

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

OUTILS DE DIAGNOSTIC
POUR LA RÉNOVATION

AUTOMNE 2017

L'enveloppe du bâtiment existant



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

Sur base de la présentation conçue par ICEDD asbl

Pierre WILLEM
éCORCE
LOGEMENTS CONSULTANTS



- ▶ Passer en revue les différents outils de conception énergétique de l'enveloppe/des bâtiments
- ▶ Disposer des outils et sources d'information utiles pour aborder une rénovation de bâtiment



OUTILS DE MODÉLISATION DES BÂTIMENTS

- ▶ Outils statiques
- ▶ Outils dynamiques

OUTILS DE CONCEPTION DE PAROIS

OUTILS ET INSTRUMENTS DE DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN

CHECK LIST DE CONCEPTION ET POINTS D'ATTENTION





Logiciel PEB

- ▶ Réglementaire
- ▶ Outil de conception neuf, peu adapté pour la rénovation de bâtiments existants
- ▶ Pas de stimuli pour la rénovation (pas de bilan énergétique/économique à l'isolation)

Expertise +++
Coût €
Timing IIYYI



Logiciel PHPP



- ▶ Idéal pour la conception/certification de bâtiments passifs
- ▶ Outil de conception neuf, peu adapté pour la rénovation « simple » de bâtiments existants
- ▶ Pas de stimuli pour la rénovation (pas de bilan énergétique/économique à l'isolation)

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique

Surface de référence énergétique A_{ref} : 156,0 m²

Méthode utilisée: Méthode mensuelle Certification standard passif:

			Critères respectés
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	14 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	oui
Résultat du test d'infiltrométrie:	0,2 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	oui
Besoin en énergie primaire (eau chaude sanitaire, chauffage, électricité auxiliaire et domestique):	91 kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	oui
Besoin en énergie primaire (eau chaude sanitaire, chauffage et électricité auxiliaire):	45 kWh/(m ² a)		
Besoin en énergie primaire économisée par la production d'électricité:	kWh/(m ² a)		
Puissance de chauffage:	10 W/m ²		
Surchauffe estivale:	3 %	sup. à 25 °C	
Besoin de refroidissement annuel:	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	
Puissance de refroidissement:	9 W/m ²		

Expertise +++

Coût €

Timing ⅡⅡⅡⅡ



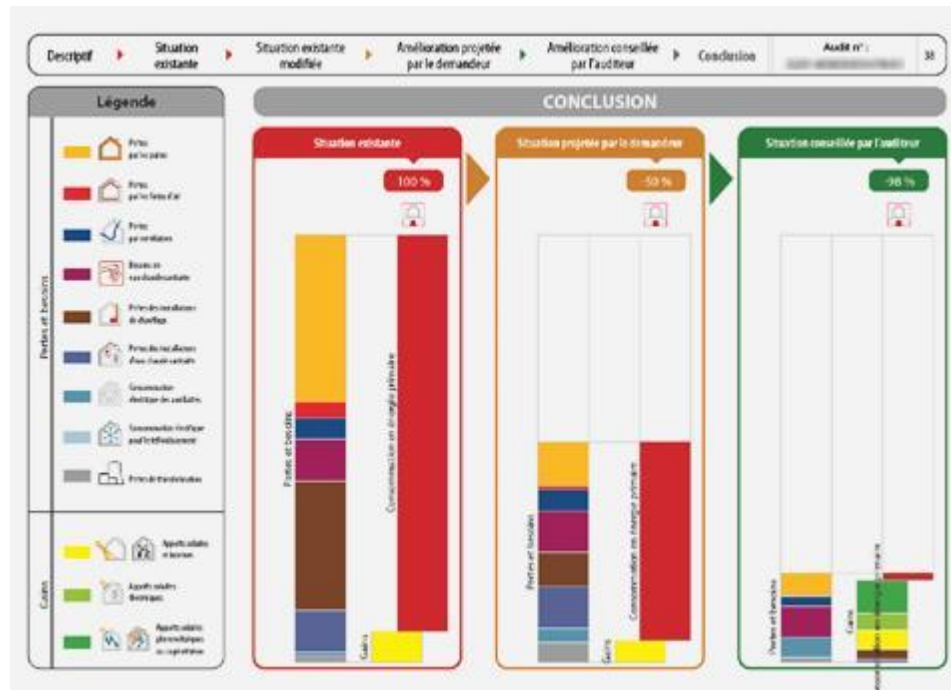
Logiciel PAE

- ▶ Idéal pour la rénovation de bâtiments existants
- ▶ Permet :
 - d'identifier les travaux les plus pertinents
 - de chiffrer ces travaux (investissement/économies)
 - de disposer d'un plan d'action concret et exhaustif
- ▶ Peu/pas présent en RBC



Logiciel PAE2

- ▶ Via un auditeur énergétique :
 - Super! (2 scenarii d'amélioration chiffrés)



Expertise +++
 Coût €
 Timing ⌚⌚⌚



OUTILS STATIQUES

Bilan énergétique (Energie +)

- ▶ Idéal pour évaluer les enjeux énergétiques dans les bâtiments existants (types de parois, système de chauffage)
- ▶ Outil simple d'utilisation = résultats approximatifs
- ▶ Pas de plan d'action chiffré

1° Calcul du niveau d'isolation thermique globale "K" d'un bâtiment, suivant NBN B62-301
Attention, cette méthode de calcul ne correspond pas à la méthode réglementaire actuelle. Elle présente une approche simplifiée.

Références du bâtiment		Maître d'ouvrage/Architecte/Auteur du projet		N° de dossier :		
				Date :		
Parois de la superficie de déperdition thermique	U_i [W/(m².K)]	A_i [m²]	$U_i \cdot A_i$ [W/K]	$\sum U_i \cdot A_i$ [W/K]	n_i	$\sum n_i \cdot U_i \cdot A_i$ [W/K]
1. Fenêtres, portes, portes-croisées et autres parois translucides (U_{max} 2,5 en RW et 1,8 pour le vitrage)			0,0	0,0	1	0,0
2. Portes solaires (U_{max} 2,4 en RW)			0,0	0,0	1	0,0
3. Murs extérieurs, façades (U_{max} 0,4)			0,0	0,0	1	0,0
4. Toitures (pentes, inclinaisons, ...) ou plafonds supérieurs en-dessous des espaces non-praticables (U_{max} 0,2)			0,0	0,0	1	0,0
5. Planchers au-dessus de l'ambiance extérieure (U_{max} 0,0)			0,0	0,0	1	0,0
6. Planchers au-dessus d'espaces voisins non à l'abri du gel (vide sanitaire) (U_{max} 0,4 - Rmin 1)			0,0	0,0	1	0,0
7. Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (cave) (U_{max} 0,4 - Rmin 1)			0,0	0,0	0,67	0,0
8. Planchers sur le sol (U_{max} 0,4 - Rmin 1)			0,0	0,0	0,33	0,0
9. Murs extérieurs en contact avec le sol (max. extérieur), en vide sanitaire ou une cave (Rmin 1)			0,0	0,0	0,67	0,0
10. Parois en contact avec des espaces voisins non à l'abri du gel (Rmin 1)			0,0	0,0	1	0,0
11. Parois en contact avec des espaces voisins à l'abri du gel (Rmin 1)			0,0	0,0	0,67	0,0
12. TOTALIX (superficie de déperdition)	$A_i \cdot \sum U_i$	0,0			$\sum n_i \cdot U_i \cdot A_i$	0,0

www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04_technique/02_facade/08_calculs/IsolationThermiqueK.xls

Expertise +++
 Coût €
 Timing IIII



Outils commerciaux type TRNSYS, EnergyPlus,...

- ▶ Simulation heure par heure
- ▶ Complexité d'encodage (nombreux paramètres)
- ▶ Interprétation des résultats (très dépendants du choix des paramètres)
- ▶ Indispensables actuellement pour évaluer la surchauffe dans des bâtiments tertiaires performants énergétiquement



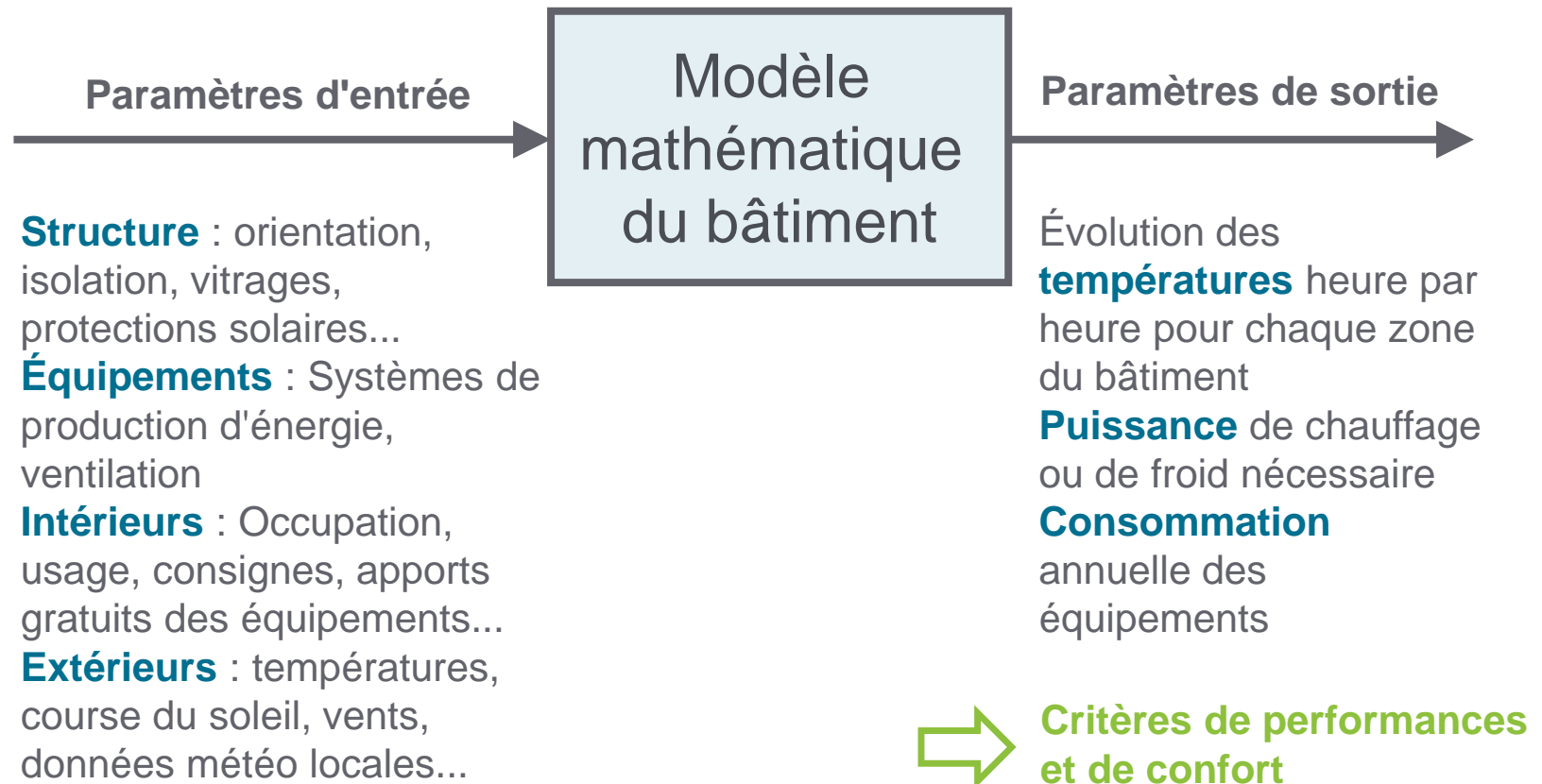
La simulation dynamique : Kesako ?

- ▶ Établir un modèle mathématique du bâtiment afin de reproduire l'évolution temporelle (heure par heure) de certaines variables (T° intérieure, humidité, etc) au départ de profils temporels des sollicitations (température extérieure, ensoleillement, etc).

Expertise ++++
Coût €€€€€
Timing I I I I I



La simulation dynamique : Kesako ?



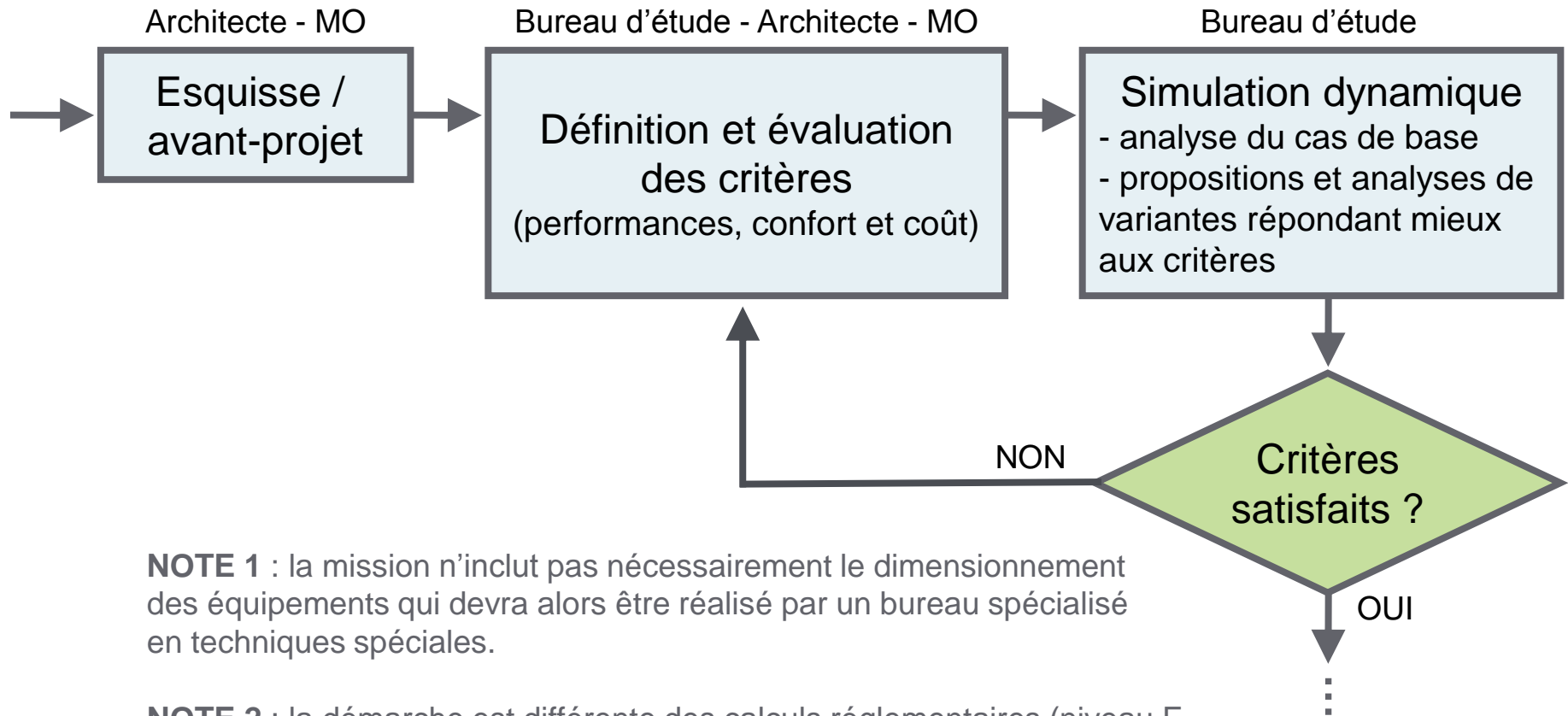
La simulation dynamique : Quel est l'objectif ?

- ▶ Le but est de déterminer les **solutions techniques** qui optimiseront les conditions de **confort** et les **performances énergétiques** d'un bâtiment neuf ou existant, tout en prenant en compte leur **coût** global.
- ▶ Vérification du respect de certains critères de performance :
 - BNE chauffage/refroidissement (ex: BNEch 15 kWh/m².an pour une maison passive)
 - Critères de confort (ex: période avec T°>25°C inférieure à 5% du temps d'occupation total)
 - ...
- ▶ Aide à la conception avant/pendant la construction/rénovation
 - Permet de tester facilement (à moindre coût) des solutions techniques différentes et de les comparer entre-elles
 - Fournit une réponse chiffrée aux questions que l'on se pose

« Avant, les problèmes de surchauffe n'étaient constatés qu'une fois le bâtiment construit... Maintenant, on veut anticiper le comportement thermique du bâtiment dès le stade de l'avant projet »



La simulation dynamique : Quelle est la méthodologie ?

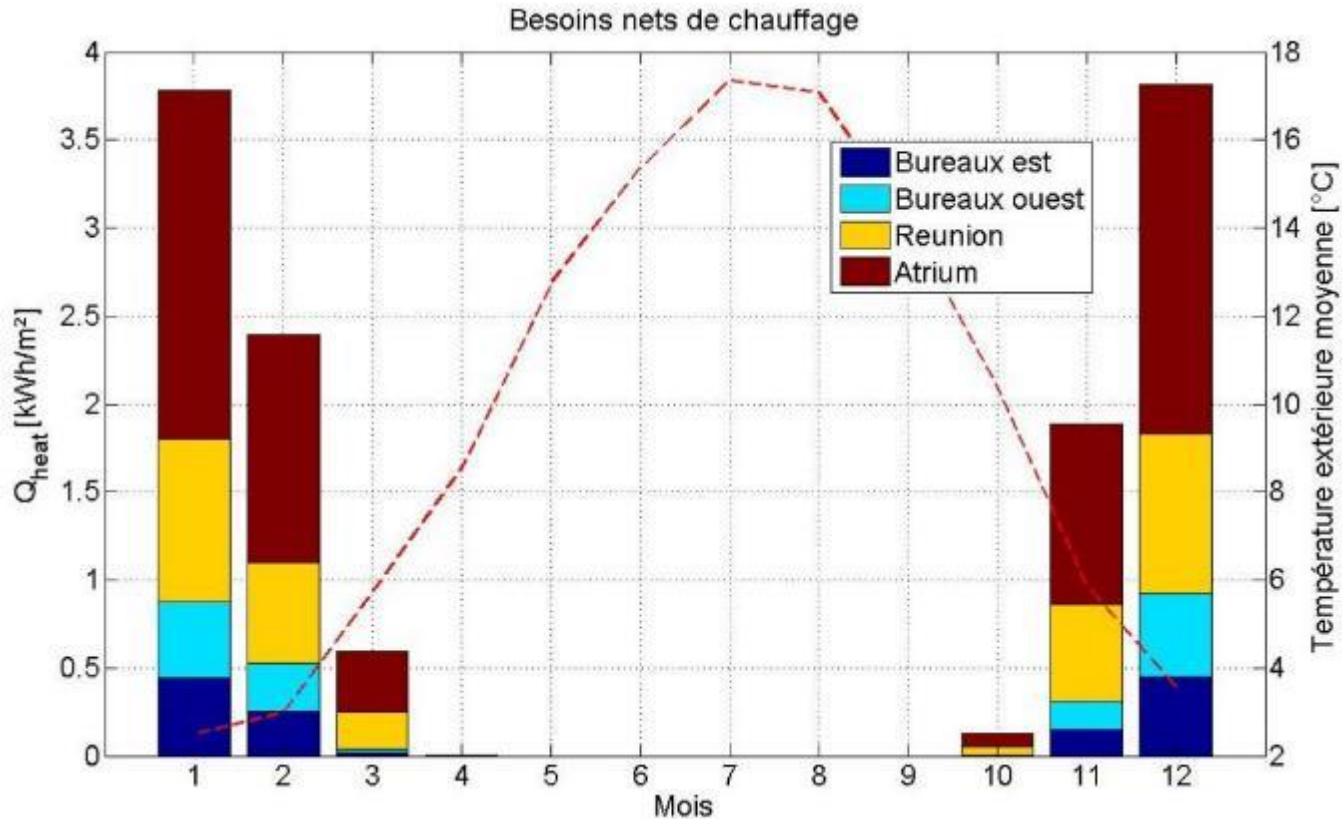


NOTE 1 : la mission n'inclut pas nécessairement le dimensionnement des équipements qui devra alors être réalisé par un bureau spécialisé en techniques spéciales.

NOTE 2 : la démarche est différente des calculs réglementaires (niveau E, PHPP, etc) basés sur des conventions standardisées. Ces calculs doivent être réalisés en sus.



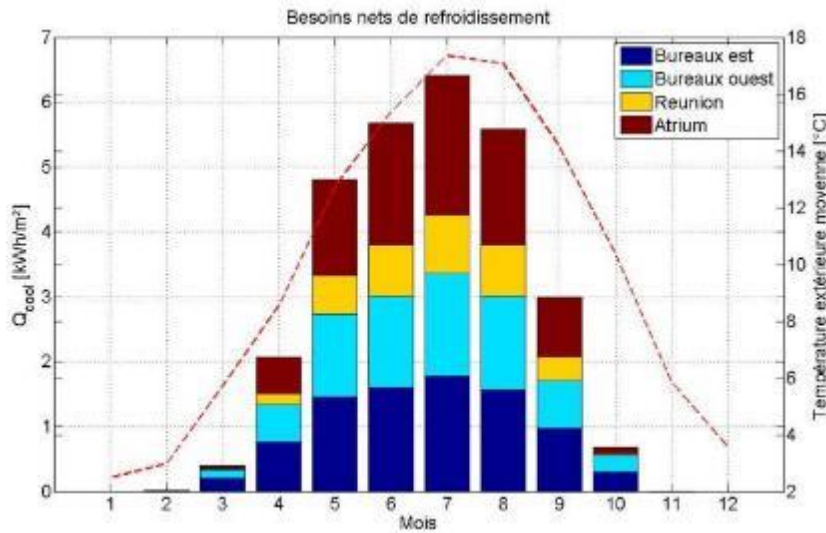
La simulation dynamique : Quelle est le résultat (exemple) ?



BNE chauffage
12,6 kWh/m².an



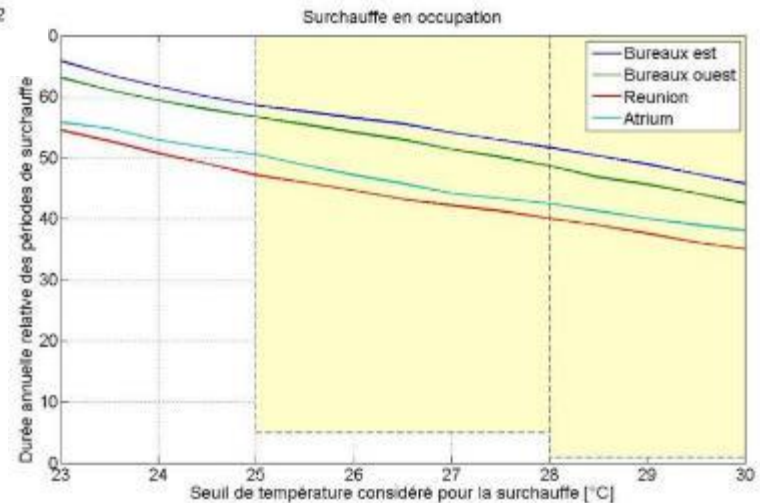
La simulation dynamique : Quelle est le résultat (exemple) ?



**BNE refroidissement
28,6 kWh/m².an !**

non satisfait !

Critère de surchauffe



OUTILS DE MODÉLISATION DES BÂTIMENTS

OUTILS DE CONCEPTION DE PAROIS▶ **Outils calcul thermique**

- Calcul du U d'une paroi (Energie+)
- Détermination de la température de surface (outil simple)
- Détermination de la température de surface (outil évolué) et évaluation des déperditions par une paroi/un nœud constructif (Therm, Bisco,...)

▶ Outils calcul hygrique (risque de condensation)

OUTILS ET INSTRUMENTS DE DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN

CHECK LIST DE CONCEPTION ET POINTS D'ATTENTION



OUTILS CALCUL THERMIQUE

Calcul du U d'une paroi (Energie+)

Type de paroi:

Présence d'un vide technique associé:

Axe de positionnement secondaire face locale:

Traitement acoustique?:

Isolation mécanique?:

Isolation en PLU projetée en situ?:

→ Appliqué en situ?:

→ Appliqué en situ?:

non

CALCUL selon Annexe VII de la FEB

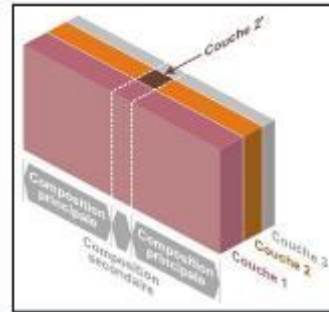
INFORMATIONS IMPORTANTES

Cette valeur de U est calculée pendant la simulation du logiciel. C'est pourquoi, le programme ne donne pas la possibilité de calculer.

Si vous n'avez pas les valeurs, utilisez des normes, ou effectuez vous-même des calculs à l'aide de produits correspondants.

Les corrections appliquées dans le cas d'une toiture isolée n'apparaissent que dans le résultat final.

Si l'inclinaison de la toiture est inférieure à 30°, la paroi est considérée comme horizontale, et seulement dans ce cas.



	Gamma produit	Hauteur
son principale	Isolation	
	Couche 1	0,10
	Couche 2	0,05
	Couche 3	0,05
	Couche 4	0,05
	Couche 5	0,05
	Couche 6	0,05
Couche 7	0,05	
Isolation		

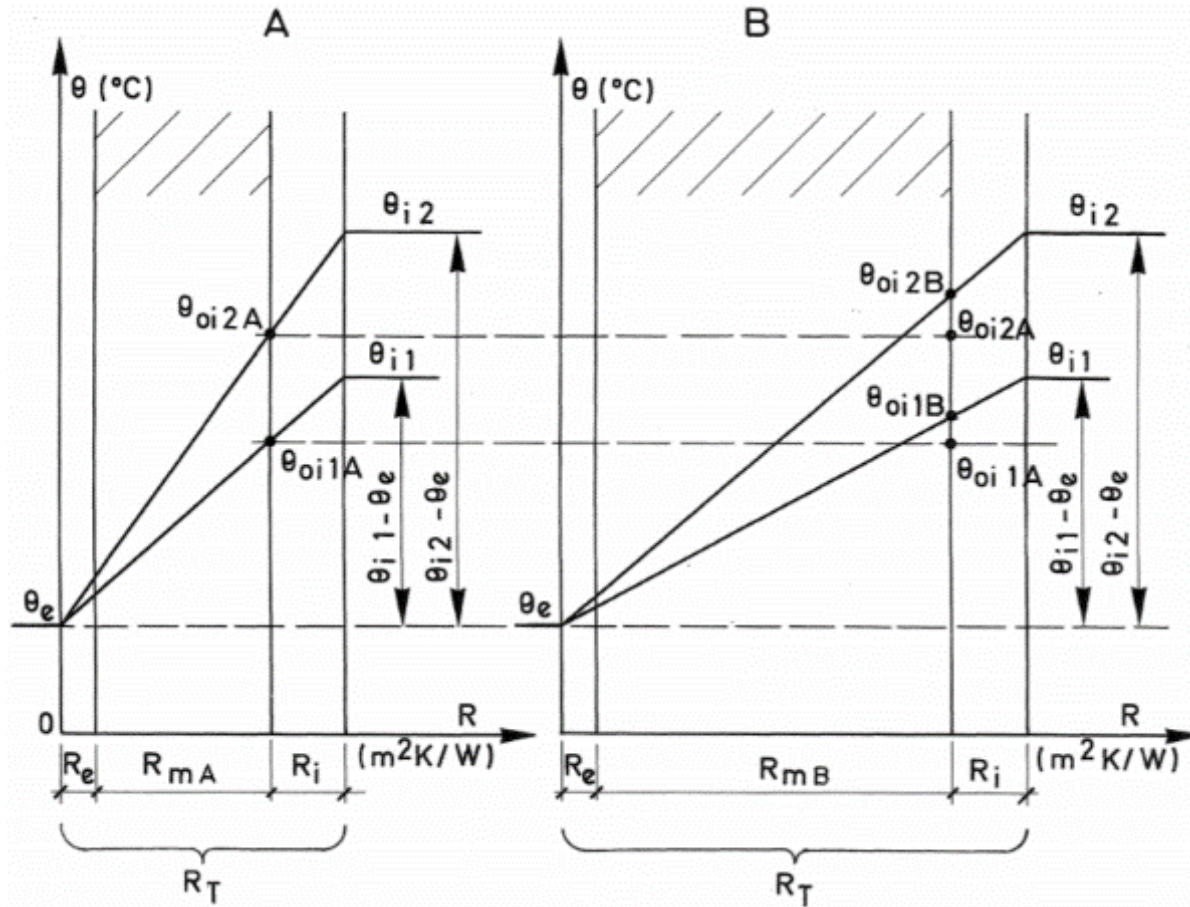
Stratégie de usage ou nom des produits: Utilisation intérieure? : 3 normalisée: Étude : 3 certifiée : 3 autres: Étude

www.energieplus-lesite.be/index.php?id=19003

Expertise +
Coût €
Timing ⏸



Détermination de la température de surface (outil simple)



Source/Bron : NIT 153 du CSTC, 1984

Expertise +
Coût €
Timing ⌚



Détermination de la température de surface (outil évolué) et évaluation des déperditions par une paroi/un nœud constructif (Therm, Bisco,...)



Expertise ++
Coût €
Timing II



OUTILS DE MODÉLISATION DES BÂTIMENTS

OUTILS DE CONCEPTION DE PAROIS

- ▶ Outils calcul thermique
- ▶ **Outils calcul hygrique (risque de condensation)**
 - Outil « simple » Energie+
 - Outils commerciaux statiques (méthode Glaser)
 - Outils commerciaux dynamique
 - Cas particulier : ISOLIN

OUTILS ET INSTRUMENTS DE DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN

CHECK LIST DE CONCEPTION ET POINTS D'ATTENTION



OUTILS CALCUL HYGRIQUE (RISQUE DE CONDENSATION)

Outil « simple » Energie+

Données de calcul:

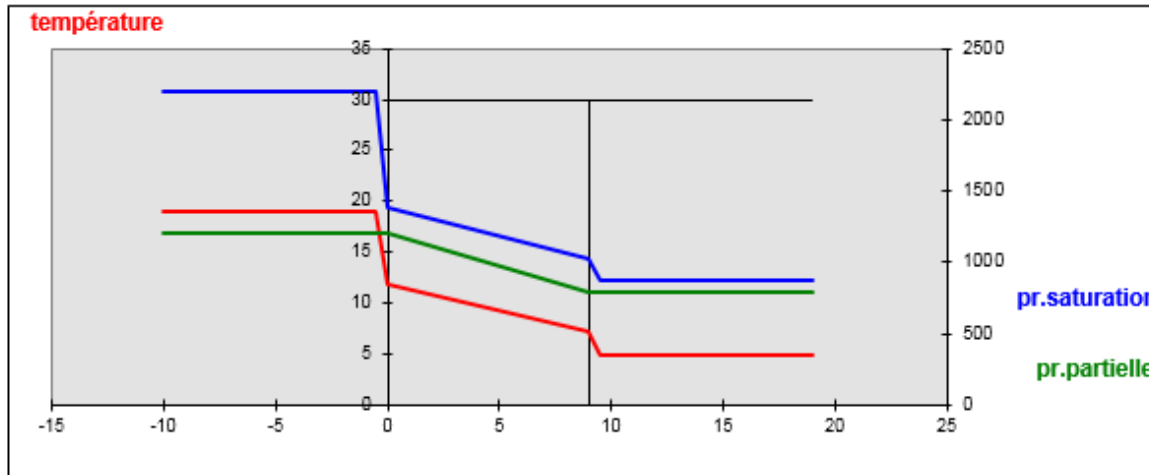
Ri	Ti	HRi	pi	Re	Te	HRe	pe
0,13	19	55	1211	0,04	5	90	788

Caractéristiques de la paroi:

intérieur	épaisseur (m)	lambda (W/mK)	Rx (m2.K/W)	Rtot (m2.K/W)	mu	Zx <small>x 5,4.10⁹</small>	Ztot <small>x 5,4.10⁹</small>	T*x (°C)	pvx (Pa)	psx (Pa)	HR (%)
Ri			0,13	0,13				19	1211	2202	55%
1 brique	0,09	1,1	0,08	0,21	31	2,79	2,79	11,8	1211	1385	87%
Re			0,04	0,25				7,2	788	1020	77%
extérieur								5	788	875	90%

U paroi 3,97 W/m2.K **Flux vap 2,8E-08** kg / m2.s
flux chal. 55,6 W/m2 **2,4** gr / m2.jour

Remarque: les valeurs indiquées pour les pressions de saturation sont légèrement différentes de celles données par le diagramme de l'air humide (formule mathématique approchée)



Expertise ++
 Coût €
 Timing ⌚

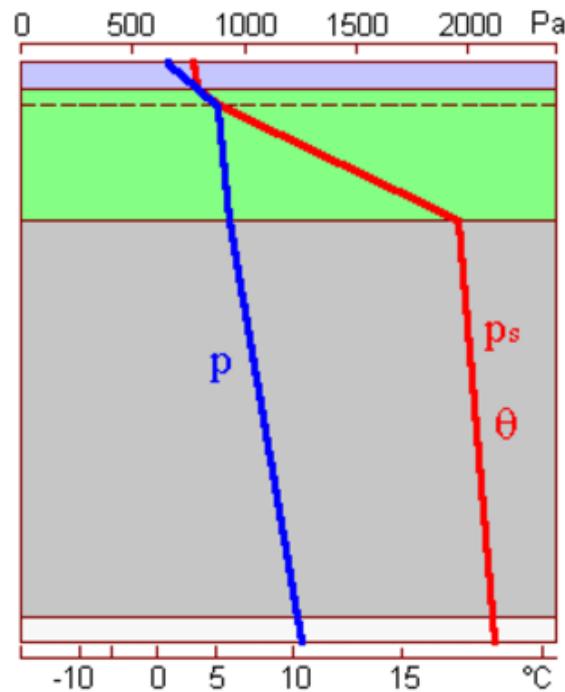
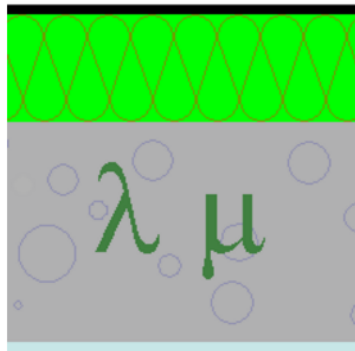
www.energieplus-lesite.be/index.php?id=19003



Outil basés sur la méthode Glaser



- ISO 13788:2012 : Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments – Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse – Méthodes de calcul



www.physibel.be/v0n2gl.htm

Expertise ++
Coût €
Timing ⌚



Outil simulation dynamique (Wufi,...)

- ▶ Modélisation du transfert d'humidité au sein d'une paroi.
 - Diffusion de vapeur
 - Capillarité
 - Absorption d'eau
 - Accumulation d'eau liquide
 - ...

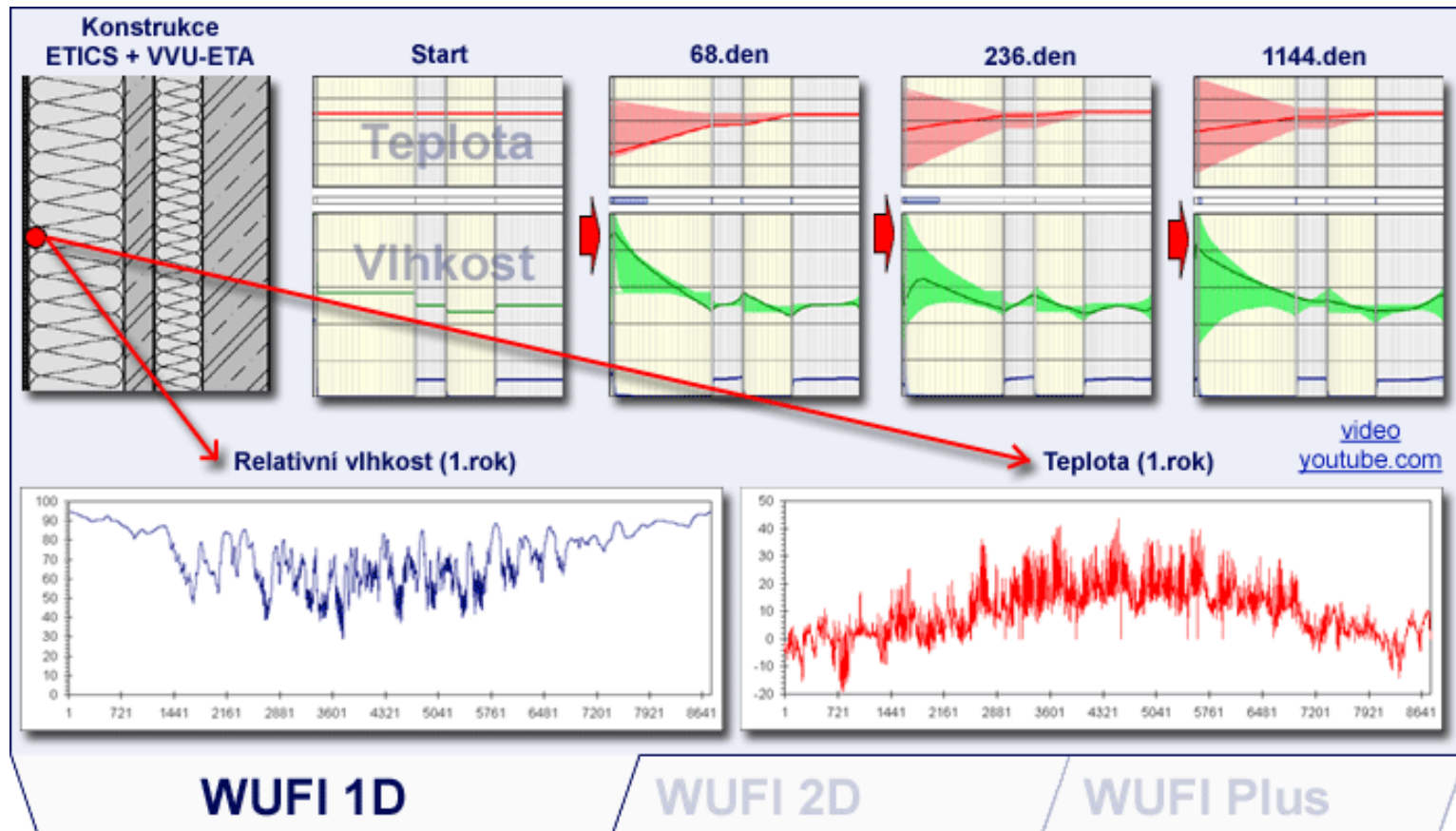
Expertise	++
Coût	€
Timing	⌚



OUTILS CALCUL HYGRIQUE (RISQUE DE CONDENSATION)

Outil simulation dynamique (Wufi,...)

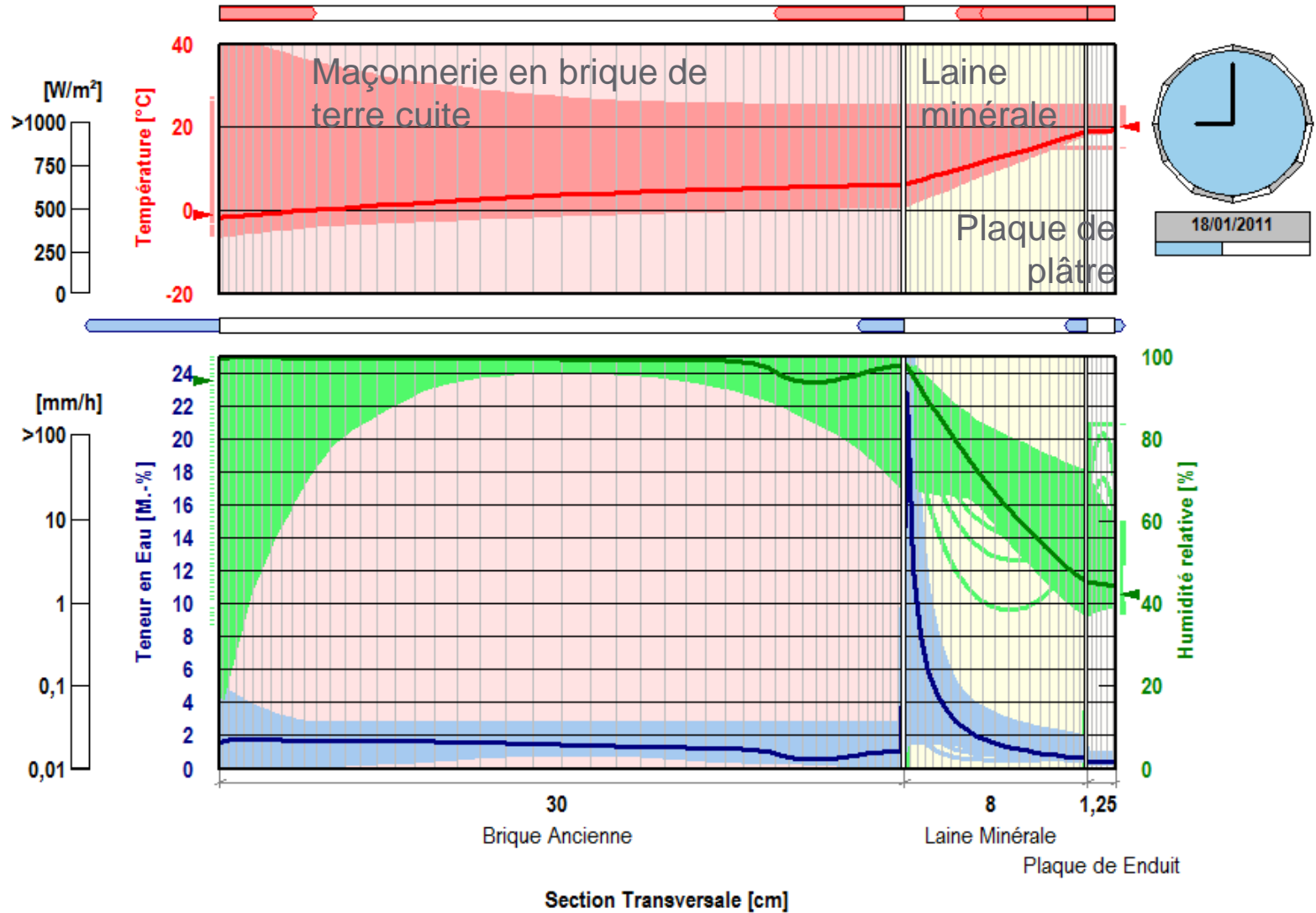
- ▶ Via un bureau d'étude spécialisé
- ▶ Attention aux hypothèses de départ!



OUTILS CALCUL HYGRIQUE (RISQUE DE CONDENSATION)

Façade protégée des pluies battantes (pas d'absorption)

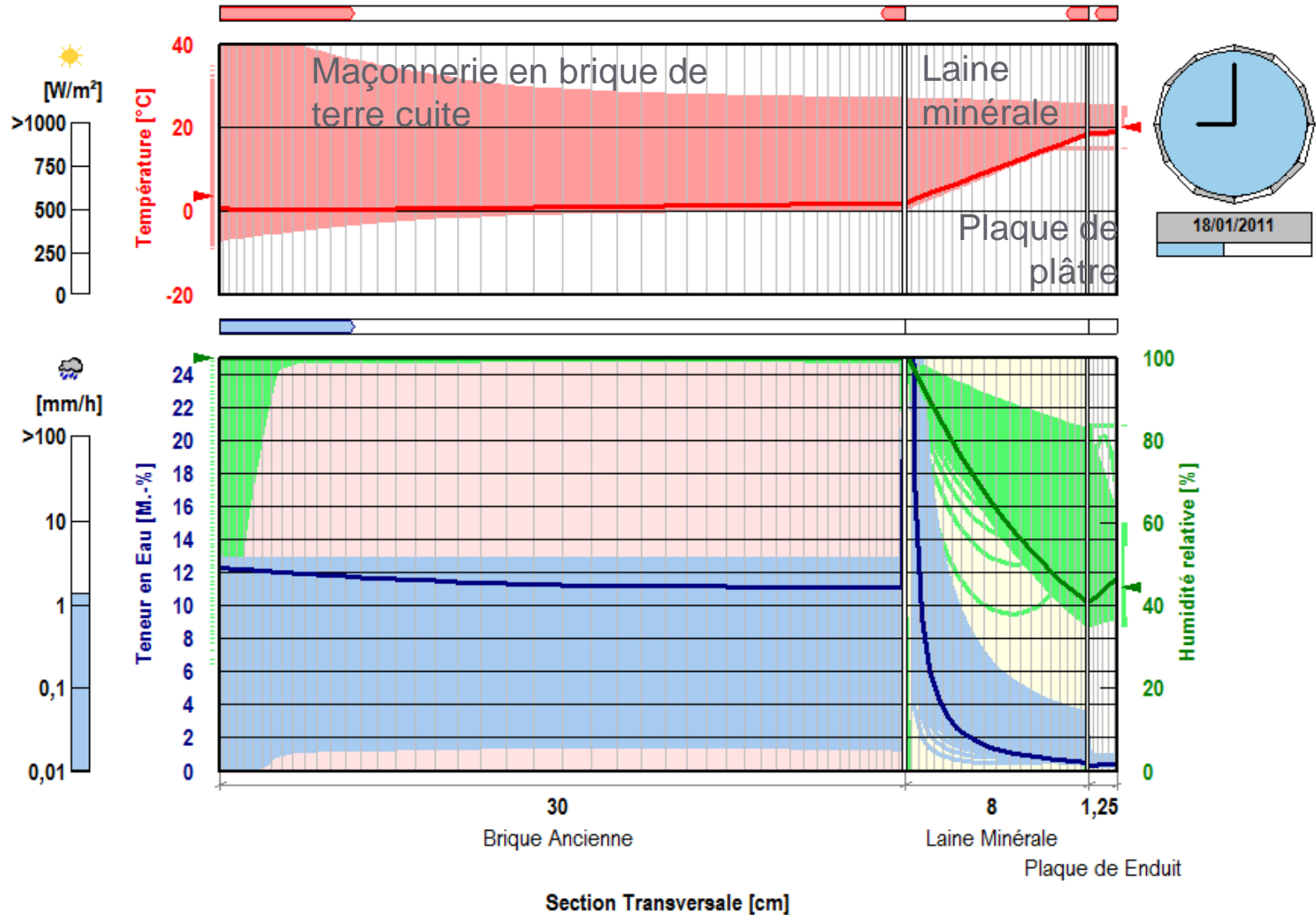
WUFI®



OUTILS CALCUL HYGRIQUE (RISQUE DE CONDENSATION)

Façade non protégée des pluies battantes

WUFI®



➔ Protéger le mur des pluies battantes!

Cas particulier : ISOLIN

- ▶ Outil .xls se basant sur des résultats de nombreuses simulations dynamiques (Wufi)



<http://energie.wallonie.be/fr/isolation-thermique-par-l-interieur-des-murs-existants-en-briques-pleines.html?IDC=8605&IDD=41922>

Expertise +
Coût €
Timing ⌚



OUTILS DE MODÉLISATION DES BÂTIMENTS

OUTILS DE CONCEPTION DE PAROIS

OUTILS ET INSTRUMENTS DE DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN

CHECK LIST DE CONCEPTION ET POINTS D'ATTENTION



DÉTECTION D'HUMIDITÉ

Détection de la présence d'humidité dans les matériaux

- ▶ Pas cher mais attention à la sensibilité aux sels hygroscopiques

Humidimètre résistif

< 100-200 €



Source/Bron : www.cdiscount.com

Humidimètre capacitif

< 100-200 €



Source/Bron : www.conrad.fr



Détection de la présence d'humidité dans l'air

- ▶ Mais d'où provient l'humidité dans l'air ?
 - Occupation (manque de ventilation) ?
 - Infiltrations, condensation, humidité ascensionnelle, ... ?



Présence de sels hygroscopiques



Source/Bron : CSTC



Endoscope rigide (< 500-1000 €)

- ▶ Objectif : visualiser si la coulisse n'est pas obstruée (pont de mortier, isolant (partiel ou discontinu), linteau en contact avec le parement,...)

⇒ **Pas toujours facile de voir quelque chose (tester avant achat!)**



Source/Bron : www.livios.be



CONTINUITÉ DE L'ISOLANT (APRÈS RÉNOVATION)

Caméra infrarouge (< 1000-2000€)

- ▶ Objectif : détecter les ponts thermiques et autres discontinuités/faiblesses de l'isolation
- ▶ (Possibilité d'identifier des zones humides)

⇒ **Attention à l'interprétation des résultats!**



Source/Bron : flir



OUTILS DE MODÉLISATION DES BÂTIMENTS

OUTILS DE CONCEPTION DE PAROIS

OUTILS ET INSTRUMENTS DE DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN

CHECK LIST DE CONCEPTION ET POINTS D'ATTENTION



Choisir un isolant performant (R élevé)

Choix de la technique :

- ▶ Isolation « Sarking »
- ▶ Isolation par l'intérieur
 - Attention au risque de condensation interne !
 - ⇒ **Étanchéité à l'air doit être assurée (via pare-vapeur)**
 - ⇒ **Attention au choix de la sous-toiture et du pare-vapeur : le pare-vapeur/frein de vapeur doit être plus étanche à la vapeur que la sous-toiture**



Choisir un isolant performant (R élevé)

Choix de la technique :

- ▶ Isolation par l'extérieur
- ▶ Isolation de la coulisse (murs creux)
- ▶ Isolation par l'intérieur
 - Attention au risque de condensation interne !
 - ⇒ **Étanchéité à l'air (par l'intérieur)**
 - ⇒ **Risque d'humidification des murs extérieurs (pluie, humidité ascensionnelle,...)**
 - ⇒ **climat intérieur maîtrisé (⇒ ventilation)**
- Attention aux ponts thermiques !





Lors de mon diagnostic, je pense à...

- ▶ Analyser la situation existante avec du recul et de la prudence (risques d'humidité, choix des techniques d'isolation, ...)
- ▶ Utiliser des outils logiciels que je maîtrise pour valider les choix effectués (thermique/hygrique)
- ▶ S'adjoindre le cas échéant le conseil d'un
 - Auditeur énergétique
 - Facilitateur Bâtiment Durable
 - Conseiller technique du CSTC
 - Bureau d'études spécialisé (logiciels dynamiques,...)





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème ENERGIE

[Dossier | Diminuer les pertes thermiques par transmission](#)

- ▶ Thème MATIERE

[Dossier | Choix durable des matériaux d'isolation thermique](#)





Sites internet

► Energie +

www.energieplus-lesite.be

- Evaluer l'état de l'enveloppe www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17080
- Améliorer l'isolation des parois existantes www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16837

► CSTC

www.cstc.be et <http://energie.cstc.be/>

- Isolation des murs existants par l'intérieur - diagnostic
www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact36&art=564
- La thermographie infrarouge : quelles applications pour le bâtiment?
www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=CSTC_Revue_1998_2_p44.pdf&lang=fr
(article protégé)

► Wallonie énergie

<http://energie.wallonie.be>

- ISOLIN : guide et outil (xls sur DVD)
- Isolation de l'enveloppe <http://energie.wallonie.be/fr/enveloppe-du-batiment.html?IDC=8051>





Pierre WILLEM

Ingénieur projet
écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

