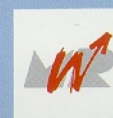
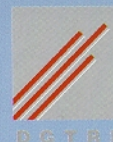
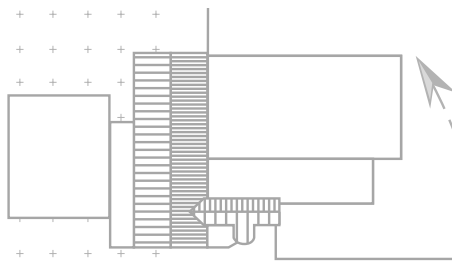


Le Cadastre Énergétique des bâtiments, un outil pour définir les priorités d'intervention



le cadastre
énergétique



*Cadaastre
énergétique*

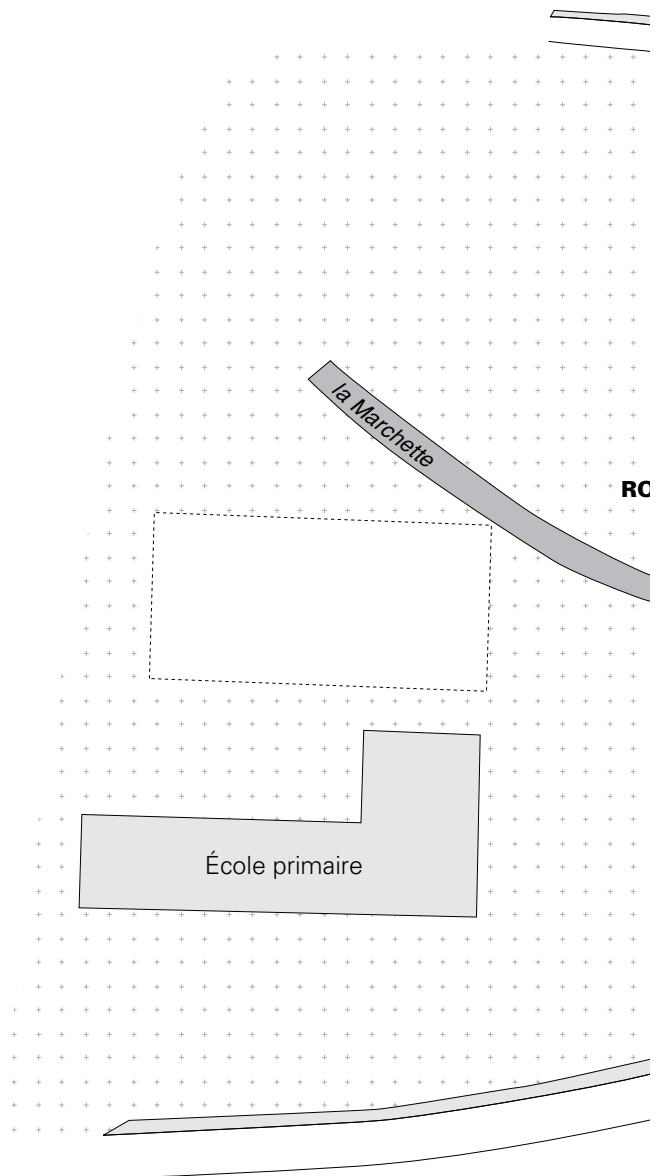
La mise en place d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie (URE) au sein d'une institution utilisatrice impose la détermination aussi précise que possible des priorités d'action. C'est dans ce but que la Division Energie de l'Université de Mons-Hainaut (UMH) a élaboré une méthode de travail rapide qu'elle utilise depuis plus de dix ans déjà dans le cadre des dossiers de subordination aux investissements économiseurs d'énergie "AGEBA": le "Cadaastre énergétique".

La présente brochure a pour objectif :

- de permettre aux bénéficiaires des subsides "Ageba" de mieux comprendre la finalité du "Cadaastre énergétique" élaboré pour eux par l'Université de Mons-Hainaut,
- d'inciter chaque "Responsable Energie" à utiliser la méthode pour déterminer les priorités d'action dans son propre parc de bâtiments et suivre l'évolution des améliorations éventuellement réalisées.

La méthode peut être utilisée par tout gestionnaire qui dispose d'un parc de plusieurs bâtiments répartis sur une zone climatique homogène.

L'exemple de l'Institut Notre-Dame à Marche-en-Famenne illustre nos propos, ainsi que celui du Centre Belge du Tourisme des Jeunes (CBTJ) dont le siège se trouve à Bruxelles.

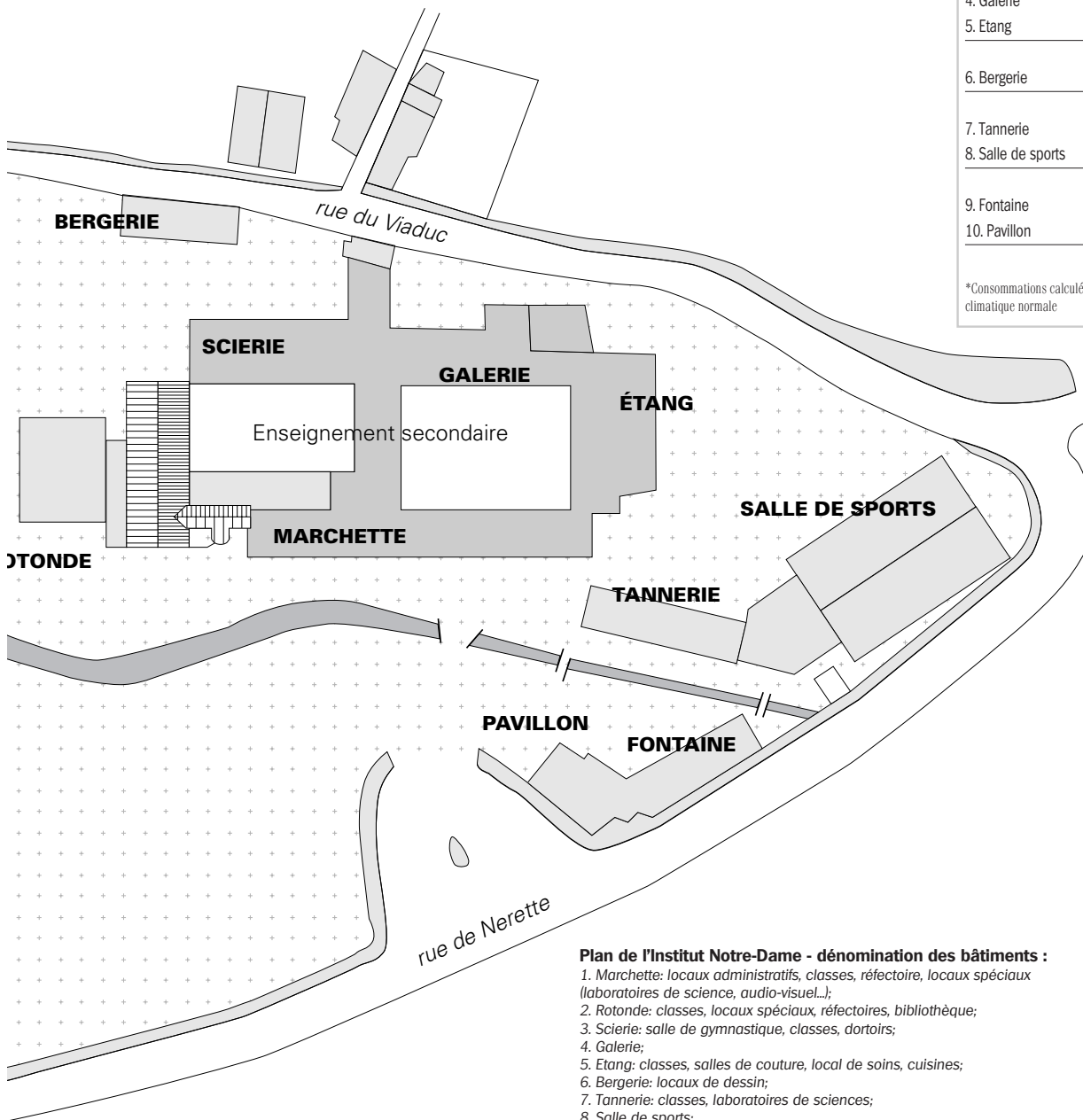


L'Institut Notre-Dame à Marche a été fondé en 1843 par cinq Soeurs de Notre-Dame répondant à une demande de Monsieur le Doyen Arnould et de Monsieur le Bourgmestre Dupont, sur recommandation de SM la Reine Marie-Louise, épouse de Léopold 1er. En 1879, les Soeurs doivent quitter les locaux de la Ville où elles étaient installées et trouvent refuge, en 1882/83, à l'endroit où se trouve, encore aujourd'hui, l'Institut Notre-Dame. Depuis cette date, l'Institut ne cesse de se développer. Le site a bien changé: de nombreux bâtiments sont venus s'ajouter aux deux bâtiments originels.

L'école comptait 850 élèves en 1995/96. La consommation totale d'énergie pour les besoins du chauffage des locaux s'élève à 200.000 litres de mazout pour une année climatique normale soit une dépense moyenne annuelle totale de 1.336.000 F (avec un prix moyen de 6,68F/l).

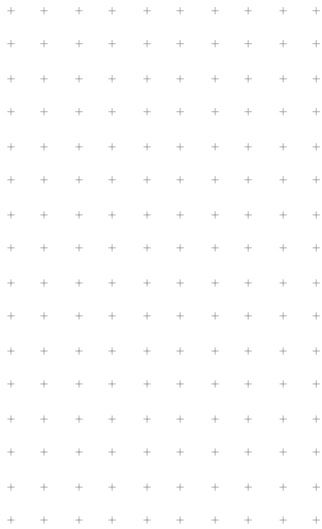
Bâtiment	Cons./an*
1. Marchette	
2. Rotonde	
	89.680 l/an
3. Scierie	
	48.910 l/an
4. Galerie	
5. Etang	
	29.077 l/an
6. Bergerie	
	4.675 l/an
7. Tannerie	
8. Salle de sports	
	13.972 l/an
9. Fontaine	
10. Pavillon	
	15.539 l/an

*Consommations calculées en année climatique normale



Plan de l'Institut Notre-Dame - dénomination des bâtiments :

1. Marchette: locaux administratifs, classes, réfectoire, locaux spéciaux (laboratoires de science, audio-visuel...);
 2. Rotonde: classes, locaux spéciaux, réfectoires, bibliothèque;
 3. Scierie: salle de gymnastique, classes, dortoirs;
 4. Galerie;
 5. Etang: classes, salles de couture, local de soins, cuisines;
 6. Bergerie: locaux de dessin;
 7. Tannerie: classes, laboratoires de sciences;
 8. Salle de sports;
 9. Fontaine: classes, salle de rythmique;
 10. Pavillon: salles de musique et de technologie.
- Sur le plan du chauffage, certains de ces bâtiments sont desservis par une même installation.



Isolation thermique des combles du bâtiment "Marchette" (chantier en cours)

Efficacité énergétique :

C'est à l'initiative de Monsieur Noirhomme, Directeur de l'établissement, que la préoccupation URE se développe à l'Institut Notre-Dame.

C'est à Monsieur Van Halle et Madame D'Haese que reviennent la mise en place de cette politique d'économie d'énergie.

D'emblée, certaines actions s'imposent: les $\pm 800 \text{ m}^2$ de combles du bâtiment Marchette ne sont pas isolés thermiquement.

Deux techniques sont possibles pour remédier à cet inconvénient majeur:

- l'isolation par un matelas de laine minérale déroulé sur la structure du plafond (plafonnage sur treillis suspendu) + pare-vapeur de classe E1;
- l'isolation par pose d'un tapis de vermiculite sur la même structure + pare-vapeur de classe E1.

Les deux solutions sont en concurrence étant donné la configuration des lieux et les caractéristiques de ces matériaux.

La solution retenue est la pose de matelas de laine minérale de 12 cm d'épaisseur, notamment parce que la pose était possible par des membres de l'équipe d'entretien.

Suite à cette intervention, la consommation du bâtiment "Marchette" est donc passée de 89.680 à 76.505 litres de mazout.

Type de paroi	Coefficient de déperdition énergétique	gain l/an
plafond plâtre 775 m ²	k= 3.86W/m ² K	
plafond plâtre + 8 cm laine de verre ou 12 cm vermiculite	k= 0.44W/m ² K	12.710 l
plafond plâtre + 12 cm laine de verre ou 17.5 cm vermiculite	k= 0.31W/m ² K	13.175 l

Isoler : choix du matériau...

	-	+
Matelas de laine minérale	découpes à réaliser dans les lés	prix
Vermiculite	poids spécifique 80kg/m ³	pose facile

Au-delà de cette première action, l'ensemble des bâtiments reste améliorable. Les opérations à y mener portent sur la qualité thermique des enveloppes et sur les performances des installations. Il n'empêche, un guide de travail devient nécessaire, à la fois pour optimiser le rendement des investissements à consentir mais aussi pour focaliser les forces de chacun dans cette entreprise.

La méthode du "Cadastre Energétique" mise au point par la division Energie de l'Université de Mons-Hainaut se prête bien à l'objectif poursuivi : déterminer les bâtiments où une intervention URE est prioritaire.



Isolation thermique des combles du bâtiment "Marchette"
(chantier en cours)

CADASTRE

énergétique

Le "Cadastre Energétique" constitue l'inventaire des bâtiments d'un patrimoine classés en fonction de leur qualité énergétique, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif.

Deux critères de qualité énergétique ont été établis afin de mettre en évidence les immeubles qualitativement les plus déficients ⁽¹⁾.

a) L'indice énergétique E



(1) La brochure "Comptabilité énergétique, pourquoi-comment ?" éditée par la Région Wallonne présentait une méthode de calcul légèrement différente. Cette méthode n'ayant pas été validée sur un parc suffisant de bâtiment, était présentée au titre de démonstration.

Nous présentons ici la méthode utilisée par l'UMH pour la gestion des dossiers de subvention "AGEBA" et donc testée sur un parc important de bâtiments appartenant aux Pouvoirs locaux (communes, provinces, CPAS, intercommunales).

(2) Pour le développement théorique de cette méthode, voir le syllabus de cours sur le Cadastre énergétique, disponible à l'Institut Wallon.

(3) Pour comprendre la notion de "degré-jour", voir la brochure "Comptabilité énergétique. Pourquoi? Comment?" disponible à l'Institut Wallon.

L'indice énergétique E est un critère estimatif de la qualité énergétique d'un immeuble.

$$E = \frac{\text{kglm}}{\eta}$$

où

kglm = coefficient global moyen de déperdition du bâtiment
 η = rendement global de l'installation

Un indice E élevé est le reflet, soit d'une enveloppe thermique mal isolée, soit d'un défaut d'étanchéité à l'air du bâtiment, soit d'une installation de chauffage défectueuse, soit encore de la présence simultanée de plusieurs de ces phénomènes. L'indice E peut être estimé par la formule suivante ⁽²⁾ :

$$E = \frac{1}{86400} \times \frac{\text{Ca} \cdot \text{Pi}}{\text{Se} \cdot \text{Djp}}$$

Les différents coefficients sont connus :

1. Ca : consommation annuelle moyenne normalisée du bâtiment
2. Pi : pouvoir calorifique inférieur du combustible utilisé
3. Se : superficie extérieure du bâtiment
4. Djp : degrés-jours pondérés



Comment le calculer ?

Ca : consommation moyenne normalisée exprimée en unité usuelle (l, m³, kWh, ...)

Il convient, pour annuler l'effet de stock ou d'irrégularité dans les dates de relevé du compteur, de :

- se référer à la consommation de 3 années consécutives au moins
- de normaliser ces consommations (= neutraliser l'effet des variations climatiques) de la manière suivante :

$$C_N = \frac{C \text{ observée} \times D_j \text{ normaux}}{D_j \text{ observés}}$$

(les Dj observés et Dj normaux peuvent être obtenus auprès de l'IRM[®], pour la station de référence)

- de calculer la consommation annuelle normalisée moyenne par la formule

$$C_a = \frac{\sum_{i=1}^n C_N}{n}$$

où n = nombre d'années prises en compte



Il convient de considérer toutes les consommations de chauffage des locaux, y compris celles des systèmes de chauffage d'appoint.

Pi : pouvoir calorifique inférieur, exprimé en joules par unité de combustible (voir tableau 1 page suivante)

Se : superficie extérieure des bâtiments exprimée en m². Ici, on considère que la superficie extérieure correspond à la superficie des parois extérieures verticales latérales au contact avec l'air extérieur (on néglige les murs mitoyens) et la superficie au sol du bâtiment (on considère que celle-ci constitue une bonne approximation de la superficie de la toiture, tandis que les déperditions d'énergie par les planchers sont négligées). Ces superficies sont calculées extra-muros.

Djp : les degrés-jours pondérés Djp utilisés ont été calculés par l'Université de Mons-Hainaut, en fonction de divers types d'occupation et permettent d'apporter une correction par rapport aux Dj15/15 généralement utilisés, tenant compte des temps moyens d'occupation, des températures moyennes intérieures, des apports gratuits moyens ... dans chaque type d'affectation.

Djp : voir tableau 2 page suivante

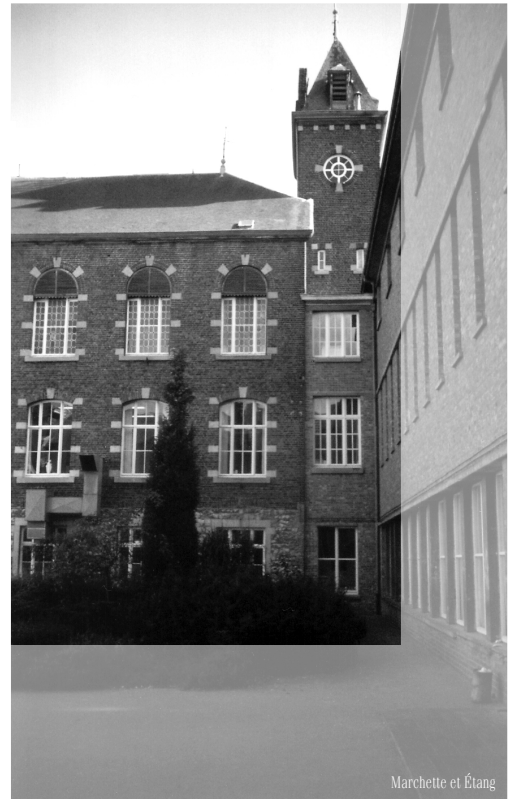
b) L'indice énergétique pondéré Ep

D'un point de vue économique et pratique, il peut être plus rentable d'investir dans un immeuble présentant une consommation importante avec un indice E moyen plutôt que dans un immeuble ayant un indice E élevé, et donc très mauvais, mais dont la consommation est plus faible. Aussi, un deuxième classement sur base de l'indice E pondéré par l'importance de cette consommation annuelle peut être dressé. Ce classement (Ep) permet de mettre en évidence le potentiel d'économie d'énergie à récupérer. Un indice Ep élevé est le reflet d'un potentiel d'économie d'énergie important. Il s'agit donc d'un critère quantitatif d'aide à la décision.

Comment le calculer ?

$$E_p = \frac{E \times C_a \times P_i}{10^2}$$

où la consommation est exprimée dans une même unité que pour le calcul de l'indice E.



Marchette et Étang



Rotonde



Tannerie



Combustible	Pouvoir calorifique inférieur
Gasoil	36,0 J/l *
Gaz naturel (riche)	36,5 J/Nm³ *
Butane	45,5 J/kg *
Propane	46,3 J/kg *
Charbon (anthracite)	31,4 J/kg *
Bois (max. 25 % HR)	15,1 J/kg *
	* x 10 ⁶

Le tableau, ci-contre, donne les valeurs des pouvoirs calorifiques inférieurs de différents combustibles.

Affectation du bâtiment	Zones climatiques (voir annexe 1)			
	II	III	IV	V
01 - Immeuble de bureaux non ouvert au public	2.660	2.980	3.290	3.500
02 - Immeuble de bureaux ouvert au public	2.530	2.860	3.160	3.370
03 - Centre culturel, bibliothèque	2.180	2.480	2.770	2.970
04 - Ecole utilisée uniquement le jour	2.930	3.260	3.570	3.790
05 - Ecole utilisée uniquement le soir	2.800	3.140	3.450	3.660
06 - Ecole utilisée le jour et le soir	3.090	3.430	3.740	3.960
07 - Home	3.870	4.230	4.560	4.790
08 - Salle omnisport (sans piscine)	1.300	1.540	1.710	1.930
09 - Piscine	*	*	*	*
10 - Salle omnisport avec piscine	*	*	*	*
11 - Théâtre, salle de fêtes	2.130	2.430	2.710	2.920
12 - Centre de santé, crèche	3.570	3.930	4.250	4.480
13 - Services de police ou d'incendie	3.170	3.510	3.830	4.050
14 - Garages, ateliers	1.190	1.420	1.640	1.790
15 - Logement de personnel communal (conciergerie)	3.250	3.590	3.910	4.130
16 - Abris de cantonnier, garde	**	**	**	**
17 - Bâtiment à usage technique (station de pompage)	**	**	**	**

Le tableau, ci-contre, donne les valeurs des degrés-jours pondérés D_{ijp}, à utiliser pour le calcul en fonction des différentes zones climatiques. L'annexe 1 fournit la carte géographique de répartition des zones climatiques.

* Pour les bâtiments comportant une piscine, c'est-à-dire les bâtiments appartenant aux catégories 9 et 10, il n'est pas possible d'utiliser une valeur de degrés-jours normalisée ; en effet, la présence dans ces bâtiments de consommateurs d'énergie auxiliaires, nécessaires pour la production de chaleur destinée au réchauffement de l'eau de piscine, de l'eau des douches, et la grande consommation d'énergie due au réchauffement de l'air de déshumidification ne permet pas d'obtenir de chiffres valables. Le calcul de l'indice énergétique n'est donc pas significatif pour ces bâtiments.

** Pour les bâtiments appartenant aux catégories 16 et 17, le calcul de l'indice énergétique ne permet pas de tirer de conclusions valables ; en effet, on a très souvent constaté que ces bâtiments sont chauffés de manière sporadique par des installations de chauffage décentralisées (poêles, chauffeuses, ...). Vu la faible occupation de ces bâtiments, et sans pour autant négliger l'aspect "économie d'énergie", il est évident que les améliorations qui peuvent y être apportées ont essentiellement pour but d'améliorer le confort des occupants ou de maintenir dans ces bâtiments une température minimale de manière à y éviter le gel.

Institut Notre-Dame de Marche calcul des indices E et Ep et cadastre énergétique

Calcul des indices E et Ep

	Cons. norm. annuelle (moyenne 3 ans)	Affectation	Dj pondérés	Superficie au sol	Superficie extérieure	Se = Ss+SI	E	Ep
Marchette avant ***	89680	06/15**	3430*66% 3590*33%	1831	3940	5771	1,86	6,00
Marchette après***	76505	06/15**	3430*66% 3590*33%	1831	3940	5771	1,58	4,26
Etang	29077	04	3260	422	1365	1787	2,08	2,18
Pavillon	15539	04	3260	348	680	1028	1,93	1,08
Scierie	48910*	06	3430	718	1963	2681	2,23	3,92
Bergerie	4675	04	3260	83	221	304	1,97	0,33
Tannerie	13972	04/08**	3260*33%	1358	1145	2503	1,10	0,55
Sport			1540*66%					

* comprend ECS pour douches et dortoirs; dans ce cas, on peut estimer et retrancher les consommations relatives à l'usage sanitaire ou les maintenir et nuancer l'interprétation de E et de Ep.
 ** 66% école et 33% dortoirs.
 ***estimations avant et après isolation des combles

Cadastre énergétique

Classement des bâtiments selon l'indice E

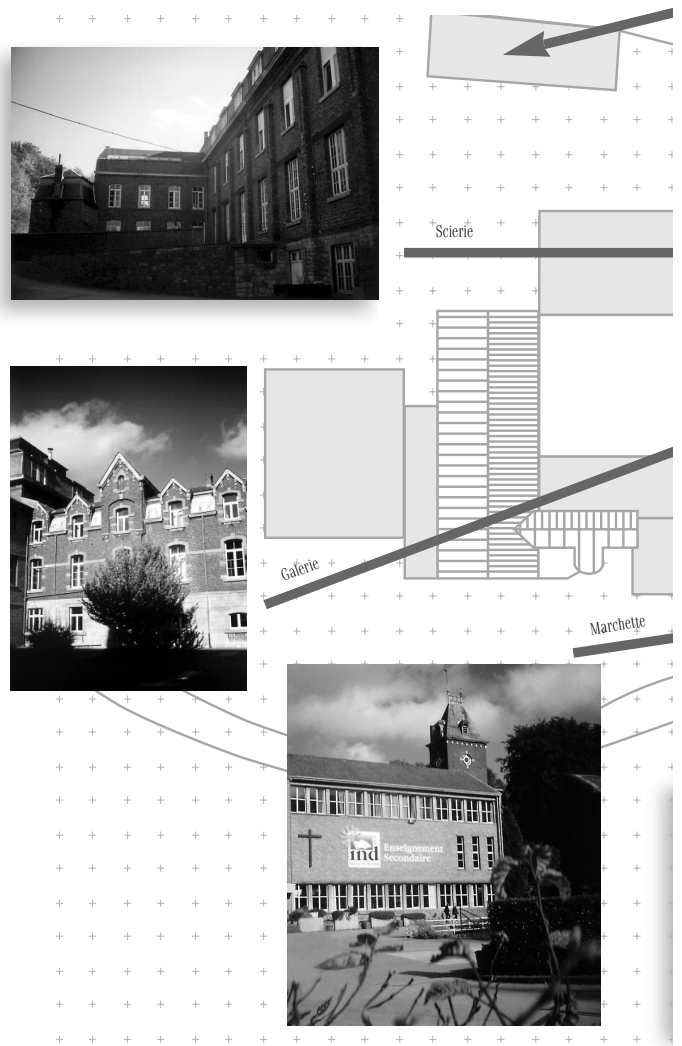
Ce classement permet de repérer immédiatement les immeubles thermiquement améliorables

	E
1. Scierie	2,23
2. Etang	2,08
3. Bergerie	1,97
4. Pavillon	1,93
5. Marchette	1,86
	1,58 (après isolation des combles)
6. Tannerie + sport	1,10

Classement des bâtiments selon l'indice Ep

Ce classement permet de déterminer les priorités en matière d'URE, considérant le potentiel d'économie réalisable.

	Ep
1. Marchette	6,00
	4,36 (après isolation des combles)
2. Scierie	3,92
3. Etang	2,18
4. Pavillon	1,08
5. Tannerie + sport	0,55
6. Bergerie	0,33



Appréciation

Dans le parc des bâtiments de l'Institut Notre-Dame de Marche, les bâtiments "Scierie", "Etang" et "Bergerie" sont d'une qualité thermique nettement améliorable.

Au vu de la consommation absolue des bâtiments, ce sont les bâtiments "Marchette", "Scierie" et "Etang" qui méritent des mesures correctives prioritaires. On ne s'étonnera pas d'un renversement des priorités, Ep indique bien un potentiel à réaliser. A noter que les consommations de la "Scierie" comprennent un usage "eau chaude sanitaire" (ECS) qu'il n'a pas été possible d'estimer. Un comptage de l'ECS est prévu afin d'affiner le tableau.



Bergerie



Etang



Sport



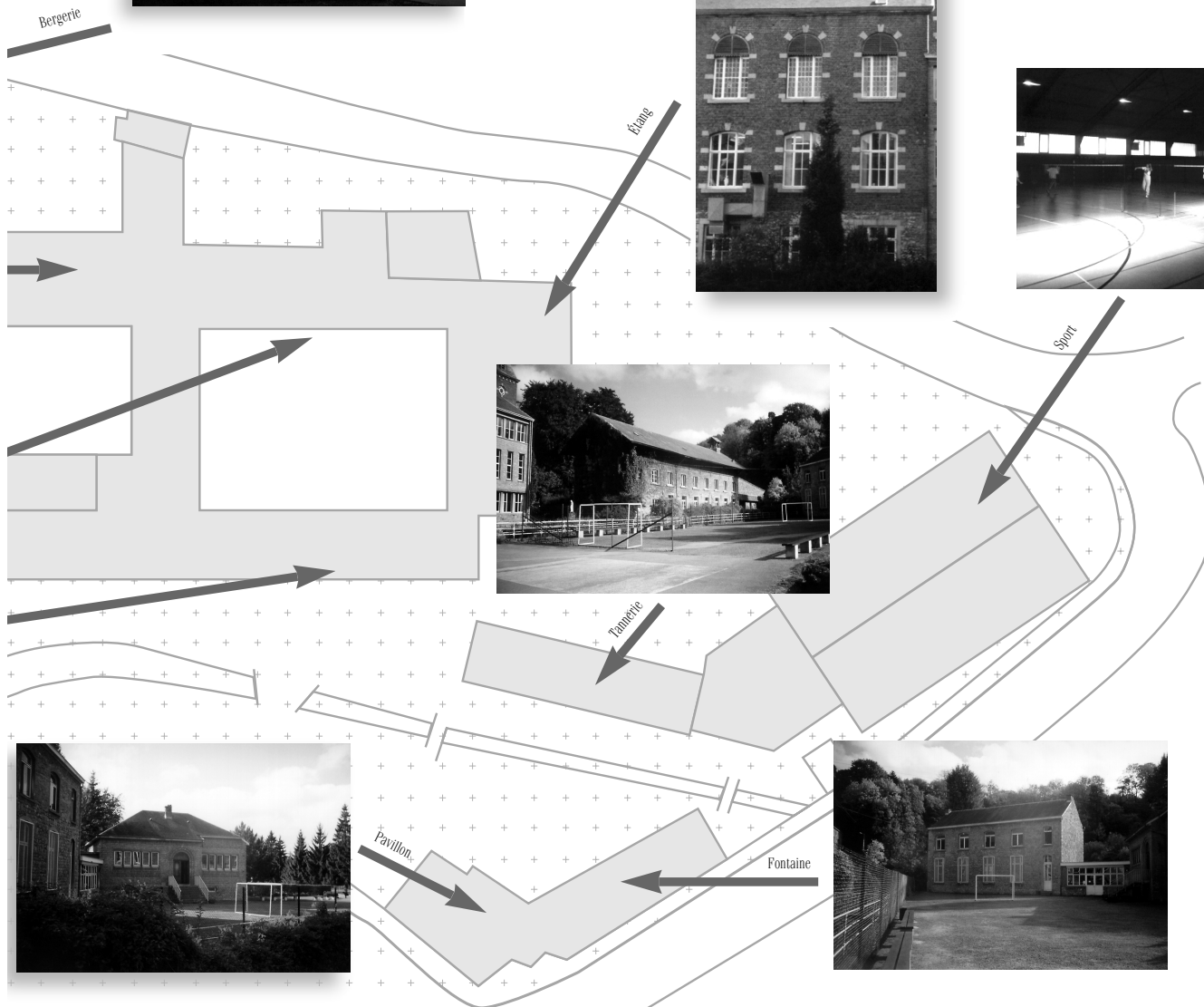
Tennis



Pavillon



Fontaine



Récapitulatif de la méthode

Répérer la zone climatique concernée (cfr. carte en annexe)

Recueillir les données suivantes:

- Dj 15/15 (IRM)
- DjN 15/15 (IRM)
- Dj pondérés (cfr. tableau ci-avant)
- Consommations brutes annuelles (3 années au moins)
- Superficie au sol, extra-muros
- Superficies latérales des parois verticales en contact avec l'air extérieur
- Type de combustible et pouvoir calorifique inférieur (cfr tableau ci-avant)
- Type d' affectation (cfr tableau ci-avant)

Calculer la consommation annuelle normalisée

Calculer la consommation annuelle normalisée moyenne

Calculer la valeur de l'indice E

Calculer la valeur de l'indice Ep

Comparer les résultats des différents bâtiments entre-eux.

Limites de la méthode

Les définitions, volontairement simplistes, des indice énergétique E et indice énergétique pondéré Ep, ont pour objectif d'attribuer à chaque bâtiment, un indice énergétique qui n'exige pas le calcul des coefficients de déperdition thermique des parois des bâtiments, ni la mesure des rendements de l'installation de chauffage.

A l'origine, la méthode a été établie pour les bâtiments des Pouvoirs Locaux, réputés implantés sur un territoire limité. Pour une application de la méthode sur une zone plus large que le territoire communal, il convient d'être prudent en croisant les résultats obtenus avec d'autres critères.

Ce fut le cas, dans une étude menée au CBTJ (Centre Belge du Tourisme des Jeunes), organisme de tourisme social établi à Bruxelles mais comptant une vingtaine de bâtiments en Région Wallonne.

Ici, la difficulté tient de la répartition géographique des bâtiments et de leur mode d'occupation intermittente.



Le gîte d'étape de Brûly de pesche ■ Le gîte d'étape de Maboge-La-Roche
Le gîte d'étape de Houdemont ■ Le gîte d'étape de Eupen



Cadastre énergétique du CBTJ

	E	Ep	C./m ² l/m ²	C/nuitée l/nuit	% occupation annuel
Wanne	4,77	5,16	87,99	5,57	40,5
Han-sur-Lesse	3,80	2,93	29,98	2,52	25,8
Eupen I	3,70	2,60	15,00	1,84	27,2
Ovifat	3,11	2,57	30,33	2,32	41,3
Hastière	3,48	2,45	18,22	2,26	32,1
Rochefort	3,31	1,94	68,86	3,27	26,9
Bruly de Pesche	3,58	1,35	29,02	2,33	31,8
Basseilles I et II	2,08	1,30	26,03	1,74	43,3
Mormont	2,81	1,19	8,78	0,74	34,2
Bastogne	2,80	1,19	16,88	1,52	34,9
Cornimont	2,80	0,99	25,37	1,93	34,8
Arbrefontaine	2,16	0,91	50,16	4,95	23,3
Stavelot	3,40	0,90	20,60	4,41	12,0
Daverdisse	2,86	0,83	19,56	1,85	31,9
Houdemont	2,09	0,74	33,45	2,94	30,7
Chassepierre	2,14	0,62	24,32	1,85	41,5
Lesse	2,62	0,53	26,45	1,67	34,8
Maboge	2,42	0,46	18,19	1,10	47,2
Werbomont	2,28	0,45	18,48	1,07	34,2
La Reid	2,69	0,32	16,79	1,42	33,9
Eupen II	1,71	0,31	22,78	2,25	38,7
Moyenne	2,89	1,42	28,92	2,36	33,4

Situation au 01/11/93.

Toutes les consommations sont normalisées sur le climat de Uccle et sont exprimées en litres équivalents mazout par an.

En 1993, la consommation des gîtes était en moyenne plus importante que la consommation moyenne du secteur du logement. On pourrait s'attendre à une situation inverse étant donné le régime intermittent du chauffage de bâtiments de tourisme social. Il semble bien que ces moyennes élevées s'expliquent par l'absence de pilotage des installations de chauffage par les occupants occasionnels. Ceux-ci n'avaient aucune préoccupation, ni même souvent d'information, par rapport à un fonctionnement économe des systèmes de chauffage qui étaient mis à leur disposition.

Hors période de location, on pouvait même penser que les concierges des bâtiments maintenaient le fonctionnement du chauffage, sans aucun ralenti.

Dans le tableau ci-dessus, les indices E et Ep des gîtes de Wanne, Han-sur-Lesse, Eupen I, Ovifat, Hastière et Rochefort indiquent un potentiel d'économie d'énergie. Des interventions prioritaires devraient y être menées à propos de l'enveloppe des bâtiments et/ou des systèmes en place. Il faut nuancer ce constat, cependant, pour les gîtes de Eupen I et Hastière, en regard de leurs bons scores en C°/m² et C°/nuitée. C'est là sans doute l'effet de la méthode qui devrait porter sur des bâtiments appartenant à une même zone géographique. Les consommations des gîtes de Wanne, Rochefort et Arbrefontaine devraient même être vérifiées dans la mesure

où elles sont supérieures à 50 l/m² an. La vérification porterait sur:

- l'erreur de lecture,
- la variation des stocks entre deux mesures,
- les fuites ou vols sur les réservoirs ou les alimentations en combustible.

Le gîte de Stavelot doit être écarté de l'échantillon car il a connu une rénovation lourde en 1993. On sait par ailleurs que le chantier a provoqué une importante consommation d'énergie tandis que le gîte était fermé aux visiteurs.

On voit qu'un taux d'occupation plus important constitue une mesure favorable aux économies d'énergie (C°/m² moindre).

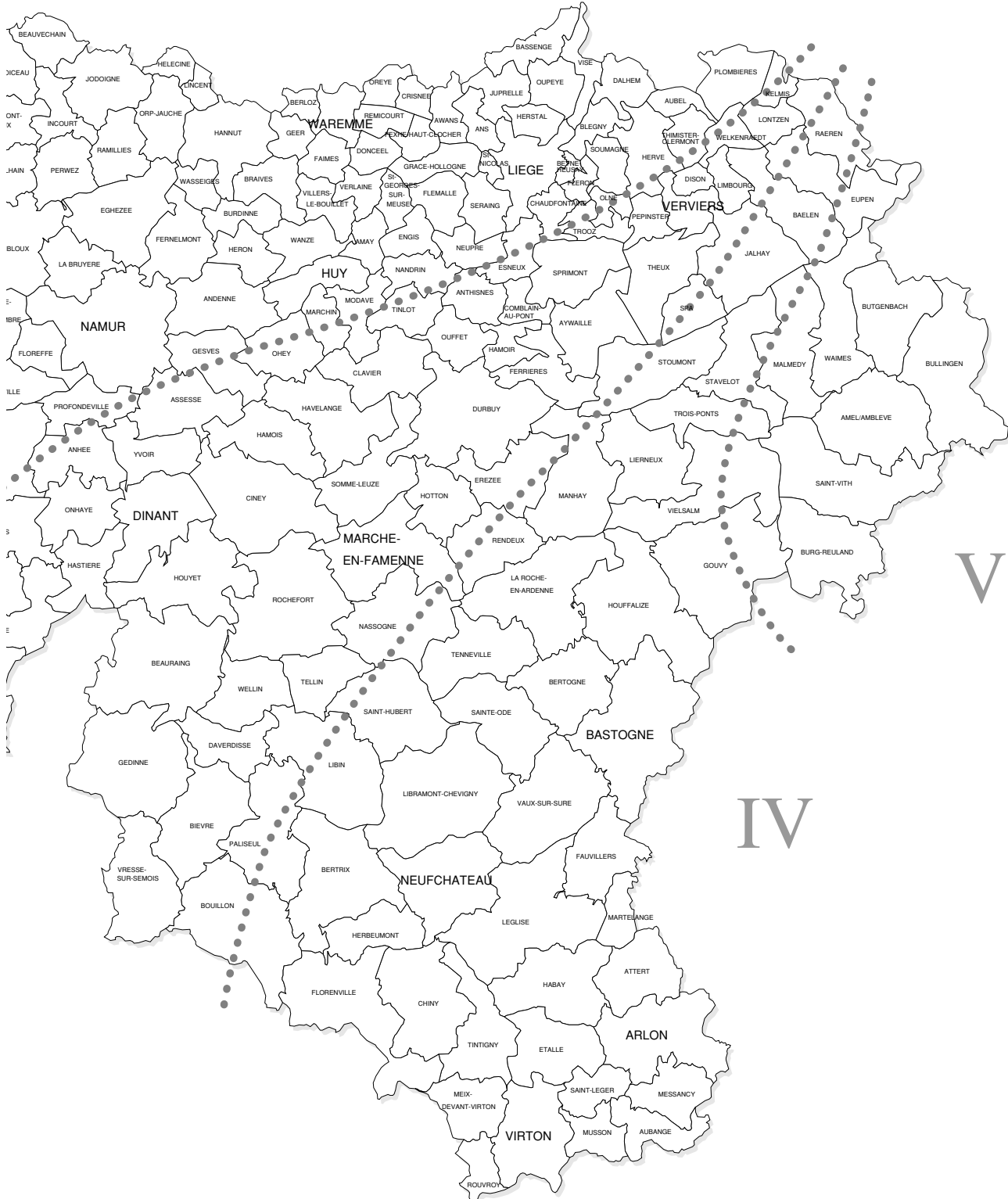
Cela n'est pas vrai dans les gîtes de Wanne et Ovifat.

En conclusion:

- dans tous les gîtes, il convient de favoriser une prise en charge du pilotage économe des installations par l'occupant et / ou par le concierge, en particulier dans les gîtes de Wanne, Han-sur-Lesse, Ovifat, Rochefort, Bruly-de-Pesche, Arbrefontaine et Houdemont.
- sauf erreur dans le relevé des données, les gîtes de Wanne, Han-sur-Lesse, Ovifat et Rochefort, méritent une investigation poussée quant aux systèmes de chauffe et à la qualité thermique de l'enveloppe du bâtiment.



**Répartition des communes wallonnes
en fonction des zones climatiques applicables
dans le cadre du "cadastre énergétique"**



V

IV

Table des matières :

Le "Cadastre énergétique"

L'indice énergétique E

L'indice énergétique pondéré Ep

Récapitulatif de la méthode

Limites de la méthode

Répartition des communes wallonnes en fonction des zones climatiques

Réalisé par l'Institut Wallon asbl,
Boulevard Frère Orban, 4 - 5000 Namur,
avec la collaboration et sur la base des travaux de
la Division Énergie de l'Université de Mons-Hainaut

à l'initiative du Ministère de la Région Wallonne,
DGTRE - Service de l'Énergie,
Avenue Prince de Liège, 7 - 5100 Jambes

Éditeur responsable,
M. Francis Ghigny,
Institut Wallon asbl
Boulevard Frère Orban, 4 - 5000 Namur

