Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

DEMOS AQC

BATIMAT 2017

LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES CONSTRUCTIONS

NICOLAS CAILLEAU – CHEF DE PROJET – ST PACTE - AQC

STÉPHANIE DEROUINEAU – CHEF DE PROJET MERLIN - CSTB

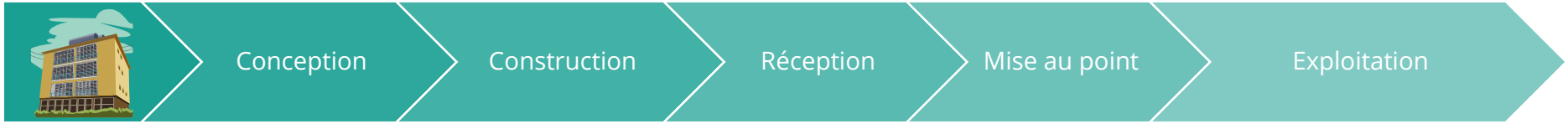
le futur en construction

Tout pour réussir les chantiers du bâtiment

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

CONTEXTE ET ENJEUX

Contexte :



Performances énergétiques prévues

Performances énergétiques réelles

Y a-t-il un gap? Si oui, pourquoi et comment l'éviter?

Enjeux :

- **Politique : Maitriser/réduire les consommations réelles des bâtiments**

- **Socio-économique :**
  - Répondre aux exigences des maîtres d'ouvrages/financeurs quant aux performances réelles des bâtiments
  - Valoriser le travail réalisé par les professionnels et objectiver sa qualité

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

CONTEXTE ET ENJEUX

Contexte :

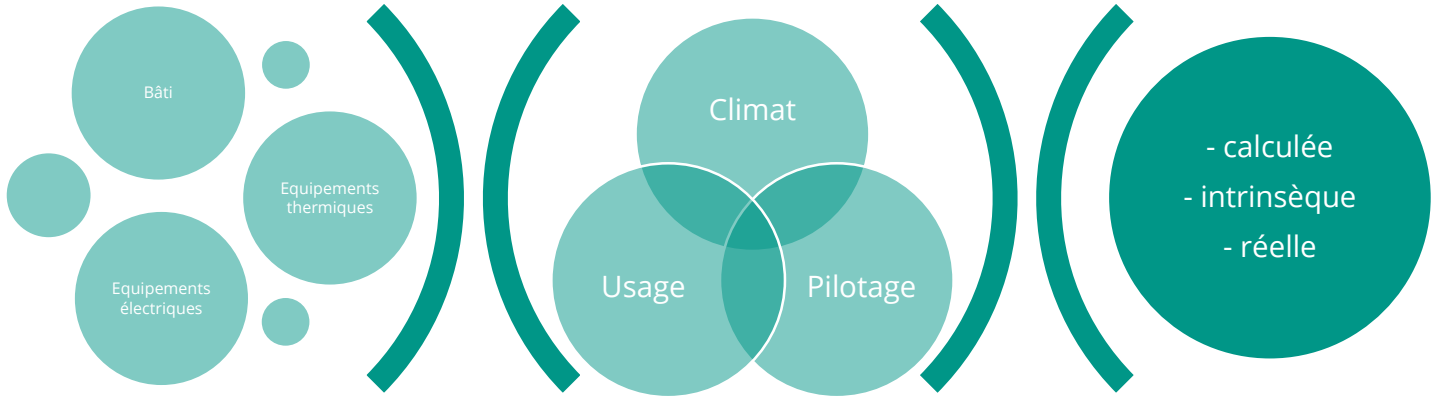
Conception → Construction → Réception → Mise au point → Exploitation

Performances énergétiques prévues

Performances énergétiques réelles

Y a-t-il un gap? Si oui, pourquoi et comment l'éviter?

Performance énergétique ?



Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

CONTEXTE ET ENJEUX

Article 31 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte :

- **Insertion de l'article L.111-13-1 dans le code de la construction et de l'habitation**

« En matière de **performance énergétique**, **l'impropriété à la destination**, mentionnée à l'article L.111.13, ne peut être retenue qu'en cas de **dommages résultant d'un défaut lié aux produits, à la conception ou à la mise en œuvre de l'ouvrage**, de l'un de ses éléments constitutifs ou de l'un de ses éléments d'équipement conduisant, toute condition d'usage et d'entretien prise en compte et jugée appropriée, à une **surconsommation énergétique ne permettant l'utilisation de l'ouvrage qu'à un coût exorbitant**. »

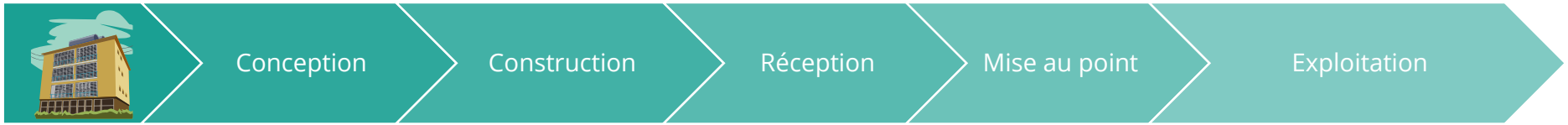
Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE - DÉFINITIONS

Définition EPBD

- **directive européenne pour la performance énergétique des bâtiments (PEB) (Directive 2002/91/CE)**

« performance énergétique d'un bâtiment », la quantité d'énergie calculée ou mesurée nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques liés à une utilisation normale du bâtiment, ce qui inclut entre autres l'énergie utilisée pour le chauffage, le système de refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude et l'éclairage



Consommations calculées

Consommations mesurées « au compteur »

Consommation règlementaire

Consommation prévisionnelle

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE - DÉFINITIONS

Consommations calculées : consommation réglementaire

- **La consommation règlementaire calculée dans le cadre de la RT2012 :**
  - est obtenue par un calcul selon la méthode Th-BCE 2012,
  - évalue une consommation conventionnelle sur les 5 postes règlementaires : chauffage, refroidissement, production d'ECS, éclairage et auxiliaires.
  - est exprimée en énergie primaire, différente de l'énergie finale « au compteur » facturée au consommateur,
  - correspond à une consommation calculée dans des conditions climatiques, d'occupation et d'utilisation du bâtiment conventionnelles définies par la règlementation

La consommation règlementaire calculée :

- a pour vocation d'apprécier les performances énergétiques du bâtiment à climat et usage constants. Elle permet ainsi de comparer des bâtiments entre eux du point de vue de leur conception

- n'a pas pour vocation à prédire finement les futures consommations d'un bâtiment donné :
  du fait du périmètre des consommations,
  et des hypothèses conventionnelles de climat et d'usage

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE - DÉFINITIONS

Consommations calculées : Consommation prévisionnelle

La consommation prévisionnelle :
- le calcul prévisionnel a pour objectif de prévoir au mieux les consommations effectives d'un bâtiment donné afin d'optimiser le projet à la fois d'un point de vue technique et économique.
- ce calcul ne relève d'aucune règlementation, il n'est donc pas obligatoire.

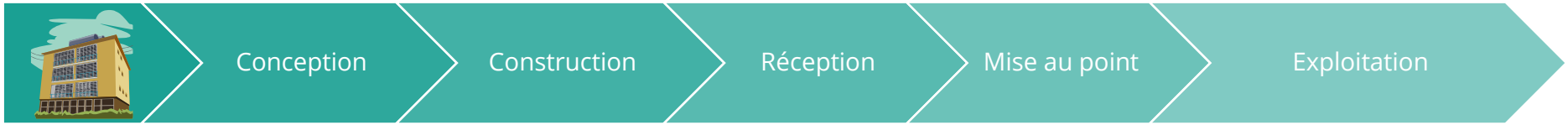
- est obtenue par un calcul sur la base d'outils de SED dédiés (TRNSYS, VE, ENERGY+…),
- est évaluée dans des conditions au plus près du futur environnement climatique du bâtiment ainsi qu'à son mode d'occupation projeté.
- par rapport à un calcul de consommation règlementaire, le calcul prévisionnel peut par exemple :
  - utiliser des données météo locales plus précises,
  - intégrer des scenarii d'occupation (horaires d'ouverture, périodes de fermeture, déplacement des collaborateurs, visiteurs etc.), la densité de postes de travail et les équipements de bureautique projetés etc.,
  - intégrer l'impact des futurs usagers (températures de consigne, etc.)
  - intégrer la prévision des consommations des postes « non règlementaires »

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE - DÉFINITIONS

Consommations calculées

- vers une évaluation de l'incertitude sur les prévisions



Consommations calculées

Consommations mesurées « au compteur »

Consommation règlementaire

Consommation prévisionnelle

Réduction de l'incertitude – précision croissante

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE - DÉFINITIONS

Consommations d'énergie : pourquoi un écart entre consommations prévisionnelles et réelles?

Conception → Construction → Réception → Mise au point → Exploitation

- **La qualité de la modélisation en phase conception**
- **La méconnaissance en phase conception des conditions climatiques de l'environnement**
- **Consommations non évaluées, mauvais dimensionnement des systèmes**

- **Le choix des composants** *(non conformités, etc)*
- **La mise en œuvre** *(mode de transport, stockage, mode d'assemblage, etc)*

- **Les conditions climatiques, l'environnement du bâtiment**
- **Les conditions d'utilisation réelles du bâtiment** *(usages des différentes zones du bâtiment, horaires d'occupation, taux effectif d'équipements mobiliers, etc)*
- **Le comportement des occupants** *(ouverture/fermeture des fenêtres/protections mobiles, dérogation des systèmes de contrôle, apports de systèmes individuels de chauffage, etc)*
- **La qualité de la gestion et de maintenance des équipements techniques** *(réglages de l'ensemble des équipements techniques et des systèmes de contrôle associés, maintenance prédictive ou corrective)*

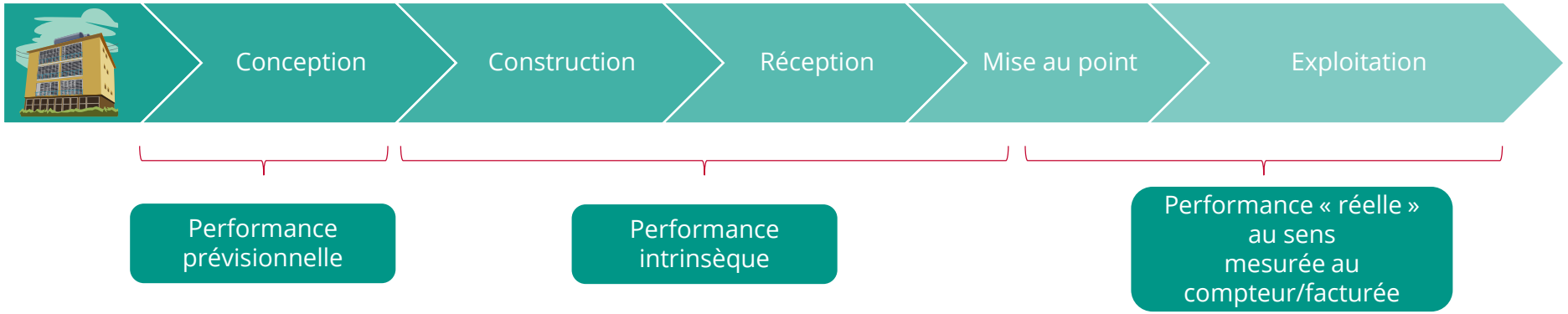
Des raisons économiques, techniques, humaines sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

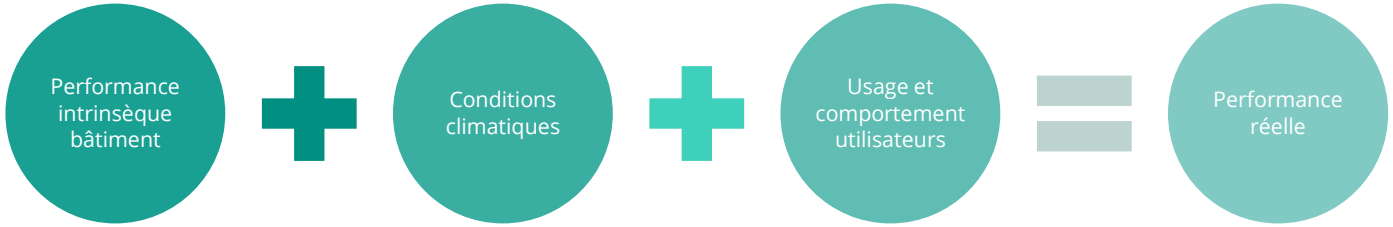
PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE - DÉFINITIONS

Performance énergétique intrinsèque

- résulte des processus de conception, construction (ou travaux de rénovation)



- les éléments principaux responsables de cette performance sont :
  - le bâti,
  - Les équipements techniques inclus à la construction (« immobiliers ») y compris les systèmes de gestion/régulation



Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

Partenariat

TROIS ORGANISMES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES NATIONAUX RECONNUS :

- Mobilisés depuis de très nombreuses années autour des questions de réduction des consommations effectives et d'amélioration des performances énergétiques des bâtiments,
- Assurent à différents niveaux un lien indispensable entre le monde de la recherche et les acteurs de la filière,
- Forte complémentarité des compétences, connaissances et réseaux mobilisés,

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

Objectifs du projet MERLiN

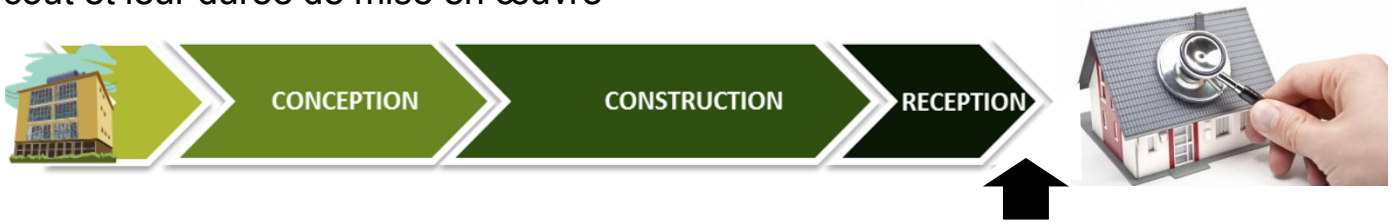
DÉVELOPPER UNE PROCÉDURE OPÉRATIONNELLE DE MESURE DE LA PERFORMANCE INTRINSÈQUE DES LOGEMENTS

> Mettre à disposition des instruments **opérationnels** de mesure permettant de :

- Favoriser le partage de la confiance entre maitres d'ouvrage, maitres d'œuvre et les entreprises,
- Aider les professionnels à mesurer l'impact d'un travail collectif,
- Sécuriser les acteurs de la filière, en particulier le risque de recours à la décennale lié à un désordre en matière de performance énergétique

> **Applicables à la livraison des travaux** afin de corriger au besoin,

> **Généralisables,** ce qui impose de trouver équilibre satisfaisant entre la précision attendue des mesures, leur coût et leur durée de mise en œuvre



Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

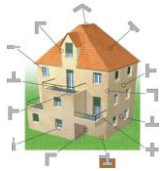
UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

Objectifs du projet MERLiN

DÉVELOPPER UNE PROCÉDURE OPÉRATIONNELLE DE MESURE DE LA PERFORMANCE INTRINSÈQUE DES LOGEMENTS

> Développer des instruments de mesure opérationnels, simples, rapides, précis et peu couteux qui permettront aux professionnels de mesurer l'impact d'un travail collectif:



– **Le développement d'un protocole opérationnel de mesure in situ de l'isolation thermique de l'enveloppe**
  » Basé sur la méthode ISABELE

– **Le développement d'une procédure globale d'évaluation à réception des performances énergétiques (enveloppe et équipements techniques)**
  » Basé sur le protocole PROMEVENT pour les équipements techniques

ENJEU : FOURNIR DES MÉTHODES OPÉRATIONNELLES ET VALIDÉES SUR LE TERRAIN

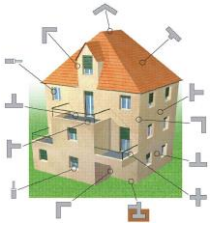
> Test sur bâtiments réels
> Mise en place de groupes de travail avec acteurs de la filière pour collecter les contraintes terrain

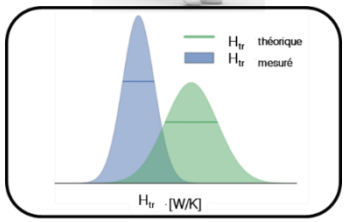
.

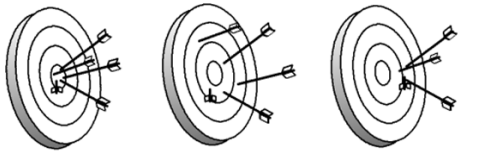
Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements







ISABELE

IN SITU ASSESSMENT OF THE BUILDING ENVELOPE PERFORMANCE

> Instruments de mesure innovants pour l'évaluation de la performance énergétique intrinsèque réelle développé par le CSTB,

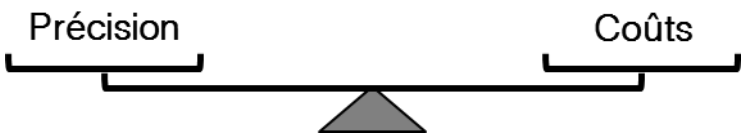
> **Mesure in situ du coefficient d'isolation globale H_{tr} (NF EN ISO 13790:2013) et quantification de l'erreur totale sur cette mesure**

PRINCIPE

> Pas de mesure directe possible. On soumet le bâtiment à une sollicitation thermique, on utilise un modèle thermique dans lequel on injecte des mesures (températures, consommations, etc.) et on identifie $H_{tr,}$

DIFFICULTÉ MAJEURE

> **objectiver l'erreur totale sur la mesure pour identifier un compromis acceptable entre précision de la mesure, simplicité et couts.**



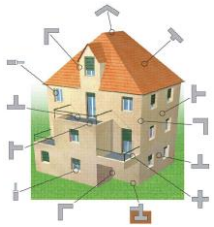
Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

ISABELE

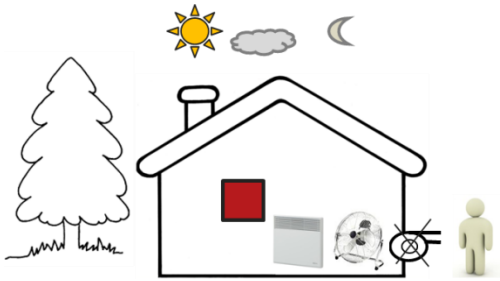
PROTOCOLE



Maison individuelle
Bâtiment neuf et inoccupé

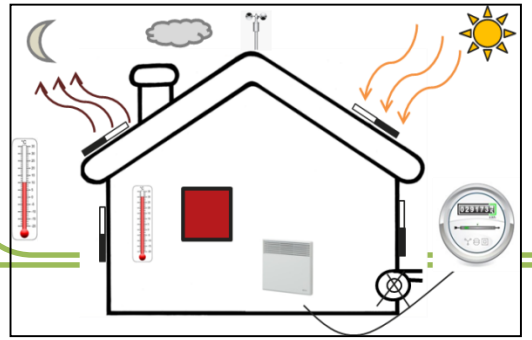
Mesure in situ à réception des travaux en quelques jours

LES CONDITIONS D'ESSAI



- **Volets fermés**
- **Système de ventilation stoppé, fermeture ou obturation des ouvertures**. (idem NF EN 13829 mesure de perméabilité à l'air)
- **Système de chauffage rapporté**
- **Bâtiment inoccupé** durant la période d'essai
- **Une mesure de perméabilité à l'air** (conforme RT2012) préalable est requise

KIT DE MESURE

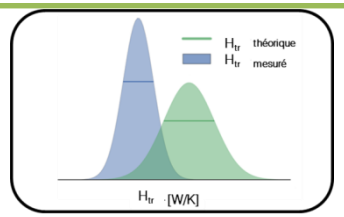


- **Mesures de température extérieure équivalente (une par face)**
- **Mesure locale de la température extérieure**
- **Mesure locale de la vitesse du vent**
- **Pilotage des convecteurs et comptage de l'énergie injectée**
- **Mesure de températures intérieures**
- **Humidité (intérieure et extérieure)**

REALISATION DE L'ESSAI

- **Chauffage du bâtiment : idéalement 10°C au dessus de la température extérieure**

ANALYSE DES DONNEES



- **Identification de H_{tr}**
- **Quantification de l'erreur sur H_{tr}**

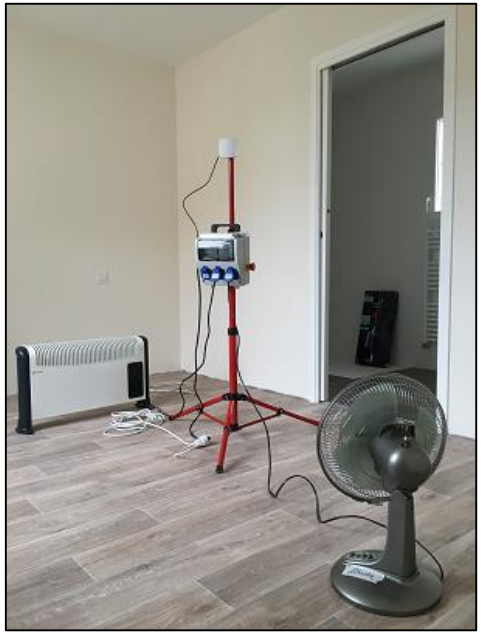
Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

ISABELE

KIT DE MESURE



UN CONCENTRATEUR

Pilotage de l'essai et recueil des données

MESURES DE TEMPERATURES EXTERIEURES EQUIVALENTE

- **Mesures de température extérieure équivalente (une par face) – CAPTEURS SENS**

MODULES INTERIEURS

- **Convecteur**
- **Pilotage du convecteur et comptage de l'énergie injectée**
- **Mesure de températures et humidités intérieures**
- **Brasseur d'air**

STATION METEO

- **Mesure locale de la température extérieure**
- **Mesure locale de la vitesse du vent**

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

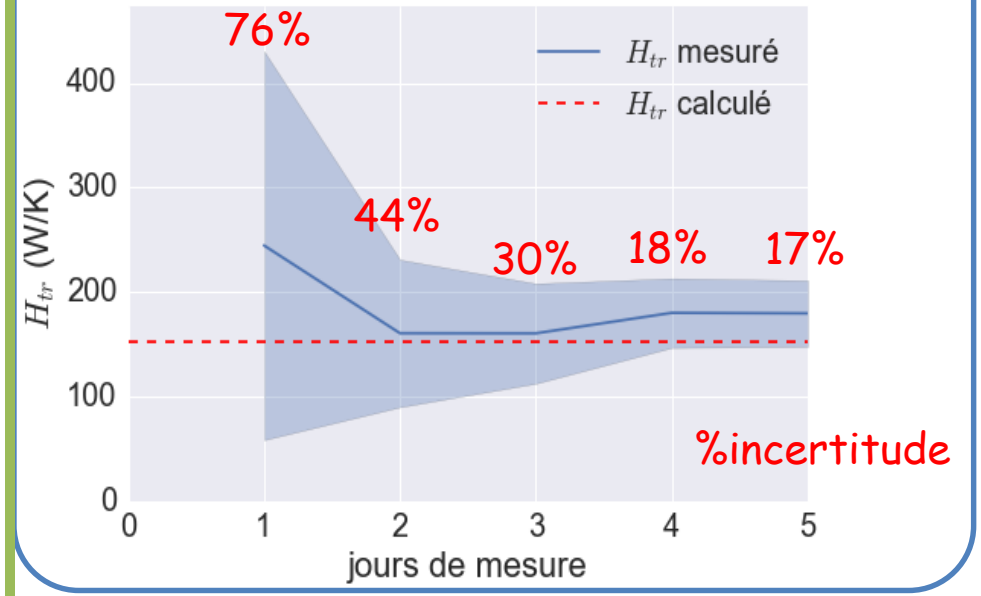
MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

ISABELE

RESULTATS

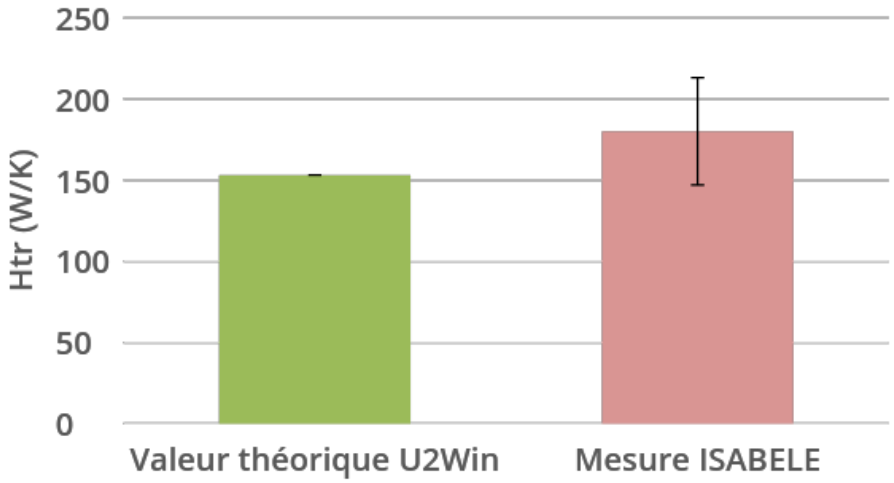
1 Niveau d'isolation mesuré

Htr mesuré = 180 ± 33 W/K



2 Comparaison à la valeur calculée par le BET

Htr calculé = 153 W/K



Comment interpréter ce résultat :

> **Probabilité que Htr mesuré soit supérieur à la valeur théorique: 95 %**

> **Probabilité que Htr mesuré soit 20% supérieur à la valeur théorique: 39 %**

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

UN EXEMPLE DE PROJET

MERLiN : Mesure in situ de la performance Energétique intrinsèque à Réception des Logements

Protocole et Guide PROMEVENT – systèmes de ventilation

3 ETAPES PRINCIPALES

Ventilation

Pré-inspection

- Objectifs : comprendre les installations et préparer les vérifications et mesures

Vérifications visuelles in situ

- Objectif : évaluer la complétude et le bon fonctionnement des systèmes

Mesures in situ

- Objectif : garantir que le système répond aux spécifications en matière de débit d'air ou de pression de fonctionnement

www.promevent.fr

Chauffage ECS

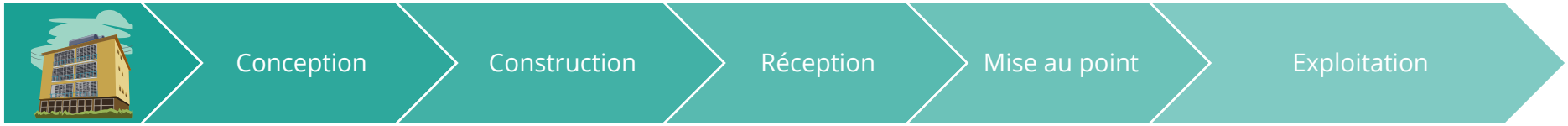
Déclinaison du protocole PROMEVENT pour les équipements de chauffage et d'ECS

Une démarche commune à TOUS les équipements !

Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

EN GUISE DE CONCLUSION

- L'implication nécessaire de l'ensemble de la chaine des acteurs pour assurer la performance énergétique réelle,
- La mesure de la performance intrinsèque comme étape intermédiaire pour réduire l'écart entre performance calculée et performance réelle,
- La nécessité pour les professionnels de disposer d'outils opérationnels.



Prévenir les désordres
améliorer la qualité
de la construction

Contact : pacte@qualiteconstruction.com

Contact : Stéphanie DEROUINEAU
Stephanie.derouineau@cstb

29 rue de Miromesnil
75008 Paris

T 01 44 51 03 51
F 01 47 42 81 71

www.qualiteconstruction.com
Association loi 1901