



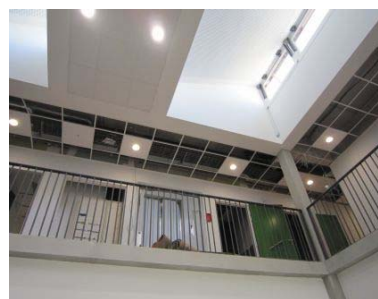
**FGE**

Bureau d'études

**TEST D'ETANCHEITE A L'AIR INTERMEDIAIRE – 22/03/2013**

**OPERATION GEMME-CORIOLIS – GRENOBLE INP**

**BATIMENTS GEMME ET GH RENOVE**



**Référence dossier : MP 1332**

Adresse du projet : Domaine Universitaire  
Rue de la piscine  
38 400 Saint Martin d'Hères

Commanditaire Institut polytechnique de Grenoble  
46 avenue Félix Viallet  
38031 Grenoble

Date	Etabli par	Version
21/03/2013	Xavier Figari	1.0
		

**Agence de Grenoble**  
ZA Sud Village  
41, rue de la Paix  
38 130 Echirolles  
☎ 04 80 80 79 20  
☎ 04 80 80 79 21  
info@france-ge.com

**Agence de Lyon**  
ZI du Bois Baron  
12 Rue du Bois Baron  
69 220 Belleville  
☎ 04 80 80 79 32  
☎ 04 80 80 79 33  
info@france-ge.com

**Agence de Paris**  
ZI Courtabœuf 1  
8 rue de l'Acadie  
91 969 Courtabœuf  
☎ 01 69 35 36 04  
☎ 01 69 35 36 09  
info@france-ge.com

**Agence de Rennes**  
ETIC Center  
9, rue des Charmilles  
35 510 Cesson Sévigné  
☎ 02 22 66 66 20  
☎ 02 22 66 66 21  
info@france-ge.com

# Sommaire

<b>Présentation du projet .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Bâtiment soumis à l'essai.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Appareillage .....</b>	<b>4</b>
2.1. Appareillage utilisé.....	4
2.2. Implantation .....	4
<b>3. Réalisation de l'essai .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Synthèse .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Fuites observées .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Annexes .....</b>	<b>19</b>
7.1. Description des ouvertures obturées pour l'essai .....	19
7.2. Eléments sensibles .....	20
7.3. Calcul des surfaces déperditives.....	21
7.4. Plans du bâtiment.....	22
7.5. Synthèse de l'étude thermique.....	27
7.6. Différence de pressions à débit nul .....	30
7.7. Mesures de pression, débit et marge d'erreur .....	31

## Liste des figures

<i>Figure 1 : Vues du projet .....</i>	<i>3</i>
<i>Figure 2 : Courbe de débit de fuite : Gemme+GH .....</i>	<i>6</i>

## Présentation du projet

### ➤ Préambule :

Dans le cadre du programme GEMME – CORIOLIS (Grenoble INP), une phase de test d'infiltrométrie a été réalisée par le bureau d'études FGE sur les bâtiments Gemme et la partie de GH rénovée, pris dans leur ensemble. L'objectif est à la fois qualitatif et quantitatif, l'objectif étant de déterminer le niveau d'étanchéité à l'air au sens de la réglementation thermique ( $Q_{4Pa\text{Surf}}$ ), mais également d'identifier les infiltrations d'air (recherche de fuites).

Renouvellement d'air à ne pas dépasser	Norme suivie	Date de l'essai	Opérateur responsable	Méthode d'essai
$Q_{4Pa\text{ surf}} = 0,8$ $m^3/(h.m^2)$	NF EN 13 829 et son guide d'application	22/03/2013	Xavier Figari	B

### ➤ Adresse du bâtiment :

**Domaine Universitaire  
Rue de la piscine  
38 400 Saint Martin d'Hères**

### ➤ Coordonnées du commanditaire :

**Institut polytechnique de Grenoble  
46 avenue Félix Viallet  
38031 Grenoble**

### ➤ Coordonnées du maître d'ouvrage :

**Institut polytechnique de Grenoble  
46 avenue Félix Viallet  
38031 Grenoble**

## 1. Bâtiment soumis à l'essai

### ➤ Le projet :

Type de bâtiment	Bureaux
Type de travaux	Construction neuve (Gemme) et réhabilitation (GH)
Nombre	1
Procédé constructif	Béton + ossature bois (Gemme), Béton (GH)
Chauffage	Gaz + pompes à chaleur - Radiateurs (GH), plancher chauffant (Gemme), cassettes.
Ventilation	Double flux
Climatisation	Oui
Date dépôt du PC	7 avril 2011
N° de PC	038 179 11 10005
Programme / label	RT 2005 + démarche HQE
Avancement lors du test	En cours de travaux de finitions – ventilations et sanitaires en cours de raccordement.
Hauteur du bâtiment	Gemme : 8,8 m / GH : 6,8 m
Altitude	210 m



Figure 1 : Vues du projet

### ➤ Parties du bâtiment soumises à l'essai :

Règle d'échantillonnage suivant le guide d'application de la norme NF EN 13 829	Non
Nombre d'unités testées	1 (Gemme + GH rénové)

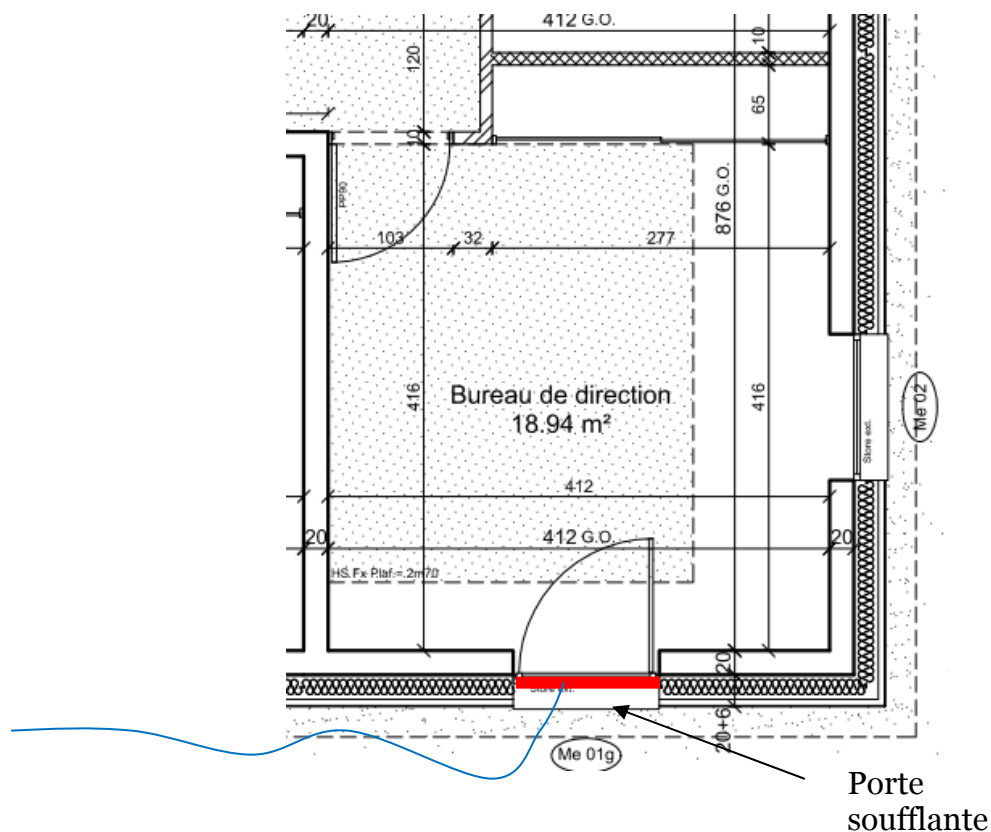
## 2. Appareillage

### 2.1. Appareillage utilisé

	Marque / modèle	Numéro de série	Dernier étalonnage	Fréquence d'étalonnage
<b>Ventilateur et diaphragmes</b>	Retrotec / Q4E	fan shell: PH001299 fan top AC000043	juin 2012	5 ans
<b>Mesure pression / débit</b>	Retrotec / DM 2A	N° 207421	juin 2012	annuelle
<b>Thermomètre</b>	Testo / 410-2	38511080/803	Novembre 2012	3 ans

### 2.2. Implantation

La fausse-porte et le ventilateur ont été installés sur la porte fenêtre du « Bureau de direction » au coin sud-est du RDC. Le capteur de pression externe a été placé à l'abri du vent hors du champ de pression créé par les ventilateurs.



### 3. Réalisation de l'essai

#### ➤ Dimensions de l'espace testé

<b>Aire nette de plancher (Shab)</b>	1 171 m <sup>2</sup>
<b>Volume chauffé</b>	3 714 m <sup>3</sup>
<b>Aire d'enveloppe (ATbat)</b>	1 635 m <sup>2</sup>
<b>Méthode de détermination de l'AT<sub>Bât</sub></b>	Calculée sur plans (voir justification en annexe)
<b>Incertitude sur les dimensions</b>	5%

#### ➤ Données relatives à l'essai

Conditions météorologiques :

<b>Température intérieure</b>	14 °C
<b>Température extérieure</b>	16 °C
<b>Vitesse du vent (échelle de Beaufort)</b>	1
<b>Pression atmosphérique (correction par altitude)</b>	101,3 kPa

Respect des critères de mesure :

<b>Vérification des critères de mesure</b>	
Le rapport précise si les critères suivants d'application de la norme NF EN 13 829 sont vérifiés	CONFORME
Vitesse du vent inférieure à 6 m/s	CONFORME
Le produit de la différence de température de l'air entre l'intérieur et l'extérieur, en K, par la hauteur de l'enveloppe du bâtiment (en m), donne un résultat inférieur à 500 m.K.	CONFORME
$\Delta p_{01+}$ , $\Delta p_{01-}$ , $\Delta p_{02+}$ et $\Delta p_{02-}$ sont inférieurs à 5 Pa	CONFORME
L'essai comporte au moins 5 paliers dont l'écart est de 10 Pa maximum	CONFORME
L'un des paliers de pression est à la pression cible de 50 Pa ou plus	CONFORME
La différence de pression minimale est égale à 10 Pa ou à 5 fois $\Delta P_0$	CONFORME
L'essai peut être retenu si l'incertitude sur le débit d'air à 4 Pa, $V_4$ est inférieure à 15 %	CONFORME

Justification du non-respect de la norme :

Sans objet.

## ➤ Résultats de l'essai

### Relevé des mesures effectuées :

La phase de test a été effectuée en dépression, les pressions cibles sont comprises entre 10 à 50 Pa par paliers croissants de 8 Pa.

Le graphique ci-dessous permet de visualiser le débit de fuite d'air en fonction de la différence de pression induite :

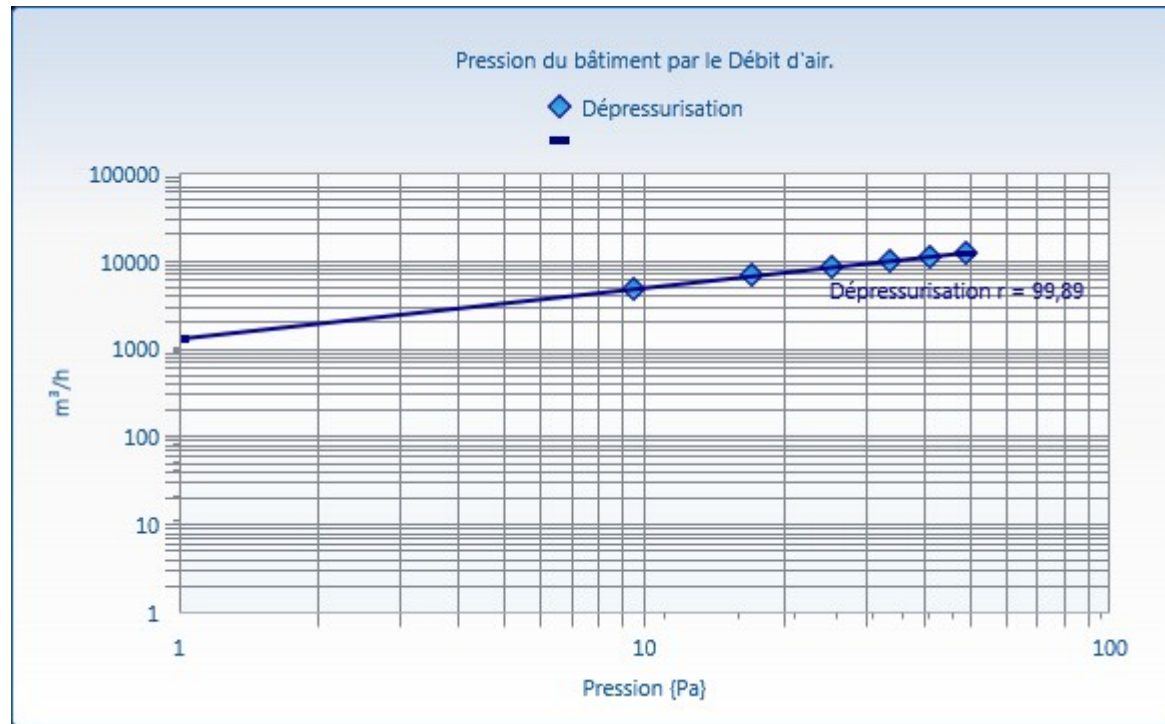


Figure 2 : Courbe de débit de fuite : Gemme+GH

### Coefficients d'essai :

Les valeurs de Cenv, CL et n ainsi que les intervalles de confiance à 95%, correspondant sont donnés dans le tableau suivant.

Coefficient de Corrélation r:	0,999	Valeur	Intervalle de confiance à 95 %	
Cenv	[m <sup>3</sup> /(h Pa <sup>n</sup> )]	1310,0	1161,8	1478,7
CL	[m <sup>3</sup> /(h Pa <sup>n</sup> )]	1326,5	1175,8	1496,6
n	[-]	0,573	0,537	0,610

## Perméabilité du bâti

La perméabilité à l'air est ainsi caractérisée :

	Indicateur	Valeur	Intervalle de confiance à 95%		Unités
			Max	Min	
Perméabilité à l'air sous 4 Pascals	$Q_{4PaSurf}$	<b>1,80</b>	1,64	1,95	$m^3/(h/m^2)$
Taux de renouvellement d'air sous 50 Pascals	$n_{50}$	<b>3,37</b>	3,17	3,57	$h^{-1}$
Débit de fuite sous 4 Pa	$V_{4Pa}$	<b>2935</b>	2736,0	3153,4	$m^3/h$
Incertitude sur la valeur du débit à 4 Pa	$\sigma_{V4}$	+/- 7,1 %			
Débit de fuite sous 50 Pa	$V_{50}$	<b>12500</b>	12104,8	12909,4	$m^3/h$
Surface équivalente de fuite	$\frac{AL}{(Cd = 0,6)}$	<b>5270</b>	4909,9	5659,0	$cm^2$
Soit l'équivalent d'un orifice circulaire d'un diamètre	$\emptyset_{fuite}$	<b>126,2</b>			$cm$

## 4. Synthèse

La perméabilité de la zone testée est de :

$$Q_{4Pa\ surf} = 1,8 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$$



Le seuil fixé au  $Q_{4Pa\ surf}$  par la maîtrise d'ouvrage est de **0,8**  $m^3/(\text{h.m}^2)$ .




La phase de test effectuée conduit à une valeur de perméabilité à l'air **supérieure** à  $0,8 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$ , pour l'ensemble des bâtiments Gemme et GH rénové. Par conséquent le résultat est **non conforme** à ce critère de la maîtrise d'ouvrage.


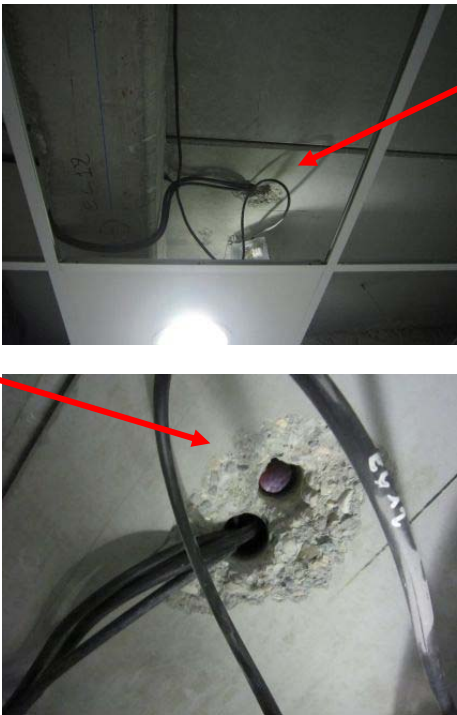



## 5. Fuites observées

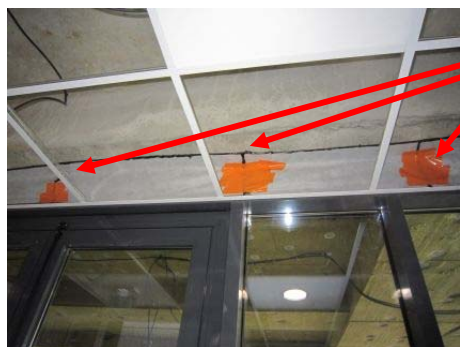
Les infiltrations d'air des bâtiments ont été relevées en plusieurs points. Elles ont été observées visuellement à l'aide de fumigènes. Ces défauts sont listés ci-dessous selon la nomenclature éditée par la norme:

<b>Éléments traversant les parois et/ou les sols</b>	
	<p>Le passage d'un câble électrique dans la bavette métallique à droite de la porte d'entrée Est de Gemme (RDC) laisse passer l'air. Le joint acrylique n'est pas continu à ce niveau.</p>
	<p>Un fort courant d'air a été repéré au niveau d'un passage de câble électrique au-dessus de la cage d'ascenseur au R+1. Il convient de colmater ce passage au mieux avec les produits adaptés (manchettes souples, scotch d'étanchéité, adhésif caoutchouc butyle...).</p>

	<p>Une fuite d'air importante a été repérée au plafond du coin nord-ouest des sanitaires H au R+1. Une évacuation traverse la dalle à ce niveau et n'a pas été colmatée. Cette évacuation est cachée sous l'isolant.</p>
	<p>La traversée des fluides au dessus de la porte de liaison Ouest entre Gemme et l'ancien bâtiment GH (au R+1) a été colmatée au mieux au moyen de scotch et autres éléments, mais laisse encore passer beaucoup d'air. Il est important de bien colmater ce passage car rien ne garantit que les infiltrations d'air dans un sens comme dans l'autre ne participeront pas aux déperditions thermiques du bâtiment (air froid pouvant venir de GH par les toitures, et/ou air chaud s'échappant de Gemme vers GH et l'extérieur).</p>
	<p>Les différents passages de fluides au plafond du couloir Nord de Gemme (au R+1) ne sont pas parfaitement étanches.</p>

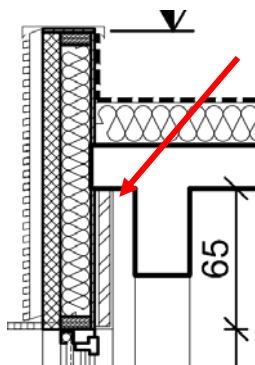
	<p>Les différentes suspentes au plafond du bâtiment GH rénové sont des sources de fuites importantes. Il n'a pas été possible de les tester exhaustivement en raison du faux-plafond déjà posé, mais certaines (comme celle-ci dans le couloir à côté de l'escalier central) présentent des fuites conséquentes. La mousse expansive qui avait été posée à cet endroit s'est décollée (produit non adapté à l'étanchéité à l'air). L'utilisation de manchettes et/ou d'adhésif butyl malléables est recommandée dans ces situations.</p>
	<p>Une fuite d'air importante a été repérée dans un passage de câble au plafond de la salle de séminaire de Gemme (R+1), et par un trou attenant (jour visible sur la photo). Ce passage devra être colmaté avec les produits adaptés. L'usage de manchettes autocollantes est recommandé dans ce genre de situations (avant tirage des câbles), ou du caoutchouc butyle (avec primaire d'accrochage) si l'on ne peut pas retirer les câbles, ou autres produits adaptés.</p>
	<p>Les réseaux de fluides traversant la cloison Est au fond du couloir de GH n'avaient pas été obturés. Nous avons obturé temporairement (pour les besoins du test) la sortie de ces tuyauteries depuis l'extérieur, derrière la porte. Cependant, des fuites importantes ont été relevées à ce niveau. Il conviendra d'obturer au mieux ces passages avec les produits adaptés, en remettant au besoin des morceaux de plaques de plâtres correctement jointoyés pour éviter tout passage d'air. L'utilisation de manchettes aurait été éventuellement possible sur ces passages de tuyauteries. Il se peut aussi que l'air s'infilte dans les liaisons des plaques de plâtres au dessus.</p>

### Liaisons périphériques (parois, plancher, plafond)



La liaison entre le haut du mur rideau et la dalle béton, au nord du hall d'entrée de Gemme a été correctement traitée par la pose d'une bande adhésive entre la longrine béton et le mur rideau. Cependant, la liaison entre les bandes adhésives n'est pas suffisamment forte, et ces liaisons se sont décollées lors du test. Nous avons dû poser un scotch orange temporaire pour maintenir les bandes attachées entre elles pour le test, mais il faudrait trouver un système pérenne pour bien connecter ces bandes entre elles (ajout d'un support solide sous la liaison ?).


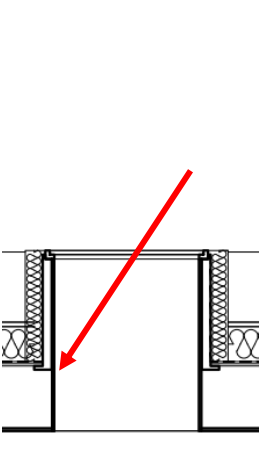
La pose de la bande adhésive autour du poteau rond en béton n'est pas parfaite, et laisse encore passer de légères fuites.



Des fuites ont été repérées au plafond des bureaux de Gemme R+1, derrière la longrine en béton. La liaison entre la structure ossature bois et la dalle béton est probablement en cause, ou la liaison périphérique entre les parois ossature bois (entre panneaux OSB) dans le coin du mur. Ce défaut a été repéré dans plusieurs bureaux, où l'isolant était parfois visible.



Le bureau chercheur n°7 (Gemme R+1 coin sud-ouest) présentait aussi une légère fuite au niveau de la liaison de la longrine béton avec la cloison. L'étanchéité de la liaison OSB/béton à ce niveau est probablement en cause. Cette liaison pourra être reprise en apposant un joint acrylique, mais les infiltrations auront lieu tout de même par l'intermédiaire de la cloison.

		<p>La liaison entre les parois verticales des fenêtres de toit du GH avec le plafond représente de fortes fuites d'air. Un fort flux d'air est ressenti dans le faux-plafond du couloir de GH, provenant probablement en grande partie de ces fuites, mais peut-être aussi des fuites en cloisons extérieures, des passages de réseaux en bout de couloir, des fuites dues aux suspentes, etc. Il n'a pas été possible de déterminer avec précision la principale source de fuites.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Menuiseries





	<p>De l'air passe sur tout le pourtour de la porte d'entrée Est de Gemme, ainsi qu'au niveau du barillet. Un réglage de cette porte sera nécessaire.</p>
------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

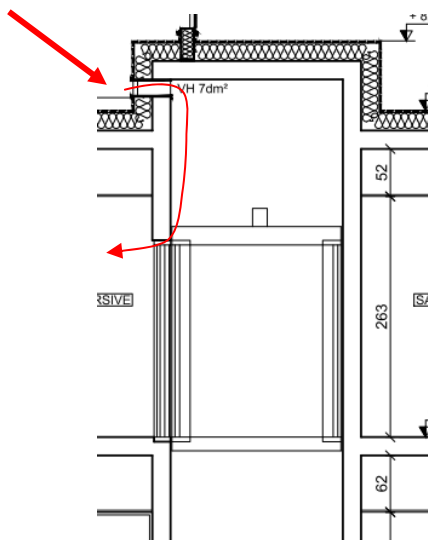
	<p>Les menuiseries alu du RDC (cafétéria en particulier) présentent encore quelques fuites et nécessitent de nouveaux réglages.</p>
	<p>L'ensemble des menuiseries bois du R+1 de Gemme présente les mêmes défauts : des infiltrations d'air conséquentes ont lieu par l'intermédiaire des gâches sur le dormant. Ces gâches ne sont en effet pas totalement recouvertes par l'ouvrant et laissent apparaître un jeu sur les 3 côtés de la fenêtre oscillo-battante.</p>
	<p>Les paumelles des menuiseries bois de Gemme laissent également passer l'air. C'est un défaut inhérent des menuiseries.</p>

	<p>Les ouvrants des fenêtres de toit de GH n'ayant pas de dispositif de fermeture présentait de nombreuses fuites. Ces fuites étaient minimisées du fait que le bâtiment était en dépression et avait tendance à plaquer les menuiseries en position fermée. Mais toute situation de surpression (probable) entrainera des fuites importantes sur ces menuiseries.</p>
	<p>Les menuiseries alu de GH (R+1) laissaient passer l'air par endroits. Le film protecteur plastique étant encore en place sur de nombreuses menuiseries rendait le joint non étanche à ce niveau, ce qui ne devrait plus se voir une fois enlevé.</p>
	<p>La porte de liaison entre Gemme et GH au R+1 côté Ouest est voilée (ou le cadre ?), et présente un jour important au coin supérieur gauche, malgré la pose du joint caoutchouc, et donne lieu à des infiltrations conséquentes depuis l'ancien bâtiment GH.</p>
	<p>La porte Est du couloir de GH a été obturée au scotch pour le test. Cependant, il apparaît que cette porte est une porte coupe-feu, et ne dispose pas de fermeture centrale (crémone). Si cette porte est censée rester fermée, l'air passera forcément par les interstices, la porte pouvant s'ouvrir toute seule sous l'effet d'une dépression de la partie GH+Gemme. Si cette porte est destinée à rester ouverte en permanence, la perméabilité à l'air de l'ensemble Gemme+GH ne sera bien évidemment plus assurée.</p>

Infiltrations en parois courantes	
-	Sans objet
Trappes d'accès	
-	Sans objet
Trappes de visites	
-	Sans objet
Appareillages électriques (prises, tableau, etc.)	
 	<p>En raison des infiltrations multiples par les parois de la partie GH rénovée, des fuites ont été relevées au niveau des plinthes et prises électriques en bas de cloison. La raison est probablement à chercher dans les infiltrations d'air au niveau des fenêtres et/ou du plafond, l'air passant sous le pare-vapeur et les plaques de plâtre.</p> <p>Des fuites ont été relevées au niveau des interrupteurs/prises et de la commande électrique de la cassette de climatisation dans le bureau informatique. Cette fuite peut provenir du plafond (probable) ou des arrivées électriques.</p>
Liaisons parois/ouvrants	
	<p>Le coin sud-ouest de la cafétéria du RDC laisse passer l'air, probablement à la liaison des menuiseries dans le coin derrière le poteau béton.</p>



	<p>La liaison entre le dormant de la porte d'entrée Nord et la paroi présente encore quelques fuites au pied du mur.</p>
	<p>Des fuites importantes ont lieu entre le cadre et les parois sur les fenêtres de toit de GH.</p>
<b>Autres</b>	
 	<p>La liaison entre le bâtiment Gemme et GH au niveau du plafond du couloir, au dessus des passages de câbles et tuyauteries, présentait encore des fuites (au niveau du joint de dilatation), malgré tout le soin apporté à l'obturation de cette liaison par de l'isolant, de la mousse PU et du scotch.</p> <p>Voir si un traitement par l'extérieur est possible, par un calfeutrement du joint de dilatation de la même manière que sur Coriolis ?</p>



L'ascenseur représente une bonne source de fuites, en raison de l'ouverture réglementaire de  $7\text{dm}^2$  au sommet de la cage d'ascenseur. Il y a peu de choses que l'on puisse faire à ce niveau (seule une architecture différente avec un ascenseur muni d'un sas étanche aurait pu diminuer ce problème).

## 6. Conclusion

Les défauts d'étanchéité relevés sont :

- Elements traversant les parois.
- Liaisons périphériques.
- Menuiseries du RDC et du R+1 de Gemme.
- Menuiseries de GH
- Infiltrations par les prises de GH (sans doute par l'intermédiaire des cloisons)
- Liaisons parois/ouvrants,
- Liaison entre Gemme et GH au plafond du couloir, au niveau du joint d'étanchéité.
- Ascenseur

**Certaines infiltrations sont conséquentes et doivent être traitées avec soin.**

**Le résultat révèle que le projet ne satisfait pas au critère de la maîtrise d'ouvrage.**

La valeur  $Q_{4Pa\ surf}$  de perméabilité à l'air est de :

$$Q_{4Pa\ surf} = 1,8 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$$



**FGE**  
Bureau d'études

A Echirolles, le 27 mars 2013.

## 7. Annexes

### 7.1. Description des ouvertures obturées pour l'essai

Le tableau suivant permet de vérifier l'application de la méthode adéquate lors de la mise en condition du bâtiment.

	Méthodologie prescrite par la norme EN NF 13 829 et le GA P-50 784			Obturations durant le test
	Mesure du $Q_{4Pasurf}$	Méthode A	Méthode B	
Fermeture des ouvertures volontaires type portes extérieures et fenêtres	Oui	Oui	Oui	Oui
Fermeture des portes de placards et toilettes	Oui	Oui	Oui	Oui
Obturation des bouches d'entrée d'air et d'extraction d'air du système de ventilation mécanique	Oui	Oui	Oui	Oui
Obturation des orifices réglables de ventilation naturelle sans fermeture	Oui	Oui	Oui	Sans objet
Fermeture des orifices réglables de ventilation naturelle avec fermeture	Oui	Oui	Oui	Sans objet
Obturation des orifices fixes de ventilation naturelle	Oui	Non	Oui	Sans objet
Obturation des prises d'air des systèmes de chauffage et refroidissement pris en compte dans le calcul des consommations énergétiques, y/c débit prélevé	Oui	Non	Oui	Sans objet
Obturation des prises d'air des systèmes de chauffage et refroidissement pris en compte dans le calcul des consommations énergétiques, hors débit prélevé	Non	Non	Oui	Sans objet
Fermeture des ouvertures réglables des systèmes de chauffage et refroidissement non pris en compte dans le calcul des consommations	Oui	Oui	Oui	Sans objet
Remplissage des siphons	Oui	Oui	Oui	Oui (+scotch)
Fermeture d'autres ouvertures volontaires restantes ayant un dispositif de fermeture	Oui	Oui	Oui	Sans objet
Obturation d'autres ouvertures volontaires restantes sans dispositif de fermeture	Non	Non	Oui	Oui (passage de réseaux sur GH Est)

## 7.2. Eléments sensibles

Le tableau suivant fait l'état des lieux des éléments considérés comme potentiellement sensibles et leur état lors du test.

	<b>Etat</b>	<b>Commentaire</b>
Hotte de cuisine à évacuation extérieure	Sans objet	-
Conduit de fumée	Sans objet	-
Arrivée d'air	Obturé	Conforme à l'annexe A.1 du GA P50-784
Extraction d'air	Obturé	Conforme à l'annexe A.1 du GA P50-784
Poêle à bois	Sans objet	Conforme à l'annexe A.2 du GA P50-784
Cheminée foyer ouvert	Sans objet	-
Cheminée foyer fermé	Sans objet	-
Evacuation sèche-linge	Sans objet	-
Spots encastrés	Sans objet	-
Trappe de désenfumage	Sans objet	-
Etat de finition des sols	Sans objet	-
Interrupteurs	Posés	-
Prises électriques	Posées	-
Autre	Sans objet	-

## 7.3. Calcul des surfaces déperditives

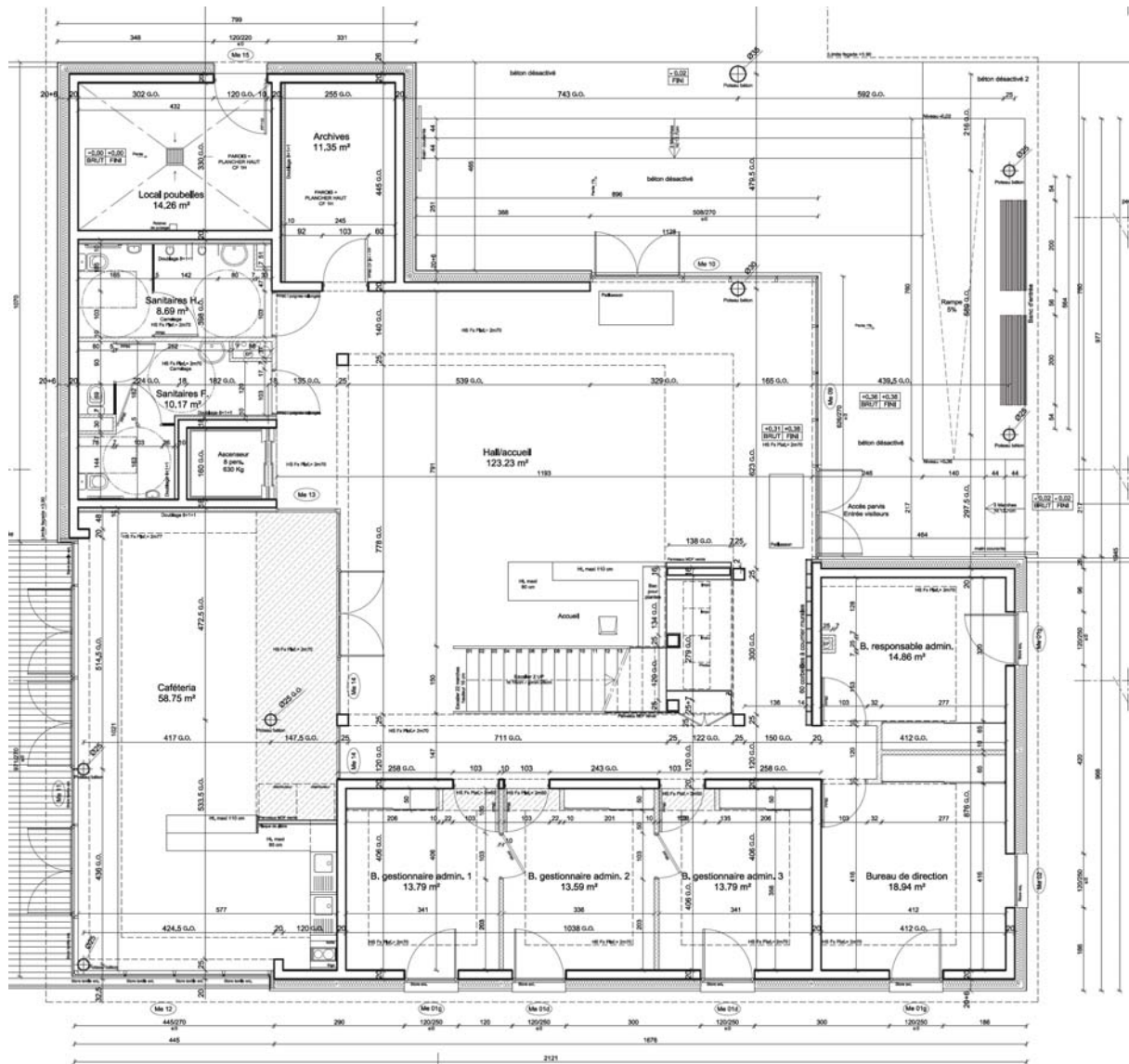
Surface des murs donnant sur l'extérieur				630,67 m²
Description situation	Longueur intérieure des murs donnant sur l'extérieur (m)	Hauteur sous plafond (m)	Surfaces verticales déperditives (m²)	
Gemme RDC Nord	23,09	3,32	76,66	
Gemme RDC Ouest	15,72	3,32	52,19	
Gemme RDC Sud	20,26	3,32	67,26	
Gemme RDC Est	19,04	3,32	63,21	
Gemme R+1 Nord	16,43	3,15	51,75	
Gemme R+1 Ouest	25,08	3,15	79,00	
Gemme R+1 Sud	20,88	3,15	65,77	
Gemme R+1 Est	20,01	3,15	63,03	
GH Nord	12,32	2,75	33,88	
GH Sud	28,33	2,75	77,91	
			0,00	
			0,00	
			0,00	
			0,00	
			0,00	
<b>sous total</b>			<b>630,67</b>	

Toiture (m²)				1004,80 m²
Description situation	Longueur (m)	Largeur (m)	Surfaces élémentaires	
Gemme ouest	4,73	25,08	118,63	
Gemme centre	11,92	26,85	320,05	
Gemme Est	4,63	20,25	93,76	
Soustraction Shed 1	-2,73	8,42	-22,99	
Soustraction Shed 2	-2,73	8,42	-22,99	
Shed 1 triangles x2	2,73	0,96	2,62	
Shed 2 triangles x2	2,73	0,96	2,62	
Shed 1	3,85	8,42	32,42	
Shed 2	3,85	8,42	32,42	
GH toiture Est	17,44	10,47	182,60	
GH toiture Est bureau 7	3,90	0,58	2,26	
GH toiture Ouest	21,38	12,32	263,40	
			0,00	
<b>sous total</b>			<b>1004,80</b>	

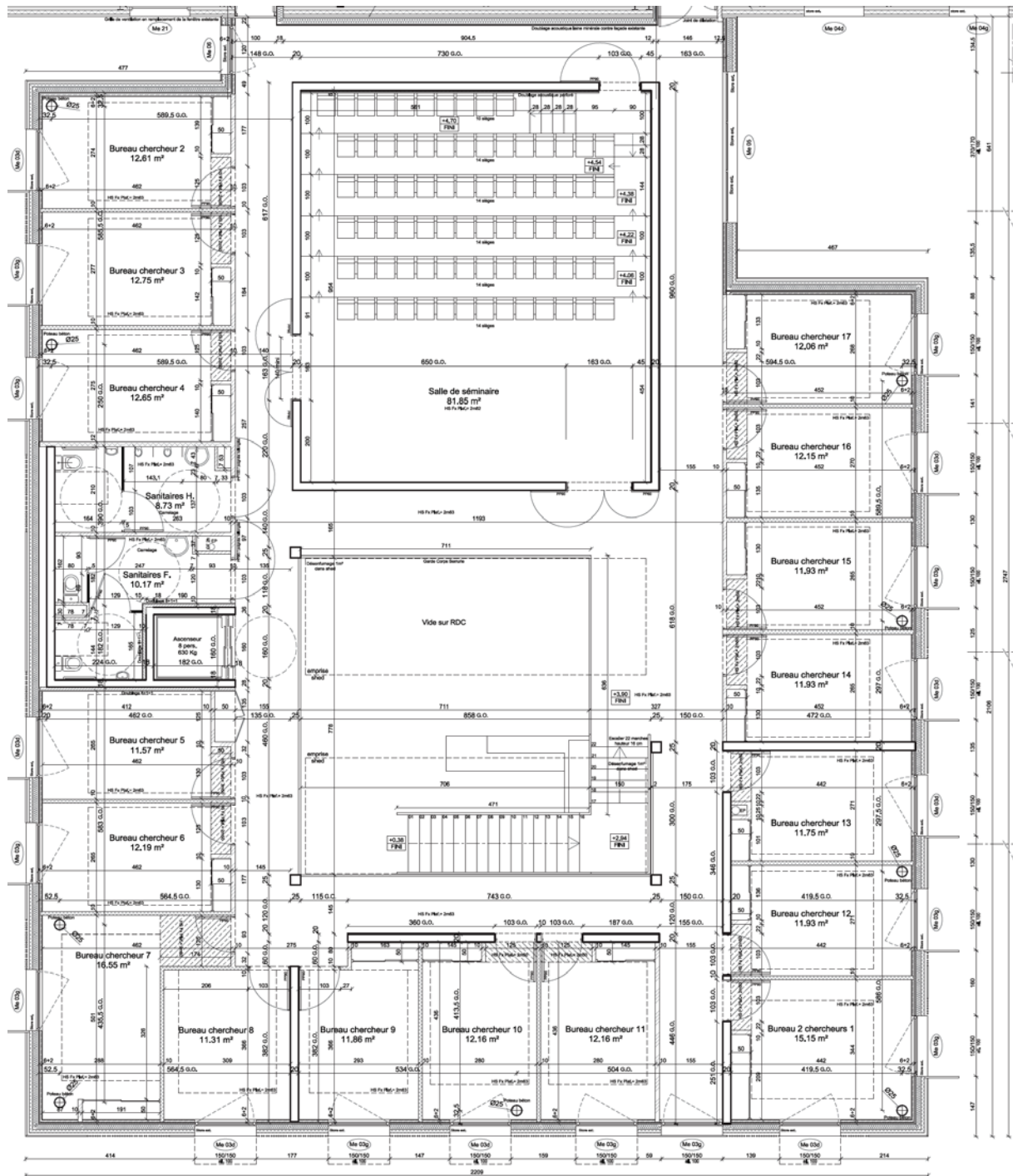
<b>SURFACE DEPERDITIVE HORS PLANCHER BAS TOTALE</b>	<b>1635,47 m²</b>
-----------------------------------------------------	-------------------

$$A_T \text{ bat} = S_{\text{façade\_Est}} + S_{\text{plancher\_haut}} = 3,17 * (2,95) + 15,41 = 24,76 \text{ m}^2$$

### 7.4. Plans du bâtiment

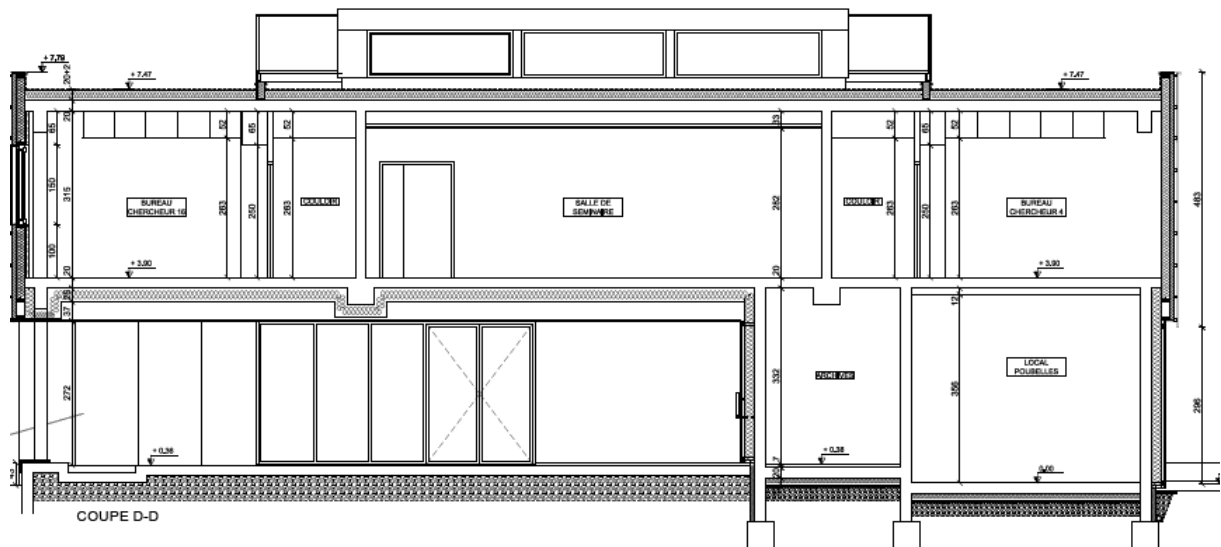
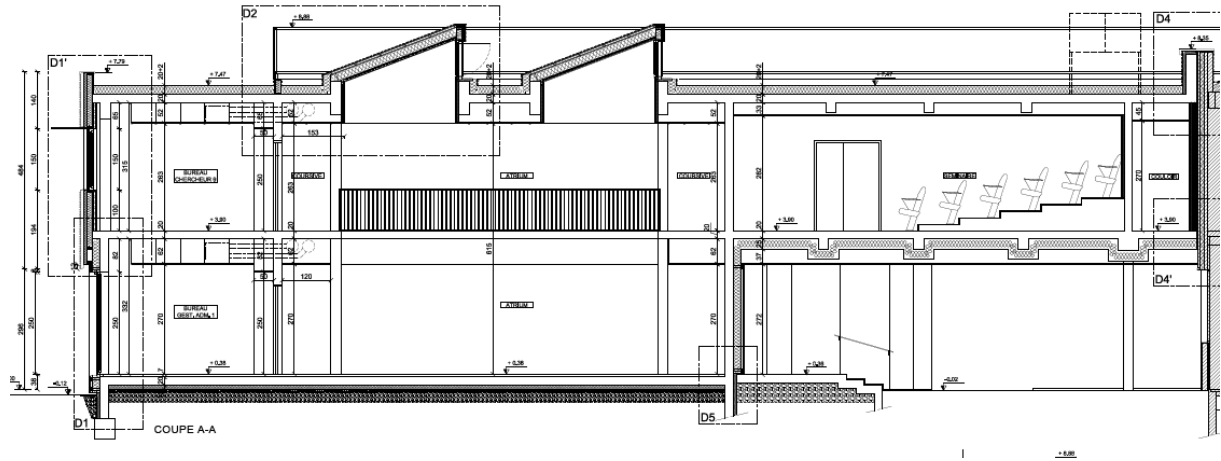


**Gemme RDC**

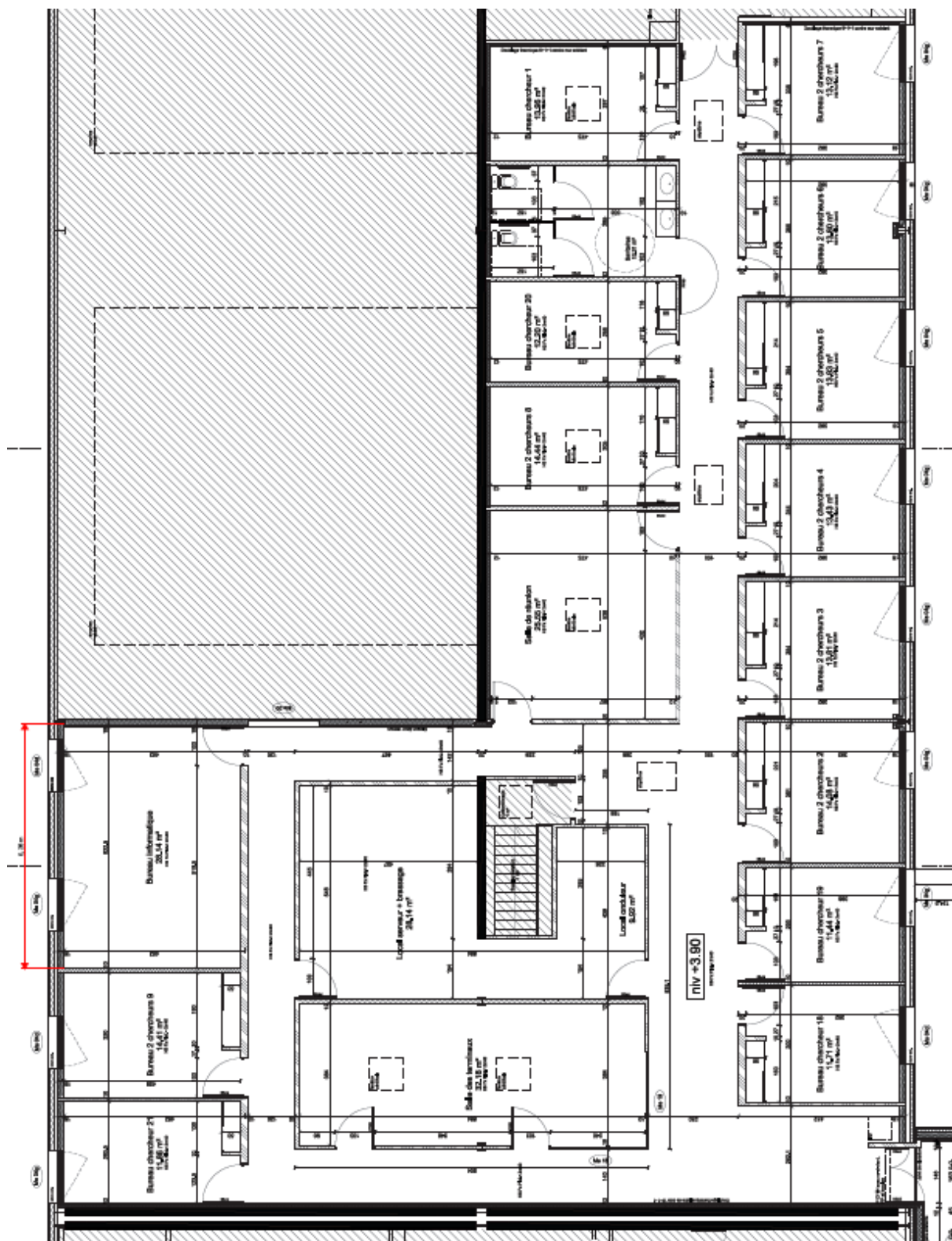


# Gemme 1<sup>er</sup> ETAGE

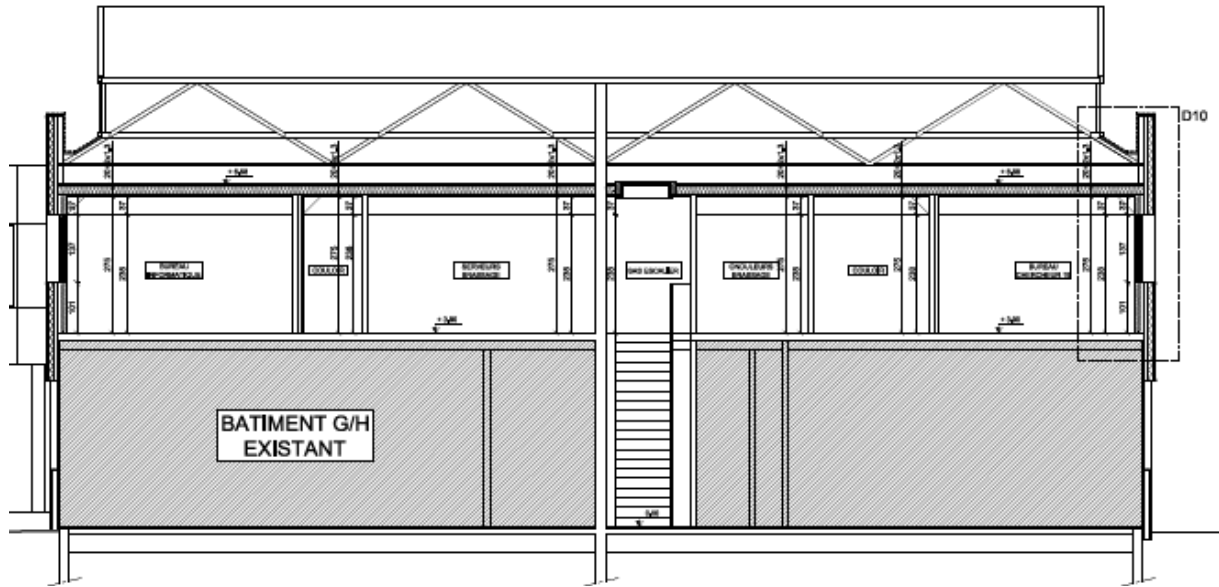




## Gemme COUPES



## GH 1<sup>er</sup> étage



**GH Coupe**

## 7.5. Synthèse de l'étude thermique

### FEUILLET BATIMENT (Gemme)

#### 1 - DONNÉES GÉNÉRALES SUR LE BÂTIMENT (GEMME)

		Gemme - (Gemme)
Identifiant		
Usage principal		<b>Immeuble Bureaux</b>
Surface utile ou habitable (m <sup>2</sup> )		<b>819.03</b>
	dont surface de type CE1 (m <sup>2</sup> )	<b>447.31</b>
	dont surface de type CE2 (m <sup>2</sup> )	<b>371.72</b>
	dont surface climatisée (m <sup>2</sup> )	<b>371.72</b>
SHON (m <sup>2</sup> )		<b>851</b>
Type de travaux		<b>Construction neuve</b>
Nombre de logements		<b>0</b>
Nombre de zones		<b>1</b>
Nombre de groupes		<b>2</b>

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

	unité	Cep projet (a)	Cep réf (b)	Performance énergétique	
				(b - a)	(b - a)/b %
<b>Coefficient Cep</b>	kWh-ep/m <sup>2</sup> SHON	76.9	149.3	<b>72.4</b>	<b>48.50%</b>

#### Consommations hors éclairage et auxiliaires (Cep\*) du bâtiment

- sans objet (Cepmax = 0 ou vide) -

### DONNÉES SPÉCIFIQUES AUX LABELS

### Résultats intermédiaires : consommations, apport d'énergie, besoins, apports et pertes thermiques (consommations en énergie finale)

	unité	projet (a)	référence (b)	écart du projet par rapport à la référence	
				(a-b)	(%)
Consommation totale électrique	kWh	20516.14	32988.88	-12472.74	-38%
Consommation totale autre énergie		12522.87	41978.57	-29455.7	-70%
dont chauffage électrique		0	0	0	-
dont chauffage autres sources		12522.87	41978.57	-29455.7	-70%
dont refroidissement électrique		2953.7	3193.8	-240.1	-8%
dont refroidissement autres sources		0	0	0	-
dont ECS électrique		0	0	0	-
dont ECS autres sources		0	0	0	-
dont auxiliaires ventilation		5572.35	6965.76	-1393.41	-20%
dont auxiliaires de génération (1)		874.25	1445.69	-571.44	-40%
dont auxiliaires de distribution de chaud et de froid (2)		1971.64	3551.78	-1580.14	-44%
dont éclairage		9144.21	17831.85	-8687.64	-49%
Apports d'énergie des équipements photovoltaïques			0.00		
Pertes thermiques de l'enveloppe	W/K	2206	3369.3	-1163.3	-35%
Besoins de chaud (3)	kWh	11544.4	39172.3	-27627.9	-71%
Besoins de froid (3)	kWh	10435.9	6699.7	3736.2	56%
Besoins thermiques ECS (3)	kWh	0	0	0	-
Pertes totales de génération distribution stockage et émission	kWh	2206	3369.3	-1163.3	-35%

(1) auxiliaires associés aux générateurs de chaud (chauffage, ECS) et de froid

(2) auxiliaires de distribution (chauffage, ECS, refroidissement) et émetteurs locaux

(3) en amont de la génération pertes de stockage, distribution, ...incluses

### Résultats des calculs des températures d'été (Tic) des groupes, locaux ou zones de type CE1

Partie de bâtiment de type CE1	Unité	Tic (a)	Tic réf (b)	Tic - Ticréf (a-b)
<b>Groupe non clim</b>	°C	35.88	36.91	<b>-1.03</b>

Art	Résultats de l'étude de conformité du bâtiment	Conformité à la RT
art 9.1	respect du C	Conforme
art 9.1	respect du Tic	Sans objet
art 9.1	respect des caractéristiques minimales	Vérfifié

## 2 - DONNÉES SUR L'ENVELOPPE THERMIQUE DU BÂTIMENT (GEMME)

### ► Synthèse des caractéristiques d'isolation et d'étanchéité à l'air de l'enveloppe

Transmission surfacique ou linéique moyenne	unité	Projet (a)	Référence (b)	Ecart (a-b)	Sensibilité du coefficient C (**)
Ubât (hiver)	W/m <sup>2</sup> .K	0.35	0.559	-0.209	<b>0</b>
Ubât-max	W/m <sup>2</sup> .K	0.35	0.839	<b>-0.489</b>	
U moy Parois verticales opaques (A <sub>1</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	0.19	0.36	-0.17	0
U moy Autres planchers hauts et toitures (A <sub>2</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	0.14	0.2	-0.06	0
U moy Planchers hauts en béton ou en maçonnerie (*) (A <sub>3</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	0.15	0.27	-0.12	0
U moy Planchers bas (A <sub>4</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	0.15	0.27	-0.12	0
U moy Portes (A <sub>5</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	1.31	1.5	-0.19	0
U moy Parois vitrées non résidentiel (A <sub>6</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	1.52	2.1	-0.58	0
U moy Parois vitrées résidentiel (A <sub>7</sub> )	W/m <sup>2</sup> .K	0	1.8	-1.8	0
ψ moy Liaisons plancher bas avec mur A <sub>4</sub> (L <sub>3</sub> )	W/m.K	0.24	0.4	-0.16	0
ψ moy Liaisons plancher intermédiaire ou sous comble aménageable avec mur (L <sub>9</sub> )	W/m.K	0	0.6	-0.6	0
ψ moy Liaisons plancher haut A <sub>3</sub> avec mur (L <sub>10</sub> )	W/m.K	0.13	0.6	-0.47	0
ψ moy Autres ponts thermiques	W/m.K	0.22			0

(\*) et plancher haut à base de tôles métalliques nervurées des bâtiments non résidentiels

(\*\*) Effet sur le coefficient C exprimé en kWh ep /m<sup>2</sup> de pertes thermiques diminuées de 10%

Pertes thermiques en W/K	Projet (a)	Poids dans Ubât %	Référence (b)	écart du projet par rapport à la référence	
				(a-b)	%
Parois verticales opaques (A <sub>1</sub> )	74.42	13.55%	143.94	-69.52	48.3%
Autres planchers hauts et toitures (A <sub>2</sub> )	6.85	1.25%	9.57	-2.72	28.42%
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie (A <sub>3</sub> )	70.67	12.87%	123.9	-53.23	42.96%
Planchers bas (A <sub>4</sub> )	76.24	13.88%	134.19	-57.95	43.19%
Portes (A <sub>5</sub> )	62.19	11.32%	71.33	-9.14	12.81%
Parois vitrées non résidentiel (A <sub>6</sub> )	177.43	32.3%	245.62	-68.19	27.76%
Parois vitrées résidentiel (A <sub>7</sub> )	0	0%	0	0	-
Liaisons plancher bas avec mur (L <sub>8</sub> )	33.66	6.13%	55.53	-21.87	39.38%
Liaisons plancher intermédiaire ou sous comble aménageable avec mur (L <sub>9</sub> )	0	0%	48.12	-48.12	100%
Liaisons plancher haut A <sub>3</sub> avec mur (L <sub>10</sub> )	9.77	1.78%	45.11	-35.34	78.34%
Autres ponts thermiques	38.06	6.93%			
<b>Pertes totales des parois (Ht)</b>	<b>549.29</b>	<b>100 %</b>	<b>877.29</b>	<b>-328</b>	<b>37.39%</b>

Surface des parois et linéaires de ponts thermiques	unité	Projet (a)	Référence (b)	écart (a-b)	
<b>Surface totale des parois</b>		1568.07	1568.07	0	
dont parois verticales opaques (A <sub>1</sub> )	m <sup>2</sup>	399.82	399.82	0	
dont planchers hauts et toitures (A <sub>2</sub> )		47.87	47.87	0	
dont planchers hauts en béton ou en maçonnerie (A <sub>3</sub> )		458.88	458.88	0	
dont planchers bas (A <sub>4</sub> )		497	497	0	
dont portes (A <sub>5</sub> )		47.55	47.55	0	
Parois vitrées verticales		116.96	116.96	0	
dont parois vitrées horizontales		0	0	0	
dont total parois sans plancher bas		1071.07	1071.07	0	
<b>Linéaire totaux de pont thermique</b>		m	464.23	294.2	170.03
dont liaisons plancher bas avec mur (L <sub>8</sub> )			138.82	138.82	0
dont liaisons plancher intermédiaire ou sous comble aménageable avec mur (L <sub>9</sub> )	80.2		80.2	0	
dont liaisons plancher haut A <sub>3</sub> avec mur (L <sub>10</sub> )	75.18		75.18	0	
dont autres liaisons	170.03				

Etanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment	unité	Projet (a)	Référence (b)	écart (a-b)	Sensibilité du coefficient C (*)
<b>Coefficient perméabilité à l'air</b>	m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	0.8	1.2	-0.4	<b>0</b>

(\*) Si la valeur initiale est supérieure à 0,5 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>, effet sur le coefficient C exprimé en kWh ep/m<sup>2</sup> d'une perméabilité à l'air diminuée de 0,5 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>.

## 7.6. Différence de pressions à débit nul

### Pression statique initiale :

[#1] -0,2031 -0,0295 -0,2239 -0,0893 -0,2167 -0,1714 -0,0698 -0,1368 -0,1699 -0,1239 -0,1851 -  
 0,1743 -0,2671 -0,2261 -0,3737 -0,3248 -0,2988 -0,4004 -0,3975 -0,4997 -0,5343 -0,517 -0,6113 -0,571  
 -0,6077 -0,6646 -0,5725 -0,8101 -0,8706 -0,9008

### Pression statique finale :

[#1] -0,2621 -0,3485 -0,2916 -0,2715 -0,2038 -0,2931 -0,1858 -0,3168 -0,1843 -0,4112 -0,2736 -  
 0,1627 -0,3276 -0,2693 -0,1555 -0,2916 -0,0144 -0,1152 0,139 0,27 -0,0907 -0,1296 -0,041 -0,229  
 -0,162 -0,3838 -0,3507 -0,1462 -0,1743 -0,2016

### Moyennes des pressions statiques :

	$\Delta P$	$\Delta P^-$	$\Delta P^+$
<b>Pression statique initiale [Pa]</b>	-0,37	-0,37	0,00
<b>Pression statique finale [Pa]</b>	-0,20	-0,22	0,20

### 7.7. Mesures de pression, débit et marge d'erreur

Le tableau ci-dessous regroupe les valeurs de mesures de pression, de débit et d'erreurs obtenues durant l'essai.

<b>Pression du bâtiment <math>\Delta P_m</math> [Pa]</b>	-9,7	-17,3	-25,4	-33,9	-41,5	-49,2
<b>Pression du ventilateur [Pa]</b>	24,7	52,6	77,9	108,4	135,1	165,6
<b>Débit Total, <math>V_r</math> [m<sup>3</sup>/h]</b>	4693,4	6897,3	8412,5	9922,6	11061	12210
<b>Débit Corrigé, <math>Q_m</math> [m<sup>3</sup>/h]</b>	4658,3	6845,8	8349,7	9848,4	10978	12119
<b>Erreur [%]</b>	-1,9%	3,0%	0,2%	0,1%	-0,7%	-0,6%