne (donnant sur des locaux chauffés) du fait de la localisation spatiale dans le bâtiment.

**Il apparaît donc la nécessité pour l'évaluation SEREINE Enveloppe d'identifier et de considérer ces disparités, pour opérer un échantillonnage représentatif du bâtiment.**

Le livrable L1.1.c *Méthode et protocole SEREINE enveloppe V2 pour le logement collectif* détaille ainsi les « mesures locales » à réaliser pour ce faire.

**Ces mesures locales sont également réalisées au moyen de fluxmètres**, avec à l'extérieur la présence de **modules Façade ou Adjacent permettant d'évaluer les conditions climatiques extérieures**, y compris en présence d'ensoleillement.

Par ailleurs, au-delà des caractéristiques des logements sélectionnés, il apparaît évidemment que la représentativité de l'échantillonnage suppose un nombre suffisant de logements évalués dans le bâtiment.

**Il convient ainsi de trouver un compromis entre :**

- **la meilleure représentativité**, qui tend à maximiser le nombre de logements sélectionnés et le nombre de mesures locales
- **l'allègement des contraintes logistiques / organisationnelles / financières**, qui tend à minimiser le nombre de logements sélectionnés.

Cet arbitrage n'étant pas complètement intuitif, le livrable L1.1.c *Méthode et protocole SEREINE enveloppe V2 pour le logement collectif* fournit plus de détails sur la planification de l'instrumentation nécessaire, avec notamment une matrice d'aide à la décision, reportée dans le tableau ci-après.

Le tableau ci-dessous indique, en fonction du nombre de logements mesurés, du type de mesures locales réalisées, et de la typologie de bâtiment, les niveaux de contre-performance détectables.

Nombre de logements mesurés	Niveaux de contre-performance détectable								
	2			3			4		
Mesures locales	Paroi courante + Plancher haut ou plancher bas	Plancher haut et plancher bas	Paroi courante + Plancher haut + Plancher bas	Paroi courante + Plancher haut ou plancher bas	Plancher haut et plancher bas	Paroi courante + Plancher haut + Plancher bas	Paroi courante + Plancher haut ou plancher bas	Plancher haut et plancher bas	Paroi courante + Plancher haut + Plancher bas
Barre de petite taille < 15 logements	23,5 %	23,5 %	20,7 %	20,7 %	22,7 %	19,2 %	19,2 %	22,7 %	15,5 %
Tour de taille moyenne ~30 logements	19,8 %	14,8 %	14,8 %	19,8 %	14,8 %	14,8 %	4,0 %	13,3 %	-
Barre de taille moyenne ~30 logements	23,0 %	17,3 %	16,8 %	23,0 %	17,3 %	17,3 %	NC	NC	NC

Le livrable L1.1.c *Méthode et protocole SEREINE enveloppe V2 pour le logement collectif* explicite les règles pour la réalisation de l'échantillonnage. Il indique ainsi qu'il est nécessaire d'effectuer une mesure à chacun des étages extrêmes du bâtiment.

On notera par ailleurs que les mesures locales sont effectuées, pour chaque type de paroi, au moins 3 fois de manière représentative.

### Élaboration d'un indicateur global

Par définition, le recours à l'échantillonnage produit des évaluations séparées de logements. L'interprétation d'un ensemble potentiellement conséquent et disparate de résultats d'évaluation n'est pas triviale.

Il a par conséquent été fait le choix de travailler à l'élaboration d'un indicateur global.

Le livrable L1.1.c *Méthode et protocole SEREINE enveloppe V2 pour le logement collectif* présente en détails cet indicateur et ses modalités d'utilisation.

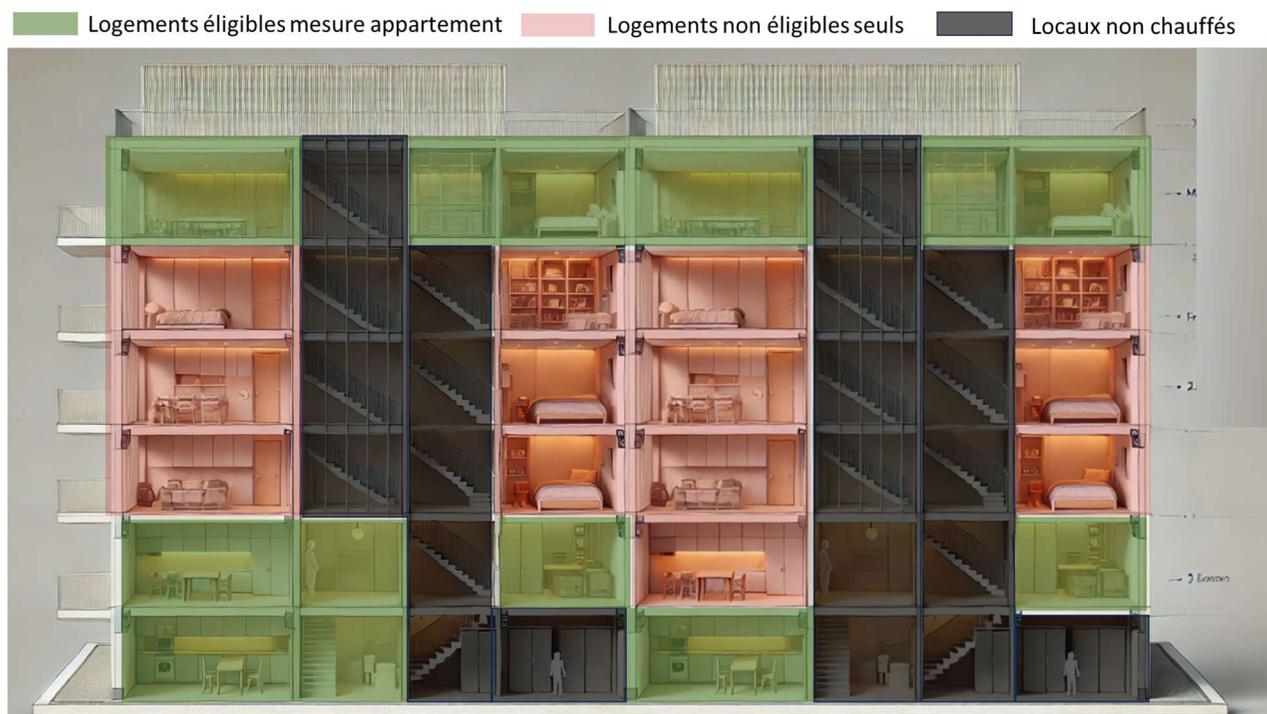


FIGURE 4: EXEMPLE ILLUSTRANT LES LOGEMENTS ELIGIBLES A UNE EVALUATION SEREINE APPARTEMENT AU SEIN D'UN BATIMENT DE LOGEMENTS COLLECTIFS

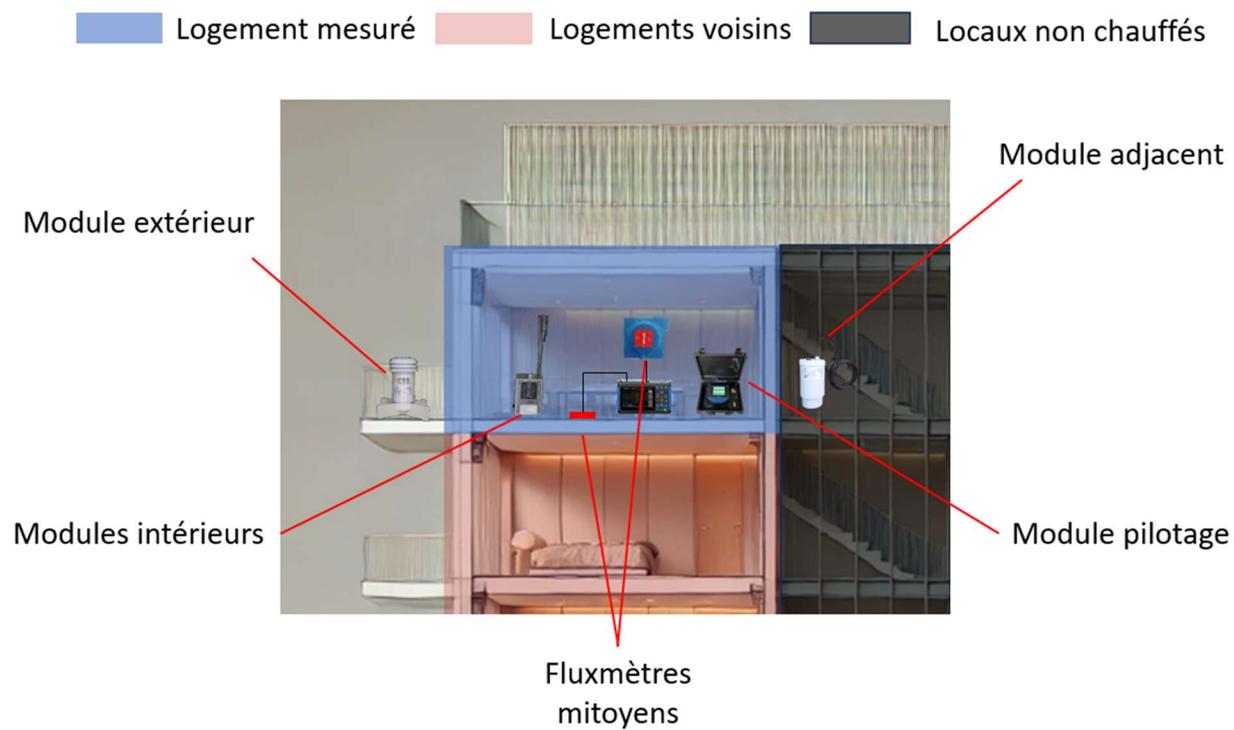


FIGURE 5 : EXEMPLE DE POSITIONNEMENT DU DISPOSITIF DE MESURE POUR LA REALISATION D'UNE MESURE SEREINE EN APPARTEMENT

## 2.2/ PRINCIPE D'EXPLOITATION

### 2.2.1/ PRINCIPE INITIAL POUR LA MAISON INDIVIDUELLE

L'exploitation des données collectées pendant la mesure in-situ repose sur une banque de modèles numériques. Ces derniers sont générés automatiquement par la chaîne d'analyse SEREINE, en fonction des conditions limites présentes et donc des mesures réalisées. Selon les résultats, le modèle le plus adapté est sélectionné pour une analyse plus détaillée des incertitudes.

L'exploitation se déroule selon les principales étapes suivantes :

- 1) Choix du modèle numérique
- 2) Injection des mesures dans le modèle
- 3) Identification des paramètres initiaux du modèle
- 4) Génération d'une température intérieure simulée
- 5) Comparaison entre les températures intérieures simulée et mesurée in-situ
- 6) Optimisation itérative des paramètres du modèle
- 7) Validation du modèle ou choix de modèle plus adapté
- 8) Calcul des incertitudes et des indicateurs de déperditions du modèle

Le modèle numérique se base sur une analogie électrique. Les mesures sont utilisées comme données d'entrée du modèle, qui simule ensuite le comportement théorique du bâtiment afin de le comparer au comportement mesuré. La Figure 5 ci-après illustre ce principe d'exploitation :

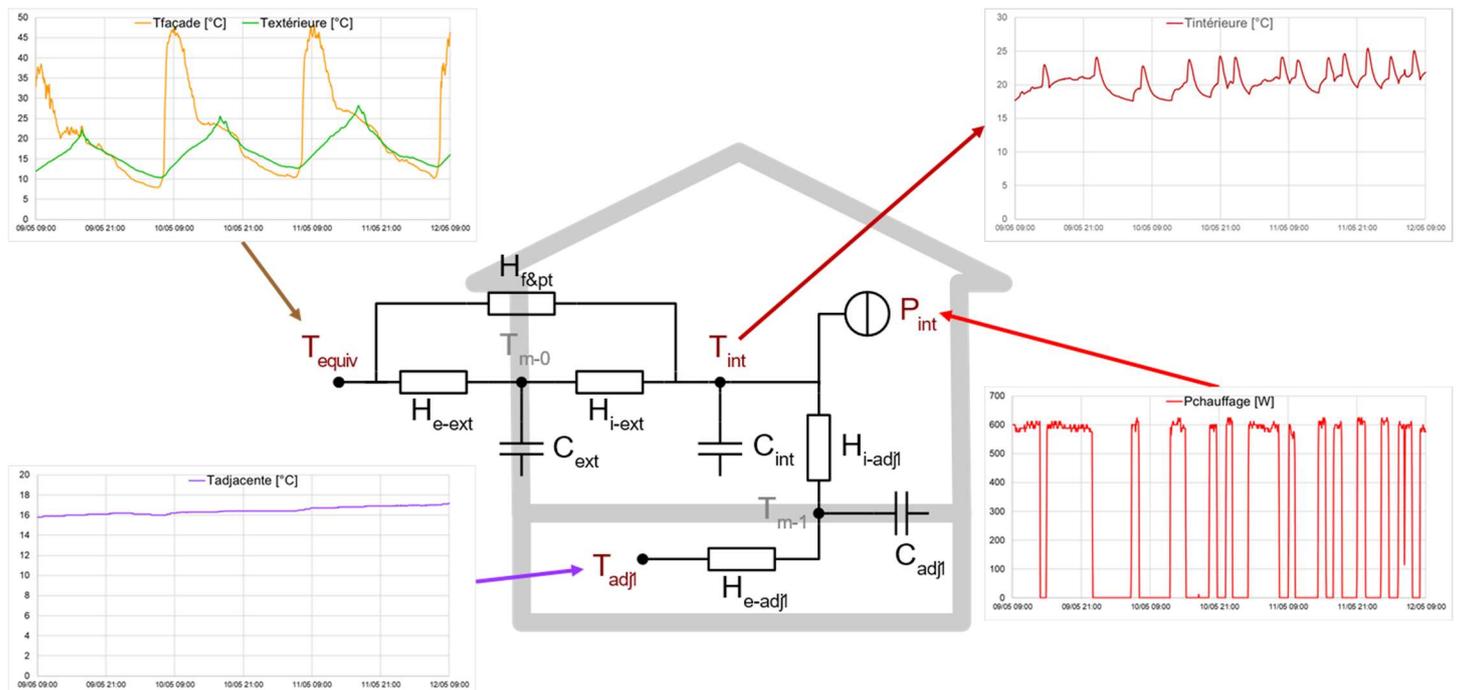


FIGURE 5 : PRINCIPE D'EXPLOITATION D'UNE EVALUATION SEREINE ENVELOPPE DE MAISON INDIVIDUELLE

La température équivalente  $T_{equiv}$  représente les conditions météorologiques extérieures vues par le bâtiment. Elle est évaluée à l'aide des mesures de températures in situ des modules *Façade* et *Extérieur*, éventuellement à l'aide de données météorologiques de température d'air et d'irradiation importées, pondérées en fonction des caractéristiques pariétales (surface et composition) déclarées pour les façades du bâtiment.

La température intérieure  $T_{int}$  est la moyenne des mesures de température des modules *Intérieur* déployés dans le bâtiment. La puissance  $P_{int}$  est la somme des puissances électriques dissipées dans le bâtiment, par les chauffages des modules *Intérieur* (essentiellement) et par les appareils électriques à demeure restés alimentés pendant l'évaluation (dont la consommation est mesurée par du comptage dédié des modules *Intérieur* ou *Comptage*). Le calcul du coefficient de déperdition du logement est issu du calcul de résistance équivalente entre  $T_{equiv}$  et  $T_{int}$ .

2.2.2/ SPECIFICITES POUR LE LOGEMENT COLLECTIF

Comme explicité au paragraphe 2.1.2/, l'évaluation SEREINE Enveloppe des bâtiments d'habitat collectif requiert la considération des transferts de chaleur vers des espaces mitoyens. Pour réduire au maximum ces transferts, **l'évaluation est réalisée avec une sollicitation en température constante** qui est, si possible, proche de la température des logements mitoyens. Les échanges résiduels sont alors évalués par une méthode dite « directe ».

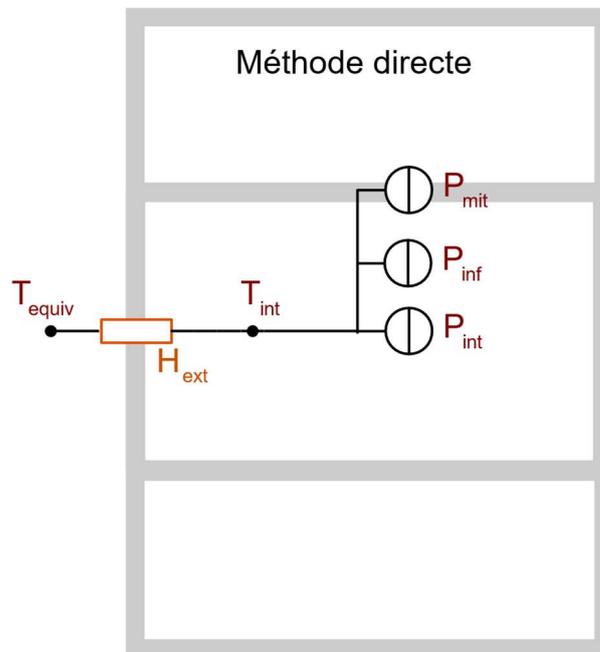


FIGURE 6 : PRINCIPE D'EXPLOITATION D'UNE EVALUATION SEREINE ENVELOPPE D'UN APPARTEMENT DE LOGEMENT COLLECTIF

Cette méthode directe permet, comme son nom l'indique, une **mesure directe et locale du flux de chaleur vers les espaces mitoyens**, au niveau d'un ou plusieurs points de la surface intérieure. Une vérification préalable à la caméra thermique de l'uniformité de la température de surface intérieure de la paroi est nécessaire pour positionner le(s) capteur(s) de flux de chaleur surfacique sur un point représentatif. La mesure de flux surfacique est alors multipliée par la surface de paroi correspondante.

Lors de l'évaluation du modèle, les flux mitoyens sortants sont déduits de la puissance totale injectée à la zone. Il est à noter que les espaces mitoyens sont à une température proche de la température intérieure, le flux de chaleur peut donc être positif ou négatif, et ainsi changer de sens au cours de l'évaluation en fonction des apports de chaleur dans ces espaces mitoyens.

Le calcul du coefficient de déperditions extérieures de ce logement est réalisé par le même algorithme que pour la maison individuelle, et le résultat n'est composé que des résistances entre  $T_{equiv}$  et  $T_{int}$ .

### 3/ DISPOSITIF MATERIEL POUR L'EVALUATION SEREINE ENVELOPPE

Le dispositif matériel présenté ci-après a été conçu dans le cadre du développement de la méthode SEREINE Enveloppe, pour permettre la réalisation opérationnelle des mesures en logements collectifs.

Il constitue ainsi une réponse, mais évidemment pas l'unique réponse : d'autres solutions techniques et technologiques pourraient être mises en œuvre pour répondre au besoin.

#### 3.1/ LOGIQUE GENERALE DE CONCEPTION

La configuration du bâtiment (géométrie, distribution spatiale, composition de ses parois) d'une part, et la dynamique des phénomènes thermiques et aérauliques intérieurs et extérieurs d'autre part, induisent nécessairement de l'hétérogénéité des « états énergétiques » du bâtiment.

Cette hétérogénéité doit être considérée au regard à la fois de la modélisation du bâtiment et de son instrumentation.

La modélisation numérique permettant de simuler le bâtiment nécessite un compromis dans sa finesse :

- Plus une modélisation est grossière et moins elle considère de phénomènes physiques et d'hétérogénéités, ce qui a pour effet de mésestimer la performance énergétique réelle de l'isolation globale.
- À l'inverse, plus une modélisation est détaillée et plus elle considère d'éléments, mais plus son instabilité numérique et les incertitudes sur le résultat augmentent, ce qui a pour effet d'augmenter la difficulté de l'obtention d'un résultat physiquement cohérent.

L'instrumentation du bâtiment nécessite, elle aussi, la recherche d'un compromis :

- Moins le nombre de points de mesure est important et moins l'on considère les hétérogénéités, ce qui a pour effet de mésestimer la performance énergétique réelle de l'isolation globale
- Plus le nombre de points de mesure est important et plus l'on considère les hétérogénéités, mais plus sa lourdeur logistique et son coût sont importants.

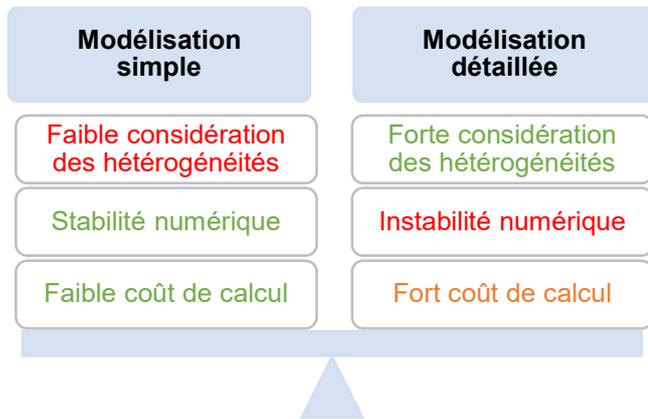


FIGURE 7 : COMPROMIS DE MODELISATION

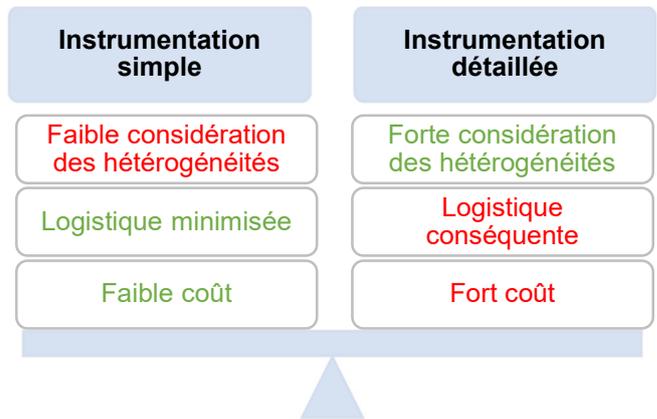


FIGURE 8 : COMPROMIS D'INSTRUMENTATION

La recherche des bons niveaux de modélisation et d'instrumentation a fait l'objet de travaux détaillés, documentés dans les projets antérieurs à SEREINE 2.

**Le choix s'est finalement porté sur un compromis tel que le nombre de points de mesures est supérieur aux paramètres d'entrée considérés par le modèle : ainsi, pour certaines parties du bâtiment, l'on agrège les mesures de plusieurs capteurs en une unique donnée d'entrée du modèle.**

Ainsi, le schéma de principe d'instrumentation page 12 (Figure 5) est donc logiquement simpliste. Il convient en réalité de mettre en œuvre pour chaque logement évalué :

- Plusieurs systèmes de chauffage
- Plusieurs sondes de températures dans les espaces chauffés
- Plusieurs sondes fluxmétriques sur les parois mitoyennes (*a minima*)
- Un capteur dans chacun des locaux non-chauffés (espaces « adjacents »)

- Plusieurs capteurs en extérieur pour rendre compte des conditions météorologiques au niveau des mesures locales.

### 3.2/ GENESE DU MATERIEL

La méthode et le dispositif matériel SEREINE Enveloppe ont initialement été conçus pour permettre l'évaluation des maisons individuelles.

L'extension dans le projet SEREINE 2 des typologies couvertes par la solution Enveloppe aux bâtiments de logements collectifs n'a pas intégralement bouleversé le principe d'évaluation initialement conçu pour la maison individuelle. Ainsi, comme on le détaille au paragraphe 2.1.2/, l'évolution majeure de la solution pour les logements collectifs réside dans l'ajout d'une mesure fluxmétrique au niveau des parois mitoyennes.

**De ce fait, il a été pris le parti d'adapter le dispositif matériel conçu pour la maison individuelle (MI) pour pouvoir étendre son utilisation au logement collectif (LC).** Ce choix, évitant la conception d'un nouveau dispositif pour le logement collectif, découle de nombreuses contraintes parmi lesquelles :

- Pertinence financière d'un matériel commun MI-LC en perspective des achats pour les futures opératrices
- Intérêt de valorisation des investissements financiers précédents consacrés à la conception du dispositif existant
- Pertinence environnementale à utiliser du matériel existant

Incompatibilité de délai entre l'échéance prévue du projet et l'important temps requis pour une reconception.

### 3.3/ ARCHITECTURE GLOBALE

**Le dispositif matériel a été conçu avec une approche modulaire :** mesures et actionneurs sont globalement répartis en des équipements séparés appelés « modules », chacun de ces éléments étant au besoin disponible en plusieurs exemplaires. Cette conception vise à optimiser la quantité de matériel à mobiliser pour une évaluation.

**L'association des différents modules constitue un « kit » : il rassemble le matériel suffisant pour l'instrumentation complète d'un logement-type** (maison individuelle ou appartement).

Il est toutefois possible, moyennant une rapide opération de paramétrage, d'ajouter du matériel à un kit dans le cas d'une configuration particulière qui nécessiterait un nombre supérieur d'un ou plusieurs types de modules.

À l'inverse, tout le matériel constitutif d'un kit n'est pas forcément nécessaire à une évaluation : seuls certains modules peuvent être mobilisés. Sur la base des plans et autres données caractéristiques fournies du logement, une conception en amont du plan d'instrumentation est fortement recommandée. Cette dernière permet alors de ne mobiliser que les modules requis, et donc d'optimiser la quantité de matériel à déplacer sur site. On peut toutefois prévoir des modules de secours pour parer à d'éventuels avaries techniques imprévues, écarts entre plans étudiés et configuration réelle, etc.

Le matériel a fait l'objet de nombreuses évolutions mineures et majeures depuis sa création. Dans sa version la plus récente, il se présente schématiquement avec la composition suivante :

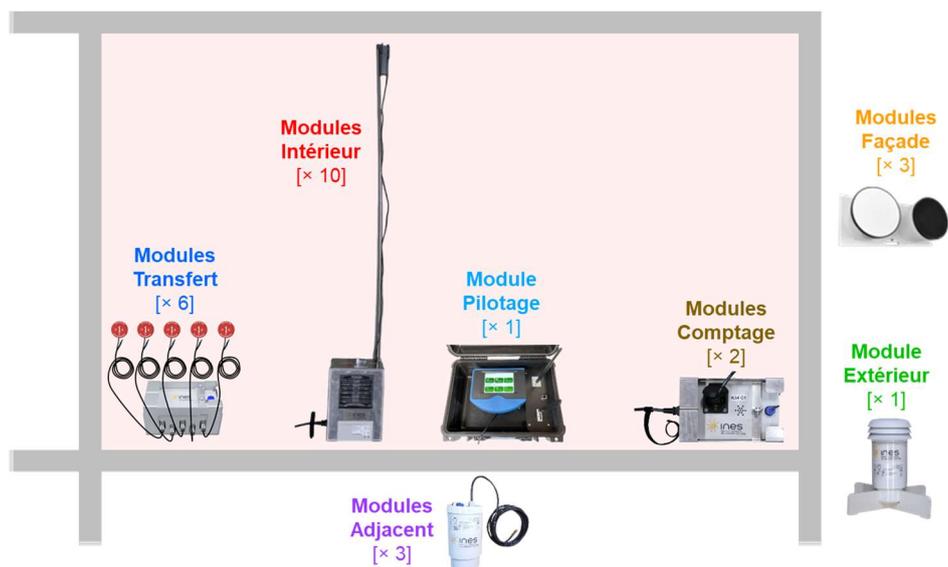


FIGURE 9 : COMPOSITION SCHEMATIQUE DU DISPOSITIF MATERIEL POUR UNE EVALUATION SEREINE ENVELOPPE DE LOGEMENT COLLECTIF

On détaille ci-après les principales caractéristiques de constitution et de fonctionnement des différents modules du dispositif matériel dans sa version actuelle :

Nom	Quantité disponible	Constitution	Fonctionnement
<p><b>Pilotage</b></p> 	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malette à poser au sol</li> <li>• Automate avec écran tactile</li> <li>• Modem de communication radio (interne)</li> <li>• Modem de communication mobile (2G/3G...)</li> <li>• Indicateur de communication mobile</li> <li>• Alimentation 230 V</li> <li>• Onduleur intégré</li> <li>• Indicateur d'alimentation</li> <li>• Bornier (RJ45) de connexion filaire</li> <li>• Indicateur de connexion filaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotage des modules</li> <li>• Centralisation des mesures (radio)</li> <li>• Envoi des mesures (mobile)</li> </ul>
<p><b>Intérieur</b></p> 	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Boîtier à poser au sol avec mât télescopique</li> <li>➢ Résistance chauffante 600 W (590-610 W)</li> <li>• Ventilateur intégré 150 m<sup>3</sup>/h</li> <li>• Alimentation 230 V protégée par fusible</li> <li>• Thermostat de sécurité</li> <li>➢ Comptage électrique total (1 imp/Wh)</li> <li>• Sonde de température avec enrouleur</li> <li>• Bornier de connexion filaire</li> <li>• Indicateur de chauffage</li> <li>• Indicateur de connexion radio</li> <li>• Indicateur de comptage électrique</li> <li>• Emplacement pour le câble d'alimentation</li> <li>• Sécurité basculement (arrêt automatique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de température</li> <li>• Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)</li> <li>• Alimentation chauffage</li> <li>• Pilotage par le module <i>Pilotage</i></li> </ul>
<p><b>Transfert</b></p> 	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boîtier à poser au sol</li> <li>• Alimentation 230 V protégée par fusible (10 A)</li> <li>• 1 à 5 sondes (1 sonde = 1 paire capteur fluxmètre + capteur température)</li> <li>➢ 5 entrées pour mesure fluxmétrique (signal <math>\mu</math>V)</li> <li>• 5 entrées pour mesure de température</li> <li>• Bornier de connexion filaire</li> <li>• Indicateur de connexion radio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de flux thermiques et de températures</li> <li>• Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)</li> </ul>

Nom	Quantité disponible	Constitution	Fonctionnement
<p><b>Comptage</b></p>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boîtier à poser au sol</li> <li>• Alimentation 230 V protégée par fusible (10 A)</li> <li>• Prise électrique pour alimentation appareil tiers (maximum 2 300 W / 10 A)</li> <li>• Comptage électrique total (1 imp/Wh)</li> <li>• Bornier de connexion filaire</li> <li>• Indicateur de connexion radio</li> <li>• Indicateur de comptage électrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comptage électrique d'un appareil tiers</li> <li>• Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)</li> </ul>
<p><b>Adjacent</b></p>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boîtier étanche</li> <li>• 1 sonde de température intégrée ou déportée (L = 1,80 m)</li> <li>• Indicateur de batterie</li> <li>• Alimentation sur batterie</li> <li>• Bornier de connexion filaire (données et alimentation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de température</li> <li>• Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)</li> </ul>
<p><b>Extérieur</b></p>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boîtier étanche</li> <li>• Croisillon support et capuchon</li> <li>• 1 sonde de température intégrée</li> <li>• Indicateur de batterie</li> <li>• Alimentation sur batterie</li> <li>• Bornier de connexion filaire (données et alimentation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de température</li> <li>• Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)</li> </ul>
<p><b>Façade</b></p>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boîtier étanche avec façade bicolore noire / blanche</li> <li>• 2 sondes de température</li> <li>• Fixation sur trépied fixe ou inclinable</li> <li>• Indicateur de batterie</li> <li>• Indicateur de charge</li> <li>• Alimentation sur batterie</li> <li>• Bornier de connexion filaire (données et alimentation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de température équivalente (rayonnements solaire et céleste, et température d'air)</li> <li>• Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)</li> </ul>

Comme détaillé au paragraphe 2.1.2/, les modules présentés ci-avant ont tous été développés pour l'évaluation en maison individuelle avant d'être utilisés en logements collectifs, à l'exception du module *Transfert* spécialement développé pour le logement collectif.

Toutefois, ce dernier permettant de caractériser des flux, son usage peut être également pertinent en maison individuelle :

- Pour estimer les flux mitoyens comme en logement collectif, dans le cas de maisons à forte mitoyenneté
- Dans une démarche plus spécifique de caractérisation de performance de parois

**Légende**

Logements :

- chauffé par l'évaluation SEREINE (sélectionné dans l'échantillonnage)
- non-chauffé par l'évaluation SEREINE (non-sélectionné dans l'échantillonnage)



FIGURE 10 : PRINCIPE D'INSTRUMENTATION D'UNE EVALUATION SEREINE ENVELOPPE DE LOGEMENT COLLECTIF

### 3.4/MODULE TRANSFERT

Le présent livrable traitant spécifiquement du logement collectif, on y présente en détails uniquement le module *Transfert*. Ce paragraphe évoque pour commencer les différentes configurations envisagées pour l'ajout de mesures fluxmétriques au kit. On développe ensuite le module *Transfert* de la configuration retenue.

#### 3.4.1/ CONFIGURATIONS ENVISAGEABLES

Trois principales configurations ont été jugées envisageables pour permettre l'ajout de mesures fluxmétriques au kit matériel existant.

##### Option 1 : Module autonome centralisateur pour 5 fluxmètres

Cette configuration envisage un nouveau type de module dédié. Il est autonome en ce qu'il dispose d'une communication radio et d'une alimentation secteur dédiées. On peut y raccorder jusqu'à 5 fluxmètres en connexion filaire (via des câbles de longueur prédéfinie 5, 10 ou 20 m).

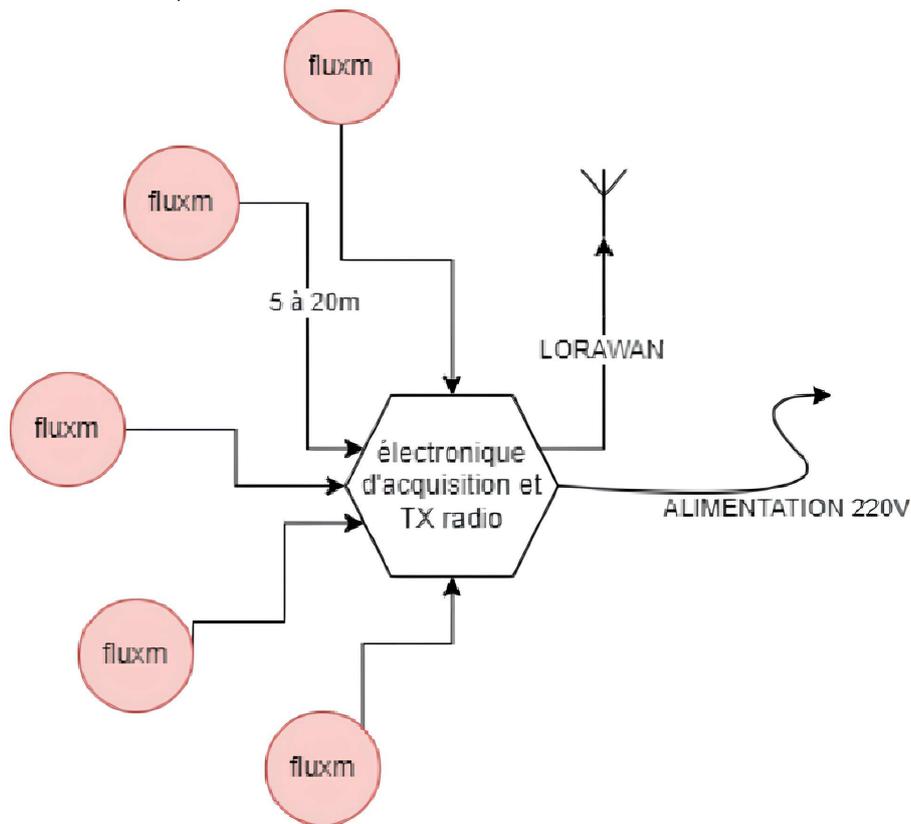


FIGURE 11 : SCHEMA DE PRINCIPE DU MODULE TRANSFERT OPTION 1 – MODULE AUTONOME CENTRALISATEUR POUR 5 FLUXMETRES

Avec cette configuration, on prévoit d'installer généralement 1 module par pièce à équiper de fluxmètres. Si la zone à équiper nécessite plus que 5 mesures fluxmétriques, on met en œuvre un second module.

Si 2 zones à équiper de fluxmètres sont éloignées, cette solution permet de limiter les grandes circulations de câbles dans le bâtiment en utilisant deux modules : les câbles sont globalement concentrés dans la pièce autour du module.

En fonction des configurations, on imagine devoir typiquement utiliser de 1 à 3 modules.

Le principal inconvénient de cette configuration est l'ajout de modules dans les communications radio, lequel est bloquant en l'état. En effet, le kit dans sa génération actuelle permet l'utilisation d'un maximum de 19 modules « esclaves » connectés en radio au module *Pilotage* (module « maître »), pour des questions de limitation légale d'occupation de la bande radio (« time on air »). Or, le kit comporte déjà 18 modules esclaves requis pour l'évaluation.

De prime abord, l'ajout de nouveaux modules *Transfert* autonomes nécessiterait donc un remplacement intégral de l'infrastructure de communication radio du kit. Cette piste nécessitant la réfection intégrale de tous les modules de tous les kits matériel existants, elle apparaît comme très lourde logistiquement et financièrement et est donc abandonnée.

Pour contourner cette problématique, une première piste consisterait à miser sur le fait qu'une évaluation moyenne ne nécessite pas de mobiliser les 18 modules esclaves (hors nouveaux modules *Transfert*) disponibles, et que l'on pourrait

donc ajouter le nombre suffisant de modules *Transfert*. Si cette piste est statistiquement crédible, elle induit une nouvelle complexité logistique à jongler avec le nombre de modules. Par ailleurs, elle suppose de recourir à certaines configurations en marge de la distribution statistique, qui nécessiteraient la mobilisation des 18 modules hors modules *Transfert* et de plus de 1 module *Transfert*, ce qui pourrait se révéler problématique.

Au vu de ces points d'achoppement potentiels, une seconde piste semble préférable : celle de réduire la fréquence de mesure de modules, afin de diminuer la quantité de données à communiquer dans chaque trame radio d'un module et de pouvoir mobiliser plus de 19 modules esclaves avec 1 module maître.

**Option 2 : Module d'extension de module *Intérieur***

Cette option considère un boîtier d'extension à connecter par câble sur un module *Intérieur*. Cette extension ajoute des sondes au module *Intérieur* mais ne constitue pas un module autonome. Elle utilise donc la communication radio et l'alimentation du module *Intérieur*. On peut y raccorder jusqu'à 5 fluxmètres en connexion filaire (via des câbles de longueur prédéfinie 5, 10 ou 20 m).

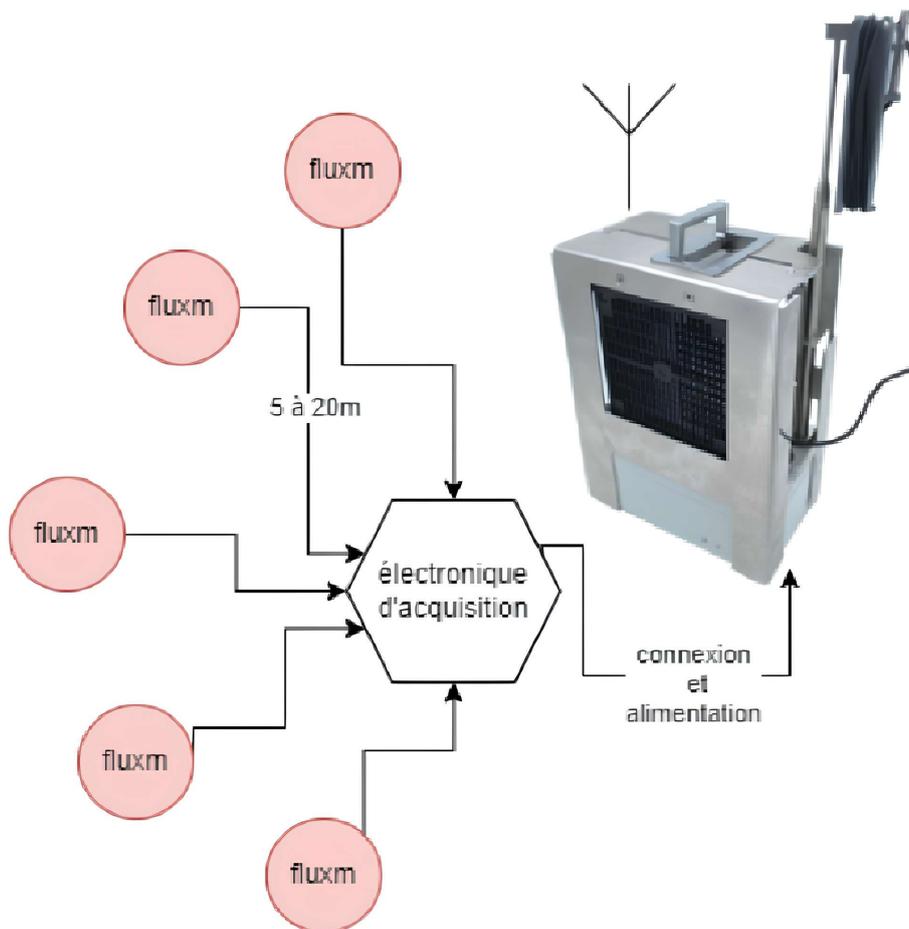


FIGURE 12 : SCHEMA DE PRINCIPE DU MODULE TRANSFERT OPTION 2 – MODULE D'EXTENSION DE MODULE *INTERIEUR*

Avec cette configuration, on prévoit d'installer généralement 1 module par pièce à équiper de fluxmètres. Si la zone à équiper nécessite plus que 5 mesures fluxmétriques, on met en œuvre un second module.

Si 2 zones à équiper de fluxmètres sont éloignées, cette solution permet de limiter les grandes circulations de câbles dans le bâtiment : les câbles sont globalement concentrés dans la pièce autour du module.

En fonction des configurations, on imagine devoir typiquement utiliser de 1 à 3 modules.

Le principal inconvénient de cette configuration est la nécessité d'adapter les modules *Intérieur* existants pour qu'ils assurent lorsque l'extension leur est raccordée son alimentation électrique et l'acquisition de ses données. Cette piste, nécessitant la réfection intégrale des modules *Intérieur* des kits matériel existants, apparaît comme très lourde logiquement et financièrement.

### Option 3 : Module autonome pour 1 fluxmètre

Cette configuration envisage un nouveau type de module dédié. Il est autonome en ce qu'il dispose d'une communication radio et d'une alimentation sur batterie dédiées. À la différence du module centralisateur envisagé en option 1, le module consiste ici à 1 seul fluxmètre raccordé par voie filaire au boîtier d'acquisition.

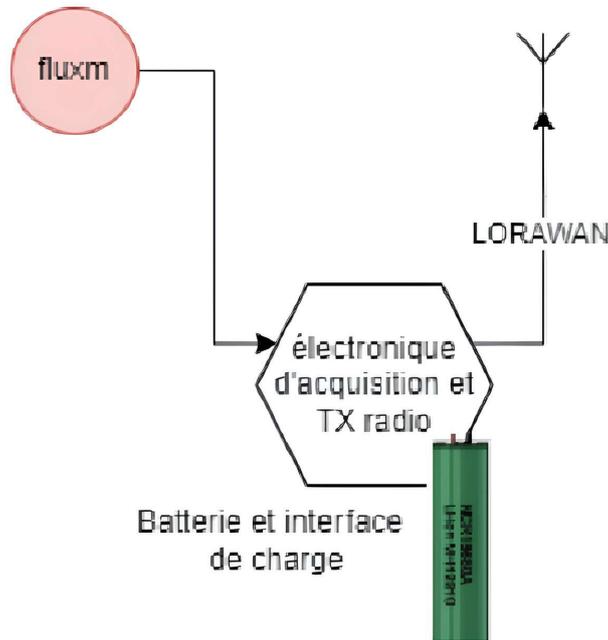


FIGURE 13 : SCHEMA DE PRINCIPE DU MODULE TRANSFERT OPTION 3 – MODULE AUTONOME POUR 1 FLUXMETRE

Avec cette configuration, on installe simplement 1 module par emplacement où une mesure fluxmétrique est requise. En fonction des configurations, on imagine devoir typiquement utiliser de 3 à 15 fluxmètres, donc 3 à 15 modules autonomes.

Cette architecture maximise la compacité du matériel mis en œuvre au regard du strict besoin du plan d'instrumentation. Aussi, en comparaison des options 1 et 2 précédemment envisagées, le principal avantage de cette solution est l'absence totale de câbles au sol pour les mesures fluxmétriques. La mise en œuvre des câbles devant être soignée pour éviter un risque de trébuchement d'un-e opérateur-riche et consécutivement de dégradation de matériel, puis pour faciliter la dépose du matériel (facilité d'enroulement des câbles de sondes), leur suppression n'est pas aussi triviale qu'il n'y paraît.

Cette configuration présente toutefois deux principaux inconvénients. D'une part, le problème de disponibilité de la bande radio soulevé dans l'option 1 se repose ici, mais dans une proportion d'autant plus exacerbée qu'on envisage potentiellement l'ajout de 15 nouveaux modules. La solution considérée en option 1 de réduction de la fréquence de mesure pour libérer de la bande radio serait ici aussi envisageable, mais elle n'a pas été étudiée du fait du second inconvénient. Le deuxième désavantage de cette solution au regard des 2 options précédentes réside dans le recours à une alimentation électrique des modules par batterie. Si celui-ci libère du recours à des connexions filaires, il induit par contre :

- Du temps additionnel d'exploitation pour recharger les batteries après chaque utilisation
- Du temps additionnel de maintenance pour suivre l'évolution de l'état des batteries dans le temps
- Du temps et/ou un coût additionnels pour remplacer les batteries en fin de vie
- Une perte de fiabilité dans la transmission des données (la communication non filaire étant statistiquement moins fiable que la transmission filaire) qui poussée à son paroxysme peut conduire à un temps additionnel de maintenance pour remplacer un module défectueux dans une évaluation
- Une aggravation de l'impact socio-environnemental du kit matériel par le recours à des matériaux (lithium) polluants et en tension à l'échelle planétaire.

3.4.2/ CONFIGURATION RETENUE

Au vu des avantages et inconvénients des trois options différentes considérées pour la conception du module *Transfert* dédié aux mesures fluxmétriques, le choix s’est finalement porté sur l’option 1 de module autonome centralisant les mesures jusqu’à 5 sondes.

La conception retenue pour ce module *Transfert* s’est inscrite dans la même approche modulaire que pour le reste du matériel. Il s’est toujours agit d’optimiser la quantité de matériel à déplacer et mettre en œuvre pour une évaluation. Le module *Transfert* comporte toutefois un niveau de modularité accru en ce que, contrairement aux autres modules dont les capteurs sont prédéterminés, il est également modulaire en matière de capteurs : il peut en effet accueillir de 1 à 5 sondes suivant le besoin. Les sondes sont présentées en détail au paragraphe 3.5/ suivant.

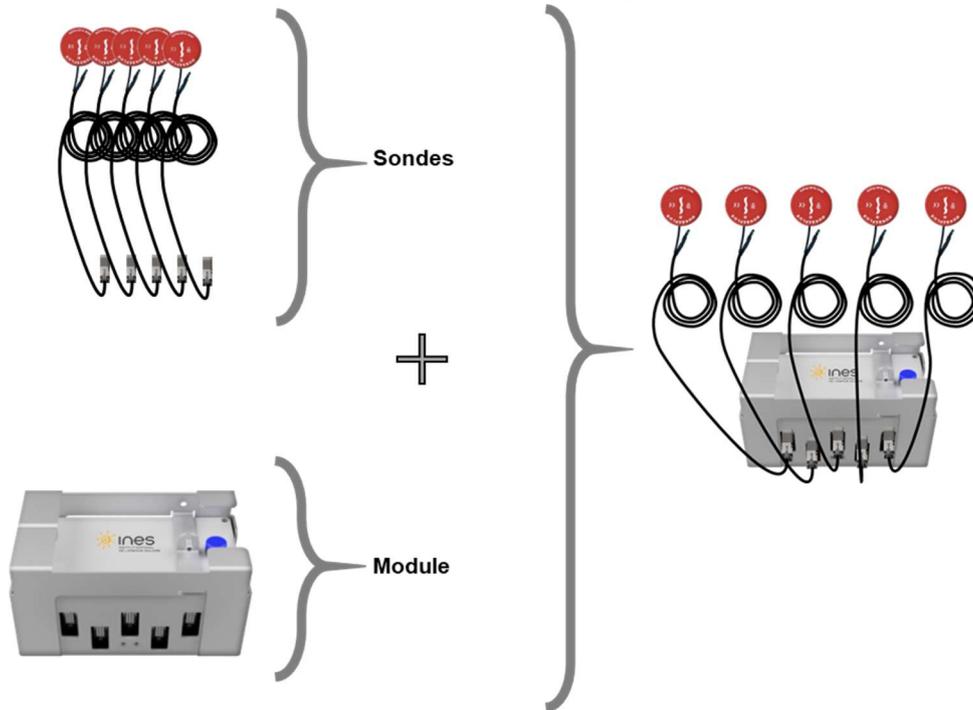


FIGURE 14 : CONSTITUTION MODULE-SONDES POUR LA MESURE FLUXMETRIQUE

Afin de couvrir un maximum de configurations, le choix a ainsi été fait de prévoir :

- 5 ports pouvant accueillir jusqu’à 5 sondes par module *Transfert* ;
- 6 modules *Transfert* par kit (ce nombre est quant à lui facilement évolutif).

On présente ci-dessous des vues 3D du module *Transfert* dans sa version actuelle :



FIGURE 15 : MODULE TRANSFERT NON EQUIPE DE SONDES

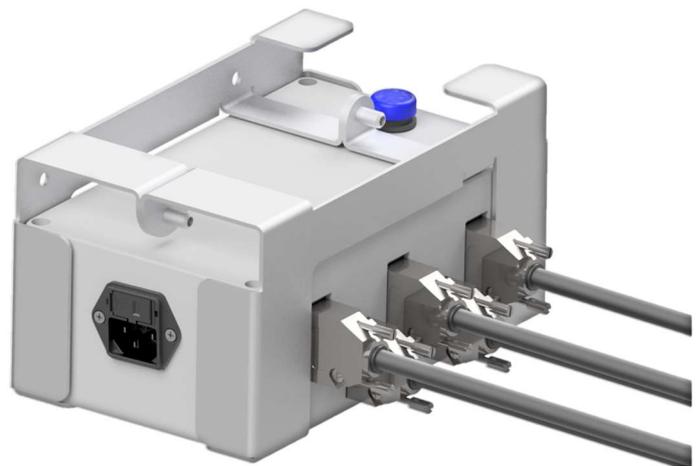


FIGURE 16 : MODULE TRANSFERT EQUIPE DE 5 SONDES

Afin de minimiser les coûts de conception puis de fabrication, le module *Transfert* emprunte largement au module *Comptage* en utilisant les mêmes boîtier, carénage métallique, bornier d'alimentation électrique, bornier de connexion de maintenance, électronique de communication, etc.

La forme parallélépipédique rectangle choisie facilite l'agencement des modules pour le stockage et le transport. Ces derniers peuvent être empilés sans crainte de dégradation matérielle.

Dans une même préoccupation d'opérationnalité et de robustesse, les embases des connecteurs sont intégrées en montage affleurant : ne dépassant pas notablement du volume global, le risque d'arrachement ou de casse par un frottement malencontreux est ainsi limité.

## 3.5/ SONDE TRANSFERT

### 3.5.1/ CARACTERISTIQUES

On justifie au paragraphe 2.1.2/ la nécessité de mesures de flux thermiques dans les évaluations SEREINE en logement collectif.

Or, le flux thermique traversant une paroi, la température d'air environnant la paroi de part et d'autre, et la conductance thermique de la paroi sont directement liées. Pour plus de détails sur cette assertion, on se référera au livrable L1.1.c *Méthode et protocole SEREINE enveloppe V2 pour le logement collectif* qui met en équation ce phénomène physique.

Il apparaît donc que l'adjonction à la mesure fluxmétrique d'une mesure de température est très intéressante, puisqu'elle permet alors de remonter à une mesure indirecte de la conductance thermique de la paroi, laquelle est très informative.

Les mesures fluxmétriques étant généralement réalisées à proximité d'un module *Intérieur*, on pourrait se satisfaire de la mesure de température d'air de ce module. Toutefois, en particulier lors d'une mesure fluxmétrique sur une paroi horizontale (plancher haut ou bas), on ne peut se soustraire à un phénomène de stratification thermique de l'air de la pièce, lequel induit une différence de température entre l'air à proximité immédiate du capteur de flux et la température de l'air mesurée par le module *Intérieur*. Au regard de l'intérêt de l'information apportée par la caractérisation de la conductance de la paroi, les conséquences négatives de l'ajout d'une mesure de température dédiée à la mesure de flux sont faibles :

- Un capteur de température satisfaisant au besoin est très peu onéreux financièrement (de l'ordre de quelques euros)
- En assemblant mécaniquement les 2 capteurs, l'intégration de la mesure de température n'ajoute aucun temps et aucune complexité de mise en œuvre
- Le traitement méthodologique de cette donnée additionnelle est automatisé comme les autres et demeure simple.

Le choix a donc été fait d'associer systématiquement une mesure de température à la mesure de flux, ainsi la sonde *Transfert* se compose de 2 capteurs différents assemblés :

- 1 capteur de flux thermique ;
- 1 sonde de température.

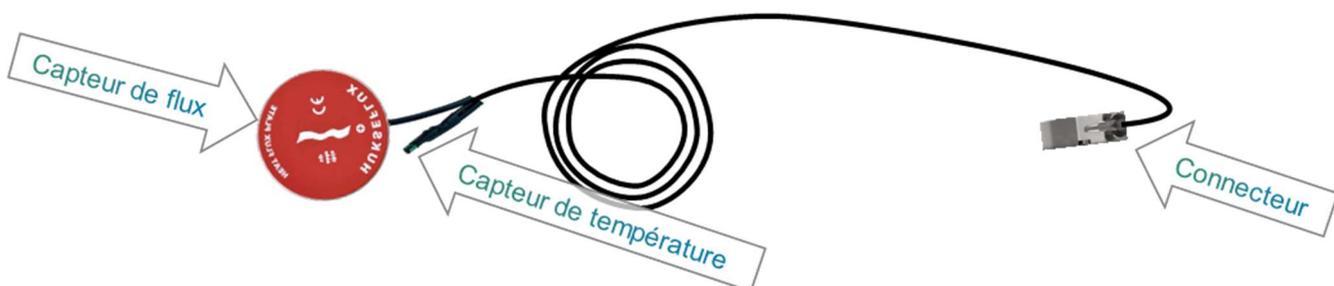


FIGURE 17 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE SONDE TRANSFERT

La conception de la solution de mesure fluxmétrique a fait l'objet de différents tests dans le projet SEREINE 2, pour aboutir à une preuve de concept de l'ensemble module+sonde *Transfert*. Ainsi, des capteurs de flux thermiques ont été acquis au cours du projet en amont de la réalisation des prototypes de module+sonde *Transfert*, en l'occurrence des produits de la marque *Hukseflux* modèle *HFP01*.

Ces capteurs ayant un coût financier très conséquent, de l'ordre de 500 € HT/unité (prix public), le choix a logiquement été fait de procéder à un assemblage spécifiquement pour SEREINE de capteurs de flux déjà provisionnés avec des sondes de température nouvellement ajoutées.

Le capteur fluxmétrique retenu se présente sous la forme d'une plaque plastique-composite circulaire de diamètre 80 mm et d'épaisseur 5 mm environ. La zone sensible du capteur, d'une moindre dimension que celle globale du capteur pour satisfaire à la norme ISO 9869, se situe au centre de la plaque et mesure environ 30 mm de diamètre. Il dispose d'une face rouge (considérée comme « face avant ») et d'une face bleue (considérée comme « face arrière ») car la mesure est directionnelle : un flux de la face rouge vers la face bleue est compté positivement, l'inverse négativement.

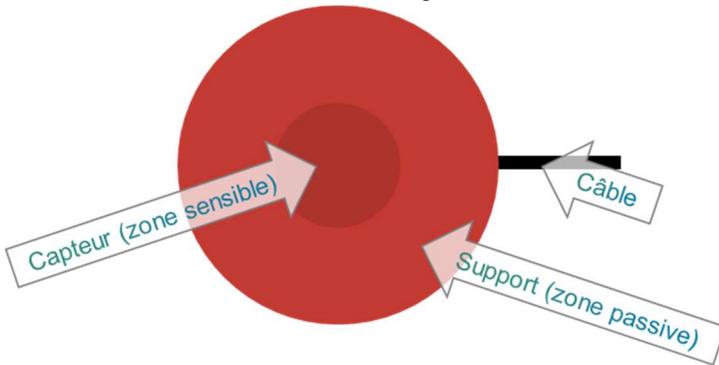


FIGURE 18 : CONSTITUTION DU CAPTEUR DE FLUX - FACE AVANT



FIGURE 19 : SONDE TRANSFERT - FACE ARRIERE

Le capteur fluxmétrique est conçu pour une utilisation dans des applications d'énergétique du bâtiment et a les principales caractéristiques suivantes :

Grandeur	Valeur
Plage de mesure	- 2 000 à + 2 000 W/m <sup>2</sup>
Sensibilité nominale	60 ± 5 μV / (W/m <sup>2</sup> )
Plage de température d'utilisation nominale	- 30 à + 70 °C
Dépendance à la température	< 0,1 % / °C
Non stabilité	< 1 % / an
Dépendance à la conductivité thermique	7 % / (W/(m.K))
Résistance thermique du capteur	0,0071 K/(W/m <sup>2</sup> )
Temps de réponse à 95%	180 s
Plage de résistance du capteur	1 à 4 Ω

Il est à noter que la sensibilité nominale de 60 μV / (W/m<sup>2</sup>) annoncée ci-avant est une valeur moyenne : elle varie en pratique d'environ ± 5 μV / (W/m<sup>2</sup>) d'un capteur à l'autre. Cette caractéristique est fournie par le fabricant du capteur, et considérée dans la chaîne de mesure pour recalibrer la mesure de chaque capteur.

Le capteur de température retenu pour la sonde *Transfert* est un capteur numérique dont la précision est de ± 0,5°C sur la plage -10 à + 85°C.

Le recours à un capteur numérique, plutôt qu'analogique comme sur les autres modules, induit qu'il dispose d'une référence unique automatiquement identifiable par le module *Transfert*. Ainsi, on gagne en opérationnalité, en temps et en fiabilité par la détection automatique des sondes *Transfert* lors de leur connexion sur un module *Transfert*.

Le capteur de température est positionné à proximité du capteur de flux, pour représenter avec précision la température vue par ce dernier. Il est maintenu mécaniquement par une gaine solidaire de la gaine principale, mais jouit néanmoins d'un peu de liberté de mouvement afin de pouvoir légèrement le décaler, par exemple lors de la fixation du capteur fluxmétrique au mur (les détails de mise en œuvre sont présentés au paragraphe 3.5.2/ suivant).

L'assemblage des câbles des capteurs de flux et de température est réalisé par un gainage additionnel tel que schématisé ci-après :

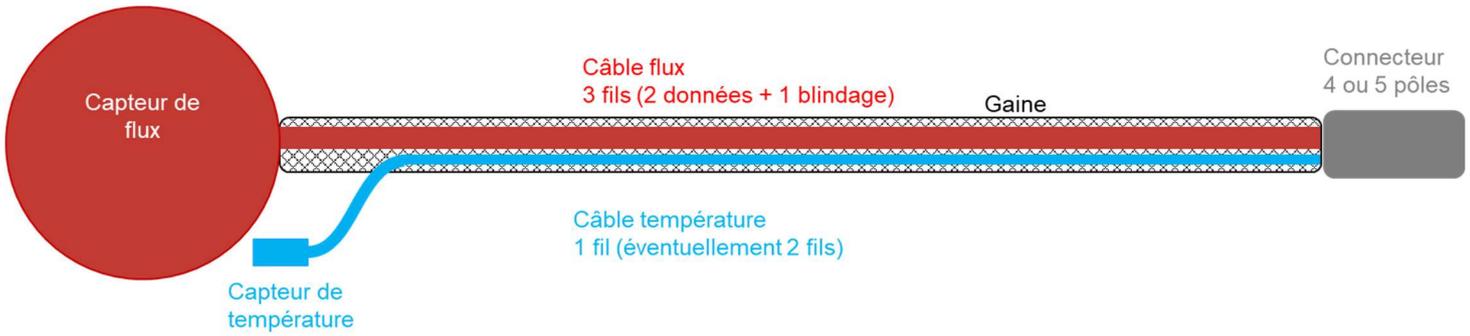


FIGURE 20 : PRINCIPE D'ASSEMBLAGE DES CAPTEURS DE LA SONDE TRANSFERT

Il a vocation à solidariser les 2 câbles, sans fonction particulière de protection, afin de n'avoir à manipuler qu'un unique câble et donc maximiser l'opérationnalité. La gaine additionnelle permet également de rigidifier un peu l'assemblage, afin de limiter l'apparition de torons lors du déroulement des câbles au sol, sans toutefois rendre difficile son enroulement (requis pour le stockage et le transport).

L'état de surface du gainage permet à la gaine de glisser facilement lorsqu'on la tire au sol ou qu'on l'enroule.

Concernant les connecteurs, le cahier des charges requérait une solution :

- Robuste, supportant de nombreux montages/démontages ;
- Pratique, permettant une manipulation rapide idéalement à une seule main ;
- Fiable, assurant une moindre perte de qualité de signal.

Il a finalement été retenu la connectique DB9 dans un compromis entre ces exigences et les contraintes du fournisseur matériel. Cette connectique comporte deux vis manuelles, non idéales pour une manipulation rapide. Elles peuvent toutefois potentiellement ne pas être utilisées dans la mesure où l'enfichage du connecteur mâle dans le connecteur femelle assure un maintien mécanique suffisant.



FIGURE 21 : CONNECTEUR DB9 MALE D'UNE SONDE TRANSFERT, POUR BRANCHEMENT SUR LE MODULE TRANSFERT

### 3.5.2/ MISE EN ŒUVRE

Dans le cadre de l'évaluation par la méthode directe (cf. page **Erreur ! Signet non défini.** paragraphe 2.2.2/), on recourt aux sondes *Transfert* pour réaliser une mesure directe du flux de chaleur entre le logement évalué et le(s) logement(s) mitoyen(s) non-évalué(s).

Il s'agit ainsi d'installer, au sol, au plafond et/ou sur les murs en fonction des configurations, le capteur fluxmétrique de sorte qu'il représente au mieux le flux traversant la paroi instrumentée.

#### Choix d'implantation

Afin de maximiser la représentativité de la paroi par la mesure (ponctuelle), **il convient d'implanter chaque sonde :**

- **Sur une zone supposée homogène** de la paroi ;
- **Plutôt au centre de la paroi**, comme illustré sur la Figure 22 ci-dessous.

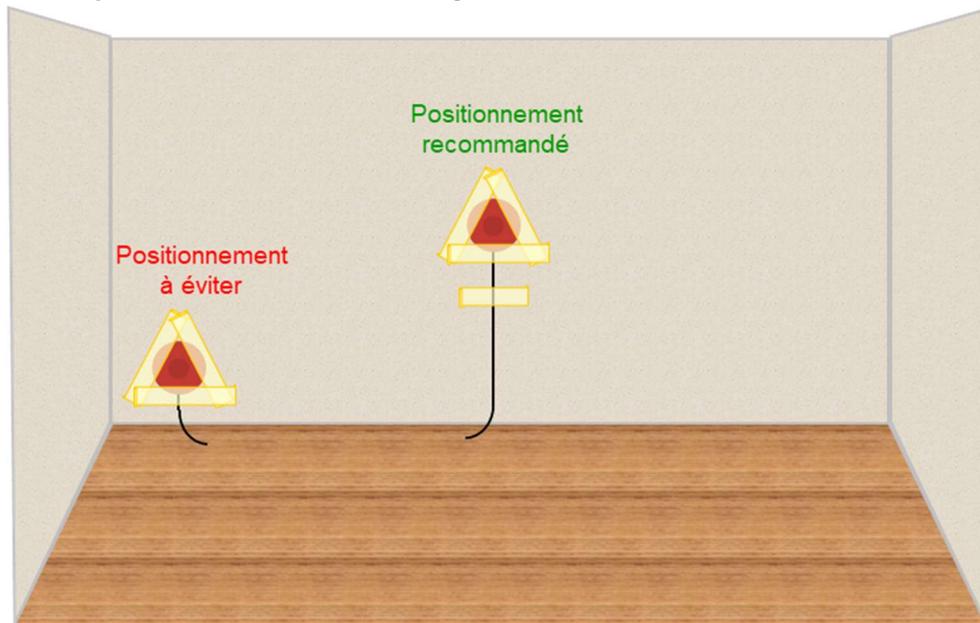


FIGURE 22 : PRINCIPE DE POSITIONNEMENT CENTRAL DE LA SONDE TRANSFERT SUR UNE PAROI

En ce qui concerne l'estimation de l'homogénéité de la paroi, **on recommande de recourir à une analyse thermographique rapide de la paroi**. On notera que cette imagerie peut constituer une aide précieuse, mais que son résultat n'est pas systématiquement probant.

La visualisation de la paroi à l'aide d'une caméra thermique permet en effet d'identifier des hétérogénéités de températures plus ou moins ponctuelles. Celles-ci révèlent alors très vraisemblablement des hétérogénéités dans la résistance thermique de la paroi : par exemple, très classiquement, les rails métalliques verticaux d'une cloison en plaques de plâtre. Ces derniers ayant une conductivité thermique nettement supérieure à celle du complexe isolant/lame d'air adjacent, le flux thermique à leur niveau est supérieur à celui d'une zone de la paroi sans rail.

Or, les rails représentant une faible part (approximativement de l'ordre de 10%) de la surface totale de la paroi, l'extrapolation à l'ensemble de la paroi du flux mesuré au niveau d'un rail induirait une erreur d'évaluation (en l'occurrence une surévaluation) plus importante du flux réel que l'extrapolation du flux mesuré sur une zone sans rail (qui sous-évalue donc légèrement le flux réel).

Dans le cas d'une paroi dont la couche superficielle est constituée de plaques de plâtre, **il est donc recommandé pour minimiser l'erreur de mesure de positionner la sonde à équidistance des deux rails métalliques l'encadrant**.

## Fixation de la sonde

La présence d'une lame d'air interstitielle ou d'un quelconque élément entre la sonde et la paroi a pour effet de minimiser le flux thermique vu par le capteur, et donc de fausser la mesure. **Il convient donc de chercher à minimiser cette lame d'air en assurant une bonne applique de la sonde sur la paroi.**

En conditions de laboratoire, on peut appliquer sur la surface du fluxmètre une pâte thermique, qui supprime la lame d'air et dont la conductivité thermique élevée limite fortement l'effet d'isolation. **Toutefois, dans le cadre de l'évaluation SEREINE, on évitera le recours à de la pâte thermique** pour ne pas dégrader le support. En effet, la substance est fortement susceptible de laisser des traces indélébiles si elle est appliquée sur de la peinture, de l'enduit, du papier-peint, etc.

Le fabricant des fluxmètres constitutifs de la sonde *Transfert* recommande le recours à du ruban adhésif double face (une référence spécifique dont le pouvoir d'adhérence est considérée). Ce dernier assure à la fois le maintien mécanique de la sonde sur la paroi, tout en limitant la présence d'une lame d'air interstitielle parasite.

Les expérimentations réalisées dans le cadre du projet SEREINE 2 ont néanmoins montré que le recours à cet adhésif devait être considéré avec précautions. En effet, son adhérence assez élevée peut conduire à l'arrachement de la couche superficielle de la paroi, typiquement lorsque ce revêtement est ancien et/ou lorsqu'il n'a pas été mis en œuvre correctement (par exemple, une couche de peinture appliquée sans préparation adaptée préalable du support). **Il est par conséquent conseillé de n'utiliser d'adhésif double face de la référence recommandée par le fabricant de fluxmètre (ou à défaut de pouvoir d'adhérence équivalent), qu'en cas de support ne présentant pas de risque de dégradation par arrachement**, tel que du carrelage par exemple.

Il est recommandé de **fixer la sonde à l'aide de ruban adhésif simple face** :

- **de colle à adhérence faible-moyenne** (tel que du ruban adhésif de masquage pour les travaux de peinture) en allongeant d'autant les lés que l'état de surface provoque une faible adhérence (texture rugueuse...)
- **en maintenant la sonde sur ses rebords**, en évitant absolument de recouvrir la zone sensible centrale du capteur
- **en maintenant également le câble** du capteur, pour limiter le risque de chute en cas de décollement de la sonde appliquée à la verticale.

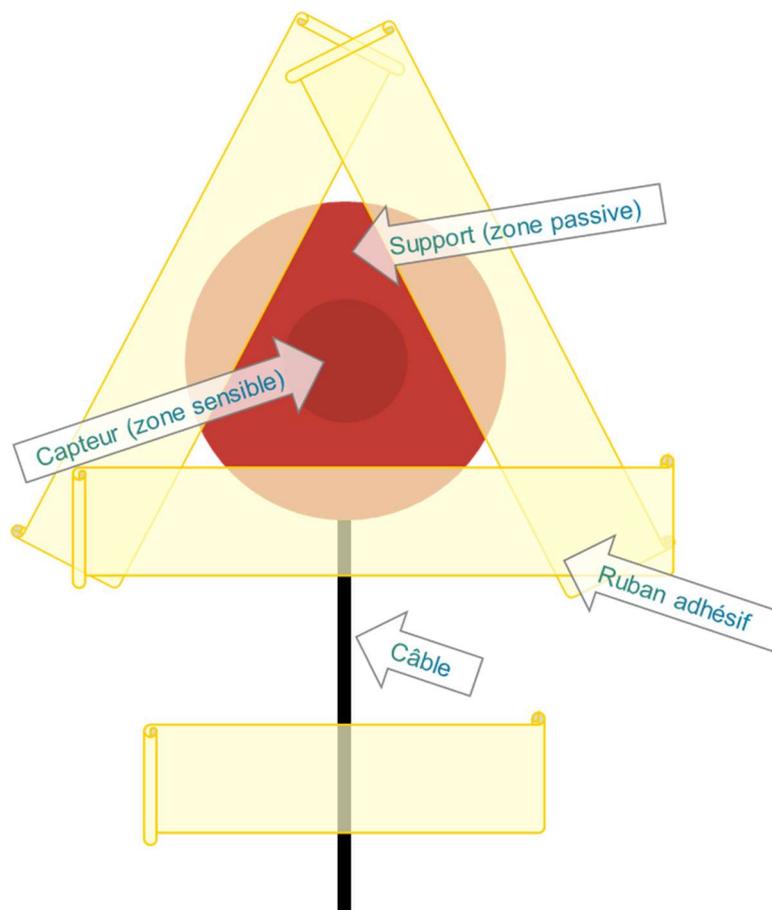


FIGURE 23 : ILLUSTRATION DE LA FIXATION RECOMMANDÉE D'UNE SONDE TRANSFERT À L'AIDE DE RUBAN ADHÉSIF

### 3.6/ INTEGRATION LOGICIELLE

#### 3.6.1/ MODELE DE DONNEES

On a expliqué au paragraphe 3.4.2/ qu'un kit matériel standard est doté de 6 modules *Transfert*, eux-mêmes pourvus chacun de 5 entrées pour sondes. Or, il apparaît très peu probable de devoir mettre en œuvre 30 mesures fluxmétriques simultanément.

Ce grand nombre d'entrées disponibles a ainsi été choisi afin d'offrir de la flexibilité lors de la mise en œuvre tout en optimisant le matériel à mobiliser, suivant la même logique d'architecture modulaire que celle adoptée pour le kit matériel complet.

L'attribution à demeure d'une sonde *Transfert* sur chacune des 30 voies disponibles aurait effectivement répondu au besoin d'adaptation du matériel à la configuration spatiale rencontrée. En revanche, non seulement la quantité de matériel à déplacer aurait été notablement augmentée, mais surtout, cet équipement systématique aurait occasionné un coût financier à l'investissement inutilement conséquent du fait du coût unitaire élevé d'une sonde *Transfert*.

Pour les raisons susmentionnées, il a été fait le choix de dissocier les mesureurs (les sondes *Transfert*) de leurs interfaces d'acquisition (les modules *Transfert*). Ce choix constitue une des spécificités du matériel *Transfert*, laquelle a des répercussions sur la gestion logicielle du matériel. Il en découle ainsi le modèle de données suivant :

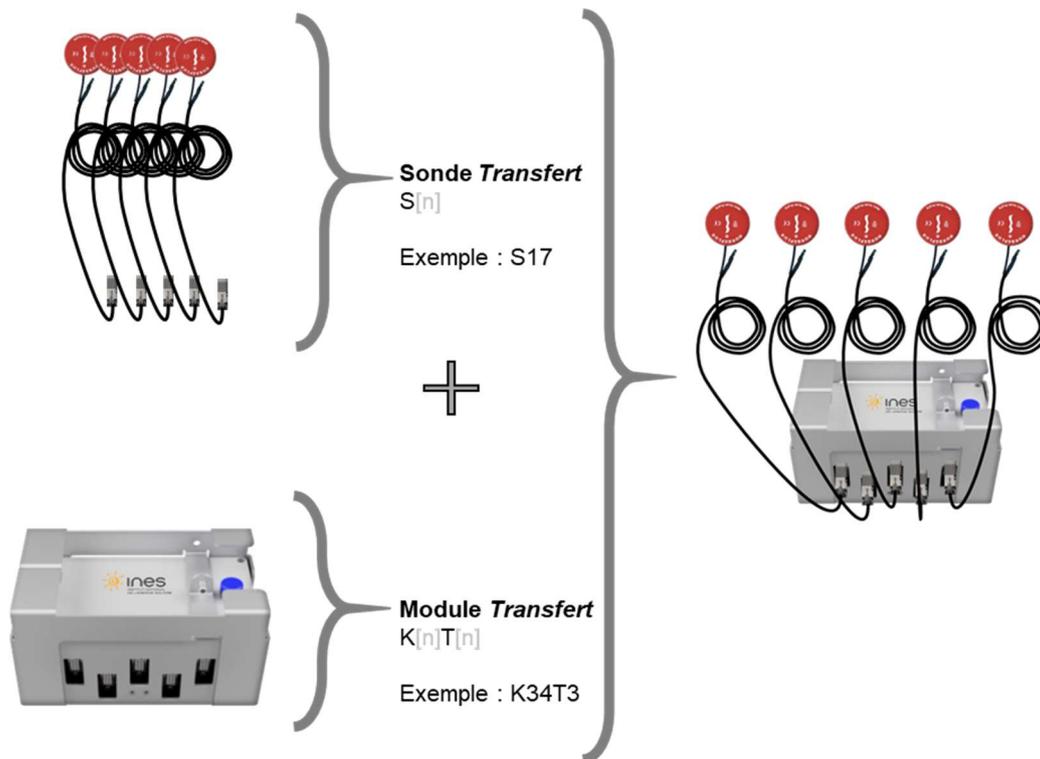


FIGURE 24 : ILLUSTRATION DU MODELE DE DONNEES D'UNE SONDE ET D'UN MODULE TRANSFERT

On note sur la Figure 24 ci-avant que contrairement à tous les modules (dont le module *Transfert*), la sonde *Transfert* n'est pas rattachée à un kit (comme l'indiquerait un préfixe K[n] dans le modèle de données). La distinction dans la dénomination entre « sonde » et « module » marque cette différence. Ce choix fait écho aux considérations ci-dessus évoquées : les sondes *Transfert* sont ainsi mutualisées et peuvent être indifféremment utilisées avec n'importe quel kit.

L'autre spécificité du matériel *Transfert* réside en ce qu'une sonde *Transfert* se compose d'un capteur de flux thermique et d'un capteur de température (cf. détails en page 25 au paragraphe 3.5.1/). De ce fait, chaque sonde génère 2 données à chaque pas de temps d'échantillonnage.

La Figure 25 ci-après illustre en conséquence le modèle de données de la sonde *Transfert*. Les données issues d'une sonde S[n] se distinguent ainsi en :

- S[n]-F pour la mesure fluxmétrique ;
- S[n]-T pour la mesure de température.

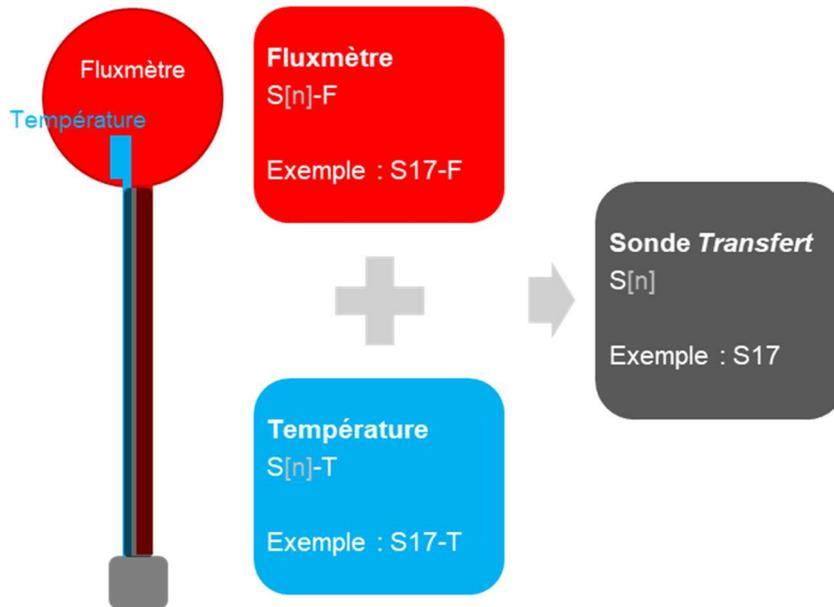


FIGURE 25 : ILLUSTRATION DU MODELE DE DONNEES POUR UNE SONDE *TRANSFERT*

### 3.6.2/ INTERFACE

Le développement des nouveaux matériels *Transfert* pour permettre l'évaluation du logement collectif s'accompagne logiquement de l'ajout de ces équipements dans l'interface d'utilisation du matériel.

Néanmoins, du fait de l'apparition des spécificités de ce matériel détaillées au paragraphe précédent, des évolutions doivent être apportées à l'interface existante pour permettre son utilisation.

Pour rappel, cette interface est à ce jour un logiciel, lié au matériel, accessible via un terminal (ordinateur, éventuellement téléphone ou tablette) sous la forme d'un site Internet.

Il fonctionne avec des comptes utilisateur·rices dont les droits restreignent plus ou moins les matériels accessibles.

On présente dans la suite, pour les principales pages et vues de l'interface existante (depuis un compte administrateur), les modifications et ajouts qui ont été opérés en ce sens.

Page d'accueil

1) Création des 2 rubriques **Kits** et **Sondes transfert**

2) Création des groupes (équivalents de kits) **Sondes transfert** : Sélection par groupes (nombre amené à évoluer)

The screenshot shows the SEREINE II software interface. On the left is a navigation menu with icons for Campagnes, Scénarios, Matériel, Prêts matériel, and Opérateurs. The main area is titled 'Accueil' and displays a grid of energy kits and transfer probes. A red box highlights the 'Kits 1)' section at the top left. Below it, there are three rows of kits: Cerema (KIT Cerema 10-39), CSTB (KIT CSTB 0-39), and Ines (KIT INES 12, 24, 34). A second red box highlights the 'Sondes transfert 1)' section at the bottom left. Below it, a blue box highlights a group of three 'Sondes transfert' items: Cerema, CSTB, and INES, with a '2)' label to its right. The top right corner shows 'KIT INES 34' and some settings icons.

Quand un kit est sélectionné > Onglet *Matériel*

3) Ajout de la rubrique **Transfert**

4) La liste des *Transfert* liés au kit doivent contenir a minima les informations suivantes :

Identifiant <sup>1</sup>	N° de série <sup>1</sup>	Numéro <sup>1</sup>	Type (sous la forme K[n] T[n]) <sup>1</sup>	Historique des emprunts matériel (icône) <sup>3</sup>	Historique des données métrologiques (icône) <sup>3</sup>	Ajouter des données métrologiques (icône) <sup>2</sup>
--------------------------	--------------------------	---------------------	---	---	---	--

Légende tableau : <sup>1</sup> : donnée figée, non éditable      <sup>2</sup> : donnée éditée automatiquement      <sup>3</sup> : donnée éditée manuellement

**SEREINE** <

- Campagnes
- Scénarios
- Matériel**
- Prêts matériel
- Opérateurs

KIT INES 34 ▾ ⚙️ 🔍

**Adjacent**

@	S/N	Numéro	Type	
0000000023530249	P23530249	1	K34A1	
00000000243A091B	P243A091B	2	K34A2	
000000002D570A10	P2D570A10	3	K34A3	

**Extérieur**

@	S/N	Numéro	Type	
000000003934052C	P3934052C	1	K34E1	

**Intérieur**

@	S/N	Numéro	Type	
00000000325B0237	P325B0237	1	K34I1	
0000000027300317	P27300317	2	K34I2	
00000000384F0513	P384F0513	3	K34I3	
0000000029620C23	P29620C23	4	K34I4	
000000003D580026	P3D580026	5	K34I5	
0000000037460012	P37460012	6	K34I6	
000000003F660B22	P3F660B22	7	K34I7	
00000000285D0C42	P285D0C42	8	K34I8	
00000000253F0533	P253F0533	9	K34I9	
0000000030340F17	P30340F17	A	K34IA	

**Pilotage**

@	S/N	Numéro	Type	
000000002313366	T2313366	0	K34P0	

**Comptage**

@	S/N	Numéro	Type	
0000000030460F2E	P30460F2E	1	K34C1	
0000000032440219	P32440219	2	K34C2	
0000000030460F2A	P30460F2A	3	K34C3	

**Façade**

@	S/N	Numéro	Type	
000000003936053C	P3936053C	1	K34F1	
00000000383D0524	P383D0524	2	K34F2	
0000000023630248	P23630248	3	K34F3	

**Transfert**

@	S/N	Numéro	Type	
000000007652642A	P7652642A	1	K34T1	
00000000675F6808	P675F6808	2	K34T2	
0000000076526407	P76526407	3	K34T3	
00000000613C6206	P613C6206	4	K34T4	
00000000765F6478	P765F6478	5	K34T5	

3) + 4)

Livrable 1.2.b – Dispositif de mesure SEREINE Enveloppe pour le logement collectif

33 / 42



9) Ajout dans le menu déroulant **Modules** de la catégorie **Transfert** et la liste des modules *Transfert*

10) Ajout dans la page de la catégorie **Transfert** et la liste des modules *Transfert* sélectionnés par le menu déroulant avec leurs informations :

Kit <sup>1</sup>	Numéro <sup>1</sup>	Code module (sous la forme K[n]T[n]) <sup>1</sup>	Numéro de série <sup>1</sup>	Niveau <sup>2</sup>	Localisation <sup>2</sup>
------------------	---------------------	---	------------------------------	---------------------	---------------------------

Légende tableau : <sup>1</sup> : donnée figée, non éditable      <sup>2</sup> : donnée éditée manuellement      <sup>3</sup> : donnée éditée automatiquement

11) Renommage du label du champ déroulant **Modules** en **Modules / Sondes**

**SEREINE** <sup>®</sup> < Campagne - matériel KIT INES 34

**Modules** 11)

Kit: KIT INES 34 | Modules / Sondes

Kit	Numéro	Code module	Niveau	Localisation
34	1	K34A1		
34	1	K34C1		
34	1	K34E1		
34	1	K34F1		
34	1	K34I1	RDC	
34	0	K34P0	RDC	

**Transfert** 9)

Kit	Numéro	Code module	Numéro de série	Niveau	Localisation
34	1	K34T1	P7652642A	RDC	
34	2	K34T2	P675F6808	RDC	

**Transfert** 10)

Menu *Campagne* > Au sein d'une campagne > Page *Matériel*

12) Ajout dans le menu déroulant **Kit** des 3 groupes **Sondes transfert Cerema**, **Sondes transfert CSTB** et **Sondes transfert INES**

13) Ajout dans le menu déroulant **Modules** de la catégorie **Sonde transfert** et la liste des **Sondes transfert**

14) Ajout dans la page de la catégorie **Sonde transfert** et de la liste des **Sondes transfert** sélectionnées par le menu déroulant avec leurs informations - pour les informations éditées automatiquement, cf. point 19) :

Kit <sup>1</sup>	Numéro <sup>1</sup>	Code sonde (sous la forme S[n]) <sup>1</sup>	Numéro de série <sup>1</sup>	Niveau <sup>2</sup>	Localisation <sup>2</sup>	Type de la paroi <sup>3</sup>	Nom de la paroi <sup>3</sup>	Inclinaison de la paroi <sup>3</sup>	Position sur la paroi <sup>3</sup>
------------------	---------------------	--	------------------------------	---------------------	---------------------------	-------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

Légende tableau : <sup>1</sup> : donnée figée, non éditable      <sup>2</sup> : donnée éditable manuellement      <sup>3</sup> : donnée éditée automatiquement

**SEREINE** < Campagne - matériel KIT INES 34 ⚙️

**Modules** 12)

Kit **Sondes transfert INES** Modules / Sondes Tout retirer

**Adjacent**

Kit	Numéro	Code module	Localisation
34	1	K34A1	

**Comptage**

Kit	Numéro	Code module	Numéro de série
34	1	K34C1	P30460F2E

**Extérieur**

Kit	Numéro	Code module	Numéro de série	Localisation
34	1	K34E1	P3934052C	

**Façade**

Kit	Numéro	Code module	Numéro de série	Inclinaison	Positionnement
34	1	K34F1	P3936053C	0	

**Intérieur**

Kit	Numéro	Code module	Numéro de série	Niveau	Localisation
34	1	K34I1	P32580237	RDC	

**Pilotage**

Kit	Numéro	Code module	Numéro de série	Niveau	Localisation
34	0	K34P0	T2313366	RDC	

**Sonde transfert** 14)

Kit	Numéro	Code sonde	Numéro de série	Niveau	Localisation	Type de la paroi	Nom de la paroi	Inclinaison de la paroi	Position sur la paroi
Sondes transfert INES	1	K-10002S1	P00000001	RDC					
Sondes transfert INES	2	K-10002S2	P00000002	RDC					

Menu *Campagne* > Au sein d'une campagne > Page *Enveloppe* > Pour une paroi mitoyenne

15) Renommage du libellé **Capteur associé** en **Modules / Sondes associés**

16) Ajout dans le menu déroulant *Modules / Sondes associés* de la liste des *Sondes transfert*

17) Ajout de la possibilité d'association de plusieurs modules/sondes à la paroi : ajout d'un bouton **+** au menu déroulant *Modules / Sondes associés*

18) À chaque clic sur le bouton **+** le module sélectionné dans le menu déroulant, son nom disparaît du menu déroulant pour être ajouté dans un tableau sous le menu déroulant (fonctionnement identique à celui pour l'ajout de modules dans la page *Matériel* dans une campagne), avec une colonne **Module / Sonde**, une colonne **Position sur la paroi** (vide par défaut), l'icône pour éditer le champ *Position sur la paroi* et l'icône pour finalement désassocier le module de la paroi - son nom réapparaît dans le menu déroulant des modules associables (fonctionnement identique à celui pour le retrait de modules dans la page *Matériel* dans une campagne)

19) L'association d'un module à la paroi renseigne automatiquement la page *Matériel* de la campagne pour la *Sonde transfert* concernée avec ces informations - cf. point 14) :

Type paroi = « Paroi mitoyenne »	Nom paroi = champ <i>Nom</i> de la modale	Inclinaison paroi = champ <i>Inclinaison</i> de la modale	Position sur la paroi
----------------------------------	---	---	-----------------------

Menu *Campagne* > Au sein d'une campagne > Page *Enveloppe* > Pour une paroi opaque extérieure

20) Renommage du libellé **Capteur associé** en **Modules / Sondes associés** – idem point 15)

21) Ajout dans le menu déroulant *Modules / Sondes associés* de la liste des *Sondes transfert* – idem point 16)

22) Ajout d'un bouton **+** au menu déroulant *Modules / Sondes associés* – idem point 17)

23) Ajout d'un tableau sous le menu déroulant avec une colonne **Module / Sonde**, une colonne **Position sur la paroi** (vide par défaut), l'icône pour éditer le champ *Position sur la paroi* et l'icône pour finalement désassocier le module de la paroi – idem point 18)

24) L'association d'un module à la paroi renseigne automatiquement la page *Matériel* de la campagne pour la *Sonde transfert* concernée avec ces informations - cf. point 14) :

Type paroi = « Paroi opaque extérieure »    Nom paroi = champ *Nom* de la modale    Inclinaison paroi = champ *Inclinaison* de la modale    Position sur la paroi

Menu *Campagne* > Au sein d'une campagne > Page *Plan*

25) Renommage du titre de section **Modules** en **Modules / Sondes**

26) Ajout de la rubrique **Transfert** et ajouter les icônes des modules *Transfert*, fonctionnement identique aux autres icônes (couleur de l'icône encore à définir)

27) Ajout de la rubrique **Sonde transfert** et ajouter les icônes des *Sondes transfert*, fonctionnement identique aux autres icônes (couleur de l'icône encore à définir)

28) Pour tous les modules, affichage à côté de l'icône d'un texte dynamique avec la valeur du champ *Localisation* saisie à la page *Matériel*

29) Pour les *Sondes transfert*, affichage à côté de l'icône d'un texte dynamique avec la valeur des champs *Inclinaison de la paroi* (fonctionnement identique à celui des modules *Façade*) et *Position sur la paroi*, liés à la *Sonde transfert*

Menu *Campagne* > Au sein d'une campagne > Page *Graphiques* > Onglet *Modules*

- 30) Renommage de l'intitulé de colonne **Capteur** en **Mesure** et **Modules** en **Modules / Sondes**
- 31) Ajout des *Sondes transfert* dans la liste des modules sous la forme **S[n] : Sonde transfert [n]**
- 32) Ajout de la mesure du fluxmètre de chaque *Sonde transfert* sous la forme **S[n]-F**
- 33) Ajout de la mesure de température de chaque *Sonde transfert* sous la forme **S[n]-T**

**SEREINE** < Campagne - graphiques KIT INES 34

Campagne DUPONT

Du 07/02/2025 10:58 Au 10/02/2025 15:38 Précision 5 minutes

Données brutes Exporter

Modules / Sondes Types de mesures

Tout décocher Tout cocher

Modules / Sondes	Mesures
<input type="checkbox"/> K34A1 : Adjacent 1	<input type="checkbox"/> K34A1-T <input type="checkbox"/> K34A1-O
<input type="checkbox"/> K34C1 : Comptage 1	<input type="checkbox"/> K34C1-V <input type="checkbox"/> K34C1-I
<input type="checkbox"/> K34E1 : Extérieur 1	<input type="checkbox"/> K34E1-T <input type="checkbox"/> K34E1-O
<input type="checkbox"/> K34F1 : Façade 1	<input type="checkbox"/> K34F1-t <input type="checkbox"/> K34F1-T <input type="checkbox"/> K34F1-O
<input type="checkbox"/> K34I1 : Intérieur 1	<input type="checkbox"/> K34I1-T <input type="checkbox"/> K34I1-V <input type="checkbox"/> K34I1-I
<input type="checkbox"/> K34P0 : Pilotage 0	
<input type="checkbox"/> K-10002S1 : Sonde transfert 1	<input type="checkbox"/> K-10002S1-T <input type="checkbox"/> K-10002S1-F
<input type="checkbox"/> K-10002S2 : Sonde transfert 2	<input type="checkbox"/> K-10002S2-T <input type="checkbox"/> K-10002S2-F
<input type="checkbox"/> K34T1 : Transfert 1	
<input type="checkbox"/> K34T2 : Transfert 2	

30) 31) 33) 32)

Menu *Campagne* > Au sein d'une campagne > Page *Graphiques* > Onglet *Types de capteurs*

34) Renommage de l'intitulé de l'onglet **Types de capteurs** en **Types de mesure** et **Modules** en **Modules / Sondes**

35) Renommage de l'intitulé de colonne **Types de capteurs** en **Type de mesure** et l'intitulé de colonne **Capteur** en **Mesure**

36) Ajout des types de mesure **Flux thermique** et **Température sonde transfert** dans la liste des modules

37) Ajout de la mesure du fluxmètre de chaque *Sonde transfert* dans la ligne du type de mesure *Flux thermique* sous la forme **S[n]-F**

38) Ajout de la mesure de température de chaque *Sonde transfert* dans la ligne du type de mesure *Température ambiante* sous la forme **S[n]-T**

**SEREINE** < Campagne - graphiques KIT INES 34

Campagne DUPONT

Du 07/02/2025 10:58 Au 10/02/2025 15:43 Précision 5 minutes

Données brutes Exporter

Modules / Sondes		Types de mesures <b>34)</b>	
		Tout décocher <input type="checkbox"/> Tout cocher <input checked="" type="checkbox"/>	
Types de mesures		Mesures <b>35)</b>	
<input type="checkbox"/> Température extérieure	<input type="checkbox"/> K34E1-T	<input type="checkbox"/> K34A1-T	
<input type="checkbox"/> Température ambiante	<input type="checkbox"/> K34I1-T		
<input type="checkbox"/> Tension d'alimentation	<input type="checkbox"/> K34I1-V	<input type="checkbox"/> K34C1-V	
<input type="checkbox"/> Puissance chauffage	<input type="checkbox"/> K34I1-I		
<input type="checkbox"/> Température face blanche	<input type="checkbox"/> K34F1-t		
<input type="checkbox"/> Température face noire	<input type="checkbox"/> K34F1-T		
<input type="checkbox"/> Niveau de la batterie	<input type="checkbox"/> K34F1-O	<input type="checkbox"/> K34E1-O	<input type="checkbox"/> K34A1-O
<input type="checkbox"/> Puissance chauffage (C)	<input type="checkbox"/> K34C1-I		
<input type="checkbox"/> Flux thermique <b>36)</b>	<input type="checkbox"/> K-10002S2-F	<input type="checkbox"/> K-10002S1-F <b>37)</b>	
<input type="checkbox"/> Température sonde transfert <b>36)</b>	<input type="checkbox"/> K-10002S2-T	<input type="checkbox"/> K-10002S1-T <b>38)</b>	

## 4/ CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce livrable présente le dispositif matériel développé dans le projet *SEREINE 2* pour permettre la réalisation d'évaluations en logement collectif.

Le matériel présenté est issu d'une évolution du matériel initialement conçu pour la réalisation d'évaluations en maisons individuelles. Ce dernier a fait l'objet de nombreux compléments et adaptations au fil des années, afin de suivre les évolutions méthodologiques d'une part, et d'augmenter la qualité de sa réponse au besoin d'autre part. Il permet aujourd'hui de couvrir les deux configurations des logements individuels et collectifs.

Du fait de ce développement nécessairement itératif, le matériel présenté pourrait être amélioré afin de faciliter la réalisation des évaluations SEREINE Enveloppe. La prise en considération des nombreuses contraintes auxquelles le dispositif est assujéti et les arbitrages en conséquence pourraient ainsi conduire à l'élaboration de dispositifs matériels différents, sans changer évidemment la nature du résultat de l'évaluation.