

# GUIDE D'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE GLOBALE « ÉNERGIE-SANTÉ-CONFORT » EN RÉNOVATION

22 novembre 2022– Référence SC-QEI-2022-199-version 1.1

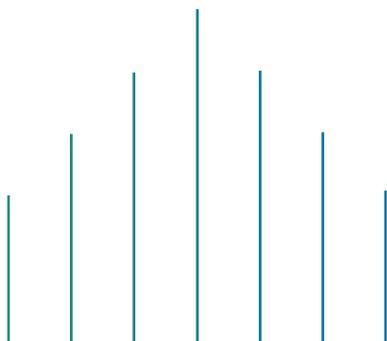
QSE QUALITE SANITAIRE ET ENERGETIQUE DES RENOVATIONS





# SOMMAIRE

1. À qui s'adresse ce guide ?	4
2. Qu'entend-on par « performance globale » ?	4
3. Pourquoi et quand évaluer la performance globale de votre rénovation ?	5
4. Quel budget prévoir et quelle organisation mettre en place ?	6
5. Comment évaluer la performance globale de son bâtiment ?	7
5.1. Applicabilité de la méthode	7
5.2. Information des occupants du bâtiment	7
5.3. Sélection des pièces de mesure dans le bâtiment	7
5.4. Consentement des occupants à la collecte de leurs données personnelles	8
5.5. Stratégie d'évaluation	8
5.6. Organisation générale	12
6. Calcul de l'indicateur de performance globale	16
6.1. Indicateur de performance globale	16
6.2. Indice QAI	17
6.3. Indice Confort	18
6.4. Indice Énergie	19
7. Comment interpréter et communiquer sur l'indicateur de performance globale ?	22
8. Annexes	23



---

### Rédacteur

Mickaël DERBEZ, CSTB  
Elodie SAID, CSTB  
Noha AL HAFFAR, CSTB  
Jean Marie ALESSANDRINI, CSTB  
Rukshala ANTON, CSTB  
Simon BAILHACHE, CSTB  
Arnaud CHALLANSONNEX, CSTB  
Bernard COLLIGNAN, CSTB  
Virginie DESVIGNES, CSTB  
Géraldine GARNIER, CSTB  
Stéphane MOULARAT, CSTB  
Nicolas PLACE, CSTB  
Maxime RAYNAUD, CSTB  
Jacques RIBERON, CSTB  
Lucile SOUDANI, CSTB

---

### Coordination

Mickaël DERBEZ, CSTB  
Corinne MANDIN, CSTB  
Driss SAMRI, CSTB

## PARTENAIRES PROFEEL 2019-2021



## AVANT-PROPOS

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

PROFEEL se compose concrètement de 9 projets positionnés sur trois grands enjeux : favoriser le déclenchement des travaux de rénovation, garantir la qualité des travaux réalisés et consolider la relation de confiance entre les professionnels. Ces projets s'appuient sur l'innovation, qu'elle soit technique, numérique ou organisationnelle, afin de mieux outiller les professionnels du bâtiment, d'améliorer les pratiques sur le marché de la rénovation énergétique et de garantir la qualité des travaux réalisés. Ces outils permettront d'accompagner les acteurs durant toutes les étapes d'un projet de rénovation : en amont, pendant et après les travaux.

Le projet QSE « Qualité sanitaire et énergétique des rénovations » est l'un des 9 projets PROFEEL. Il a pour objectif de proposer une méthode simplifiée et peu coûteuse (dite « méthode QSE ») pour évaluer, avant et/ou après rénovation, la performance globale « énergie-santé-confort » des bâtiments à usage d'habitation, d'enseignement du premier degré (écoles maternelles et élémentaires) et de bureaux. Des efforts de simplification de la démarche et de réduction des coûts de mise en œuvre ont été engagés en s'appuyant notamment sur le potentiel des technologies basées sur les capteurs connectés et les applications mobiles gratuites. Cette méthode à destination des maîtres d'ouvrages et des gestionnaires de parc de bâtiments ne se substitue pas aux diagnostics approfondis réalisés par des experts avec des moyens techniques et scientifiques spécifiques qui peuvent être déployés pour la recherche des causes d'une perte de performance.

Ce guide pratique a été élaboré pour déployer la méthode QSE, dans les types de bâtiments cités ci-dessus, par les acteurs privés ou publics du bâtiment lors des phases d'utilisation, avant et après travaux de rénovation énergétique.

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

# 1

## À QUI S'ADRESSE CE GUIDE ?

Ce guide s'adresse à tous les acteurs publics (Etat, collectivités territoriales) ou privés et principalement aux :

- **maîtres d'ouvrages ou assistants à maîtrise d'ouvrages** qui souhaitent avoir une meilleure prise en compte des enjeux sanitaires et de bien-être liés à la rénovation énergétique des bâtiments et disposer d'un référentiel technique à soumettre au gestionnaire du bâtiment ;
- **gestionnaires de parc de bâtiments** qui disposeront d'un outil de suivi de la performance globale de leur bâtiment, adapté au terrain et leur permettant d'identifier les contre-performances afin de pouvoir y remédier.

Les bâtiments visés par ce guide sont les :

- **bâtiments à usage d'habitation individuels** (maison individuelle isolée ou groupée) **ou bâtiments à usage d'habitation collectifs** qui seront intitulés par la suite « bâtiments à usage d'habitation » ;
- **bâtiments d'enseignement du premier degré** (écoles maternelle ou élémentaire) qui seront intitulés par la suite « bâtiments à usage d'école » ;
- **bâtiments à usage de bureaux.**

Ces bâtiments doivent s'inscrire dans une **opération de rénovation énergétique** qui implique l'amélioration des performances de l'enveloppe et/ou des systèmes et équipements.



# 2

## QU'ENTEND-ON PAR « PERFORMANCE GLOBALE » ?

La « performance globale » d'un bâtiment ne fait pas aujourd'hui l'objet d'une définition unique et consensuelle. Les items les plus couramment cités par les parties prenantes engagées dans le bâtiment sont :

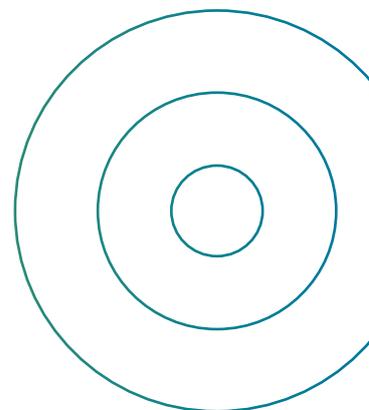
- La qualité sanitaire offrant un environnement sain aux occupants ;
- Le confort d'ambiance (thermique, acoustique, olfactif, visuel) assurant le bien-être des occupants ;
- La performance financière intégrant les coûts liés aux travaux sur l'enveloppe et/ou les systèmes, les économies d'énergie réalisées et la valeur patrimoniale du bâtiment ;
- La flexibilité, l'adaptabilité d'usage, la mutabilité dans le temps selon les besoins, les évolutions sociétales, la performance environnementale et les nouvelles pratiques ou plus largement en fonction du changement climatique.

Parmi les 5 items précédents, il est important de préciser que :

- L'évaluation de la performance financière a été appréhendée au regard de la performance énergétique réelle du bâtiment, c'est-à-dire des dépenses liées aux consommations énergétiques tous usages confondus ;

- L'item concernant la « flexibilité, l'adaptabilité d'usage, la mutabilité dans le temps selon les besoins, les évolutions sociétales, la performance environnementale et les nouvelles pratiques ou plus largement en fonction du changement climatique » a été écarté de l'analyse car compte tenu de la temporalité du projet, il n'était pas possible de mettre en place un suivi sur le long terme nécessaire pour étudier ces caractéristiques.

Par conséquent et dans ce guide, la performance globale des bâtiments engagés dans des travaux de rénovation énergétique englobe l'étude de la qualité de l'air intérieur (confinement de l'air, pollution chimique, biologique et particulaire), du confort des occupants (thermique, acoustique, visuel et olfactif) ainsi que des consommations énergétiques.



# 3

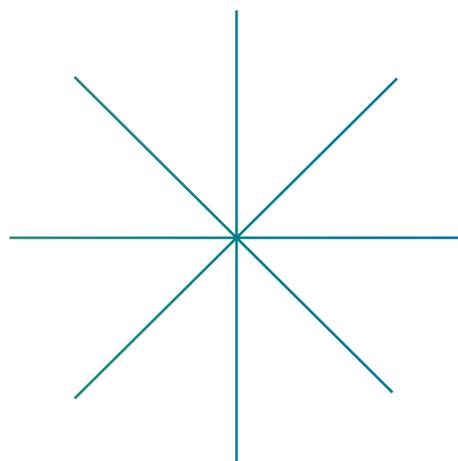
## POURQUOI ET QUAND ÉVALUER LA PERFORMANCE GLOBALE DE VOTRE RÉNOVATION?

L'évaluation de la performance globale d'un bâtiment permet deux choses :

- **Réalisée avant les travaux de rénovation**, elle permet de caractériser l'état initial du bâtiment et d'identifier les items sur lesquels des améliorations peuvent être réalisées dans le cadre de futurs travaux de rénovation énergétique ;
- **Réalisée après les travaux de rénovation**, elle permet de caractériser l'état du bâtiment après rénovation et d'examiner si les performances attendues sont bien au rendez-vous. Dans le cas où ce ne serait pas le cas, il conviendra de réaliser un diagnostic afin d'identifier les actions correctives à appliquer.

Dans le cas où une **évaluation a été faite avant et après** les travaux de rénovation énergétique, il est possible d'objectiver l'impact de ces travaux sur la performance et identifier les points de satisfaction et ou de vigilance à traiter. Il faut toutefois veiller à réaliser les évaluations dans les mêmes conditions de mode de fonctionnement du système de chauffage et d'aération, c'est-à-dire selon les périodes de fonctionnement du système de chauffage et dans les mêmes conditions d'usage.

Afin de qualifier la performance globale, il est préconisé de réaliser l'évaluation à deux reprises (en été et en hiver), avant ou après les travaux de rénovation. Afin de qualifier l'impact des travaux de rénovation sur la performance et d'identifier et traiter les éventuelles contre-performances, l'évaluation est réalisée à minima en été ou en hiver en fonction des questions posées. Elle peut être réalisée de façon répétée dans le temps.



# 4

## QUEL BUDGET PRÉVOIR ET QUELLE ORGANISATION METTRE EN PLACE

Le budget à prévoir est variable en fonction de la typologie de bâtiments (maison individuelle versus immeubles d'habitation collectifs / Bâtiments à usage d'école / Bâtiments à usage de bureau), du nombre d'enquête(s) (« avant travaux » ou « après travaux » ou les deux) et du choix du capteur de mesure de la qualité de l'environnement intérieur (pour un suivi des paramètres à minima ou « suivi de base » ou un suivi intégrant la mesure d'un plus grand nombre de paramètres ou « suivi poussé »).

Le budget se compose :

- d'une part fixe investie dès le départ du projet et liée à l'achat du matériel réutilisé à chaque enquête, à la programmation du calcul de l'indicateur de performance global et à son calcul par une personne compétente pour chaque enquête réalisée ;
- d'une part variable liée à chaque enquête réalisée correspondant aux frais d'achat des consommables non réutilisables et aux frais de personnel chargé du déploiement in situ de la méthode (une personne compétente).

Au niveau de l'organisation, il est prévu l'intervention de deux personnes :

- la personne en charge, pour chaque enquête, de(s) déplacement(s) sur le site de mesure, du déploiement de la méthode sur le terrain ainsi que de la récupération des données collectées. Cela représente 1 journée environ par enquête ;
- la personne en charge de la programmation des règles de calcul de l'indicateur de performance globale (1 journée) ainsi que du calcul de ce dernier pour toutes les enquêtes réalisées (1 journée). Cela représente environ 2 journées pour l'étude quel que soit le nombre d'enquête(s). L'ensemble des fichiers de mesures des différentes enquêtes peuvent être traités en même temps afin d'optimiser le temps de calcul de l'indicateur.

Une estimation des coûts de déploiement de la méthode QSE est présentée dans le Tableau 1 en prenant comme hypothèse un coût journalier de 500 euros HT pour un technicien (personne en charge des enquêtes) et de 1000 euros HT pour un informaticien (personne en charge de la programmation des règles de calcul).

Tableau 1 – Estimation du coût de déploiement de la méthode QSE

	Coût fixe (HT)	Coût variable (HT) par enquête selon la typologie de bâtiments	
	Matériel de mesure, programmation et calcul de l'indicateur de performance globale	Maison individuelle	Bâtiments de logements collectifs/Bâtiments à usage d'école/Bâtiments à usage de bureau
Suivi de base	2900	450	600
Suivi poussé	6700	500	800

Par exemple, pour la réalisation d'une enquête « avant travaux » et d'une enquête « après travaux » dans une maison individuelle et une école avec un suivi de base, le coût global (parts fixe + variable) est de 5000 euros HT ( $2900+450*2+600*2$ ). Avec un suivi poussé, le coût global est de 8400 euros HT ( $6700+500*2+800*2$ ).

# 5

## COMMENT ÉVALUER LA PERFORMANCE GLOBALE DE SON BÂTIMENT ?

### 5.1. Applicabilité de la méthode

#### 5.1.1. Travaux de rénovation incluant une extension du bâtiment

Il arrive que des travaux d'extension du bâtiment soient réalisés en même temps que les travaux de rénovation énergétique. Dans le cas de l'évaluation de la performance globale « AVANT » et « APRÈS » les travaux, il convient de s'assurer que ces travaux n'affectent pas les pièces de mesure pour lesquelles le volume, la densité d'occupation et l'usage doivent rester les mêmes.

#### 5.1.2. Énergies utilisées dans le bâtiment

Dans le cadre de l'évaluation des consommations d'énergie, les factures de toutes les énergies desservant le bâtiment seront recueillies. Il conviendra donc de récupérer pour chacune d'elles les données de consommations sur une période minimale d'un an et spécifiques au bâtiment (un point de vigilance sera donc à porter dans le cas d'une production de chauffage commune à plusieurs bâtiments par exemple). Les données recueillies devront également correspondre à une période d'occupation standard du bâtiment. Dans le cas où les données de consommations réelles d'énergie ne sont pas disponibles, l'indicateur énergie ne pourra pas être calculé.

### 5.2. Information des occupants du bâtiment

Une fois que le bâtiment a été sélectionné selon les critères précédents pour faire l'objet d'une évaluation de sa performance globale, il convient d'en informer l'ensemble des occupants au moyen d'un flyer de présentation de l'étude élaboré à cet effet et d'un guide à destination des occupants (Annexe 1).

### 5.3. Sélection des pièces de mesure dans le bâtiment

Afin d'être facile à mettre en œuvre, la méthode QSE demande de réaliser des mesures en 2 ou 3 points intérieurs selon la typologie du bâtiment :

- Pour un bâtiment à **usage d'habitation** individuel (maison individuelle), la chambre principale et le séjour sont retenus à *minima* ;
- Pour un bâtiment à **usage d'habitation** collectif (immeuble de logements collectifs), il est proposé de sélectionner 3 logements : un au rez-de-chaussée, un autre au dernier étage et le troisième dans les étages intermédiaires, dans la mesure du possible. Le choix d'un logement volontaire pour participer à un autre étage convient également. Dans chacun des trois logements, la chambre principale et le séjour (ou pièce unique dans le cas d'un studio) sont retenus ; d'autres pièces des logements peuvent être instrumentées en cas de besoin ;
- Pour une **école maternelle ou élémentaire** composés de plusieurs bâtiments, il est proposé de choisir un seul bâtiment à usage d'enseignement (hors cantine, bibliothèque et gymnase) et de sélectionner 3 salles de classe : une au rez-de-chaussée, une autre au dernier étage et la troisième dans les étages intermédiaires, dans la mesure du possible. Si le bâtiment est de plain-pied ou sur deux niveaux uniquement, les salles de classe sont choisies avec des orientations différentes ou des expositions différentes aux bruits et à la pollution extérieure ;
- Pour un bâtiment à **usage de bureaux**, 3 espaces de bureaux aussi divers que possible : bureau isolé, partagé par 2 à 3 personnes ou paysager sont sélectionnés : un au rez-de-chaussée, un autre au dernier étage et le troisième dans les étages intermédiaires, dans la mesure du possible. Les pièces spécifiques du type salle de réunion, salle de pause, restaurant d'entreprise, salle de serveurs informatiques ou avec les photocopieurs sont

---

exclues. Les 3 espaces de bureaux doivent être occupés pendant les mesures, au moins 4 jours sur 5 et au moins 4 heures par jour.

#### **5.4. Consentement des occupants à la collecte de leurs données personnelles**

En complément des mesures réalisées dans les pièces du bâtiment, des données personnelles sont collectées auprès des occupants des logements, des salles de classe et des espaces de bureaux sélectionnés.

Du fait de la collecte de ces données, et pour être en conformité avec le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD)<sup>1</sup>, l'utilisateur de la méthode doit solliciter le consentement des personnes propriétaires des données personnelles et leur apporter une information claire et précise sur l'utilisation qui sera faite de leurs données et sur leurs droits.

Dans le cadre de la méthode QSE, les occupants sont amenés à renseigner le « Questionnaire Habitation/École ou Bureau », le Questionnaire « accompagnement de la mesure » et le « Questionnaire perceptif » dans lesquels ils vont communiquer :

- une description de leur logement/salle de classe/ espace de bureau (surface, revêtements de surface des parois, mobiliers, problèmes d'humidité),
- les systèmes et énergies utilisés pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et la cuisson ainsi que leurs factures d'énergies,
- les travaux de rénovation réalisés,
- la perception du confort d'ambiance leur logement/salle de classe/espace de bureau,

1. Pour plus d'information sur le RGPD, consulter le site internet de la CNIL : <https://www.cnil.fr/fr/comprendre-le-rgpd>

- leurs activités pendant la semaine de l'enquête (chauffage, ménage, aération).

En parallèle, des mesures de paramètres de qualité de l'environnement intérieur vont être réalisées dans leur habitation/salle de classe/espace de bureau et permettront de déterminer, à minima :

- La concentration en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), indicateur du confinement de l'air ;
- La concentration particulaire (PM<sub>2,5</sub>) ;
- La concentration en radon (en période de chauffe, selon la période d'enquête) ;
- Les niveaux de température et d'humidité relative de l'air ;
- Les niveaux d'isolement de façades et du bruit des équipements.

### **5.5. Stratégie d'évaluation**

#### **5.5.1. Réalisation d'une enquête *in situ* nécessitant l'intervention d'un opérateur/enquêteur**

L'évaluation de la performance globale d'un bâtiment est réalisée au moyen d'une **enquête *in situ*** réalisée par un opérateur/enquêteur sur une période d'une durée variable selon la typologie de bâtiment :

- **7 jours** pour les bâtiments à usage d'habitation. L'opérateur/enquêteur choisit le jour de semaine du démarrage de l'enquête en fonction de la disponibilité des ménages et fait en sorte qu'un week-end soit compris dans la période d'enquête ;
- **Du lundi en début de matinée** (avant l'arrivée des occupants) **au vendredi en fin d'après-midi** (après le départ des occupants) pour les salles de classe et les espaces de bureaux.

Cette enquête doit obligatoirement être réalisée **en situation d'occupation**, c'est-à-dire :

- en présence des occupants des logements selon

leur habitude (avec possibilité d'être absent tout le week-end) ;

- hors périodes de vacances scolaires et hors semaine ouvrée avec un jour férié pour les salles de classe ;
- en présence d'au moins un occupant dans les espaces de bureaux, au moins 4 jours sur 5 et au moins 4 heures par jour.

Chaque enquête nécessite **deux interventions** de l'opérateur/enquêteur à deux moments différents :

- **Une première visite le jour du démarrage de l'enquête** : rappel de l'étude et des consignes à respecter pendant la durée de l'enquête, renseignement du questionnaire « habitation », « école » ou « bureau », réalisation des mesures de niveau sonore, mise en place des appareils de mesures et des systèmes de prélèvements ;
- **Une seconde visite le jour de la fin de l'enquête** (première visite + 7 jours pour les bâtiments à usage d'habitation, vendredi en fin d'après-midi pour les salles de classe et les espaces de bureaux) : arrêt et récupération des appareils de mesures et des systèmes de prélèvements, finalisation du questionnaire « habitation », « école » ou « bureau », renseignement des questionnaires « accompagnement de la mesure » et « perceptif ».

Le guide à destination des occupants (Annexe 1) présenté lors du recrutement des occupants peut être réutilisé afin de présenter les dispositifs de mesures installés dans les bâtiments et résumer les consignes à respecter lors des enquêtes.

## 5.5.2. Paramètres mesurés et matériels associés

### (1) Consommations d'énergie

Au jour de la première visite, les données de consommation de toutes les énergies utilisées dans le bâtiment depuis une période d'un an sont à recueillir. Pour se faire, l'opérateur/enquêteur doit recueillir toutes les factures de consommation d'électricité, de gaz, du réseau de chaleur ou les factures de livraison du fioul ou des pellets avec les quantités associées. Le protocole d'évaluation des consommations d'énergie est disponible en Annexe 2.

### (2) Qualité de l'environnement intérieur

La mesure en continu de la qualité de l'environnement intérieur (QEI) est réalisée avec l'un des deux appareils testés et proposés par la méthode QSE à ce jour. Il s'agit du Airvisual Pro et du NEMo Diagnostic, appareils commercialisés et largement utilisés en France (Tableau 2).

Ces deux appareils permettent **l'évaluation du niveau de base de la QEI** avec la mesure de 4 indicateurs sur un pas de temps de 10 minutes :

- concentration en dioxyde de carbone ou CO<sub>2</sub> (indicateur de confinement de l'air) ;
- mesure de la température et de l'humidité relative de l'air (paramètre du confort thermique) ;
- concentration massique en particules d'un diamètre inférieur ou égale à 2,5 µm (PM<sub>2.5</sub>).

**Tableau 2 – Marque et modèle des deux appareils de mesure de la qualité de l'environnement intérieur proposés dans le cadre de la méthode QSE**

Modèle	Airvisual Pro	NEMo Diagnostic
Marque	IQAIR	ETHERA
Fabricant ou revendeur français si fabricant étranger	Paris Espace Éco 33 rue Montholon 75009 Paris	ETHERA 628 rue Charles-de-Gaulle 38920 Crolles
Site Internet	<a href="https://www.iqair.com/fr/">https://www.iqair.com/fr/</a>	<a href="https://www.etheralabs.com/">https://www.etheralabs.com/</a>
Con-tact téléphonique	+33 1 53 43 83 84	+33 4 38 12 29 90
Contact email	contact@capitalairsante.fr parisespace-Éco@wanadoo.fr	info@etheralabs.com
Visuel	 <p>copyright IQAIR</p>	 <p>copyright ETHERA</p>
Prix en euros HT pour évaluation du niveau de base QEI	224	-
Prix en euros HT pour évaluation du niveau poussé de QEI	Sans objet	1467 <sup>(2)</sup>
Prix en euros HT d'une boîte de 25 badges formaldéhyde	Sans objet	1300

2. Incluant une batterie additionnelle, la connexion au réseau Lora et l'abonnement annuel au Cloud.

**L'évaluation poussée du niveau de la QEI** est possible en équipant l'appareil NEMo de deux capteurs permettant la mesure de 2 indicateurs supplémentaires :

- la concentration en dioxyde d'azote ou NO<sub>2</sub> ;
- la concentration en formaldéhyde (mesure intégrée sur 2 heures nécessitant l'utilisation de badges à usage unique). Ces badges utilisables une seule fois sont commercialisés en boîte de 5 unités au minimum. À noter que les badges sont stockés dans un réfrigérateur et transportés sur site à l'aide d'une petite glacière contenant un pack de glace. Les protocoles d'utilisation de ces deux appareils sont disponibles en Annexe 2.

Dans le cas où le bâtiment se situe dans une zone à fort potentiel radon (zone 3)<sup>3</sup>, la mesure du radon est intégrée aux indicateurs QEI précédents. Cette mesure est réalisée sur une période d'exposition de 2 mois au cours de la période définie entre le 15 septembre (année n) et le 30 avril (année n+1) avec le dosimètre Radon KODALPHA présenté dans le Tableau 3.

Le détecteur est mis en place par l'opérateur/enquêteur lors de son intervention et retiré par l'occupant qui aura reçu des consignes de l'opérateur/enquêteur. L'occupant envoie au laboratoire DOSIRAD le détecteur dans une enveloppe préaffranchie et le laboratoire transmet les résultats de mesure à l'opérateur/enquêteur. Le protocole de réalisation de la mesure du radon est disponible en Annexe 2.

**Tableau 3 – Dispositif de prélèvement pour la mesure de l'activité volumique du radon**

Dosimètre Radon Kodalpha (film LR115)
ALGADE - avenue du Brugeaud - BP 46 87250 Bessines-sur-Gartempe
Site Internet : <a href="https://algade.com/">https://algade.com/</a>
Contact téléphonique : +33 (0)5 55 60 50 00
Contact email : <a href="mailto:algade@algade.com">algade@algade.com</a>
Prix unitaire de 15 euros HT avec analyse comprise



<https://www.mce-info.org/mesure-citoyenne-un-inventaire-des-outils-et-initiatives-nouvellement-en-ligne/>

3. <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.Yr7JpHZByUI>

### (3) Niveau sonore

Les mesures de niveau de pression acoustique continu équivalent (Leq) par bandes d'octave sont réalisées sur une période de **15 secondes** à l'aide d'un appareil mobile ANDROID (smartphone ou tablette) et d'une application mobile gratuite (Sound Analyzer App) assurant la fonction de sonomètre analyseur (niveau continu équivalent Leq par bandes de d'octave de 63 Hz à 8000 Hz sur une durée totale de 15 secondes), intégrateur-moyenneur.

**Tableau 4 – Référence de l'application mobile gratuite (Sound Analyzer App)**

Nom de l'application	Sound Analyser App
Développeur	Dominique Rodrigues
Prix en euros HT	gratuit
	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dom.audioanalyzer">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dom.audioanalyzer</a>

Afin d'améliorer la linéarité, un microphone de mesure externe est utilisé au lieu du microphone interne de l'appareil mobile. L'utilisation d'une enceinte Bluetooth est nécessaire pour constituer une source extérieure de bruit. Les principales informations relatives à ces deux appareils sont reportées dans le Tableau 5. Ces appareils peuvent être achetés auprès des fabricants, mais également auprès de nombreux revendeurs.

Ces appareils permettent de mesurer le niveau de pression acoustique du bruit de fond (bruit ambiant intérieur sans aucun bruit particulier en provenance de l'extérieur ou de l'intérieur du bâtiment) et le niveau de pression acoustique du bruit ambiant intérieur ou extérieur en provenance de la rue (source extérieure de bruit générée par une enceinte). Ces mesures sont nécessaires pour estimer l'isolement de façade de manière simplifiée et le bruit ambiant intérieur dû aux à certains équipements présents dans le logement, considérés séparément (VMC, chaudière, pompe à chaleur, climatiseur). Le protocole de réalisation des mesures du niveau sonore est disponible en Annexe 2.

**Tableau 5 – Référence du mini microphone et de l'enceinte bluetooth**

	Minimicrophone	Enceinte bluetooth
Marque	MicW	BOSE
Modèle	i436	SoundLink Micro
	 © MicW	 © BOSE
Prix en euros HT	À partir de 111	À partir de 80

#### (4) Synthèse des mesures par pièce selon les bâtiments

Le Tableau 6 présente la synthèse des mesures par pièce selon les bâtiments.

Tableau 6 – Synthèse des mesures par pièce selon les bâtiments

	Bâtiment à usage d'habitation			Bâtiment à usage d'école	Bâtiment à usage de bureaux
	Chambre principale	Séjour	Autre pièces	3 salles de classe	3 espaces de bureau
Qualité de l'environnement intérieur	Airvisual ou NEMo + Radon	–	–	Airvisual ou NEMo + Radon	Airvisual ou NEMo + Radon
Niveau sonore	Isolement de façade	Isolement de façade	–	Isolement de façade	Isolement de façade
	Bruit équipement si présence	Bruit équipement si présence	Bruit équipement si présence	Bruit équipement si présence	Bruit équipement si présence

##### 5.5.3. Questionnaires d'enquêtes

Les questionnaires d'enquêtes sont complémentaires aux mesures réalisées et permettent de recueillir des informations descriptives sur le bâtiment, les travaux de rénovation énergétique, les occupants, leur perception par rapport au confort d'ambiance et leurs activités pendant la semaine de mesure. Ils sont proposés au format papier uniquement (Annexe 3).

###### (1) Questionnaire « habitation », « école » ou « bureau »

Ce questionnaire, renseigné par l'opérateur/enquêteur avec l'aide d'un des adultes du ménage, du propriétaire de l'école ou du bureau, permet de recueillir des informations descriptives générales sur le bâtiment, ses systèmes et équipements, ainsi que sur les travaux de rénovations énergétiques. Ce questionnaire contient des questions relatives au risque potentiel d'excès d'humidité pouvant provoquer un développement fongique.

###### (2) Questionnaire « accompagnement de la mesure »

Ce questionnaire autoadministré est à destination d'un des adultes du ménage, des enseignants de 3 salles de classe sélectionnées et d'un des occupants de chacun des 3 espaces de bureaux sélectionnés. Il permet de recueillir des informations sur les activités réalisées (ménage, bricolage, aération, etc.) au cours de la semaine d'enquête. Il est récupéré le jour de la fin de chaque enquête.

###### (3) Questionnaire « perceptif »

Ce questionnaire autoadministré est à destination des occupants de 15 ans et plus des logements, des enseignants des 3 salles de classe sélectionnées et des occupants des 3 espaces de bureaux sélectionnés (maximum 5 par espace de bureaux). Il permet de recueillir le ressenti des occupants par rapport au confort d'ambiance de leur logement, de leur salle de classe ou de leur espace de bureaux. Il est à renseigner la veille ou le jour de la fin de chaque enquête.

## 5.6. Organisation générale

### 5.6.1. Présentation de l'étude et planification des enquêtes

Étapes	Actions à réaliser
Premier contact avec les occupants du ménage/les enseignants/les occupants des bureaux	<input type="checkbox"/> Planifier la date de la première visite (prévoir 1h à 1h30)
	<input type="checkbox"/> Planifier la date de la seconde visite (prévoir 30 minutes), 8 jours après pour les logements/le vendredi de la semaine de mesure pour les écoles et les bureaux
	<input type="checkbox"/> Planifier les relances à faire en tenant compte des souhaits des occupants (quelques jours avant/la veille des visites)
	<input type="checkbox"/> Envoyer par courriel le guide occupant si ce dernier n'a pas été transmis auparavant
	<input type="checkbox"/> Demander de rechercher les factures d'énergie (électricité, gaz, fioul, pellet) sur une durée d'un an
	<input type="checkbox"/> Confirmer l'adresse d'intervention et prendre les informations d'accès au bâtiment (interphone, code porte, ascenseur, stationnement)

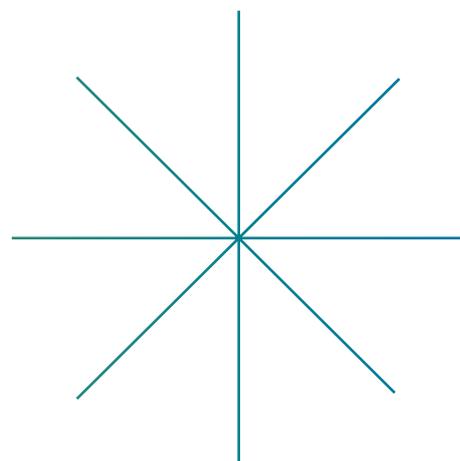
### 5.6.2. Deux à trois semaines avant l'enquête

Étapes	Actions à réaliser
Constitution d'un dossier par enquête	<input type="checkbox"/> Imprimer plusieurs exemplaires du guide occupant selon la typologie de bâtiment (1 pour maison individuelle, 3 pour un immeuble de logements, 3 pour une école, 15 pour un immeuble à usage de bureaux)
	<input type="checkbox"/> Imprimer le questionnaire papier « habitation », « école » ou « bureau »
	<input type="checkbox"/> Imprimer le questionnaire papier « Accompagnement de la mesure » (1 pour maison individuelle, 3 pour un immeuble de logements, 3 pour une école, 3 pour un immeuble à usage de bureaux)
	<input type="checkbox"/> Imprimer les questionnaires papier « Perceptif » (pour chaque occupant de 15 ans et plus pour les logements, 3 pour chaque école, 15 pour chaque immeuble à usage de bureaux)
Vérification du nombre de cartouches formaldéhyde et de kits de mesure Radon par rapport au nombre d'enquêtes programmées	<input type="checkbox"/> Vérification du nombre de badges pour la mesure du formaldéhyde par NEMo ou commande auprès d'ETHERA
	<input type="checkbox"/> Vérification du nombre de kits de mesure RADON ou commande auprès d'ALGADE

# 5

## 5.6.3 Au plus tard, la veille de l'enquête

Étapes	Actions à réaliser
Contact avec les occupants	<input type="checkbox"/> Rappel par un appel/SMS de l'heure d'intervention
Dossier de l'enquête	<input type="checkbox"/> Prendre le dossier de l'enquête contenant les documents papier (guide occupant, questionnaires)
RADON	<input type="checkbox"/> Prendre un kit de mesure Radon et renseigner la feuille de prélèvement papier (Code bâtiment, Code Phase, Code détecteur)
NEMo	<input type="checkbox"/> Vérifier la charge de la batterie et, si nécessaire, charger la (8 heures de charge maximum). Après l'avoir débranché, vérifier par un coup d'aimant que NEMo est éteint (diode rouge) (Annexe 2)
	<input type="checkbox"/> Vérifier le pas de temps de mesure (10 minutes)
	<input type="checkbox"/> Procéder à la calibration du capteur CO <sub>2</sub> (Annexe 2)
	<input type="checkbox"/> Procéder à la calibration du capteur formaldéhyde (Annexe 2)
AIRVISUAL	<input type="checkbox"/> Paramétrer le mode d'acquisition des données (toutes les 10 minutes) (Annexe 2)
Niveau sonore	<input type="checkbox"/> Installer et vérifier sur l'appareil mobile ANDROID le fonctionnement des applications « Sound Analyser App », « VLC » et la présence du fichier audio « Bruitrose » (Annexe 2)
	<input type="checkbox"/> Prendre le mini microphone
	<input type="checkbox"/> Prendre l'enceinte BOSE après avoir vérifié sa batterie (et l'avoir rechargée si besoin, 4h maximum)



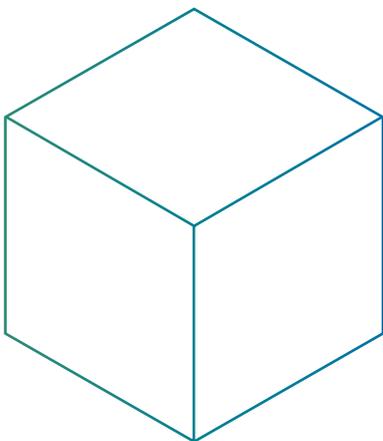
#### 5.6.4. Le jour du début de l'enquête

Étapes	Actions à réaliser
NEMo	<input type="checkbox"/> Sortir un badge de mesure de formaldéhyde neuf du réfrigérateur avant le départ
	<input type="checkbox"/> Placer le badge dans la petite glacière avec un pain de glace pour le transport jusqu'au logement/école/bureau
Prise de contact avec les occupants	<input type="checkbox"/> Présentation du guide occupant et rappel des principales consignes (Ne pas changer ses habitudes pendant les périodes de mesure, ne pas toucher, déplacer, débrancher, ni couvrir les appareils installés, ne pas placer de sources de chaleur ou de froid (ordinateur, café...) à proximité des appareils et éviter toutes projections de liquides, renseigner les questionnaires, solliciter l'enquêteur en cas de questions)
	<input type="checkbox"/> Présentation du déroulé de la visite
	<input type="checkbox"/> Choix de l'emplacement du capteur QEI dans la chambre principale/ dans la salle de classe/dans l'espace de bureaux
	<input type="checkbox"/> Identification d'un espace privé extérieur pour la réalisation de mesures de l'isolement de façade (cour intérieur, jardin, terrasse, balcon, etc.)
Collecte des données et renseignement du questionnaire	<input type="checkbox"/> Photographies de toutes les factures d'énergie (recto et verso)
	<input type="checkbox"/> Renseignement du questionnaire « habitation » ou « école ou « bureau »
Réalisation de la mesure d'isolement de façade – chambre principale/ première salle de classe, premier espace de bureaux (Annexe 2)	<input type="checkbox"/> Positionner la source de bruit à l'extérieur au niveau de la façade de la chambre principale/de la salle de classe/de l'espace de bureaux
	<input type="checkbox"/> Fermer les portes et fenêtres de la pièce/ouvrir les volets et arrêter les équipements présents dans la pièce
	<input type="checkbox"/> Demander aux personnes présentes dans la pièce de rester silencieuses pendant la durée des mesures
	<input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit de fond
	<input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de mesure
	<input type="checkbox"/> Générer le bruit extérieur
	<input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit ambiant intérieur
	<input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de mesure
	<input type="checkbox"/> Ouvrir une fenêtre donnant sur la source extérieure
	<input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit ambiant extérieur
	<input type="checkbox"/> Renseigner et finaliser la fiche de mesure
	<input type="checkbox"/> Remettre en fonctionnement les équipements présents dans la pièce
	<input type="checkbox"/> Réaliser de la même façon pour la mesure de l'isolement de façade du séjour/des 2 autres salles de classe, des 2 autres espaces de bureaux

# 5

Étapes	Actions à réaliser
Réalisation de la mesure du bruit d'équipement – VMC si présente dans cuisine/salle de classe/ espace de bureaux (Annexe 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Fermer les portes et fenêtres de la pièce et arrêter les autres équipements présents dans la pièce</li> <li><input type="checkbox"/> Demander aux personnes présentes dans la pièce de rester silencieuses pendant la durée des mesures</li> <li><input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit ambiant intérieur</li> <li><input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de mesure</li> <li><input type="checkbox"/> Arrêter le système de VMC ou si pas possible, obstruer avec des chiffons la bouche d'extraction</li> <li><input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit de fond</li> <li><input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de mesure</li> <li><input type="checkbox"/> Remettre en fonctionnement les équipements présents dans la pièce</li> <li><input type="checkbox"/> Dans le cas d'une VMC double flux, réaliser les mesures de bruit d'équipements dans le séjour et la chambre principale équipées de bouches d'insufflation</li> </ul>
Réalisation de la mesure du bruit d'équipement – Chauffage/PAC/Climatisation si présente dans logement/ salle de classe/espace de bureaux (Annexe 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Fermer les portes et fenêtres de la pièce et arrêter les autres équipements présents dans la pièce. Obstruer les bouches de VMC si besoin.</li> <li><input type="checkbox"/> Demander aux personnes présentes dans la pièce de rester silencieuses pendant la durée des mesures</li> <li><input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit ambiant intérieur si équipement en fonctionnement/bruit de fond si équipement à l'arrêt</li> <li><input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de mesure</li> <li><input type="checkbox"/> Arrêter/mettre en fonctionnement l'équipement</li> <li><input type="checkbox"/> Réaliser la mesure de bruit de fond si équipement à l'arrêt/bruit ambiant intérieur si équipement en fonctionnement</li> <li><input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de mesure</li> <li><input type="checkbox"/> Remettre en fonctionnement les équipements présents dans la pièce</li> </ul>

Étapes	Actions à réaliser
Mise en place de l'appareil de mesure NEMO _ chambre principale/salle de classe/espace de bureaux (Annexe 2)	<input type="checkbox"/> Sortir le badge de mesure pour le formaldéhyde de la glacière, ouvrir son emballage et laisser le dans son emballage à température ambiante pendant 10 minutes <input type="checkbox"/> Placer le badge de mesure dans l'appareil NEMO <input type="checkbox"/> Mettre en fonctionnement l'appareil NEMO <input type="checkbox"/> Renseigner sa fiche de mesure
Mise en place de l'appareil de mesure AIRVISUAL _ chambre principale/salle de classe/espace de bureaux (Annexe 2)	<input type="checkbox"/> Brancher l'appareil sur le secteur <input type="checkbox"/> Renseigner sa fiche de mesure
Mise en place du détecteur radon __ CHB principale/salle de classe/espace de bureaux (si enquête entre le 15 septembre année n et le 30 avril année n+1 ; le reste de l'année, cette mesure n'est pas réalisée) (Annexe 2)	<input type="checkbox"/> Réaliser l'étiquette d'identification du code prélèvement radon et coller là sur le couvercle du détecteur <input type="checkbox"/> Ouvrir le détecteur radon et le poser à une hauteur comprise entre 1 et 2 m (si possible) <input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de prélèvement papier (identification pièce, code prélèvement, date d'ouverture) <input type="checkbox"/> Renseigner la fiche de prélèvement <input type="checkbox"/> Confier le kit de mesure aux occupants et leur rappeler les consignes pour la fermeture du détecteur et son envoi au laboratoire DOSIRAD



### 5.6.5. Le jour de la fin de l'enquête

Étapes	Actions à réaliser
Collecte des données et renseignement du questionnaire	<input type="checkbox"/> Renseignement du questionnaire « Accompagnement de la mesure »
	<input type="checkbox"/> Récupération des questionnaires « perceptif »
	<input type="checkbox"/> Rappel des consignes relatives au renvoi du détecteur radon au bout de 2 mois
Arrêt et retrait de la station de mesure NEMO _ chambre principale/salle de classe/ espace de bureaux	<input type="checkbox"/> Mettre l'appareil NEMO en mode hibernation (diode rouge), puis le récupérer
	<input type="checkbox"/> Retirer le badge de mesure du formaldéhyde et le jeter
	<input type="checkbox"/> Renseigner et finaliser la fiche de mesure
Mise en place de l'appareil de mesure AIRVISUAL _ chambre principale/salle de classe/espace de bureaux	<input type="checkbox"/> Arrêter l'appareil, le débrancher l'appareil, puis le récupérer
	<input type="checkbox"/> Renseigner sa fiche de mesure

### 5.6.5. Deux mois après l'enquête

Étapes	Actions à réaliser
Retrait du détecteur radon et envoi au laboratoire DOSIRAD si la mesure de radon est réalisée	<input type="checkbox"/> Deux mois après la pose du détecteur radon, contacter les occupants pour les informer de la fin du prélèvement.
	<input type="checkbox"/> Demander leur : <ul style="list-style-type: none"> <li>• De récupérer le détecteur et de le refermer (un clic se fait entendre)</li> <li>• D'insérer le détecteur dans le sachet à bulles et de le fermer à l'aide du rabat autocollant.</li> <li>• D'insérer le sachet à bulle dans la boîte en plastique</li> </ul>

# 6

## CALCUL DE L'INDICATEUR DE PERFORMANCE GLOBALE

### 6.1. Indicateur de performance globale

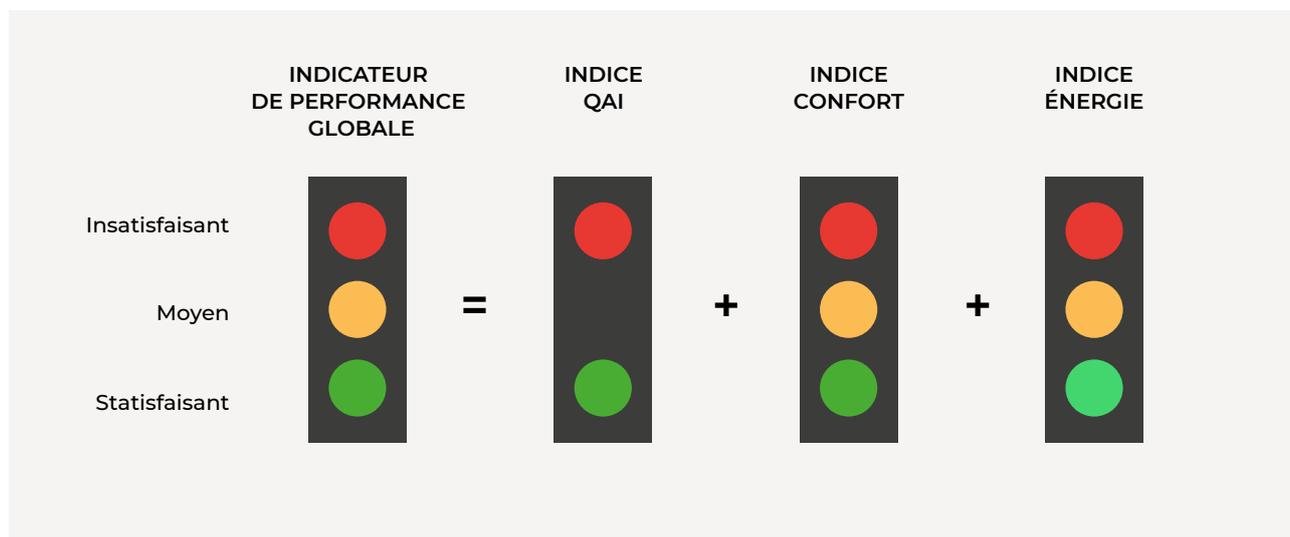
Les données recueillies au cours de chaque enquête via les mesures et les questionnaires permettent de calculer un indicateur de performance globale :

- de chaque logement ;
- des bâtiments à usage d'école et de bureaux à partir de l'investigation respective de trois salles de classe et de trois espaces de bureaux.

L'indicateur de performance globale est tricolore (vert pour satisfaisant, orange pour moyen, rouge pour insatisfaisant) calculé à partir des trois indices suivants (Figure 1) :

- **Indice Qualité de l'air intérieur** bicolore (vert pour satisfaisant, rouge pour insatisfaisant)
- **Indice Confort** tricolore (vert pour satisfaisant, orange pour moyen, rouge pour insatisfaisant)
- **Indice Énergie** tricolore (vert pour satisfaisant, orange pour moyen, rouge pour insatisfaisant)

Figure 1 – Présentation de l'indicateur de performance globale et des indices QAI, confort et énergie



# 6

Le niveau de l'indicateur de performance globale est déterminé à partir de celui de chacun des trois indices comme illustré sur la Figure 2.

Figure 2 – Détermination du niveau de l'indicateur de performance globale à partir de celui des trois indices

Indicateur de performance globale	Indice QAI	Indice Confort	Indice Énergie
● Satisfaisant	● Les trois indices sont « satisfaisants »		
● Moyen	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
● Insatisfaisant	● Au moins un des trois indices est « insatisfaisant »		

## 6.2. Indice QAI

L'indice QAI résulte de la comparaison des mesures de concentration de chaque critère (substance chimique) avec des seuils de référence et des réponses aux questions relatives au risque potentiel d'excès d'humidité pouvant provoquer un développement fongique. L'indice est bicolore (vert = performance satisfaisante si aucun dépassement de seuils et aucun risque d'excès d'humidité, rouge = performance insatisfaisante si au moins un dépassement de seuils ou si risque d'excès d'humidité).

Pour chaque critère, un seuil de référence a été choisi à partir des seuils disponibles dans la littérature (seuils réglementaires en vigueur en France, valeurs sanitaires définies par l'ANSES<sup>(4)</sup>, le HCSP<sup>(5)</sup> ou proposés par l'OMS<sup>(6)</sup>).

Dans la mesure du possible, un seuil de protection à court terme et un seuil à long terme ont été retenus pour chaque paramètre comme l'illustre le tableau suivant. Le protocole de calcul de l'indice QAI est en Annexe 4.

Le risque potentiel d'excès d'humidité et de développement fongique potentiel pour un bâtiment est déterminé à partir des réponses à 8 questions du questionnaire « habitation », « école » ou « bureau ». Il est rouge si l'une des réponses à ces questions est « OUI ».

Tableau 7 – Seuils de concentration de référence pris en compte pour le calcul de l'indice QAI

Paramètre	Valeur du seuil		Référence bibliographique
CO <sub>2</sub>	Court terme	1450 ppm	Réactualisation du seuil de 1300 ppm dans les locaux tertiaires du RSDT (1975)
	Long terme	ICONE = 5	Décret n° 2011- 1728 du 2 décembre 2011
Formaldéhyde	Court terme	100 µg/m <sup>3</sup>	ANSES, 2018
NO <sub>2</sub>	Court terme	200 µg/m <sup>3</sup>	ANSES, 2013
	Long terme	20 µg/m <sup>3</sup>	ANSES, 2013
PM2.5	Court terme	15 µg/m <sup>3</sup>	OMS, 2021
Radon	Long terme	300 Bq/m <sup>3</sup>	Décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire

4. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

5. Haut Conseil de la santé publique.

6. Organisation Mondiale de la Santé.

# 6

**Tableau 8 - Questionnaire d'évaluation du risque d'excès d'humidité et de développement fongique potentiel dans les bâtiments d'habitation, les écoles et les bureaux**

Sources d'excès d'humidité	Questions
Extérieur	L'une des façades extérieures présente-elle des traces d'infiltration d'eau de pluie ? (ex : coulure depuis la toiture, une gouttière ou une descente d'eau pluviale)
	L'une des façades extérieures présente-elle des fissurations de plus de 0,2 mm ?
	Le revêtement extérieur principal (crépi ou enduit, bardage, parement) est-il humide ou manquant par endroit ?
	L'une des façades extérieures présente-elle des pathologies liées à des remontées capillaires depuis le sol ?
Intérieure	Au cours des 12 derniers mois, avez-vous observé des traces d'humidité de surface dans les pièces du logement ; les salles de classes ou les espaces de bureau investigués (moisissures, tâches, papier peint décollé, peinture cloquée/écaillée, enduit dégradé, condensation, salpêtre, mûrle ou autres champignons) ?
	Le revêtement intérieur principal des pièces du logement ; des salles de classes ou des espaces de bureau investigués est-il fissuré ou manquant par endroit ?
Accidentelle	Au cours des 12 derniers mois, le logement ou le bâtiment abritant les salles de classes ou les espaces de bureau investigués a-t-il subi des infiltrations d'eau (Remontées capillaires, murs enterrés, gouttières engorgées ou endommagées, couverture ou étanchéité endommagées, murs poreux, joints défectueux, etc) ?
	Au cours des 12 derniers mois, le logement ou le bâtiment abritant les salles de classes ou les espaces de bureau investigués a-t-il subi des dégâts d'eau (rupture de canalisation, incendie, inondation ou autre catastrophe naturelle) ?

Le niveau de l'indice QAI est déterminé à partir de celui de chacun des six critères comme illustré sur la Figure 3.

**Figure 3 - Détermination du niveau de l'indice QAI à partir de celui des 6 critères**

Indice QAI	Critère CO <sub>2</sub>	Critère Formaldéhyde	Critère NO <sub>2</sub>	Critère PM 2,5	Critère Radon	Critère Risque potentiel moisissure
● Satisfaisant	●	●	●	●	Non mesuré ou ●	●
● Insatisfaisant	● Au moins un des six critères est « insatisfaisant »					

### 6.3. Indice Confort

L'indice confort est tricolore (insatisfaisant (rouge), moyen (orange), satisfaisant (vert)) et intègre le calcul de 4 sous-indices :

- Sous-indice confort thermique ;
- Sous-indice confort acoustique ;
- Sous-indice confort visuel ;
- Sous-indice confort olfactif.

Le niveau de l'indice confort est déterminé à partir de celui de chacun des quatre sous-indices comme illustré sur la Figure 4.

Figure 4 - Détermination du niveau de l'indice confort à partir de celui des 4 sous-indices

Indice Confort	Sous-indice Confort thermique	Sous-indice Confort acoustique	Sous-indice Confort visuel	Sous-indice Confort olfactif
● Satisfaisant	● Les 4 sous-indices sont « satisfaisants »			
● Moyen	● Aucun des 2 sous-indices (confort thermique et acoustique) est « insatisfaisant » et au moins un des 4 sous-indices est « moyen »			
● Insatisfaisant	● Au moins un des 2 sous-indices (confort thermique et acoustique) est insatisfaisant		● ou ●	● ou ●

**Le sous-indice thermique** se base sur les mesures de température et d'humidité relative de l'air et la présence ou l'absence de gêne liée à l'ambiance thermique exprimée par les occupants<sup>(7)</sup>.

À partir de ces données, la température mesurée est comparée à des seuils sanitaires et le pourcentage de satisfaction est calculé pour une population d'hommes et de femmes en bonne santé. Le sous-indice thermique est tricolore :

- Satisfaisant si les seuils sanitaires sont respectés et si aucune gêne n'est exprimée par les occupants et que le pourcentage de satisfaction de la population d'hommes et de femmes en bonne santé est compris entre 75 et 95 % ;

- Moyen si les seuils sanitaires sont respectés et que les occupants n'expriment aucune gêne liée à l'ambiance thermique et que le pourcentage de satisfaction de la population d'hommes et de femmes en bonne santé est compris entre 25 et 75%, ou que les occupants ne se souviennent pas de la gêne liée à l'ambiance thermique et que le pourcentage de satisfaction de la population d'hommes et de femmes en bonne santé est compris entre 25 et 95 % ;
- Insatisfaisant dans tous les autres cas.

7. Virginie Desvignes, Mickaël Derbez, Mohamad El Kadri, Jean-Marie Alessandrini (2022). Méthode d'évaluation de l'impact de la rénovation énergétique des bâtiments sur le confort thermique. Programme Profeel. Mai 2022.

Les seuils sanitaires de température sont les suivants :

- Température nocturne de 24°C en période de hors chauffe<sup>(8)</sup> ;
- Température diurne de 32°C en période de hors-chauffe<sup>(9)</sup> ;
- Température de 10°C en période de chauffe<sup>(10)</sup>.

Le protocole de calcul du sous-indice thermique est présenté dans le rapport « Méthode d'évaluation de l'impact de la rénovation énergétique des bâtiments sur le confort thermique », précédemment cité.

Le sous-indice acoustique se base sur les mesures d'isolement de façade et de bruit d'équipements (chauffage, pompe à chaleur, climatisation, ventilation mécanique contrôlée) et la présence ou l'absence de gêne liée à l'ambiance sonore exprimée par les occupants. À partir de ces données, les mesures sont comparées à des :

- Seuils d'isolement de façade de 32 dB<sup>(11)</sup> pour les bâtiments rénovés à usage d'habitation et les bâtiments à usage d'école et 30 dB<sup>(12)</sup> pour les bâtiments à usage de bureaux ;
- Différents seuils de bruits d'équipements pour les bâtiments rénovés à usage d'habitation<sup>(13)</sup> et les bâtiments à usage d'école<sup>(14)</sup> et au seuil de 45 dB(A)<sup>(15)</sup> pour les bâtiments à usage de bureaux.

Le sous-indice acoustique est tricolore :

- Satisfaisant si les seuils sont respectés et si aucune gêne n'est exprimée par les occupants ;
- Moyen si les seuils sont respectés et que les

occupants sont gênés ou ne se souviennent pas de la gêne liée à l'ambiance sonore ou si les seuils ne sont pas respectés et si aucune gêne n'est exprimée par les occupants ;

- Insatisfaisant si les occupants expriment une gêne (de légère à insupportable) liée à l'ambiance sonore et si les seuils ne sont pas respectés.

Le protocole de calcul du sous-indice confort acoustique est en Annexe 4.

#### **Le sous-indice visuel et le sous-indice olfactif**

sont basés uniquement sur la présence ou l'absence de gêne liée à l'ambiance visuelle ou olfactive exprimé par les occupants. Par conséquent, il a été décidé de leur attribuer moins de poids que les sous-indices thermique et acoustique. Les deux sous-indices sont bicolores :

- Satisfaisant si aucune gêne n'est exprimée par les occupants ;
- Moyen en cas de gêne exprimée par les occupants ou bien en cas d'absence de réponse (« je ne me souviens pas »).

8. WHO, Public Health advice on preventing health effects of heat, New and updated information for different audiences, 2011. 9. WHO, Public Health advice on preventing health effects of heat, New and updated information for different audiences, 2011 / NF EN ISO 15265. 10. NF EN ISO 15265. 11. Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants. 12. NF S 31-080. 13. Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation. 14. Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement. 15. NF S 31-080.

## 6.4. Indice Énergie

L'indice Énergie est basé sur le calcul de 4 sous-indices de consommations à partir des données de consommations d'énergie collectées lors des enquêtes :

- Ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages (kWh<sub>ef</sub>/m<sup>2</sup>.an) pour les habitations, écoles et bureaux ;
- Ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie primaire au périmètre tous usages (kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an) pour les habitations ;
- Ratio surfacique des émissions annuelles de Gaz à Effet de Serre (GES) au périmètre tous usages (kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.an) pour les habitations;
- Ratio surfacique de la facture énergétique annuelle au périmètre tous usages (€ ttc/m<sup>2</sup>.an).

Le résultat de l'indice Énergie est basé sur la comparaison de ces indicateurs avec deux seuils de consommation définis, à partir de données représentatives du parc :

- **Seuil entre les performances satisfaisante et moyenne ;**
- **Seuil entre les performances moyenne et insatisfaisante.**

L'indice Énergie est tricolore (performance insatisfaisante si ratio au-dessus du seuil le plus haut, performance satisfaisante si ratio en dessous du seuil le plus bas et moyenne sinon).

Les seuils présentés dans les trois tableaux suivants ont été définis selon la typologie de bâtiment :

- Pour les logements, il a été utilisé la base représentative du parc résidentiel pour l'année 2012 issue de l'enquête Phébus<sup>(17)</sup> – volet DPE et les consommations réelles toutes énergies pour l'année 2012 issues du volet CLODE de cette même enquête. Le seuil entre les performances satisfaisante et moyenne correspond au seuil entre le 1/3 le plus performant du parc et 1/3 du parc aux performances médianes du parc. Le seuil entre les performances moyenne et insatisfaisante correspond au seuil entre le 1/3 du parc aux performances médianes et le 1/3 le moins performant du parc ;
- Pour les bâtiments à usage d'école, et à l'instar de l'obligation réglementaire Éco Énergie Tertiaire, il est défini uniquement des seuils de performance sur le sous-indicateur ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages. Le seuil entre les performances moyenne et insatisfaisante est défini par la moyenne du ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages à climat normal pour le parc français des bâtiments d'enseignement (plus large que les écoles, mais pas plus fin à disposition à ce jour) en 2019 selon les données CEREN<sup>(17)</sup>.

16. Enquête Performance de l'Habitat, Équipements, Besoins et Usages de l'énergie (Phébus), réalisée d'avril à octobre 2013, sous la responsabilité du Ministère de la Transition écologique, Commissariat général au développement durable, Service des données et études statistiques (SDES). <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/enquete-performance-de-lhabitat-equipements-besoins-et-usages-de-lenergie-phebus>.

17. Fichier Excel « Étude 2020 - suivi du parc et des consommations d'énergie en 2019 - tableaux détaillés\_F.xlsx

# 6

Le seuil entre les performances satisfaisante et moyenne est défini selon l'exigence en absolu sur le ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages pour 2030 définis pour des bâtiments d'école selon l'obligation réglementaire Éco Énergie Tertiaire ;

• Pour les bâtiments à usage de bureaux, et à l'instar de l'obligation réglementaire Éco Énergie Tertiaire, il est défini uniquement des seuils de performance sur le sous-indicateur ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages. Le seuil entre les performances moyenne et insatisfaisante est défini par la moyenne du ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages à climat normal pour le parc français de bureaux en 2019 selon les données CEREN<sup>(18)</sup>. Le seuil entre les performances satisfaisante et moyenne est défini selon l'exigence en absolu sur le ratio surfacique de la consommation annuelle d'énergie finale au périmètre tous usages pour 2030 définis pour des bâtiments de bureaux selon l'obligation réglementaire Éco Énergie Tertiaire.

Ce dernier seuil, dépendant du lieu d'implantation du bâtiment, est à calculer au cas par cas par un outil Excel *ad hoc*.

Le calcul de l'indice énergie est réalisé au moyen de l'outil présenté en Annexe 4 et renseigné par l'utilisateur de la méthode à partir des informations de consommations d'énergie récoltées sur les factures.

18. Fichier Excel « Étude 2020 - suivi du parc et des consommations d'énergie en 2019 - tableaux détaillés\_F.xlsx ».

Tableau 9 - Seuils de performance énergétique retenus pour les bâtiments à usage d'habitation

Bâtiment à usage d'habitation	Performance		
	Insatisfaisante	Moyenne	Satisfaisante
Ratio surfacique de la consommation annuelle d' <b>énergie finale</b> au périmètre tous usages ( <b>kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)</b> )	≥ 211	130 < X < 211	≤ 130
Ratio surfacique de la consommation annuelle d' <b>énergie primaire</b> au périmètre tous usages ( <b>kWh<sub>ep</sub>/(m<sup>2</sup>.an)</b> )	≥ 292	205 < X < 292	≤ 205
Ratio surfacique des émissions annuelles de <b>Gaz à Effet de Serre</b> (GES) au périmètre tous usages ( <b>kgCO<sub>2</sub>eq/(m<sup>2</sup>.an)</b> )	≥ 33,6	11,6 < X < 33,6	≤ 11,6
Ratio surfacique de la <b>facture énergétique annuelle</b> au périmètre tous usages ( <b>€ttc/(m<sup>2</sup>.an)</b> )	≥ 22,2	15,5 < X < 22,2	≤ 15,5

Tableau 10 - Seuils de performance énergétique retenus pour les bâtiments à usage d'école

Bâtiment à usage d'école	Performance		
	Insatisfaisante	Moyenne	Satisfaisante
Ratio surfacique de la consommation annuelle d' <b>énergie finale</b> au périmètre tous usages ( <b>kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)</b> )	≥ 133	seuil à définir au cas par cas < X < 133	≤ seuil à définir au cas par cas

Tableau 11 – Seuils de performance énergétique retenus pour les bâtiments à usage de bureaux

Bâtiment à usage de bureaux	Performance		
	Insatisfaisante	Moyenne	Satisfaisante
Ratio surfacique de la consommation annuelle d' <b>énergie finale</b> au périmètre tous usages ( <b>kWh<sub>ef</sub>/(m<sup>2</sup>.an)</b> )	≥ 253	seuil à définir au cas par cas < X < 253	≤ seuil à définir au cas par cas

# 7

## COMMENT INTERPRÉTER ET COMMUNIQUER SUR L'INDICATEUR DE PERFORMANCE GLOBALE ?

Pour chaque enquête, et après exploitation des données, l'indicateur de performance globale est présenté ainsi que les trois indices (QAI, Confort et Énergie) qui ont contribué à sa détermination.

Dans le cas où la performance globale est « moyenne » ou « insatisfaisante », il est possible d'identifier quel(s) indice(s) (QAI, confort ou énergie) en est(sont) responsable(s). L'analyse plus fine de ces indices permet d'identifier le(s) sous-indice(s) ou le(s) critère(s) responsable(s).

Le schéma d'élaboration l'indicateur de performance globale à partir des indices, sous-indices et critères est illustré dans la Figure 5.

Bien que la méthode d'évaluation de la performance globale ne se substitue en aucun cas aux diagnostics approfondis d'experts avec des moyens techniques et scientifiques spécifiques, il est possible de formuler quelques hypothèses sur les causes possibles d'une performance « insatisfaisante » observée pour un indice, sous-indice ou critère à partir des réponses aux questionnaires.

Par exemple, dans le cas de l'indice QAI, il conviendra d'examiner les réponses au questionnaire « Accompagnement de la mesure » ainsi que les réponses aux 8 questions relatives au risque potentiel de développement fongique.

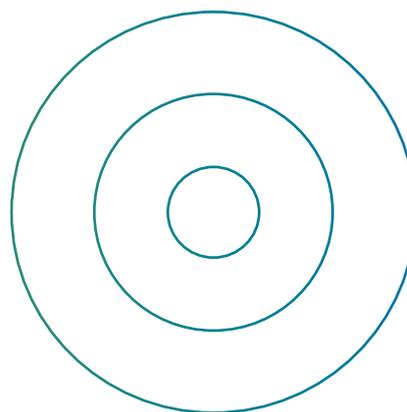
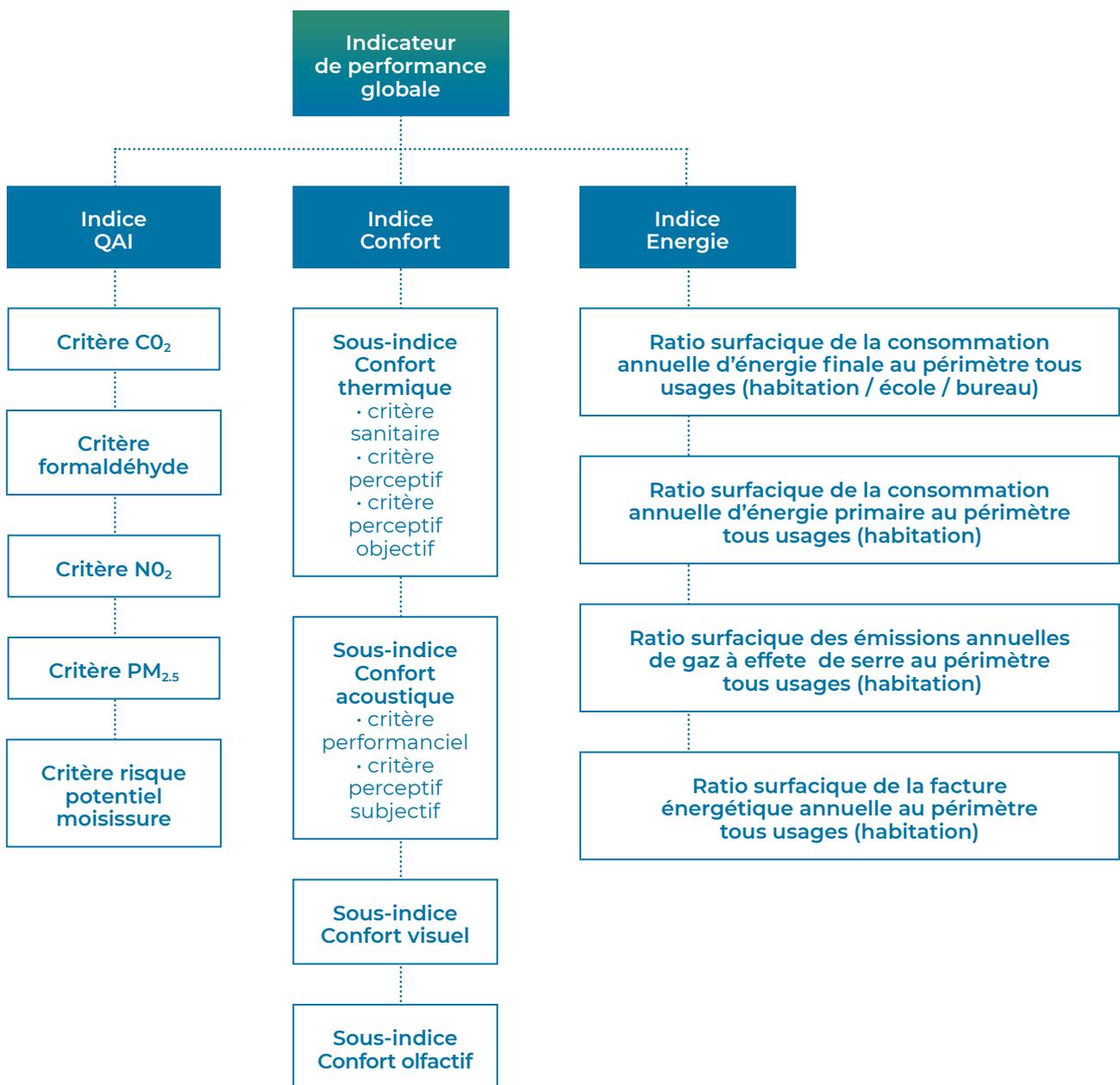


Figure 5 – Schéma d'élaboration de l'indicateur de performance globale



# 8

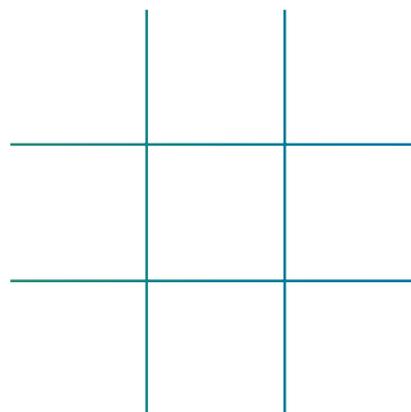
## ANNEXES

### Annexe 1 - Document de présentation de l'étude

Usage du document	Nom du document
Pour le recrutement	QSE_Recrutement_flyer_logement_tertiaire_V1.pptx
Pour les occupants des bâtiments recrutés	QSE_Guide_occupants_logement_tertiaire_V1.pptx

### Annexe 2 - Protocole de mesure

Type de mesure	Nom du document
Évaluation des consommations d'énergie	QSE_Énergie_V1.docx
Qualité de l'environnement intérieur (suivi de base)	QSE_AIRVISUAL_V1.docx
Qualité de l'environnement intérieur (suivi poussé)	QSE_NEMo_V1.docx
Activité volumique du radon	QSE_Radon_V1.docx
Niveau sonore	QSE_Niveau sonore_V1.docx QSE_BruitRose90s_QualitéStd.mp3



### Annexe 3 – Questionnaires d'enquêtes

Type de mesure	Nom du document
Habitation	QSE-Q_habitation_AV_V1.docx
	QSE-Q_habitation_AP_V1.docx
École	QSE-Q_école_AV_V1.docx
	QSE-Q_école_AP_V1.docx
Bureau	QSE-Q_bureau_AV_V1.docx
	QSE-Q_bureau_AP_V1.docx
Tout type	QSE-Q_accompagnement_mesure_V1.docx
	QSE-Q_perceptif_V1.docx

### Annexe 4 – Calcul de l'indicateur de performance globale

Usage du document	Nom du document
Indice énergie	QSE_calcul_consommation_énergie_V1.xlsx
Indice QAI	QSE_calcul_indice_QAI_V1.pdf
Sous-indice confort acoustique	QSE_calcul_sous_indice_Sonore_V1.pdf
	QSE_calcul_bruit_CHA_V1.xlsx
	QSE_calcul_bruit_CLL_V1.xlsx
	QSE_calcul_bruit_PAC_V1.xlsx
	QSE_calcul_bruit_VMC_V1.xlsx
	QSE_calcul_isolement_façade_V1.xlsx





