

LIVRABLE PUBLIC N°1.3.a

PROTOCOLE GLOBAL SEREINE POUR LE LOGEMENT COLLECTIF : ARTICULATION DES DIFFÉRENTES MESURES ET VÉRIFICATIONS SUR L'ENVELOPPE ET LES SYSTÈMES

20/03/2025



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 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 :



CSTB
le futur en construction

INES
INSTITUT NATIONAL
DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

ARMINES

Cerema

COSTIC
Comité Scientifique et Technique
des Industries Climatiques

Nobatek INEF4
INSTITUT POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

**UNIVERSITÉ
SAVOIE
MONT BLANC**

RÉDACTION

Myriam HUMBERT – CEREMA
Arnaud CHALLANSONNEX – CSTB
Simon THEBAULT – CSTB
Sarah JURICIC – CSTB
Guillaume MASSON – INES

RELECTURE

Arnaud CHALLANSONNEX – CSTB
Emilie DORION – AQC

COORDINATION

Myriam HUMBERT – CEREMA

PARTENAIRES PROFEEL :

Pouvoirs Publics

GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité

**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

Porteurs



CSTB
le futur en construction

Financeurs



Distridyn



Siplec
E Leclerc

Filière Bâtiments

AIMCC
Association Française des Industriels
des Produits de Construction

CAPEB
L'Artisanat du Bâtiment

cinov

**ORDRE
DES
ARCHITECTES**

FILIANCE
Filière de confiance

**FRANCE
ASSUREURS**
FAIRE AVANCER LA SOCIÉTÉ EN CONFIANCE

FFB
Fédération Française du Bâtiment

FIEEC
Fédération des Industriels de l'Équipement de Construction

FDMC
Fédération des Distributeurs
de Matériaux de Construction

FRANCE
FÉDÉRATION
PROMOTEURS
IMMOBILIERS

**Pôle
Habitat**

leSCOP
FÉDÉRATION SCOP BTP

**SYNTEC
INGÉNIERIE**

Unifa
Union des Architectes

Untec

**L'UNION
SOCIALE
POUR
L'HABITAT**

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



SUIVI DES VERSIONS

Indice	Date	Validation	Commentaire
1.0	23/12/2024	Myriam Humbert	Version soumise à relecture
2.0	20/03/2025	Simon Thébault	Version relue et consolidée

SOMMAIRE

1/ Introduction	6
2/ Présentation des différentes mesures et vérifications	7
3/ Domaine d'application et prérequis	8
3.1/ Conditions météo	8
3.2/ Typologie des Appartements pour la mesure SEREINE enveloppe	9
3.3/ Typologie de parois pour la mesure du U	11
3.4/ Typologie des systèmes audités	11
4/ Déroulé opérationnel	12
4.1/ Organisation générale	12
4.2/ Documents nécessaires	13
4.3/ Échantillonnage	14
A. Mesures SEREINE de l'isolation de l'enveloppe des logements	14
B. Mesures locales des U des parois extérieures	16
C. Thermographie	16
D. Systèmes énergétiques	16
4.4/ Préparation de la campagne	17
A. Planification matérielle	18
B. Organisation du Préchauffage	22
C. Durée de la mesure	23
D. Organisation de l'audit systèmes	23
E. Accès aux locaux	24
4.5/ Organisation sur site	24
A. Phasage sur site	24
B. Thermographie extérieure	27
C. Thermographie intérieure et position des fluxmètres	27
D. Mise en place du matériel enveloppe (intérieur et extérieur)	28
E. Installation des fluxmètres	29
F. Audit systèmes	30
G. Mesures d'étanchéité à l'air	31
H. Finalisation et lancement des mesures enveloppe	31
4.6/ Synthèse et rapports	32
5/ Compétences nécessaires	33
6/ Conclusion - Pour en savoir plus	34
7/ Annexes	35
7.1/ Liste du matériel	35
A. Kit mesure SEREINE enveloppe et mesure locale du U	35
B. Matériel Audit SEREINE Systèmes	36

7.2/ Exemples d'implantation sur un bâtiment fictif.....	36
A. Protocole « voisins présents »	37
B. Protocole « voisins absents »	38
7.3/ Trames des rapports	39
A. Rapport principal – indicateur global.....	39
B. Rapport annexe 1 – Rapport de mesure SEREINE appartement	40
C. Rapport annexe 2 – Rapport des mesures locales	40
D. Rapport annexe 3 – Rapport de détection des irrégularités thermiques de l'enveloppe par caméra infrarouge.....	40
E. Rapport annexe 4 – Rapport SEREINE système	40
F. Rapport annexe 5 – Eléments divers	41
7.4/ FAQ : imprévus et comment les gérer	41
7.5/ Liste des défauts fréquemment rencontrés et vérification/mesures associées	43

1/INTRODUCTION

L'objectif de ce document est de décrire l'articulation opérationnelle des différents tests et vérifications effectués dans le cadre d'une mesure SEREINE appliquée au logement collectif.

Les solutions de mesures SEREINE dans le collectif sont composées :

- Des mesures de la performance de l'isolation de l'enveloppe (transmission thermique Htr) sur un échantillon de logements, souvent associées à un test d'étanchéité à l'air sur ces mêmes logements ;
- Des mesures locales du coefficient de transmission thermique U sur un échantillon de parois représentatives (murs, toiture, plancher bas) selon le protocole décrit dans le livrable « L.1.1-c *Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif* » ;
- D'un diagnostic thermographique au niveau de l'enveloppe, selon le protocole décrit dans le livrable « L.2.2-b *Protocole de détection des défauts* » ;
- De l'évaluation de la performance des systèmes avec l'application Systèmes SEREINE sur un échantillon de logements ;

Dans le cas de logements collectifs neufs ou de rénovation globale avec une note de calcul thermique, les résultats des évaluations réalisées sur l'enveloppe - solution SEREINE enveloppe, mesures locales du U, thermographie - permettent d'obtenir un indicateur global de la performance de l'enveloppe du bâtiment de logements collectifs. Dans ce cas, contrairement à la procédure globale en maison, les tests complémentaires à la mesure SEREINE enveloppe ne sont pas optionnels : un minimum de mesures locales de la transmittance thermique U de parois est nécessaire pour compléter les mesures SEREINE sur un nombre minimum d'appartements. La thermographie en outre permet de vérifier la réalisation homogène des travaux sur l'opération.

Le nombre de mesures locales du U et le nombre d'appartements à mesurer en solution SEREINE Enveloppe seront définis à titre indicatif dans le présent livrable. Pour évaluer ce nombre plus finement, il est recommandé de se référer au « *Livrable n° 1.1.c Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif* » quant à la méthode de construction d'abaques personnalisés.

Tous ces évaluations nécessitent de récupérer de la documentation sur l'opération, de procéder à un échantillonnage des logements, de préparer les tests sur site, d'intervenir sur site pour la mesure, de réaliser l'exploitation et de consolider toutes les informations recueillies dans un rapport.

Le protocole global décrira donc :

- Les document à récupérer pour l'ensemble des évaluations ;
- La préparation de la visite sur site qui peut être commune à toutes les évaluations pré-citées ;
- La méthode d'élaboration de l'échantillonnage en prenant en compte les besoins des différentes évaluations ;
- L'organisation des mesures sur site afin d'optimiser le temps passé et les déplacements ;
- Le contenu de la synthèse / rapport.

2/ PRESENTATION DES DIFFERENTES MESURES ET VERIFICATIONS

Le protocole global de mesure SEREINE en logements collectifs est composé des tests et vérifications suivants :

- **Des tests SEREINE de la mesure de l'isolation globale de l'enveloppe d'un ou plusieurs appartements :** ces tests permettent la mesure du niveau de déperdition thermique de l'enveloppe (HLC) de chaque appartement, et d'en déduire l'indicateur $U_{\text{bât}}$ (ou H_{tr}) de l'appartement. Seuls les appartements en angle et situés au niveau le plus haut et au niveau le plus bas peuvent faire l'objet d'une mesure SEREINE : les autres appartements ne présentent pas assez de surfaces déperditives pour permettre l'identification avec une incertitude maîtrisée des déperditions au travers des parois déperditives.

La méthode de mesure se distingue de la mesure SEREINE Maison Individuelle sur quatre points :

- Nécessité impérative de préchauffage des appartements testés ;
- Nécessité que les voisins soient déjà chauffés au démarrage de l'essai ;
- Mise en place de fluxmètres et mesure du flux à travers les parois mitoyennes - murs, planchers haut et bas (en particulier entre l'appartement testé et les appartements mitoyens non testés) ;
- Scénario de température stationnaire (au lieu de pseudo-aléatoire en maison).

L'objectif de ce protocole est de minimiser les flux mitoyens afin de pouvoir identifier avec l'incertitude la plus faible possible les déperditions thermiques au travers des parois déperditives.

- **La mesure de la perméabilité à l'air des appartements** faisant l'objet d'une mesure SEREINE enveloppe permet de connaître la perméabilité à l'air de ceux-ci (selon la norme NF EN ISO 9972 et son guide d'application FD P50-784). Cette mesure est indispensable pour déduire le $U_{\text{bât}}$ (ou H_{tr}) de l'appartement à partir du HLC ;
- **Des mesures de la transmission thermique U ($W / (m^2.K)$) réalisées sur différentes parois donnant vers l'extérieur** (murs extérieurs, plancher bas, plancher haut/toiture): le protocole de « Mesure locale du U » utilisé dans SEREINE est décrit dans livrable 1.1.c « Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif ». Il est basé sur la mise en oeuvre de fluxmètres sur la face intérieure des parois et de sonde de température intérieure et extérieure. Selon la norme ISO9869, cette mesure doit durer un minimum 72h, et est validée seulement si les conditions intérieures et extérieures ont été suffisamment stables.
- **Un examen thermographique extérieur et intérieur de l'ensemble du bâtiment de logements collectifs**, tel que défini par le " Protocole de détection des irrégularités thermiques sur l'enveloppe d'un bâtiment - Maison individuelle et Bâtiment d'habitation collectif - Méthode infrarouge". L'objectif de la thermographie dans le cadre du protocole global sur le logement collectif est de vérifier l'homogénéité de l'enveloppe et de qualifier la représentativité des mesures SEREINE appartement et des mesures locales de parois effectuées. C'est avant tout un diagnostic qualitatif (respectant la norme NF EN 13187).
- **Un audit systèmes** via l'application SEREINE Systèmes en logements collectifs permet d'évaluer la performance des différents équipements du bâtiment en identifiant les potentiels défauts de conception, de mise en oeuvre ou de réglage. Si les principes de l'utilisation de l'application restent similaires à celle dédiée à la maison individuelle, des fonctionnalités complémentaires ont été développées afin de pouvoir créer des zones telles que les différents logements, les locaux techniques et enfin les parties communes. Les paramétrages lors de la saisie des systèmes est également nouvelle avec l'intégration de la notion de terminal (bouche en ventilation et radiateur, par exemple).

3/ DOMAINE D'APPLICATION ET PREREQUIS

3.1/ CONDITIONS METEO

De manière similaire à la Maison individuelle, les mesures SEREINE Enveloppe en appartements ainsi que les mesures locales (U) doivent être réalisées en hiver ou en mi-saison (température extérieure moyenne inférieure à 20°C).

Selon le niveau de température extérieure et le niveau d'isolation prévu (U_{bat}), le protocole pourra évoluer (protocole « voisins présents » ou « voisins absents » voir Figure 1).

- ☐ **Le protocole “Voisins présents”** ne peut être utilisé qu'en hiver (température moyenne en dessous de 5°C ou 10°C selon le niveau d'isolation extérieure) : on chauffe le logement testé à 21°C (ce dernier étant préalablement préchauffé à cette température par l'occupant) et on vérifie que le chauffage des voisins présents est bien actif (température des voisins entre 15°C et 25°C).
- ☐ **Le protocole “Voisins absents”** est utilisable en hiver et en mi-saison (Text moy < 20°C). Plus lourd, il est à privilégier en cas de température extérieure plus douce et/ou logement à haute performance. La température de consigne doit être réglée à une température 15°C au-dessus de la température extérieure pour le logement testé ainsi que les voisins. Si les systèmes de chauffage des logements voisins ne permettent pas d'atteindre une telle température (souvent le cas si > 25°C), il est alors nécessaire d'installer des kits supplémentaires pour chauffer les logements voisins. Dans tous les cas, il est primordial d'anticiper la durée du préchauffage (entre 2 et 5 jours) avant le démarrage des 36h d'inoccupation nécessaires à la mesure SEREINE.

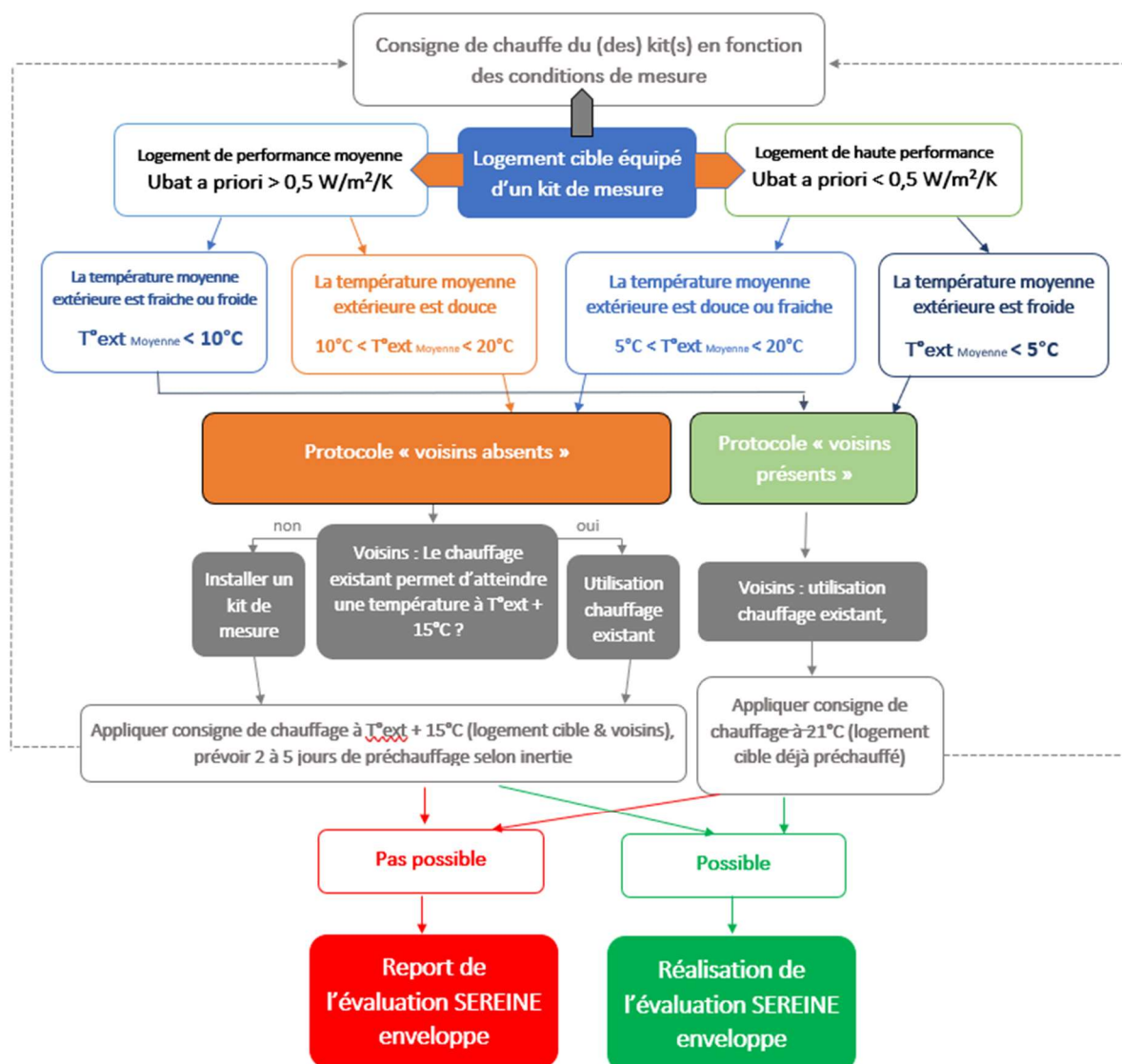


FIGURE 1 : LOGIGRAMME POUR LE CHOIX DU PROTOCOLE A APPLIQUER POUR CHAQUE LOGEMENT CIBLE (INSTRUMENTATION ET CONSIGNES)

Pour plus de simplicité opérationnelle et plus de précisions, il est fortement recommandé d'opérer les mesures en hiver.

En mi-saison / hiver doux, il est recommandé de prévoir le préchauffage et le chauffage selon le protocole "voisins absents" par des kits SEREINE supplémentaires.

On voit ainsi que les conditions météo vont impacter l'organisation matérielle (kit supplémentaire éventuellement) et le protocole de mesure (niveau de température de chauffage).

3.2/ TYPOLOGIE DES APPARTEMENTS POUR LA MESURE SEREINE ENVELOPPE

La mesure SEREINE Enveloppe peut être effectuée sur des appartements ayant **une surface de parois extérieures au moins aussi importante que celle des parois donnant vers des espaces chauffés** (voisins, communs -s'ils sont des espaces chauffés-). Cela s'explique par la difficulté de mesurer les flux de chaleurs mitoyens avec précision, et donc le besoin d'avoir le moins de surface mitoyenne possible.

Concrètement, les logements **en premier ou en dernier niveau ET en angle** sont éligibles. Le choix peut être élargi dans les cas suivants :

- Espaces communs non chauffés¹ ;Regroupement de plusieurs logements pour atteindre le ratio de surface parois extérieures/parois mitoyennes suffisantes ;
- Morphologie du bâtiment (les logements traversants offrent un meilleur ratio de surface extérieure).

A titre d'exemple, la Figure 2 illustre les logements éligibles à une mesure SEREINE pour un immeuble de logements en barre.

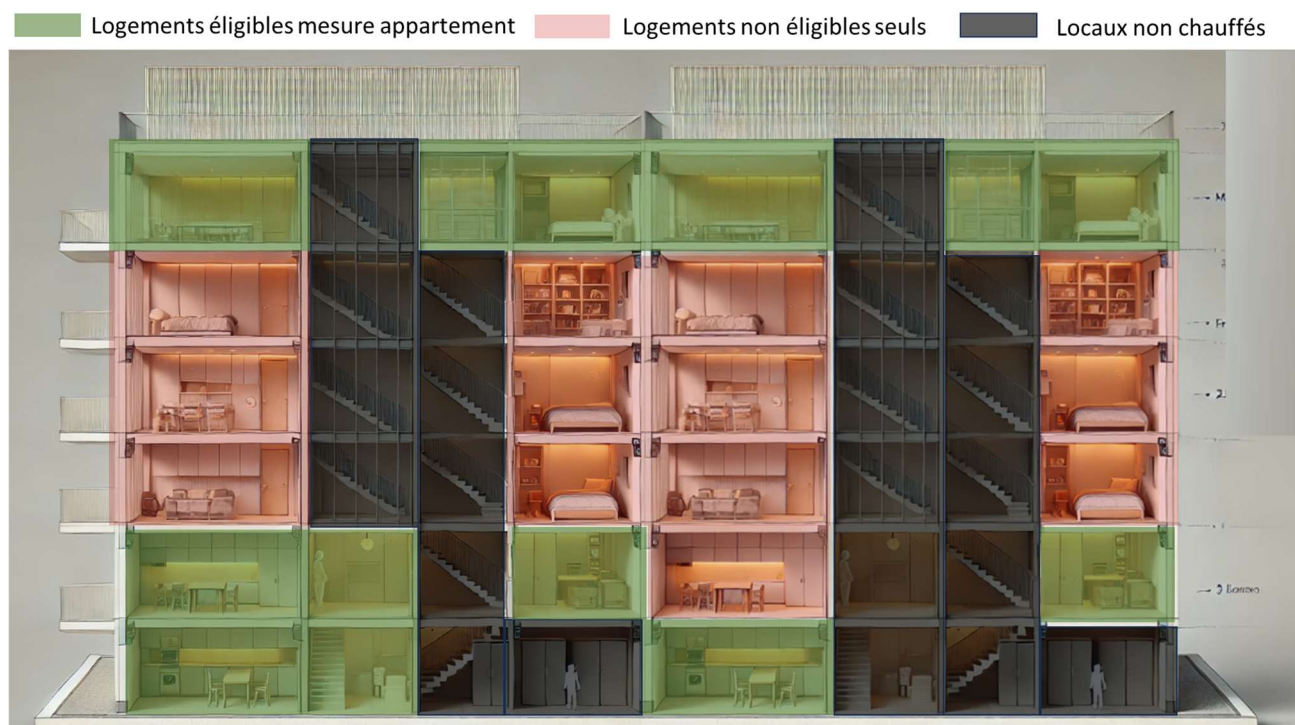


FIGURE 2 : EXEMPLE ILLUSTRANT LES LOGEMENTS ELIGIBLES A UNE EVALUATION SEREINE APPARTEMENT AU SEIN D'UN BATIMENT DE LOGEMENTS COLLECTIFS

¹ En cas d'étude thermique, les communs peuvent être considérés comme non chauffés si les parois donnant sur ceux-ci sont déclarées avec un $U > 0$.

Pour information, au sens de la réglementation, les espaces communs sont considérés comme chauffés si :

- Il existe une distribution de chaleur disponible dans celle-ci

Ou

- L'ensemble des parois extérieures sont isolées
- Leur surface reste inférieure à la somme des surfaces en lien avec d'autres espaces chauffées (l'espace doit être suffisamment « enclavé »)
- Il n'existe pas d'ouverture permanente potentielle avec l'extérieur (ex : pas de trappes ni gaine de désenfumage ouvert en permanence, présence de portes à fermeture automatique ou de sas)

Dans ce cas, les parois donnant vers ces espaces ne sont pas déclarées dans l'étude thermique (ou avec un $U=0$)

De manière générale, plus les logements ont une forte proportion de parois extérieures, plus la mesure du U_{bat} sera précise.

NB : il est également important de vérifier l'**absence de réseau/gaine technique d'eau chaude, en particulier s'ils sont non calorifugés** (chauffage collectif ou bouclage ECS) dans les appartements mesurés. En effet ces derniers représenteraient des apports de chaleur non comptabilisés dans la mesure et fausseraient l'essai. Il ne serait pas possible de les neutraliser sans porter atteinte au confort des autres occupants du bâtiment.

Conditions à respecter pour les murs mitoyens

En plus de l'emplacement des appartements à mesurer, il convient de s'assurer des conditions suivantes concernant les murs mitoyens :

- L'absence de cloison légère (ex : plâtre + rails aluminium seuls, avec ou sans isolation phonique) en tant que mur mitoyen,
- L'absence d'élément chauffant directement le mur (convecteur, radiateur, réseaux d'eau chaude non calorifugés) de part et d'autre,
 - o En cas de présence, il sera nécessaire de calorifuger ou éteindre/couper la source de chaleur en amont du test.
- Le niveau de chauffage de l'ensemble des pièces voisines du mitoyen (entre 15-25°C) au moment du test.

3.3/ TYPOLOGIE DE PAROIS POUR LA MESURE DU U

La mesure de la transmission thermique U ($W/(m^2.K)$) réalisée sur les parois donnant vers l'extérieur, selon la norme ISO 9869 est applicable à tout type de paroi.

3.4/ TYPOLOGIE DES SYSTEMES AUDITES

L'audit des Systèmes en Logement collectif concerne les énergies majoritairement présentes (par usage) des bâtiments collectifs neufs et après rénovation lourde, soit selon l'étude bibliographique du livrable public N° L1.4.b :

- ☐ Pour le chauffage : le gaz, l'électricité, le réseau de chaleur urbain et enfin le bois représentent à eux seuls **plus de 90 %**.
- ☐ Pour l'ECS : le gaz, l'électricité, le solaire thermique, le réseau de chaleur et enfin le bois représentent à eux seuls **plus de 90 %**.
- ☐ Pour la ventilation : les systèmes simple flux et double flux représentent à eux seuls **plus de 90 %** des systèmes présents après rénovation lourde.

Les autres technologies qui étaient présentes sur l'application dédiée à la maison individuelle et non citées ici ne sont pas intégrées dans l'application dédiée au logement collectif (technologie fioul et ventilation naturelle par exemple).

4/ DEROULE OPERATIONNEL

4.1/ ORGANISATION GENERALE

Le déroulé opérationnel peut être décomposé en 4 phases (cf. Figure 3).

1/ Une des phases déterminantes est **l'échantillonnage** : il s'agit de sélectionner les appartements sur lesquels seront effectués les test SEREINE et les parois sur lesquelles seront effectuées des mesures locales du U (appartement SEREINE ou non), ainsi que de sélectionner les appartements sur lesquels seront effectués les tests Systèmes (cf. Plus bas chapitre échantillonnage).

2/ La phase de **préparation de la campagne de mesure** est tout aussi importante, notamment pour optimiser le temps passé sur site. Un plan d'instrumentation repérant les parois sur lesquelles seront positionnés les fluxmètres optimisera le temps de leur pose.

De même, une bonne prise de connaissance des plans et de la note thermique permettra d'orienter la thermographie vers les irrégularités potentielles.

Pour l'audit des systèmes, cette phase de préparation est indispensable. En effet, contrairement à l'audit systèmes en maison, en logement collectif, il n'est plus possible de faire un audit systèmes sans avoir paramétré l'application, sous peine de doubler le temps passé sur le terrain.

3/ Ensuite, la phase d'**organisation sur site** comprend l'articulation de tous les tests et vérifications sur site. Leur déroulé est expliqué de manière plus détaillée dans le chapitre 4.5/.

4/ Enfin, la dernière phase **Synthèse et rapport** permet de faire la synthèse de toutes les mesures et vérifications réalisées, afin de les présenter au maître d'ouvrage. En particulier, elle validera ou non, l'hypothèse d'homogénéité de l'enveloppe, et si oui, pourra donner l'indicateur global de la mesure de l'isolation de l'enveloppe du bâtiment.

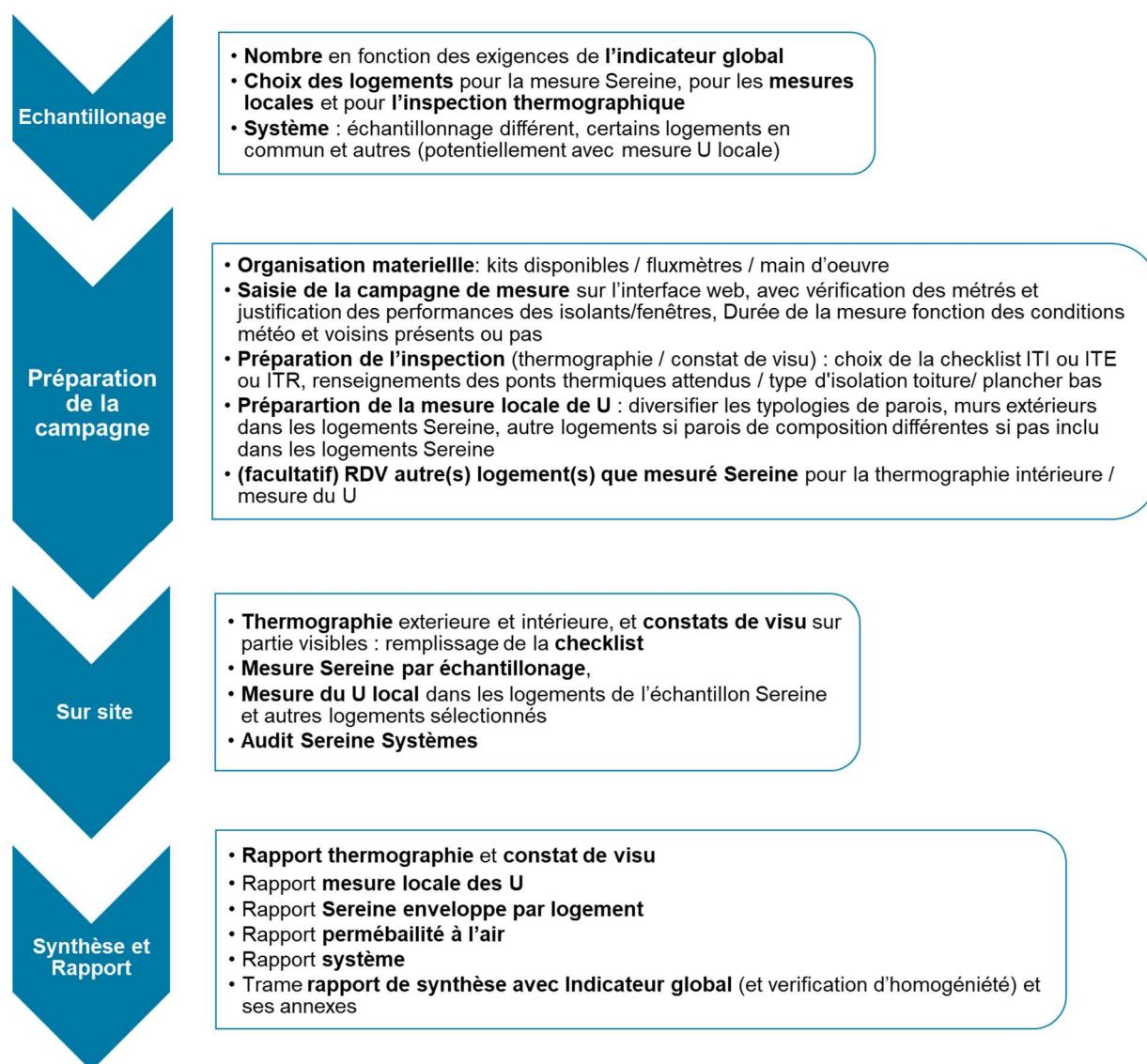


FIGURE 3 : ORGANISATION GENERALE

4.2/ DOCUMENTS NECESSAIRES

Un certain nombre de documents est nécessaire aux phases "Préparation de la campagne de mesure" et "Echantillonnage" et sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Evaluations concernées	Indicateur global enveloppe bâtiment	Mesure SEREINE enveloppe Appartement	Mesure de perméabilité à l'air	Mesure locale du U	Thermographie	Audit SEREINE systèmes
Note de calcul thermique, fichier RSET le cas échéant	X	X		X	X	X
Plans EXE	X	X	X	X	X	
Plans EXE CVC		X				X
DOE /CCTP des lots chauffage, ventilation, à défaut fiche technique						X
DOE/ CCTP lot isolation, toiture, etc.		(X)		(X)		

TABLEAU 1 : DOCUMENTS PREPARATOIRES NECESSAIRES A LA CAMPAGNE DE MESURE

Il est à noter que les plans et la note de calcul thermique sont essentiels pour établir l'indicateur global de la performance de l'enveloppe.

De même, concernant les systèmes, la note de calcul thermique, les CCTP et les plans concernant les systèmes sont indispensables à la préparation de la campagne de mesure.

A terme, pour le neuf avec l'application de la RE2020, on pourra aussi récupérer le rapport de mesure RE2020 sur la ventilation.

Enfin, en complément, pour la vérification de l'isolation de l'enveloppe, les factures ou bordereaux de livraison mentionnant épaisseur et R de l'isolant, et/ou les DOE/ CCTP des lots concernés pourront être récupérés : ils ne sont pas nécessaires à la saisie de la campagne de mesure, mais peuvent servir à expliquer des écarts qui seront constatés suites aux mesures.

4.3/ ÉCHANTILLONNAGE

En utilisant les documents "essentiels" - plans et note de calcul thermique - les logements à instrumenter/inspecter seront repérés :

A. MESURES SEREINE DE L'ISOLATION DE L'ENVELOPPE DES LOGEMENTS

Le nombre de logements à mesurer sera choisi en fonction de la précision voulue pour l'analyse globale. En tout état de cause, un minimum de deux logements est nécessaire.

Pour rappel, tous les logements doivent se trouver en angle ou posséder plus de 50% de parois déperditives et certaines conditions sur les murs mitoyens sont à respecter (cf. partie 3/3.2/). De plus, quel que soit le nombre de logements testés, il est impératif d'en mesurer au moins un au dernier étage et un sur plancher bas déperditif. Ensuite, en fonction de la taille du bâtiment, il faudra mesurer un troisième voire un quatrième

appartement. Ce choix se fera sous l'éclairage des abaques disponibles dans le Livrable " Livrable n° 1.1.c - Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif".

Par exemple, un bâtiment de type barre d'environ 15 logements se satisfera de deux appartements mesurés si de nombreuses mesures locales sont faites. Il n'en demeure pas moins que trois ou quatre mesures seront très bénéfiques à l'analyse de l'indicateur global. Un tableau d'aide à la décision, issu du livrable 1.1.c, est reproduit ci-dessous dans le Tableau 2.

TABEAU 2 : AIDE A LA DECISION SUR L'INSTRUMENTATION A PREVOIR EN FONCTION DU SEUIL² DE DETECTION DE CONTRE-PERFORMANCE

Nombre de logements mesurés ³	2			3			4		
Mesures locales ⁴	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

Pour rappel, en cas de chauffage et ECS collectif, il y aura des apports de gaines techniques, réseau de chauffage et ECS qui pourront impacter la mesure SEREINE : il conviendra de choisir les appartements où il n'y a pas de passage de réseaux de chauffage et d'ECS collective ou mitoyens aux gaines techniques (sinon cela nécessitera de les couper/calorifuger, ce qui n'est pas toujours possible ni facile).

² Rappel : le seuil de détection des contre-performances signifie qu'en deçà du seuil, des faux positifs peuvent être rencontrés.

³ Concernant les mesures d'appartements, il est nécessaire d'effectuer une mesure à chacun des étages extrêmes.

⁴ Les mesures locales sont effectuées, pour chaque type de paroi, au moins 3 fois de manière représentative.

B. MESURES LOCALES DES U DES PAROIS EXTERIEURES

Le principe est que pour un même type de paroi dans un même type constructif (plancher haut, mur extérieur, plancher bas) on réalise :

- des mesures dans un logement faisant l'objet d'une mesure SEREINE enveloppe,
- et/ou des mesures dans un autre logement (occupé ou non).

L'avantage de la mesure du U dans un logement SEREINE est que la température sera plus stable, mais le test SEREINE n'est pas toujours assez long pour répondre aux exigences de la norme (minimum 72h de mesure).

- Si les occupants des logements mesurés SEREINE acceptent une présence prolongée des appareils de mesure pour finaliser ces mesures locales, il est alors plus simple et opérationnel de choisir cette première option (implantation comme indiqué dans l'annexe 7.2/),
- Dans le cas contraire, il sera nécessaire d'instrumenter d'autres logements chauffés (occupés ou non).

L'inconvénient de la mesure locale dans un autre logement que celui mesuré SEREINE, est qu'il faut du matériel complémentaire au module "transfert" du kit SEREINE LC (ou l'utilisation d'un autre kit).

- Pour limiter le risque de ne pas avoir assez de mesures valides, il est recommandé de rajouter des mesures locales supplémentaires par rapport au nombre préconisé par les besoins de l'indicateur global.

C. THERMOGRAPHIE

Le protocole thermographie recommande *a minima* d'inspecter un logement en haut en angle, un logement en bas et un logement en partie courante. Il recommande en outre d'investiguer des points particuliers comme :

- ✓ *Balcon non autoporté,*
- ✓ *Chien assis ou lucarnes, Oriel, Fenêtre de toit, Lanterneaux dans les logements,*
- ✓ *Façade inclinée, Façades hétéroclites (en termes de typologie de construction, différent selon l'étage par exemple)*
- ✓ *Typologie de plancher bas hétérogène (sur LNC ou terre-plein etc...)*
- ✓ *Plafond sous toiture terrasse, Plafond partiellement sous terrasse, Plafond sous rampant, Plafond sous comble perdus horizontaux*
- ✓ *Parties communes et locaux non chauffés,*
- ✓ *Coffret de volet roulant (linteau, int/ext)*

D. SYSTEMES ENERGETIQUES

Le protocole SEREINE Systèmes préconise l'audit de 3 à 6 logements avec un échantillonnage basé sur :

- un appartement le plus proche,
- et un autre le plus éloigné des locaux techniques.

Donc en général, il est possible de réaliser un échantillonnage commun avec le protocole SEREINE Enveloppe appartement, les locaux techniques étant en général au RDC et/ou combles/toiture terrasse.

A partir des 30 logements, il y aura des logements supplémentaires à ceux de la mesure SEREINE Enveloppe à auditer. Pour les choisir, un synoptique d'aide à la décision de l'opérateur a été créé et est repris ci-après.

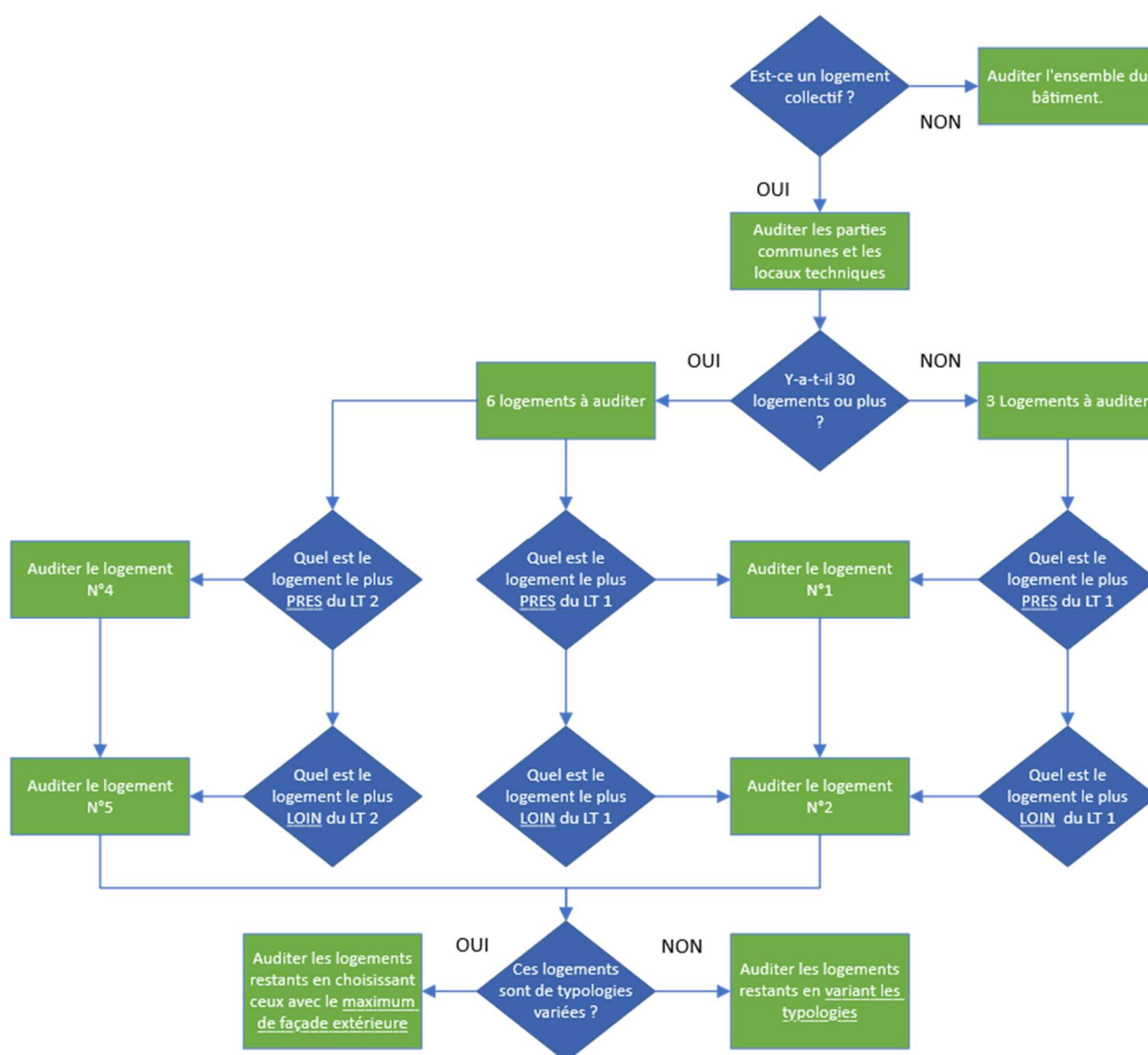


FIGURE 4 : SYNOPTIQUE D'AIDE A LA DECISION DE L'ECHANTILLONNAGE DU NOMBRE DE LOGEMENTS EN FONCTION DES LOCAUX TECHNIQUES PRESENTS POUR L'AUDIT SYSTEMES

La priorité sera donnée lors de la sélection de l'échantillonnage aux logements maximisant les façades extérieures afin de pouvoir effectuer une mesure enveloppe et de perméabilité dans un même logement que l'audit Systèmes.

Le choix des LT (Locaux Techniques) est laissé à l'opérateur en fonction des 5 usages prévus par l'application : c hauffage, ventilation, ECS, rafraichissement et éclairage. La préconisation étant que tous les locaux techniques de systèmes centralisés sont à auditer.

4.4/ PREPARATION DE LA CAMPAGNE

A. PLANIFICATION MATERIELLE

Comme vu aux chapitres 3/ et 4.3/, l'échantillonnage et les conditions de test (météo, voisins absents/présents) conditionnent le protocole et donc le nombre de kits à déployer.

De manière générale, il faudra prévoir :

- un kit SEREINE LC (liste du matériel donné en annexe 7.1/A) par appartement mesuré (il faudra davantage en cas d'application du protocole « voisins absents ») ;
- le matériel nécessaire pour l'évaluation SEREINE Systèmes (liste complète donnée en annexe 7.1/B) ;
- une caméra thermique ;
- une porte soufflante pour les mesures d'étanchéité à l'air.

Le kit SEREINE LC se distingue du kit maison individuelle par la présence de modules Transferts comprenant 5 entrées pour des « Sonde Transfert » (ensemble comprenant 1 fluxmètres et 1 sonde de température PT100).

Les fluxmètres ou « Sondes Transfert » sont utilisés pour deux mesures différentes :

- ✓ Ceux installés sur les parois intérieures (murs intérieurs, planchers intermédiaires) mesurent le flux mitoyen, et servent donc pour la mesure SEREINE enveloppe du logement ;
- ✓ Ceux installés sur les parois donnant sur l'extérieur (murs extérieurs, toitures, planchers bas) devront être associés à une sonde de température intérieure et permettront de réaliser la mesure locale du U des parois concernées.

Le matériel est décrit plus en détails dans le livrable n° 1.2.b "Dispositif de mesure SEREINE Enveloppe pour le logement collectif".

Par ailleurs les contraintes de déplacement ou le nombre de personnes disponibles pour intervenir sur chantier impacteront aussi l'organisation matérielle.

Deux scénarios seront possibles selon les contraintes :

- Soit il s'agit de limiter les déplacements, avec suffisamment de matériel disponible et d'appartements disponibles en même temps ;
- Soit la distance de déplacement sur le chantier est courte et les appartements sont indisponibles simultanément, de même que peu de matériel et de ressources humaines peuvent être sollicités.

Le nombre de kits disponibles, leur acheminement, ainsi que le nombre de fluxmètres contraindra fortement l'instrumentation en termes de nombre d'appartements mesurables et de nombres de parois à instrumenter.

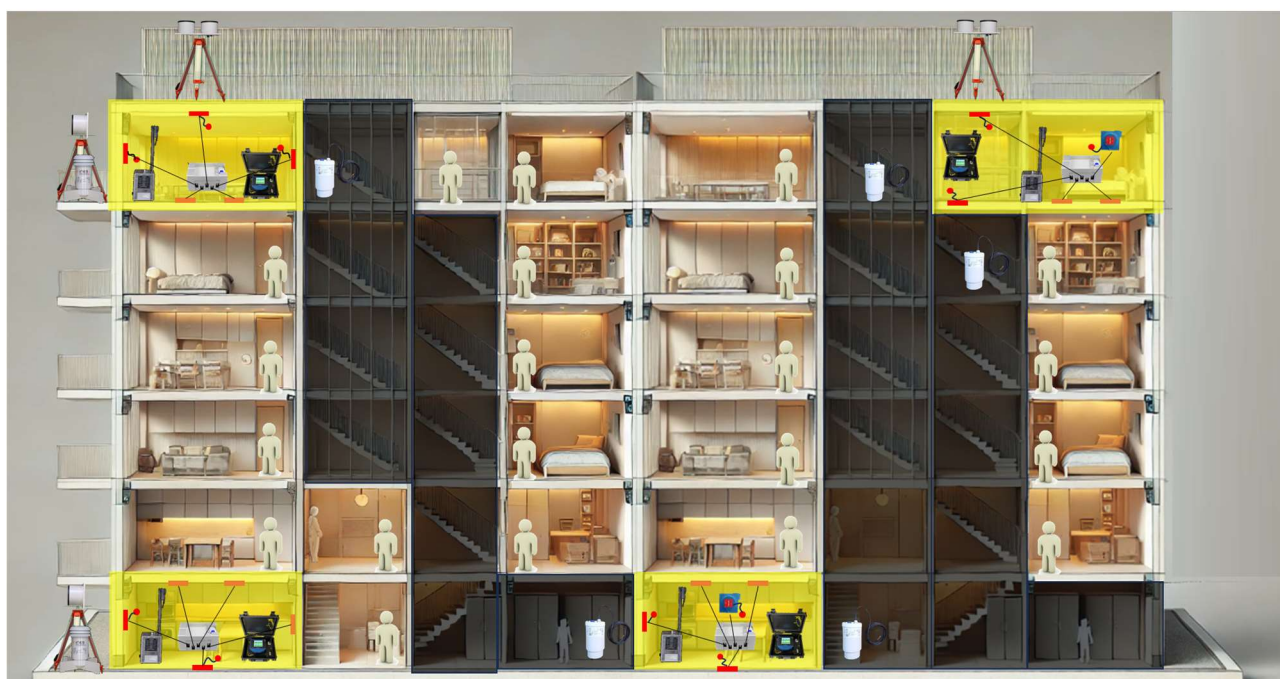
Ces contraintes seront à mettre en regard de l'échantillonnage, pour aboutir à l'arbitrage final.

Afin d'illustrer l'implantation du matériel pour la mesure Enveloppe, 2 exemples sont donnés en annexe 7.2/ (implantation en protocole « voisins présents » et « voisins absents » sur un même bâtiment).

L'encadré ci-dessous présente synthétiquement le cas en protocole « voisins présents » réalisé en une seule intervention.

Application à l'exemple n°1 en annexe 7.2/

Logements mesurés Locaux non chauffés



 Fluxmètres & sonde température vers extérieur  Fluxmètres vers mitoyens

L'indicateur global préconise au moins 4 logements pour les mesures SEREINE Enveloppe + une variété des parois représentées dans les logements SEREINE.

Mesures SEREINE Enveloppe :

4 appartements en angle : 2 au RDC, 2 au dernier étage soit 4 kits SEREINE enveloppe LC

Mesures des flux mitoyens :

11 fluxmètres (ou « Sondes Transfert ») répartis sur l'ensemble des parois mitoyennes des logements mesurés. Le cas présent : 1 à 2 fluxmètres par paroi mitoyenne (murs mitoyens, planchers intermédiaires mitoyens -haut ou bas-)

Mesures locales de U :

9 fluxmètres (ou « Sondes Transfert ») répartis sur toutes les parois extérieures (en doublon par type de paroi lorsque possible) : murs verticaux donnant vers l'extérieur et sur les espaces non-chauffés, plancher haut, plancher bas.

Dans le cas présent, le choix a été fait de réaliser les mesures locales dans les mêmes appartements où la mesure enveloppe est réalisée.

Nombre et positionnement des fluxmètres pour la mesure des flux mitoyens

Concernant le nombre et le positionnement des **fluxmètres (ou « Sondes Transfert »)** sur les **parois mitoyennes**, il convient de réaliser une **segmentation** en regroupant les surfaces mitoyennes ayant :

- Une même composition (matériaux) ;
- Une même orientation (même voisin).

Si le protocole de mesure SEREINE est réalisé dans la configuration « voisins présents », il convient de segmenter davantage selon les zones d'usage côté mitoyen (chaque zone représentant une consigne de chauffage différente).

On différencie alors, à défaut :

- La zone principale (chambres, séjour, cuisine, dégagements),
- La salle de bains,
- La buanderie.

A titre d'exemple, la Figure 5 présente une segmentation des murs mitoyens suivant les deux configurations.

Ces segments serviront de base de déclaration des parois mitoyennes dans l'interface de saisie de l'enveloppe (surface, orientation, typologie, zone d'usage voisine).

Une fois les segments identifiés, il convient alors de positionner **au minimum un fluxmètre par segment (idéalement deux)**.

Pour éviter toute erreur, les emplacements choisis sont ensuite reportés sur le plan de l'appartement qui sera fourni au moment de la mesure.

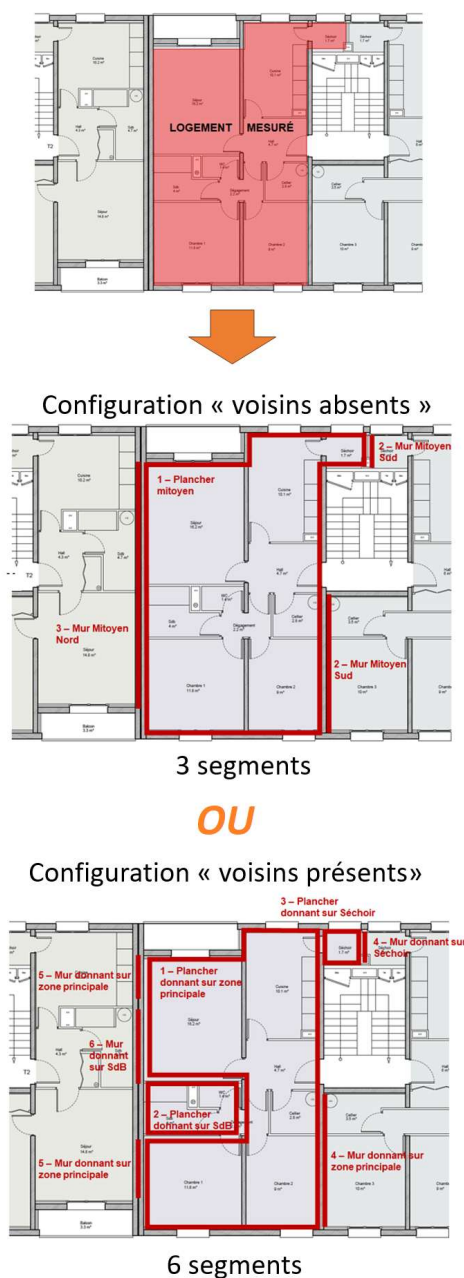


FIGURE 5 : EXEMPLE DE SEGMENTATION DES MURS MITOYENS D'UN APPARTEMENT EN DERNIER NIVEAU

Nombre et positionnement des fluxmètres pour les mesures locales de U

En complément du nombre de fluxmètres (ou « Sondes Transfert ») requis pour la mesure des flux mitoyens, il convient de s'assurer d'en ajouter un nombre suffisant dédié à la mesure de U local pour assurer la robustesse de l'indicateur global Enveloppe (voir Tableau 2 : Aide à la décision sur l'instrumentation à prévoir en fonction du seuil de détection de contre-performance).

Afin de capturer un maximum d'informations diverses, il est recommandé d'effectuer généralement **entre 8 et 16 mesures locales sur l'ensemble du bâtiment**⁵ réparties comme suit :

- 2 à 4 mesures sur des murs verticaux (sur n'importe quel logement, en privilégiant les parois donnant sur le nord) ;
- 2 à 4 mesures en plancher haut (dans un appartement au dernier niveau) ;
- 2 à 4 mesures en plancher bas (dans un appartement au premier niveau) ;
- 2 à 4 mesures vers des locaux non chauffés (dans un appartement donnant sur de tels espaces).

En termes de priorité, il est préférable de privilégier la diversité (pour assurer des mesures sur trois parois différentes) à la redondance des mesures (en gardant un minimum de 2 mesures sur un même type de paroi). Dès que les 3 types de parois les plus influentes sur les déperditions sont instrumentées, la pose de fluxmètres supplémentaires pour assurer une redondance devient intéressante.

Pour simplifier la mise en œuvre, il est plus pratique de poser tous ces fluxmètres au même moment dans les appartements où une mesure SEREINE est réalisée (même si les mesures de U extérieur peuvent être réalisées dans d'autres appartements afin d'apporter plus de diversité à l'évaluation globale).

Lorsque le nombre de fluxmètres est restreint, on privilégiera la mesure des flux mitoyens.

B. ORGANISATION DU PRECHAUFFAGE

En collectif, pour que la mesure en inoccupation soit la plus courte et la plus précise possible, il est nécessaire de préchauffer les appartements mesurés (à une température permettant d'obtenir un résultat exploitable, cf. section 3.1/) :

1. Si la température extérieure est inférieure à 5°C en moyenne, on applique le protocole « voisins présents ». Le logement doit alors être préchauffé à 21°C avec le système de chauffage en place. Il est également nécessaire de s'assurer que les logements voisins soient chauffés.
2. Si la température extérieure est supérieure à 10°C en moyenne (mais inférieure à 20°C), on applique le protocole « voisins absents ». Il devient alors nécessaire de préchauffer le logement testé ainsi que tous les pièces voisines à une température de 15°C au-dessus de la température moyenne extérieure (soit de 25 à 35°C). Le logement testé est chauffé avec le dispositif SEREINE. Pour les logement voisins, si les systèmes de chauffage présents ne permettent pas d'atteindre ces températures de consigne, il devient alors nécessaire d'utiliser des kits SEREINE supplémentaires.
3. Si la température moyenne extérieure se situe entre 5°C et 10°C, on peut appliquer le protocole « voisins présents » si le niveau de performance de l'enveloppe est moyen ($U_{bat} > 0.5 \text{ W/m}^2/\text{K}$). Dans le cas contraire, on appliquera le protocole « voisins absents ».

Le préchauffage peut être réalisé en situation d'occupation.

N.B. : en protocole « voisins absents », la durée de préchauffage peut être potentiellement importante (surtout en isolation par l'extérieur) pour atteindre la température de consigne et la stabilisation de la puissance de chauffage. Il est donc nécessaire d'anticiper plusieurs jours de mobilisation du matériel supplémentaire pour effectuer les mesures.

⁵ A noter que les mesures locales ont toujours un risque de ne pas être valides (3 critères de la norme ISO 9869 non atteints faute de stabilité météorologique ou de durée de mesure). Il est donc préférable de viser plutôt 16 mesures pour faciliter le calcul de l'indicateur global.

C. DUREE DE LA MESURE

En termes de durée, si les conditions de préchauffage sont respectées (puissance de chauffage et température quasi-stabilisée avant la période d'inoccupation), la durée recommandée pour les mesures SEREINE Appartement est de 36h.

Les mesures locales de la transmission thermique U, quant à elles, nécessitent une durée de mesure plus longue (minimum de 72h).

Pour ces différentes raisons, il est donc recommandé de mobiliser le matériel sur environ 1 semaine.

N.B. : S'il est nécessaire de passer par une période transitoire pour stabiliser les températures et puissances (ex : logement non chauffé, changement de consigne de chauffage chez les voisins, application du protocole « voisins absents »), il faut donc ajouter potentiellement plusieurs jours de mobilisation du matériel en amont pour assurer ce préchauffage (cf. paragraphe précédent).

N.B.2 : La **contrainte d'inoccupation** n'est cependant pas d'une semaine, mais de **36h** (pour les mesures SEREINE Appartement). Les périodes de préchauffage et les mesures locales de transmission thermique U peuvent être réalisées en présence d'occupants (de préférence après les mesures appartement assurant les conditions minimales de préchauffage).

D. ORGANISATION DE L'AUDIT SYSTEMES

On cherchera à optimiser les interactions entre l'audit Systèmes et la mesure Enveloppe, afin de réduire le nombre d'allers et venues dans un même appartement. Un planning de durée moyenne en temps/homme et nourri des **6 retours** d'expérimentations menées par le consortium est repris ci-après (le temps/homme annoncé étant 1 jour = 1 personne qui travaille une journée complète). On notera que le retour d'expérience sur l'audit système est légèrement moindre que celui sur l'enveloppe qui comporte plus de 10 opérations.

TABLEAU 3 : PLANNING PREVISIONNEL DES TACHES A REALISER DANS LE CADRE DE L'AUDIT SEREINE SYSTEMES

Actions à mener	M-1	S-1	Jour J	J+1	S+1
Récolte des documents techniques	½ jour				
Saisie des systèmes/terminaux et audit documentaire		Quelques heures			
Audit sur site des logements par échantillonnage			½ jour		
Audit sur site locaux techniques et Partie communes				½ jour	
Edition du rapport et relecture				1 jour	½ jour

Le planning proposé est susceptible d'être ajusté pour chaque opération et dépendra aussi d'une bonne coordination auprès du Maître d'Ouvrage, du chauffagiste et des mesures de perméabilité à l'air et des débits/pressions aux bouches. A noter que la prise de rendez-vous avec le chauffagiste (à privilégier en mi-journée) est impactante pour l'accès aux locaux techniques.

E. ACCES AUX LOCAUX

La réussite des mesures SEREINE Appartement est fortement liée à l'implication du maître d'ouvrage : il est nécessaire qu'il donne aussi **accès aux logements mitoyens (si non occupés)** et mette en place le **préchauffage** dans ceux-ci et dans les appartements testés.

Il est nécessaire de s'assurer également d'avoir le jour J accès non seulement à ces appartements, mais aussi aux différents **locaux adjacents non chauffés** (garage, local vélo, chaufferie pour les systèmes, combles, toiture terrasse, etc.) ainsi qu'un **abonnement électrique** de 6kVA pour l'utilisation du matériel de chauffage du kit SEREINE.

Pour l'audit Systèmes, **l'accès à la chaufferie** et la **présence de l'exploitant** sont également nécessaires.

4.5/ ORGANISATION SUR SITE

L'ensemble des préconisations présentées ici sont le résultat d'un retour d'expériences terrain sur plus d'une **dizaine** d'opérations en logements collectifs dans le cadre du projet SEREINE 2 ainsi que plus de 30 configurations de murs mitoyens sur-instrumentés en termes de fluxmètres issues des campagnes des projets SEREINE 1 et 2. De plus, des études plus spécifiques en milieu contrôlé ont également permis de mieux identifier l'impact de l'écart de température entre voisins et de la méthode de pose des fluxmètres sur l'erreur et la dispersion des flux de chaleur.

Pour plus de détails, se référer au « Livrable n° 1.1.c Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif ».

A. PHASAGE SUR SITE

Le descriptif suivant suppose l'intervention de **2 personnes pour réaliser la mesure enveloppe et 1 personne pour les vérifications Systèmes**. Ce nombre paraît être un minimum et une équipe d'intervention plus importante peut être souhaitable selon les contraintes de temps, de distance ou techniques. En ordre de grandeur, il faut prévoir une charge de **1 personne/jour.appartement mesuré** à laquelle il faut ajouter **1 personne/jour pour l'audit Systèmes** (ex : 5 personnes sur 1 jour pour mesurer 4 appartements et réaliser l'audit systèmes)

A contrario, s'il n'est pas impossible d'envisager la réalisation de la mesure par **une seule personne**, cela nécessiterait une **très bonne maîtrise** et supposerait un **temps d'intervention très important**.

Dans la figure ci-après sont présentées les différentes phases sur le chantier de la mesure Enveloppe SEREINE : chacune de ces phases est explicitée dans les paragraphes suivants.

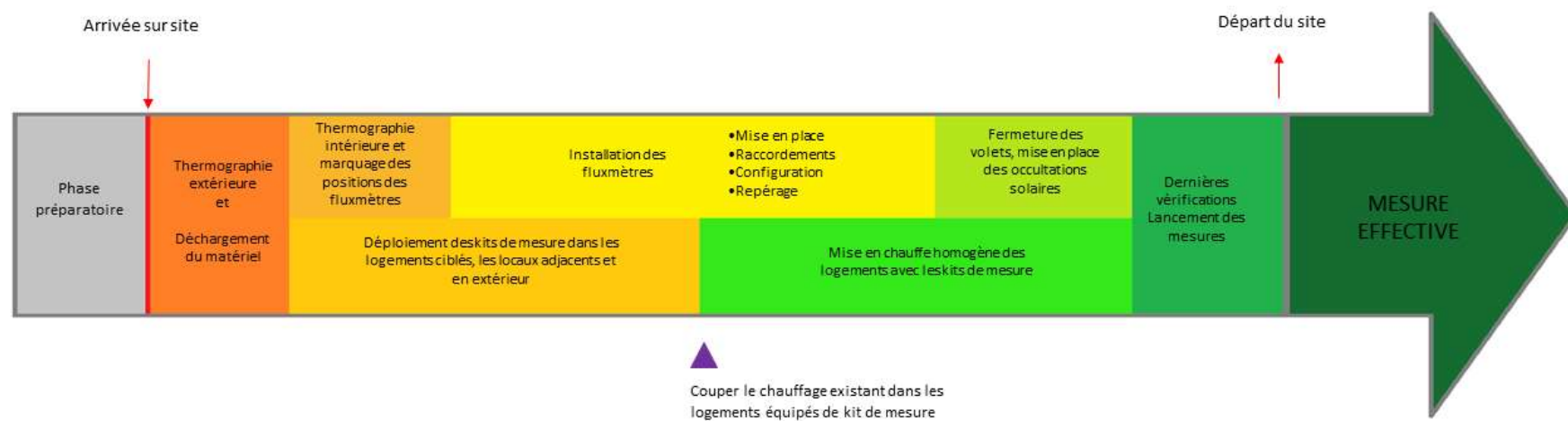


FIGURE 6 : PHASAGE DES DIFFERENTES ETAPES SUR SITE POUR LA REALISATION DU PROTOCOLE ENVELOPPE SEREINE EN LOGEMENT COLLECTIF

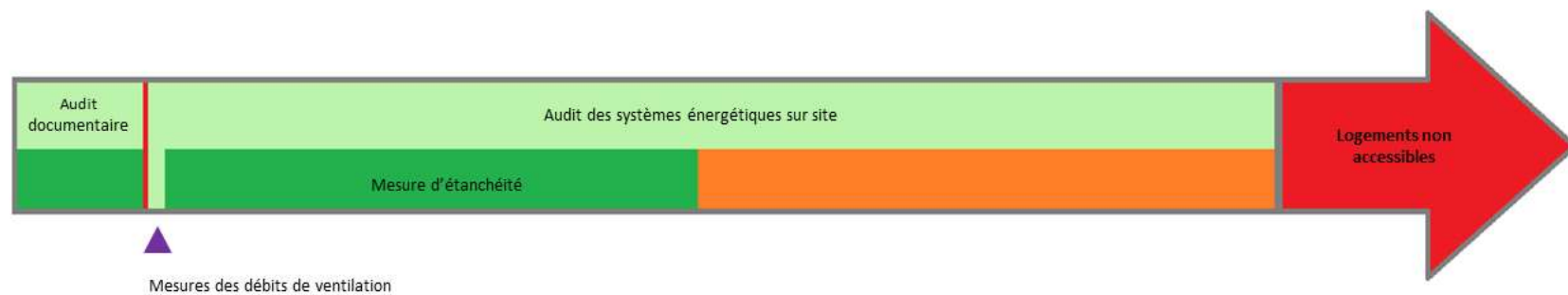


FIGURE 7 : PHASAGE DES DIFFÉRENTES ÉTAPES SUR SITE POUR LA RÉALISATION DE L'AUDIT SYSTÈMES **SEREINE** EN LOGEMENT COLLECTIF

B. THERMOGRAPHIE EXTERIEURE

Cette phase peut être réalisée par une seule personne de l'équipe d'intervention pendant que les autres s'occupent de décharger le matériel en direction des appartements instrumentés.

En général la thermographie a lieu tôt le matin, pour éviter les perturbations dues aux rayonnements solaires sur la façade extérieure. Selon les contraintes opérationnelles, il peut être éventuellement envisagé de la faire le soir, en attendant quelques heures après le coucher du soleil (voir le protocole thermographie).

:

- ✓ Il convient alors de réaliser la procédure comme définie dans le **“Protocole de détection des irrégularités thermiques sur l'enveloppe d'un bâtiment - Maison individuelle et Bâtiment d'habitation collectif - Méthode infrarouge”**.
- ✓ **Elle permet de vérifier que l'enveloppe ne soit pas fortement hétérogène**, c'est à dire dont les mesures d'appartement et locales ne soient pas représentatives de l'enveloppe globale, auquel cas l'indicateur global ne pourra pas être calculé.

C. THERMOGRAPHIE INTERIEURE ET POSITION DES FLUXMETRES

La même personne chargée de la thermographie extérieure s'assure ensuite de réaliser celle côté intérieur.

Ici, la thermographie vise également à réaliser une détection des défauts et irrégularités de l'enveloppe et à écarter la possibilité d'une enveloppe fortement hétérogène, mais également à guider l'instrumentation par fluxmètres dans les logements.

Pendant la thermographie intérieure :

- ✓ Réaliser la procédure comme définie dans le **“Protocole de détection des irrégularités thermiques sur l'enveloppe d'un bâtiment - Maison individuelle et Bâtiment d'habitation collectif - Méthode infrarouge”**.
- ✓ **Préparer l'installation des fluxmètres** : faire un tour à la caméra thermique et mettre une marque (au moyen d'adhésif de peinture, de posts-it, ou tout autre marqueur non dommageable pour le revêtement) là où devront être installés les fluxmètres (parois mitoyennes et parois extérieures pour les mesures locales de U **suivant la planification matérielle réalisée en partie 4.4/**).
- ✓ **Vérifier l'absence de sources de chaleur** (réseau d'eau chaude bouclée, réseau de chauffage, radiateurs allumés) qui pourraient perturber la mesure SEREINE Enveloppe. Le cas échéant, les éteindre si possible, ou les calorifuger.
- ✓ **Vérifier l'absence de murs mitoyens présentant une forte hétérogénéité en température** (ex : type cloison en plaques de plâtre seule, avec rails aluminium distinguables à la caméra...).
- ✓ **Vérifier l'absence de mobilier imposant contre les parois mitoyennes** (côté logement mesuré SEREINE). Au besoin, il conviendra de les écarter du mur mitoyen.
- ✓ Si les appartements sont préchauffés, **vérifier le niveau de température atteint**, à appliquer ensuite au scénario de température stationnaire.
- ✓ Enfin, **s'assurer que l'espace mitoyen** (logement voisin ou autre local chauffé) **est chauffé** à une température entre 15 et 25°C.

Si possible, effectuer aussi une thermographie dans d'autres logements que celui mesuré par la méthode SEREINE Enveloppe. Ces derniers peuvent être occupés.

Concernant la mise en place des **fluxmètres sur les parois**, il sera recommandé de les positionner à mi-hauteur, loin des ponts thermiques et en dehors de points singuliers (chauds ou froids), et éloignés du mobilier potentiellement présent contre la paroi.

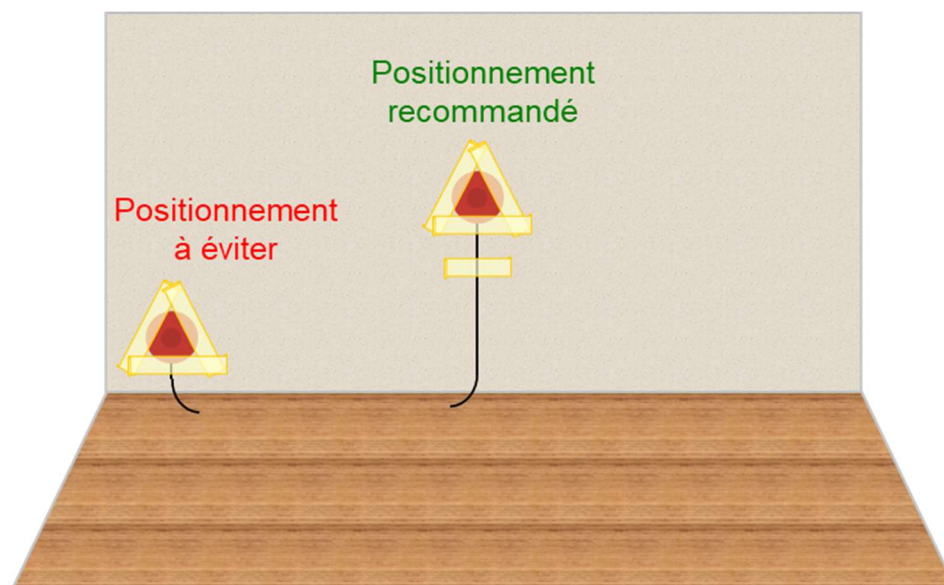


FIGURE 8 : POSITIONNEMENT DE LA SONDE EN MILIEU DE PAROI EN HAUTEUR ET EN LARGEUR

Si deux fluxmètres sont posés sur la même paroi dans la même pièce, ils seront disposés à deux hauteurs différentes, avec environ un mètre de différence de hauteur.

Cette recommandation est répliquable sur les planchers intermédiaires (la hauteur étant remplacée par la distance avec les murs).

D. MISE EN PLACE DU MATERIEL ENVELOPPE (INTERIEUR ET EXTERIEUR)

En parallèle de la personne chargée de la thermographie, une autre personne (ou groupe de personnes) procédera à l'installation des kits SEREINE Enveloppe.

Dans chaque logement faisant l'objet d'un test Enveloppe :

- ✓ Mettre en place le concentrateur et l'allumer,
- ✓ Mettre en place les modules intérieurs:
 - Comme pour la mesure SEREINE en maison, on positionnera un module par pièces et deux dans la plus grande pièce.
 - On évitera d'orienter le flux de chaleur des modules de chauffages sur les parois mitoyennes ou extérieures où des fluxmètres seront posés afin de ne pas perturber la mesure de ces derniers.
- ✓ Mettre en places les modules extérieurs, façade et adjacent :
 - **Les modules extérieurs de chaque kit** doivent tous être positionnés en **extérieur et le plus possible au nord et à l'abri du soleil.**
 - Un **module façade** devra être positionné **par paroi** où l'on réalise une mesure locale du U (lorsque possible, se référer aux marquages laissés par la personne chargée de la thermographie -si réalisés- ou à la planification matérielle réalisée en partie 4.4/). Ces derniers pourront être positionnés sur les balcons, si le bâtiment en est pourvu. A défaut il faudra trouver des espaces extérieurs sécurisés (voir Figure 9).
 - On placera un **capteur adjacent** ou à défaut, un capteur façade dans tous les **locaux non chauffés** adjacents aux logements mesurés: garage, local vélo, couloir, palier, comble, cave, vide sanitaire, etc.
- ✓ Couper le chauffage dans les appartements faisant l'objet du test SEREINE,

- ✓ Allumer tout les éléments du kit et poursuivre le préchauffage avec celui-ci.

La poursuite du préchauffage par les kits SEREINE au plus tôt lors de l'intervention permet de vérifier l'homogénéité des températures dans le logement et, le cas échéant, d'y remédier.



FIGURE 9 : EXEMPLE DE POSITIONNEMENT DE MODULES FAÇADE EN EXTERIEUR

N.B. : Pour rappel, dans le cas du protocole « **voisins absents** » :

- Dans le cas où les systèmes en place dans les logements voisins peuvent assurer une consigne de température identique aux logements mesurés (température extérieure + 15°C) , il convient de les régler de manière à assurer un tel chauffage ;
- Dans le cas contraire, il convient d'installer des kits supplémentaires dans ces logements (modules pilotage et intérieurs uniquement) pour assurer ce chauffage.

E. INSTALLATION DES FLUXMETRES

Les fluxmètres (ou « Sondes Transfert ») doivent être posés aux emplacements repérés par des marquages lors de la thermographie intérieure réalisée au préalable (sous-section 4.5/C) puis raccordés aux modules transfert les plus proches.

La méthode de fixation recommandée reste l'adhésif de peinture large (et de bonne facture) pour assurer le maintien des fluxmètres le temps de la mesure. L'adhésif doit recouvrir l'ensemble du pourtour du fluxmètre ainsi que le câble à environ 10 centimètres du capteur (afin de limiter les forces d'arrachement liées au câble, plus particulièrement sur les mesures en plafond). La zone d'échange centrale des fluxmètres ne doit pas être recouverte.

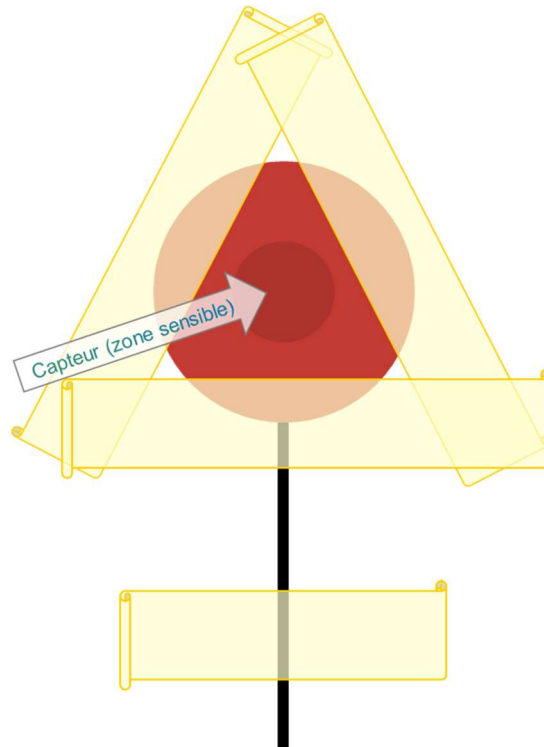


FIGURE 10 : ILLUSTRATION DE LA FIXATION D'UNE SONDE TRANSFERT A L'AIDE DE RUBAN ADHESIF

Pour chaque fluxmètre positionné sur les parois extérieures, il convient d'y associer une sonde de température intérieure à proximité (normalement déjà présente dans les sondes Transfert du dispositif SEREINE LC).

Une fois les fluxmètres posés, il conviendra de :

- ✓ S'assurer de l'**orientation des modules intérieurs** afin que ces derniers ne viennent pas souffler directement sur les emplacements où les fluxmètres sont posés (source de bruit et d'incertitude), en particulier sur les planchers bas intermédiaires.
- ✓ Si des **modules façades** ont été placés de l'autre côté des parois faisant l'objet de mesures locales de U, vérifier leur positionnement (si possible, les rapprocher au plus près du côté extérieur de la paroi opposé au fluxmètre).
 - Si les modules façades n'ont pas été placés : lorsque c'est possible, installer un module et informer la (ou les) personne(s) en charge de la mise en place du matériel enveloppe.
- ✓ Noter les numéros des « Sondes Transfert » sur un plan du logement annotable (au format papier ou numérique). A terme, l'association de ces sondes aux murs correspondants (extérieurs et mitoyens) sera réalisée dans la **page Enveloppe sur l'interface d'utilisation**.

F. AUDIT SYSTEMES

En parallèle de l'équipe en charge de la mesure Enveloppe, une autre personne pourra se charger de l'audit Systèmes.

La contrainte opérationnelle la plus forte pour la partie Systèmes vis-à-vis de la mesure Enveloppe est la réalisation des mesures de débits et de pression aux bouches en ventilation lorsque le

logement échantillonné est le même que celui retenu pour la mesure de la perméabilité à l'air ou la mesure Enveloppe.

Dans ces logements, le chauffage et la ventilation seront complètement coupés, une petite partie des points de vérifications en locaux techniques ne pourra donc plus être réalisée. Ces points de vérifications doivent donc être réalisés soit avant la coupure/arrêt, soit lors de la dépose du matériel enveloppe à la fin de la mesure. A noter que la vérification des mesures de débits et pression aux bouches ne représente qu'une petite partie des points de vérification inclus dans l'audit Systèmes.

N.B. : Lors de la coupure de la ventilation, attention à ne pas couper la ventilation des logements encore occupés : il faudra vérifier s'il est possible de couper de manière différenciée avec l'exploitant en place par exemple. A défaut, lorsque les autres logements non instrumentés sont occupés, on scotchera l'extraction en laissant la ventilation collective en fonctionnement.

G. MESURES D'ETANCHEITE A L'AIR

La mesure d'étanchéité à l'air sur chaque logement instrumenté est réalisée en général avant le lancement de la mesure SEREINE (optionnellement, elle peut aussi être réalisée à la désinstallation ou en différé).

A noter que la ventilation doit être coupée à ce moment (ou la bouche d'extraction a minima obturée), et qu'il n'est donc pas possible de mesurer le débit aux bouches de ventilation pendant la mesure de perméabilité à l'air du même logement. Cela doit avoir été fait avant ou après la désinstallation.

H. FINALISATION ET LANCEMENT DES MESURES ENVELOPPE

Avant toute chose, il convient de vérifier si le préchauffage a été correctement réalisé (cf. sous-section 4.5/D) sur l'interface d'utilisation (page de visualisation des données). Les températures des pièces doivent être globalement homogènes et à la bonne température de consigne (voir préconisation en section 3.1/). Au besoin, ajuster les puissances ou le positionnement des modules intérieurs au besoin.

Pour la mesure Enveloppe, les entrées d'air et extracteurs de ventilation seront obturés pendant toute la durée du test. Le système de ventilation restera également à l'arrêt, quand c'est possible (quand d'autres logements du bâtiment sont occupés, il est exclu de couper le système global et l'on se contentera d'obturer les entrées d'air et bouches d'extraction).

De même, pour éviter les transferts radiatifs, tous les volets seront fermés, et en l'absence de volets, les parois vitrées sont occultées de préférence par l'extérieur

Il convient enfin de revérifier l'orientation des modules intérieurs afin que ces derniers ne viennent pas souffler directement sur les emplacements où les fluxmètres sont posés.

Le logement peut alors être libéré, fermé à clé, et les scellés posés le temps de la mesure, en notant bien l'heure de fermeture pour l'analyse des données.

4.6/ SYNTHÈSE ET RAPPORTS

L'ensemble des mesures, locales et appartement, sont récoltées et peuvent être analysées soit individuellement, soit en vue de l'évaluation de l'indicateur global.

- ☐ Individuellement, comparées aux valeurs de la note de calcul thermique, elles informent sur la performance locale de l'enveloppe.
- ☐ Intégrées à l'indicateur global, elles permettent de se prononcer sur un risque de contre-performance de l'enveloppe de l'ensemble du bâtiment.

Si des défauts qualitatifs devaient être repérés pendant la visite ou à la thermographie, ils peuvent permettre d'expliquer les mesures possiblement contre-performantes obtenues.

De manière générale, il est crucial pendant cette étape d'analyse des résultats de croiser les analyses de mesures entre elles et avec les informations qualitatives relevées in situ ou dans la documentation. Si un indicateur global est calculé, il est présenté sous forme graphique, comme en Figure 11, et la conclusion prise quant à l'hypothèse de performance est donnée clairement.

Si l'indicateur global n'est pas calculé pour l'opération, les résultats quantitatifs sont néanmoins comparés aux valeurs cibles issues de la note de calcul thermique quand elle est disponible, aux valeurs prises par défaut dans un diagnostic existant ou aux valeurs par défaut de la méthode 3CL. Les valeurs de référence et leur source est explicitée dans le rapport d'analyse de l'opération.

L'analyse globale de l'enveloppe peut se faire conformément aux exemples donnés dans le livrable 1.1c *Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif*.

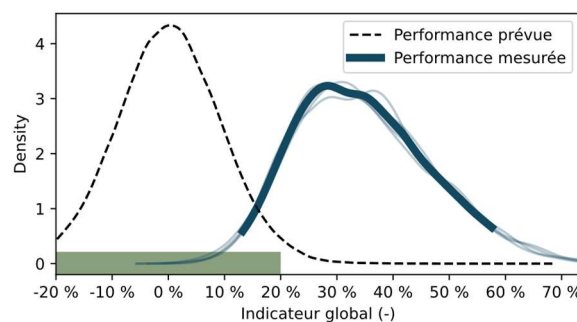


FIGURE 11 EXEMPLE D'INDICATEUR GLOBAL - FIGURE A INCLURE DANS LE RAPPORT PRINCIPAL

L'ensemble des éléments d'analyse qualitative et quantitative sera donné dans un ensemble de rapports complémentaires, 7.3/ organisés comme suit :

- Un rapport principal, synoptique, qui rappelle les résultats principaux des mesures et vérifications réalisées sur l'opération. Le cas échéant, le rapport principal contient aussi l'analyse de l'indicateur global quand il est calculé.
- Des rapports annexes détaillés relatifs aux mesures et inspections faites. Ces sections sont rédigées de telle sorte à être individuellement lisibles et compréhensibles. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir l'ensemble des rapports annexes pour connaître et comprendre les conclusions tirées d'un rapport annexe donné.
 - o Rapports de la mesure SEREINE Enveloppe par appartement,
 - o Rapports des mesures locales de U des parois,
 - o Rapport de détection des irrégularités thermiques de l'enveloppe par caméra infrarouge,
 - o Rapport de l'audit SEREINE Systèmes,
 - o Rapports d'étanchéité à l'air par appartement.

Le contenu des différents rapports est indiqué plus en détail en Annexe 7.3/.

5/ COMPETENCES NECESSAIRES

Pour la réalisation de l'audit Systèmes, il est nécessaire d'avoir des compétences suffisantes pour auditer les systèmes de chauffage, ventilation, ECS principalement collectifs. Des compétences de bureautique pour préparer l'intervention sont également nécessaires. La formation au protocole Promevent est aussi un prérequis.

Pour la réalisation de la mesure Enveloppe, il faut *a minima* être qualifié.e pour la mesure d'étanchéité à l'air et avoir suivi la formation thermographique tel que recommandé dans le livrable " **Protocole de détection des irrégularités thermiques sur l'enveloppe d'un bâtiment - Maison individuelle - Méthode de mesure du niveau d'isolation local**".

6/ CONCLUSION - POUR EN SAVOIR PLUS

La réalisation d'une évaluation SEREINE en logement collectif nécessite une approche opérationnelle nécessairement plus complexe que pour la maison individuelle.

Pour élaborer, tester et valider la démarche autant d'un point de vue scientifique qu'opérationnel, l'équipe projet SEREINE a mené à son compte des audits sur 16 bâtiments de logements collectifs à travers le territoire national (comprenant 36 appartements mesurés, 6 audits systèmes, et plus de 130 mesures locales de U de paroi).

Ce retour d'expériences a permis d'aboutir aux différents livrables SEREINE sur le volet du logement collectif.

Le présent livrable a pour but de décrire le protocole opérationnel complet (enveloppe et systèmes) afin de préparer et réaliser les évaluations SEREINE par des opérateurs de mesure sur le terrain.

L'adaptation de la méthode sur le plan scientifique et technique est quant à elle décrite dans le premier livrable intitulé « *Livrable n° 1.1.c Méthode et protocole SEREINE Enveloppe V2 pour le Logement Collectif* » expliquant notamment l'approche retenue, le nouveau protocole dans les grandes lignes et les méthodes de calcul.

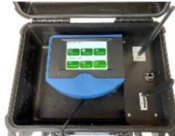
Pour plus de détails sur l'évolution du dispositif matériel associé à cette méthode, un second livrable intitulé « *Livrable n° 1.2.b Dispositif de mesure SEREINE Enveloppe* » explique notamment l'inclusion des fluxmètres dans le dispositif matériel actuel afin d'en permettre la conception et de préparer, à terme, l'analyse des données automatisée des mesures locales et appartement.

Pour plus de détails sur l'adaptation de l'audit Systèmes, le livrable intitulé « *Livrable n°1.4.b Solution SEREINE Systèmes, Méthode, fonctionnement et utilisation de l'application en logements collectifs* » expose la nouvelle méthode d'échantillonnage relative aux systèmes énergétiques, l'évolution de l'application et les retours d'expérience obtenus.

7/ ANNEXES

7.1/ LISTE DU MATERIEL

A. KIT MESURE SEREINE ENVELOPPE ET MESURE LOCALE DU U

	Nom	Quantité disponible	Fonctionnement
	Pilotage 	1	• Pilotage des modules • Centralisation des mesures (radio) • Envoi des mesures (mobile)
	 Intérieur	10	• Mesure de température • Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute) • Alimentation chauffage • Pilotage par le module <i>Pilotage</i>
	Transfert 	6	• Mesure de flux thermiques et de températures • Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)
	Comptage 	2	• Comptage électrique d'un appareil tiers • Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)

	Nom	Quantité disponible	Fonctionnement
	Adjacent	3	• Mesure de température • Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)

		
Extérieur 	1	• Mesure de température • Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)
Façade 	3	• Mesure de température équivalente (rayonnements solaire et céleste, et température d'air) • Envoi des données au module <i>Pilotage</i> (0,5 point / minute)

B. MATERIEL AUDIT SEREINE SYSTEMES

Nom	Fonction
Tablette (IOS, Android et Windows)	Utiliser l'application
Anémomètre fil chaud + cône	Mesurer les débits de ventilation
Anémomètre à hélice + cône	Mesurer les débits de ventilation
Débitmètre à pression différentielle	Mesurer les débits hydrauliques
Mètre ruban ou laser	Mesurer des distances
Boussole via application	Connaître l'orientation du bâtiment
Thermohygromètre	Mesurer la température et l'hygrométrie
Refractomètre	Mesurer le taux de glycol dans les circuits des panneaux solaires thermiques
Lampe	Eclairer
Escabeau	Accéder aux équipements techniques
Thermomètre de contact	Mesurer la température d'un réseau
Thermomètre infrarouge	Mesurer la température des parois
Clinomètre	Mesurer l'inclinaison d'une paroi
Manomètre	Mesurer la pression d'une bouche de ventilation hygroréglable
Luxmètre	Mesurer l'éclairement
Verre doseur	Mesurer un volume de fluide
Sonde Pitot	Mesurer une pression
Analyseur de combustion	Mesurer le rendement de la production
Jeu de clés et de tournevis	Accéder aux équipements techniques
Pied à coulisses	Mesurer des diamètres

7.2/ EXEMPLES D'IMPLANTATION SUR UN BATIMENT FICTIF

Afin de mieux comprendre les logiques d'implantation des modules et capteurs pour les mesures Appartement et les mesures de transmission thermiques sur une opération complète, voici un exemple de bâtiment fictif (en barre) sur lequel sont mesurés 4 appartements (choisis au vu de leur taux de surface extérieure).

Les logiques d'implantation seront données pour le protocole « voisins présents » (standard) et le protocole « voisins absents » (plus lourd).

On supposera dans les 2 cas le scénario dans lequel les ressources matérielles (nombre de kits SEREINE) et humaines (opérateurs) ne sont pas une limitation : toutes les mesures sont alors réalisées en parallèle.

Pour le protocole « voisins absents », on s'intéressera uniquement au cas où des kits de mesure sont installés chez les voisins (majorité des situations).

A. PROTOCOLE « VOISINS PRESENTS »

Ici, les conditions extérieures sont suffisamment froides pour ne pas avoir à instrumenter les appartements mitoyens (qui restent chauffés à une température autour de 20°C).

Comme indiqué sur la Figure 12, la logique d'implantation est la suivante :

- Nombre de kits SEREINE : x4 (un par appartement mesuré)
- Modules Pilotage : x4 (1 par kit)
- Modules Intérieurs : x4-28 (entre 1 et 7 par kit, selon la surface des logements)
- Modules Extérieurs : x4 (1 par kit)
- Modules Adjacents : x5 (1 par local non chauffé adjacent aux logements mesurés)
- Modules Transfert : x4-16 (entre 1 et 4 par kit)
 - o Fluxmètres vers mitoyens : x9 (1 par paroi mitoyenne et par zone d'usage))
 - o Fluxmètres & sonde température vers extérieur : x11 (toutes les voies restantes, réparties au mieux suivant différentes parois extérieures)
 - 2 sur le plancher haut donnant sur la toiture terrasse
 - 2 sur le plancher bas donnant sur un terreplein
 - 2 sur des murs donnant sur les communs non chauffés
 - 2 sur un mur vertical pignon donnant vers l'extérieur
 - 2 sur un mur vertical courant donnant vers l'extérieur
 - 1 sur un plancher intermédiaire donnant sur les communs non chauffés
- Modules Façade : ici x4 (1 pour chaque mesure locale donnant vers l'extérieur, lorsque possible)

Logements mesurés Locaux non chauffés



Fluxmètres & sonde température vers extérieur Fluxmètres vers mitoyens

FIGURE 12 : ILLUSTRATION D'IMPLANTATION COMPLETE POUR LES MESURES ENVELOPPE SUR UN BATIMENT FICTIF EN PROTOCOLE "VOISINS PRESENTS"

B. PROTOCOLE « VOISINS ABSENTS »

Ici, les conditions extérieures ne sont pas suffisamment froides, et il est nécessaire d'appliquer le protocole « voisins absents » en instrumentant également les appartements mitoyens avec d'autres kits.

Comme indiqué sur la Figure 13, la logique d'implantation est la suivante :

- Nombre de kits SEREINE : x8 (1 par appartement mesuré & au plus 1 par appartement mitoyen)
- Modules Pilotage : x8 (1 par kit)
- Modules Intérieurs : x8-56 (entre 1 et 7 par kit, selon la surface des logements)
- Modules Extérieurs : x4 (1 par kit sur les appartements mesurés)
- Modules Adjacents : x5 (1 par local non chauffé adjacent aux logements mesurés)
- Modules Transfert : x4-16 (entre 1 et 4 par kit sur les appartements mesurés)
 - o Fluxmètres vers mitoyens : x5 (1 par paroi mitoyenne, le chauffage des voisins étant contrôlé et homogène))
 - o Fluxmètres & sonde température vers extérieur : x15 (toutes les voies restantes, réparties au mieux suivant différentes parois extérieures)
 - 3 sur le plancher haut donnant sur la toiture terrasse
 - 3 sur le plancher bas donnant sur un terreplein
 - 3 sur des murs donnant sur les communs non chauffés
 - 2 sur un mur vertical pignon donnant vers l'extérieur
 - 3 sur un mur vertical courant donnant vers l'extérieur
 - 1 sur un plancher intermédiaire donnant sur les communs non chauffés
- Modules Façade : ici x4 (1 pour chaque mesure locale donnant vers l'extérieur, lorsque possible)

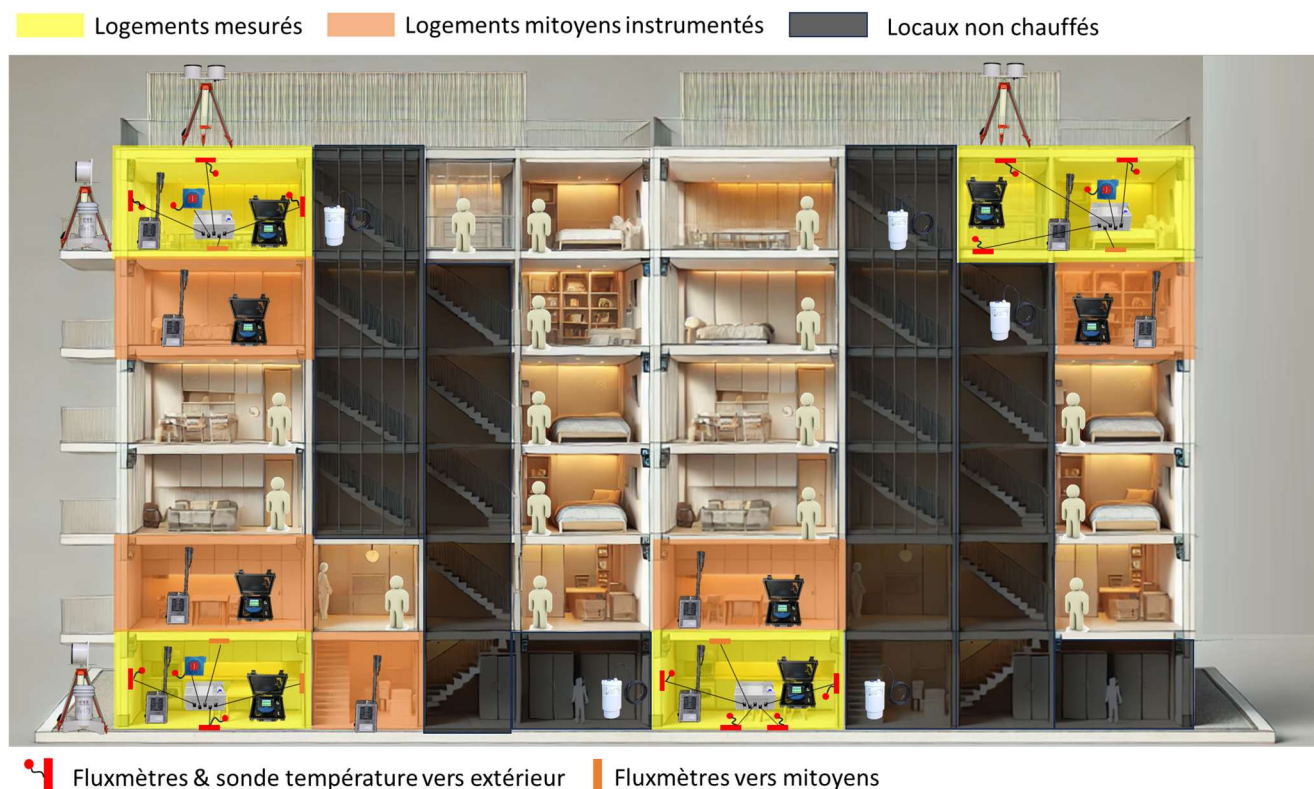


FIGURE 13 : ILLUSTRATION D'IMPLANTATION COMPLETE POUR LES MESURES ENVELOPPE SUR UN BATIMENT FICTIF EN PROTOCOLE "VOISINS ABSENTS"

7.3/ TRAMES DES RAPPORTS

Cette annexe récapitule l'ensemble des éléments strictement essentiels à la rédaction d'un rapport et de ses annexes.

A. RAPPORT PRINCIPAL – INDICATEUR GLOBAL

- Informations relatives à l'opération : Maître d'ouvrage, Commanditaire, adresse et n° RNB, forme, typologie, nombre d'étages et nombre de logements, surface déperditive, n° RSET si présent, date de construction, date de rénovation
- Informations relatives aux opérateurs-ices intervenu-e-s : Identité, entreprise
- Résultat de mesure d'étanchéité à l'air
- Descriptif et justification de l'instrumentation choisie pour l'opération : nombre et localisation d'appartements mesurés, nombre et localisation des mesures locales
- Qualification homogène du bâtiment et justification du calcul ou d'un indicateur global
- Réalisation des essais
 - o Dates de début et fin de la totalité des mesures, dates de début et fin des périodes sélectionnées pour l'analyse
 - o Commentaire sur les conditions de réalisation des essais (événements inhabituels, conditions de préchauffage conformes au protocole...)
 - o Données/graphiques des conditions extérieures pendant l'essai
- Résultats
 - o Récapitulatif des éléments distinctifs de l'audit de détection de défauts
 - o Récapitulatif des éléments distinctifs de l'audit SEREINE Systèmes
 - o Résultats des mesures SEREINE de logements

- Résultats des mesures de U conformes à l'ISO 9869-1
- Récapitulatif du calcul de l'indicateur global si calculé
 - Conclusion quant à l'hypothèse de performance (acceptée, rejetée, indécision)
 - Graphique de l'indicateur par rapport à la zone d'acceptabilité
 - Abaque (facultatif mais fortement recommandé)

B. RAPPORT ANNEXE 1 – RAPPORT DE MESURE SEREINE APPARTEMENT

- Localisation de l'appartement mesuré
- Conditions de réalisation de l'essai
 - Conditions extérieures
 - Dates de début et fin de la période sélectionnée pour l'analyse
 - Protocole de mesure sélectionné (voisins absents/voisins présents)
- Résultats d'analyse conforme au protocole

C. RAPPORT ANNEXE 2 – RAPPORT DES MESURES LOCALES

La trame du rapport des mesures locales du U est décrite dans le livrable " **Protocole de détection des irrégularités thermiques sur l'enveloppe d'un bâtiment - Maison individuelle - Méthode de mesure du niveau d'isolation local**". Le rapport contiendra notamment :

- La localisation sur plan de toutes les mesures faites,
- Les conditions de réalisation de l'essai :
 - Conditions extérieures,
 - Dates de début et fin de la période sélectionnée pour l'analyse,
 - Protocole de mesure sélectionné (voisins absents/voisins présents),
- Les résultats d'analyse et la vérification des seuils de validité selon la norme ISO 9869.

D. RAPPORT ANNEXE 3 – RAPPORT DE DETECTION DES IRREGULARITES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE PAR CAMERA INFRAROUGE

Comme défini dans le "**Protocole de détection des irrégularités thermiques sur l' enveloppe d'un bâtiment - Maison individuelle et Bâtiment d'habitation collectif - Méthode infrarouge**" réalisé par le groupe de travail SEREINE d'experts de la thermographie, la trame du rapport recommandé comprendra outre la description du bâtiment, son plan masse avec orientation, les clichés thermographiques, avec les commentaires en fonction des performances prévues dans la note de calcul thermique et la mise en exergue des éléments distinctifs, montrant des défauts notamment.

E. RAPPORT ANNEXE 4 – RAPPORT SEREINE SYSTEME

La trame du rapport est décrite dans le livrable « **Solution SEREINE Systèmes - Méthode, fonctionnement et utilisation de l'application en logements collectifs** », il comprend notamment les résultats qualité/défauts reportés par pièces, appartement, locaux techniques visités.

La trame du rapport SEREINE Systèmes prend en compte toutes les données de l'opération auditée, les systèmes énergétiques en place, une synthèse des défauts, et enfin le détail des défauts et qualités par local vérifié (locaux techniques, pièce d'appartement, logement notamment). Ce détail reprenant *a minima* les photos et commentaires réalisés sur site.

Un extrait de cette évolution est repris ci-après concernant uniquement la synthèse des défauts :

N°	Local	Système	Vérification	Défaut
262	Local technique VMC 2	Ventilation mécanique simple flux 2	Raccordement des caissons de ventilation aux réseaux	Absence de raccordement aux réseaux ou raccordement non étanche
N°	Local	Système	Vérification	Défaut
318	T3	Éclairage intérieur 30	Technologie des sources lumineuses	Luminaires moins performants que prévu en conception
272	Local technique VMC 2	Ventilation mécanique simple flux 2	Camet d'entretien	Absence de camet d'entretien
315	T4	Éclairage intérieur 29	Technologie des sources lumineuses	Luminaires moins performants que prévu en conception
277	Cuisine	Bouche d'extraction 20	Démontabilité de la bouche d'extraction	Démontage impossible de la bouche
285	SDB (68)	Bouche d'extraction 21	Démontabilité de la bouche d'extraction	Démontage impossible de la bouche
161	SDB (68)	Radiateur hydraulique 46	Présence de robinets thermostatiques	Absence des robinets thermostatiques
N°	Localisation	Système	Vérification	Défaut
329	Local technique Chaufferie	Chaudière granulés condensation 31	Implantation du vase d'expansion	Mauvaise implantation du vase d'expansion

FIGURE 26. EXTRAIT DE RAPPORT GENERE DE DEFAUTS INTEGRES AUTOMATIQUEMENT PAR PIECES D'APPARTEMENT OU PAR ZONE PLUS GENERALE TEL QU'UN LOCAL TECHNIQUE.

Sur cet exemple d'extrait d'un rapport, la synthèse des défauts (**critiques**, **majeurs** ou **mineurs**) est repris dans le rapport par zone, qu'il s'agisse d'un local technique ou une pièce d'appartement par exemple.

Dans les éléments détaillés qui sont à la suite du rapport, il en sera de même également pour les **qualités** ainsi que les **vérifications non effectuées** (à cause par exemple d'accès à un local).

F. RAPPORT ANNEXE 5 – ELEMENTS DIVERS

Enfin, en complément des autres rapports annexes peuvent figurer ici :

- Plans complets lisibles, avec orientation,
- Disposition des capteurs.

7.4/ FAQ : IMPREVUS ET COMMENT LES GERER

Malgré la préparation matérielle réalisée en amont, il peut arriver que des imprévus perturbent la correcte réalisation de la mesure. Si certains sont critiques et remettent en question la réalisation du test, d'autres peuvent être gérés moyennant un coût (temps supplémentaire ou incertitude de mesure plus importante).

En voici une liste non exhaustive avec les recommandations associées :

- **Que faire s'il n'y a finalement pas d'électricité dans les logements ?**
Si les systèmes de chauffage (hors électriques individuels) sont en fonctionnement et que les logements sont chauffés, il reste possible d'effectuer la thermographie, les mesures de perméabilité ainsi que les mesures locales de U des parois (l'alimentation de la centrale d'acquisition doit cependant être réalisée à partir des communs via des rallonges & multiprises, à la condition que les portes d'entrée des logements testés puissent être fermées et verrouillées). Les mesures Enveloppe en appartement doivent en revanche être replanifiées. Concernant l'audit Systèmes, l'audit est possible uniquement pour les systèmes collectifs (chauffage et ventilation) si ces derniers sont actifs
- **Que faire si les logements n'ont pas été préchauffés ?**
En cas de non-préchauffage des logements mesurés (température intérieure à 5-10°C par exemple), il est nécessaire de le réaliser avec les kits disponibles ou avec le système de chauffage en place. Il convient alors de s'assurer que les kits de mesure peuvent être installés

ou le système de chauffage allumé 2 à 5 jours de plus en amont (selon l'inertie des murs et la position de l'isolant : environ 2 jours en ITI + murs léger, environ 5 jours en ITE + murs lourds) afin de réaliser cette phase de préchauffage et que le créneau d'inoccupation soit reporté en conséquence. Si ce n'est pas possible, les essais doivent être reportés.

- **Que faire si il y a eu préchauffage mais que la consigne prévue n'est pas atteinte ?**

Si possible, procéder de la même manière qu'en absence de préchauffage (voir question précédente) afin de préchauffer à une température suffisante. Sinon, la température de préchauffage résultante pourra être maintenue via le kit, mais l'incertitude du résultat de mesure en sera augmentée. Attention toutefois, en cas de différence de température inférieure à 10°C en moyenne entre la température intérieure finalement programmée et la température extérieure prévue, l'incertitude peut devenir rhédibitoire : il est préférable de reporter l'essai.

- **Que faire si les voisins sont finalement absents et non chauffés (en protocole *a priori* « voisins présents ») ?**

Si l'appartement est chauffé, Il reste possible d'effectuer la thermographie ainsi que les mesures de perméabilité et les mesures locales de U des parois. Les mesures Enveloppe en appartement doivent en revanche être replanifiées lorsque le niveau de température chez tous les voisins sera comprise entre 15°C et 25 °C.

- **Il y a des réseaux de chauffage émettant de la chaleur dans l'appartement (visibles à la caméra thermique) dans les logements mesurés. Que faire ?**

Pour les réseaux alimentant les radiateurs du logement, la simple mise en « hors gel » de ces derniers suffisent à neutraliser la source de chaleur non comptabilisée. Pour les réseaux desservant les autres appartements (bouclage ECS, chauffage collectif) il convient soit de les calorifuger, soit de choisir un autre appartement (répondant aux critères de sélection, avec l'absence de réseaux non calorifugés)

- **Les canalisations chaudes même calorifugées apportent-elles réellement un apport de chaleur négligeables dans le protocole SEREINE ?**

Cette question est légitime et devra être traitée dans de futures études. A priori, les colonnes montantes présentant une longueur limitée (quelques mètres) devraient apporter une chaleur négligeable au regard de la puissance de chauffe pendant un essai SEREINE. Dans d'autres configurations en revanche (réseaux horizontaux en plafond ou contre une paroi verticale par exemple), la longueur de canalisation peut au contraire rendre l'apport significatif. Il conviendra d'établir des ordre de grandeur par la simulation et/ou par la mesure dans de futures études

- **Le mur mitoyen possède une température très inhomogène (visible à la caméra thermique). Que faire ?**

- o Positionner un nombre de fluxmètres plus important sur le mur en question (~5) de manière à ce que la moyenne des températures des plaques fluxmétriques soit représentative de la température moyenne de la paroi. L'incertitude liée à la dispersion des mesures sera intégrée au Ubat de l'appartement mesuré. Si l'hétérogénéité semble venir d'un chauffage présent dans l'appartement voisin, voir si possible avec l'occupant si les radiateurs à proximité des murs mitoyens peuvent être coupés temporairement et remplacés par d'autres systèmes de chauffage.

- **J'ai finalement une contrainte et je dois écourter les mesures locales de U mises en place (qui devaient normalement durer plus longtemps que les mesures appartement). Est-ce un problème ?**

- o Normalement, pour respecter les critères de convergence de la norme ISO 9869-1, il est nécessaire d'avoir 72h de mesure au minimum, aucune mesure ne sera valide dans le cas contraire. Il est même plutôt recommandé d'avoir 1 semaine de mesure (notamment si l'inertie du mur est élevée) afin de respecter les 2 autres critères. Il est fortement recommandé de laisser l'instrumentation en place (modules transfert et module pilotage *a minima*) et de trouver un arrangement avec les occupants (qui pour rappel peuvent être présents pendant les

mesures locales). Il convient également de les sensibiliser à maintenir une consigne de chauffage stable pour permettre une bonne finalisation des mesures. Il vaut donc mieux laisser les mesures locales de U en place plus longtemps que prévu, et en occupation, plutôt que d'écourter ces mesures. C'est seulement s'il existe une forte redondance des mesures au moment de l'installation et/ou de parois peu inertes avec une météo plutôt stable, que l'on pourra retirer le matériel plus tôt, le risque d'avoir trop peu de mesures valides étant alors faible.

7.5/ LISTE DES DEFAUTS FREQUEMMENT RENCONTRES ET VERIFICATION/MESURES ASSOCIEES

Une checklist de vérification des défauts de l'isolation de l'enveloppe a été réalisée par un groupe de travail SEREINE : celle-ci se base sur la liste des défauts fréquemment rencontrés établie dans le programme RAGE et mise à jour par le programme REX BP de l'AQC. Le groupe de travail a notamment identifié les méthodes de vérification possibles pour chacun des défauts les plus fréquents :

- Détection à la caméra thermique,
- Vérifiable par un dispositif de mesure existant, type mesure locale du U,
- Vérifiable *de visu* sur chantier (documentaire - photo),
- Vérifiable *de visu* à réception,
- Vérifiable sur document (factures, bons de livraisons, ...).

Constats	Fréquence	Gravité / Impact à dire d'expert (1 à 4)	LC	élément concernés	détection à la caméra thermique	dispositif de mesure existant	Vérifiable de Visu chantier (documentaire - photo)	Vérifiable de visu à réception	Vérifiable sur document
ITI - Isolation & Etanchéité à l'air									
Défauts d'isolation									
Isolation partielle									
Isolation non jointive (découpe imprécise des isolants, pose imprécise - défauts aux angles d'isolants en rouleaux, panneaux non jointoyés...)	fréquent	4	x	ME	oui	non	oui	non	non
Couches d'isolants non jointives entre elles (circulation d'air possible entre couches)	rare	3	x	T : Combles perdus	Possible	non	oui	dans certains cas	non
Discontinuité de l'isolation entre parois verticales et planchers bas / toitures	rare	4	x	PB, T	oui	non	possible	non	non
Discontinuité de l'isolation autour des pénétrations de réseaux (mauvaise qualité de traitement des traversées)	fréquent	3	x	visible aux prises : si électricité a été faite derrière l'isolation et araignée en faux plafond	Oui	non	oui	possible : démontage de la	non
Isolation non optimisée (mauvais calepinage => augmentation	rare				oui		oui	non	possible
Isolation insuffisante (épaisseur non réglementaire ou isolant différent de celui prescrit)	fréquent	4	x	ME (mesure locale possible), PH et PB à inspecter	non	mesure du U	oui (étiquette produit/ références Acermi ou autres)	possible (démonter prise électrique, jauge pour plafond)	possible (facture/ bon de livraison?)
Isolation non homogène (épaisseurs différentes sur une même paroi - toutes techniques : flocage, projection, panneaux ; support non droit - fruit)	très fréquent			T, PB	Possible	possible (mais lourd, avec plusieurs fluxmètres)	oui	possible (combles perdus, poutres de plancher en sous-face via le sous-sol)	non
Absence de traitement des ponts thermiques des planchers intermédiaires en ITI	rare				Oui	non	oui (photo mise en place des rupteurs)	non	oui (plans)
Absence d'isolation ou isolation insuffisante d'un poteau, poutre, mur de refend	fréquent				oui	non	oui	possible (poteau/poutre)	
Absence d'isolation d'un accès à un volume non chauffé (cage/porte d'escalier menant au sous-sol, trappe d'accès aux combles...)	très fréquent	4	x	ME, trappe, porte	Possible	oui	oui	oui	oui (plans/étude RT, fac
Absence ponctuelle d'isolant au sein d'une paroi isolée (oubli, stock d'isolant insuffisant...) : ex appui de fenêtre	rare				oui	oui	oui (photo)	non	non
Isolation dégradée									
Pose d'isolant dégradé par l'humidité (lors du stockage ou de la mise en œuvre)	rare				oui	mesure du U	non	non	non
Dégradation de l'isolant suite à des infiltrations d'eau (toiture, évacuation des EP, grilles de ventilation, menuiseries) ou à de la condensation (tâches	rare				oui	mesure du U si repéré	non	possible	non
Tassement de l'isolant lors de sa pose (volontaire : manque de place...) ou lors des accès aux équipements techniques (absence de cheminement - combles avec extracteur VMC)	rare	2	x		non	non	non	non	non
Déplacement de l'isolant lors de sa mise en œuvre (mauvaise densité de soufflage, type d'isolant inadapté,	fréquent				oui	non	non	oui si accessible	non
Perte d'isolant suite aux opérations d'entretien/maintenance (isolant retiré pour accéder à des boîtiers électriques noyés, isolant retiré lors de la	rare				oui		NC	NC	non
Perte d'isolant par insuffisance d'adhérence au support ou fixation incorrecte ou manque de protection (isolant	rare	4	x		non		oui	Possible	non

Cette checklist peut être une aide à la vérification de l'homogénéité de l'enveloppe. Elle a ainsi été déclinée par exemple en cadres à renseigner pour la vérification en logements collectifs isolés par l'extérieur :

- Inspection logement bas,
- Inspection logement haut ,
- Inspection logement intermédiaire,
- Inspection du bâtiment de l'extérieur et locaux communs.

Cette grille peut être utilisée sur les logements échantillonnés : les éléments descriptifs des colonnes "audit documentaire" sont à renseigner pendant la phase préparatoire à partir des documents récoltés. Puis lors de l'inspection sur site, on coche ou commente les défauts rencontrés dans les cases "Inspection du logement". Les cases foncées dans les colonnes "Inspection du logement" correspondent à des vérifications impossibles : par exemple la présence de ponts thermiques intégrés au plancher ne peut pas être vérifiée "*de visu*", par "mesure locale du U" ou par "factures". Seule la case correspondant à la vérification "vu par thermographie" est blanche et peut donc être cochée.

Tableau Inspection bâtiment de l'extérieur et locaux communs

mode d'emploi :			renseigner les cases blanches								
audit documentaire				inspection du site (cochez la case ou compléter Autres:)							
Localisation	élément	Descriptif : noter si écart facture/doe/ calcul	document source	liste défauts	vu par thermographie	de visu	factures/DOE	mesure du U	localisation : précisez le cas échéant	commentaires	
extérieur	plancher bas	sur local non chauffé/garage,Up=2 W/m² flocage 10 cm	DPE	Discontinuité de l'isolation entre parois verticales et planchers bas							
				Absence de traitement des ponts thermiques linéiques des soubassements, nez de dalles...							
				autres :							
	éléments de façade rapportés (balcons, garde-corps, escaliers, marquises...)			Absence de traitement des ponts thermiques générés par des éléments de façade rapportés (balcons, garde-corps, escaliers, marquises, ...)					balcons		
				autres :							
	mur ext	mur ext nord : isolation 10 cm GR32	DPE	Isolation non jointive (découpe ou pose imprécise, panneaux non jointoyés, tassement)					mur nord		
				Isolation non jointive à la paroi (par ex : mur non plan, par ex, colle par plots et acrotère non traité)							
				Isolation non optimisée (mauvais calepinage, multiplication des points de fixation)							
				Absence de traitement des ponts thermiques ponctuels générés par les fixations de l'isolant (dispositifs de fixation inadéquats)					mur sud		
				Discontinuité de l'isolation par présence de réseaux non dévoyés (descentes EP) ou difficilement déviables (regards voirie)							
				Perforation de l'isolation lors de travaux ultérieurs (descentes EP, boîtes à eau, antennes TV, boîtiers sécurité incendie...)							
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)							
				Dégradation de l'isolant suite à des infiltrations d'eau ou à de la condensation dans les parois)							
				Dégradation de l'isolant suite à des chocs (ballons, oiseaux....)							
				Absence de traitement des ponts thermiques aux jonctions des parois ITE et ITI (le cas échéant)							
				autres :							
	fenêtres	doublevitrage PVC 4-6-4 BE lame argon, Uw = 1,7 W/m².K	DPE	Pont thermique Liaison fenêtres/ mur							
				Fuites Liaison fenêtres/ mur							
	autre toiture			autres :							
				Discontinuité de l'isolation entre parois verticales et toitures							
	accès toiture terrasse le cas échéant	NC		Isolation non jointive à la paroi (par ex : mur non plan, par ex, colle par plots et acrotère non traité)	?						
				Absence de traitement des ponts thermiques au niveau des acrotères							
	intérieur : sous-sol (le cas échéant)	Plancher bas	isolation en sous-face par flocage de 10 cm	DPE	Absence d'isolation ou isolation insuffisante sur poteau/poutre/refend						
Isolation insuffisante (R ou épaisseur)											
Isolation non homogène (épaisseurs différentes sur une même paroi)											
intérieur : circulations	cage/porte d'escalier menant au sous-sol			Absence d'isolation d'un accès à un volume non inclus dans le volume chauffé							
	mur donnant sur un volume non inclus dans le volume non chauffé	cage d'ascenseur	DPE	absence d'isolation							
autres :											
int : combles perdus, le cas échéant	combles	isolation 40 cm de LdV déroulée		Isolation insuffisante (R ou épaisseur)							
				Isolation non homogène (épaisseurs différentes sur une même paroi)							
				Déplacement de l'isolant lors de sa mise en œuvre)							
	trappe d'accès			Absence d'isolation d'un accès à un volume non chauffé							
	liaison Parois verticale/ toiture			Discontinuité de l'isolation entre parois verticales et planchers bas / toitures							

Tableau : inspection logement bas

Logement bas n° :				mode d'emploi :			renseigner les cases blanches				
audit documentaire				inspection du logement (cochez la case ou compléter Autres:)							
Localisation	élément	Descriptif : noter si écart facture/dae/ calcul	document source	liste défauts	vu par thermographie	de visu	factures/DOE	mesure du U	pièce : précisez le cas échéant	commentaires	
Logement bas	Plancher bas			Isolation non homogène ou présence de ponts thermiques intégrés au plancher							
	liaison mur/plancher bas			Absence de traitement des ponts thermiques linéiques des soubassements, nez de dalles...							
	fenêtres	doublevitrage PVC 4-6-4 BE lame argon, Uw = 1,7 W/m².K		Fenêtres : Uw différent							
				Fenêtres : position couche basse émissivité							
				Pont thermique ou fuites dus au coffre de volet roulant							
				Pont thermique Liaison fenêtres/ mur							
				Fuites Liaison fenêtres/ mur							
	murs extérieurs			Isolation non jointive (découpe ou pose imprécise, tassement, etc.)							
				Isolation non jointive à la paroi (par ex : mur non plan, par ex, colle par plots et acrotère non traité)	?						
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)							
				Discontinuité de l'isolation ou perforation par présence de réseaux , antenne TV, etc.							
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)							
				Dégradation de l'isolant suite à des infiltrations d'eau ou à de la condensation dans les parois)							
				Absence de traitement des ponts thermiques aux jonctions des parois ITE et ITI (le cas échéant)			?				
				Absence de traitement des ponts thermiques générés par des éléments de façade rapportés (balcons, garde-			?				
				Autres :							

Tableau : inspection logement intermédiaire

Logement intermédiaire n°:				mode d'emploi :	renseigner les cases blanches					
audit documentaire				inspection du logement (cochez la case ou compléter Autres:)						
Localisation	élément	Descriptif : noter si écart facture/doe/ calcul	document source	liste défauts	vu par thermographie	de visu	factures/DOE	mesure du U	pièce : précisez le cas échéant	commentaires
logement intermédiaire	fenêtres	doublevitrage PVC 4-6-4 BE lame argon, Uw = 1,7 W/m².K		Fenêtres : Uw différent						
				Fenêtres : position couche basse émissivité						
				Pont thermique ou fuites dus au coffre de volet roulant						
				Pont thermique Liaison fenêtres/ mur						
				Fuites Liaison fenêtres/ mur						
	murs extérieurs			Isolation non jointive (découpe ou pose imprécise, tassement, etc.)						
				Isolation non jointive à la paroi (par ex : mur non plan, par ex, colle par plots et acrotère non traité)	?					
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)						
				Discontinuité de l'isolation ou perforation par présence de réseaux , antenne TV, etc.						
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)						
				Dégradation de l'isolant suite à des infiltrations d'eau ou à de la condensation dans les parois)						
				Absence de traitement des ponts thermiques aux jonctions des parois ITE et ITI (le cas échéant)			?			
				Absence de traitement des ponts thermiques générés par des éléments de façade rapportés (balcons, garde-			?			
				Autres :						

Tableau : inspection logement haut

Logement haut n° :				mode d'emploi :		renseigner les cases blanches				
audit documentaire				inspection du logement (cochez la case ou compléter Autres:)						
Localisation	élément	Descriptif : noter si écart facture/doe/ calcul	document source	liste défauts	vu par thermographie	de visu	factures/DOE	mesure du U	pièce : précisez le cas échéant	commentaires
Logement haut	plancher haut			Isolation non homogène ou présence de ponts thermiques intégrés au plancher haut						
	liaison mur/plancher haut			Discontinuité de l'isolation entre parois verticales et planchers bas / toitures						
	fenêtres	doublevitrage PVC 4-6-4 BE lame argon, Uw = 1,7 W/m².K		Fenêtres : Uw différent						
				Fenêtres : position couche basse émissivité						
				Pont thermique ou fuites dus au coffre de volet roulant						
				Pont thermique Liaison fenêtres/ mur						
				Fuites Liaison fenêtres/ mur						
	murs extérieurs			Isolation non jointive (découpe ou pose imprécise, tassement, etc.)						
				Isolation non jointive à la paroi (par ex : mur non plan, par ex, colle par plots et acrotère non traité)	?					
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)						
				Discontinuité de l'isolation ou perforation par présence de réseaux , antenne TV, etc.						
				Isolation insuffisante (R ou épaisseur)						
				Dégradation de l'isolant suite à des infiltrations d'eau ou à de la condensation dans les parois)						
				Absence de traitement des ponts thermiques aux jonctions des parois ITE et ITI (le cas échéant)			?			
				Absence de traitement des ponts thermiques générés par des éléments de façade rapportés (balcons, garde-			?			
	Autres :									