



## Etude comparative des performances énergétiques de fenêtres à valeur patrimoniale

Hélène MONTFORT et Jean-Marie HAUGLUSTAINE

Université de Liège – Faculté des Sciences –  
Département des Sciences et Gestion de  
l'Environnement – EnergySuD

**Bâti ancien et développement durable, vivre en centre ancien**  
Cahors, 9 & 10 juin 2011



# Objectifs de l'étude

# Rénovation environnementale



BRUXELLES ENVIRONNEMENT  
- IBGE -

- ♣ **Est-il possible d'améliorer l'impact environnemental de la rénovation des châssis existants, tout en respectant leur valeur patrimoniale ?**
- ♣ Si OUI... quelles améliorations appliquées au châssis permettent de réaliser cette rénovation ?
- ♣ La rénovation environnementale sera envisagée selon une démarche globale et complète, intégrant l'évaluation de toutes les performances des châssis



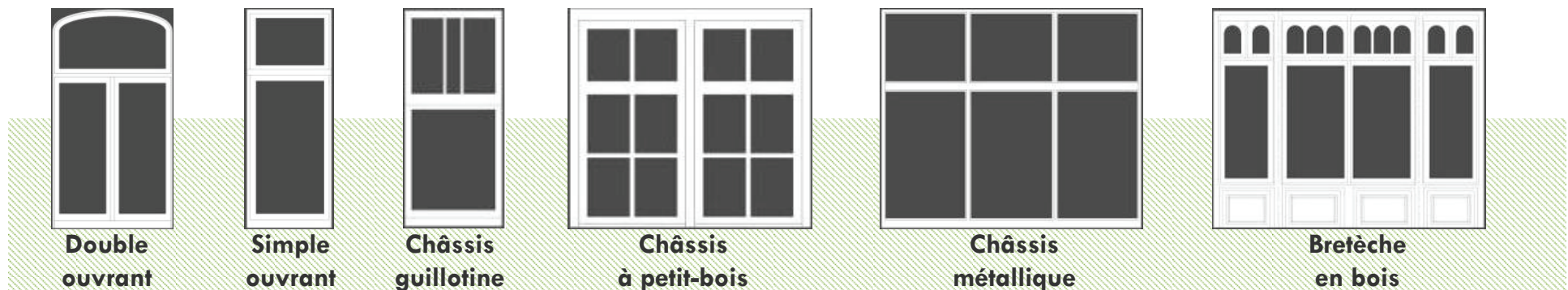
# Contexte de l'étude

# Choix des châssis-types

- ♣ Châssis existants représentatifs de la ville de Bruxelles
- ♣ Châssis à valeur patrimoniale (non protégés) choisis en concertation avec la Commission des Monuments & Sites de la RBC



[http://www.rfi.fr/actufr/articles/095/article\\_59185.asp](http://www.rfi.fr/actufr/articles/095/article_59185.asp)







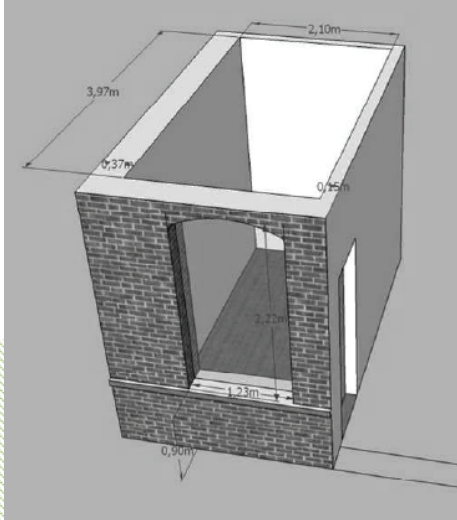
# Châssis-types étudiés

**SCENARIO 1**

**Châssis double ouvrant  
imposte fixe**

**BATIMENT**

ADRESSE **46, avenue du Parc  
1060 Saint-Gilles**



# Châssis-types étudiés

**SCENARIO 2**



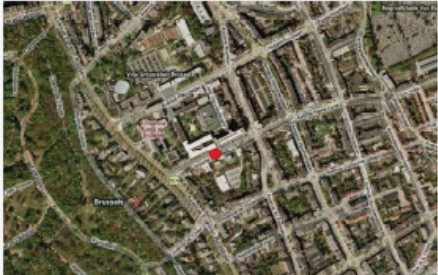


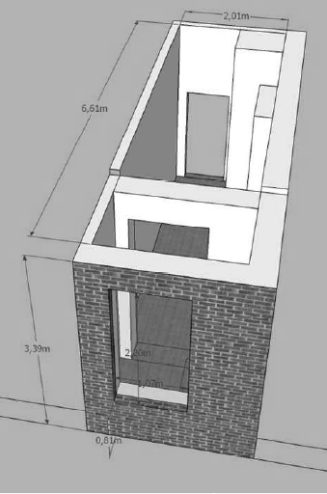
**Châssis simple ouvrant  
imposte fixe**

**BATIMENT**

ADRESSE 235, rue Royale Sainte-Marie  
1030 Schaerbeek



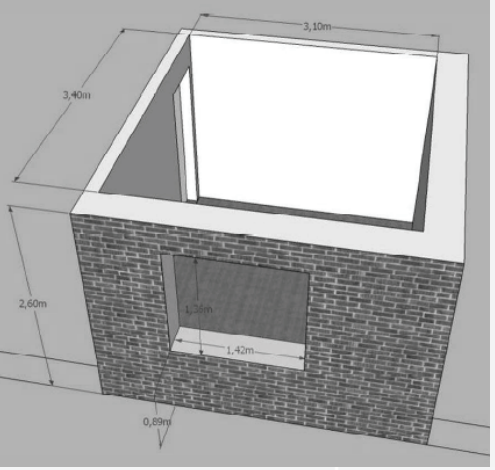


# Châssis-types étudiés

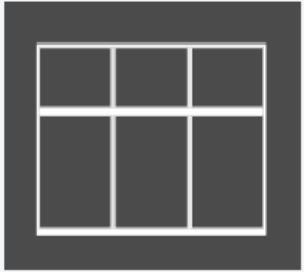


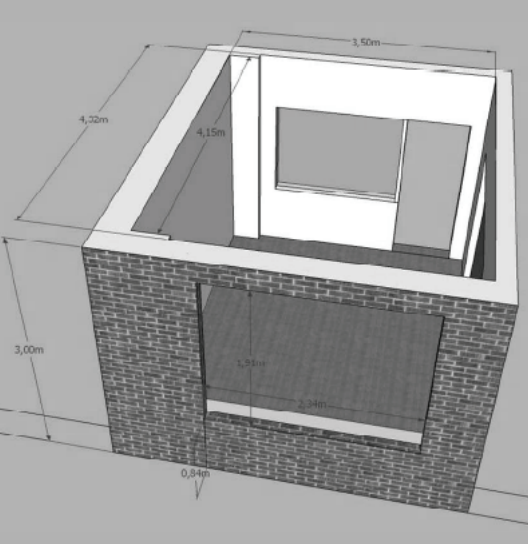


	<p><b>SCENARIO 3</b></p> <p><b>Châssis à guillotine</b></p> <p><b>BATIMENT</b></p>		
<p>ADRESSE</p>	<p>13, avenue Antoine Depage 1000 Bruxelles</p>		
			



# Châssis-types étudiés

	<p><b>SCENARIO 4</b></p> <p><b>Châssis à petit-bois</b></p>		
<p><b>BATIMENT</b></p>	<p><b>BATIMENT</b></p>		
<p><b>ADRESSE</b></p> 	<p><b>ADRESSE</b></p> <p>4/A, Avenue du Geai 1170 Watermael-Boitsfort</p>		

# Châssis-types étudiés

	<p><b>SCENARIO 5</b></p> <p><b>Châssis métallique</b></p> <p><b>BATIMENT</b></p>		
<p>ADRESSE</p>	<p>7, rue Forestière 1050 Ixelles</p>		
			

# Châssis-types étudiés

**SCENARIO 6**  
**Bow-window**

**BATIMENT**

ADRESSE 43, rue Van Elewyck  
1050 Ixelles

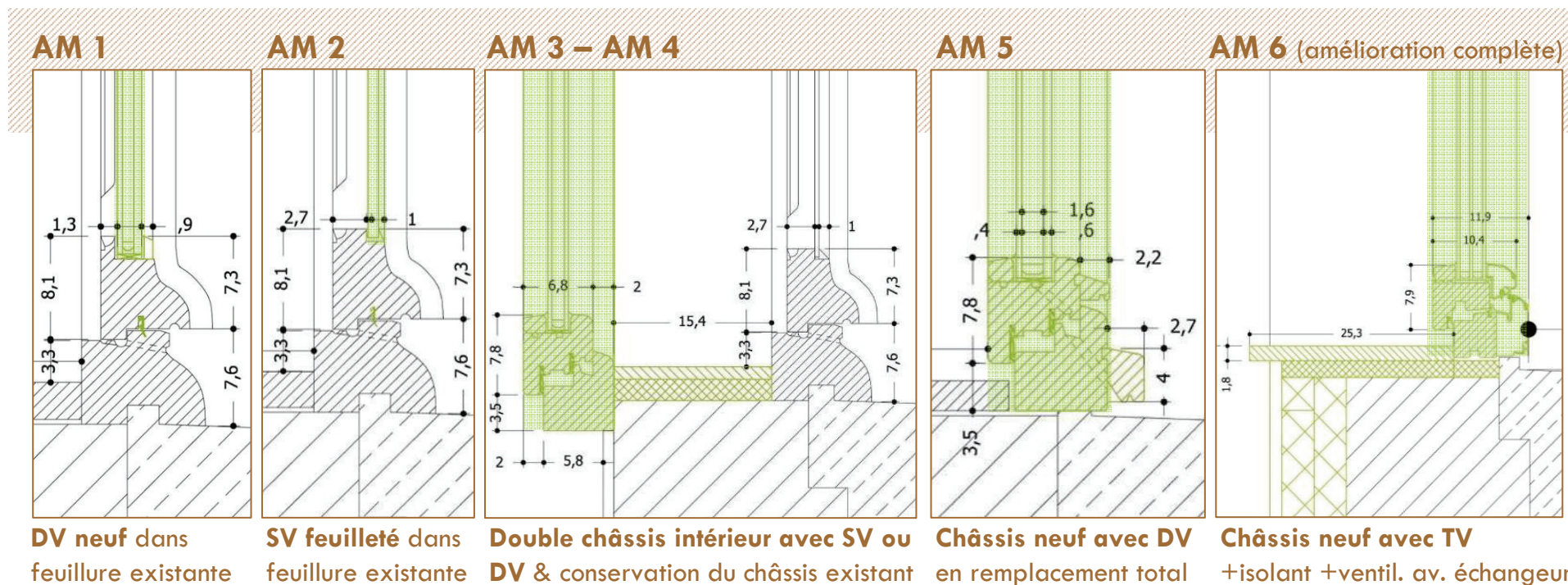




# Méthodologie

# Choix des améliorations

- ♣ Définition de 6 améliorations-types à appliquer à chaque châssis existant en fonction de ses spécificités

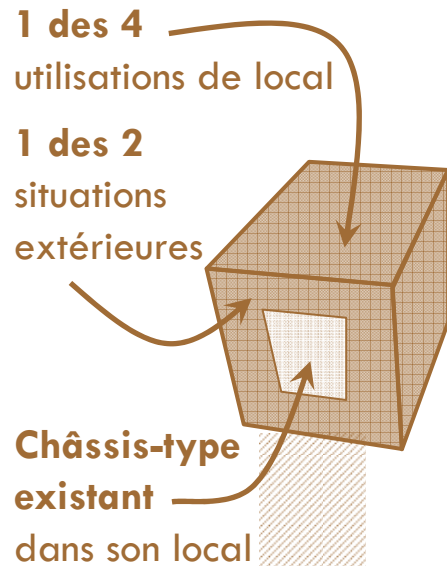


# Définition des configurations fictives

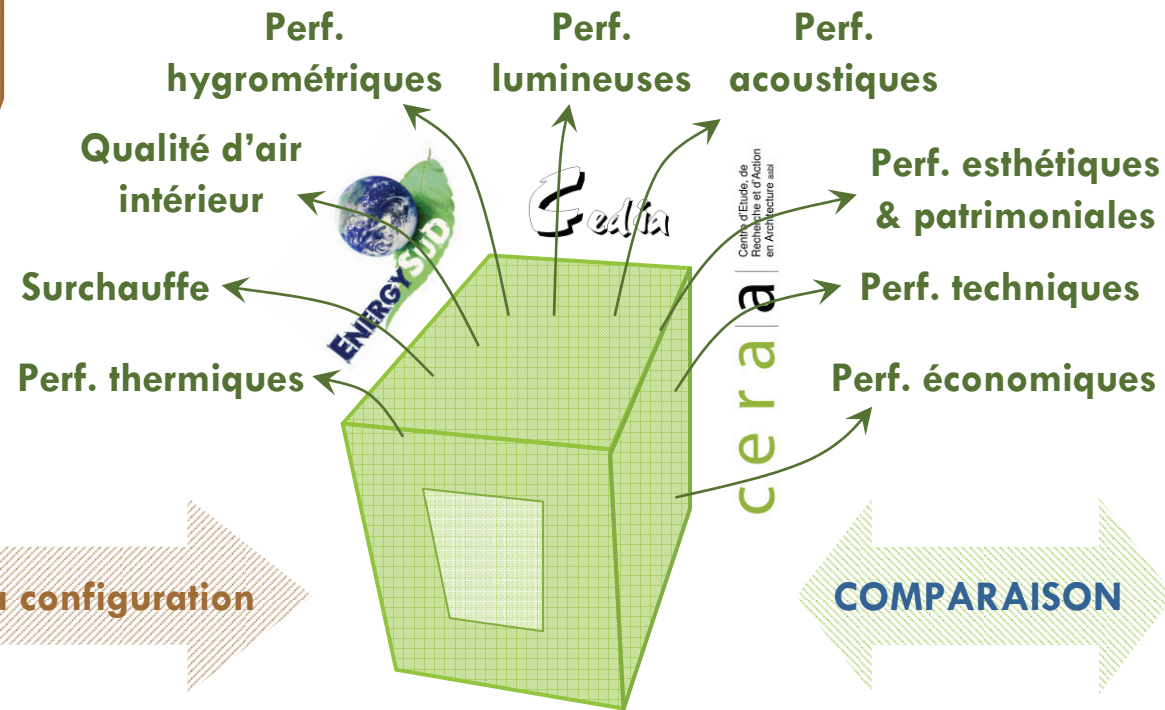
- ❖ BUT : objectiver la pertinence des différentes améliorations par la comparaison de leurs performances chiffrées, et ce pour chaque châssis-type
- ❖ Fixer un cadre de travail : définition d'hypothèses par la création d'environnements intérieur et extérieur fictifs mais représentatifs de la réalité en conditions « extrêmes »



# Etude d'une configuration



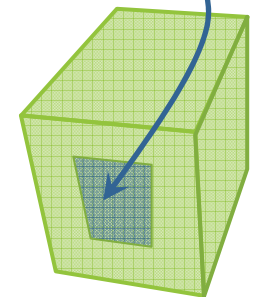
## Châssis-type existant dans 1 des 8 configurations



devient la configuration

COMPARAISON

Châssis-type amélioré dans la même configuration





# Evaluation des performances

## Performances de qualité de l'air



# Taux de CO<sub>2</sub> comme indice de la QAI

## Initialement, sans occupation

[CO<sub>2</sub>] identique à l'air extérieur  
Bruxelles : **400 ppm**

## Dégagement par les occupants suivant leur niveau d'activité

Au repos : **10 litres** de CO<sub>2</sub> par heure et par personne

Au travail léger : **20 litres** de CO<sub>2</sub> par heure et par personne



**Augmentation** du taux de CO<sub>2</sub>

## Renouvellement de l'air selon un certain débit

Dans les cas EXISTANTS : **débit d'in-exfiltration** par l'inétanchéité du châssis

Dans les cas AMÉLIORÉS : **débits normatifs** de ventilation hygiénique



**Diminution** du taux de CO<sub>2</sub>

## Taux de CO<sub>2</sub> final

Valeur limite de référence en résidentiel : maximum **1500 ppm**

Taux acceptable souvent rencontré : **de 3000 à 5000 ppm** (en fin de nuit dans une chambre)

# Etanchéité à l'air du châssis mesurée in situ



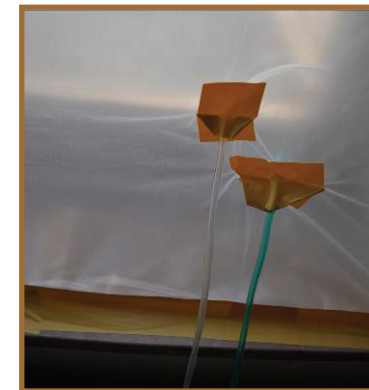
**Ventilateur** créant la dépression (dans ce cas) dans le local



**Film étanche à l'air** fixé sur l'ébrasement intérieur



Mesure de la **pression extérieure**



**Différences de pression** par rapport à l'intérieur

# Etanchéité à l'air du châssis mesurée in situ

Débit de fuite à 50 Pa mesuré in situ  
 Réf. en neuf  
**4 m<sup>3</sup>/h**

54 m<sup>3</sup>/h

64 m<sup>3</sup>/h

60 m<sup>3</sup>/h

88 m<sup>3</sup>/h

**117 m<sup>3</sup>/h**

74 m<sup>3</sup>/h

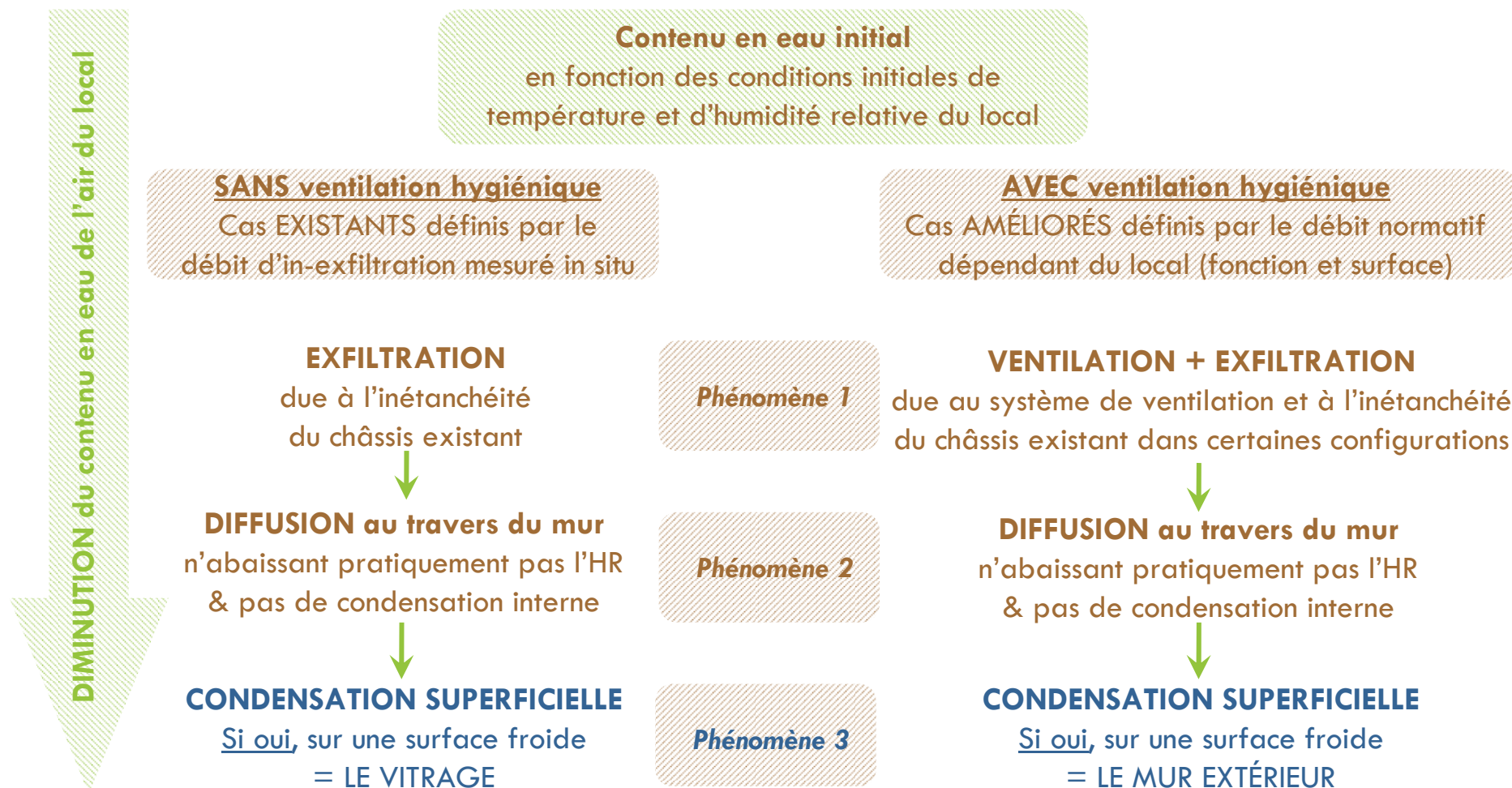
		AMELIORATIONS								
QUALITÉ DE L'AIR - Taux de CO <sub>2</sub> [ppm]		EXIST	1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. - Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
CHASSIS ETUDES	SC1 double ouvrant & imposte fixe	de 2200 à 5200	400	400	400	400	400	400	/	/
	SC2 simple ouvrant & imposte fixe	de 2000 à 4100	400	400	400	400	400	400	/	/
	SC3 châssis à guillotine	de 2100 à 7300	/	400	400	400	/	/	400	/
	SC4 châssis à petits-bois	de 1300 à 2400	/	400	400	400	400	/	400	/
	SC5 châssis métallique	de 700 à 1000	/	400	400	400	400	400	400	/
	SC6 brette en bois	de 1000 à 2500	de 400 à 500	de 400 à 500	de 400 à 500	de 400 à 500	de 400 à 500	/	/	/



# Evaluation des performances


## Performances hygrométriques

# Processus d'évolution du contenu en eau



# Evolution du contenu en eau

## Châssis double ouvrant dans la salle-de-bains

SC 1		Unités	Sans ventilation EXISTANT		Avec ventilation		commentaires		
				Unités	AM 1 à AM 5 et AM 7	AM 6			
 LOC 4   SALLE DE BAIN	Vitrage		simple vitrage			double vitrage	triple vitrage		
	Mur extérieur		non isolé			non isolé	isolé		
	HR initiale	%	64.0		%	64.0	64.0		
	Température consigne	°C	23		°C	23	23		
	<b>Effet exfiltration</b>								L'air provenant des locaux voisins est plus sec que l'air de la salle de bain, qu'il assèche, et d'autant plus que l'apport d'air est important, grâce à la ventilation
	Condensation sur le mur extérieur ?	oui/non	non		oui/non	non	non		
	HR moyenne résultante	%	59.8		%	45.5	45.5		
	<b>Exfiltration + diffusion par le mur extérieur</b>								Sans/Avec ventilation : la diffusion de vapeur d'eau au travers du mur extérieur a une très faible incidence sur l'HR du local : elle fait gagner à peine 0,1 %.
	Condensation sur le mur extérieur ?	oui/non	non		oui/non	non	non		
	HR moyenne résultante	%	59.7		%	45.4	45.4		
<b>Exfiltration. + diffusion mur + condensation sur vitrage</b>								Sans ventilation : la condensation sur le vitrage - non nulle - ne permet pas d'atteindre une humidité relative comparable à celle que l'on obtient grâce à la ventilation du local.	
Condensation sur le mur extérieur ?	oui/non	non		oui/non	non	non			
Condensation sur le simple vitrage	oui/non	479 g/an (il y a condensation d'octobre à avril)		oui/non	non	non			
HR moyenne résultante	%	52.7		%	45.4	45.4			

**Condensation superficielle sur surface froide (SV) dont la T° est inférieure à T<sub>rosée</sub> = 14,2°C**

**Pas de condensation superficielle sur surface froide (mur) dont la T° est supérieure à T<sub>rosée</sub> = 10,75°C**

# Evolution du contenu en eau

## Châssis double ouvrant dans la salle-de-bains

		Châssis dans une salle de bain Cas de figure SCx_SEy_LOC4 (peu importe l'orientation)								
Proportion Châssis – Local	Hygrométrie Condensation sur le vitrage & humidité relative finale [g/an – %]	EXIST								
			1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. - Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
SC1 Double ouvrant & impose fixe		479	non	non	non	non	non	non	/	/
		52.7	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	/	/
SC2 Simple ouvrant & impose fixe		315	non	non	non	non	non	non	/	/
		52.0	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	/	/
SC3 Châssis à guillotine		973	/	non	non	non	/	/	non	/
		53.8	/	45.4	45.4	45.4	/	/	45.4	/
SC4 Châssis à petits-bois		361	/	non	non	non	non	/	non	/
		51.0	/	45.4	45.4	45.4	45.4	/	45.4	/
SC5 Châssis métallique		480	/	136	non	non	non	non	136	/
		49.6	/	44.2	45.4	45.4	45.4	45.4	44.2	/
SC6 Bretèche en bois		2406	non	non	non	non	non	/	/	/
		53.6	52.3	52.3	52.3	52.3	52.3	/	/	/

LEGENDE | Quantité d'eau condensant sur le vitrage

<b>A</b>	Pas de condensation sur le vitrage	<b>B</b>	< 100 g/an	<b>C</b>	< 500 g/an	<b>D</b>	> 500 g/an	/	Amél. non envisagée
----------	------------------------------------	----------	------------	----------	------------	----------	------------	---	---------------------



# Evaluation des performances

## Performances thermiques



# Calcul dynamique des besoins en chauffage

## ♣ BESOINS EN CHAUFFAGE

= chaleur à apporter (au local) pour compenser les **pertes**  
en déduisant la chaleur déjà apportée par les **gains**

## ♣ PERTES

= déperditions par l'**enveloppe**  
+ déperditions par **ventilation** (par in-exfiltration et par le système de ventilation)

## ♣ GAINS

= **gains solaires** par les fenêtres + **gains internes** dus aux occupants et à l'éclairage

## ♣ CALCUL DYNAMIQUE

permettant de se rapprocher du **comportement réel du bâtiment**  
qui dépend de l'évolution du climat extérieur au cours de l'année  
→ différents termes du bilan évalués en **heure par heure**

## ♣ Résultats exprimés en kWh/an

pas directement comparables aux valeurs calculées pour un bâtiment entier  
car l'étude évalue les besoins en chauffage d'un local uniquement

# Besoins en chauffage

## Châssis-types orientés au sud dans une cuisine

**Châssis orienté au Sud dans une cuisine Cas de figure SCx\_SE2\_LOC3**

Proportion Châssis – Local	Besoins annuels en chauffage par unité de surface du local [kWh/m².an]	AM 0 = EXIST + ventil								
			1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. – Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
SC1 Double ouvrant & imposte fixe		123	61	76	55	49	45	0	/	/
SC2 Simple ouvrant & imposte fixe		160	75	99	66	57	52	0	/	/
SC3 Châssis à guillotine		72	/	44	31	30	/	/	32	/
SC4 Châssis à petits-bois		123	/	93	64	61	62	/	84	/
SC5 Châssis métallique		125	/	87	50	42	38	2	69	/
SC6 Breteche en bois		128	51	61	43	38	42	/	/	/

**LEGENDE** | Diminution des besoins annuels en chauffage des améliorations par rapport à l'existant ventilé mécaniquement (AM 0)

<b>A+</b>	de - 80 % à - 100 %	<b>A</b>	de - 50 % à - 80 %	<b>B</b>	de - 30 % à - 50 %	<b>C</b>	de - 15 % à - 30 %	<b>D</b>	< - 15 %	<b>E</b>	EXISTANT référence	/	Amél. non envisagée
-----------	------------------------	----------	-----------------------	----------	-----------------------	----------	-----------------------	----------	----------	----------	-----------------------	---	------------------------

H. Montfort et J.-M. Hauglustaine – **Etude comparative des performances énergétiques de fenêtres à valeur patrimoniale**  
Bâti ancien et développement durable, vivre en centre ancien – Cahors, 9 & 10 juin 2011



# Evaluation des performances

## Performances de limitation de la surchauffe

# Méthodes d'évaluation de la surchauffe

## ♣ SURCHAUFFE

= évolution en heure par heure de la  $T_{int,local}$  en fonction de la  $T_{ext}$  sur base du même **modèle dynamique** que celui des besoins en chauffage

### ♣ Signification des deux températures **limites** pour la $T_{int,local}$

- surchauffe avérée :  $T_{int,local} \geq 28^{\circ}\text{C}$
- risque de surchauffe :  $25^{\circ}\text{C} \leq T_{int,local} < 28^{\circ}\text{C}$
- pas de surchauffe :  $T_{int,local} < 25^{\circ}\text{C}$

### ♣ Heures de surchauffe comptabilisées **pendant l'occupation** du local

- LOC\_1 chambre : occupation nocturne de 22h à 8h
- LOC\_2 séjour : occupation diurne de 8h à 23h
- LOC\_3 cuisine : occupation diurne de 8h à 23h
- LOC\_4 salle de bain : occupation diurne de 7h à 8h et de 18h à 23h

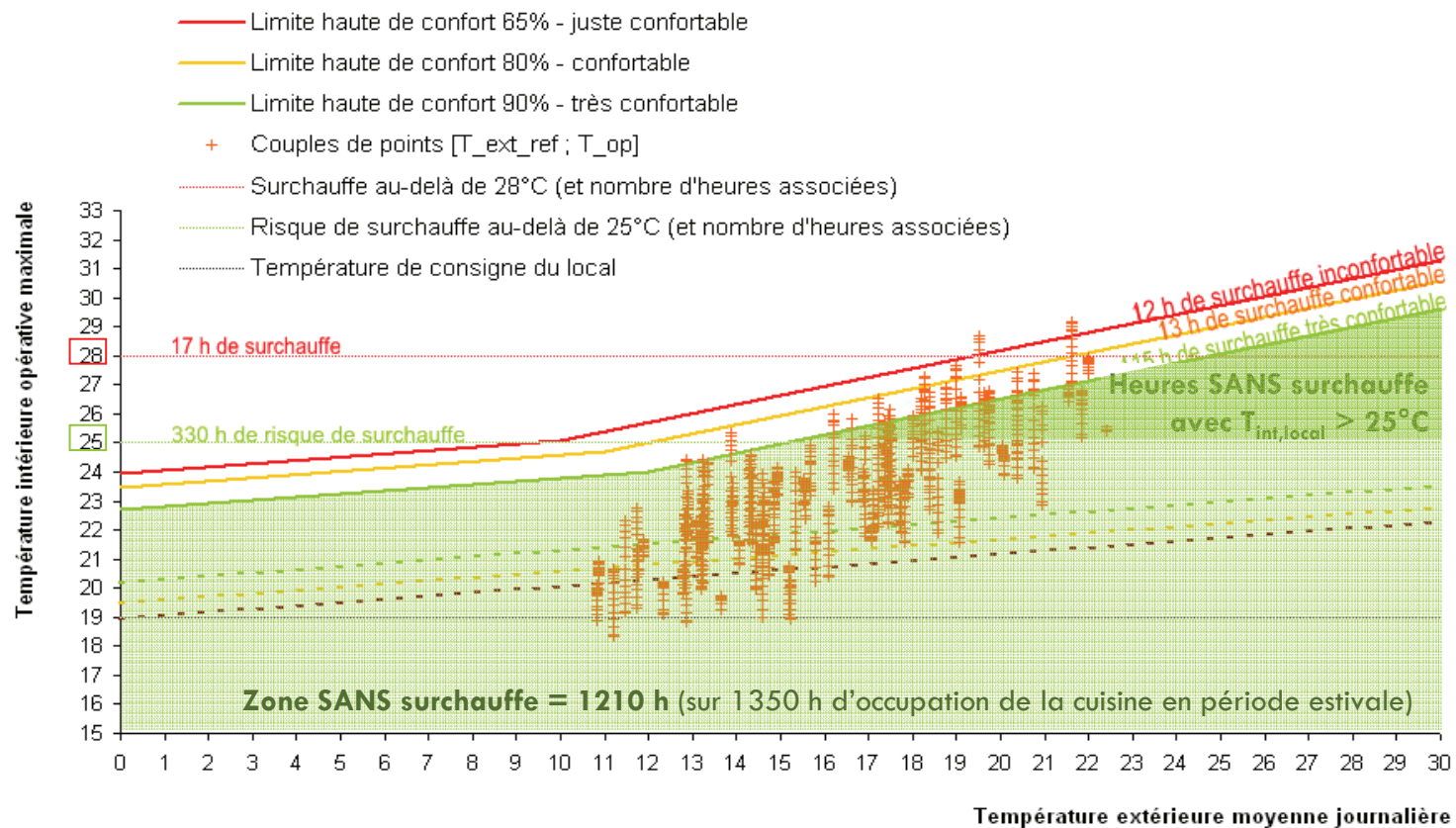
### ♣ Evaluation à l'**ouest** avec de la **ventilation intensive** hors occupation

### ♣ Pourcentage de temps dépassant $25^{\circ}\text{C}$ :

- bâtiments tertiaires : seuil de 3 à 5 % du temps d'occupation à ne pas dépasser pour ne pas devoir agir sur la surchauffe (issu de la EN 15251)
- pas de seuil connu pour les bâtiments résidentiels → **méthode adaptative**

# Méthode adaptative

♣ **Adaptabilité des occupants au climat intérieur :**  
 possibilité d'agir sur la vêtture et sur l'ouverture des fenêtres



# Risques de surchauffe

## Châssis-types orientés à l'ouest dans un séjour

Proportion Châssis – Local		Châssis orienté à l'Ouest dans un séjour Cas de figure SCx_SE2_Ouest_LOC2								
		EXIST	1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. – Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
SC1 Double ouvrant & imposte fixe	Surchauffe à traiter ou confortable pendant l'occupation [heures/an]	345	480	473	550	476	551	1300	/	/
		364	427	418	406	425	419	50	/	/
SC2 Simple ouvrant & imposte fixe	Surchauffe à traiter ou confortable pendant l'occupation [heures/an]	453	758	663	773	731	780	1344	/	/
		415	392	417	365	405	392	0	/	/
SC3 Châssis à guilaine	Surchauffe à traiter ou confortable pendant l'occupation [heures/an]	31	/	23	0	9	/	/	16	/
		260	/	282	0	235	/	/	283	/
SC4 Châssis à petits-lois	Surchauffe à traiter ou confortable pendant l'occupation [heures/an]	0	/	0	0	0	/	/	0	/
		116	/	128	144	107	101	/	111	/
SC5 Châssis métallique	Surchauffe à traiter ou confortable pendant l'occupation [heures/an]	183	/	211	227	180	210	450	219	/
		288	/	352	371	378	390	489	389	/
SC6 Bretèche en bois	Surchauffe à traiter ou confortable pendant l'occupation [heures/an]	76	62	52	61	42	66	/	/	/
		130	146	147	146	145	159	/	/	/

Châssis orienté à l'Ouest dans une chambre Cas de figure SCx\_SE2\_Ouest\_LOC1

Châssis	EXIST	1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. – Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
SC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Chambre

Châssis orienté à l'Ouest dans une cuisine Cas de figure SCx\_SE2\_Ouest\_LOC3

Châssis	EXIST	1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. – Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
SC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuisine

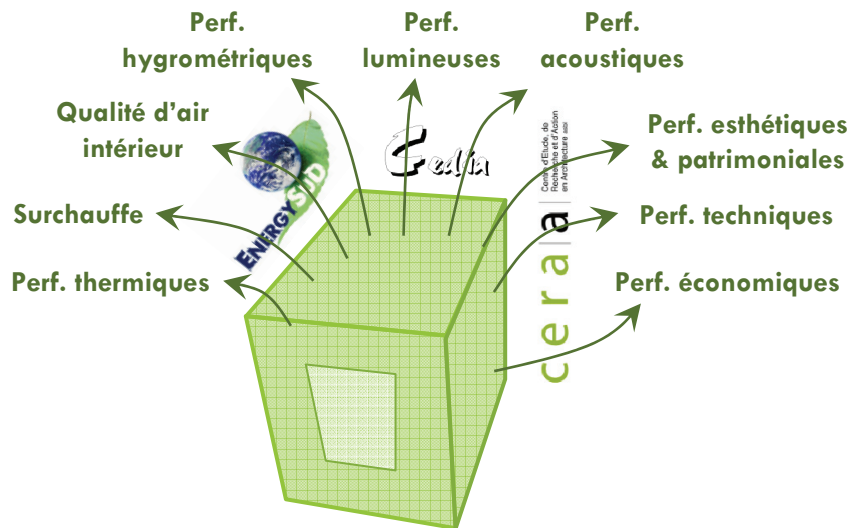
Châssis orienté à l'Ouest dans une salle de bain Cas de figure SCx\_SE2\_Ouest\_LOC4

Châssis	EXIST	1. Double V châssis exist.	2. Simple V feuilleté châssis exist.	3. Double châssis int. – Simple V.	4. Double châssis int. - Double V.	5. Châssis neuf double V.	6. Châssis neuf triple V.	7. Double V mince châssis existant	8. Survitrage
SC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Salle-de-bains

LEGENDE | Remèdes pour éliminer la surchauffe inconfortable (première ligne)

- A** Pas de surch. inconfortable (< 1% du temps)
- B** Protections solaires intérieures
- C** + protections solaires extérieures
- D** + système de refroidissement
- / Amél. non envisagée



# COMPARAISON des performances

# Rénovation environnementale intégrée

- ♣ **Pour pouvoir faire un choix objectif et intégré, il est judicieux de comparer toutes les performances, et ce au sein d'une même configuration pour un même châssis-type.**
- ♣ Réponse au cas par cas en fonction de la performance à mettre en avant  
→ aller chercher la fiche « châssis-type-LOC-SE » correspondante parmi les 48 configurations étudiées dans le cadre de cette recherche, en fonction :
  - du châssis-type
  - de la situation extérieure
  - de l'utilisation du local

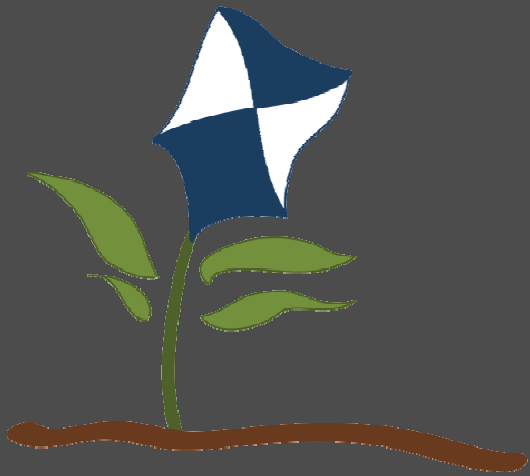


# Fiche comparative de toutes les performances (1 parmi 48)

## Châssis double ouvrant orienté sud dans une cuisine

CUISINE			EXIST OU AM 0	AM 1		AM 2		AM 3		AM 4		AM 5		AM 6		AM 7		AM 8		CONCLUSION GÉNÉRALE sur chaque performance
PERF. THERM.	Besoins en chauffage	Unités		DV perf. ds ch. exist		SV feuil. ds ch. exist		double ch. int. avec SV		double ch. int. avec DV		rempl. par nouv. ch. DV		rempl. par nouv. ch. TV		DV mince ds ch. exist		Survitrage intérieur contre ch. exist		
				SANS réfection étanch.	AVEC réfection étanch.	SANS réfection étanch.	AVEC réfection étanch.	AVEC réfection étanch.	AVEC réfection étanch.	DV 6/15/4	DV 4/15/4	AVEC réfection étanch.	SANS réfection étanch.	AVEC réfection étanch.	SANS réfection étanch.	AVEC réfection étanch.				
	Diminution p/r à l'existant	kWh/an	1027	510	635	461	412	377	3	/	/	Les améliorations diminuent fortement les besoins en chauffage : AM6 se détache (isolant) et AM 2 en retrait.								
PERF. DE LIMITATION DE SURCH.	Surchauffe inconfortable	% tps	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	La surchauffe inconfortable n'est rencontrée que dans AM 6 (perte d'inertie à cause de l'isolant).										
	Surchauffe confortable	% tps	3%	3%	3%	4%	3%	3%	9%	Celle-ci se traite au moyen de protections solaires int+extérieures.										
	Pas de surchauffe	% tps	97%	97%	97%	96%	97%	97%	85%	Toutes les améliorations intègrent une ventilation hygiénique avec débit normatif, empêchant la formation de condensation (contrairement à l'existant).										
PERF. HYGROM.	Condensation sur SV	g/an	140	non	non	non	non	non	non	Toutes les améliorations conservent le châssis existant ont une bonne cote.										
	Condensation sur mur	oui/non	non	non	non	non	non	non	non	Le survitrage et le double châssis respectent le mieux le patrimoine.										
	Humidité relative finale	% HR	55.6	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	Les améliorations sont un peu moins performantes que l'existant, mais respectent l'éclairage minimum.										
PERF. ESTH. & PATRIM.	Conservation aspect visuel	%	100	75	90	50	50	10	10	Les am. 3 et 4 dédoublant les châssis atteignent la meilleure performance acoustique.										
	Conservation matière	%	100	70	70	85	85	10	10	Toutes les améliorations permettent de renouveler tout l'air du local grâce au débit de ventilation hygiénique.										
PERF. LUM.	Eclairage intérieur E <sub>int50%</sub>	lux	461	456	427	427	375	444	427	Le survitrage est aisé à mettre en œuvre, car "clipsé" sur le châssis existant. Le remplacement d'un châssis est une démarche également aisée, car répandue.										
	Valeur d'éclairage min.	300								L'AM 6 avec triple vitrage est la plus coûteuse, car la plus "sophisticquée" (y compris cintrage de l'imposte).										
PERF. ACOUS.	Isolement acoustique	dB	28.1	28.4	31.5	29.3	33.4	43.0	43.0	34.2	30.2	31.2	29.3	33.4	29.2	33.1	Exemple : si l'on veut privilégier la perf. acoustique, on choisira AM 3 ou AM 4.			
	[C02] au terme de l'occupation	ppm	2791	400	400	400	400	400	400	400	400	400	/	/	/	/	Le placement d'un double châssis par l'intérieur avec simple ou double vitrage est l'amélioration la plus performante.			
QUAL. AIR. INT.	Temps pr dépasser 1500 ppm	h	3	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	/	/	/	/				
	Type d'intervention		EXIST	Intervention sur vitrage (imposte cintrée)	Intervention sur vitrage	Double châssis + intervention sur la baie, côté intérieur		Remplacement châssis	Remplacement châssis	Intervention sur vitrage	Application d'un survitrage									
PERF. TECHN.	Niveau de complexité	cote sur 4	4	1	2	1	1	3	3	2	4									
	Estimation de prix au m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	EXIST	250	300	1053	1103	475	485	800	1273 (+isol. + ventil.)	1144	1194	Prix SV + main d'œuvre						
ATOUT de chaque performance				PERF. FIN. / LUM.	PERF. ESTH.	PERF. ACOUS.	PERF. ACOUS.	/	PERF. THERM. (isol. & récup. de chaleur)	/	PERF. PATR.	PERF. TECHN.								
Quelle est la MEILLEURE PERFORMANCE dans ce cas de figure ?			EXIST	Bonne amélioration	Bonne amélioration	Amélioration la plus performante	Amélioration la plus performante	Amélioration regroupant les moins bonnes performances	Amélioration agissant sur d'autres aspects que la fenêtre	Amélioration peu intéressante si l'on sait mettre en œuvre AM 1 avec DV standard	Amélioration meilleure que AM2 si l'on élimine la condensation entre les deux vitrages									

Le dialogue entre le patrimoine et les enjeux énergétiques au sens large est tout à fait possible : il est **enrichissant** tant pour le bâti ancien que pour le développement durable.



Merci beaucoup pour votre attention

Le rapport détaillé et les guides pour le grand public seront disponibles dans le courant de l'automne 2011 sur le site internet de l'IBGE : [www.ibgebim.be](http://www.ibgebim.be)

**Unité de recherche EnergySuD : [www.energysud.ulg.ac.be](http://www.energysud.ulg.ac.be)**

Hélène MONTFORT, ir. architecte de recherche

ULg – FS – DSGE – EnergySuD

Rue de Pitteurs 20 (Bât. L3) – 4020 LIEGE 2 (Belgique)

Tél. : +32 (0) 4 366 95 38

Courriel : [helene.montfort@ulg.ac.be](mailto:helene.montfort@ulg.ac.be)

Fax : +32 (0) 4 355 95 37

Prof. dr. ir. Jean-Marie HAUGLUSTAINE

ULg – FS – DSGE – EnergySuD

Avenue de Longwy 185 – 6700 ARLON (Belgique)

Tél. : +32 (0) 63 23 09 00

GSM : +32 (0) 486 24 86 28

Courriel : [jmhauglustaine@ulg.ac.be](mailto:jmhauglustaine@ulg.ac.be)

Fax : +32 (0) 63 23 08 94