Annexe 1 : Spécifications techniques du matériel pour la mise en œuvre des mesures « de type C1 »

Table des matières

ANNEXE 1 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU MATERIEL POUR LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES « DE TYPE C1 » 1

1 SPECIFICATION TECHNIQUE DU KIT EXPERIMENTAL 2

1.1 PRINCIPES 2
1.2 SECURITE DES PERSONNES ET SPECIFICATIONS POUR L'ACQUISITION DES DONNEES 3
1.3 CARACTERISTIQUES DU KIT 3
1.3.1 Régulateur et programmateur : 5
1.3.2 Sonde de température des locaux non chauffés du module « A » 6
1.3.3 Capteur SENS du module « F » 6
1.3.4 Module « T » 7
1.3.5 Enregistreurs-émetteurs (tous les modules) 7

2 RACCORDEMENT METROLOGIQUE 7

2.1 SPECIFICATION POUR LE RACCORDEMENT METROLOGIQUE DES CAPTEURS DE TEMPERATURE D'AIR (MODULES « I », « E » ET « A ») 7
2.2 SPECIFICATIONS POUR LE RACCORDEMENT METROLOGIQUE DES CAPTEURS SENS (MODULES « F ») 8
2.3 SPECIFICATIONS POUR LE RACCORDEMENT METROLOGIQUE DES CAPTEURS DE MESURE DE FLUX (MODULES « T ») 9

3 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'INTERFACE DE PILOTAGE 9

3.1 PRINCIPES 9
3.2 DONNEES MINIMALES NECESSAIRES 9
3.3 SEQUENCE DE NAVIGATION 13

4 EXEMPLE DE SPECIFICATION POUR LA PAGE « OPERATION » 14

4.1 CHARGEMENT DU FICHIER RSET 14
4.2 COORDONNEES GPS DE L'ESSAI 14
4.3 ADRESSE POSTALE 14
4.4 NUMERO DE PARCELLE 15
4.5 NUMERO DE PERMIS DE CONSTRUIRE 15
4.6 APPARTENANCE A PRODICEE 15
4.7 N° DE CHRONO OPERATION 16
4.8 ANTENNE DE RATTACHEMENT 16
4.9 TYPE DE LOGEMENT 16
4.10 ANNEE DE CONSTRUCTION 16
4.11 NATURE DES TRAVAUX 17
4.12 NOMBRE DE NIVEAUX CHAUFFES 17
4.13 PUISSANCE ELECTRIQUE SOUSCRITE 17
4.14 SURFACE HABITABLE 17
4.15 ALTITUDE 18
4.16 TEMPERATURE MOYENNE ANNUELLE 18
4.17 COORDONNEES DU PROPRIETAIRE 18
4.18 COORDONNEES DU COMMANDITAIRE 19
4.19 COORDONNEES DE L'OPERATEUR 19
4.20 RESULTAT DE LA MESURE DE PERMEABILITE A L'AIR 19

5 BIBLIOGRAPHIE 21

Le projet SEREINE (« Solution d'Evaluation de la peRformance Energétique IntrinsèquE des bâtiments ») poursuivait l'ambition d'apporter une solution commune à la filière pour analyser et mesurer objectivement la performance d'isolation de l'enveloppe des bâtiments, qu'il s'agisse de construction neuve ou de rénovation thermique. Le projet SEREINE 2, mené de 2022 à 2024 dans le cadre du programme PROFEEL, a permis de déployer et de valider à grande échelle les méthodes développées lors de SEREINE 1 sur un panel de maisons individuelles, tout en les étendant aux logements collectifs. Les travaux sont désormais achevés et les outils développés sont en phase de diffusion et d'appropriation par les professionnels de la filière.

La méthode SEREINE repose sur un protocole de mesures in situ réalisé à l'aide d'un kit de mesure, appelé kit SEREINE, permettant d'évaluer objectivement la performance thermique intrinsèque de l'enveloppe des bâtiments.

Le présent document présente les spécifications techniques requises pour ce kit SEREINE, à déployer sur site, ainsi que celles attendues pour l'interface de pilotage associée, pour la méthode de mesure de la performance d'isolation de l'enveloppe des bâtiments. Il se base sur le document « SEREINE : spécifications techniques du matériel pour la mise en œuvre de la mesure de la performance énergétique intrinsèque de l'enveloppe »[1]

1 Spécification technique du kit expérimental

Ce chapitre présente les spécifications techniques et métrologiques pour la conception et la réalisation de l'instrumentation nécessaire à déployer dans le bâtiment testé.

1.1 Principes

Le principe de l'instrumentation déployée est de pouvoir mesurer les données nécessaires à l'application de la méthode SEREINE. Différents types de capteurs sont répartis à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitation.

Le principe de ces essais est de solliciter thermiquement le bâtiment pour étudier sa réponse face aux conditions extérieures et à la puissance de chauffe. Le kit doit être modulable en fonction de la taille de l'habitation.

Le protocole consiste à chauffer l'air de chaque pièce de la maison ou de l'appartement pouvant comporter un module du kit SEREINE. Les données à mesurer sont la consommation de chauffage totale, les températures d'air intérieures et les conditions extérieures (température équivalente de paroi et température d'air). Des capteurs spécifiques (modules Façade), sont à utiliser pour la mesure des températures extérieures équivalentes des parois ensoleillées en intégrant l'effet du rayonnement vers l'environnement notamment. La température d'air extérieure est également mesurée (module Extérieur) ainsi que celle des espaces tampons (modules Adjacents). Les modules Transfert servent quant à eux à mesurer les déperditions vers les espaces mitoyens ou à évaluer localement la performance de l'isolation.

[1] https://www.proreno.fr/documents/specifications-techniques-du-materiel-sereine

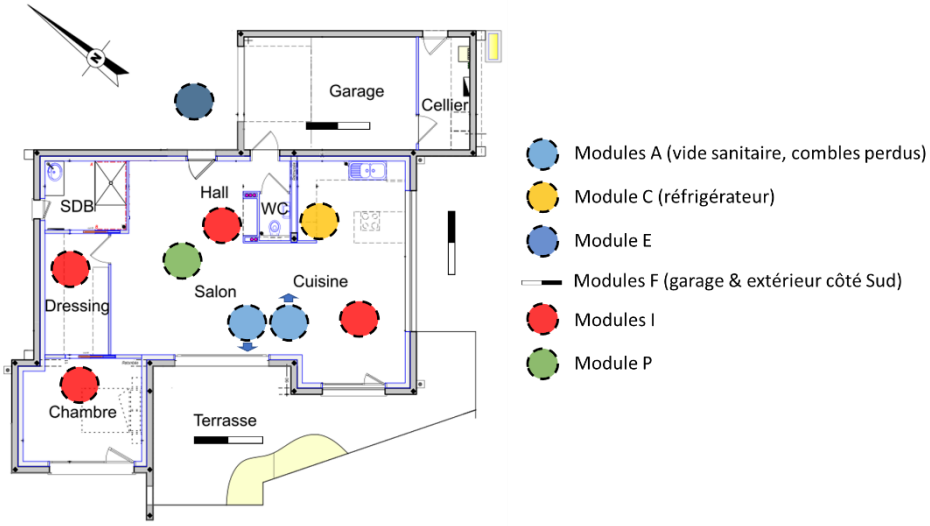


FIGURE 1 : SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTRUMENTATION
(VOIR PARAGRAPHE 2.3 POUR LA DESCRIPTION DES DIFFERENTS MODULES A, C, E, F, I ET P)

1.2 Sécurité des personnes et spécifications pour l'acquisition des données

A l'arrêt comme en cours d'essai, la sécurité des opérateurs doit être constamment assurée dans la maison. L'installation et la mise en fonctionnement des modules doivent respecter les règles essentielles en matière de sécurité. Ainsi, l'installation des différents éléments doit garantir la sécurité des opérateurs vis-à-vis des risques de chute (en particulier à l'extérieur) et des risques d'électrisation (en particulier lors du branchement des modules intérieurs). Sur ce dernier point, tous les éléments traversés par du courant fort doivent être conformes à la norme EN 61010-1.

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

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

Par ailleurs, l'enregistrement des données doit être régulier pour éviter les pertes, par exemple, par le biais d'un concentrateur sans fil centralisant les données et les enregistrant sur un serveur ou un disque dur externe.

1.3 Caractéristiques du kit

Un kit SEREINE est composé de plusieurs modules. Chaque pièce de l'habitation est instrumentée par un module intérieur (module « I »), sauf les pièces non chauffées (garage, comble, etc.) et les petites pièces (si la surface au sol est inférieure à 5 m² et/ou si ces surfaces déperditives sont inférieures à 3 m²)[2]. Ces modules « I » doivent permettre d'imposer la sollicitation thermique souhaitée (signal PRBS ou PSA, voir §. 1.3.1). Ils assurent également la mesure des températures d'air intérieur et la consommation de chauffage. Selon les dimensions de la pièce, un ou plusieurs modules « I » sont installés par pièce.

[2] Les petites pièces sont chauffées par le module de la pièce attenante : on veillera à laisser toutes les portes de la maison ouvertes.

La consommation d'énergie des équipements électroménagers qu'il est impossible de débrancher durant la durée du test comme un réfrigérateur ou un congélateur par exemple est mesurée par un module spécifique dédié au seul comptage (module « C »).

Les sollicitations extérieures qu'il faudra mesurer sont au minimum :

- la température d'air extérieure (module « E »),
- la température d'air des locaux adjacents non chauffé comme les combles perdus ou les vides sanitaires (modules « A »)
- et le rayonnement avec l'environnement via des capteurs spécifiques disposés sur les façades les plus impactées par le rayonnement solaire (modules « F »).

En cas de présence d'espaces mitoyens (locaux chauffés) il est également possible de déployer des capteurs mesurant le flux de chaleur vers ces espaces (modules « T »). Ce module permet également de mesurer localement la performance de l'isolant.

Toutes les acquisitions sont envoyées régulièrement à un concentrateur qui assure également la fonction de pilotage et de régulation des émetteurs de chauffage par une transmission sans fil, fiable et sécurisée (module « P »).

Les spécifications techniques de chaque composant de chaque module sont décrites dans le tableau ci-dessous. Si nécessaire, des renvois à des paragraphes détaillant la spécification sont réalisés :

Fonction du module	Dénomination	Nombre par kit SEREINE	Composant	Spécifications techniques
Pilotage, concentration	Module P (Pilotage)	1	Communication avec les autres modules	Sans fil, fiable et sécurisée
			Sauvegarde	Sur une mémoire interne physique et sur un serveur de manière régulière (toutes les 15 min au minimum)
			Régulateur	Voir §. 1.3.1
Comptage électrique	Module C (Comptage)	3	Enregistreur/Emetteur	Voir §. 1.3.5
			Compteur	Type MID classe B[3] minimale EMT = ± 4,5 % + 1 digit Résolution : 1 impulsion par Wh minimum
Chauffage et mesure de température intérieure	Module I (Intérieur)	10	Enregistreur/Emetteur	Voir §. 1.3.5
			Convecteur soufflant	$400 < P_{nom} < 700$ W
			Compteur	Type MID classe B3 minimale EMT = ± 1 % + 1 digit Résolution : 1 impulsion par Wh minimum
			Température d'air	Mesure conforme à la norme NF EN ISO 7726 Positionnable au centre de la pièce à l'aide d'un support dédié

[3] Classe définie conformément à l'Arrêté du 9 juin 2016 fixant les modalités d'application du titre II du décret n° 2001-387 du 3 mai 2001 relatif au contrôle des instruments de mesure

				EMT = 0,25 K sur l'étendue de mesure -20…+40°C
Météo façades	Module F (Façade)	3	Enregistreur/Emetteur	Voir §. 1.3.5
			Capteur SENS	Voir §. 1.3.3
Température d'air extérieur	Module E (Extérieur)	1	Enregistreur/Emetteur	Voir §. 1.3.5
			Température d'air	Abritée du soleil et des intempéries, conformément au guide de l'OMM n° 8 EMT = 0,25 K sur l'étendue de mesure -20…+40°C
Température d'air locaux adjacents	Module A (Adjacent)	2	Enregistreur/Emetteur	Voir §. 1.3.5
			Température d'air	Voir §. 1.3.2
Flux vers les espaces mitoyens et mesure de le performance locale de l'enveloppe	Module T (Transfert) et sondes associés	Jusqu'à 30 sondes	Enregistreur/Emetteur	Voir §. 1.3.5
			Température d'air	Voir §. 1.3.2
			Flux de chaleur	Précision inférieur ou égale à 0.1 W/m^2

1.3.1 Régulateur et programmateur :

Le régulateur, comme l'ensemble des relais des convecteurs, doit être capable d'exécuter des consignes de type PRBS, c'est-à-dire des alternances prédéfinies de pleine puissance et de puissance nulle de durées variables. La durée minimale possible de chauffe ou de relaxation étant de 5 minutes.

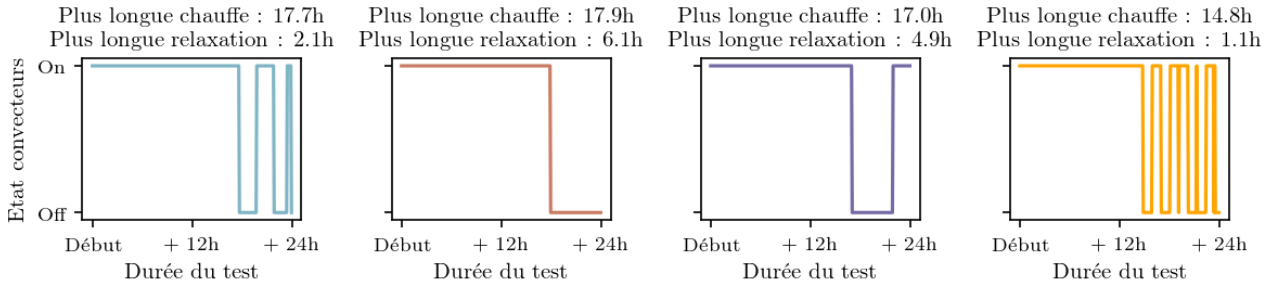


FIGURE 1: EXEMPLES DE DIFFERENTS SIGNAUX PSA CARACTERISES PAR LEURS CHAUFFES ET RELAXATIONS

Pour ce faire, chaque convecteur est piloté par une régulation PID en fonction d'une température de consigne mesurée par une sonde de régulation. En parallèle, le régulateur sera programmable pour pouvoir chauffer à pleine puissance, arrêter de chauffer, et/ou maintenir une température de consigne. Dans le cadre d'une mesure réalisée sur un appartement, il sera uniquement nécessaire de pouvoir maintenir une température de consigne.

Le régulateur et le programmateur doivent pouvoir être paramétrés en durée des phases et en température de consigne. La précision du PID devra être de CA = 0,5 K.

Enfin, lors des phases de chauffage, la vitesse de montée en température de l'ensemble des pièces doit être uniforme. Il s'agit en pratique d'asservir, , la vitesse de montée en température des pièces les plus rapides sur celle de la pièce la plus lente. Ainsi, l'écart entre les températures d'air des différentes pièces doit être à tout moment, et en particulier lors des phases de montée en température, inférieur à 1,5 K :



FIGURE 2: EXEMPLES DE MONTEE EN TEMPERATURE ENTRE PIECES

1.3.2 Sonde de température des locaux non chauffés du module « A »

La température extérieure doit être mesurée par une sonde filaire connecté au système d'enregistrement de tel sorte que le passage de cette sonde dans des lieux peu accessibles soit le plus simple possible (trappes d'accès combles, vide sanitaire…). Le fil de connexion de la sonde au système d'acquisition doit être suffisamment fin et robuste pour ne pas être endommagé par l'écrasement consécutif à la fermeture des trappes d'accès.

L'erreur maximale tolérée sur la mesure de température d'air intérieure (capteur + acquisition) est de 0,25 °C sur l'étendue de mesure -20°C…+40°C.

1.3.3 Capteur SENS du module « F »

Le capteur SENS est constitué de deux sondes de température installées en sous-face de deux plaques métalliques fines revêtues d'une peinture de teinte noire d'une part et blanche d'autre part. Ces plaques ont une surface minimale de 175 cm² (soit un disque de 15 cm de diamètre) et sont fixées sur des isolants d'une épaisseur de 4 cm minimum. L'étanchéité à l'eau sous toutes ses formes (pluie, neige…) du capteur ainsi que de l'enregistreur émetteur associé doivent être assurées, pour une durée minimale de 3 ans en extérieur. Les surfaces doivent conserver des propriétés radiatives quasi constantes dans des conditions d'exposition aux intempéries extérieures et au soleil et être facilement nettoyables.

Le principe scientifique de cette mesure est explicité dans la référence [Bouchié et al., 2014] (cf. Annexe bibliographie).

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

1.3.4 Module « T »

Le module « T » (pour Transfert) accompagné de ses sondes a deux fonctionnalités. Il doit permettre de mesurer les flux de chaleur vers les espaces mitoyens et d'évaluer la performance locale de l'isolation d'une paroi. Pour se faire, chaque sonde est composée de deux éléments. Le premier de ces éléments est un capteur de flux thermique. Celui-ci doit avoir, avec sa chaine d'acquisition associée, une précision de 0,1 W/m^2 et fonctionner sur une plage de température de -10 à 40°C. Le second de ces éléments est un capteur de température qui doit avoir une EMT de ± 0,5 °C. La mesure de température doit pouvoir être réalisée à proximité immédiate de la partie sensible du capteur de flux (moins de 5cm). Ces différentes sondes sont reliées au module T qui assure la fonction d'enregistreur/émetteur. On recommandera une à six sondes par module T.

1.3.5 Enregistreurs-émetteurs (tous les modules)

L'acquisition des données (températures d'air intérieures/extérieures, capteurs SENS, flux thermiques et consommation électrique) est réalisée via un système enregistreur-émetteur. Chaque module a son système enregistreur-émetteur qui peut être alimenté par la même prise murale que les autres éléments du module ou sur batterie. Le système doit pouvoir collecter toutes les données envoyées par les capteurs qui lui sont associés. Le pas de temps de l'acquisition doit être inférieur ou égal à deux minutes.

Le deuxième rôle de ce système est de transmettre les acquisitions au module de pilotage (module « P ») au fur et à mesure de l'essai pour centraliser et sauvegarder les données et pour pouvoir les consulter à tout moment. Cette transmission au concentrateur est sans fil, fiable et sécurisée. La durée d'acquisition est à prendre en compte pour le délai de transmission.

2 Raccordement métrologique

Le raccordement métrologique de certains capteurs de mesures associés aux différents modules du kit doit être réalisé et suivi régulièrement pour mesurer les dérives de ces capteurs.

Il n'est pas nécessaire de raccorder et de suivre les compteurs d'énergie électriques à condition qu'ils répondent aux spécifications définies au §. 2.3 et bénéficient en particulier d'une certification MID.

Les capteurs concernés sont donc d'une part les sondes de températures d'air intérieur, extérieur ou des locaux adjacents (modules « I », « E » « A », ainsi que les mesures de température des sondes du module « T ») et d'autre part les capteurs SENS des modules « F ».

2.1 Spécification pour le raccordement métrologique des capteurs de température d'air (modules « I », « E » et « A »)

Conformément au GUM [BIPM et al., 2008a] (cf. Annexe bibliographie), les erreurs systématiques doivent ainsi être prises en compte par l'une des options suivantes.

L'approche à privilégier sera une correction des mesures brutes par une courbe d'étalonnage fournie par un laboratoire accrédité COFRAC. Le rapport d'étalonnage précisera *à minima* :

- les coefficients de régression linéaire a[-] et b[°C] permettant d'estimer la valeur vraie $\tilde{T}$ à partir de la valeur lue $\hat{T}$: $\tilde{T} = a.\hat{T} + b$
- l'étendue de mesure sur laquelle l'étalonnage a été réalisé [T_{min} ; T_{max}]

- le nombre de points d'étalonnage réalisés
- l'incertitude type (et/ou élargie) associée à l'utilisation de la correction proposée (i.e. intégrant toutes les sources d'erreur relatives au processus d'étalonnage).

Si cette option est choisie, l'étendue de mesure sur laquelle l'étalonnage a été réalisé doit *à minima* inclure la gamme [0°C…+35°C] et un minimum de 4 points d'étalonnage doit être réalisé. Le pas entre deux mesures lors de l'étalonnage doit être inférieur ou égal à une minute.

Les données de températures brutes issues des mesures doivent dans ce cas être systématiquement corrigées en amont de l'exploitation via l'interface. L'erreur aléatoire relative au capteur de température doit dans ce cas être égale à l'incertitude type d'étalonnage (ou à l'incertitude élargie divisée par deux).

A défaut, une vérification métrologique réalisée par un laboratoire accrédité COFRAC est également possible, sur la base d'une EMT égale à 0,5 K. Le rapport de vérification métrologique précisera *à minima* :

- l'étendue de mesure sur laquelle la vérification a été réalisé [T_{min} ; T_{max}]
- le nombre de points de vérification réalisés
- la validaté de la vérification sur l'étendue de mesure étudiée

Si cette option est choisie, l'étendue de mesure sur laquelle la vérification a été réalisé doit *à minima* inclure la gamme [0°C…+35°C] et un minimum de 4 points de vérification doit être réalisé. Le pas entre deux mesures lors de l'étalonnage doit être inférieur ou égal à une minute.

Tout capteur non valide suite à cette vérification doit systématiquement être écarté et ne plus être utilisé.

Les données de températures brutes issues des mesures ne sont alors pas corrigées avant exploitation. L'erreur aléatoire relative au capteur de température doit dans ce cas être égale à l'incertitude type associée à l'EMT, en supposant une loi uniforme, ce qui revient à diviser l'EMT par $\sqrt{3}$.

La dérive des capteurs de température d'air doit être estimée en reproduisant l'étalonnage ou la vérification métrologique tous les 2 ans minimum.

2.2 Spécifications pour le raccordement métrologique des capteurs SENS (modules « F »)

Un capteur SENS étalon a été réalisé dans le cadre du projet SEREINE. Il est stocké à l'abri du soleil et des intempéries. Les mesures des températures des faces noires et blanches ont été étalonnées, ainsi que les coefficients d'absorption d'énergie solaire de chaque face. L'incertitude de mesure associé à ce capteur étalon est donc parfaitement connue. La dérive de ce capteur étalon sera estimée en reproduisant l'étalonnage des températures et en mesurant de nouveau les coefficients d'absorption énergétique des faces tous les deux ans minimum.

Tout nouveau capteur SENS doit être vérifié par comparaison avec le capteur SENS étalon. La vérification se fait en exposant le capteur SENS étalon et l'ensemble des capteurs SENS à vérifier sur une toiture horizontale dans deux conditions climatiques : une condition hivernale avec ciel clair et une condition estivale avec flux solaire intense.

Des coefficients de régression linéaire a[-] et b[°C] permettant d'estimer la valeur vraie $\tilde{T}$ à partir de la valeur lue $\hat{T}$: $\tilde{T} = a.\hat{T} + b$ sont fournis pour chacune des faces des capteurs F. La valeur « vraie » étant

celle du SENS étalon. L'incertitude type associée à l'utilisation de la correction proposée est également fournie.

Le calcul des températures extérieures équivalentes pour l'ensemble des capteurs SENS se fait avec les valeurs de mesure des températures faces noire et blanche ainsi corrigées, en considérant les coefficients d'absorption énergétique.

2.3 Spécifications pour le raccordement métrologique des capteurs de mesure de flux (modules « T »)

Le raccordement métrologique des capteurs de flux thermiques composant le module « T » se fera selon le protocole défini par le fabricant. La chaine d'acquisition devra permettre une adaptation de la sensibilité du capteur suite à ce raccordement.

3 Spécifications techniques de l'interface de pilotage

Ce chapitre présente les spécifications génériques de l'interface de pilotage du kit.

3.1 Principes

L'interface de pilotage doit assurer les fonctions suivantes :

- Paramétrer le kit d'expérimentation pour pouvoir lancer l'essai et le piloter à distance
- Visualiser en direct et sauvegarder les mesures brutes lors de l'essai et à l'issue de celui-ci
- Permettre de lancer le webservice d'exploitation des résultats et sauvergarger en retour des résultats exploité ainsi que le rapport généré
- Centraliser toutes les informations nécessaires pour les trois précédentes fonctions, mais aussi des informations complémentaires utiles pour contextualiser les résultats obtenus et construire à terme un observatoire national

3.2 Données minimales nécessaires

L'interface de pilotage doit permettre de saisir à minima l'ensemble des données suivantes, nécessaires pour l'exploitation des résultats ou la capitalisation du retour d'expérience.

- Adresse postale du bâtiment séparée en plusieurs champs :
  - Numéro de voie
  - Suffixe (ex : « bis »)
  - Nom de voie
  - Code postal
  - Commune
  - N° de parcelle (travaux en cours pour développer une API de saisie automatique)

- Pour les logements neufs : N° de permis de construire

- Coordonnées GPS du bâtiment (facultatif si utilisation de l'API https://geo.api.gouv.fr/adresse)

- N°Chrono opération

- N°Chrono rapport
- Antenne de rattachement
- Date de début et de fin de la mesure (en inoccupation)
- Type de logement : Maison individuelle, Maison mitoyenne, Logement collectif, Appartement
- État de l'enveloppe : Neuf, Non rénové, Rénové
- Nature du plancher bas : Vide sanitaire, Terre-plein, Sous-sol, Extérieur, Parking, autre
- Nature du plancher haut : Terrasse, Sous-combles perdus, Rampants, toiture parking, Toitures métalliques, Autre
- Surface habitable
- Volume
- Hauteur de la zone
- Hauteur du plancher
- Altitude
- Température moyenne annuelle (en cas de présence d'un terre-plein)
- Type Tn : T1, T2, T3, T4, T5, T6
- Année de construction
- Si rénovation : nature des travaux réalisés (isolation, étanchéité, menuiseries)
- Nombre de niveaux chauffés
- Puissance souscrite
- Nature des travaux à venir (isolation, étanchéité, menuiserie)
- Propriétaire du bâtiment (nom, contact)
- Opérateur réseau 3G : Bouygues, SFR, Free Orange, autre
- Qualité du signal : Très faible, Faible, Moyenne, Bonne, Excellente
- Détails paroi par paroi des <u>murs extérieurs</u> :
    - Nom
    - Surface
    - Inclinaison (vertical, bas, haut, autre) - Si autre, préciser l'angle (0 = horizontal, 90 = vertical)
    - Orientation (Nord, Nord-Est, Est, etc.)

- Système constructif (isolation par l'intérieur, isolation par l'extérieur, isolation répartie, ossature bois, ossature métallique, bloc béton + isolation intégrée, paroi sans isolation, autre)
- Matériau isolant principal (si présent) : biosourcé, classique ou innovant
  - Si classique : Polystyrène extrudé (PSX), Polystyrène expansé (PSE), Polyuréthane (PU), Laine de roche, Laine de verre, Béton cellulaire, Béton léger, Autre (à préciser)
  - Si biosourcé : Béton de chanvre, Ouate de cellulose, Fibre de bois, Laine de bois, Laine de chanvre, Mélange terre/paille, Liège, Paille, Laine animale, Brique de terre cuite alvéolaire, Terre crue, Enduit chaux/chanvre, Autre (à préciser)
  - Si biosourcé : mode de mise en œuvre (sèche/humide)
  - Si innovant : VIP, Aérogel, Isolant mince, Autre (à préciser)
- Valeur U théorique (si connu)
- Épaisseur d'isolant
- Capteur associé (Capteur SENS, Capteur Text, terre-plein, aucun)
- Numéro de capteur et numéro de kit (le cas échéant)
- Teinte extérieure

- Détails paroi par paroi des <u>murs mitoyens</u> (le cas échéant)
  - Nom
  - Surface
  - Inclinaison (vertical, Bas, haut, autre) - Si autre, préciser l'angle (0 = horizontal, 90 = vertical)
  - Orientation (Nord, Nord-Est, Est, etc.)
  - Valeur U théorique (si matériaux et épaisseurs connus)
  - Système constructif selon l'inclinaison de la paroi :
    - Murs verticaux (inclinaison verticale) : mur en béton + laine minérale, Mur en béton, Mur en brique, Mur en maçonnerie, autre typologie non isolée, autre typologie isolée
    - Plancher intermédiaire : Dallage + chape + entrevous, Dallage + chape béton, Plancher en bois, Autre typologie isolée, Autre typologie non isolée
  - Capteur associé (Capteur SENS, Capteur Text, aucun)
  - Numéro de capteur et numéro de kit (le cas échéant)

- Détails fenêtre par fenêtre :
  - Nom
  - Surface
  - Inclinaison (vertical, Bas, haut, autre) - Si autre, préciser l'angle (0 = horizontal, 90 = vertical)
  - Orientation (Nord, Nord-Est, Est, etc.)
  - Valeur U théorique (si connu)
  - Nombre de vitrages
  - Capteur associé (Capteur SENS, Capteur Text, aucun)
  - Numéro de capteur et numéro de kit (le cas échéant)
  - Teinte de la protection solaire (échelle de 1 à 5)

- Présence de revêtement au sol (oui, non)

- Présence de moquette (oui, non)
  - Si oui, surface approximative dans les étages et au rez-de-chaussée

- Détails des modules installés :
    - Type (I, F, E, P, etc.)
    - Position pour les capteurs E et F : Mur extérieur, Toit, garage, Vide sanitaire, Comble perdu, Mur mitoyen, Extérieur, Autre
    - Inclinaison pour les modules F (vertical, Bas, haut, autre) - Si autre, préciser l'angle (0 = horizontal, 90 = vertical)
    - Orientation pour les modules F (Nord, Nord-Est, Est, etc.)

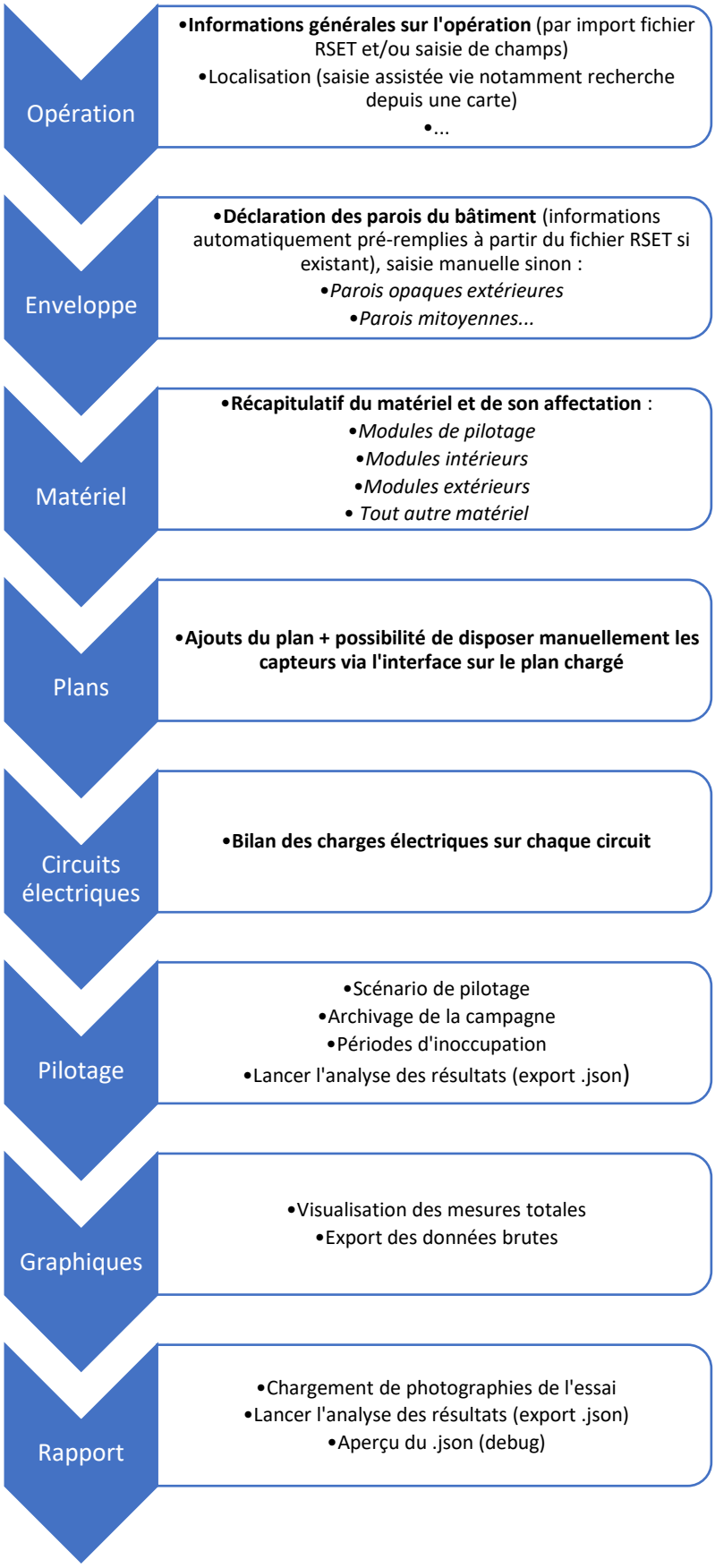
- Données issues de la mesure de perméabilité à l'air :
    - Coefficient CL et incertitude
    - Coefficient n et incertitude
    - Q4pa-surf et incertitude

- Documents et photographies utiles (RSET, photos, étude thermique, plans, rapport de perméabilité, etc.)

- Données de mesure brutes

Chaque donnée doit pouvoir communiquer avec le formalisme d'un fichier d'export au format *.json*. Un exemple de spécification est proposé en Annexes.

3.3 Séquence de navigation



4 Exemple de spécification pour la page « Operation »

Cette annexe fournit à titre indicatif les spécifications qui seront demandées pour l'une des pages de l'interface afin d'assurer la compatibilité avec l'algorithme d'analyse des données.

4.1 Chargement du fichier RSET

Le chargement du fichier RSET (format xml), doit être réalisé dans la page *Opération*

- Obligatoire pour les typologies de bâtiment *Maison individuelle* et *Logement collectif global* avec caractéristique des travaux *Neuve*
- Le fichier RSET pour les configurations neuves permettrait de préremplir un certain nombre d'informations, d'où sa position au début de la saisie (voir champs en *vert* dans la suite du document). Une fonction codée en python permettant d'extraire ces informations dans le fichier XML pourra être fournie si besoin.

4.2 Coordonnées GPS de l'essai

Le champ *Coordonnées GPS de l'essai* est à supprimer. En effet, cette information peut être récupérée de manière plus simple via l'API publique https://geo.api.gouv.fr/adresse qui est à intégrer dans l'interface BatNRJ. Elle devra figurer dans le fichier JSON de sortie dans la section *location* (cf. paragraphe 4.3 ci-après)

4.3 Adresse postale

En lieu et place des coordonnées GPS, les champs de saisie suivants sont à implémenter afin de renseigner une adresse postale :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON
Numéro de rue		Oui	1 ≤ entier ≤ 10000 *(Préremplissage RSET)*	''location'' : {''address_number'' :}
Suffixe	Exemple : bis, ter, etc.	Non	0 à 30 caractères	''location'' : { ''address_suffix'' :}
Nom de voie		Oui	1 à 50 caractères *(Préremplissage RSET)*	''location'' : { ''street'' :}
Lieu-dit		Non	0 à 50 caractères	''location'' : { ''locality'' :}
Code postal		Oui	5 chiffres *(Préremplissage RSET)*	''location'' : { ''postal_code'' :}
Commune		Oui	1 à 50 caractères *(Préremplissage RSET)*	''location'' : { ''city'' : }
Pays		Oui	1 à 50 caractères	''location'' : { ''country'' : }

Options souhaitées :

1) Utilisation de l'API *Géoportail* pour normaliser l'adresse (même mode de saisie que sur https://www.cadastre.gouv.fr, avec proposition de choix en cas d'adresse non reconnue)
2) Visualisation des coordonnées GPS du site à partir de l'adresse saisie (en utilisant l'API https://geo.api.gouv.fr/adresse)

4.4 Numéro de parcelle

Les champs de saisie suivants sont à implémenter :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Vérification
Section	Vous pouvez retrouver cette information en consultant le site https://www.cadastre.gouv.fr Elle est en général constituée d'1 ou 2 lettres (exemple : AB, A, ZD, UY…), mais peut parfois être un nombre, en particulier en Alsace/Moselle (exemple : 24, 26…).	Oui	1 à 2 caractères
Numéro	Vous pouvez retrouver cette information en consultant le site https://www.cadastre.gouv.fr Indiquez le numéro de parcelle où se situe le logement. En général, il est compris entre 1 et 9999.	Oui	1 ≤ entier ≤ 9999

Le numéro de parcelle associé au logement est généralement unique. Dans le cas contraire (exemple : bâtiment de logement collectif) il peut y en avoir plusieurs. Il faut donc prévoir l'ajout potentiel au travers d'un bouton ''+'' par exemple d'autres doublons section/numéro de parcelles.

La sortie JSON doit se présenter sous la forme suivante :
''location'' : {''parcels'' : [{'section' :'section1', 'numero' : 'numéro1'}, {'section' :'section2', 'numero' : 'numéro2'}, ...],}

4.5 Numéro de permis de construire

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON
Numéro de permis de construire	Vous pouvez retrouver cette information en consultant vos documents liés à la construction de votre logement ou sur https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/base-des-permis-de-construire-et-autres-autorisations-durbanisme-sitadel/	Oui si apparition	13 caractères *(Prérempliss age RSET)*	''num_PC'' :

Condition d'apparition :
Ce champ ne doit apparaître que si l'utilisateur a coché *Neuve* dans le champ *Caractéristiques des travaux.*

4.6 Appartenance à PRODICEE

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Liste de choix	Sortie JSON
Appartenance campagne PRODICEE	Oui	Oui Non	''is_prodicee : True/False

4.7 N° de Chrono opération

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON
Numéro de Chrono opération	Ce numéro est à récupérer auprès de l'Antenne de rattachement	Oui si apparition	Format *OP-YY.XXX*	''chrono_operation'' :

Condition d'apparition :
Ce champ ne doit apparaître que si l'utilisateur a coché *Oui* pour *Appartenance campagne PRODICEE.*

4.8 Antenne de rattachement

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Liste de choix (un seul choix possible)	Sortie JSON
Antenne de rattachement	Oui si apparition	CEREMA L'Isle-d'Abeau CEREMA Antun CEREMA Angers CEREMA Sourdun CEREMA Lille CEREMA Strasbourg CEREMA Bordeaux CEREMA Rouen	'prodicee_regional_branch'':

Condition d'apparition :
Ce champ ne doit apparaître que si l'utilisateur a coché *Oui* pour *Appartenance campagne SEREINE*

4.9 Type de logement

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Liste de choix (un seul choix possible)	Sortie JSON
Type Tn	Un logement Tn est une habitation collective ou individuelle composée de n pièces + cuisine + salle de bain + toilettes. (Exemple : T2 = 2 pièces + cuisine + salle de bains + toilettes)	Non	T1 T2 T3 T4 T5 T6	'Tn_type':

4.10 Année de construction

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON

Année de construction	Oui	Entier à 4 chiffres *(Préremplissage RSET)*	'construction_year':

4.11 Nature des travaux

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Liste de choix (plusieurs choix possibles)	Sortie JSON
Isolation thermique intérieure	Oui (au moins une case cochée sur l'ensemble) si apparition	Murs Toiture Planchers bas	'refurbishment' : {'external_insulation_applied' :[],}
Isolation thermique extérieure		Murs Toiture Planchers bas	'refurbishment' : { 'internal_insulation_applied' :[] ,}
Étanchéité à l'air		Murs Toiture Planchers bas	'refurbishment' : {'airtightness_applied' :[] ,}
Menuiseries		Fenêtres Portes-fenêtres extérieures Volets	'refurbishment' : {'window_changes' :[] ,}

Condition d'apparition :
Ce champ ne doit apparaître que si l'utilisateur a coché *Rénové* à la question *Caractéristiques des travaux.*

4.12 Nombre de niveaux chauffés

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Liste de choix (un seul choix possible)	Sortie JSON
Nombre de niveaux chauffés	Non	1 2 3 4	'nb_heated_levels':

4.13 Puissance électrique souscrite

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Unité	Vérification	Sortie JSON
Puissance électrique souscrite	Non	kVA	0 < entier ≤ 36	'power_subscribed':

4.14 Surface habitable

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Unité	Vérification	Sortie JSON
Surface habitable	Oui	m²	10 < float ≤ 1000 *(Préremplissage RSET)*	'habitable_surface':

4.15 Altitude

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Unité	Vérification	Sortie JSON
Altitude	Altitude disponible sur le site internet https://www.geoportail.gouv.fr/	Oui	m	0 ≤ entier < 10000 *(Préremplissage RSET)*	''location'' : { 'altitude': }

Option souhaitée :
Utilisation de l'API *Géoportail* pour récupérer directement cette information à partir de l'adresse saisie

4.16 Température moyenne annuelle

Le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Texte d'aide	Réponse obligatoire	Unité	Vérification	Sortie JSON
Température moyenne annuelle	Recherchez la température moyenne annuelle de la commune concernée	Oui si apparition	°C	-10 ≤ float ≤ 40	'terreplein_temperature':

Condition d'apparition :
Ce champ ne doit apparaître que si l'utilisateur a coché *Terre-plein* parmi les choix à la question *Nature(s) du plancher bas*.

4.17 Coordonnées du propriétaire

Les champs de saisie suivants sont à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON
Nom	Non	1 à 30 caractères	'owner' : {'surname':}
Prénom	Non	1 à 30 caractères	'owner' : {name' :}
Organisme	Non	1 à 30 caractères	'owner' :{'company' :}
Adresse mél	Non	Format *xxx@yyy.zz*	'owner' :{'email' :}
Téléphone	Non	10 chiffres, commençant par 0	'owner' :{'phone' :}

4.18 Coordonnées du Commanditaire

Les champs de saisie suivants sont à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON
Nom	Non	1 à 30 caractères	'backer':{'surname': }
Prénom	Non	1 à 30 caractères	'backer':{'name' :}
Organisme	Non	1 à 30 caractères	'backer':{'company' :}
Adresse mél	Non	Format *xxx@yyy.zz*	'backer':{'email' :}
Téléphone	Non	10 chiffres, commençant par 0	'backer' :{'phone' :}

4.19 Coordonnées de l'opérateur

Les champs de saisie suivants sont à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Vérification	Sortie JSON
Nom	Non	Moins de 30 caractères	'operator' :{surname': }
Prénom	Non	Moins de 30 caractères	'operator':{name' :}
Organisme	Non	Moins de 30 caractères	'operator':{company' :}
Adresse mail	Non	Format *xxx@yyy.zz*	'operator':{email' :}
Téléphone	Non	10 chiffres, commençant par 0	'operator':{phone' :}

4.20 Résultat de la mesure de perméabilité à l'air

En-dessous des champs *Coefficient CL* et *Coefficient n*, le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Unité	Vérification	Sortie JSON
Coefficient $Q_{4pa-surf}$	Oui	$m^3/h/m^2$	0 ≤ float ≤ 10	'airtightness' : {'Q4PaSurf': }

En-dessous des champs *Incertitude relative du coefficient CL* et *Incertitude relative du coefficient n*, le champ de saisie suivant est à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Unité (1 seul choix possible)	Vérification	Sortie JSON
Incertitude coefficient $Q_{4pa-surf}$	Oui	% $m^3/h/m^2$	0 ≤ float ≤ 100	'airtightness' : { 'Q4PaSurf_uncertainty': {'value' : , 'unit' :}

				}

Afin de pouvoir choisir l'unité pour l'incertitude des coefficients CL et n, les champs de saisie suivants sont à implémenter :

Intitulé principal	Réponse obligatoire	Unité (1 seul choix possible)	Vérification	Sortie JSON

Incertitude coefficient CL	Oui	%
		$m^3/h/Pa^n$
			0 ≤ float ≤ 1000	'airtightness' : {
				'leakage_coefficient_uncertainty':
				{'value' : , 'unit' :}
				}

Incertitude coefficient n	Oui	%
		-
			0 ≤ float ≤ 100	'airtightness' : {
				'leakage_exponent_uncertainty':
				{'value' : , 'unit' :}
				}

Option souhaitée :

Dans le cas des opérations neuves, il est possible de préremplir un certain nombre de champs indiqués à partir du fichier RSET.xml chargé dans la page *Documents*.

Un script en Python peut être fourni afin d'extraire ces informations (entrée = chemin du fichier RSET, sortie = dictionnaire ou JSON contenant les informations au format demandé). L'opérateur doit pouvoir toutefois modifier les champs en cas d'erreur identifiée.

5 Bibliographie

[Bouchié et al., 2014] Bouchié, R., Abele, C., Derouineau, S., & Millet, J.-R. *Conception et validation d'un capteur de mesurage de la température extérieure équivalente d'une paroi opaque d'un bâtiment*. In IBPSA France. Arras, 2014. http://ibpsa.fr/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=53&view=finish&cid=323&catid=52

[BIPM et al., 2008a] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML (2008a). Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. BIPM.