

Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

Olivier Bonneau, Cerema

Christèle Assegond - Université de Tours, CETU ETICS



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies
2. L'analyse des données mesurées
3. Caractéristiques de l'échantillon de bâtiments suivis



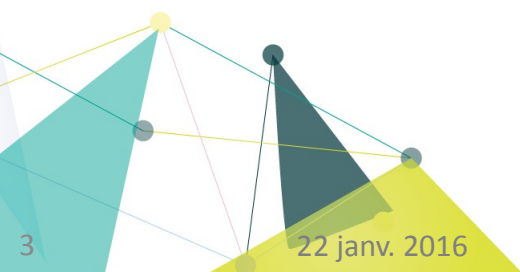
Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

Objectifs généraux

- Caractériser la performance d'isolation de l'enveloppe du bâtiment
- Expliquer les écarts de consommation
- Caractériser la température de consigne

Et aussi, impact sur les consommations des variations

- De la météo
- De l'occupation
- Des performances de l'enveloppe et des installations techniques.



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

Analyse des documents produits aux différentes étapes du projet (pièces écrites, plans, études thermiques)

FEUILLET BATIMENT (Échelle 0,00000)

1 - DONNÉES GÉNÉRALES SUR LE BÂTIMENT (Échelle 0,00000)

Identifiant	Établissement sanitaire sans hébergement
Usage principal	Établissement sanitaire sans hébergement
Surface utile ou habitable (m ²)	383.4
dont surface de type CE1 (m ²)	98.1
dont surface de type CE2 (m ²)	285.4
dont surface climatisée (m ²)	285.4
SHON (m ²)	429.7
Type de travaux	Construction neuve
Nombre de logements	0
Nombre de zones	2
Nombre de groupes	2

Résultats du calcul de la consommation conventionnelle d'énergie (Cep) du bâtiment

	unité	Cep projet (a)	Cep réf (b)	Performance énergétique	
				(b - a)	(b - a)/b %
Coefficient Cep	kWh-ep/m ² SHON	116.1	235.4	119.4	50.70%

Consommations hors éclairage et auxiliaires (Cep*) du bâtiment

[- sans objet (Cepmax = 0 ou vide) -]

DONNÉES SPÉCIFIQUES AUX LABELS

Niveau de labels : **Label BBC 2005**

Consommation conventionnelle d'énergie pour le label Basse Consommation d'Énergie (Cep BBC) du bâtiment (avec coefficient de conversion énergie bois de 0,6)

	unité	CepBBC projet (a)	Cep réf BBC (b)	Ecart au label BBC (a-b)
Coefficient Cep BBC2005	kWh-ep/m ² SHON	116.1	117.7	-1.6

Caractéristiques utilisées pour les labels HPE, THPE, HPE EnR et THPE EnR

	unité	projet
Taux de couverture solaire des consommations de chauffage	%	-
Taux de couverture solaire des consommations d'ECS	%	-
Taux de couverture solaire de l'ensemble des consommations de chauffage et d'ECS	%	-
Taux de couverture par la biomasse de la consommation d'énergie pour le chauffage	%	-
Le système de chauffage est-il relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par des énergies renouvelables ?	-	-
Production photovoltaïque par m ² de SHON	kWh-ep/m ²	-
Coefficient de performance annuel des pompes à chaleurs* (réf=3,5) (0 PAC dans les données détaillées)	-	-

(*) si plusieurs PAC raccordées au bâtiment : COP le plus faible. (=1 si pas de PAC)

Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

Analyse des documents produits aux différentes étapes du projet (pièces écrites, plans, études thermiques)

FEUILLET BATIMENT
1 - DONNÉES GÉNÉRALES

Identifiant
 Usage principal
 Surface utile
 SHON (m)
 Type de
 Nombre
 Nombre

Résultats
 Coefficient

Consommation
 (- sans objet)

DONNÉES
 Niveau de
 Consommation du bâtiment

Caractéristiques

Plan R+2

Taux de couverture solaire des consommations d'ECES		
Taux de couverture solaire des consommations d'ECS		
Taux de couverture solaire de l'ensemble des consommations de chauffage et d'ECES		
Taux de couverture par la biomasse de la consommation d'énergie pour le chauffage		
Le système de chauffage est-il relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables ?		
Production photovoltaïque par m ² de SHON		kWh-ep/m ²
Coefficient de performance annuel des pompes à chaleur* (réf=3,5) (0 PAC dans les données détaillées)		

(*) si plusieurs PAC raccordées au bâtiment : COP le plus faible. (=1 si pas de PAC)



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

Analyse des documents produits aux différentes étapes du projet (pièces écrites, plans, études thermiques)

FEUILLET BATIMENT
1 - DONNÉES GÉNÉRALES

Identifiant
Usage principal
Surface utile
SHON (m²)
Type de
Nombre
Nombre
Nombre

Résultats
Coeff
Consom
DON

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES
Lot N°07 ISOLATION EXTERIEURE-BARDAGE

1 DESCRIPTION DES OUVRAGES
1-1 ISOLATION EXTERIEURE
1-1.1 Isolation

Système complet d'isolation constitué de plaques de polystyrène expansé certifié ACERMI type PS 15 SE de chez STO ou équivalent.
Pose collée directement sur le mur (après nettoyage à l'eau sous pression à l'aide de plots de colle suivant prescriptions de l'avis technique, application d'une première couche de sous enduit, d'une armature en tissu de verre, d'une deuxième couche de sous enduit et d'une couche de finition.
R=4,15m² C/W

Compris :

- profils de départ,
- Pose de l'isolant,
- découpe et calfeutrement pour grilles de ventilations,
- joints de raccordements,
- profils d'armature d'angles horizontaux et verticaux,
- cornières d'angles en PVC,
- profils d'aluminium formant goutte d'eau sous les appuis de fenêtres
- Couche de base
- Enduit de finitions
- Etc

Pose suivant avis technique du fabricant

Localisation :

- Sur pignons et façades

Taux de couverture
Le système de chauffage est il relié
Production photovoltaïque par m² de SHON
Coefficient de performance annuel des pompes à chaleurs* (réf=3,5) (0 PA
détaillées)
(* si plusieurs PAC raccordées au bâtiment : COP le plus faible. (=1 si p

Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

Analyse des documents produits aux différentes étapes du projet (pièces écrites, plans, études thermiques)

FEUILLET BATIMENT
1 - DONNÉES GÉNÉRALES

Identifiant
Usage principal
Surface utile
SHON (m)
Type de
Nombre
Nombre
Nombre

Résultats

Coeffic

Consom

DOM

Co

Localisation :
- Sur pignons et façades

Taux de couverture
Le système de chauffage est il relié
Production photovoltaïque par m² de SHON
Coefficient de performance annuel des pompes à chaleurs* (réf=3,5) (0 à 10)
détaillées)

(*) si plusieurs PAC raccordées au bâtiment : COP le plus faible. (=1 si pas de PAC)

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERS
Lot N°07 ISOLATION

1 DESCRIPTION DES OUVRAGES

1-1 ISOLATION EXTERIEURE

1-1.1 Isolation

Système complet d'isolation chez STO ou équivalent.
Pose collée directement sur prescriptions de l'avis technique de verre, d'une deuxième
 $R=4,15m^2 \cdot C/W$

Compris :

- profils de départ,
- Pose de l'isolant,
- découpe et calfeutrage
- joints de raccordement
- profils d'armature
- cornières d'armature
- profils d'aluminium
- Couche de finition
- Enduit de finitions
- Etc

Pose suivant avis technique du fabricant

Localisation :
- Sur pignons et façades

2.3 - Analyse du DCE

2.3.1 - L'enveloppe

Éléments techniques

Parois opaques

Hypothèses de la note de calcul

Mur extérieur,
 $U=0,319 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$

Rampants,
 $U=0,222 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$

Lot n°7 :
§ 7.2.1.1 : fourniture et pose naturel d'un isolant écologique à base de fibre de bois à épaisseur mini 120mm, $R=3,15m^2 \cdot K/W$ ($U=0,301 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$)

Lot n°4 :
§ 4.2.2 : panneaux isolants polyuréthane parementé avec R mini 100mm, $m^2 \cdot K/W$ ($U=0,233$)

Lot n°7 :
§ 7.2.1.3 Isolation Nord fourniture et pose d'un isolant naturel à base de fibre de bois

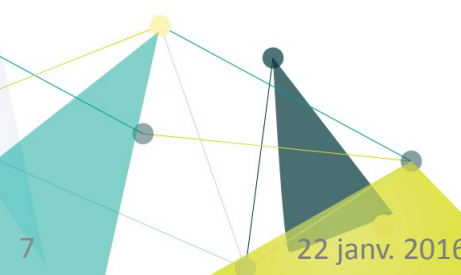
Formulation du DCE

Divergence

Le CCTP du lot n°7 prescrit une isolation thermique légèrement améliorée par rapport aux hypothèses de la note de calcul.

Les deux coefficients mis en évidence ne sont pas identique. La note de calcul affiche une performance de l'isolant supérieure aux prescriptions du lot 4.

Le CCTP du lot n°7 prescrit une isolation renforcée des Nord et améliorée



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

Visites de chantier : suivi de la mise en œuvre (repérage des écarts entre études et réalisation, et appréciation de la mise en œuvre)

Isolation extérieure :

04.2.1.5 ISOLATION EXTERIEURE

04.2.1.5.1 ISOLATION

Système complet d'isolation constitué de plaques PSE certifié ACERMI de type XTHERM ITEX 32SE de chez KNAUF ou équivalent, $R=3.40m^2.C/W$, soit 110mm d'épaisseur

Les panneaux doivent être posés de façon jointive, et assurer une surface parfaitement plane (un ponçage de surface et un rebouchage des éventuels vides entre plaques à l'aide d'une mousse expansive de type 631 LANKOFOAM peut être nécessaire).

Les angles sortants seront renforcés par des cornières métalliques adaptées.

thermiques.



Un Polystyrène expansé (PSE) est utilisé en remplacement du PSE graphité prévu initialement. De ce fait, les épaisseurs d'isolant sont de 12 cm



Pour une bonne maîtrise de l'étanchéité à l'air au niveau du pare-vapeur, le maître d'ouvrage a demandé à l'entreprise responsable de reprendre la fixation du pare-vapeur en réalisant un joint silicone continu. Il a aussi été demandé de rajouter du ruban adhésif aux extrémités en complément du

Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

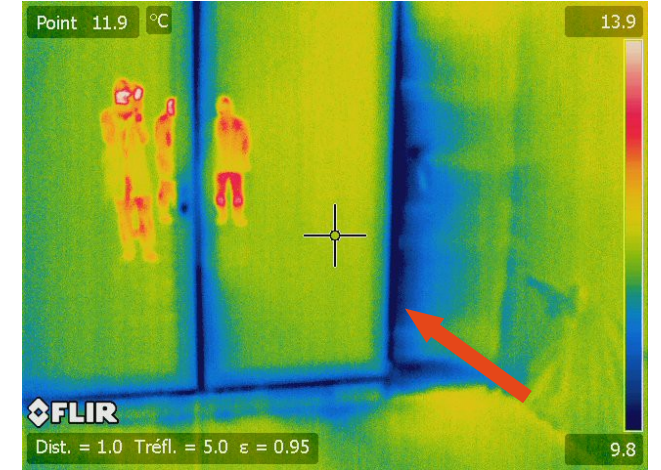
1. Méthode de suivi et données recueillies

Thermographie, mesure d'étanchéité

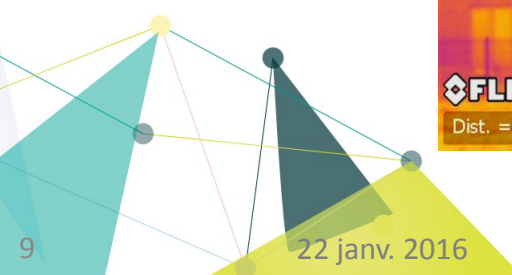
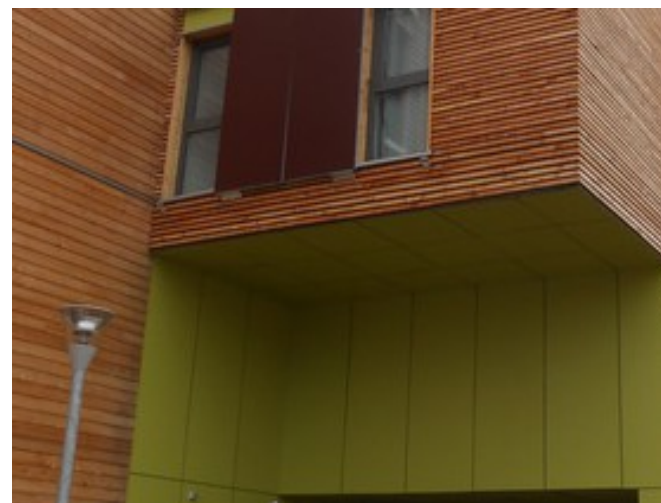
Mesure d'étanchéité à l'air



Détection de fuites



thermographie



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

Enquête auprès des occupants :
données liées à l'occupation, la
gestion et la satisfaction

Nombre d'occupants

Etape 1 : Définir la population du bâtiment	enfants	Adultes
	Population du bâtiment	20

Luminaires et utilisations, confort visuel



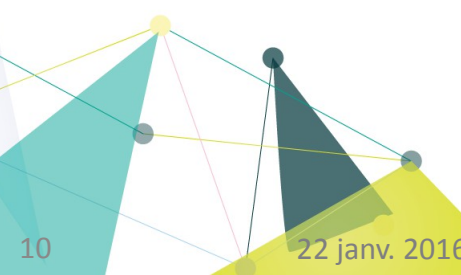
Scénarios de gestion des occultations



étape 3.1 : définir le profil d'occupation du bâtiment pour la population adulte

Heure	Profil d'occupation population adulte(en %)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mardi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mercredi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Jeudi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Vendredi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Samedi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Dimanche	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Scénarios d'occupation



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

1. Méthode de suivi et données recueillies

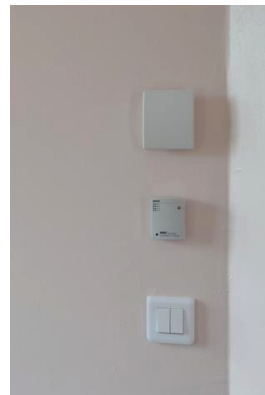
Instrumentation durant 2 ans

- Mesure des consommations poste par poste (chauffage, ECS, éclairage, Ventilation, auxiliaires, EnR), au pas de temps horaire
- Mesure de données permettant d'interpréter les écarts de consommation
 - Données météorologiques
 - Température et hygrométrie intérieure
 - Énergie distribuée par les systèmes de chauffage et d'ECS
 - Sous-comptages d'énergie électrique et thermique

Données météo

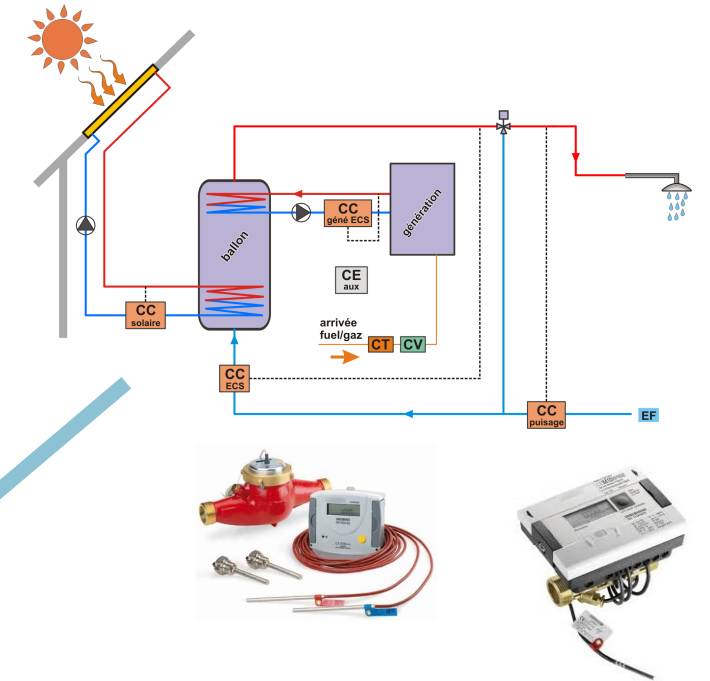


Température et hygrométrie intérieure

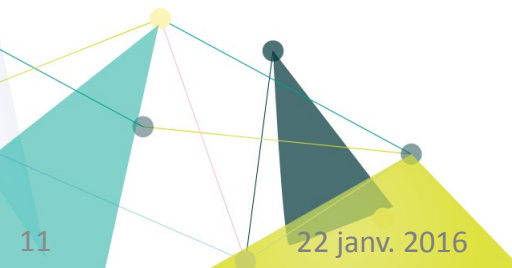


Bâtiment instrumenté

Énergie distribuée par les systèmes de chauffage



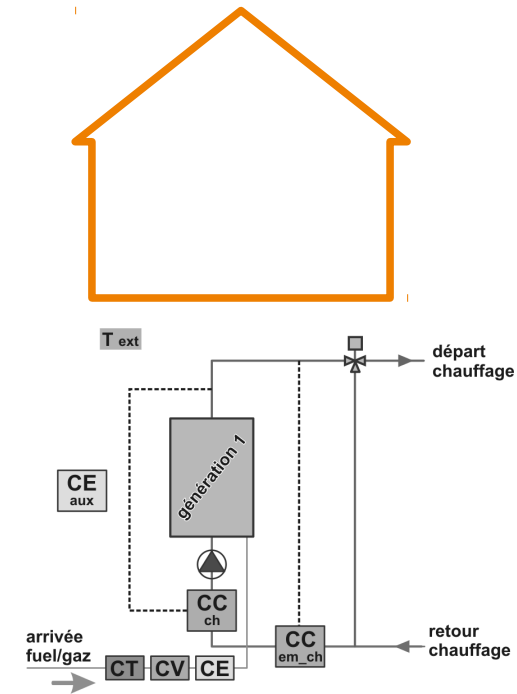
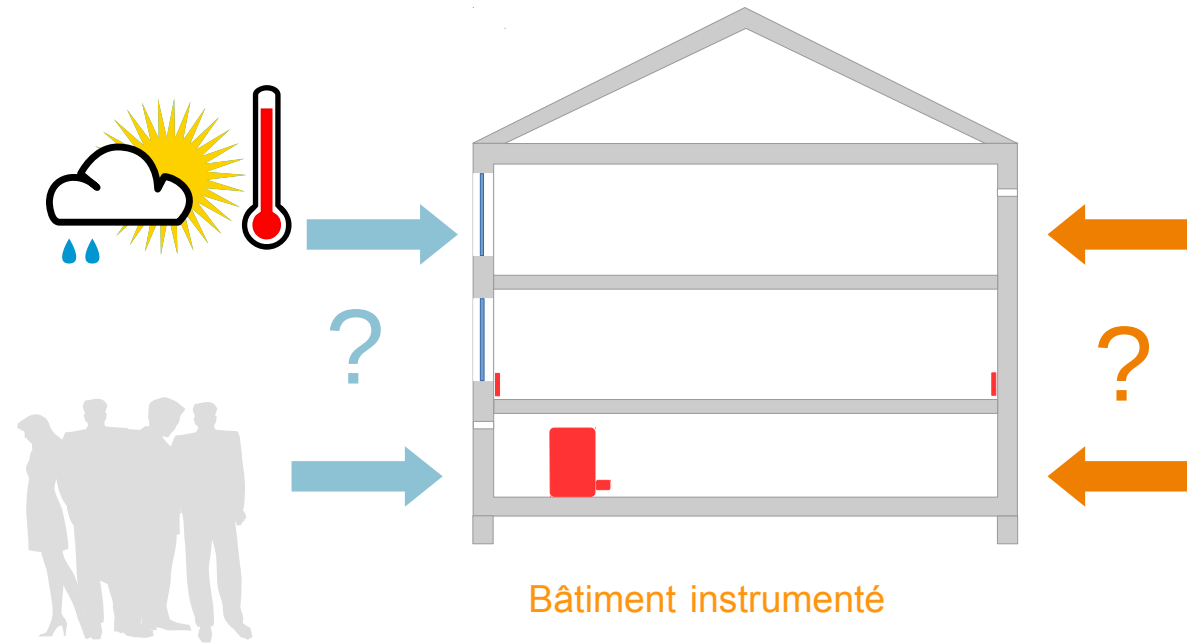
Sous-comptages électriques



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

2. L'analyse des données mesurées

- Caractérisation de la performance de l'enveloppe du bâtiment et des systèmes
- Confrontation calcul thermique/mesure en identifiant la cause des écarts :
 - Écarts relevant des conditions météorologiques et d'occupation,
 - Écarts relevant de la performance du bâtiment (enveloppe, systèmes)

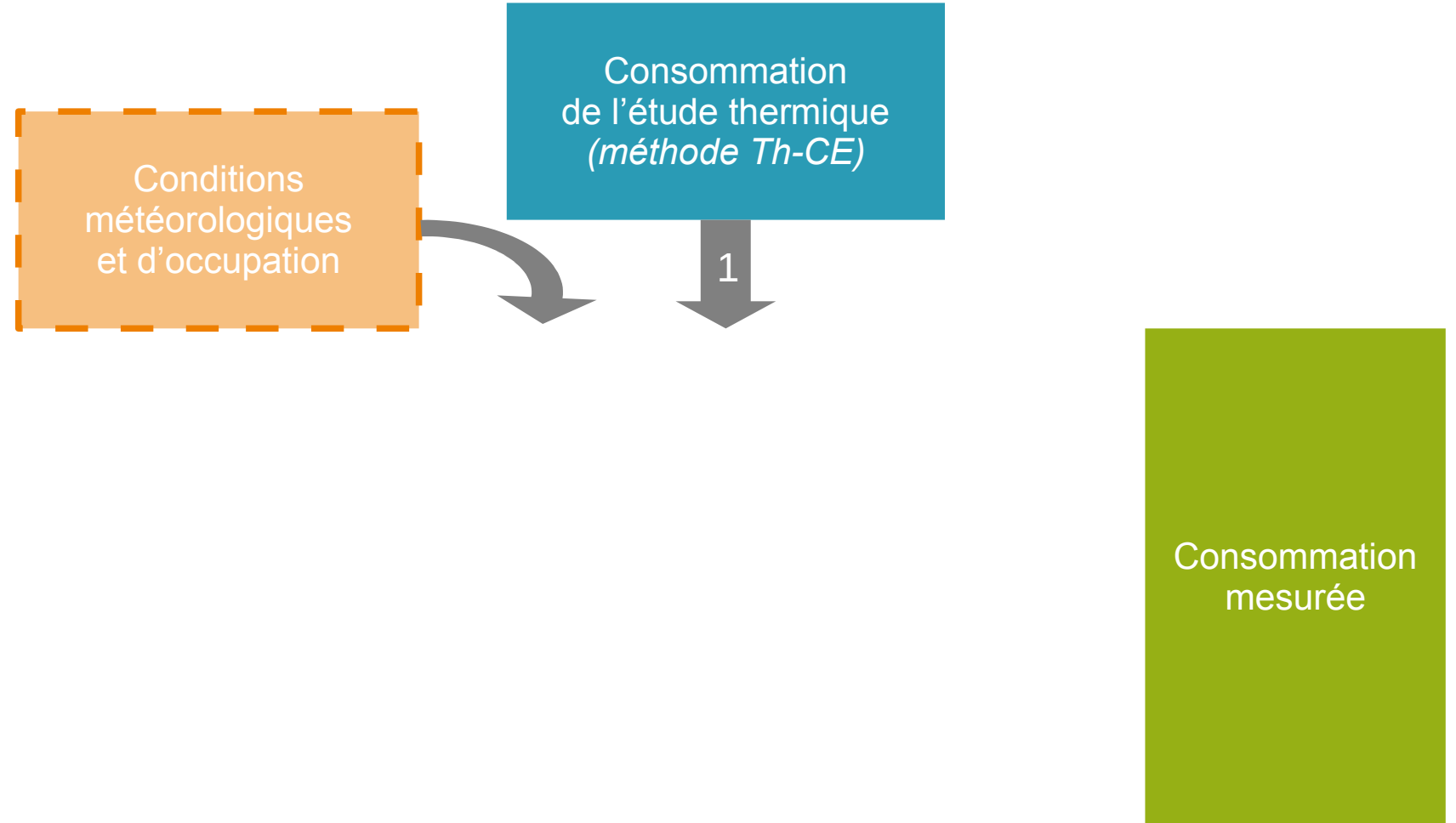


Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

2. analyse des données : écarts entre consommation mesurée et étude thermique

Une double analyse :

- Les consommations réglementaires visées ne peuvent être comparées à la consommation mesurée in situ
- Approche en 2 étapes

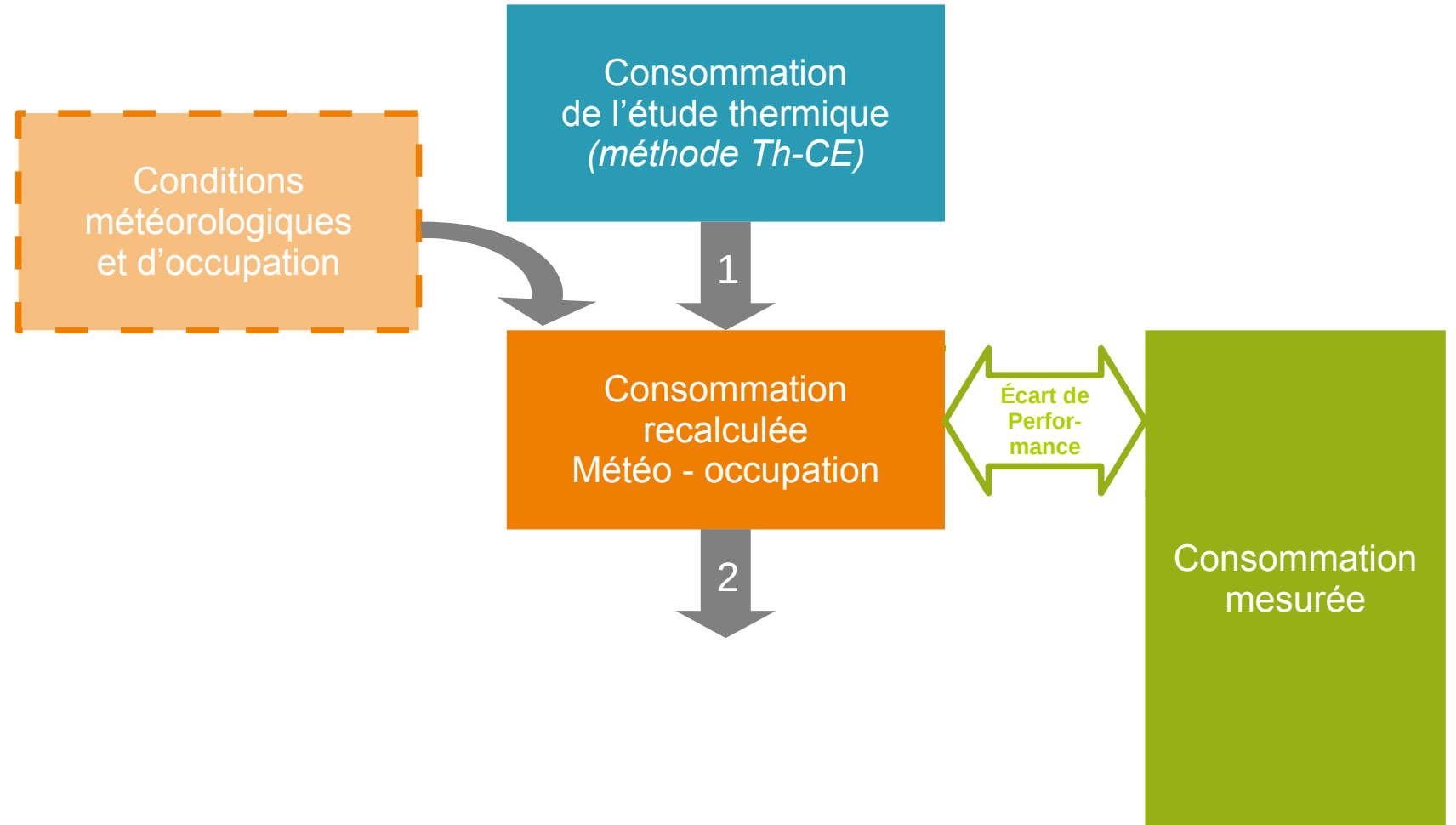


Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

2. analyse des données : écarts entre consommation mesurée et étude thermique

Une double analyse :

- Les consommations réglementaires visées ne peuvent être comparées à la consommation mesurée in situ
- Approche en 2 étapes

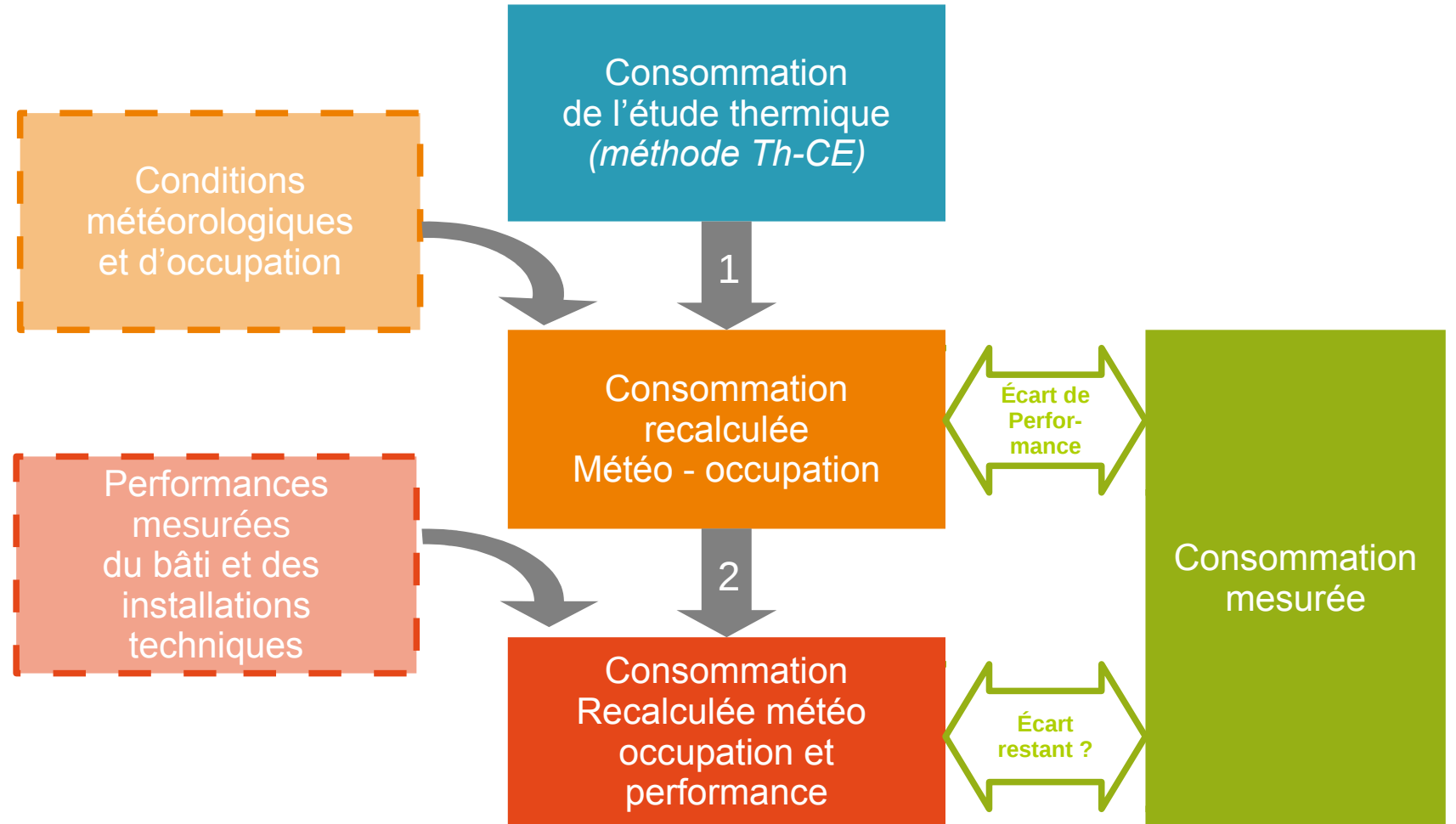


Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

2. analyse des données : écarts entre consommation mesurée et étude thermique

Une double analyse :

- Les consommations réglementaires visées ne peuvent être comparées à la consommation mesurée in situ
- Approche en 2 étapes



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

3. Caractéristiques de l'échantillon de bâtiments suivis

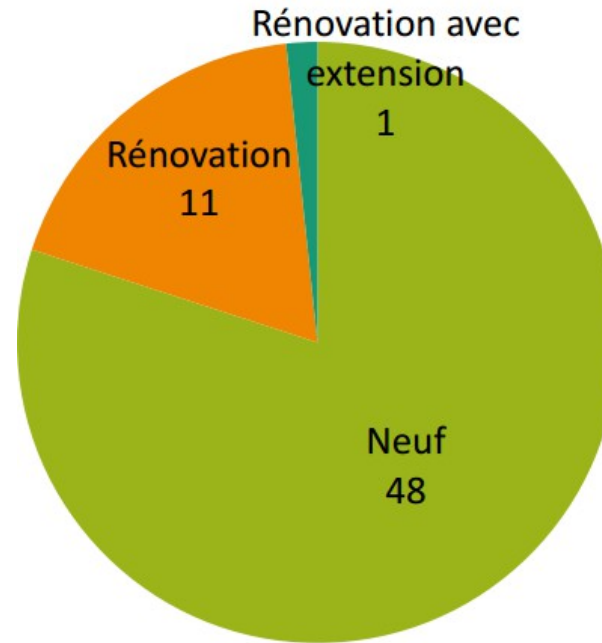
Typologies de bâtiments

60 opérations suivies

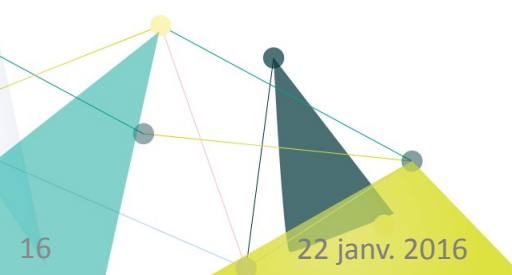
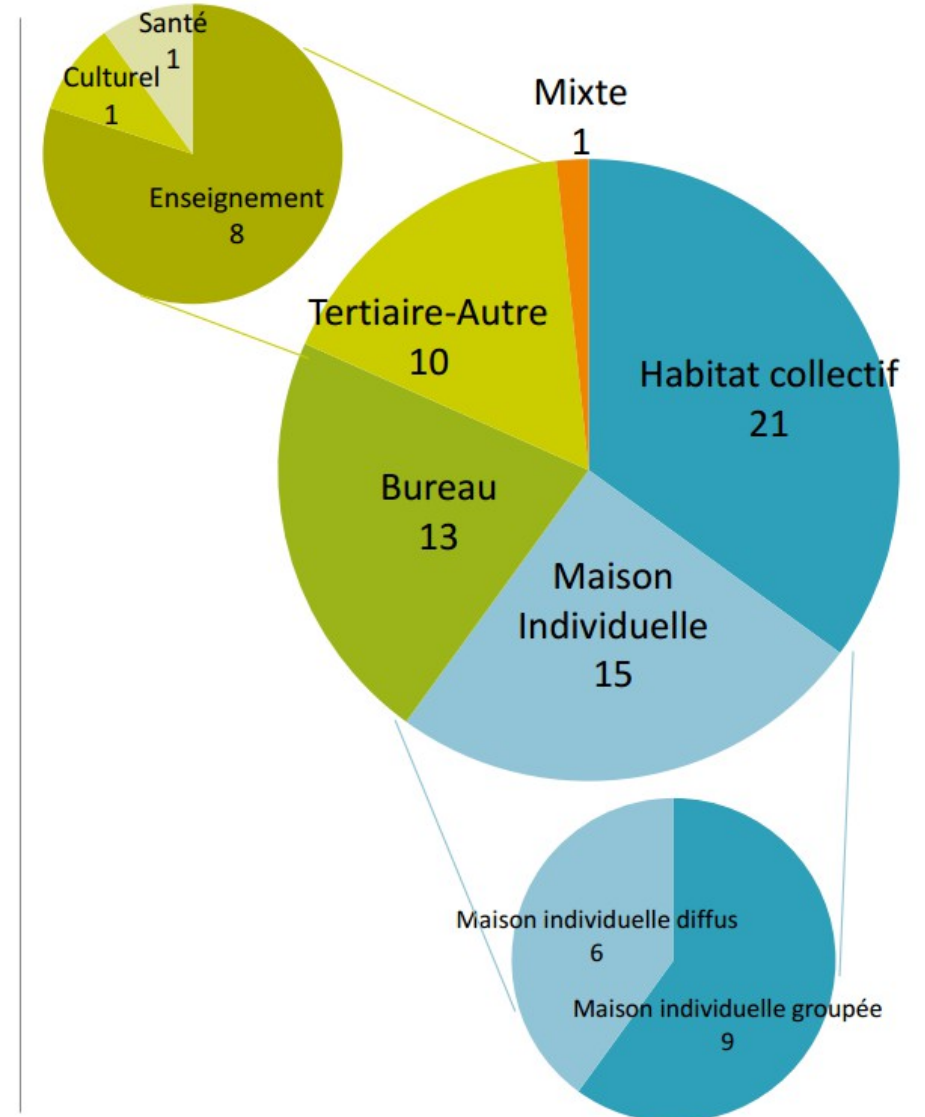
- 41 avec la méthode mise au point par le Cerema
- 19 par des bureaux d'étude avec des méthodes variées

Sur deux années entre 2009 et 2014
Des caractéristiques variées

- 80 % de bâtiments neufs
- 60 % d'habitat



Les familles de bâtiments de l'échantillon



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

3. Caractéristiques de l'échantillon de bâtiments suivis

Répartition géographique :

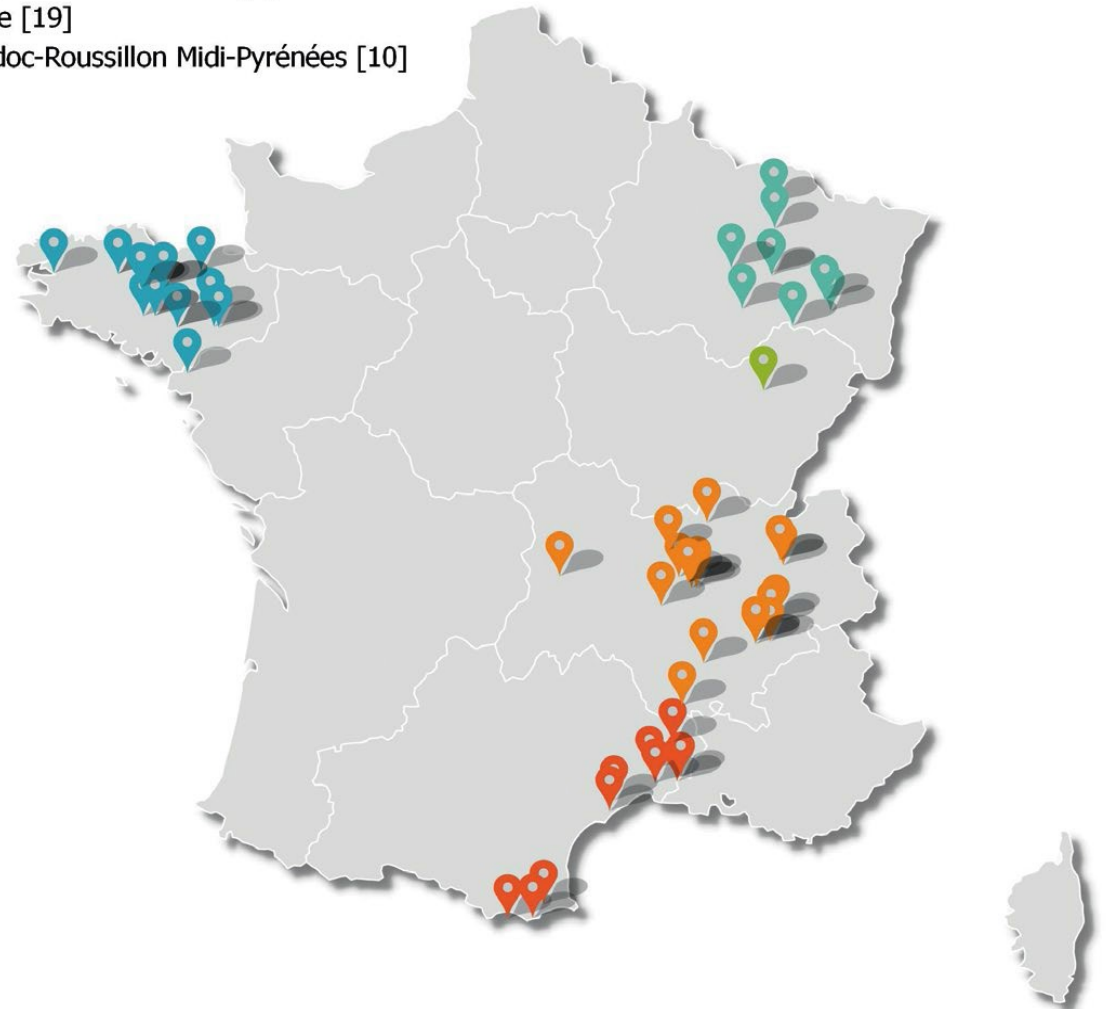
Une représentation inégale des zones climatiques de la RT

- Liée aux appels à projets : Bretagne, Lorraine, Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes, Auvergne
- Les trois grandes zones climatiques représentées (H1, H2, H3)
- En zone urbaine péri-urbaine, rurale
- 2/3 des opérations en plaine

Localisation des bâtiments de l'échantillon

Nombre total d'opérations [60]

- Alsace Lorraine Champagne-Ardenne [9]
- Auvergne Rhône-Alpes [21]
- Bourgogne Franche-Comté [1]
- Bretagne [19]
- Languedoc-Roussillon Midi-Pyrénées [10]



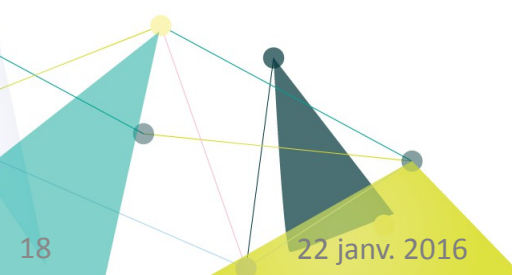
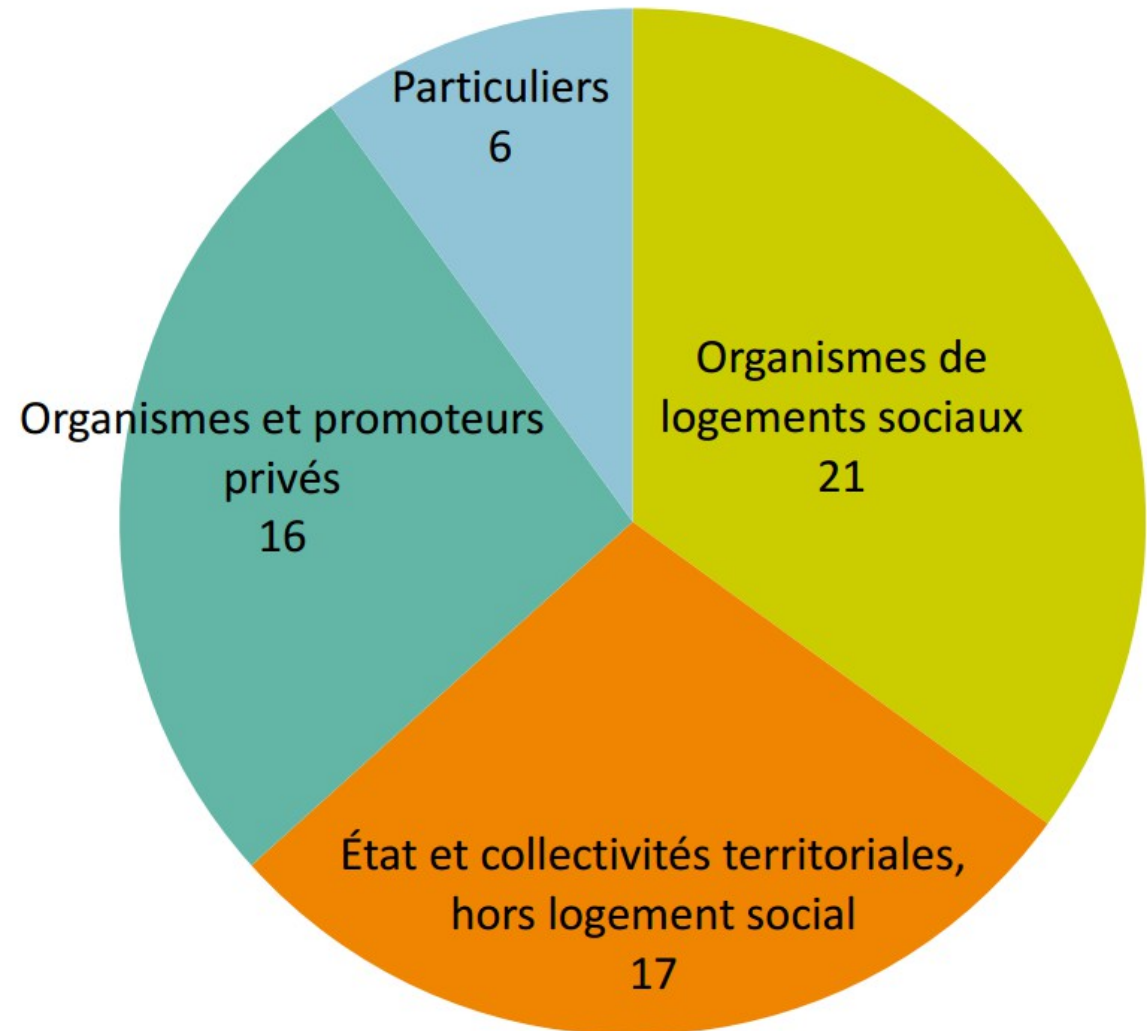
Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

3. Caractéristiques de l'échantillon de bâtiments suivis

La nature des maîtres d'ouvrage

- Plus d'un tiers de bailleurs sociaux
- Un gros quart de Maîtres d'ouvrage publics (tertiaire)
- Plus d'un quart de Maîtres d'ouvrage privés
- 10 % de particuliers (maison individuelle)

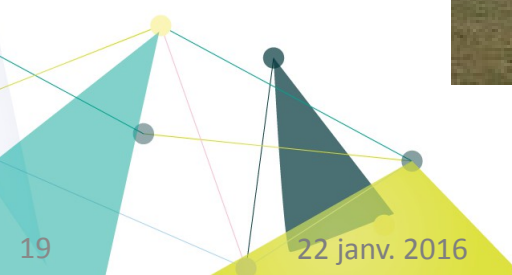
Les familles de maîtres d'ouvrage



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

3. Caractéristiques de l'échantillon de bâtiments suivis

- Un large panel de techniques constructives (structure béton, ossature bois, murs maçonnés) et de systèmes techniques
- Des opérations pionnières :
 - Des maîtres d'ouvrage anticipant les futures réglementations
 - Des techniques constructives et des systèmes techniques nouveaux pour les maîtres d'ouvrage et les entreprises



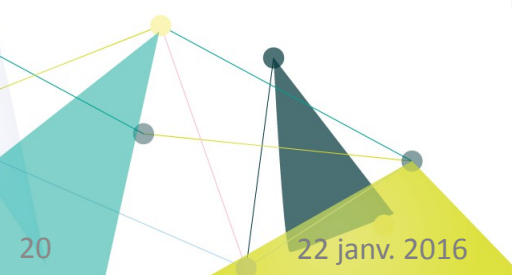
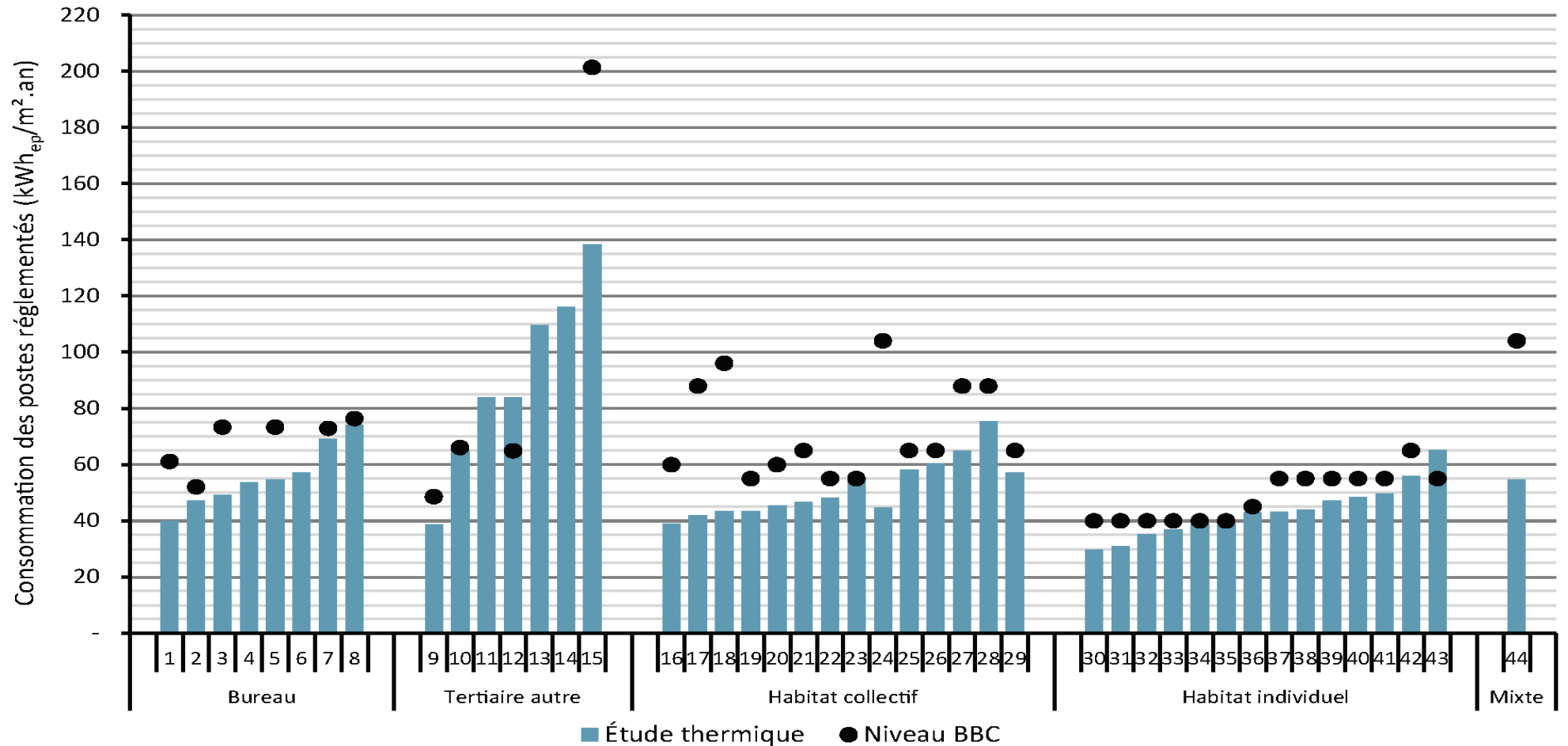
Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

3. Caractéristiques de l'échantillon de bâtiments suivis

Les exigences de performance des projets

Performance énergétique annoncée par l'étude thermique des bâtiments de l'échantillon

- Une performance énergétique visée souvent au delà des exigences du label BBC



Méthode de suivi-évaluation des bâtiments étudiés

4. Capitalisation : appui sociologique à l'analyse des résultats

Des enquêtes de terrain approfondies pour éclairer certains résultats et contribuer à une meilleure compréhension des enjeux sociotechniques

Un échantillon qualitatif

- 13 opérations Prebat respectant la diversité des situations
 - 5 opérations de maisons individuelles et individuelles groupées
 - 3 opérations de logements collectifs
 - 4 opérations de bâtiments tertiaires

Des entretiens auprès de l'ensemble des acteurs de l'opération, des observations et enquêtes in situ auprès des occupants

Une mise en perspective des données techniques et des données sociologiques

