

Amélioration des performances énergétiques du bâti ancien de la Région Bruxelles-Capitale

Louvain – jeudi 22 mai 2014



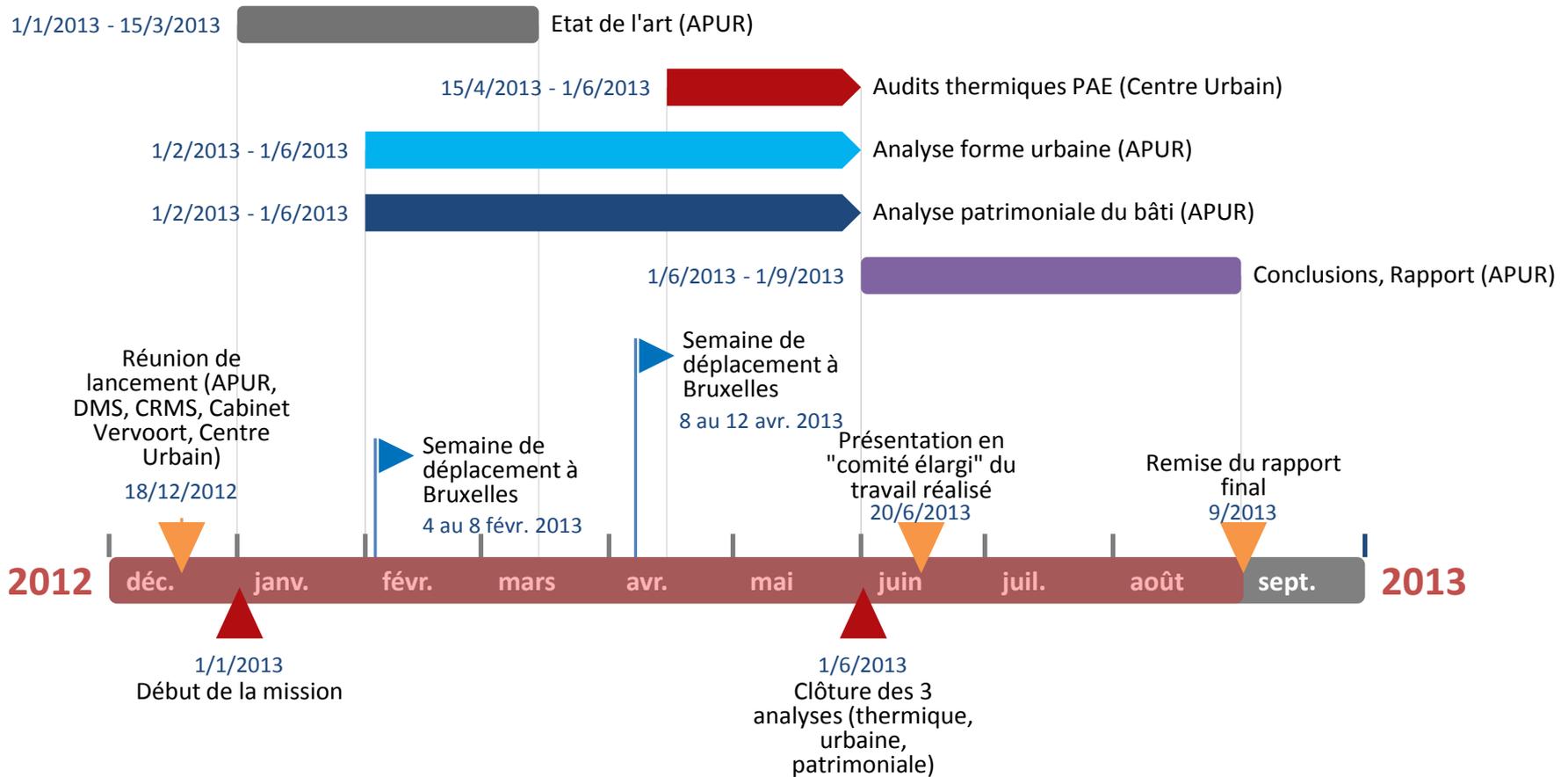
Rappel de la mission /Calendrier/Méthode
Analyse du bâti
Analyses de formes urbaines
Synthèse, propositions

Rappel de la mission

La mission confiée à l'APUR :

- A partir du travail mené à Paris, étudier ce qu'une démarche similaire pourrait apporter dans les discussions en cours sur l'amélioration du patrimoine bâti bruxellois
- Mission courte (6 mois), mission **exploratoire** dont l'apport est « méthodologique ». Cette mission a pour but d'initier un travail plus large sur l'évolution du patrimoine bâti bruxellois.
- Le travail mené est aussi **illustratif** : une réflexion urbaine a été menée sur quelques ilots « types » présélectionnés par la DMS, 11 bâtiments ont fait l'objet d'audits énergétiques (méthode PAE), des bâtiments ont été thermographiés et visités.

Calendrier

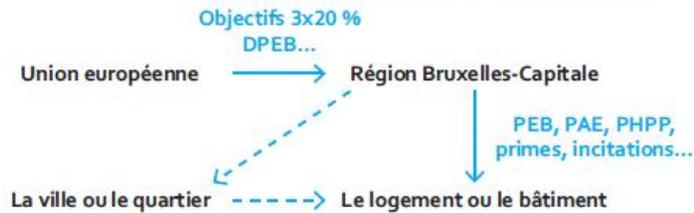


Méthode (1/2)

ÉCHELLES TERRITORIALES



Réalisé avec Brussels UrbIS®



Réalisé avec Brussels UrbIS®

© Distribution & Copyright CIRB



A moyen terme, double enjeux :

- Approvisionnement : réduire la dépendance énergétique des systèmes urbains
- Changement climatique : Réduire les émissions de gaz à effet de serre & adapter le territoire au changement climatique

L'Europe propose à cet effet un dispositif réglementaire « 3 x 20% » (d'ici 2020)

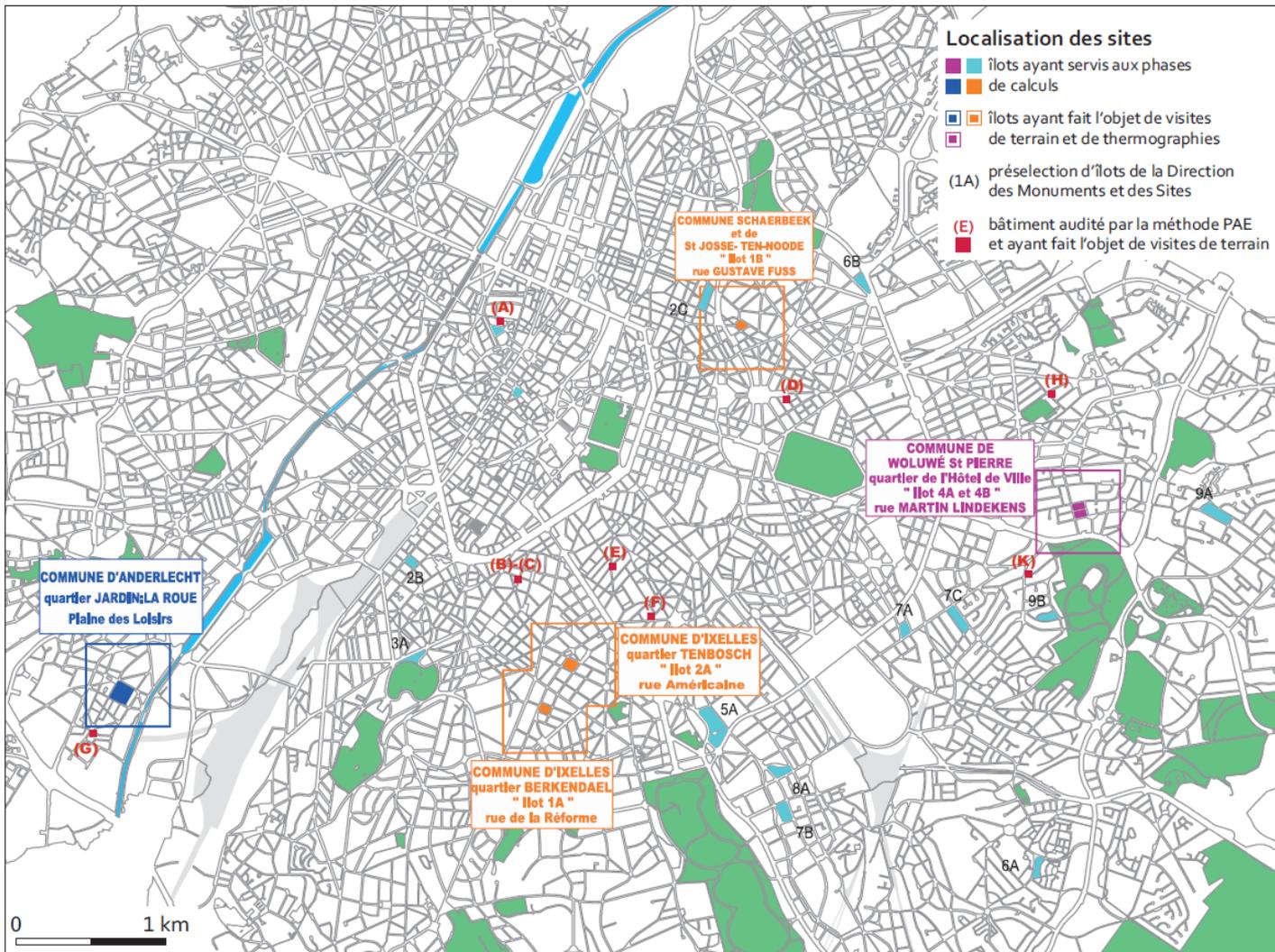
Dans l'application du dispositif, l'échelle du quartier est inexistante...

L'étude regarde 3 échelles territoriales (Région, Ville, Bâti) et tente d'identifier les problématiques soulevées par la mise en œuvre de solutions de réhabilitation des bâtiments.

Méthode (2/2)

Matière première de l'étude :

- travail préparatoire de la Direction des Monuments et des Sites qui a fourni une présélection de 21 îlots,
- 5 secteurs qui ont été visités et ont fait l'objet d'une recherche dans les archives communales,
- 11 bâtiments audités selon la méthode PAE (Procédure d'Avis Energétique),
- des thermographies « infra-rouge » durant les visites de terrain.



Analyse bâtiment

Quelles questions pose l'application de mesures d'efficacité énergétique dans le bâti ancien ?

→ Éléments de diagnostic de l'existant

→ Isolation extérieure

→ Isolation intérieure

11 BÂTIMENTS AUDITÉS SELON LA MÉTHODE PAE



Néo-classique – (A) 1841



Néo-classique – (B) (C) 1876



Art Nouveau – (D) 1898



Art Nouveau – (E) 1899



Art Nouveau – (F) 1902



Cottage – (G) 1923



Art Déco – (H) 1927



Bel-étage – (I) (J) 1950

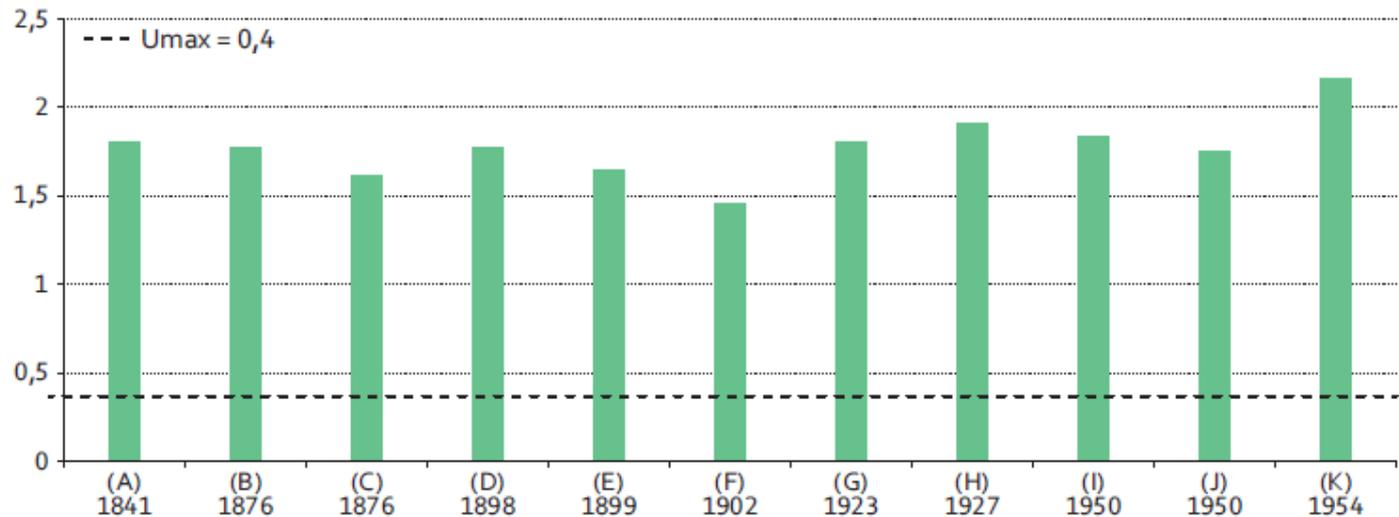


Bel-étage – (H) 1950

Analyse bâtiment

Diagnostic : usage systématique de la brique pour les parties structurales ... ce qui implique une forte conductivité des parois.

CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DES PAROIS OPAQUES SUR RUE (W/M².K)



La conductivité thermique des parois opaques rend compte des techniques constructives. Ces dernières reposent sur une constante : le mur porteur en briques pleines, ce qui explique la relative homogénéité des résultats et leur fort éloignement à l'objectif de performance énoncé par la PEB (fixé à 0,4).

Analyse bâtiment

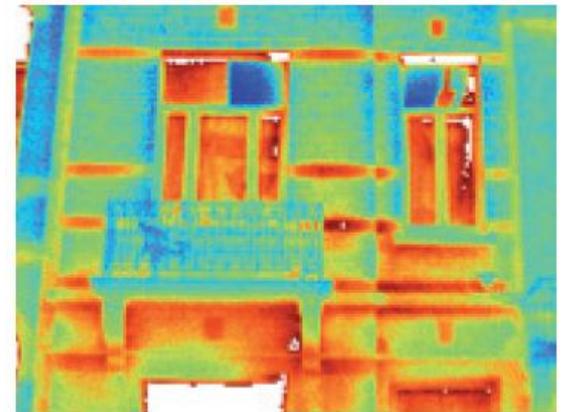
Diagnostic : au fil du temps les qualités thermiques des édifices se dégradent ...

→ Disparition des enduits de façades au profit de façades plus ornementées (« éclectisme ») en briques apparentes

PASSAGE DU NÉO-CLASSIQUE À L'ÉCLECTISME AU XIX^e SIÈCLE :
MULTIPLICATION DES HÉTÉROGÉNÉITÉS THERMIQUES DE LA FAÇADE SUR RUE

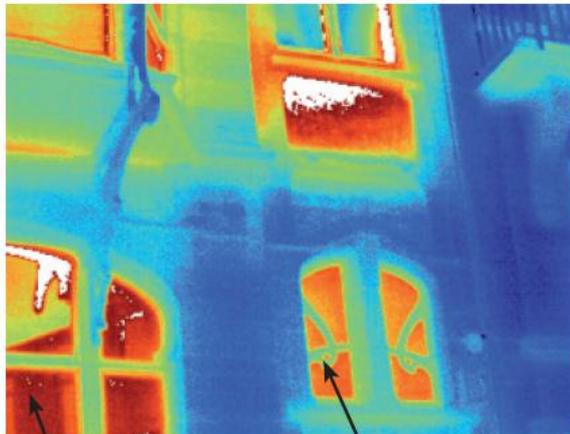


Exemple de façade éclectique jalonnée de ponts thermiques par usage de pierre bleue.



Analyse bâtiment

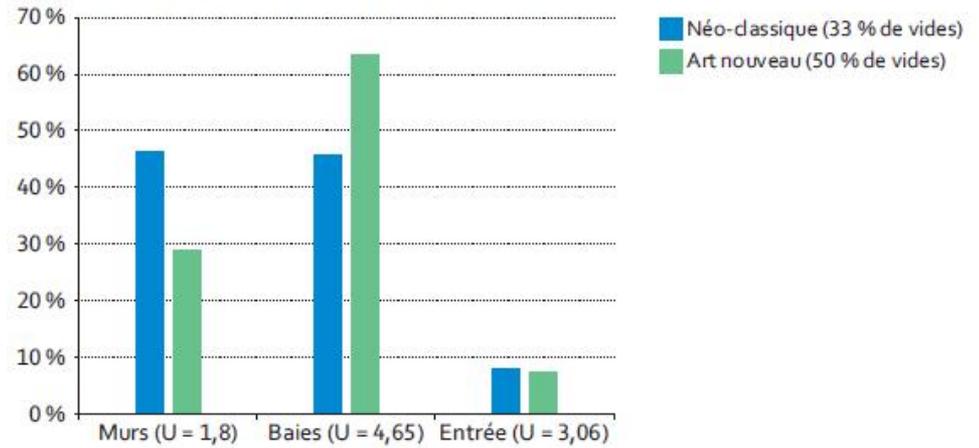
Diagnostic : au fil du temps les qualités thermiques des édifices se dégradent ...
 → multiplication des percements
 (notamment pour les façades « Art-Nouveau »)



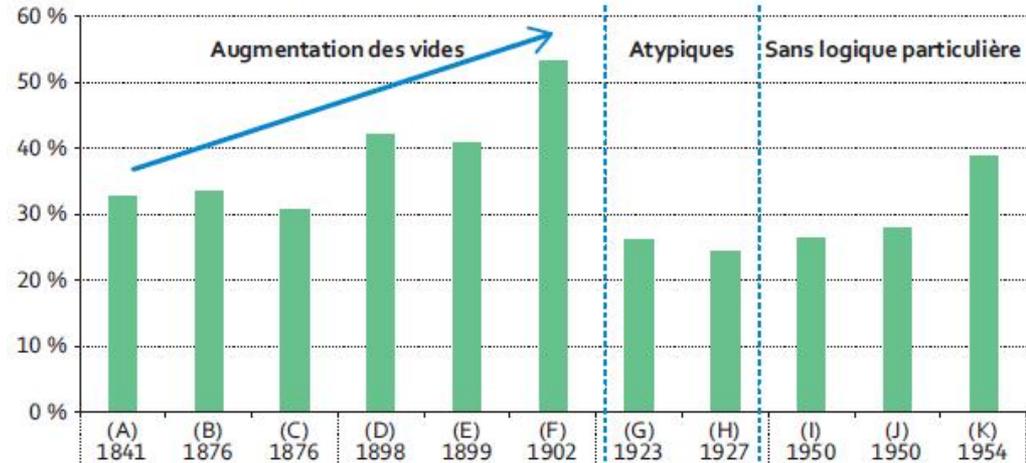
Vitrages

Petits bois dont le dessin est partie intégrante de l'architecture du bâtiment

TAUX DE DÉPERDITION DE LA FAÇADE SUR RUE



TAUX D'OUVERTURE DE LA FAÇADE SUR RUE



Néo-classique : 1/3 vides



Art nouveau : de 40 à 50 % de vides

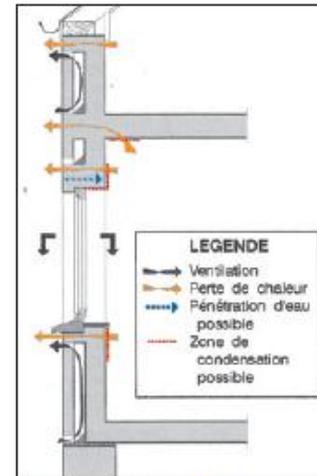


« Bel-étage »

Analyse bâtiment

Diagnostic : au fil du temps les qualités thermiques des édifices se dégradent ...
→ les procédés industriels de l'après guerre sont massivement appliqués au bâtiment (cadres préfabriqués, hourdis de béton armé, technique du « mur creux », etc...)

La maison « bel-étage » est souvent construite avec un mur creux dans lequel une demie-brique de parement est séparé de la structure porteuse par une lame d'air ventilée. L'interruption de la lame d'air provoquée par les planchers est l'occasion de ponts thermiques impactant le confort des occupants, ainsi poussés à la surchauffe de leurs logements.



Source : L'isolation thermique des murs creux (F. Simon & J.M. Hauglustaine)

MAISON « BEL-ÉTAGE » (1960) RUE LINDEKENS (WOLUWE-SAINT-PIERRE)



© F. Simon & J.M. Hauglustaine

Dalle de plancher (hourdis en béton armé)



Émetteur

Analyse bâtiment

Diagnostic : la particularité des annexes

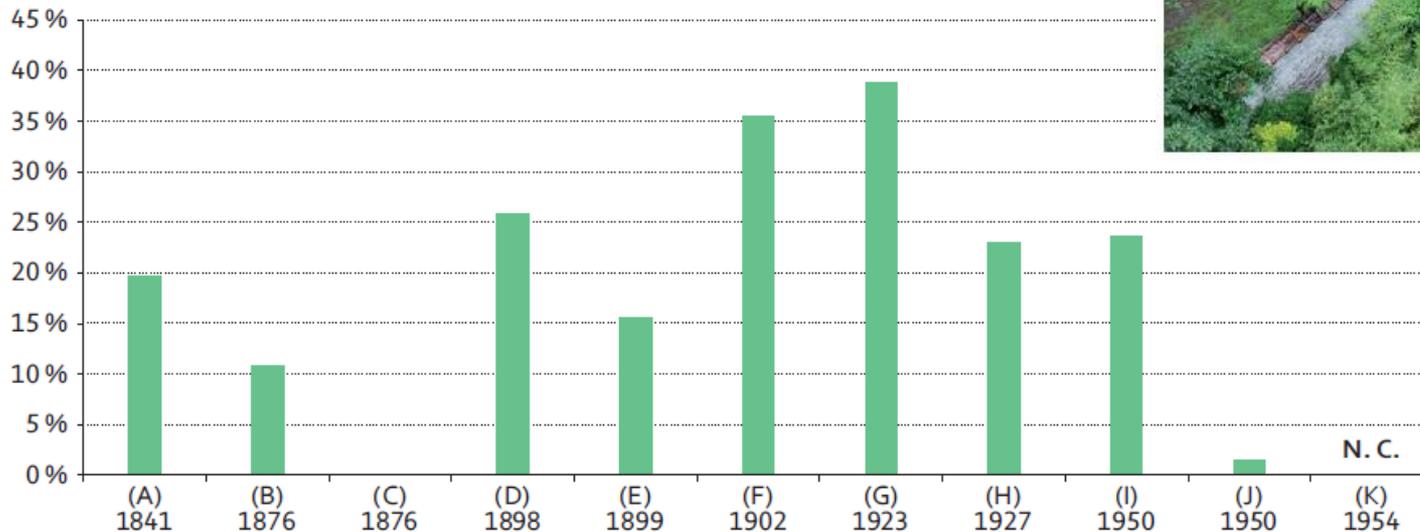
Les annexes sont des lieux d'expansions vernaculaires du bâti quelles que soient les époques. Leur compacité est généralement moins bonne que sur rue, les gains de mesures d'économies d'énergie sont élevés.

NB : un bâti moins compact : c'est plus de surfaces déperditives et plus de ponts thermiques géométriques)

LES ANNEXES : UN DÉVELOPPEMENT ERRATIQUE DES BÂTIMENTS PAR L'ARRIÈRE



SUPPLÉMENT DE DÉVELOPPÉ DE FAÇADE SUR COUR



Analyse de formes urbaines

La réduction des consommations d'énergie est autant une question territoriale qu'une question de bâtiment.

Un bâtiment n'existe jamais en tant qu'entité indépendante, il est toujours un élément d'une composition de plus grande échelle.

Les points d'intérêts :

- Le rapport qu'entretient un bâtiment avec ses plus proches voisins (mitoyenneté)
- Identifier les logiques de composition des îlots (quand elles existent)
- Analyser le rapport entre les pleins et les vides
- Etc.



Rue Gustave Fuss/Consolation (Schaerbeek) – fin XIX^e siècle



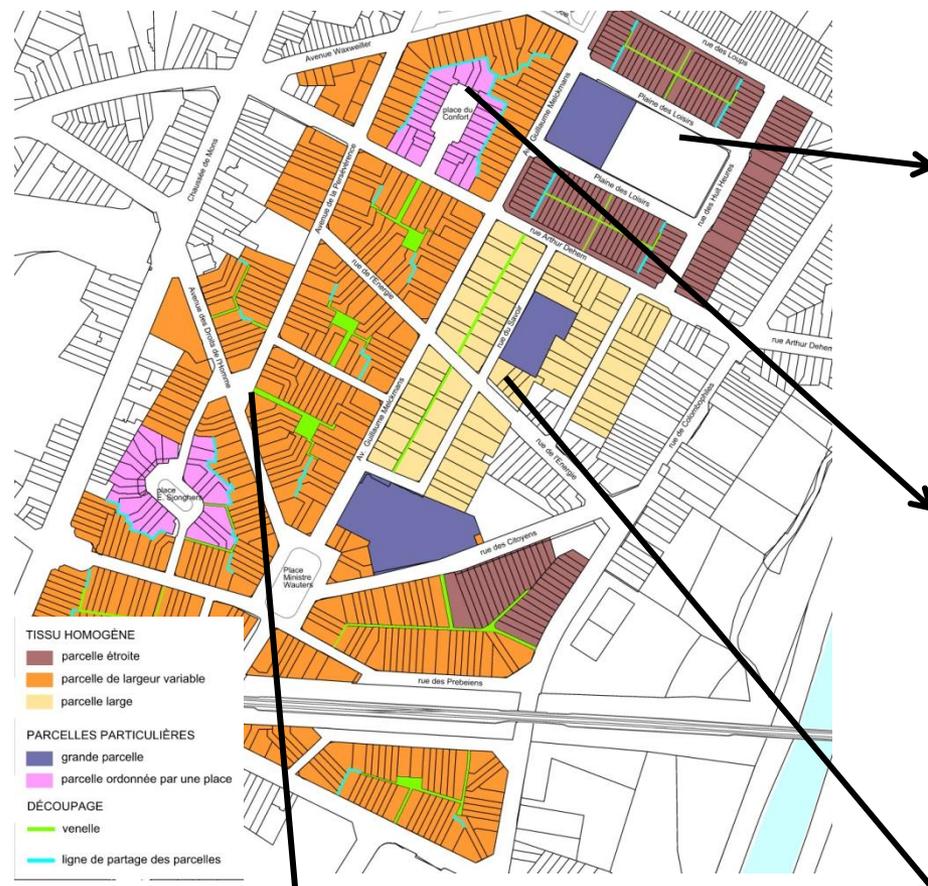
Rue de la Réforme/Berkendael (Ixelles) – fin XIX^e siècle



Cité-jardin de la Roue (Anderlecht) – années 1920

La cité jardin « La Roue » Anderlecht

Entre 1920 et 1928 la cité jardin est construite suivant les plans de E. Jonghers et de Voets; architectes



Plaine des Loisirs



Place du Confort



Abords des avenues de la Persévérance et des Droits de l'Homme



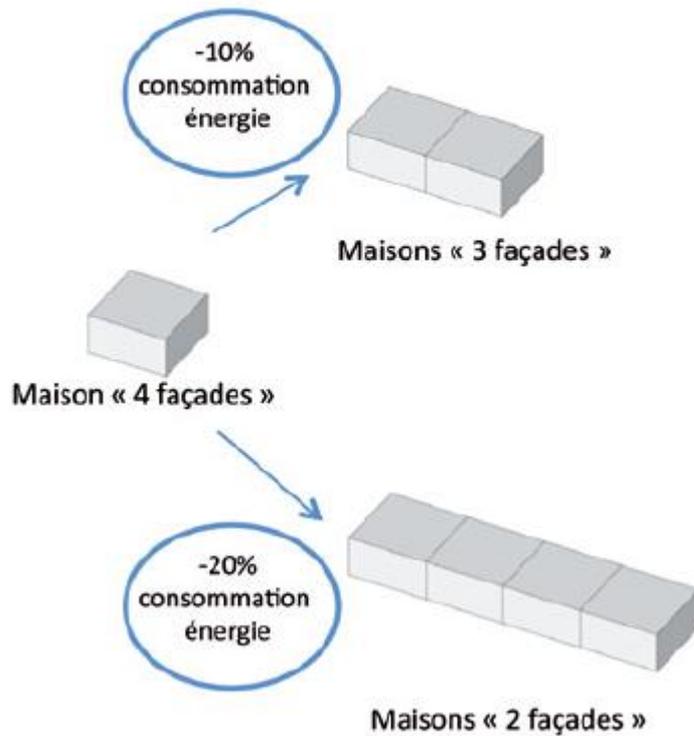
'chantier Expérimental' autour de la rue du Savoir

En 1921, la SNHLBM construit 60 maisons ouvrières expérimentales sous la coordination de J.J Eggericx; architecte

Analyse de formes urbaines

Mitoyenneté : L'étude s'est limitée aux questions posées par les lotissements de maisons unifamiliales à 2 façades.

MITOYENNETÉ ET CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE



Maisons « 3 façades », cité du Logis

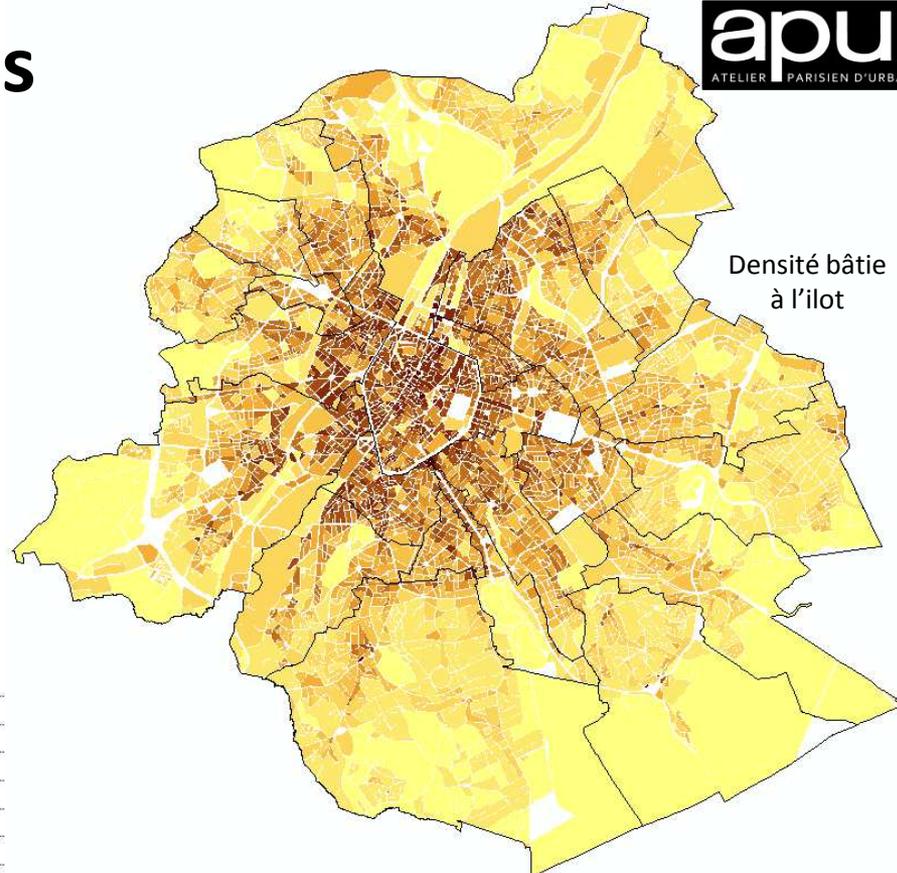


Maisons « 2 façades », rue Verbist

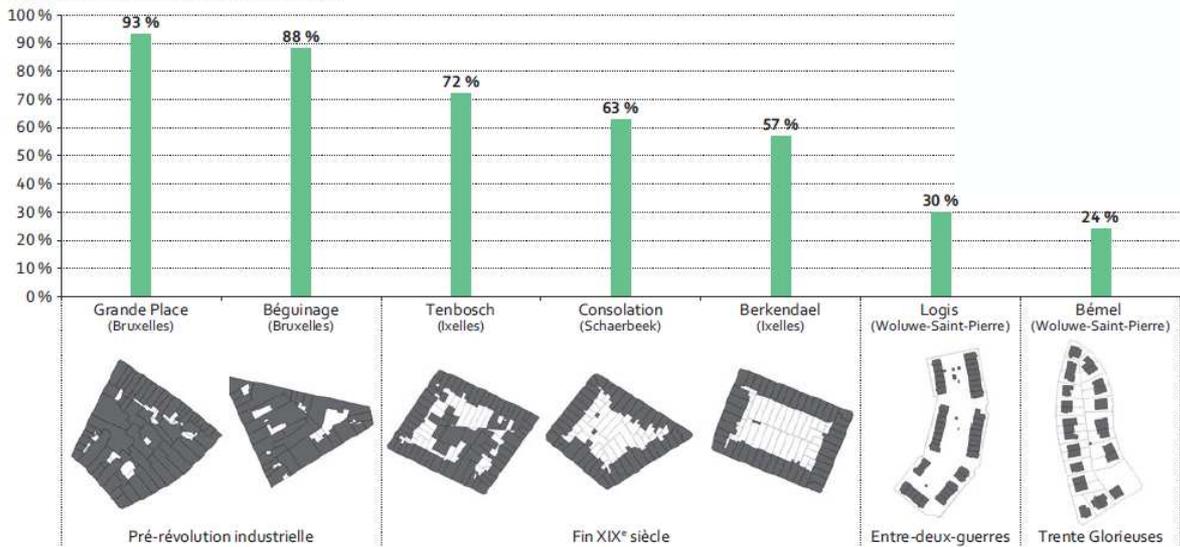
Plus le bâtiment est « thermiquement » isolé et moins les gains apportés par la mitoyenneté sont importants en valeur absolue (~kWh/m²/an)

Analyse de formes urbaines

Mitoyenneté : L'étude s'est limitée aux questions posées par les lotissements de maisons unifamiliales à 2 façades.



EXEMPLES DE DENSITÉS BÂTIES À L'ÎLOT



Sens de l'histoire

→
*Une inversion du rapport entre les pleins et les vides
(accélération de la consommation de l'espace régional)*

Analyse de formes urbaines

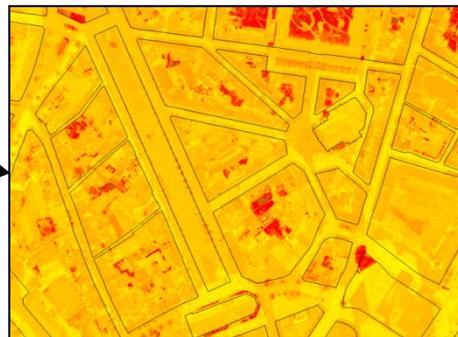
Analyse de la trame végétale révèle les disparités micro-climatiques de la Région c-a-d une autre forme d'inégalité territoriale

Clichés en proche infrarouge de densité de végétation

Présence de végétation

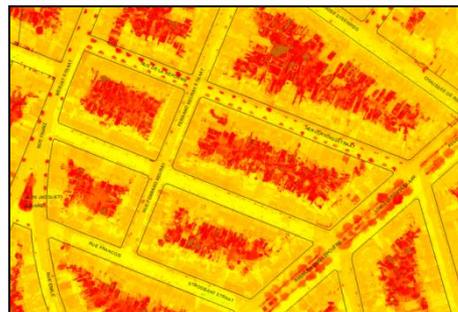
Absence de végétation

Béguinage
(Bruxelles)



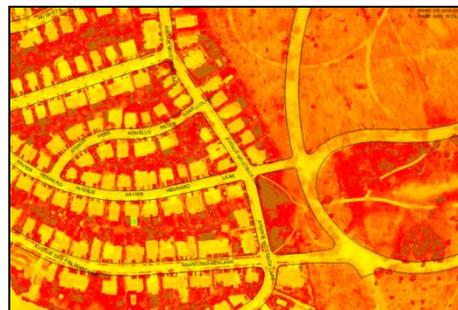
Végétation presque absente

Berkendael
(Ixelles)



Végétation enclavée en cœur d'îlot

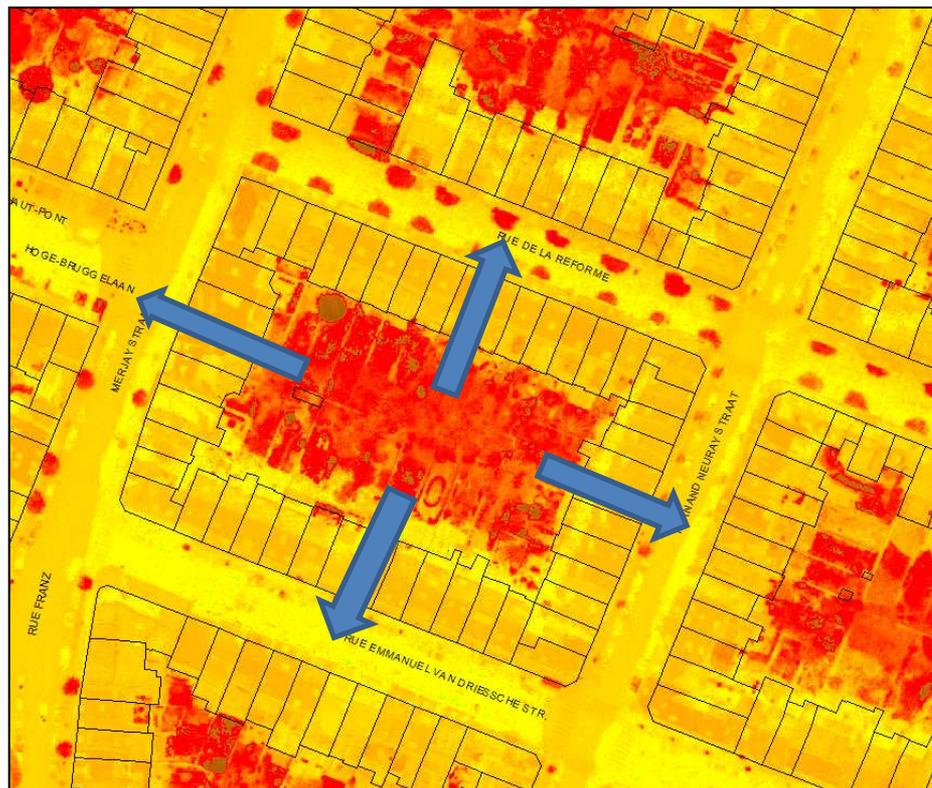
Bémel
(Woluwe St-Pierre)



Végétation omniprésente

Analyse de formes urbaines

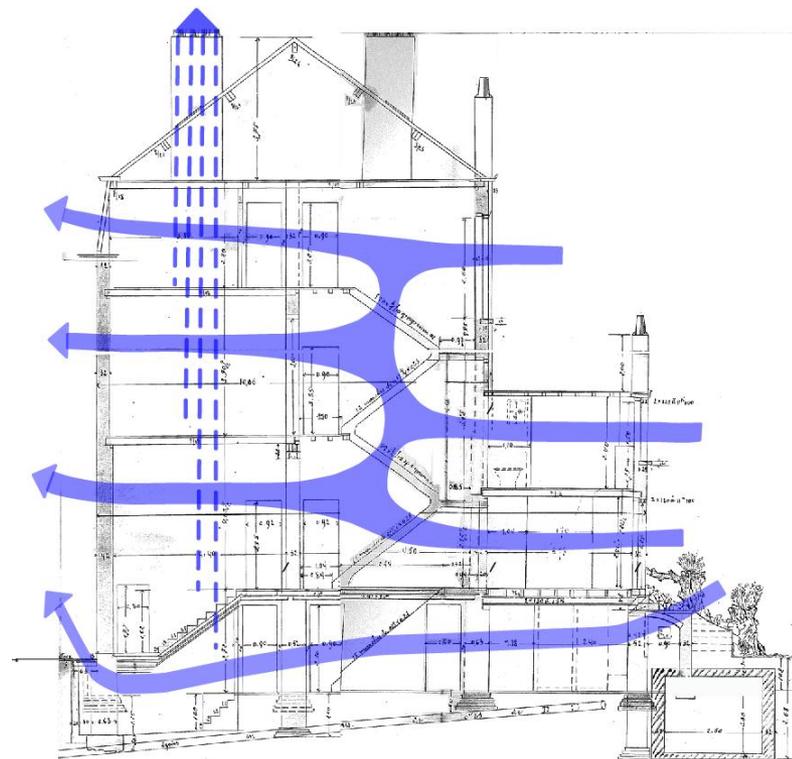
Chaque quartier possède sa singularité climatique. Les îlots fermés (fin XIXe) sont des exemples de compositions urbaines pour lesquelles la ventilation nocturne est assurée naturellement en été



Tirage thermique naturel en plan à l'échelle de l'îlot

La différence de traitement des sols entre le cœur d'îlot (100% végétal) et l'espace public (100% minéral) est de nature à créer un contraste thermique très prononcé qui permet d'amorcer une ventilation naturelle très efficace (entre la rue et la cour). Les surfaces végétales possèdent des capacités de rétention d'eau, cette dernière est évaporée les jours de canicule.

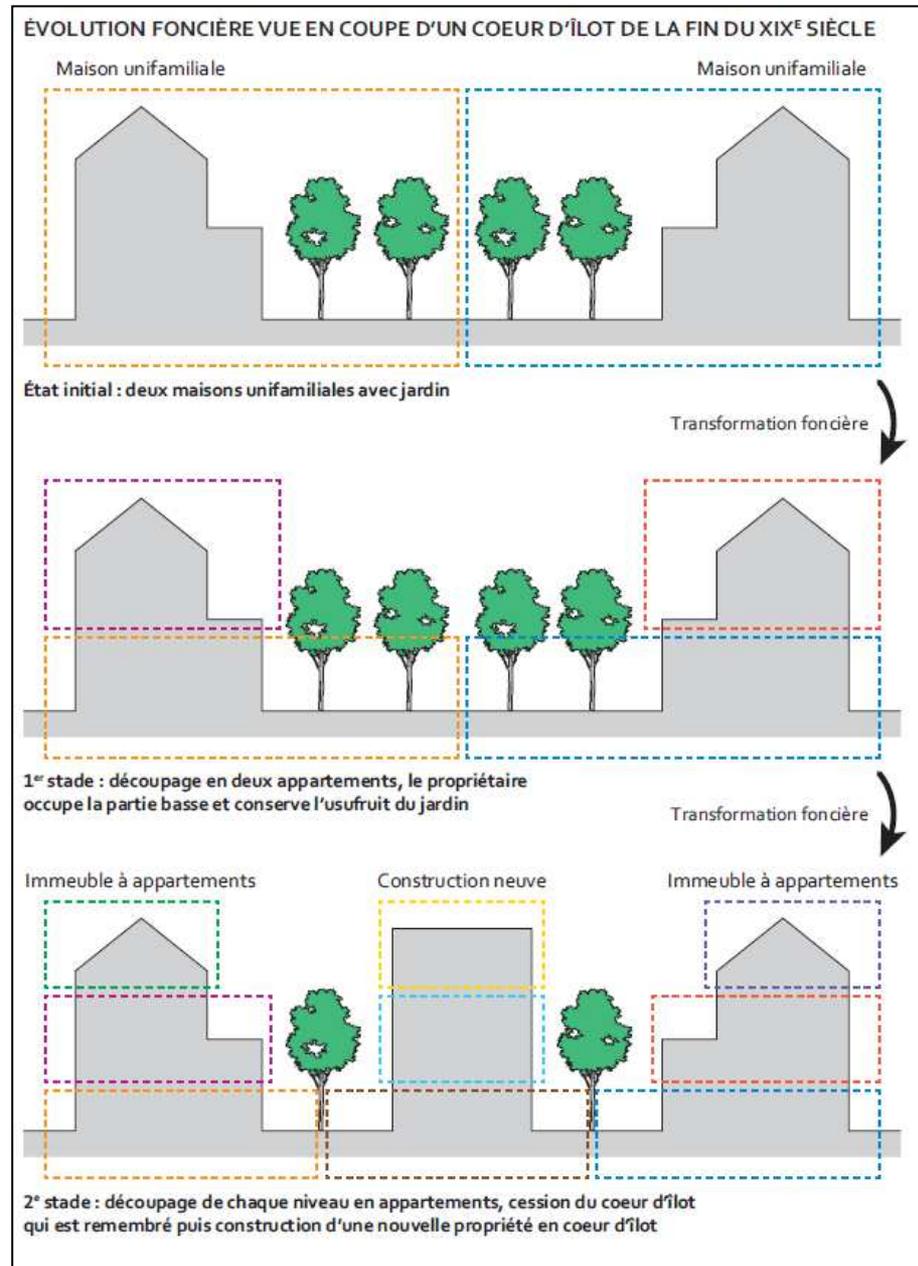
Tirage thermique naturel en coupe à l'échelle du bâtiment représenté entre la cour et la rue, le plan vertical décalé (demi-palier) ajoute une composante verticale au tirage thermique.



Analyse de formes urbaines

La densification : un mécanisme vertueux pour la consommation d'énergie du territoire.

Densification « au fil de l'eau » d'un cœur d'îlot fermé du XIXe. La pression foncière qui s'exerce aujourd'hui sera démultipliée par l'augmentation du prix de l'énergie.



Analyse de formes urbaines

Une densification non-maîtrisée ou non-encadrée par la puissance publique possède de nombreux désagréments (1/2)

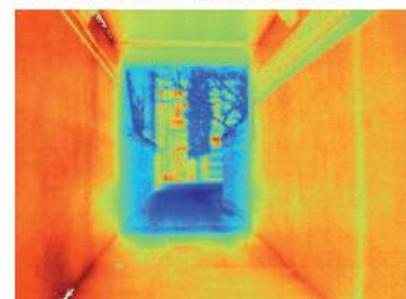


Perte de compacité (apparition de murs aveugles en cœur d’îlot, percement du bâti existant pour créer des dessertes intérieures)

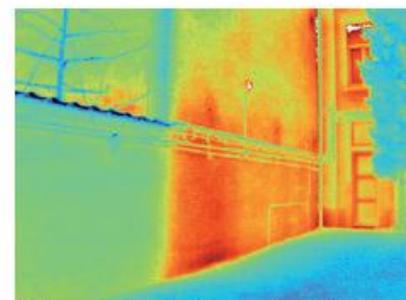
Cliché nocturne



Cliché pris en thermographie infrarouge



1 Passage sous porche aménagé dans un bâtiment existant. Cette perforation du bâtiment qui donne un accès au cœur d’îlot occasionne des fuites thermiques.



2 Mur aveugle. La mitoyenneté chute en cœur d’îlot avec la densification; les déperditions de ce bâtiment central et non isolé sont vraisemblablement plus importantes que celles des fronts bâtis préexistants sur rue.

Analyse de formes urbaines

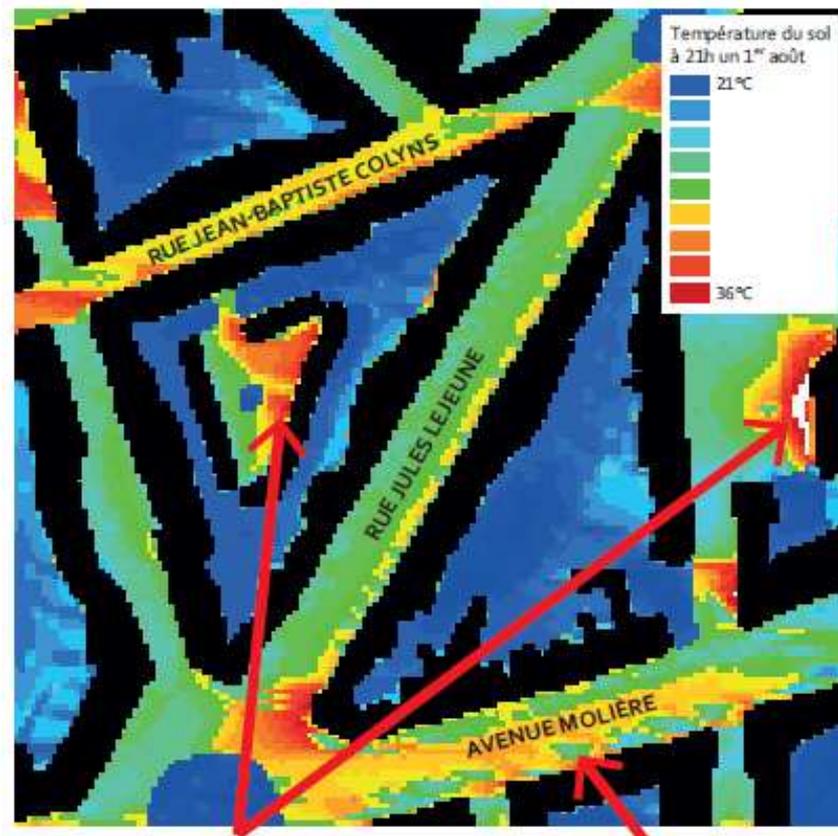
Une densification non-maîtrisée ou non-encadrée par la puissance publique possède de nombreux désagréments (2/2)

La création de parkings en cœur d'îlots qui fait apparaître deux îlots de chaleur inexistants auparavant



© Distribution & Copyright CIBB

Réalisé avec Brussels UrbIS® – Deux îlots triangulaires de part et d'autre de la rue Jules Lejeune (Ixelles). À gauche la densification de l'îlot au profit d'un parking a fait chuter la trame végétale comprise en cœur d'îlot au profit de sols imperméables minéralisés. Ici la vulnérabilité à l'ICU est accrue et avec une densification en cœur d'îlot.



Surchauffe engendrée par les parkings

Zones de « frais » apportées par les arbres d'alignements

Réalisé avec Brussels UrbIS® – Une simulation microclimatique a été réalisée sur une journée de canicule du mois d'août. Ici à 21 heures, la végétation en cœur d'îlot apporte de la fraîcheur dans les logements. Les deux parkings aménagés au dépend de surfaces végétales contribuent à l'îlot de chaleur urbain. On notera que les rues orientées est-ouest sont des lieux climatiquement sensibles (rue Jean-Baptiste Colyns, avenue Molière), la présence d'arbres avenue Molière modère la température du sol.

Analyse de formes urbaines

Patrimoine architectural : le raisonnement à l'échelle urbaine permet de définir un niveau d'intervention acceptable sur les « bâtiments ordinaires » par identification de séquences bâties et paysagères.



Rue de la Réforme



Angle rues Franz Merjay et Emmanuel Van Driessche

Si la réhabilitation implique des réécritures partielles ou totales des ensembles bâtis, l'analyse urbaine donne des éléments d'appréciation du niveau d'intervention envisageable.



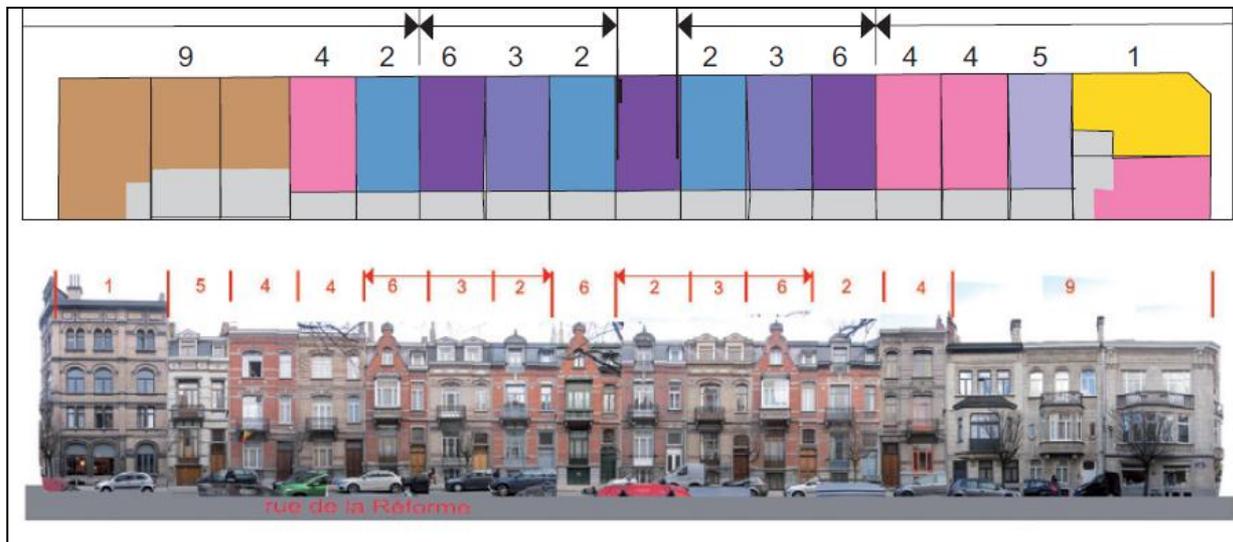
Rue Lindekens



Avenue du Val d'Or

Analyse de formes urbaines

Séquence composée de types de bâti prédéfinis « sur catalogue ». On notera l'emploi de symétries visant à créer une impression de diversité → *la modification ponctuelle de l'aspect d'un bâtiment remet en cause le paysage urbain*



- type 1
- type 2
- type 3
- type 4
- type 5
- type 6
- type 7
- type 8
- type 9

QUARTIER BERKENDAEL : RUES DE LA RÉFORME ET E. VAN DRIESSCHE, COMMUNE D'IXELLES

RUE ECKELAERS, COMMUNE DE SCHAERBEEK ET DE SAINT-JOSSE-TEN-NOODE

Séquence hétérogène sans logique particulière de composition à l'échelle de la rue → *la modification ponctuelle de l'aspect d'un bâtiment ne remet pas en cause le paysage urbain*



Analyse de formes urbaines

QUARTIER DE L'HÔTEL DE VILLE DE LA COMMUNE DE WOLUWE-SAINTE-PIERRE

Les tissus plus récents comme les années 50 ou 60 forment parfois des compositions paysagères abouties. Leur préservation peut faire sens.

Ici la séquence la plus récente de la rue lindekens a été pensée comme une mise en perspective de l'Hôtel de Ville.



- ❶ Séquence hétérogène
- absence d'unité;
 - les façades ne présentent pas de cohérence générale;
 - la rénovation urbaine n'appelle pas de soin particulier.



- ❷ Séquence homogène
- les bâtiments appartiennent à une séquence cohérente;
 - la rénovation de cet ensemble exclu une modification des façades.



❸ Hôtel de Ville, repère urbain

NB : l'Hôtel de Ville a été édifié de 1961 à 1975 selon les plans de 1949 de Guillaume Vermeiren et Joseph-Paul Nicaise

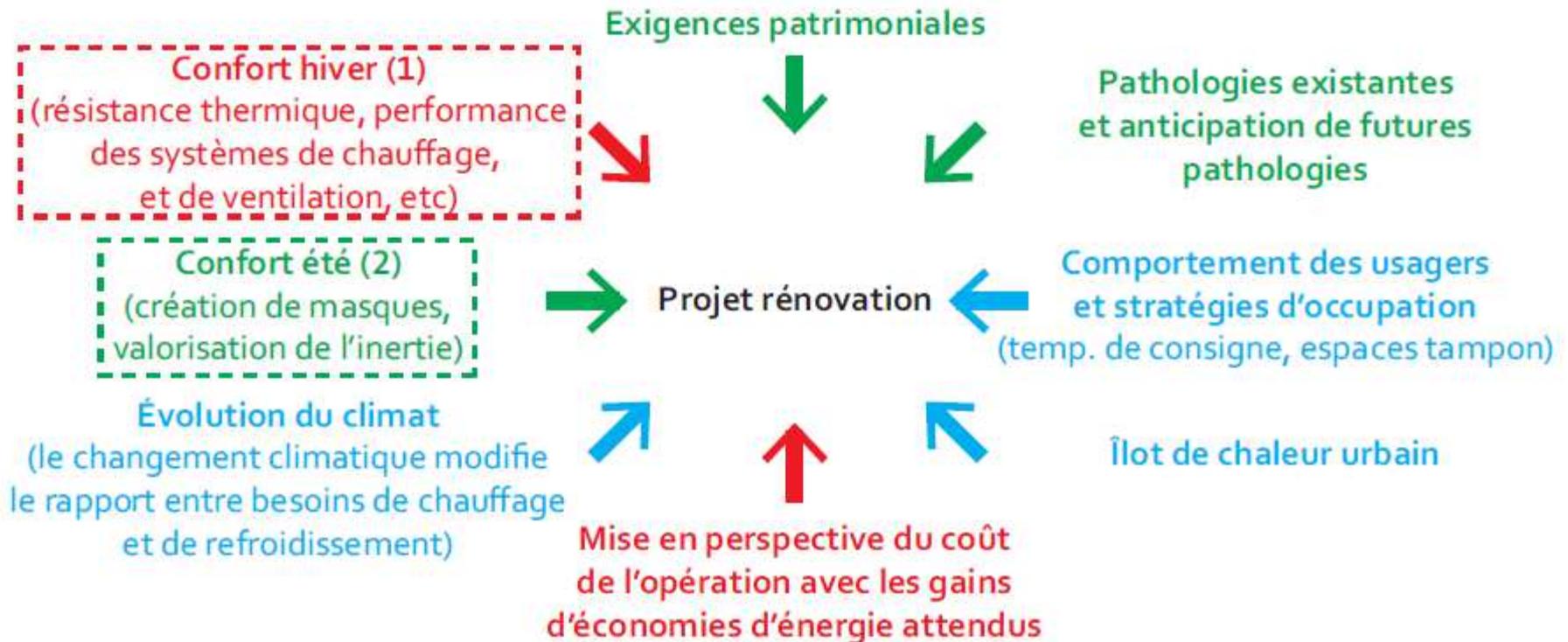
Conclusions : L'augmentation des prix de l'énergie tendra à conforter le mécanisme de densification de la ville existant, en particulier pour la première couronne dans laquelle les disponibilités foncières sont conséquentes.

L'attractivité de cette zone, qui ira en s'accroissant, interroge la puissance publique.

Dans quelle mesure doit-on encadrer la densification ? La planification urbaine doit pouvoir faciliter la densification tout en se portant garant des qualités intrinsèques des tissus existants :

- En apportant une attention à la trame végétale existante
- En Interrogeant les possibilités de son décloisonnement (séparations foncières matérialisées par des murs)
- En anticipant l'apparition d'ilots de chaleur en consacrant la vocation d'espace verts de certains cœur d'ilots
- En identifiant les qualités paysagères des compositions architecturales et urbaines,
- Etc...

Définition d'un projet de réhabilitation ou la recherche du meilleur compromis.



Légende

Critère systématiquement absent

Critère mal pris en compte

Critère pris en compte dans les opérations de rénovation

(1) Seul critère effectivement abordé par la réglementation PEB

(2) Non suffisamment pris en compte par la réglementation PEB

Isolation thermique extérieure : suppose une réécriture des façades existantes.

Sur cour, l'isolation extérieure est à priori non problématique

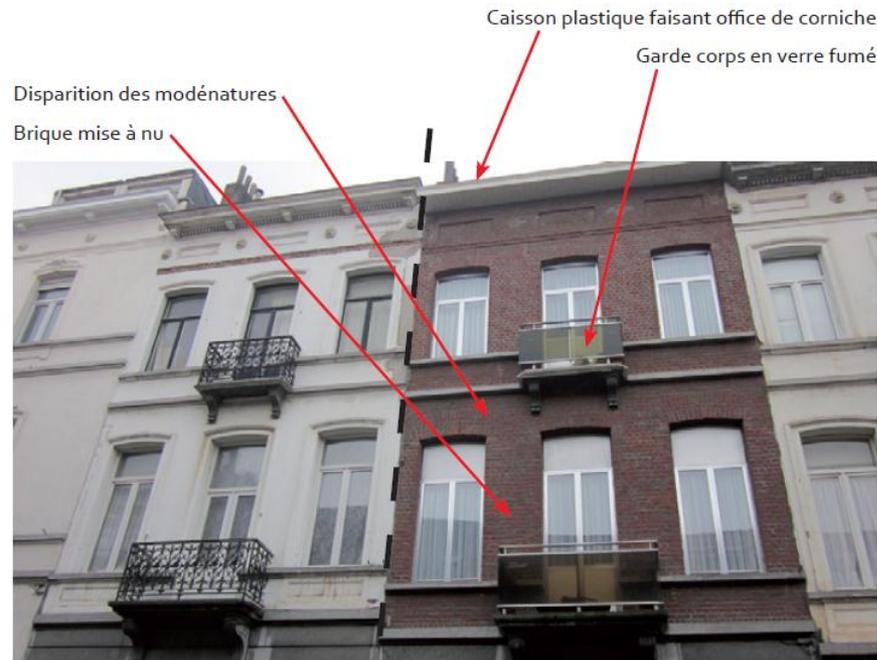


Cœur d'îlot montrant le développement des annexes. L'isolation extérieure peut être appliquée sans précaution particulière.

Propositions

Isolation thermique extérieure : quand l'appliquer sur rue ?

L'isolation extérieure peut être appliquée dans le cas de bâtiments fortement dégradés, aux façades réécrites lors de ravalement peu scrupuleux. Les bâtiments insérés dans des tissus hétérogènes doivent être considérés au cas par cas ; certains pourront faire l'objet d'isolation extérieure, d'autres pas.



Façade proche de son état original

Façade fortement modifiée par la mise à nu de la façade, le remplacement des garde-corps et de la corniche



Propositions

Isolation thermique extérieure : elle nécessite un approche des bâtiments au cas par cas

Exemple de la Cité jardin de la Roue : Les séquences historiques les plus anciennes (1907) encore très préservées appellent une conservation des façades en l'état. Certaines zones comme « le chantier expérimental », ancienne vitrine technologique, pourrait retrouver sa vocation première par la mise en œuvre de solutions de réhabilitations innovantes. La « plaine des loisirs » qui a fait l'objet de modifications vernaculaires (polychromies des enduits, etc.) possède une dimension symbolique particulière. Les futures solutions de réhabilitations devront prendre en compte ce type de patrimoine particulier, des études sont à mener pour qualifier les évolutions possibles.

CITÉ-JARDIN DE LA ROUE : DES TYPOLOGIES BÂTIES VARIÉES APPELANT DES SOLUTIONS DE RÉHABILITATION DIFFÉRENCIÉES



Commune d'Anderslecht
quartier Jardin
« La Roue »

Réseau des espaces publics:
hiérarchie et composition

- périmètre du quartier
- Hiérarchie du réseau
 - voie de transit
 - voie de liaison interquartier
 - voie de desserte locale
 - venelle privée
- Composition urbaine
 - place de quartier
 - place en cœur d'îlot
 - espace vert public
 - largeur de la voie (parcelle à parcelle)
 - largeur de la voie (bâti à bâti)

apur

Réalisé avec Brussels UrbIS®



« Plaine des loisirs » (1921) : fronts bâtis emblématiques de la cité de La Roue



Rue des Citoyens (1907) : une séquence homogène à préserver



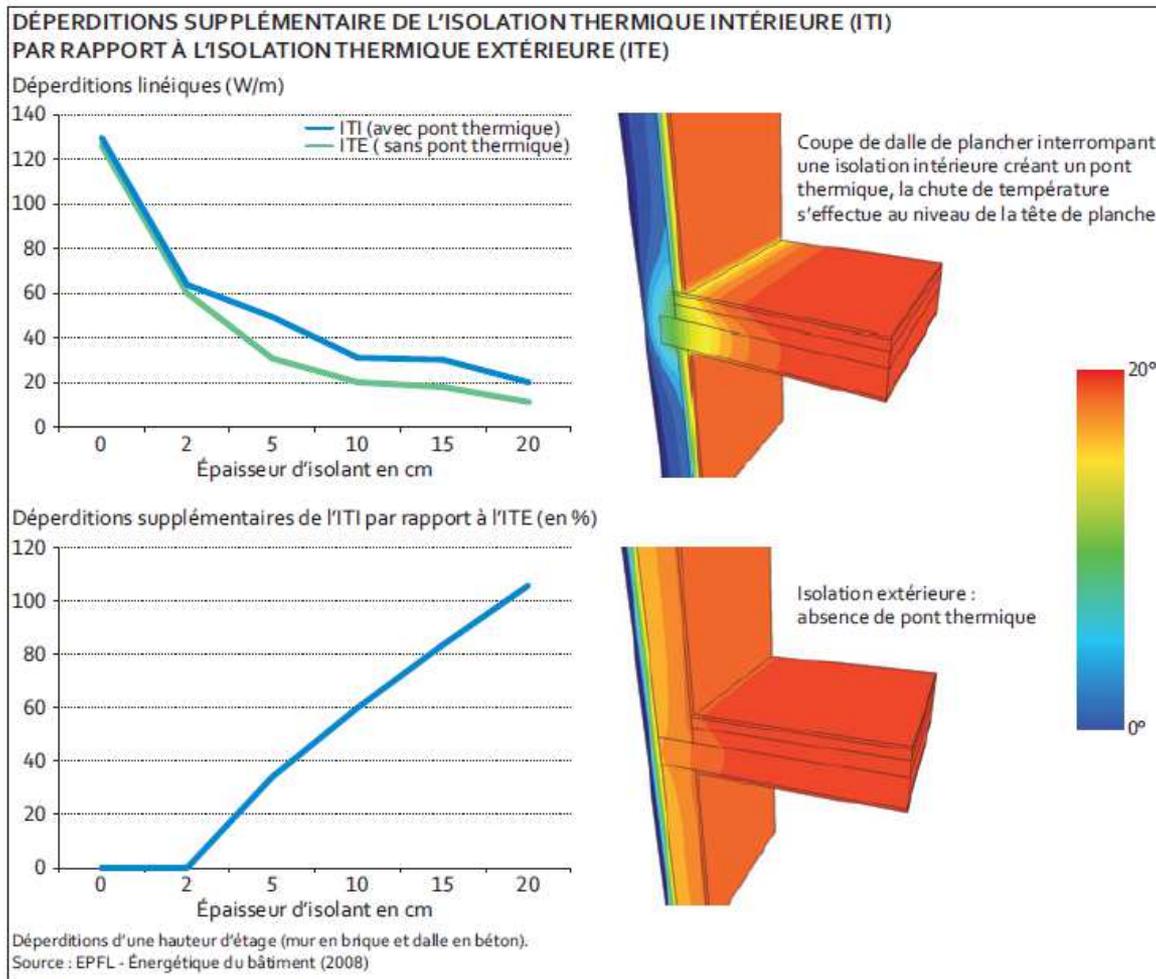
Dessin de « plaine des loisirs » figurant à la station de métro de la Roue



Chantier expérimental (1921) : zone qui pourrait retrouver sa vocation avec des techniques d'économies d'énergie

Propositions

Isolation thermique intérieure : une solution qui peut générer des pathologies dans le bâti ancien...notamment en par création de ponts thermiques



Au-delà de 5 cm d'isolant, l'isolation thermique intérieure devient une aberration. Dans le cas des maisons unifamiliales à planchers en bois le travail de modélisation en 3D des ponts thermiques devrait être effectué et couplé à une simulation hygrothermique (ex : WuFi) afin de mettre en évidence les risques de condensation au niveau des têtes de plancher.

Propositions

Isolation thermique intérieure : une solution qui peut générer des pathologies dans le bâti ancien...notamment en provoquant de la condensation dans la maçonnerie. La question des capacités de séchage des murs en brique est donc essentielle.

Quelques précautions :

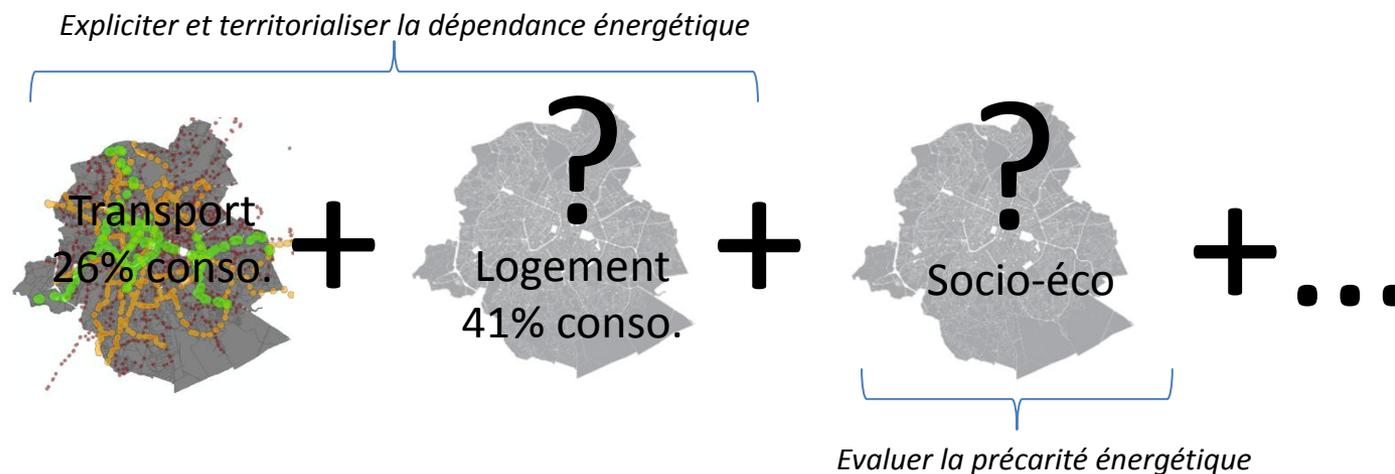
- À ne jamais mettre en œuvre sur des murs trop exposés aux intempéries (W, SW, S)
- À ne jamais mettre en œuvre sur des façades aux enduits piochés
- Les briques émaillées ou vernissées sont trop imperméable, le mur ne peut sécher
- Les isolants étanches (polystyrènes) sont à proscrire
- Les isolants « alternatifs » (béton cellulaire, béton de chanvre, enduit chaux chanvre, liège, etc...) sont à priori écartés ($U=0,8$) car jugés non performant
- etc... voir étude ISOLIN (Région Wallonne)

*Façade dont l'enduit a été pioché
... incompatible avec l'isolation
intérieure*



Conclusion générale (1/3)

- 1/ Procéder à la collecte d'un grand nombre de données statistiques de consommations d'énergie dans le bâti ancien afin d'améliorer la connaissance du parc existants et de ses spécificités.
- 2/ Procéder à la capitalisation des retours des expériences (« ce qui ne marche pas ») afin d'aider à l'amélioration de la qualification des maîtres d'œuvre. Un suivi à orchestrer sur le long terme (c-a-d durant toute la durée de vie de l'opération de réhabilitation).
- 3/ Procéder à une territorialisation de la dépendance énergétique (production de cartes thématiques).



Conclusion générale (2/3)

3/ Réinterroger le niveau des aides publiques au regard de la performance exigée dans l'ancien, valider leur efficacité en réalisant des comparatifs « avant/après ».

Evaluation de la portée économique des solutions de rénovation : le logiciel PAE conclue, dans les plupart des cas étudiés, à un temps de retour excédent la durée de vie des solutions de rénovation (dans le cadre d'hypothèses très optimistes).

- Soit le niveau d'exigence (valeur de U) est trop élevé ?
- Soit les solutions envisagées ne sont pas adaptées aux profils de consommation des bâtiments anciens ?
- Soit le logiciel n'est pas adapté au conseil énergétique pour les bâtiments anciens ?

Si les acteurs économiques n'ont pas d'intérêt financier à engager des travaux d'économie d'énergie, l'objectif global de -20% ne semble pas atteignable par ce biais ... les subsides ont de grandes chances d'être détournés et d'alimenter des effets d'aubaine.

Exemple de l'audit PAE du bâtiment néoclassique (A)

coût unitaire (€/m ²)	
isolation (U=0,49)	double vitrage (U=1,63)
135	200

prix du gaz (€/kWh)	0,065
taux d'intrêt	3 %
inflation	2 %

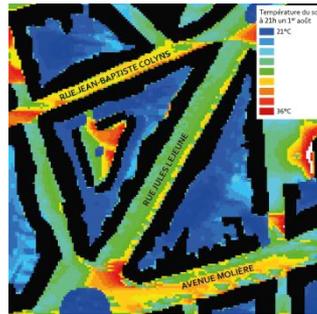
prix du gaz (€/kWh)	0,13
taux d'intrêt	3 %
inflation	2 %

	surface (m ²)	investissement (€)	durée de vie de l'investissement (année)	temps de retour (année)	temps de retour actualisé (année)
façade avant	34,93	92,66	30	39	46
façade arrière	29,43	92,66	30	39	46
annexe	19,75	61,32	30	19	22
fenêtre SV	7,09	29,26	20	35	38

	temps de retour (année)	temps de retour actualisé (année)
	20	23
	20	23
	9	11
	14	15

Conclusion générale (3/3)

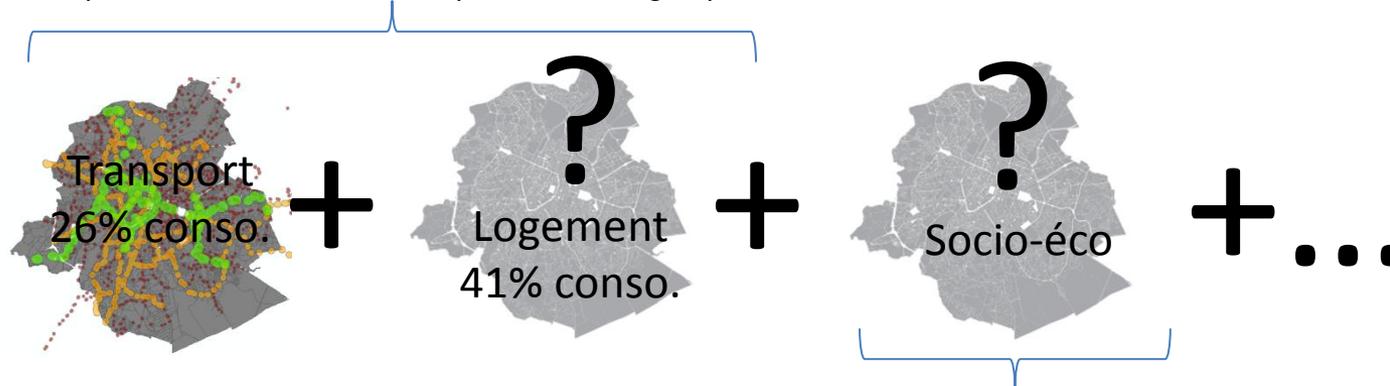
3/ Le règlement urbain doit jouer son rôle d'accompagnement de la densification. Notamment en préservant la vocation de certains espaces verts intérieurs lorsque cela est nécessaire afin de prévenir l'apparition d'îlots de chaleur urbains.



Réalisé avec Brussels UrbanSP – Deux lots triangulaires de part et d'autre de la rue Jules Lejeune (beelles). À gauche la densification de l'îlot au profit d'un parking a fait chuter la trame végétale comprise en cœur d'îlot au profit de sols imperméables minéralisés. Ici la vulnérabilité à l'ICU est accrue et avec une densification en cœur d'îlot.

4/ Procéder à une territorialisation de la dépendance énergétique (production de cartes thématiques).

Expliciter et territorialiser la dépendance énergétique



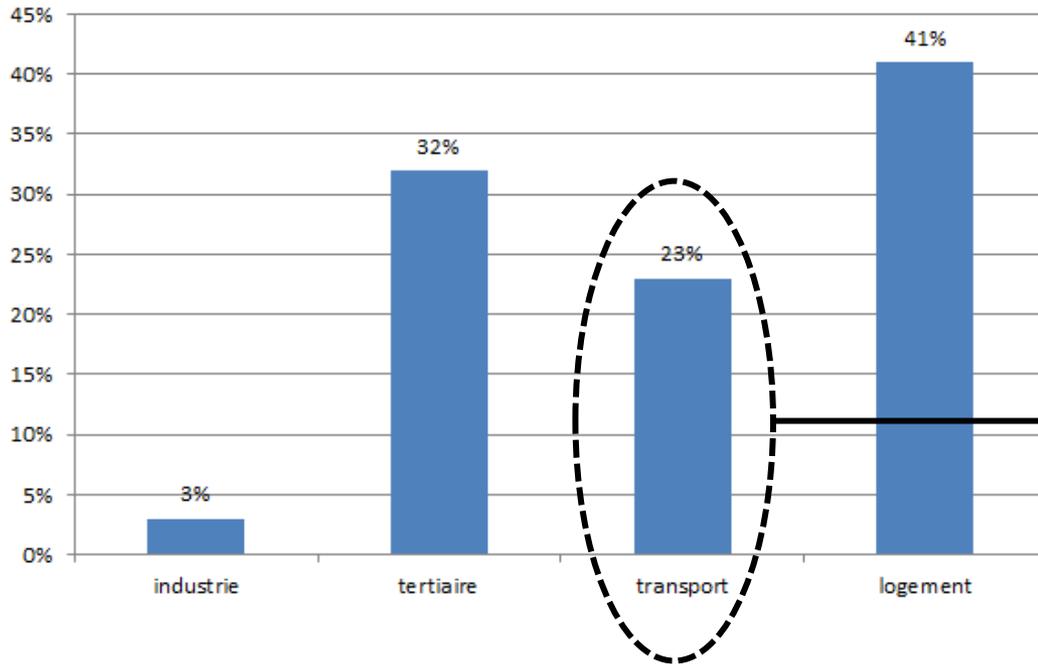
Evaluer la précarité énergétique

Merci

Annexes : considérations d'échelle régionale

Penser la dépendance énergétique comme facteur de vulnérabilité suppose de territorialiser les consommations... et donc révéler les inégalités de la Région ... inégalités existantes ou en devenir.

Bilan énergétique de la Région Bruxelles-Capitale (2006)



Nb : les « smartgrids » ont remis au goût du jour ce besoin de territorialisation auprès des fournisseurs d'énergie

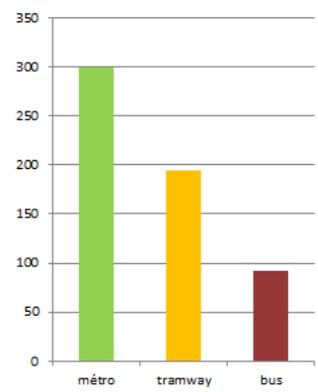
Annexes : considérations d'échelle régionale

Exemple d'exercice mené sur la composante transport des consommations.

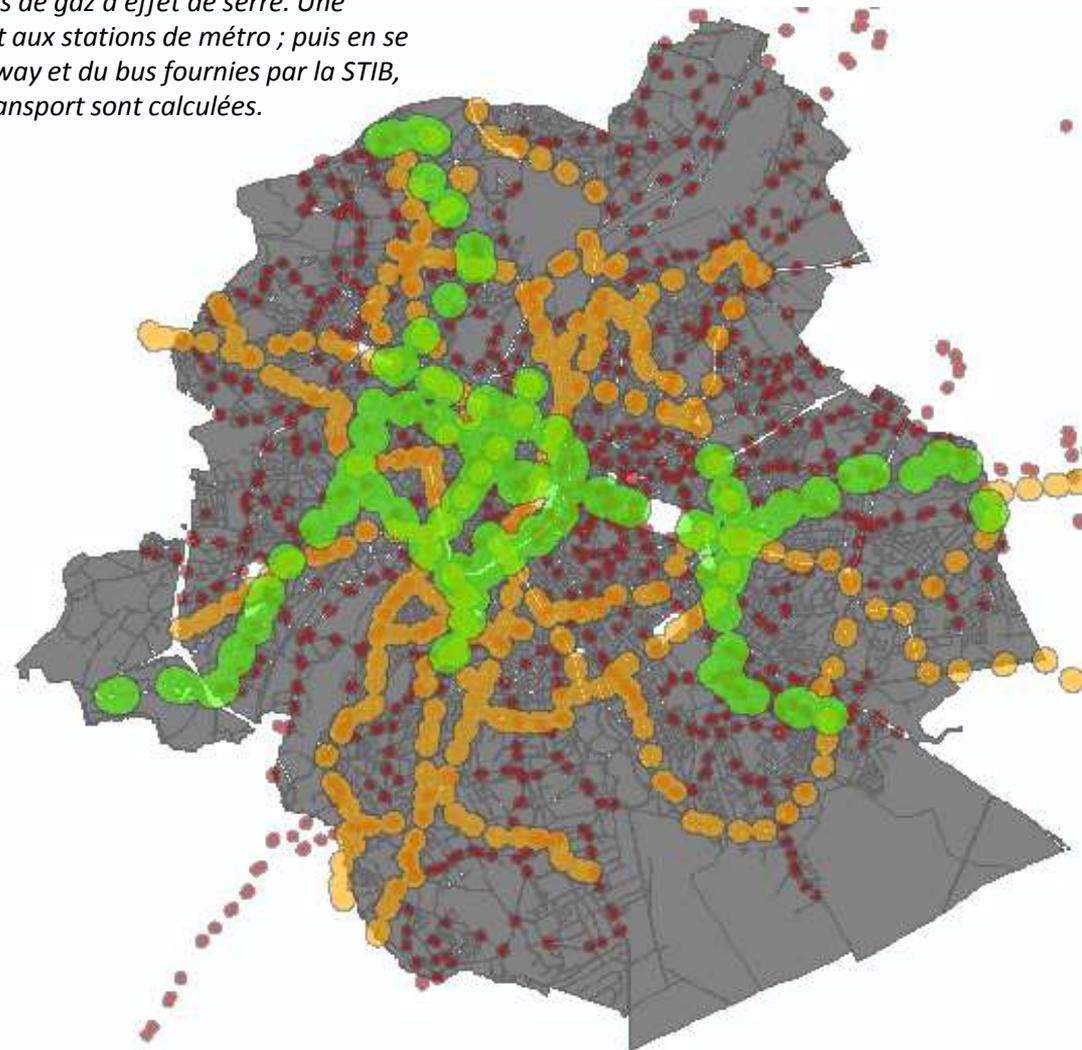
Les stations de transport en commun sont affectées d'aires d'influence inversement proportionnelles à leur émissions de gaz à effet de serre. Une desserte de 300m est affectée arbitrairement aux stations de métro ; puis en se basant sur les émissions spécifiques du tramway et du bus fournies par la STIB, les aires d'influence de ces deux modes de transport sont calculées.

Métro
300m

ÉMISSION DE CO₂ SELON LES MODES DE TRANSPORTS (en gCO₂/km/passager)

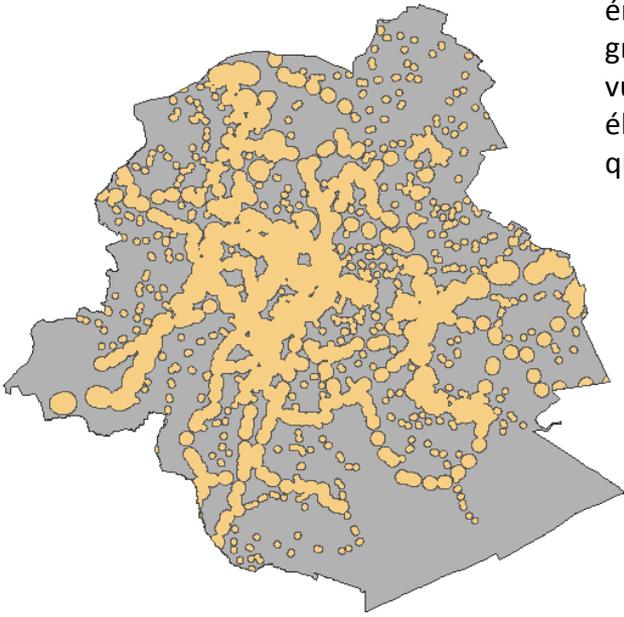
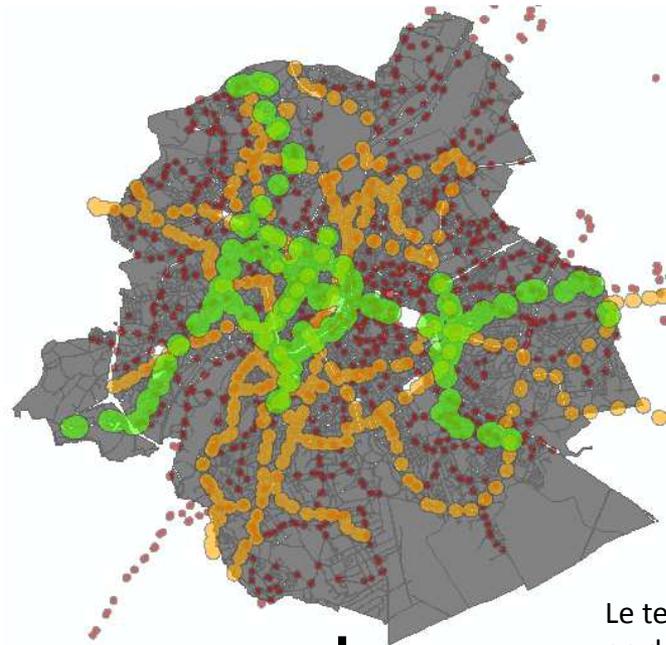


Métro Tramway Bus
300m 195m 92m



Annexes : considérations d'échelle régionale

Exemples de zoom sur des carrés de 1,5km de côté :



Le territoire peut être ainsi divisé en deux zones au regard de la dépendance énergétique et des émissions de gaz à effet. Les zones grises sont des zones où la vulnérabilité des ménages est élevée au regard de la mobilité quotidienne.

St-Gilles

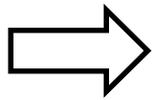
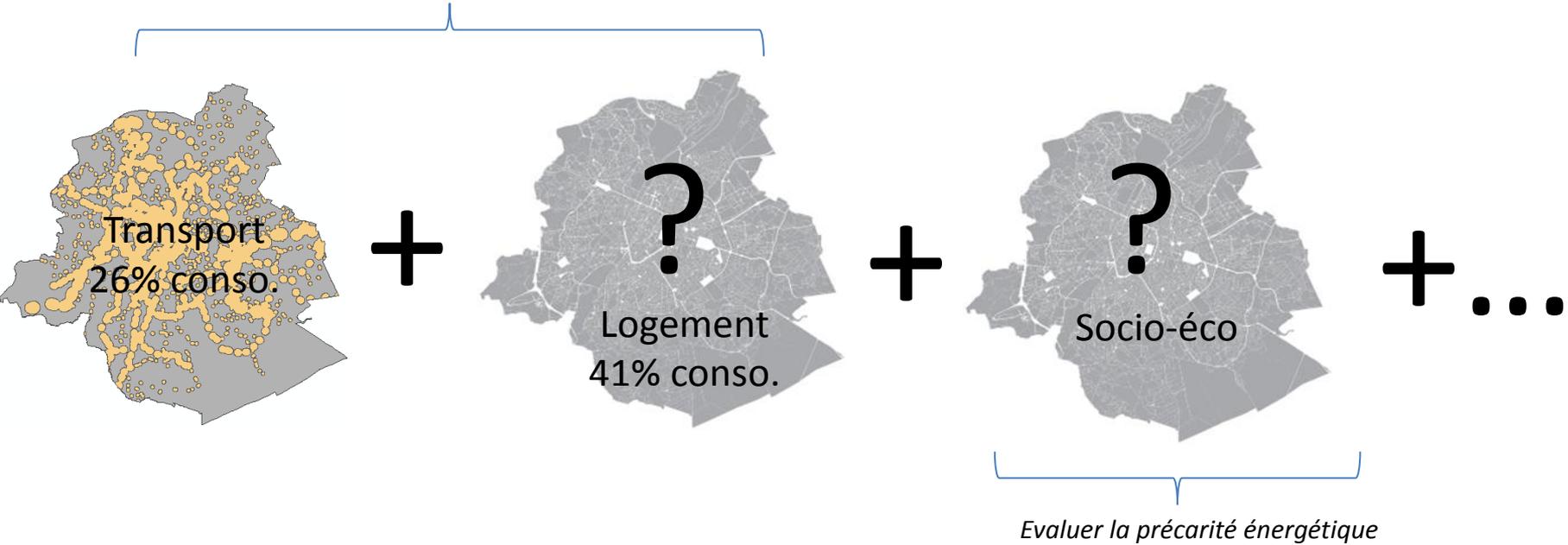


Woluwe-St-Pierre & Woluwe-St-Lambert

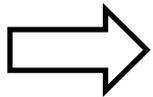


Annexes : considérations d'échelle régionale

Expliciter et territorialiser la dépendance énergétique



Objectif : aboutir à un diagnostic territorial de l'énergie, identifier les zones les moins préparées à l'emballement des prix de l'énergie, prévenir les risques économiques et socio., etc.



Recommandation : cartographier les consommations d'énergie des logements ... Comprendre leurs niveaux et leurs répartitions