

LIVRABLE PUBLIC N° 3

PROTOCOLE DE MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE INTRINSÈQUE DE L'ENVELOPPE DES MAISONS INDIVIDUELLES

OCTOBRE 2021



Avec le programme PROFEEL, la filière Bâtiment s'est rassemblée pour répondre collectivement aux défis de la rénovation énergétique. 16 organisations professionnelles ont été à l'initiative de cette démarche et continuent aujourd'hui à la porter activement.

PROFEEL se compose concrètement de 9 projets, positionnés sur trois grands enjeux : favoriser le déclenchement des travaux de rénovation, garantir la qualité des travaux réalisés et consolider la relation de confiance entre les professionnels. Ces projets 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 permettront d'accompagner les acteurs durant toutes les étapes d'un projet de rénovation : en amont, pendant et après les travaux.

SEREINE, un des 9 projets PROFEEL, 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 8 organismes publics et privés, a permis la création d'un nouvel outil de mesure qui permet aujourd'hui de caractériser les performances énergétiques des maisons individuelles en 24 à 48 heures. Ensemble, ils ont abouti à une solution inédite globale pour mesurer la performance de l'enveloppe et des systèmes énergétiques d'une maison individuelle.

Le présent document est le fruit d'un travail collectif de ces 8 organismes publics et privés, sous l'observation des acteurs de la filière bâtiment en France.

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

MEMBRES DU CONSORTIUM :



RÉDACTION :

Fadi LAHLOU – CSTB

COORDINATION :

Fadi LAHLOU – CSTB

PARTENAIRES PROFEEL :

Pouvoirs Publics



Porteurs



Financiers



Filière Bâtiment



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



SUIVI DES VERSIONS

Indice	Date	Validation	Commentaire
1.0	13/07/2021	Fadi LAHLOU	

TABLE DES MATIÈRES

1/ Introduction	5
2/ Termes et définitions	5
3/ Domaine d'application de la méthode	6
> 3.1/ Rappel des principes de la méthode	6
> 3.2/ Typologies constructives visées	7
> 3.3/ Conditions climatiques extérieures.....	7
> 3.4/ Temps d'immobilisation	8
4/ Matériel de mesure	9
> 4.1/ Principe de la mesure	9
> 4.2/ Caractéristiques de l'équipement de mesure	10
> 4.3/ Matériel complémentaire	12
5/ Mode opératoire.....	13
> 5.1/ Conditions de mesurage.....	13
5.1.1/ Vérification électrique	13
5.1.2/ Assurance et formation des opérateurs	13
> 5.2/ Préparation de la campagne de mesure	14
5.2.1/ Eléments à collecter	14
5.2.2/ Planification de l'installation des capteurs par analyse des plans	14
5.2.3/ Vérification du respect de la puissance électrique maximale admissible	16
5.2.4/ Chargement du fichier scénario	16
5.2.5/ Vérification de la météo en amont.....	17
> 5.3/ mode opératoire jour J.....	17
5.3.1/ Préparation du bâtiment	17
5.3.2/ Mise en place du matériel	17
5.3.3/ Lancement du test.....	18
5.3.4/ Arrêt d'urgence et défaillance.....	18
5.3.5/ Arrêt de l'essai	19
6/ Interprétation des résultats – Pertinence de l'indicateur mesuré	20
7/ Incertitude de mesure	21
8/ Annexes	22
> 8.1/ Checklist Lancement	22
> 8.2/ Checklist Arrêt	22
> 8.3/ Nuancier couleurs extérieures.....	23
> 8.4/ Scénario pseudo-aléatoire.....	24
> 8.4/ Exemple d'attestation de formation des opérateurs	25

1/ INTRODUCTION

Le projet SEREINE (« Solution d'Evaluation de la performance Energétique Intrinsèque des bâtiments ») a pour ambition d'apporter une solution commune à la filière pour analyser et mesurer objectivement l'efficacité des travaux après la livraison qu'il s'agisse de construction neuve ou de rénovation thermique.

La méthode de mesure in situ proposée devra ainsi pouvoir quantifier la part des consommations imputables au processus de conception, construction, rénovation et par conséquent caractériser la performance des ouvrages. Plusieurs éléments sont responsables de cette performance, notamment l'enveloppe du bâtiment. Le protocole de mesure présenté dans ce livrable vise à mesurer l'indicateur de performance partielle, qu'est l'isolation globale de l'enveloppe, pour la maison neuve ou rénovée.

2/ TERMES ET DEFINITIONS

Htr (W/K) : coefficient de déperdition thermique par transmission défini dans la norme NF EN ISO 13789 : 2017

Hve (W/K) : coefficient de transfert thermique par renouvellement d'air, dû aux infiltrations d'air, défini dans la norme NF EN ISO 13789 : 2017.

HLC (W/K) : coefficient de déperdition thermique de l'enveloppe globale (transmission + pertes par infiltrations d'air), $HLC = Htr + Hve$

Ubat (W/(m².K)) : coefficient de déperdition thermique surfacique de l'enveloppe par transmission défini dans le Th-Bat de la RT2005 ou RT existant globale

Q4Pa-surf (m³/(h.m²)) : perméabilité à l'air sous 4 Pa : débit de fuite à travers l'enveloppe du bâtiment rapporté à l'aire de l'enveloppe, défini dans la norme NF EN ISO 9972

CL (m³/(h.Pan)) : coefficient de fuite d'air, défini dans la norme NF EN ISO 9972

n (-) : Exposant de débit d'air

P_{max} : puissance maximale de chaque module intérieur

P_{disp} : puissance électrique maximale disponible (au compteur) : permet de dimensionner le matériel installé

3/ DOMAINE D'APPLICATION DE LA METHODE

3.1/ RAPPEL DES PRINCIPES DE LA METHODE

La méthode enveloppe SEREINE a pour objectif de déterminer les coefficients de déperdition thermiques HLC et Htr d'un bâtiment complet à réception de sa construction ou à la suite de travaux de rénovation. Elle vise en particulier la maison individuelle.

Pour cela, la méthode se base sur :

- Un protocole de mesure sur le bâtiment, à l'aide notamment d'un kit d'instrumentation transportable. Ce protocole est décrit dans le chapitre 4.1.
- Une méthode d'identification brièvement décrite ci-après et faisant l'objet d'une description détaillée dans le livrable Méthodologie enveloppe.

Le procédé pour l'identification du coefficient de transmission thermique et de l'incertitude sur ce coefficient est le suivant :

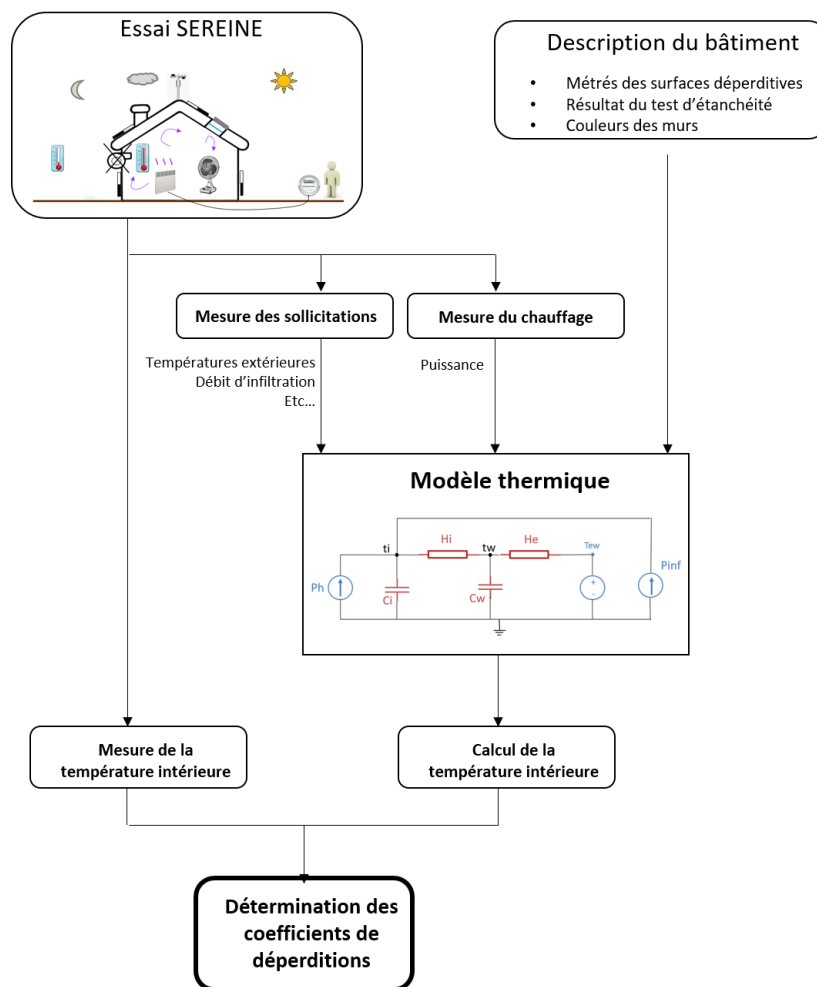


Figure 1 : Identification du coefficient de transmission thermique et de son incertitude

Les données mesurées issues de l'essai SEREINE ainsi que les données caractéristiques du bâtiment (fichier descriptif et résultat du test d'étanchéité à l'air) sont utilisées pour simuler la réponse thermique du bâtiment (température d'air moyenne intérieure) à l'aide d'un modèle thermique de bâtiment simplifié.

Le modèle thermique utilisé dans les calculs est sélectionné dans une banque de modèles afin d'utiliser le modèle le plus représentatif de la typologie du bâtiment testé.

L'incertitude des coefficients de transmission thermique H_{tr} et HLC représentant le niveau d'isolation thermique globale de l'enveloppe avec et sans prise en compte des infiltrations d'air, est ensuite calculée (par méthode inverse) en prenant en compte l'ensemble des sources d'erreur des données utilisées.

3.2/ TYPOLOGIES CONSTRUCTIVES VISEES

La méthode de mesure in situ SEREINE telle que décrite dans ce livrable ainsi que le protocole de mise en place de la mesure qui sera détaillé dans les prochains chapitres, s'applique sur les maisons individuelles neuves ou existantes, quand les différentes conditions ci-dessous y sont remplies simultanément :

- Isolation thermique achevée, parements intérieurs achevés et jointoyés, étanchéité à l'air réalisée sur tous les points singuliers, prises électriques raccordées au tableau...
- Les dalles/chapes ont été coulées depuis au moins trois mois et ce afin de limiter les phénomènes d'évaporation liés au séchage du béton. Les revêtements de sols ont été posés.
- Dans le cas d'une maison existante faiblement ou non isolée, le volume chauffé doit être suffisamment faible ou l'abonnement électrique suffisamment élevé afin de permettre une montée en température suffisante (d'au moins 5°C).
- Les essais SEREINE privilégient les maisons non mitoyennes. Les maisons mitoyennes peuvent aussi être testées à condition que la surface totale de mitoyenneté ne dépasse pas 1/6 de la surface totale de l'enveloppe. Il est aussi nécessaire de pouvoir poser un capteur de température derrière la paroi mitoyenne afin de caractériser le flux qui la traverse ce qui rajoute une complexité logistique lors de la préparation et mise en œuvre de l'essai.
- Il est recommandé que les parois vitrées de la maison soient munies majoritairement de protections solaires extérieures opaques de type volets roulants ou battants. Les surfaces vitrées sans protection solaire (ex : verre opacifiant salle de bain, toilettes...) ne doivent ainsi pas excéder 40 % des surfaces vitrées totales de la maison.

De préférence, et afin de réduire l'incertitude de la mesure, les espaces non chauffés de la maison testée (garage, vide sanitaire, comble perdu...) doivent être accessibles via au minimum une trappe de visite afin de permettre la pose d'un capteur de température.

Les essais SEREINE réalisés sur des maisons individuelles isolées sur terre-plein conduisent généralement à des incertitudes plus importantes du fait de l'incertitude sur la température du sol. Cela ne remet cependant pas en cause la faisabilité de l'essai.

3.3/ CONDITIONS CLIMATIQUES EXTERIEURES

Le principe de l'essai consiste à imposer des créneaux de chauffe et d'arrêt de chauffage à l'intérieur du bâtiment et d'observer le transfert thermique à travers l'enveloppe. Afin d'obtenir une incertitude acceptable lors de l'essai, il est nécessaire d'avoir suffisamment de transfert thermique vers l'extérieur. On recommandera donc l'exécution du test pour une température extérieure moyenne qui ne dépasse pas 20°C en moyenne pendant l'essai. Concrètement, en période estivale (de Juin à mi-Septembre) sur un certain nombre de départements, une attention particulière doit être portée aux prévisions météorologiques durant la période de test envisagée. Comme on peut le constater sur la carte ci-dessous, cette restriction est impactante sur une partie limitée du territoire.

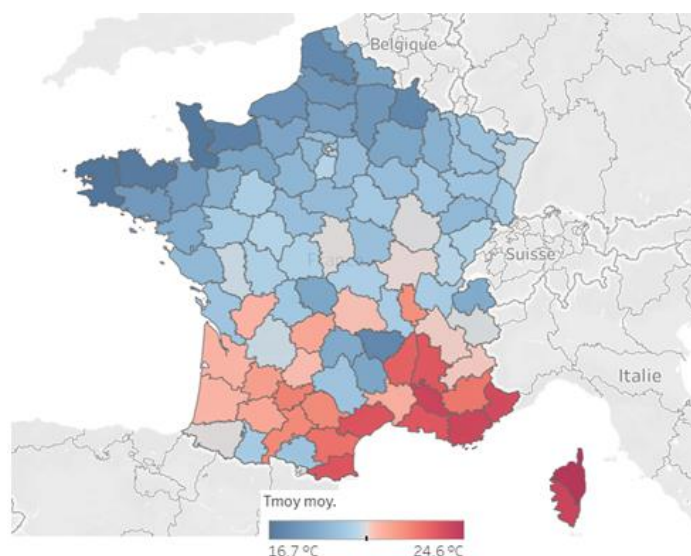


Figure 2 : Température moyenne journalière par département de France durant la saison estivale selon « data.gouv.fr »

La méthode d'analyse proposée permet également de séparer les déperditions par transmission thermique des déperditions dues aux infiltrations d'air. Pour pouvoir isoler l'impact des infiltrations, il est nécessaire d'avoir le coefficient de fuite d'air et l'exposant de débit d'air de la maison (selon la Norme NF EN ISO 9972 et FD P50-784). Afin d'optimiser la mesure SEREINE, et si la maison n'a pas déjà fait l'objet d'une mesure de perméabilité, il est recommandé de mutualiser cette mesure avec l'intervention pour la mise en place du test SEREINE sur l'enveloppe. Pour ce faire, l'opérateur de mesure devra s'assurer que les conditions extérieures de vent permettront la réalisation de la mesure de perméabilité selon la norme avant le lancement du test sur l'enveloppe.

En plus des critères pour la mesure de perméabilité, et afin de limiter les incertitudes de la méthode d'analyse SEREINE, il est toutefois conseillé d'éviter de lancer l'essai si la vitesse moyenne du vent prévue sur l'un des jours de la période de test envisagée est supérieure à 50 km/h.

3.4/ TEMPS D'IMMOBILISATION

Pour les typologies visées, la durée du test envisagée varie entre 12h et 72h en fonction du système d'isolation et de la température extérieure.

Système d'isolation	T _{ext} moyenne [°C]	Temps d'immobilisation [heures]
Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI)	Entre 8 et 20	48h
	En dessous de 8	24h
Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE)	Entre 8 et 20	72h
	En dessous de 8	48h
Passoire thermique	En dessous de 20	12h

Tableau 1 : Temps d'immobilisation pour le test enveloppe

Durant cette période la maison doit être immobilisée, et aucun occupant ou corps d'état ne doit avoir accès à l'intérieur du bâtiment. Il est recommandé de fermer la maison à clef et d'apposer une pancarte du type « essai en cours, ne pas rentrer + (nom et numéro téléphone de l'opérateur) » sur la porte d'entrée. En cas d'urgence (matériel d'essai défectueux...), l'opérateur chargé de l'essai doit cependant pouvoir pénétrer à tout moment à l'intérieur de la maison.

Le temps d'installation pour une maison est en général d'une demi-journée pour une personne. Le temps d'installation peut être réduit de moitié si deux personnes installent le matériel et préparent la maison en même temps. La dépose du matériel après la fin de l'essai nécessite environ 2h.

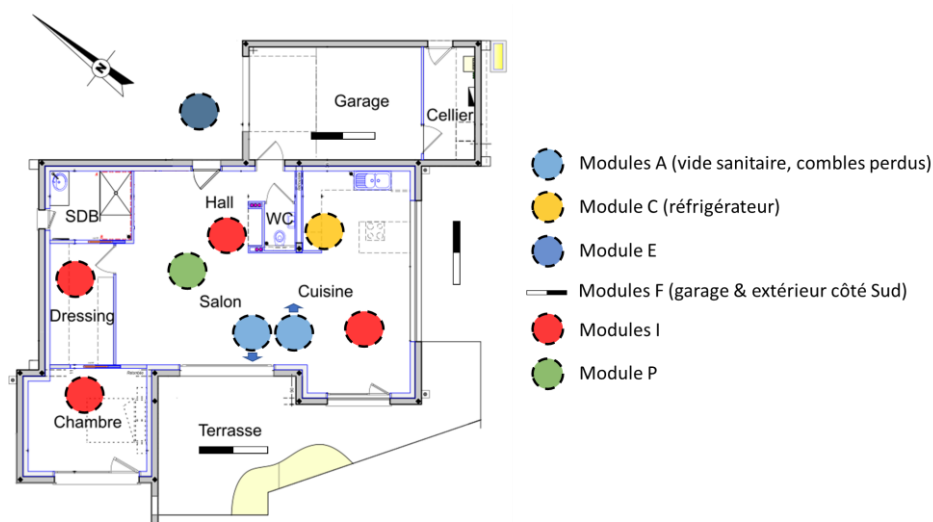
Si l'essai SEREINE est à lancer en même temps que l'essai de porte soufflante, il faut prévoir 1 heure en plus.

4/ MATERIEL DE MESURE

4.1/ PRINCIPE DE LA MESURE

Le principe de l'instrumentation déployée est de pouvoir mesurer les données nécessaires à l'application de la méthode SEREINE. Différents types de capteurs sont répartis à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitation. Le principe de ces essais est de solliciter thermiquement le bâtiment pour étudier sa réponse aux sollicitations thermiques extérieures et intérieures (chauffage). Le kit doit être modulable en fonction de la taille de la maison.

Le protocole consiste à chauffer et à brasser l'air de chaque pièce de la maison pouvant comporter un module du kit SEREINE. Les données à mesurer sont la consommation électrique totale, les températures d'air intérieures, la température d'air extérieur et la température équivalente qui prend en compte l'effet du rayonnement de trois parois. Des capteurs spécifiques (modules façades), développés par le CSTB, sont à utiliser pour la mesure des températures extérieures équivalentes des parois ensoleillées. Ils permettent notamment de prendre en compte l'effet du rayonnement solaire vers l'environnement intérieur.



L'enregistrement des données devra être régulier pour éviter les pertes, un module de pilotage sans fil centralisant les données et les enregistrant sur un serveur ou un disque dur externe.

À l'arrêt comme en cours d'essai, la sécurité des opérateurs doit être constamment assurée dans la maison. L'installation et la mise en fonctionnement des modules doivent respecter les règles essentielles en matière de sécurité. Ainsi, l'installation des différents éléments doit garantir la sécurité des opérateurs vis-à-vis des risques de chute (en particulier à l'extérieur) et des risques d'électrocution (en particulier lors du branchement des modules intérieurs).

Durant l'essai, la température intérieure ne doit en aucun cas dépasser la valeur seuil de 35°C. Ainsi, le kit doit permettre :

- un suivi distant permettant de consulter un minimum les mesures de température intérieure et d'arrêter l'essai à distance,
- un système d'arrêt automatique embarqué coupant l'alimentation des convecteurs en cas de dépassement de ce seuil.

4.2/ CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT DE MESURE

Le kit SEREINE est composé de plusieurs modules. Chaque pièce de l'habitation est instrumentée par un module **Intérieur**, sauf les pièces non chauffées (garage, comble, etc.) et les petites pièces (si la surface au sol est inférieure à 5 m² et/ou si ces surfaces déperditives sont inférieures à 3 m²). Les petites pièces sont chauffées par le module de la pièce attenante : on veillera donc à laisser toutes les portes de la maison ouvertes.

Selon les dimensions de la pièce, un ou plusieurs modules sont installés par pièce.

Chaque **module Intérieur** est composé des éléments suivants :

- Convecteur et brasseur d'air :

Pour chauffer et brasser l'air de chaque pièce, un module est composé d'un convecteur et d'un brasseur d'air ou éventuellement d'un convecteur soufflant oscillant. La puissance nominale d'un convecteur est d'environ 500 W par module pour une pièce de 20 m². La puissance maximale du convecteur doit être ajustable de manière à éviter un appel de puissance au démarrage de l'essai supérieur à la puissance disponible.

- Sonde de température d'air intérieur :

La température d'air intérieur de chaque pièce est mesurée par une sonde de température conformément à la norme NF EN ISO 7726. La sonde est positionnable au centre de la pièce à l'aide d'un support dédié.

L'incertitude maximale tolérée sur la mesure de température d'air intérieur (capteur + acquisition) devra être de $\pm 0,5$ °C.

- Régulateur et programmeur :

Chaque convecteur est piloté par une régulation PID en fonction d'une température de consigne mesurée par une sonde de régulation. En parallèle, le régulateur sera programmable pour pouvoir chauffer, arrêter de chauffer, et maintenir une température de consigne.

Le régulateur et le programmeur doivent pouvoir être paramétrés en durée des phases et en température de consigne.

La précision du PID devra être de CA = 0,5 K.

- Compteur énergétique :

Les consommations électriques de l'ensemble des éléments d'un module (convecteur, brasseur d'air, sondes, système d'enregistrement + possiblement un équipement supplémentaire qu'il est impossible de débrancher durant la durée du test comme un frigo par exemple), sont mesurées par un compteur électrique.

Le compteur doit pouvoir mesurer et enregistrer des puissances qui rentrent dans la plage de celles utilisées par les appareils. La précision de l'appareil doit être au moins de ± 1 % + 1 digit. La résolution du digit doit être au minimum de 0,5 Wh, par exemple pour un compteur impulsif : le nombre minimal est de 2 pulses par Wh.

- Système d'enregistrement :

L'acquisition des données (température d'air et consommation électrique) pourra être réalisée dans un boîtier indépendant que nous appellerons système d'enregistrement. Chaque module a son système d'enregistrement qui est alimenté par la même prise murale que les autres éléments du module. Le système doit pouvoir collecter toutes les données envoyées par la sonde de température d'air et le compteur énergétique. Le pas de temps de l'acquisition doit être inférieur ou égal à la minute. Le deuxième rôle de ce système est de transmettre les acquisitions au module de pilotage au fur et à mesure de l'essai pour centraliser et sauvegarder les données et pour pouvoir les consulter à tout moment. Cette transmission au module de pilotage est sans fil, fiable et sécurisée. La durée d'acquisition est à prendre en compte pour le délai de transmission.

Tous les éléments composants un **module Intérieur** peuvent être rassemblés dans un seul équipement à condition qu'il n'y ait pas de risque électrique associé à cet équipement.

Les sollicitations extérieures qu'il faudra mesurer sont au minimum : la température d'air extérieur, et le rayonnement avec l'environnement (3 capteurs de température extérieure équivalente appelés Modules Façades). Toutes les acquisitions sont envoyées avec un pas de temps d'une minute au module de pilotage par une transmission sans fil, fiable et sécurisée.

➤ Module Extérieur :

La température extérieure doit être mesurée par une sonde abritée du soleil et des intempéries, conformément au guide de l'OMM n° 8.

L'erreur maximale tolérée sur la mesure de température extérieure doit être de $\pm 0,5$ °C.

➤ Module Adjacent :

La température des locaux adjacents non chauffés (vide sanitaire, garage) doit être mesurée par une sonde de température, conformément au guide de l'OMM n° 8.

L'erreur maximale tolérée sur la mesure de température extérieure doit être de $\pm 0,5$ °C.

➤ Module Façade :

Un capteur permettant de mesurer la température extérieure équivalente est installé devant les parois les plus impactées par le soleil. Il doit être accroché le plus au centre possible des parois. S'il existe un dispositif permettant de fixer le capteur à la paroi, il ne doit pas dégrader le revêtement extérieur de la paroi.

Chaque capteur est constitué de deux sondes de température. Ils doivent être équipés d'un enregistreur-émetteur pour envoyer les données au module pilotage via un réseau sans fil.

L'erreur maximale tolérée sur chaque sonde de température du capteur doit être de $\pm 0,5$ °C.

Chaque capteur de mesure doit être amovible afin d'en faciliter la calibration et le remplacement.

Le pilotage de l'ensemble des modules Intérieurs, Façade, et Extérieur ainsi que la récupération de l'ensemble des données doit être centralisé par un système sans fil connecté à internet et qu'il est possible de piloter à distance :

➤ Module Pilotage :

Un concentrateur récupère toutes les données envoyées par les systèmes d'enregistrement de chaque module intérieur et des capteurs extérieurs et adjacents grâce à un réseau sans fil. Ensuite, il doit pouvoir les sauvegarder sur une mémoire interne physique ou sur un serveur de manière continue en cas de panne de courant.

Toutes les données doivent pouvoir être lues par un système d'exploitation Windows 10 et antérieur. Quelle que soit l'interface informatique et/ou le logiciel permettant de piloter l'essai, l'ensemble des données brutes partant des systèmes d'enregistrement et arrivant au module de pilotage doit pouvoir être accessible si besoin, dans un format standard (texte, tableur Excel, etc.). La correction des erreurs systématiques de chaque capteur à la suite de leur étalonnage doit être possible.

Le programme de pilotage doit permettre de commander les régulateurs en réglant les températures de consigne des phases de chauffage, ainsi que la durée de chaque phase et l'intervalle d'acquisition. Il doit permettre une montée homogène des températures entre les différents modules intérieurs. Il doit aussi permettre l'arrêt à distance de l'essai et le suivi de l'ensemble des mesures avec un envoi des données stockées dans le module de pilotage toutes les 15 minutes au maximum.

L'ensemble des éléments composant un kit SEREINE peuvent être rassemblés selon la dénomination suivante dans le tableau ci-dessous :

Fonction du module	Caractéristiques	Précision de mesure	Exemple de dénomination	Nombre par kit SEREINE
Pilotage, concentration	Données de mesure	Toutes les 15' max	Module P (Pilotage)	1
Comptage électrique des équipements qui doivent rester alimentés	Puissance en W	± 1 %	Module C (Comptage)	En fonction du nombre d'équipements
Chauffage, brassage et mesure de température intérieure	Puissance de chauffe en W et Température en °C	± 1 % et ± 0,5 °C	Module I (Intérieur)	En fonction de la surface et la puissance
Température équivalente des façades	Température en °C	± 0,5 °C	Module F (Façade)	3
Température d'air extérieur	Température en °C	± 0,5 °C	Module E (Extérieur)	1
Température d'air des locaux adjacents	Température en °C	± 0,5 °C	Module A (Adjacent)	2

Tableau 2 : L'ensemble des éléments composants un kit SEREINE

4.3/ MATERIEL COMPLEMENTAIRE

En plus de l'instrumentation décrite dans le cahier des charges, l'essai peut nécessiter le matériel suivant :

- Adhésif pour obturation des bouches de VMC (entrée et sortie d'air) et fixation de protections rapportés sur les parois translucides qui ne sont pas équipées de protections solaires,
- Escabeau conforme aux règles de sécurité des personnes pour atteindre les bouches de VMC,
- Chaîne + cadenas pour attacher, si possible, le matériel laissé à l'extérieur,
- Protections solaires rapportées (cartons opaques, pare-soleil ou pare-brise) pour masquer les parois translucides ou vitrées non équipées de protection solaire (typiquement fenêtres des salles d'eau, porte d'entrée partiellement vitrée...),
- Serres joints/écarteurs qui serviront à positionner les capteurs extérieurs s'il est difficile d'utiliser les trépieds,
- Outillage divers (tournevis cruciforme, plat, cutter...) et colliers de serrage type Colson (si besoin d'installer un capteur sans trépied),
- Des scellés pour bloquer l'accès au logement après instrumentation et lancement de l'essai,
- Appareil photo (possible d'utiliser celui du téléphone),
- Câble Ethernet (lancement en local), Clef 4G (si impossible, utiliser son smartphone comme hotspot WIFI),
- Rallonges électriques et multiprises selon les normes NF EN 61316 et 61242 pour faciliter le positionnement des modules au centre des pièces,
- Sur-chaussures d'intérieur afin de ne pas salir le sol,
- Chiffons + matériel de nettoyage (à prévoir principalement pour la dépose du matériel),

5/ MODE OPERATOIRE

5.1/ CONDITIONS DE MESURAGE

5.1.1/ VERIFICATION ELECTRIQUE

L'essai nécessite un raccordement électrique, dont la puissance souscrite est supérieure ou égale à 6 kVA pour une maison neuve ou rénovée, 9 kVA pour une maison sans isolation ou très faiblement isolée ou pour une maison isolée mais dont la surface habitable dépasse les 175m², et 12 kVA pour une maison peu ou pas isolée dont la surface habitable est supérieure à 175m². L'opérateur chargé de l'essai doit, de plus, avoir l'autorisation d'accéder au tableau électrique de la maison pour pouvoir le cas échéant réaliser les manipulations suivantes :

- Réenclencher le disjoncteur principal en cas de dépassement de la puissance,
- Couper / relancer la VMC, si celle-ci est raccordée au tableau au moment du test,
- Couper / relancer le système de chauffage de la maison, si celui-ci est raccordé au tableau au moment du test (idem pour la climatisation si un équipement est présent),
- Couper / relancer la production d'eau chaude sanitaire, si celle-ci est raccordée au tableau au moment du test.

Tous les systèmes de chauffage / eau chaude sanitaire non électrique doivent de plus être coupés avant le test. Dans le cas d'une production d'eau chaude sanitaire réalisée en partie par des panneaux solaires thermiques, le système de délestage doit cependant être en route pendant l'essai pour éviter toutes pathologies sur les panneaux.

Pour le neuf : l'installation électrique a été faite par un professionnel. Elle doit être équipée de toutes les protections nécessaires pour garantir la sécurité de l'opérateur et de la maison et dispose de l'attestation de conformité du Consuel.

Pour la rénovation : les appareils qui nécessitent le maintien de l'alimentation électrique durant l'essai devront être branchés sur des compteurs énergétiques afin de mesurer leur consommation durant l'essai. Deux semaines avant le début du test, la vérification par un électricien de l'ensemble du circuit électrique du logement devra être réalisée afin de s'assurer que celui-ci est adapté au test SEREINE et qu'il ne présente pas de risque d'incendie ou de court-circuit. Un document engageant la responsabilité de l'électricien en cas d'incident d'origine électrique devra être remis à la suite de la vérification.

5.1.2/ ASSURANCE ET FORMATION DES OPERATEURS

Tout opérateur qui manipule le kit SEREINE pour la réalisation d'un essai doit être en possession d'une attestation de responsabilité civile auprès d'un assureur dont les garanties sont acquises à la réalisation de test de mesure in situ du niveau d'isolation thermique et notamment la mesure SEREINE.

De même, il est nécessaire que l'opérateur soit en possession d'une attestation de formation à l'utilisation du kit délivrée suite à sa formation dans l'une des antennes partenaires du projet et habilitée à délivrer cette attestation.

5.2/ PREPARATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

5.2.1/ELEMENTS A COLLECTER

Une fois un logement compatible avec un essai SEREINE sélectionné, il est nécessaire de récupérer les éléments suivants afin de s'assurer du bon déroulement de l'essai :

- Les plans de la maison qui serviront à choisir le positionnement des capteurs,
- Les métrés de toutes les surfaces de la maison,
- Les coordonnées GPS et le plan d'accès à la maison,
- Si la maison est équipée d'un système d'alarme, le code de ce dernier,
- L'ensemble des appareils ménagers nécessitant constamment une alimentation électrique (ex : réfrigérateurs, congélateurs en espace chauffé, box internet, aquarium...) ainsi que les informations sur la puissance de ces derniers
- Les systèmes et informations de redémarrage de matériel fragile (congélateur, alarme...)
- L'autorisation de couper la VMC, les équipements de production d'ECS et de chauffage
- le fichier RSET RT2012 (Récapitulatif Standardisé d'Etude Thermique) issu de l'étude thermique réglementaire
- Si le RSET n'est pas disponible, il faudra relever les surfaces et conductances U des parois (ou à défaut le type d'isolant et une estimation de son épaisseur) ainsi que le U_w des fenêtres (ou à défaut s'il s'agit de simple, double ou triple vitrage) et leurs surfaces
- Le rapport d'étanchéité de l'air si le test de perméabilité a déjà été fait

NB : De manière préférentielle, la mesure de la perméabilité à l'air doit être réalisée avec la mesure SEREINE, ceci afin de ne pas introduire d'incertitude sur la mise en œuvre du confinement du bâtiment.

5.2.2/PLANIFICATION DE L'INSTALLATION DES CAPTEURS PAR ANALYSE DES PLANS

Modules intérieurs

À partir des plans de la maison, prévoir l'implantation des modules intérieurs de la manière suivante :

- Un module par « petite » pièce (inférieure à 20 m²) hors dégagements / couloirs
- Deux à trois modules pour les « grandes » pièces, typiquement 2 pour un séjour, 3 pour un séjour avec cuisine ouverte.

Capteurs extérieurs

Des capteurs autonomes de température d'air doivent être placés comme ceci :

- Un capteur en dehors de la maison, à proximité de celle-ci (**Module Extérieur**). Le capteur doit être protégé du rayonnement solaire et des réverbérations possibles, il peut être mis sous un abri à condition que celui-ci soit suffisamment ventilé avec l'extérieur.
- Pour les planchers hauts donnant sur un comble perdu, un capteur de température sera posé proche de la trappe d'accès (**Module Adjacent**). La possibilité d'ouvrir la trappe d'accès au comble perdu devra donc être confirmée avant l'essai dans ce cas.
- Pour les planchers bas donnant sur un vide sanitaire, un capteur de température sera posé proche de la trappe d'accès (**Module Adjacent**). La possibilité d'ouvrir la trappe d'accès au vide sanitaire devra donc être confirmée avant l'essai dans ce cas.
- Pour les locaux non chauffés, comme le garage, un capteur de température sera posé à proximité de la paroi dans le local non chauffé (**Module Adjacent**).
- Pour les maisons mitoyennes seulement, un capteur de température sera posé au milieu de la paroi mitoyenne environ à mi-hauteur de celle-ci du côté de la maison mitoyenne à celle qui sera testée (**Module Adjacent**).

Trois modules Façade doivent être placés autour de la maison afin de caractériser la température des parois les plus impactées par le soleil. Les **modules Façade** ou modules F doivent être placés à l'abri des masques, avec la même inclinaison que la paroi qu'il représente. Le placement des trois modules F se fait de la manière suivante :

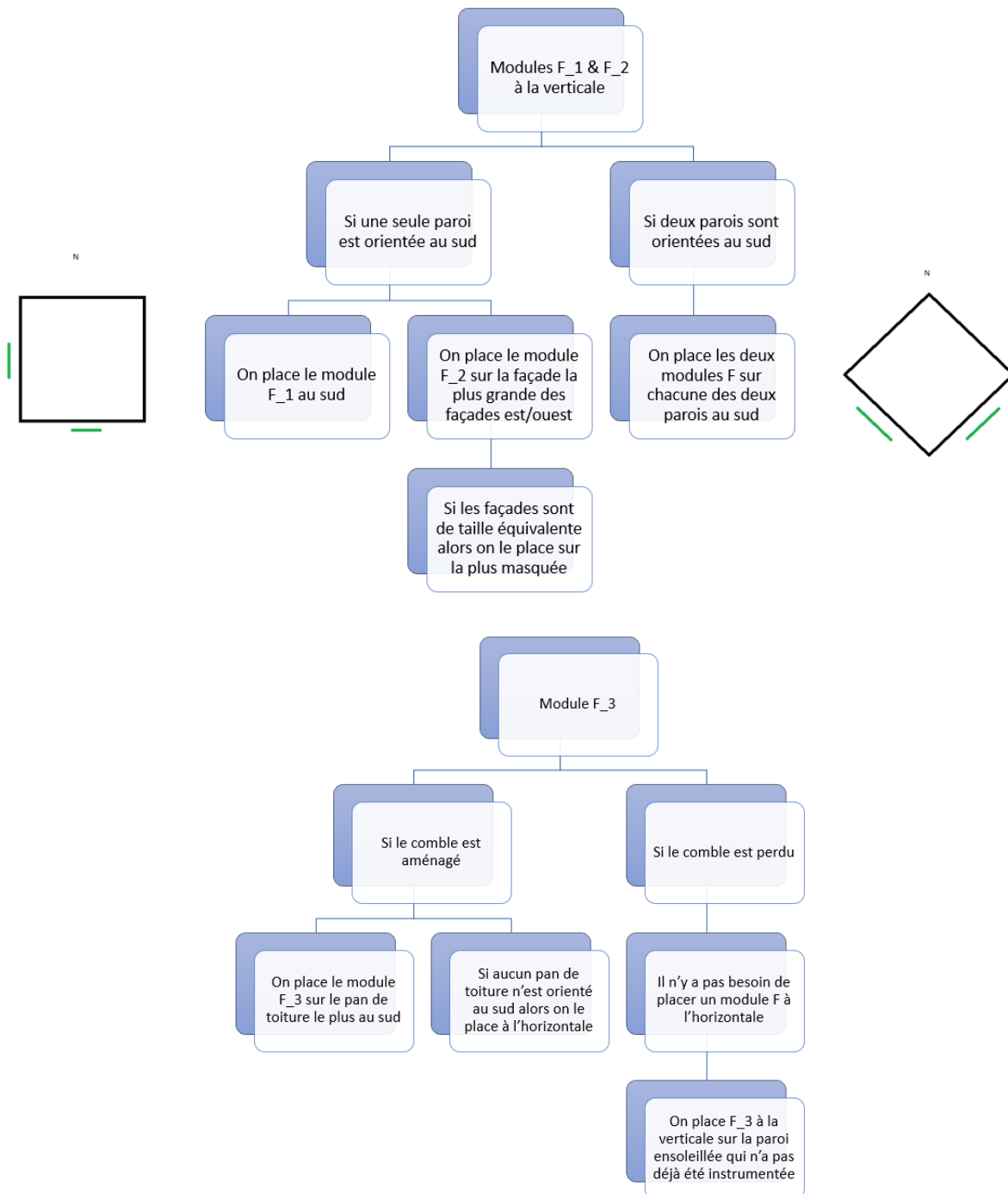


Figure 4 : Placement des modules Façade

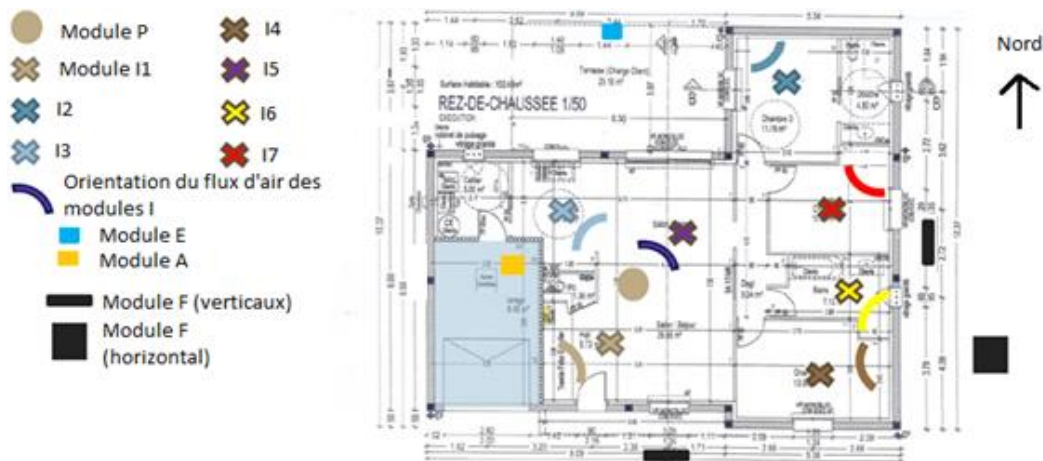


Figure 5 : Exemple d'instrumentation sur plan

5.2.3/ VERIFICATION DU RESPECT DE LA PUISSANCE ELECTRIQUE MAXIMALE ADMISSIBLE

La puissance électrique disponible pour le bâtiment testé P_{dispo} permet de dimensionner la puissance maximale de chaque module émetteur P_{max} .

Le réglage de ces niveaux de puissance se fait de manière à obtenir :

$$P_{max} \leq \frac{P_{dispo}}{n}$$

n étant le nombre de modules intérieurs prévus dans l'essai.

5.2.4/ CHARGEMENT DU FICHER SCENARIO

Le scénario de pilotage des modules intérieurs se définit par plusieurs phases de chauffage et de relaxation. Chaque phase a une durée t. Le nombre de phases et la durée de chacune ont été optimisés afin d'obtenir le scénario pseudo-aléatoire qui sera utilisé pour tous les essais SEREINE dont la description se trouve en annexe.

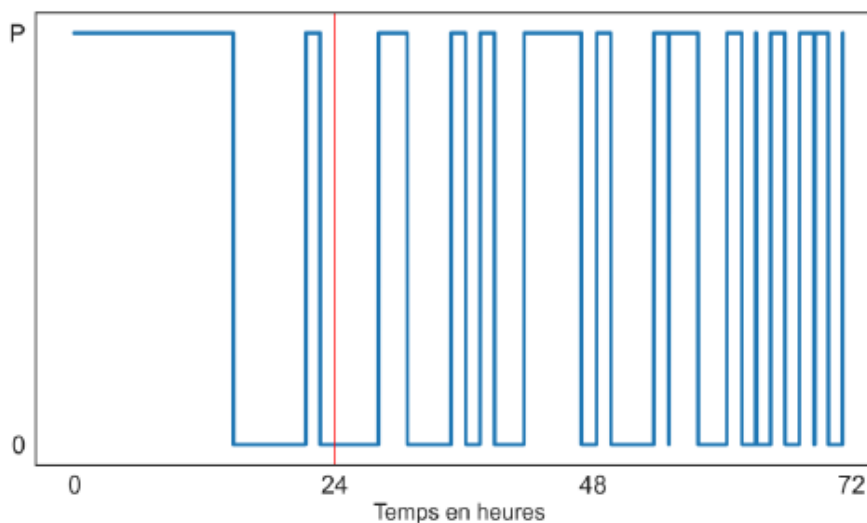


Figure 6 : Scénario pseudo-aléatoire SEREINE

L'opérateur devra charger le scénario pseudo-aléatoire dans le logiciel/interface web qui permet le pilotage du module de pilotage au moins un jour avant l'essai afin de s'assurer que les consignes de chauffe sont bien en mémoire. Ainsi, il aura la possibilité de lancer l'essai en local (directement sur le module de pilotage et sans passer par le logiciel/interface web) le jour de l'installation si un problème de réseau survient.

5.2.5/ VERIFICATION DE LA METEO EN AMONT

Il est important de vérifier l'historique des températures et des vitesses de vent sur les années antérieures à l'endroit où l'essai SEREINE est programmé.

Cette vérification permettra en fonction de la typologie et du tableau 1 d'estimer le temps d'immobilisation de la maison et la faisabilité de la mesure.

Deux jours avant l'essai, l'opérateur devra regarder la météo prévue le jour du test afin de vérifier la faisabilité (paragraphe 3.3) et confirmer le temps d'immobilisation. Cette vérification est d'autant plus importante s'il est prévu de réaliser un essai de perméabilité avant l'essai SEREINE. En effet, une vitesse de vent trop élevée peut rendre impossible la réalisation de l'essai de porte soufflante selon la Norme NF EN ISO 9972 et le FD P50-784

5.3/ MODE OPERATOIRE JOUR J

5.3.1/PREPARATION DU BATIMENT

Après récupération des clés et avant toute installation du matériel, l'opérateur :

- Fait l'état des lieux d'entrée avec le propriétaire en prenant des photos, et signe une convention d'assurance stipulant que le propriétaire s'engage à retirer les objets de valeur et à prendre toutes les dispositions pour éviter casses et vols.
- Relève tous les compteurs d'énergie disponibles (combustibles, électricité, ECS...)
- Repère et coupe la VMC au tableau électrique
- Éteint le système de chauffage installé. Il vérifie cependant que le chauffage reste actif en mode hors gel.
- Coupe les systèmes de production d'ECS. Dans le cas d'une production d'eau chaude sanitaire réalisée en partie par des panneaux solaires thermiques, le système de délestage doit cependant être en route pendant l'essai pour éviter toutes pathologies sur les panneaux.
- Relève et note toute anomalie flagrante constatée (porte impossible à ouvrir/fermer, protection solaire prévue absente, ...)

Pour la préparation du logement, l'opérateur :

- Obstrue tous les éléments translucides ou vitrés non munis de protection solaire à l'aide de cartons opaques et d'adhésif (ou de pare-soleil/pare-brise avec élastique) en veillant à ne pas endommager les parois (fixer l'adhésif ne laissant pas de trace sur les menuiseries de préférence)
- Prépare le bâtiment de la même manière que lors d'un essai à la fausse-porte conformément à la norme NF EN ISO 9972 (boucher toutes les entrées d'air, siphons, bouches d'extraction...)
- Le cas échéant réalise un essai à la fausse-porte si les deux essais sont prévus en même temps

5.3.2/MISE EN PLACE DU MATERIEL

Pour l'instrumentation du logement, l'opérateur :

- Installe les **modules Intérieurs** à l'intérieur, aux endroits prévus initialement et branche le réfrigérateur, congélateur, aquarium... et autres matériels qui nécessitent une alimentation électrique

- constante et présents dans le volume chauffé, sur les **modules de comptage** (de manière à pouvoir comptabiliser leurs consommations pendant le test).
- Le positionnement des **modules intérieurs** (sonde de température, compteur de puissance et ventilateur) se fait de telle sorte que :
 - o La sonde de température ne soit pas placée directement dans le flux d'air, ni directement au-dessus de l'émetteur
 - o Le brassage d'air soit tel qu'il permette une bonne homogénéité dans la pièce testée. Dans le cas d'un module intérieur proche d'un dégagement/couloir, veiller à ce qu'une partie du flux d'air pénètre dans le dégagement/couloir
 - o L'élément chauffant soit placé à une distance de sécurité de 80 cm de n'importe quel meuble, rideau ou paroi.
 - Installe le **module de pilotage** (module P) de données de préférence dans la pièce principale, au centre du bâtiment.
 - Installe le **module extérieur** (module E) à l'extérieur de la maison et les **modules adjacents** dans les locaux non chauffés ou mitoyens (modules A).
 - Installe les **modules façade** (modules F) aux endroits prévus initialement.
 - Avant de lancer l'essai, l'opérateur devra repérer sur un plan du bâtiment testé l'emplacement final de chacun des **modules intérieurs** (noter les numéros), des **modules de façades** (noter les numéros et les orientations), des **modules de comptages**, des **modules adjacents** et du **module extérieur**. Il indique l'orientation du bâtiment sur le plan.

5.3.3/LANCEMENT DU TEST

Pour la mise en route de l'essai, il conviendra de :

- Mettre en route le **module de pilotage** de données et vérifier que tous les capteurs sont allumés et connectés.
- Lancer la campagne préparée en amont à partir du logiciel/interface web ou directement du module pilotage s'il y a un problème de réseau.
- Vérifier que tous les éléments chauffants sont en route. Si ce n'est pas le cas, vérifier que le disjoncteur général est toujours en place et relancer la campagne.
- Vérifier que toutes les portes intérieures sont bien ouvertes (certaines portes doivent être déposées si en position ouverte celles-ci bloquent la circulation de l'air du couloir, par exemple)
- Fermer tous les volets des fenêtres
- Éteindre toutes les lumières
- Dans le cas d'un suivi des données à distance (via webservice ou équivalent), s'assurer de la remontée des premières données.
- Fermer la porte à clef en partant
- Coller des affiches à l'extérieur du bâtiment et des scellés interdisant l'accès en précisant qu'un essai est en cours (avec numéro de téléphone éventuellement)

Une check-list de lancement du test est disponible en annexe afin de s'assurer que rien ne soit oublié.

5.3.4/ARRET D'URGENCE ET DEFAILLANCE

Une attention particulière sur les remontées de données doit être faite dans les 3h suivant le début de chauffe car les convecteurs peuvent mettre un peu de temps avant de fonctionner à pleine puissance et faire disjoncter un circuit électrique non adapté.

3 heures après le début de chauffe, un suivi distant toutes les 6 heures (8 heures la nuit) est nécessaire pendant 24h.

Il conviendra de vérifier régulièrement (deux fois par jour minimum) que les températures intérieures et extérieures sont cohérentes et qu'il n'y a pas d'anomalies. Dans le cas contraire, il est possible d'arrêter l'essai à distance si l'opérateur estime qu'il y a un risque de sécurité ou de dégradation du logement. Si la température intérieure dépasse les 35°C, un arrêt automatique de l'essai sera enclenché.

De même, en cas de défaillance de l'essai (problème de régulation, capteurs défaillants) l'opérateur peut pénétrer dans la maison à condition :

- De limiter la durée de l'intervention à une heure maximum
- De fermer la porte d'entrée derrière lui
- De laisser toutes les fenêtres fermées durant son intervention
- De laisser les protections solaires baissées durant son intervention
- De limiter le recours à l'éclairage de la maison au strict minimum pour son intervention
- De consigner la date, heure et minute du début et de la fin de son intervention.

En cas de coupure de courant, l'opérateur doit absolument intervenir physiquement dans les 12h pour relancer les appareils ménagers sensibles identifiés au préalable.

En cas d'intervention physique de l'opérateur en cours de test, que ce soit pour des problèmes de défaillances de l'essai et de relance urgente suite à une coupure électrique :

- Une photographie du scellé avant de pénétrer dans le logement est nécessaire
- Les heures d'entrée et de sortie de l'opérateur doivent être consignées
- Un second scellé vierge doit être installé après fermeture de la porte (+ prendre une photographie).

5.3.5/ARRET DE L'ESSAI

À la fin de l'essai, l'opérateur doit réaliser les actions suivantes :

- Photographier le scellé avant de pénétrer dans le logement
- Ouvrir les fenêtres pour permettre l'aération du bâtiment durant toute la dépose du kit d'instrumentation afin d'éviter les risques de condensation dans les gaines de VMC.
- Relever tous les compteurs d'énergie disponibles (combustibles, électricité, ECS...)
- Relever et noter toute anomalie flagrante constatée (porte fermée, carton masquant les fenêtres tombé, disjoncteur relevé, capteur tombé...)
- Couper l'alimentation du kit.
- Démonter et évacuer tous les modules du kit.
- Enlever les cartons opaques masquant les parois translucides non munies de protection solaire en veillant à ne pas endommager les parois
- Déboucher toutes les entrées d'air, siphons, bouches d'extraction...
- Relancer la VMC au tableau électrique
- Relancer le système de chauffage en place et le système de production d'ECS
- Compléter l'état des lieux en prenant des photos, avant de remettre les clés au propriétaire.

Afin de ne rater aucune étape, une check-list d'arrêt de l'essai est disponible en annexe.

6/ INTERPRETATION DES RESULTATS – PERTINENCE DE L'INDICATEUR MESURE

La chaleur échangée au travers de l'enveloppe se caractérise à l'aide des indicateurs de déperdition thermique suivants :

- Le coefficient de transfert thermique par transmission Htr (W/K) défini dans la norme NF EN ISO 13789 : 2017. Ce coefficient est une propriété physique de l'enveloppe du bâtiment qui dépend des matériaux de construction mobilisés, de leurs propriétés isolantes et de leur mise en œuvre.
- Le coefficient de transfert thermique par renouvellement d'air lié aux infiltrations d'air, Hve (W/K) défini dans la norme NF EN ISO 13789 : 2017. Ce coefficient dépend, d'une part, de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe (surface équivalente de fuites par les défauts d'étanchéité) et, d'autre part, des conditions climatiques extérieures et notamment du vent. Ce coefficient de transfert thermique varie donc en fonction des conditions climatiques extérieures.
- Le coefficient de déperdition thermique globale à travers l'enveloppe du bâtiment liée aux infiltrations d'air et aux transmissions thermiques, HLC (W/K) défini par la formule suivante :
- $HLC = Htr + Hve$

La méthode SEREINE permet de mesurer ces trois coefficients. Le coefficient Htr revêt cependant un intérêt particulier car, contrairement aux deux autres, il traduit uniquement les propriétés de l'enveloppe du bâtiment et n'est pas influencé par les conditions extérieures.

À la suite d'une mesure SEREINE, deux indicateurs sont calculés et formulés dans un rapport à destination de l'opérateur et du propriétaire de la maison :

1. Le premier est l'indicateur U_{bat} qui est calculé comme étant le ratio du coefficient Htr par la surface déperditive du bâtiment. Une incertitude est également associée à cet indicateur. Elle correspond à la plage d'incertitude du coefficient Htr là encore divisée par la surface déperditive du bâtiment.

Cette plage d'incertitude est placée sur une échelle identique à celle du diagnostic de performance énergétique allant de 'très bon' à 'insuffisant'.

Si disponible, la valeur calculée en conception pour le bâtiment est également renseignée.

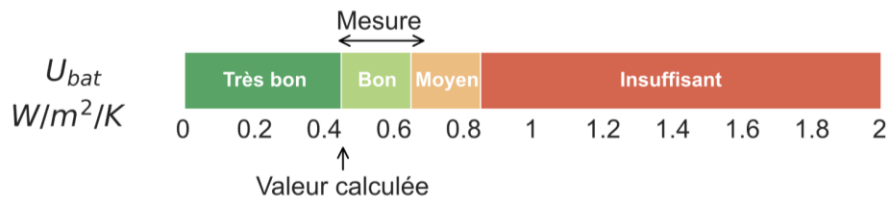


Figure 7 : Premier indicateur « U_{bat} »

2. Le second indicateur nécessite en revanche une valeur calculée pour être défini. En effet, ce second indicateur indique la probabilité d'être à la cible, autrement dit que la valeur mesurée par la chaîne SEREINE soit identique à la valeur calculée. Il est donc plutôt dédié aux opérations neuves. Il se traduit par une note représentée par 3 couleurs.

La note est attribuée si la borne supérieure de l'intervalle d'incertitude est supérieure au seuil correspondant. Actuellement, ces seuils ont été définis de la manière suivante :

- Probabilité forte d'être à la cible : borne supérieure de l'intervalle $< + 35\%$ de la valeur cible
- Probabilité faible d'être à la cible : borne supérieure de l'intervalle $< + 75\%$ de la valeur cible
- Probabilité très faible d'être à la cible : borne supérieure de l'intervalle $> + 75\%$ de la valeur cible

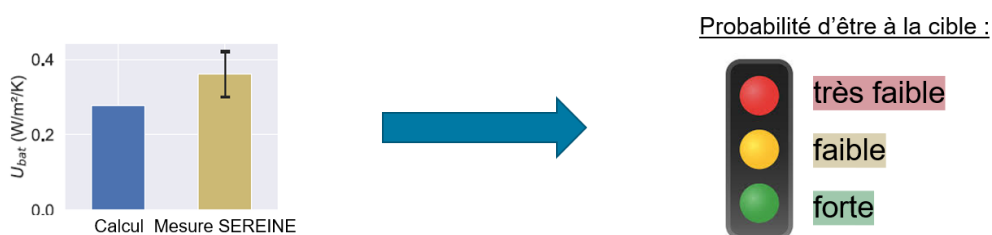


Figure 8 : Second indicateur « probabilité d'être à la cible »

7/ INCERTITUDE DE MESURE

La méthode SEREINE permet également d'estimer l'incertitude associée à la mesure de ce coefficient U_{bat} qui correspond au H_{tr} divisé par la surface déperditive du bâtiment. Cette gamme d'incertitude permet d'objectiver la fiabilité de la mesure effectuée, pour un seuil de confiance donné. À titre d'exemple, un résultat tel que $H_{tr} = 101 \pm 11 \text{ W/K}$ signifie qu'il est possible d'affirmer que la valeur H_{tr} issue de la mesure se situe entre 90 et 112 W/K avec une probabilité de 95 %.

L'estimation de cette incertitude est cruciale à plusieurs titres :

- Pour permettre d'écartier des mesures trop incertaines (ex : $H_{tr} = 101 \pm 232 \text{ W/K}$)
- Pour permettre une comparaison objective entre deux mesures (par exemple : deux maisons de même typologie) ou entre une mesure et un seuil conventionnel :

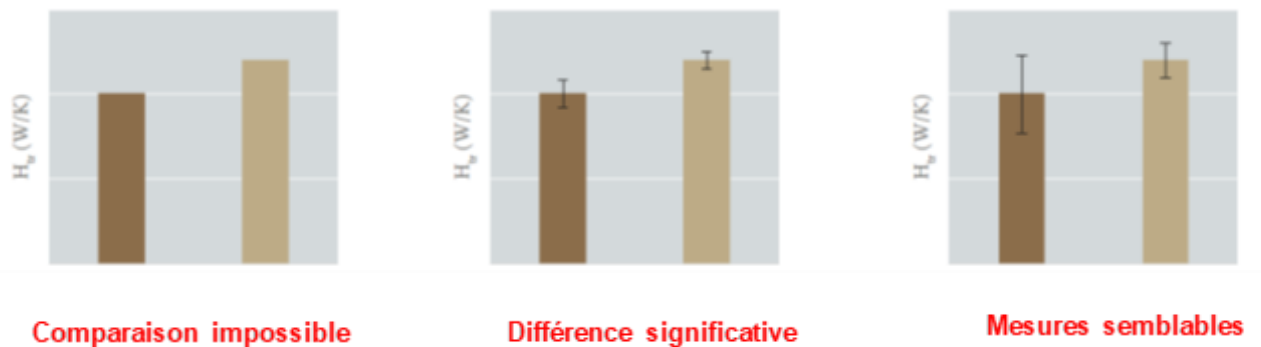


Figure 9 : Utilité de l'incertitude de mesure dans la comparaison des résultats

8.1/ CHECKLIST LANCEMENT

CHECKLIST		Lancement instrumentation SEREINE				Commentaires	
1	Faire l'état des lieux avec le propriétaire en prenant des photos et récupérer les clés. Se renseigner sur le matériel nécessitant un branchement continu.					Avant tout branchement du matériel	
2	Eteindre tous les postes de consommations électriques autre que ce sur les prises.					Avant tout branchement du matériel	
3	Couper la ventilation au tableau électrique					Avant tout branchement du matériel	
4	Eteindre le système de chauffage installé (vérifier qu'il est en mode hors-gel)					Avant tout branchement du matériel	
5	Relever tous les compteurs d'énergie disponibles (gaz, électricité, ...) :					Avant tout branchement du matériel	
		EDF (kWh)	Gaz (compteur)				
	Début						
	Fin						
	Cumul						
6	Allumer le concentrateur					Le concentrateur doit être installé en premier pour garantir une connexion rapide des autres équipements.	
7	Repérer sur le plan du bâtiment testé, l'emplacement final des modules intérieurs, des émetteurs, des ventilateurs, du concentrateur, des capteurs SENS, de température extérieure et d'irradiance					prévoir un carton en dessous pour protéger le sol et un espacement suffisant entre les modules de chauffe et les meubles. Brancher les équipements sensibles sur les LEMMI (frigo, aquarium...)	
8	Installer chaque module LEMMI. Vérification mode auto + arrêt d'urgence déclenché					niveau de charge indiqué lors de l'allumage.	
9	Installer capteurs extérieur SENS + Text + capteurs d'irradiance. Vérifier LED enclenchées.					selon nuancier	
10	Valider couleurs murs / toit / volets					prévoir un câble Ethernet (box) ou clef 4G ou Portable en hotspot	
11	Lancer la mesure à partir du PC						
12	Vérifier que tous les éléments translucides ou vitrés sont obstrués (cartons ou volets)					conformément à la norme NF EN ISO 9972 : entrées d'air, siphons, bouches d'extraction bouchées. Pour trappes accès combles perdus, vérifier que les capteurs installés dans le comble renvoient des données	
13	Vérifier que toutes les entrées/extractions d'air sont obstruées						
14	Vérifier que tous les ventilateurs et tous les émetteurs sont en route. Si ce n'est pas le cas, vérifier que le disjoncteur général est toujours en place et relancer la campagne						
15	Vérifier que tous les volets (et fenêtres) sont fermés : baisser les derniers volets et laisser les portes intérieures ouvertes						
16	Eteindre toutes les lumières						
17	Fermer la porte à clef et poser les scellés en partant					Mettre en place un panneau « instrumentation en cours, ne pas pénétrer + un contact »	

Au bout de 20 min : vérifier la remontée des données (suivi des données à distance)

8.2/ CHECKLIST ARRET

CHECKLIST		Arrêt instrumentation SEREINE				Commentaires	
1	Ouvrir les fenêtres					pour permettre l'aération du bâtiment durant toute la dépose du kit	
2	Relever et noter toute anomalie flagrante constatée					porte fermée, carton masquant les fenêtres tombés, disjoncteur relevé, capteur tombé...	
3	Relevé compteurs EDF					pas de modification normalement	
3 bis	relancer le routeur (bouton on/off dernière)					en cas de défaillance de remontée de donnée pendant le test uniquement, pour ré-activer la transmission de données	
4	Arrêté l'essai (si non terminé) au niveau du concentrateur						
6	Démonter et évacuer	modules intérieurs	capteurs SENS	Text et capteurs d'irradiance		penser à éteindre les capteurs extérieurs (SENS et Text) !	
7	Eteindre et évacuer le concentrateur					bien attendre l'arrêt complet avant débranchement	
8	Enlever les cartons opaques masquant les parois translucides					en veillant à ne pas endommager les parois	
9	Déboucher toutes les entrées d'air, siphons, bouches d'extraction...						
10	Relancer la VMC au tableau électrique					si raccordée...	
11	Relancer le système de chauffage en place et le système de production d'ECS					si fonctionnels...	
12	Nettoyage léger					balayage	
13	Mettre maison en sécurité					fermer volets, tout accès, porte d'entrée	

Nuancier couleurs extérieures

Repérez la couleur représentant au mieux la teinte du composant identifié (murs, toiture, volets) et relevez le niveau correspondant (de 1 à 5). Une erreur d'une case n'est pas gênante.

	1 très clair	2 clair	3 moyen	4 foncé	5 très foncé
Gris :					
Rouges :					
Jaunes/Oranges :					
Verts :					
Bleus :					
Violet :					

8.4/ SCENARIO PSEUDO-ALEATOIRE

T : température en °C

P : puissance 0 pour mettre le système de chauffe à l'arrêt

La dernière colonne représente le temps en minutes

T	35	1	875
P	0	1	405
T	35	1	80
P	0	1	325
T	35	1	160
P	0	1	245
T	35	1	80
P	0	1	80
T	35	1	80
P	0	1	165
T	35	1	320
P	0	1	85
T	35	1	80
P	0	1	240
T	35	1	80
P	0	1	5
T	35	1	160
P	0	1	160
T	35	1	85
P	0	1	75
T	35	1	5
P	0	1	80
T	35	1	80
P	0	1	80
T	35	1	80
P	0	1	5
T	35	1	75
P	0	1	80
T	35	1	250
P	0	1	80
T	35	1	155
P	0	1	170
T	35	1	160
P	0	1	75
T	35	1	80
P	0	1	90
T	35	1	80
P	0	1	80
T	35	1	75
P	0	1	5
T	35	1	155
P	0	1	10
T	35	1	30
T	20	1	2880



CSTB
le futur en construction



Programme SEREINE

Programme SEREINE

**SOLUTION D'EVALUATION DE LA
PERFORMANCE ENERGETIQUE INTRINSEQUE**

ATTESTATION DE FORMATION PRATIQUE A LA METHODE DE MESURE ENVELOPPE SEREINE

DATE DE FORMATION : 21 JUILLET 2020

HORAIRES : 14H – 18H

LIEU : CSTB Marne-la-Vallée

84 Avenue Jean Jaurès, 77420 Champs-sur-Marne

OPERATEURS : XXX

Fait le 01/08/2020 au CSTB Marne-la-Vallée

Fadi LAHLOU (Responsable antenne CSTB)

PROFEEL

9 défis pour la rénovation énergétique

