



RETOUR D'EXPÉRIENCE : VENTILATION NATURELLE AVEC RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

*DIRECTION RECHERCHE ET INNOVATION
ROSNY-SOUS-BOIS*

GIAMPIERO RIPANTI : Ingénieur pour le Bureau d'études Switch et pour la Direction Recherche et Innovation à la mairie de Rosny-sous-Bois

Déroule de la présentation

1. La ventilation naturelle : approche théorique
2. Présentation des projets et objectifs de la conception du système VNRC et retours d'expérience sur le confort d'été

Ecole maternelle des Boutours

Centre de Loisirs Jacques Chirac

Groupe scolaire Jean Mermoz

3. Conclusion prospective

La Direction Recherche et Innovation Rosny-sous-Bois



6 Projets Paille/Bois/Terre dont 5 en Ventilation Naturelle double flux

Paille en
caissons.



Groupe scolaire
Les Boutours 1
2000 m²
2012-2014

Paille en caissons, entre
montants et porteuse.



Groupe scolaire
Les Boutours 2
2000 m²
2015-2017

Paille porteuse,
structure hybride R+1



Centre de loisirs
Jacques Chirac
1000 m²
2018-2020

6 Projets Paille/Bois/Terre dont 5 en Ventilation Naturelle double flux

Paille en caissons
préfabriqués enduits



Groupe scolaire
Simone Veil
4000 m²
2019-2021

Paille autoporteuse en
manteau



Groupe scolaire
Mermoz
4000 m²
Livraison 2024

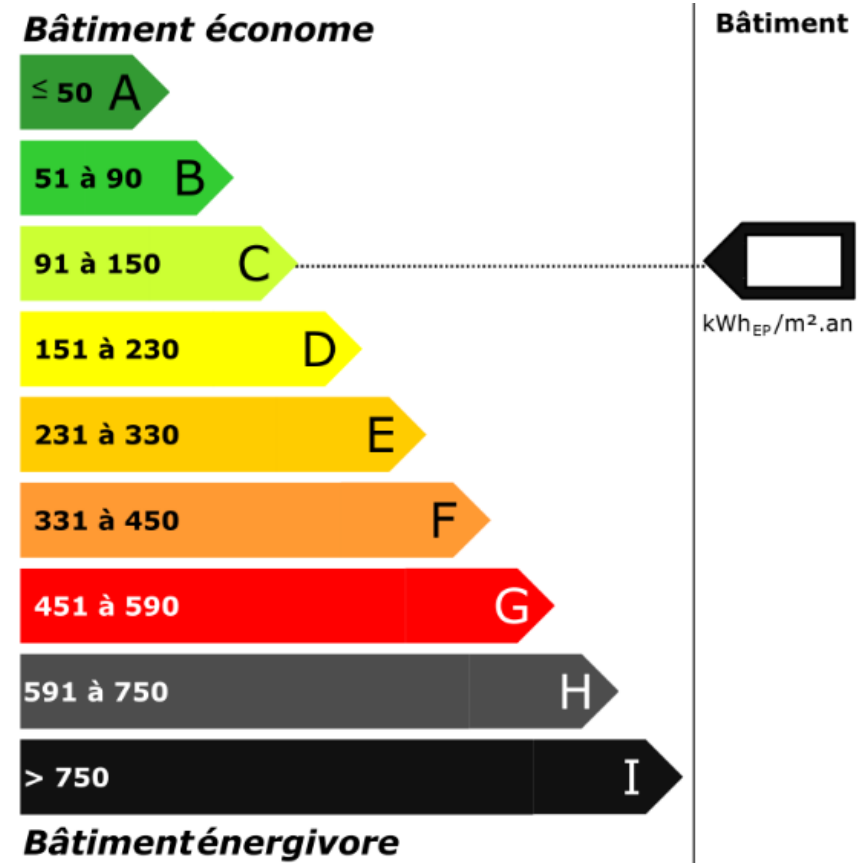
Réhabilitation
ITE Paille fondée



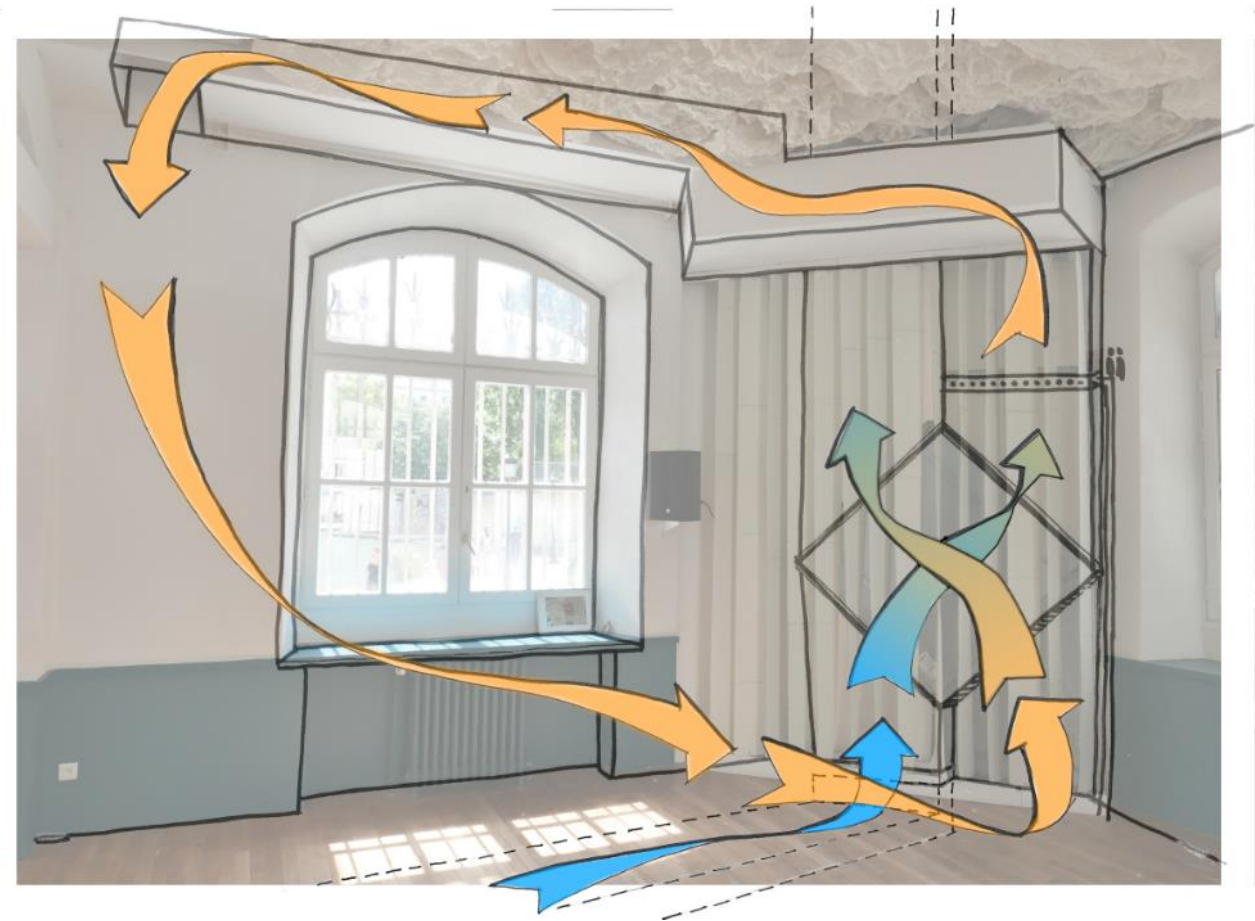
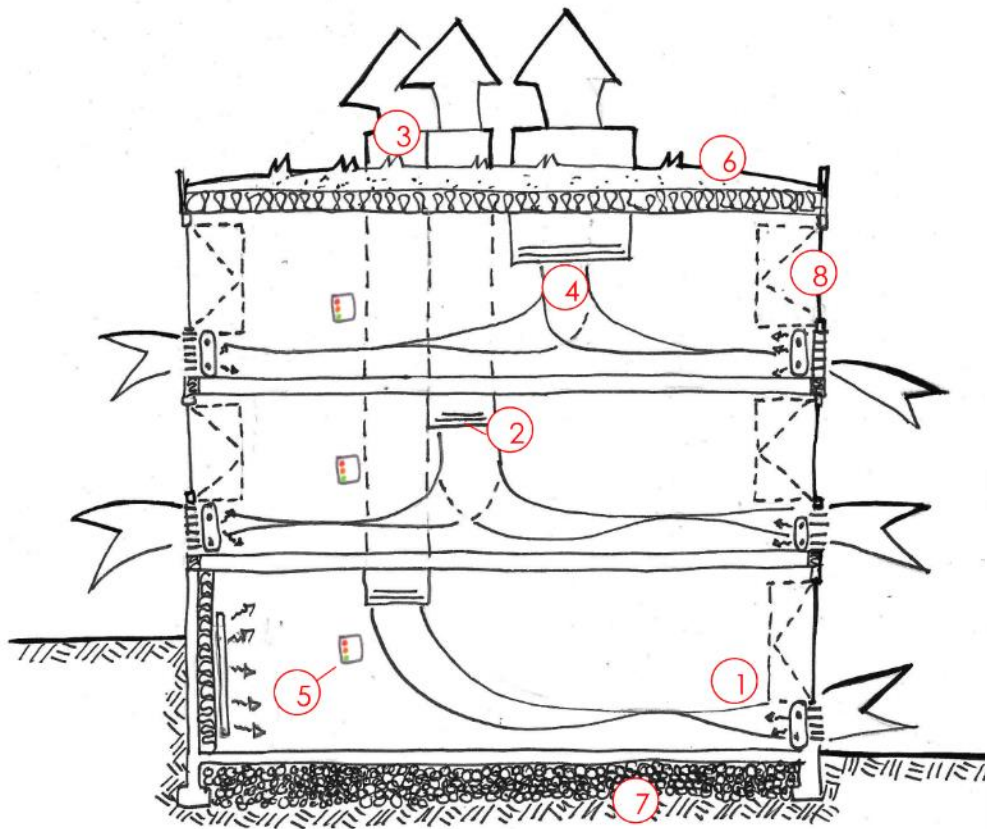
Groupe scolaire
Bois Perrier
1500 m²
Livraison 2024

Pourquoi la VN ?

Ligne de crête : Low tech <> Performance énergétique



Simple flux ou double flux ?



Bilan énergétique théorique

• Efficacité thermique / Consommations ventilateurs

- Comparaison ventilation naturelle / double flux mécanique sur la consommation énergétique globale primaire (thermique + électricité)

Bases de calcul:

28 personnes @ 25 m³/h par pers.:

750 m³/h au global

Coefficient de conversion $E_f > E_p$:

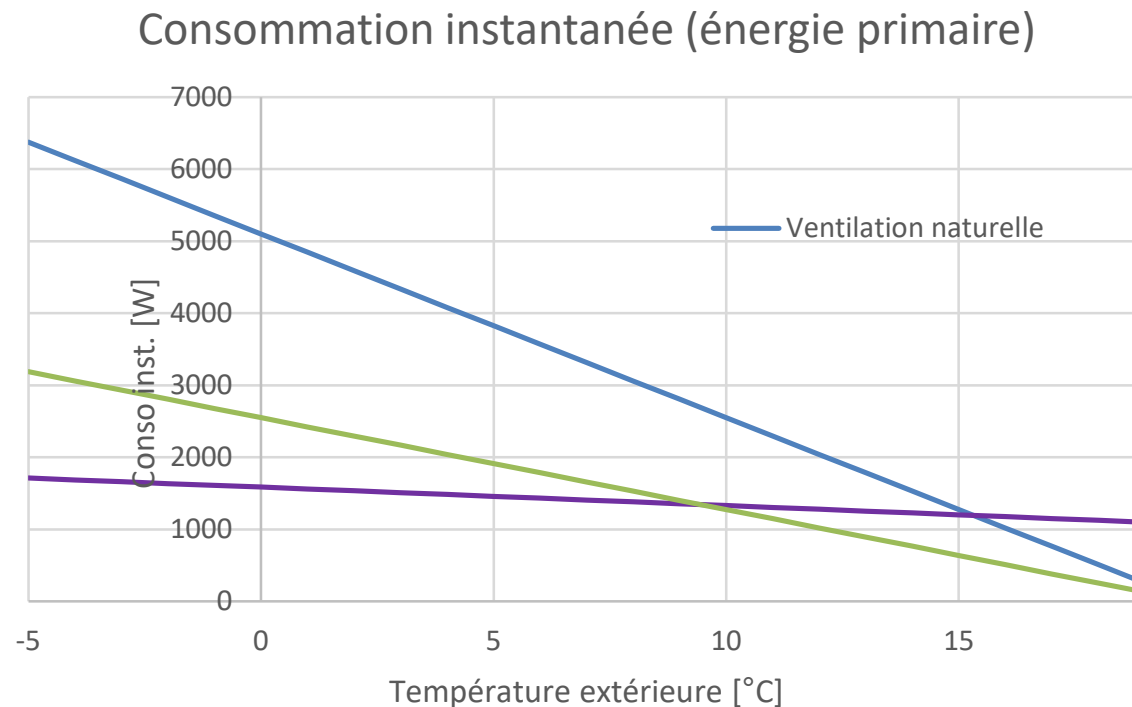
- Chaleur : 1
- Electricité : 2,58

VMC double flux:

- $\eta = 90\%$
- SFP = 1 kW/m³ par ventilateur

VN double flux:

- $\eta = 50\%$



Bilan énergétique théorique

• Efficacité thermique / Consommations ventilateurs

- Comparaison ventilation naturelle / double flux mécanique sur la consommation énergétique globale primaire (thermique + électricité)

Bases de calcul:

28 personnes @ 25 m³/h par pers.:

750 m³/h au global

Coefficient de conversion $E_f > E_p$:

- Chaleur : 1
- Electricité : 2,58

VMC double flux:

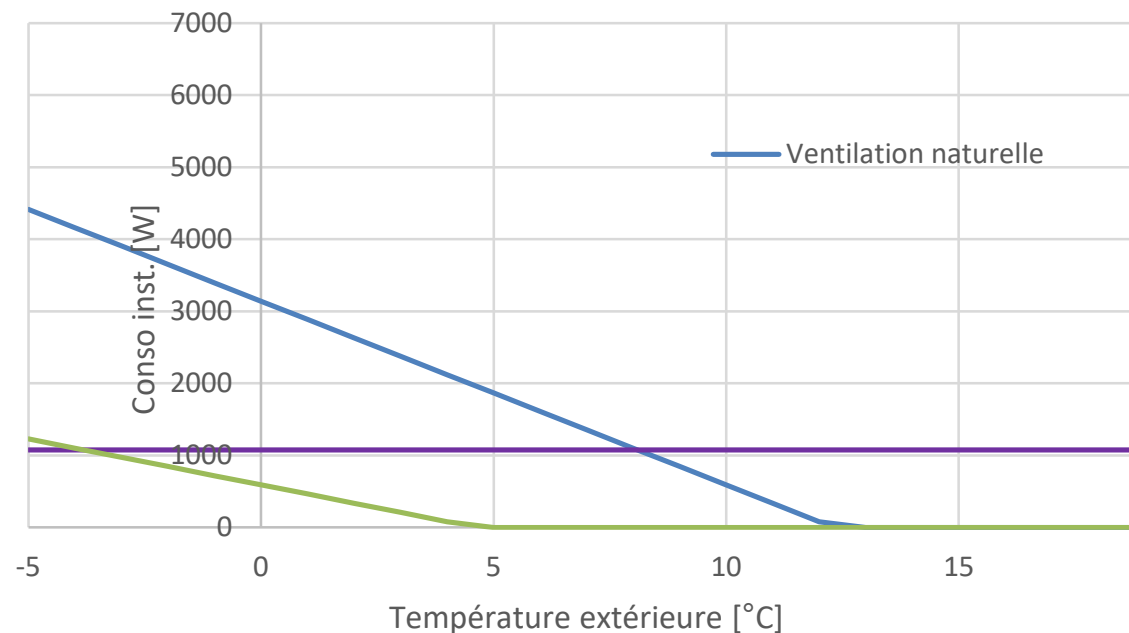
- $\eta = 90\%$
- SFP = 1 kW/m³ par ventilateur

VN double flux:

- $\eta = 50\%$

Prise en compte du dégagement de chaleur des occupants dans le bilan thermique: 70 W/pers

Consommation instantanée (énergie primaire)



Bilan énergétique théorique

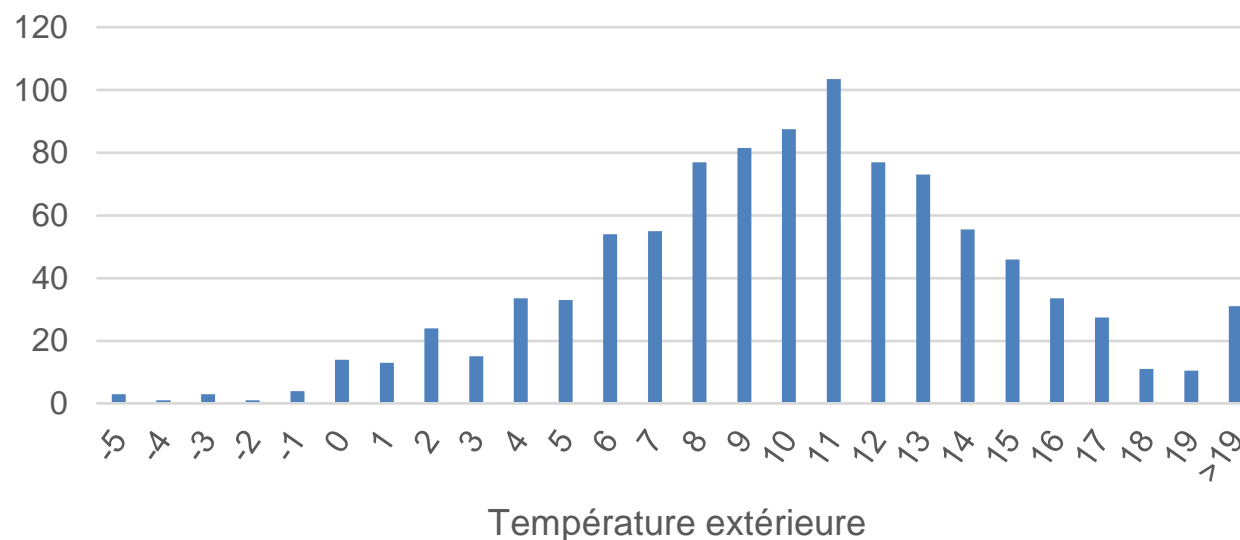
Bilan annuel global dépend de l'occupation + du climat

Exemple pour une salle de classe à Paris (prise en compte des vacances scolaire)

Profil débit

00:00	0%
01:00	0%
02:00	0%
03:00	0%
04:00	0%
05:00	0%
06:00	0%
07:00	0%
08:00	100%
09:00	100%
10:00	100%
11:00	100%
12:00	0%
13:00	50%
14:00	100%
15:00	100%
16:00	100%
17:00	50%
18:00	0%
19:00	0%
20:00	0%
21:00	0%
22:00	0%
23:00	0%

Nombre d'heures d'occupation pendant la période de chauffe



Bilan énergétique théorique

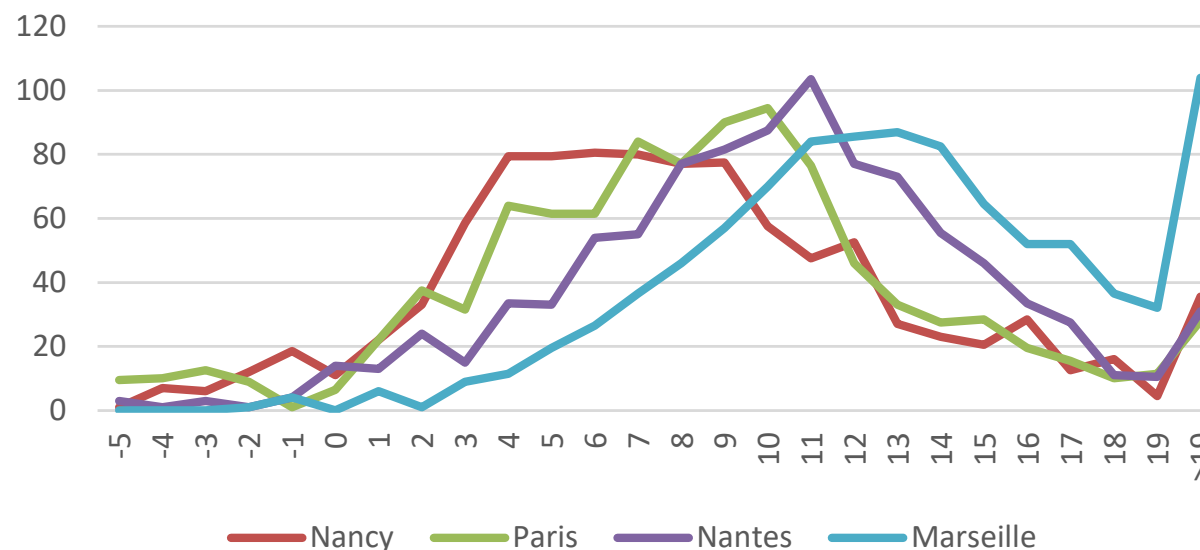
Bilan annuel global dépend de l'occupation + du climat

Exemple pour différents climats en France métropolitaine

Profil débit

00:00	0%
01:00	0%
02:00	0%
03:00	0%
04:00	0%
05:00	0%
06:00	0%
07:00	0%
08:00	100%
09:00	100%
10:00	100%
11:00	100%
12:00	0%
13:00	50%
14:00	100%
15:00	100%
16:00	100%
17:00	50%
18:00	0%
19:00	0%
20:00	0%
21:00	0%
22:00	0%
23:00	0%

Nombre d'heures d'occupation pendant la période de chauffe



Bilan énergétique théorique

Résultats SANS prise en compte du dégagement de chaleur des occupants

Ventilation naturelle sans récupération de chaleur:

Consommations théoriques annuelles [kWhEp]

	Nancy	Paris	Nantes	Marseille
VNRC	2973	2869	2437	1767
VM 2xF	1896	1885	1842	1775

Consommations ramenées à la surface [kWhEp/m²] - hypothèse classe de 60m²

VNRC	49,5	47,8	40,6	29,4
VM 2xF	31,6	31,4	30,7	29,6

Ventilation naturelle avec récupération de chaleur:

Consommations théoriques annuelles [kWhEp]

	Nancy	Paris	Nantes	Marseille
VNRC	1486	1435	1218	883
VM 2xF	1896	1885	1842	1775

Consommations ramenées à la surface [kWhEp/m²] - hypothèse classe de 60m²

VNRC	24,8	23,9	20,3	14,7
VM 2xF	31,6	31,4	30,7	29,6

Bilan énergétique théorique

Résultats AVEC prise en compte du dégagement de chaleur des occupants

Ventilation naturelle sans récupération de chaleur:

Consommations théoriques annuelles [kWhEp]

	Nancy	Paris	Nantes	Marseille
VNRC	1137	1026	676	328
VM 2xF	1599	1599	1599	1599

Consommations ramenées à la surface [kWhEp/m²] - hypothèse classe de 60m²

VNRC	19,0	17,1	11,3	5,5
VM 2xF	26,6	26,6	26,6	26,6

Ventilation naturelle avec récupération de chaleur:

Consommations théoriques annuelles [kWhEp]

	Nancy	Paris	Nantes	Marseille
VNRC	54	57	26	6
VM 2xF	1599	1599	1599	1599

Consommations ramenées à la surface [kWhEp/m²] - hypothèse classe de 60m²

VNRC	0,9	0,9	0,4	0,1
VM 2xF	26,6	26,6	26,6	26,6

Bilan énergétique théorique

Bien sûr ces résultats sont théoriques:

- Qualité de la mise en œuvre
- Mise en place d'un préchauffage de l'air neuf
- Régulation: robots ou humains (gestion des sur-débits...)
- Interactions avec l'étanchéité à l'air
- Etc...

Questionnements ACV



Contexte réglementaire - historique

1893 / 1^{ères} règles de salubrité applicables aux **locaux de travail**

1906 / ordonnance Parisienne imposant des **conduits de fumée** dans la cuisine et par pièce principale (chauffage au bois).

1937 / 1^{er} Règlement sanitaire départemental type (RSDT). Aération par pièce d'habitation, réalisée par des ouvrants de surface minimale

1969 / principe de l'aération générale et permanente à réaliser par balayage. Arrivée de la ventilation mécanique contrôlée (VMC).

1974 / première **réglementation thermique** suite au choc pétrolier. Calcul de déperdition global intégrant les pertes thermiques causées par le renouvellement d'air

1978 / dernière révision importante du RSDT

1982 / arrêté du 24 mars 1982 - aération des logements / débits minimum à extraire par pièce de service (cuisines, toilettes, salles de bains), par conduits à tirage naturel ou par extraction mécanique

Source : <https://www.batiment-ventilation.fr/a-propos/maitriser-la-ventilation>

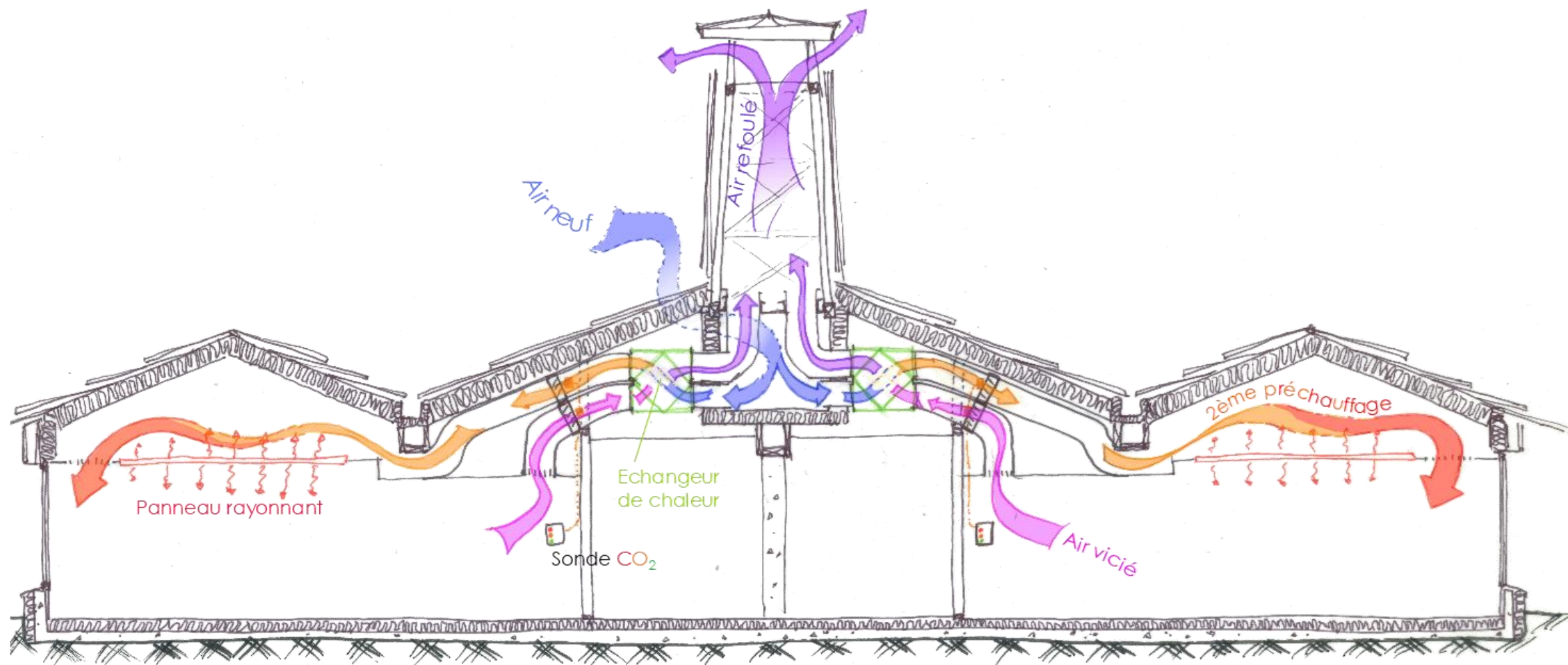
Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours



Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours



Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours



Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours

Objectifs du dimensionnement :

- 750 m³/h par classe
- efficacité théorique de l'échangeur : 50%
- Moteur thermique suffisant jusque 12°C extérieur
- Moteur éolien en complément
- >> Débits non garantis en continu
- Objectif: ICONE inférieur ou égal à 2

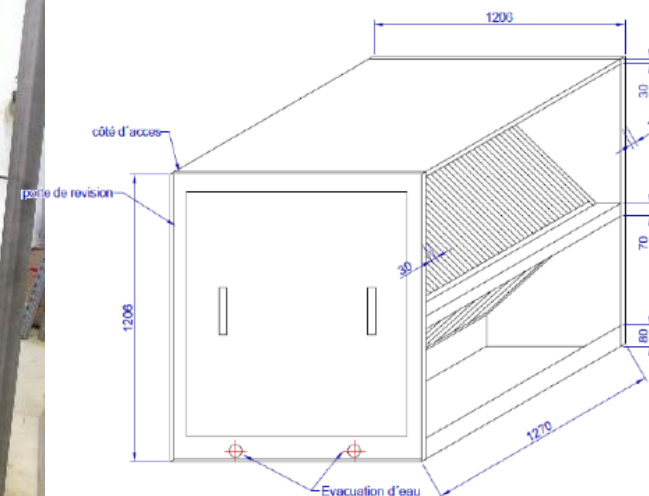
Etudes en deux étapes:

- Pré-dimensionnement statique (application des formules de l'AM10) sur la base du tirage thermique seul
- Simulation thermique dynamique permettant d'appréhender le fonctionnement de manière plus global (tirage thermique + par le vent)

Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours

Instrumentation échangeur à plaques au CETIAT (2017)



Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours

Instrumentation échangeur à plaques au CETIAT (2017)

2.2. Essais d'efficacité thermique

		Point à 750 m³/h avec isolant complémentaire	Point à 1000 m³/h avec isolant complémentaire	Point à 1500 m³/h avec isolant complémentaire	Point à 750 m³/h sans isolant complémentaire
Débit volumique air neuf	m³/h	763.0	1015.5	1514.3	764.7
Température sèche air neuf	°C	5.0	4.9	4.9	4.9
Débit volumique air extrait	m³/h	779.4	1037.0	1555.2	779.8
Température sèche air extrait	°C	25.1	25.1	24.9	24.8
Température sèche air soufflé	°C	15.0	14.7	14.2	14.9
Bilan thermique		0.98	1.00	1.00	0.96
Rapport températures air neuf		49.9%	48.4%	46.5%	50.1%

2.3. Essais de pertes de charges

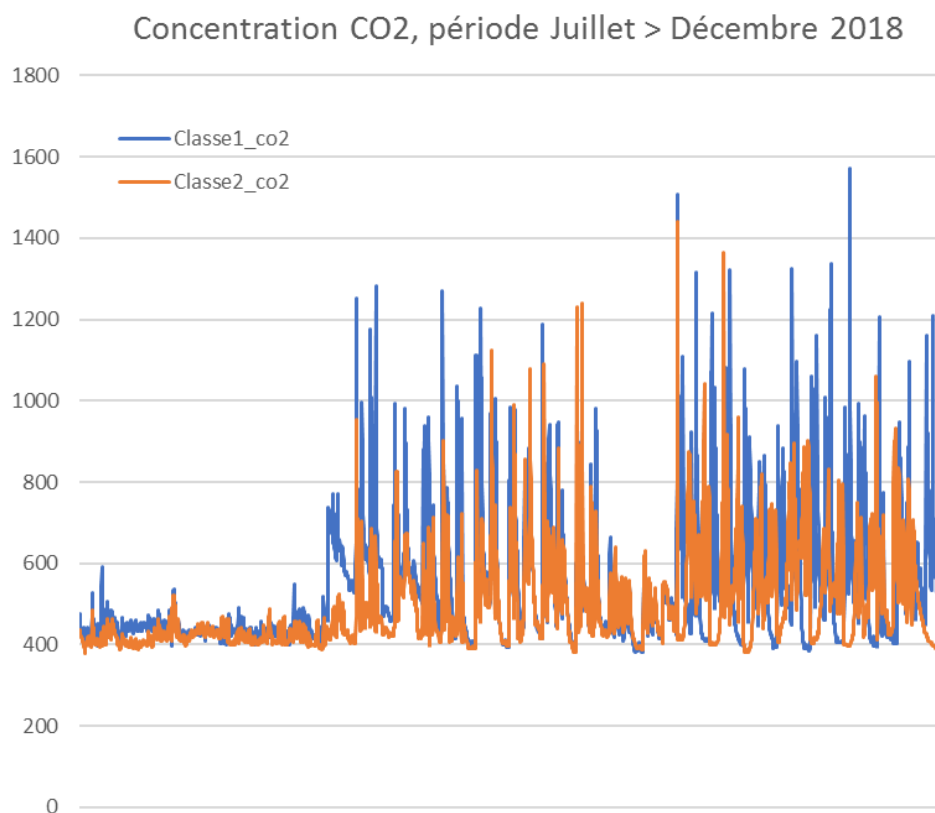
Flux air neuf	
Débit	DP totale Echangeur seul (aux conditions de référence)
m³/h	Pa
450	0.2
600	0.4
750	0.6
900	0.9
1000	1.1
1200	1.6
1500	2.5

Flux air extrait	
Débit	DP totale Echangeur seul (aux conditions de référence)
m³/h	Pa
450	0.2
600	0.4
750	0.6
900	0.9
1000	1.1
1200	1.6
1500	2.6

Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours

- Suivi des concentrations CO₂ à la réception (rentrée 2017 et après...)



Salle	Observations	Qualité de l'air
Classe 1	Pics journaliers le plus souvent inférieurs à 1000/1200 ppm. 2 pics à 1500 ppm en novembre / décembre	Très bonne
Classe 2	Pics journaliers inférieurs à 1000/1200 ppm. Quelques pics à 1400/1600 ppm	Très bonne
Classe 3	Pics journaliers le plus souvent inférieurs à 1000/1200 ppm. 1 pic à 1400 ppm en octobre 2 pics à 1600 ppm en novembre / avril 1 pic à 2000 ppm en décembre	Très bonne
Classe 4	Pics journaliers le plus souvent inférieurs à 1000/1200 ppm. 1 pic à 1800 ppm en décembre 4 pics à 1500 ppm en janvier / février / avril	Très bonne
Classe 7	Pics journaliers inférieurs à 800/1000 ppm Quelques pics à 1200 ppm	Très bonne
Classe 8	Pics journaliers le plus souvent inférieurs à 1000/1200 ppm. 4 pics à 2000 ppm 4 pics à 1800 ppm	Bonne*
Classe 9	Pics journaliers le plus souvent inférieurs à 1000/1400 ppm. 1 pic à 1400 ppm en octobre 2 pics à 1600 ppm en novembre / avril 1 pic à 2000 ppm en décembre	Bonne*
Périscolaire	analyse d'une année complète y compris juillet/août Pics journaliers inférieurs à 1000/1200 ppm Quelques pics à 1400 ppm	Très bonne
Dortoir 2	Les pics journaliers entre 1600 et 2000 ppm sont fréquents, environ 50% des jours ils sont aux alentours de 1000-1200 ppm.	Bonne*
Petit hall	Pics journaliers le plus souvent inférieurs à 600/800 ppm Quelques pics à 1000/1200 ppm 1 pic à 1500 ppm en décembre	Très bonne

Présentation des projets

Ecole maternelle des Boutours

Evaluation par COSTIC (2021)

(Comité Scientifique et Technique des Industries de Climatisation)

7. Synthèse

Le système de ventilation naturelle mis en place à l'école des Boutours est novateur. Il se situe dans un créneau où les normes et réglementations actuellement en vigueur ne s'appliquent pas.

Ces textes officiels se basent :

- Sur un maintien précis de débits à l'instar de la ventilation mécanique,
- Sur des caractérisations d'efficacité des échangeurs en pourcentage.

Cette étude a été menée en s'adaptant au mieux aux contraintes de la ventilation naturelle.

La validation de ce type de système devrait être caractérisé par un **objectif de résultats**.

Par exemple comme nous avons pu le montrer :

- Une concentration en CO₂ maintenue en dessous de 1000 ppm,
- Un maintien d'une température de soufflage minimale.

Le système mis en place peut être amélioré.

Certaines pistes d'amélioration ont été fournies :

- Une diminution du débit cible à fournir dans les classes,
- Un colmatage des fuites sur les réseaux,
- Un rééquilibrage des débits d'extraction et de soufflage
- Une sensibilisation plus importante des utilisateurs,
- Un bypass sur l'échangeur en période estivale afin de réaliser un rafraîchissement nocturne,
- Un arrêt de la ventilation en absence des occupants, sauf dans le cas de nécessité de rafraîchissement.

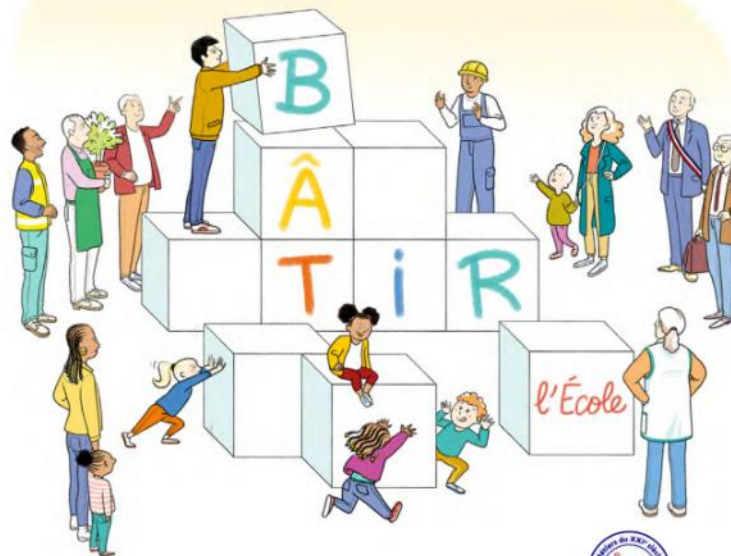
Contexte réglementaire


MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Guide «Bâtir l'École»

ÉCOLE MATERNELLE

Construction - Rénovation - Aménagement - Equipement

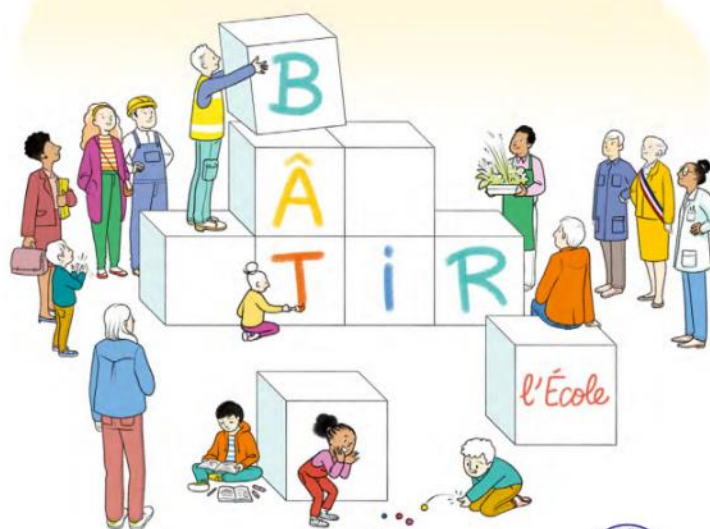



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Guide «Bâtir l'École»

ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE

Construction - Rénovation - Aménagement - Equipement



Contexte réglementaire

ÉCOLE DES BOUTOURS DE ROSNY-SOUS-BOIS (93)



© Ecole Rosa Sorel, 1984

Mise en œuvre de cheminées thermiques pour maximiser la ventilation naturelle

LYCÉE MARYSE BASTIÉ À LIMOGES (87)

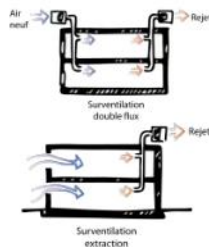


© Atelier 4 Architecture Associés

Grilles de ventilation en partie basse des circulations

Lorsque la ventilation naturelle ne permet pas de répondre aux exigences en termes de renouvellement d'air, ou que le milieu extérieur est sujet à de fortes pollutions, la ventilation mécanique s'impose. Il existe un grand nombre de solutions techniques pour atteindre les objectifs sanitaires en y associant un traitement de l'air (filtration, préchauffage, refroidissement, humidification, etc.). Les installations les plus couramment mises en œuvre pour les bâtiments scolaires sont :

- une ventilation simple flux avec extraction dans les sanitaires et autres locaux à pollution, avec une prise d'air neuf en façade, un cheminement de l'air au moyen de grilles et une extraction par ventilateur ;
- une ventilation double flux avec une pulsion d'air et une extraction gérées mécaniquement, avec une distribution de l'air neuf par des conduits souvent placés en plafond. Cette installation ne dépend donc pas des conditions extérieures.



DÉFINITIONS

Ventilation : ensemble des systèmes, passifs ou actifs, mécaniques ou non, ayant pour but de renouveler l'air intérieur en insufflant de l'air neuf dans le bâtiment, le faisant circuler dans les espaces pour enfin extraire l'air vicié en le rejetant à l'extérieur. Ce cycle de l'air peut être effectué pièce à pièce ou par balayage des espaces en faisant circuler l'air des zones les plus propres vers les zones soumises à pollutions spécifiques (sanitaires, cuisine, espaces sportifs...). La ventilation est parfois utilisée pour améliorer le confort thermique d'été ou d'hiver suivant les solutions retenues.

Ventilation mécanique : une installation de ventilation mécanique comprend les entrées d'air, le système mécanique pour traiter l'air (le filtrer, le réchauffer, le refroidir), les conduits, les bouches de soufflage et les bouches d'extraction.

VMC (ventilation mécanique contrôlée) : dispositif de ventilation motorisée permettant un renouvellement d'air permanent. Il existe différents types de VMC suivant que le renouvellement d'air se fait par insufflation d'air neuf (qui doit être filtré, préchauffé en saison froide et éventuellement refroidi en saison chaude), par extraction d'air vicié, ou bien par une combinaison des deux.

À DIRE D'EXPERTS...*

Quel que soit le système de ventilation choisi, il nécessite d'étudier le cheminement de l'air. Des obstacles tels que des cloisons, retombées de poutres, portes ou mobiliers peuvent venir l'enlever et/ou générer des nuisances sonores.

Bâtir l'École II Notice technique II Ventilation et qualité de l'air intérieur
Maternelle - Élémentaire - Collège - Lycée Général et Technologique - Lycée Professionnel

183

2. LES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES À PRENDRE EN COMPTE

Dans le cas du renouvellement de l'air, les établissements scolaires suivent la réglementation sanitaire départementale type (RSDT), et le code du travail. Ces deux textes fixent chacun un débit minimal hygiénique de renouvellement de l'air intérieur à respecter durant les périodes d'occupation des locaux. Si la concentration en CO₂ d'une pièce dépasse les 800 ppm, une action en faveur d'un renouvellement de l'air est nécessaire.

D'autre part, le décret 2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public concerne les écoles et établissements scolaires. Cette réglementation implique de réaliser une surveillance régulière de la QAI à travers l'évaluation des moyens d'aération et la réalisation de campagnes de mesure des polluants réglementaires

ou d'autodiagnostic visant à prévenir leur présence. Le 4^{ème} Plan National Santé Environnement (PNSE4) prévoit de renforcer ce dispositif de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public dont les écoles, collèges et lycées.

La réglementation de sécurité contre l'incendie prévoit le désenfumage des locaux en cas d'incendie, et la non-propagation du feu et des fumées par les installations de ventilation. La réglementation est définie par l'arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP) et l'arrêté du 14 février 2000 qui complète et modifie le même règlement.

3. INDICATEURS CIBLES SOUHAITABLES POUR QUELQUES ESPACES

	CODE DU TRAVAIL	RÈGLEMENT SANITAIRE DÉPARTEMENTAL TYPE*
Salle de classe	-	Salles de classe au premier degré : 15m ³ /h par occupant Salles d'enseignement du second degré : 18 m ³ /h par occupant
Salle de restauration	30 m ³ /h par occupant	22 m ³ /h par occupant
Salle de motricité, installation sportive	-	25 m ³ /h par occupant (pour un gymnase)
Sanitaires	-	30 m ³ /h par local
Salle polyvalente	-	18 m ³ /h par occupant
Espace de travail administratif	25 m ³ /h par personne	18 m ³ /h par occupant

Il est recommandé de viser un renouvellement d'air de 30 m³/h par occupant et d'un vol/h hors occupation. Afin d'améliorer le confort pendant les vagues de chaleur, un renouvellement de 5 à 10 vol/h est recommandé.

Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac

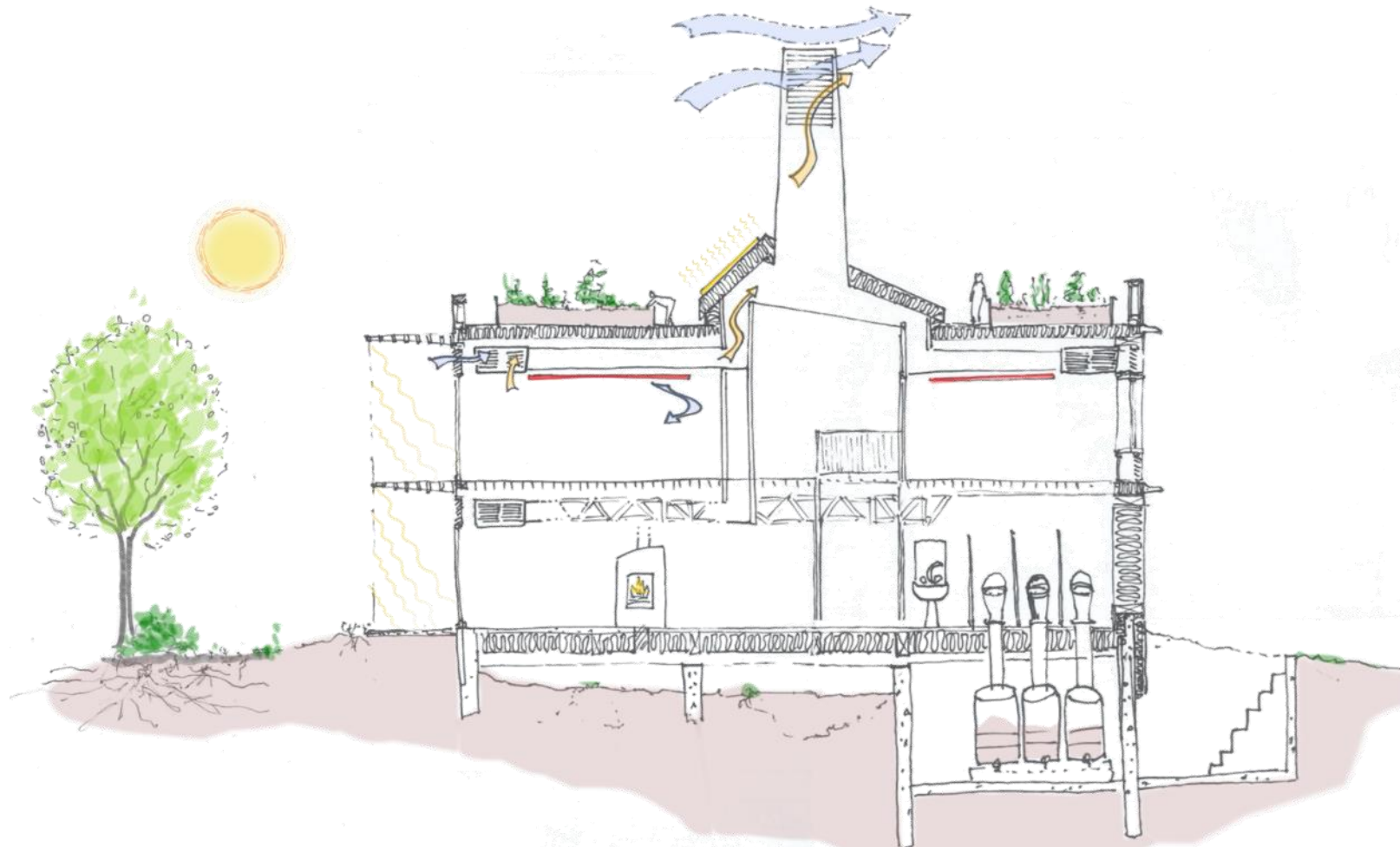


Présentation des projets



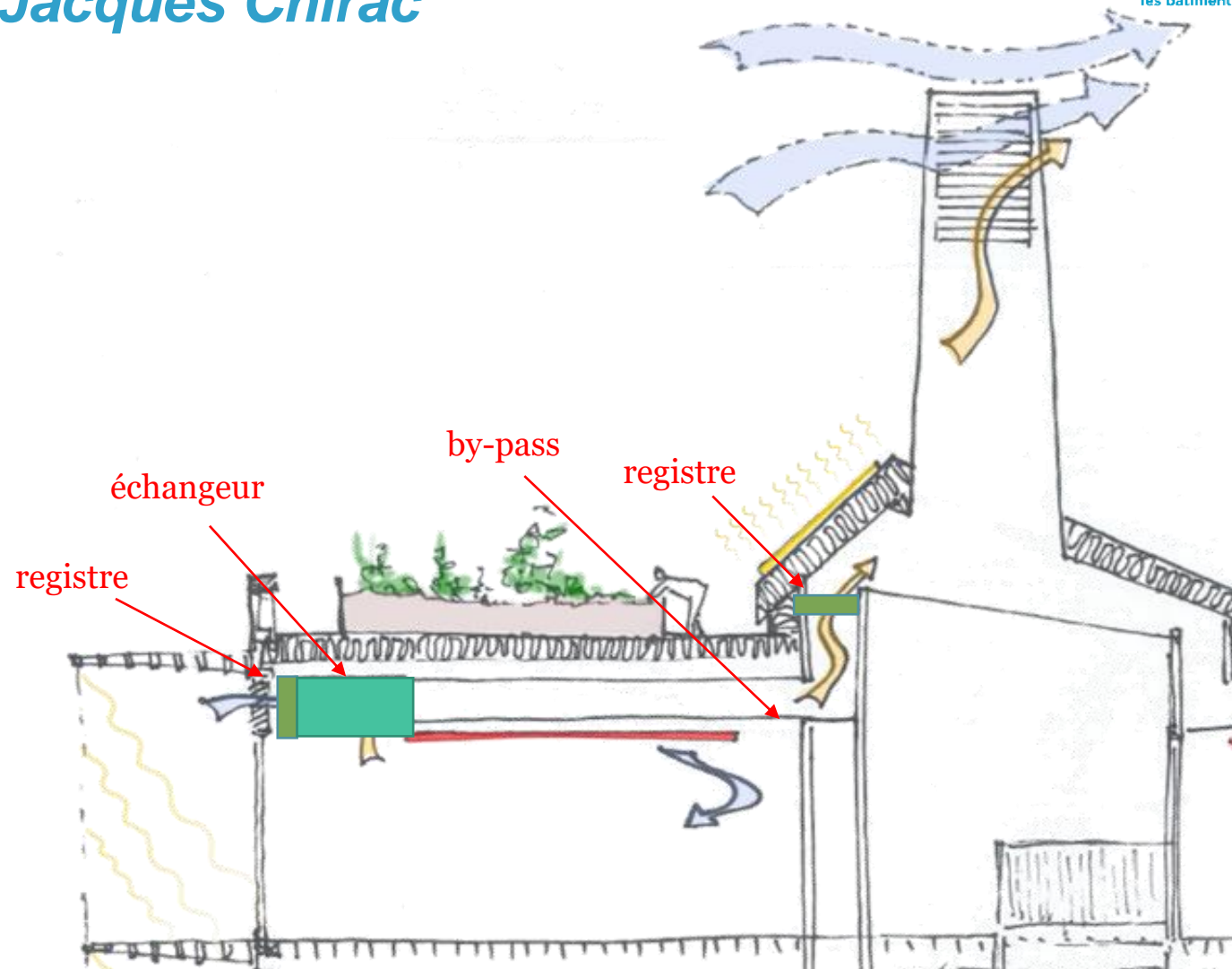
Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac



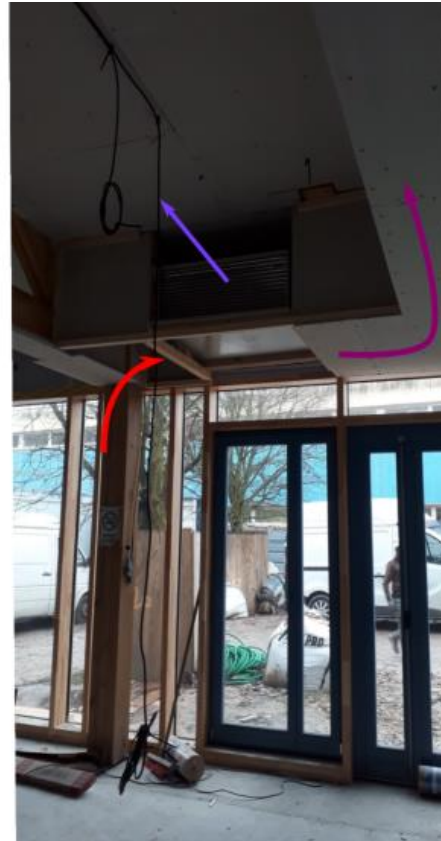
Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac



Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac



Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac





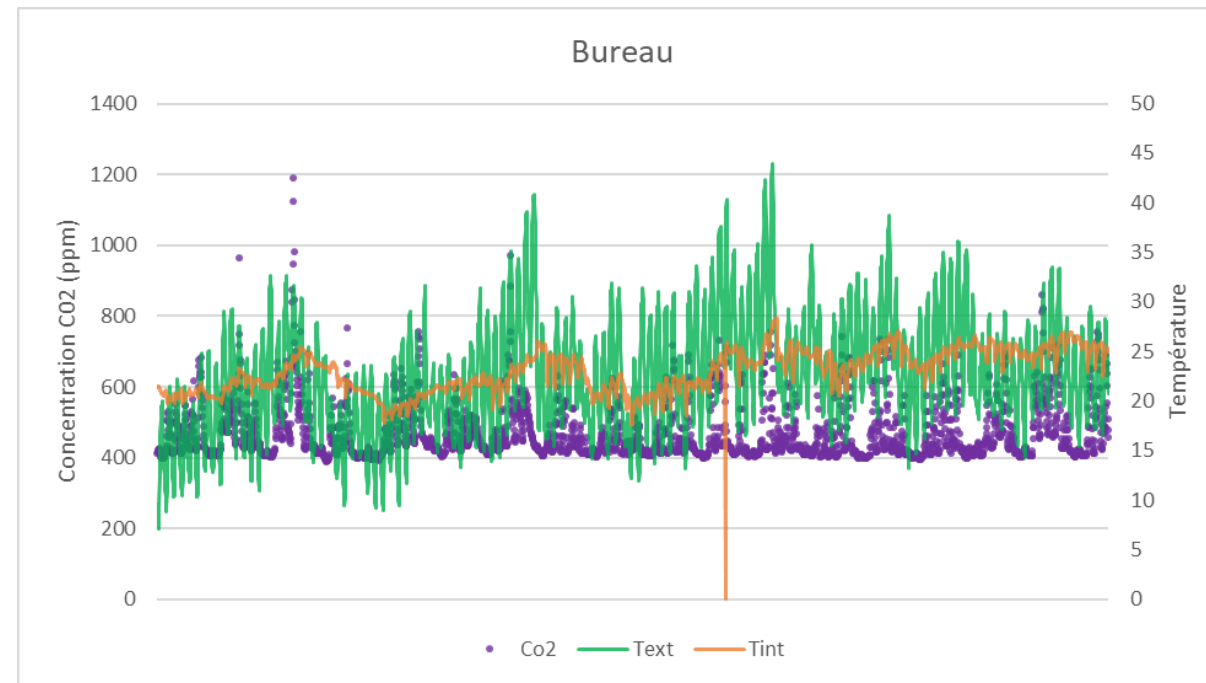
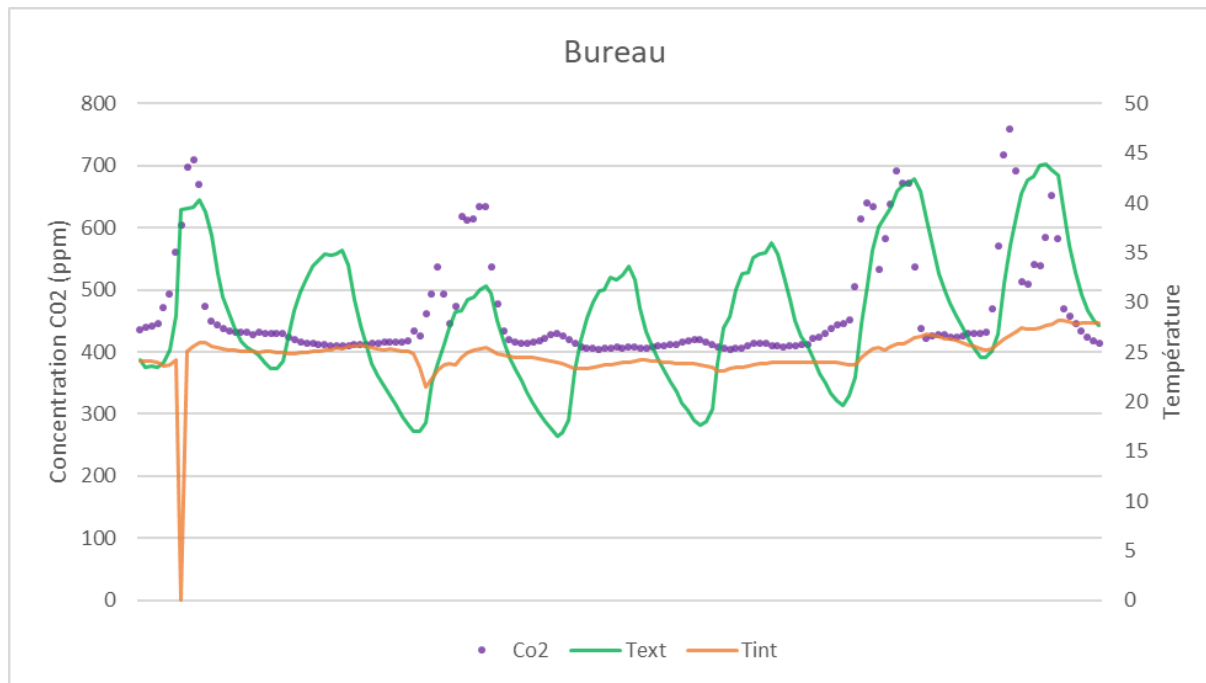






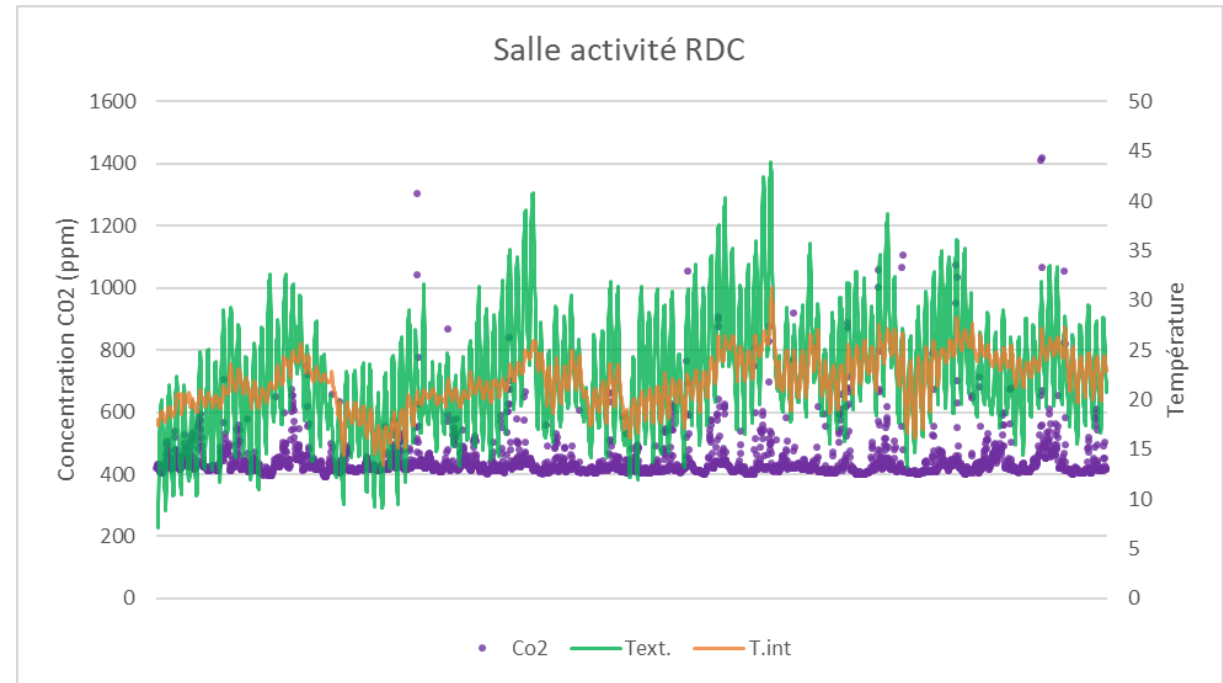
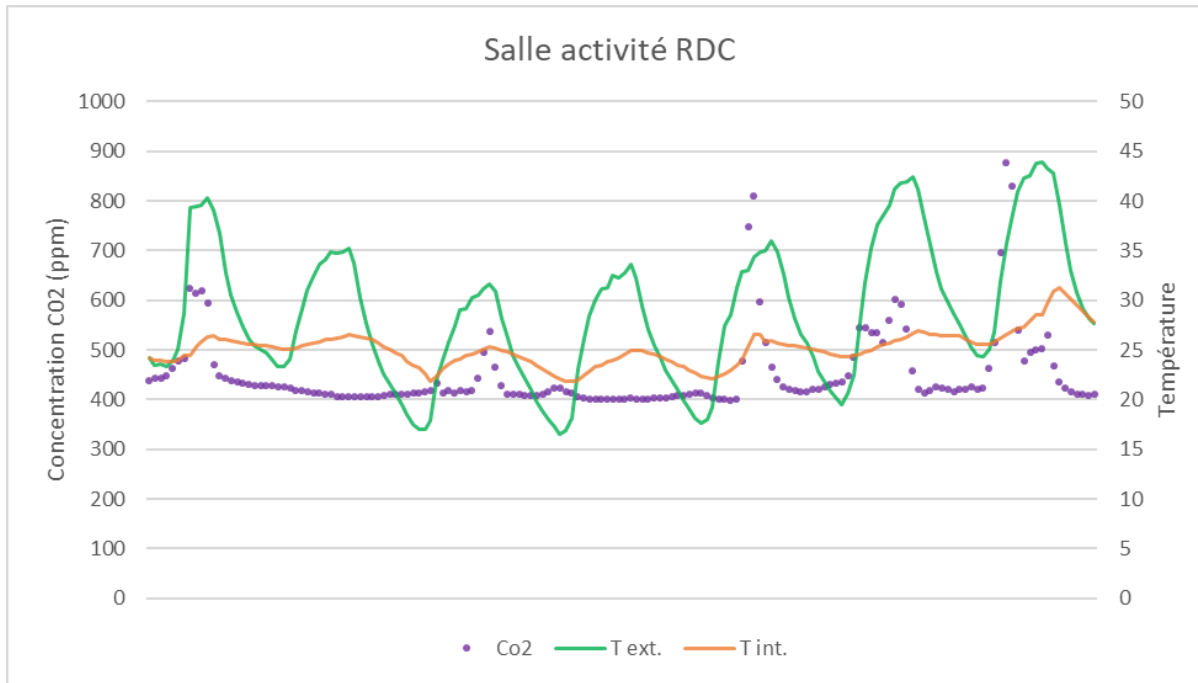
Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac



Présentation des projets

Centre de Loisirs Jacques Chirac



Semaine la + chaude	T° Extérieure	T° Salle activité 101	T° Salle activité 102	T° Salle activité RDC	T° Salle polyvalente
Nbre heure >28°C	60	28	20	10	12
Nbre heure >30°C	43	1	0	4	4

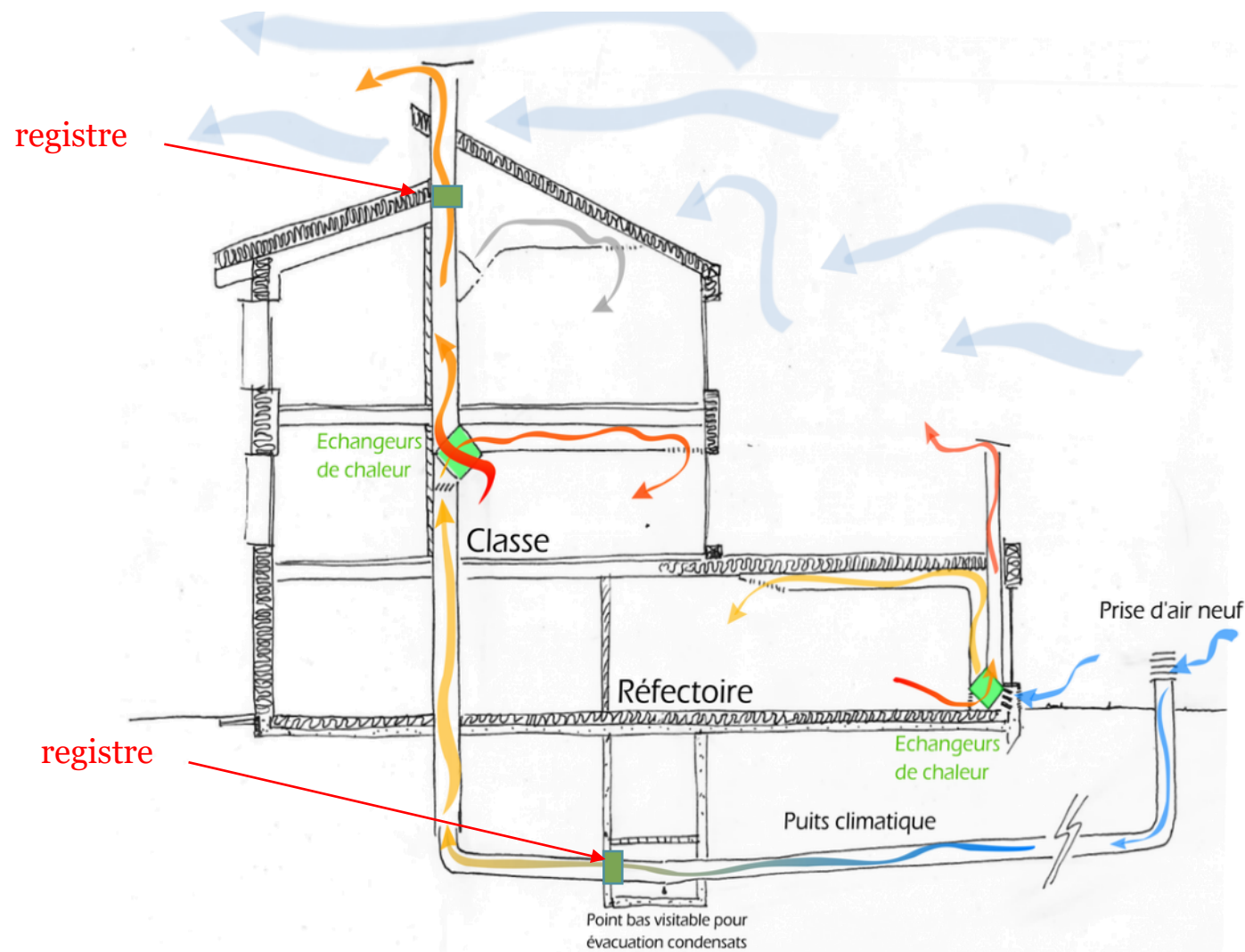
Présentation des projets

Groupe scolaire Jean Mermoz – Objectif 2080



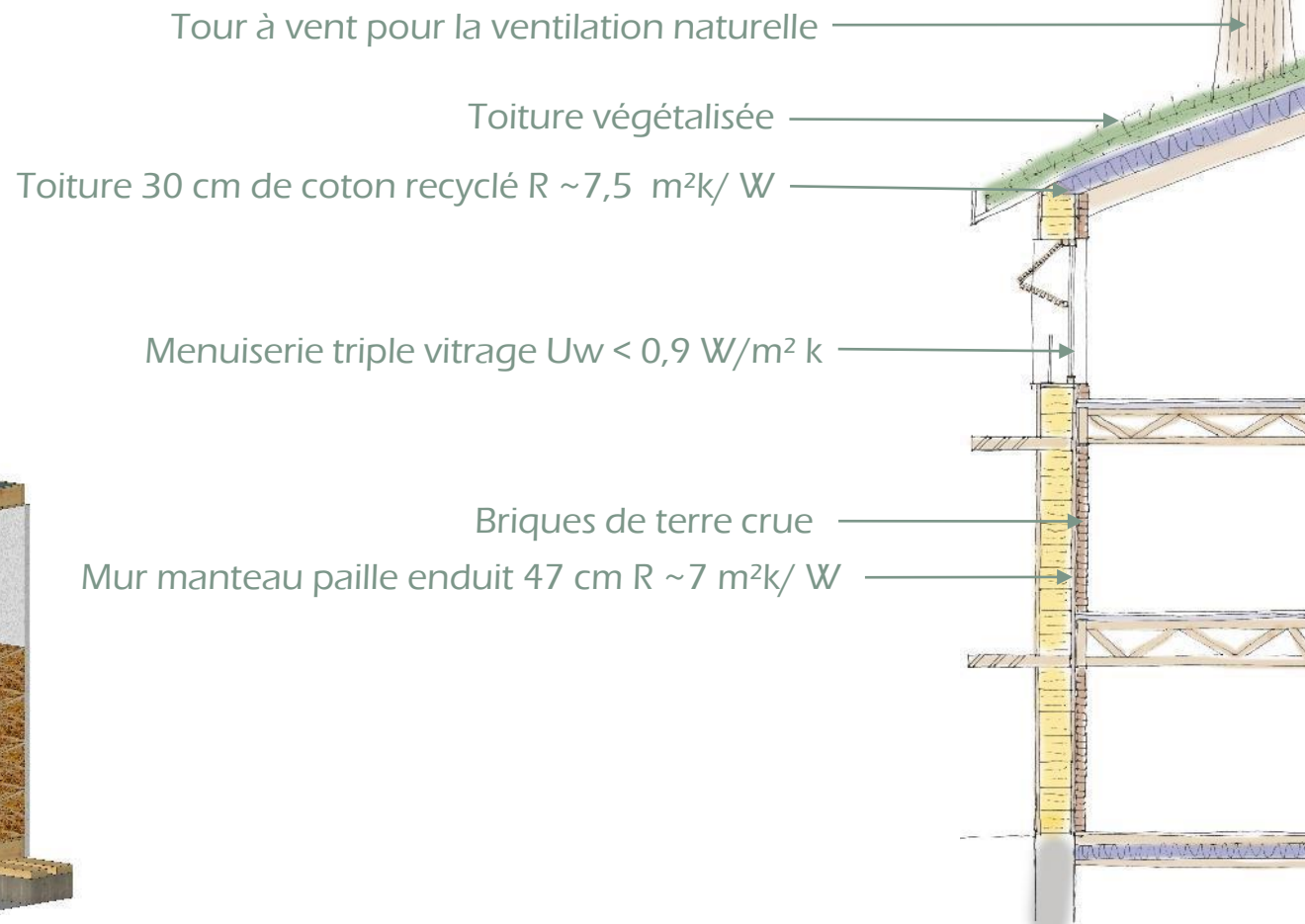
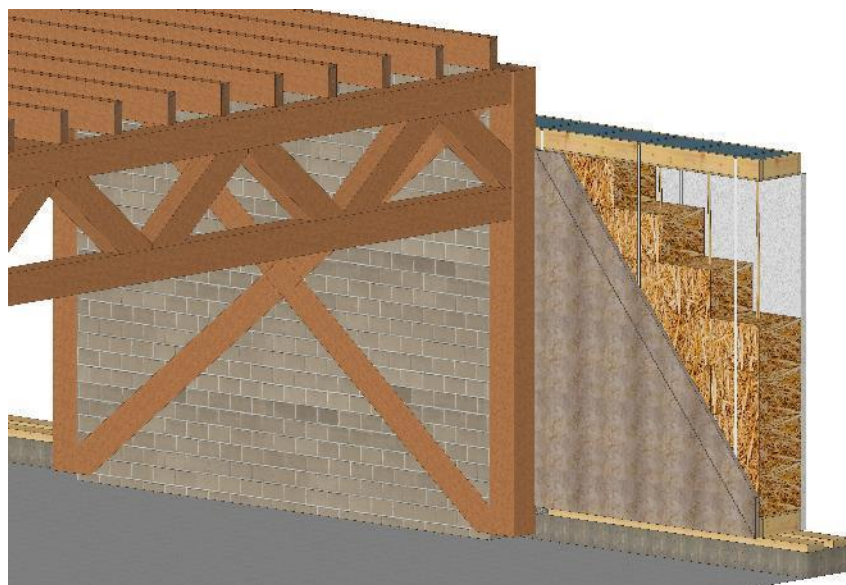
Présentation des projets

Groupe scolaire Jean Mermoz – Objectif 2080



Présentation des projets

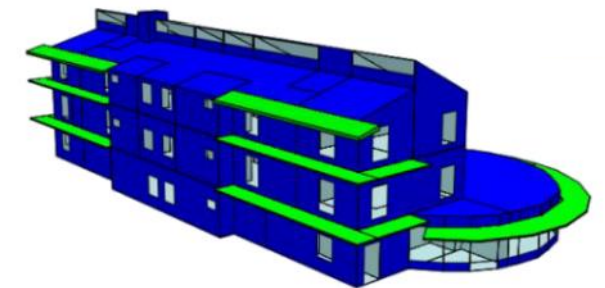
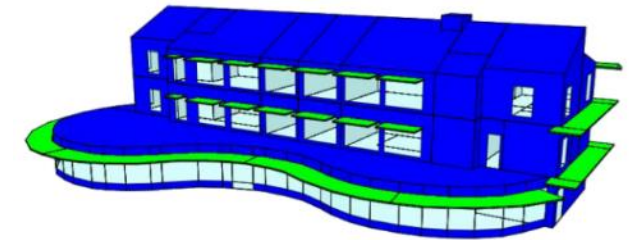
Groupe scolaire Jean Mermoz – Objectif 2080



Présentation des projets

Groupe scolaire Jean Mermoz – Fichier Météo 2000/2009

	# 1 Cas de base	# 2 Adobe en murs périphériqu es	# 3 Cloisons séparatives salles en adobe	# 4 Diminution facteur solaire au Sud	# 5 Ventilation par puits climatique en journée	# 5bis Idem, efficacité 65%	# 6 Idem #5 sans adobe
N1 - Salle de vie 1	9,0%	6,8%	6,6%	6,4%	0,2%	0,9%	0,8%
N1 - Salle de vie 2	13,3%	13,3%	10,7%	6,9%	0,1%	0,7%	0,3%
N1 - Salle de vie 3	12,8%	12,8%	6,3%	4,0%	0,0%	0,2%	0,2%
N1 - Salle de vie 4	12,4%	12,3%	6,3%	4,0%	0,0%	0,1%	0,1%
N1 - Salle de vie 5	12,8%	12,8%	8,3%	5,6%	0,0%	0,4%	0,2%
N2 - Salle de vie 6	8,1%	5,8%	5,6%	5,3%	0,4%	1,1%	1,3%
N2 - Salle de vie 7	11,8%	11,7%	8,4%	5,1%	0,3%	0,9%	0,8%
N2 - Salle de vie 8	10,9%	10,9%	4,5%	2,6%	0,0%	0,2%	0,5%
N2 - Salle de vie 9	10,5%	10,5%	4,3%	2,6%	0,0%	0,1%	0,5%
N2 - Salle de vie 10	10,9%	10,8%	5,8%	3,9%	0,0%	0,4%	0,6%
N2 - Salle de vie 11	9,5%	6,9%	6,9%	6,9%	0,9%	1,5%	2,2%



Présentation des projets

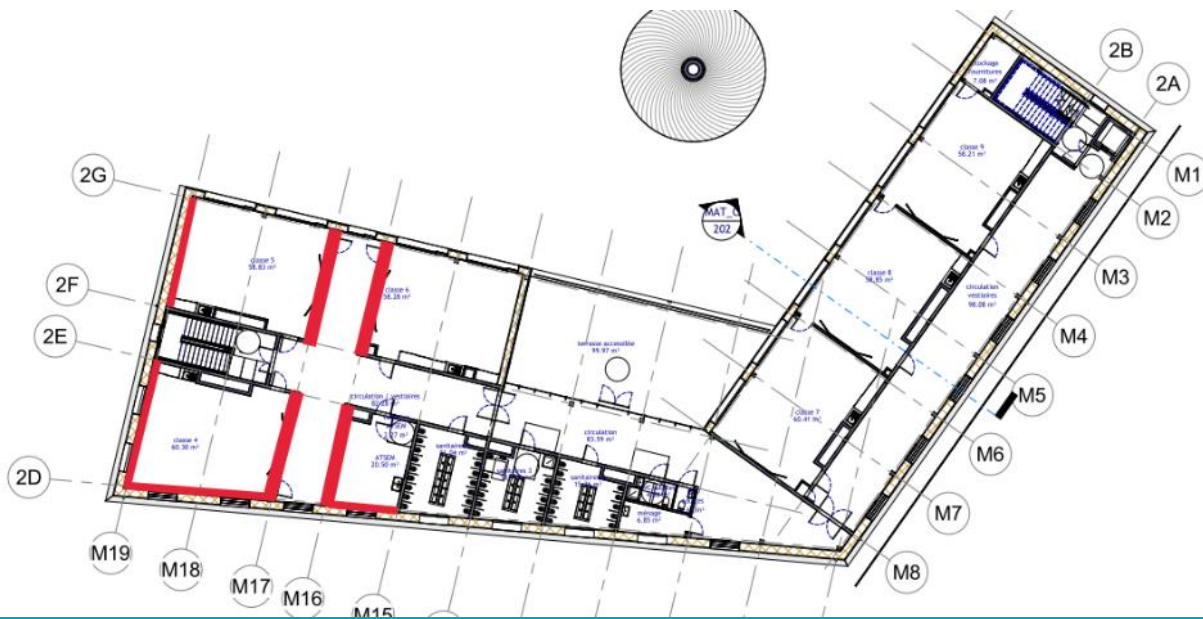
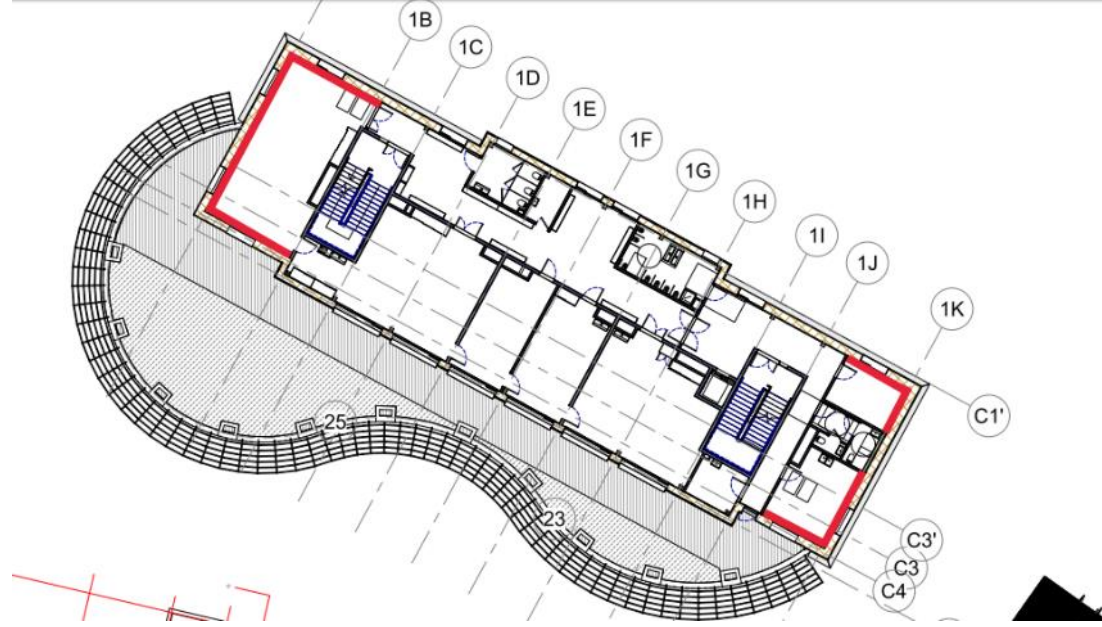
Groupe scolaire Jean Mermoz – Projection 2080

Simulation # 5 :

	# 1 Période météo : 2000-2009	# 2 Projection : 2080
N1 - Salle de vie 1	0,2%	1,8%
N1 - Salle de vie 2	0,1%	1,5%
N1 - Salle de vie 3	0,0%	1,1%
N1 - Salle de vie 4	0,0%	1,0%
N1 - Salle de vie 5	0,0%	1,1%
N2 - Salle de vie 6	0,4%	2,4%
N2 - Salle de vie 7	0,3%	1,7%
N2 - Salle de vie 8	0,0%	1,2%
N2 - Salle de vie 9	0,0%	1,1%
N2 - Salle de vie 10	0,0%	1,1%
N2 - Salle de vie 11	0,9%	4,2%

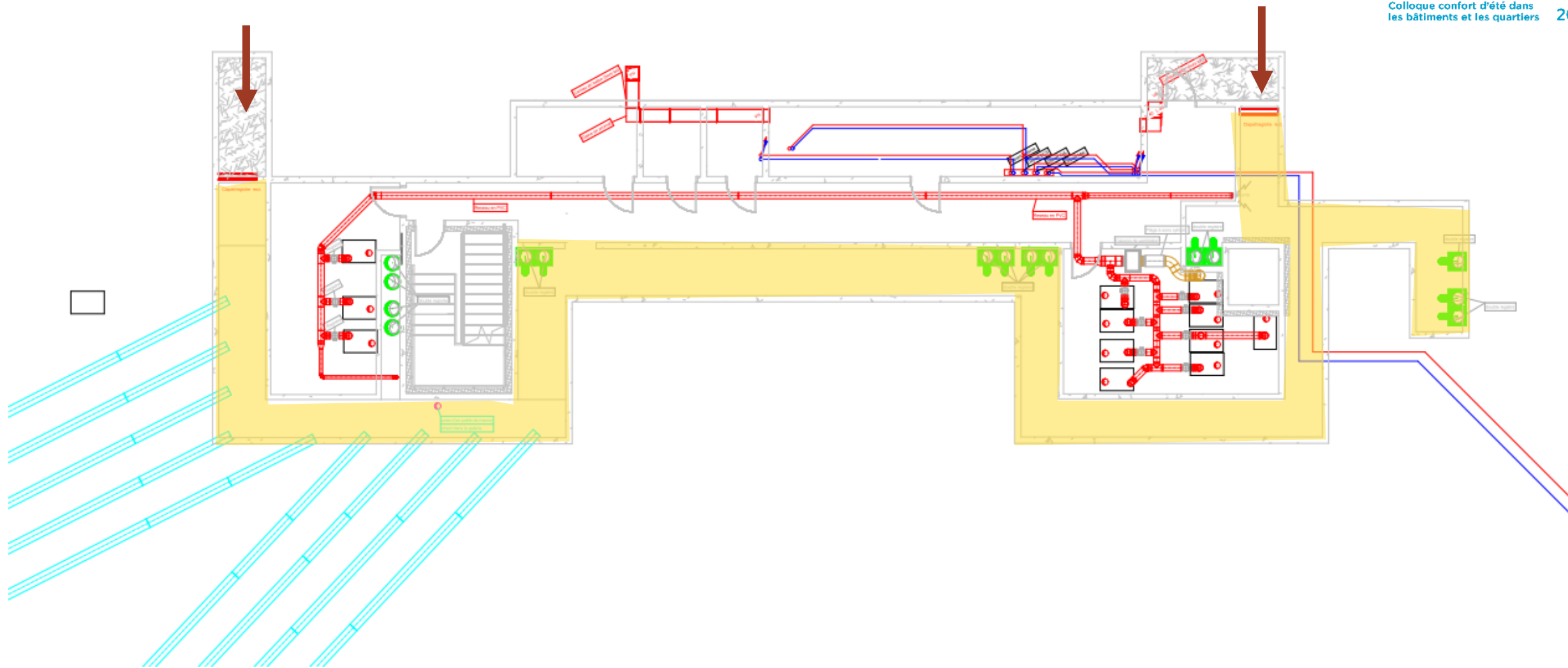
Simulation # 5bis :

	# 1 Période météo : 2000-2009	# 2 Projection : 2080
N1 - Salle de vie 1	0,9%	4,1%
N1 - Salle de vie 2	0,7%	3,6%
N1 - Salle de vie 3	0,2%	2,1%
N1 - Salle de vie 4	0,1%	2,0%
N1 - Salle de vie 5	0,4%	2,5%
N2 - Salle de vie 6	1,1%	4,3%
N2 - Salle de vie 7	0,9%	3,7%
N2 - Salle de vie 8	0,2%	1,7%
N2 - Salle de vie 9	0,1%	1,7%
N2 - Salle de vie 10	0,4%	2,2%
N2 - Salle de vie 11	1,5%	6,7%



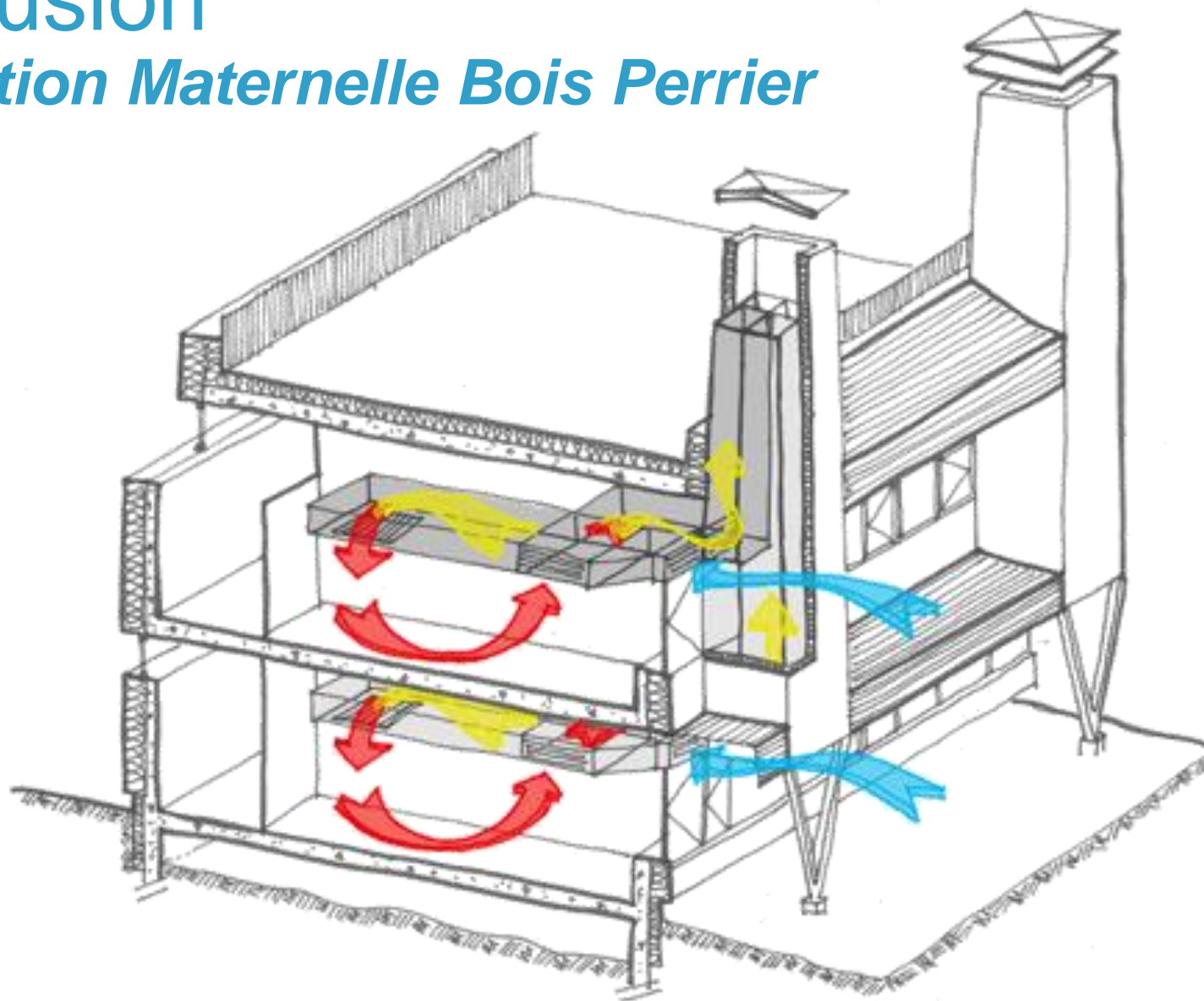






Conclusion

Rénovation Maternelle Bois Perrier



Mission recherche à la DRI

Vision prospective de Rosny-sous-Bois en 2030-50-100

Objectifs

Anticiper les épuisements, basculements et ruptures à venir et proposer des adaptations menant la commune de Rosny-sous-Bois à un mode de vie résilient.

PLAN

I / Préfiguration des conditions à venir

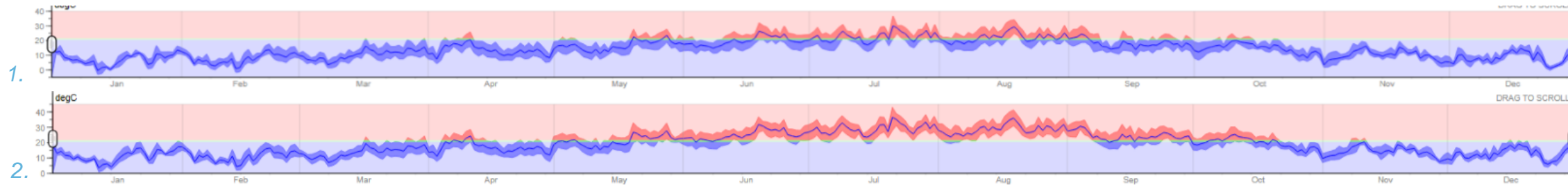
- *Climat*
- *Matières premières et énergies*
- *Biodiversité*
- *Eau*
- *Migrations*
- *Paupérisation*

II / Les stratégies d'adaptation de la ville de Rosny-sous-Bois

- *Dans ce contexte, quelles nouvelles relations nouer à la technique ?*
- *Dans ce contexte, comment repenser nos habitats et nos (a-)ménagements ?*
- *Dans ce contexte, comment se nourrit-on ?*
- *Dans ce contexte, quelle économie mettre en place ?*
- *Dans ce contexte, comment socialise-t-on ?*

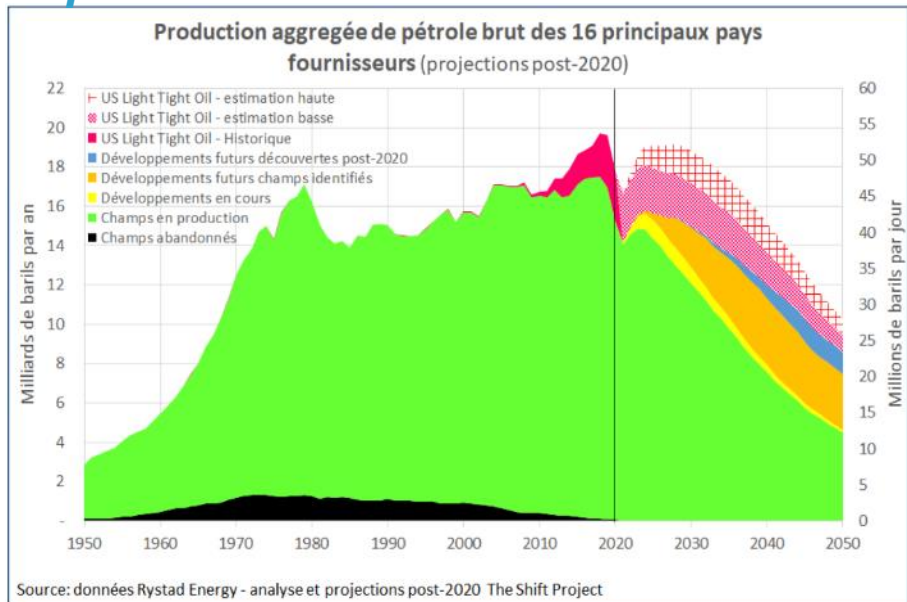
PREFIGURATION DES CONDITIONS DE VIE A VENIR A ROSNY-SOUS-BOIS

Climat

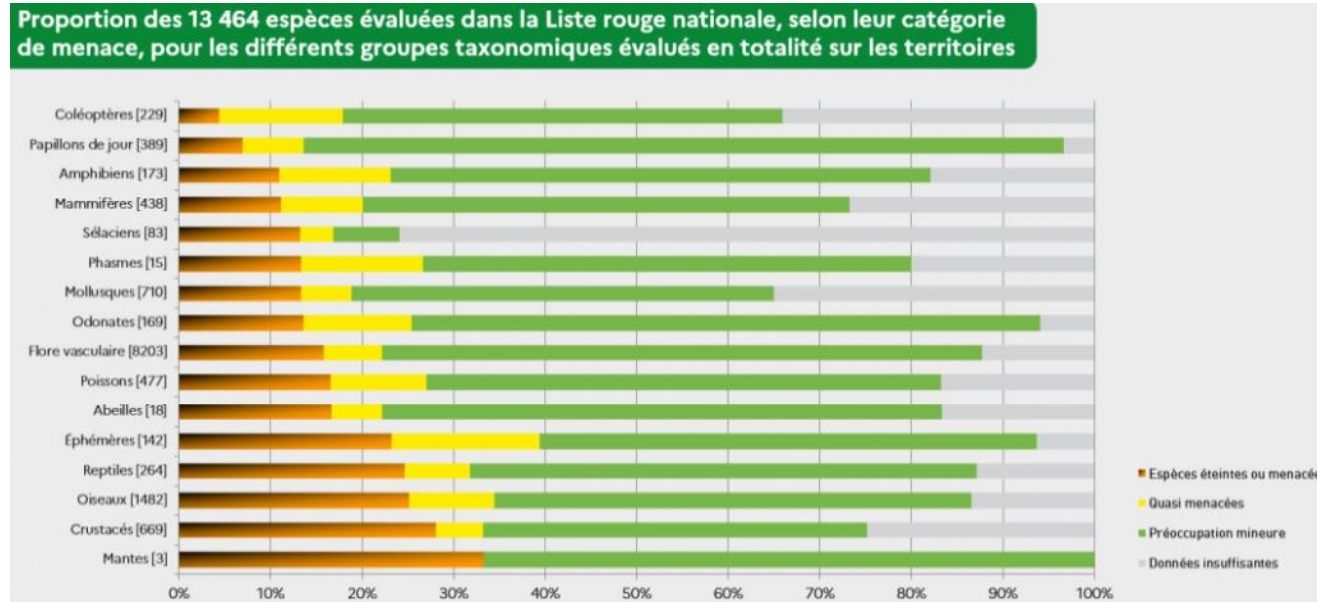


1. Températures annuelles moyennes actuelles à Rosny-sous-Bois – source : météonorm
2. Températures annuelles moyennes en 2100 à Rosny-sous-Bois selon le scénario RCP 8.5 du GIEC

Déplétion des ressources



Biodiversité



Intitulé du poste : Mission temporaire d'ingénieur·e fluides et thermique

Pôle : services techniques et urbanisme

Direction : direction de la recherche et de l'innovation

Unité :

Filière : Technique
Cadre d'emplois : Ingénieur

Catégorie : A
Grade : Ingénieur

Supérieur hiérarchique direct : Emmanuel Pezrès

Description du poste :

Fonction ingénieur fluides, thermique : dans le cadre d'une éthique portant une architecture low-tech innovante visant à avoir un impact positif sur l'écosystème, l'ingénieur fluides-thermique participe à élaborer des bâtiments de niveau Passivhaus en ventilation naturelle avec récupération de chaleur (VNRC).

Il produit l'ensemble des calculs, prescriptions, plans et détails nécessaires au projet d'un niveau de précision APD-PRO. Il participe à la synthèse graphique tout au long du projet. Sa mission commence en Esquisse – APS, elle s'achève une fois le bâtiment livré, toutes réserves levées et le DOE accepté par la maîtrise d'ouvrage.

Mission 1 : conception

A partir du programme, par ses compétences / aptitudes en VNRC, en CFP et en innovations thermiques-fluides low-tech, créer, tenir à jour et mettre à disposition de l'équipe projet l'ensemble des notes de calculs, pièces écrites et pièces graphiques ayant trait aux questions thermiques et fluides.

Tâches	<ul style="list-style-type: none"> 1-1 : analyse du site (potentialités, contraintes) à partir des données et études déjà réalisées 1-2 : recherche de solutions adaptées 1.3 : production de l'ensemble des calculs, prescriptions, plans et détails nécessaires au projet d'un niveau de précision APD-PRO dans un travail itératif avec les autres domaines techniques et architecturaux 1-4 : participation à la création et la mise à jour de la maquette 3D, particulièrement dans le cadre des réservations et volumes spécifiques liés à la VNRC
Partenariat	<ul style="list-style-type: none"> Equipe projet, maîtrise d'ouvrage, d'usage

Mission 2 : chantier

A partir des pièces réalisées en interne, des entreprises choisies, veiller à ce que le cadre éthique et les solutions qu'il a engendrés soient appliqués en phase chantier.

Tâches	<ul style="list-style-type: none"> 2-1 : constitution du DCE 2-2 : analyse des offres, choix des entreprises 2-3 : suivi des entreprises en phase travaux 2-4 : suivi des bâtiments livrés en phase de parfait achèvement
Partenariat	<ul style="list-style-type: none"> Equipe projet, maîtrise d'ouvrage, d'usage, OPC, entreprises, SPS.

Mission 3 : suivi en exploitation

À partir de la réception des ouvrages, veiller au bon fonctionnement des solutions techniques low-tech et innovantes mises en place.

Fiche de poste ingénieur fluides thermique

07/09/2023

1/2

Tâches	<ul style="list-style-type: none"> 3-1 vérification du bon fonctionnement des solutions techniques low-tech et innovantes mises en place dans les bâtiments 3-2 : suivi des performances des bâtiments 3-3 : participation à la formation des usagers
Partenariat	<ul style="list-style-type: none"> Équipe projet, maîtrise d'ouvrage, d'usage, bailleurs de la Ville.

Compétences requises

Diplômes ou formations obligatoires

- Ingénieur et formation ou expérience poussée ayant trait à la réalisation de projets d'écoles en écoconstruction biosourcée et ventilation naturelle.

Diplômes souhaités

- Ingénieur fluides, formation VNRC Ekopolis

Savoirs

- Connaissance des fluides et appétence pour les techniques de mise en œuvre de l'écoconstruction et de la ventilation naturelle d'un point de vue opérationnel.
- Connaissance des innovations low-tech en cours de développement dans le domaine de l'architecture

Savoirs faire

- Maîtrise des logiciels de dessin CAO et/ou BIM, STD, RE 2020
- Connaissance d'un logiciel de CFD appréciée
- Savoir faire appréhender et saisir aux autres la complexité d'un projet en conception écosystémique

Savoirs être

- Porteur d'une éthique portant une architecture low-tech innovante et résiliente visant à avoir un impact positif sur l'éco-système, particulièrement du point de vue environnemental
- Appétence pour la recherche et l'innovation en architecture
- Savoir s'intégrer à une équipe projet
- Avoir le sens du service public et du bien commun et dans ce cadre faire montre d'objectivité dirigée, de calme, d'enthousiasme, d'imagination.

Conditions de travail

Lieu de travail

- Hôtel de ville

Horaires de travail

- Temps complet ou partiel à discuter

Utilisation de produits / matériels

- Accès aux fournitures (papier, matériel de dessin à main levée, impression noir et blanc et couleur)

Spécificités du poste

- Accès à une boîte à plan informatique.
- Poste de travail dans une salle adapté au projet, accès à une tireuse de plan et à un copieur couleur haute qualité
- Logiciels Nova, Pleiades, Wufi

Moyens humains, matériels et financiers

- Sans objet

Fiche de poste ingénieur fluides thermique

07/09/2023

2/2



Table ronde hors les murs
Vendredi 31 mars 2023
à 19h

Maison des Canaux,
6 Quai de la Seine, Paris 19^e

Logements et ventilation naturelle
Avec **Philippe Madec**, architecte-urbaniste
(Atelier Philippe Madec), **Alain Bornarel**,
ingénieur urbaniste, les ingénieurs du
bureau d'études **TRIBU** et **Marc Jaouen**
du **PUCA** (Plan Urbanisme Construction
Architecture)

À cette occasion, les concepteurs
du projet feront une **visite guidée**
du **système de ventilation naturelle**
avec récupération de chaleur.

Conférence
Mardi 11 avril 2023
à 16h

ENSAPLV, Amphi II

Histoire de la ventilation naturelle
Avec **Alain Bornarel**, ingénieur urbaniste,
fondateur et gérant émérite du bureau
d'études **TRIBU** et **Clément Gaillard**,
designer, docteur en urbanisme.

Conférence
Lundi 17 avril 2023
à 19h

ENSAPLV, Amphi II

**Retour d'expériences la ventilation
naturelle et les équipements
scolaires en région parisienne
et à l'export**

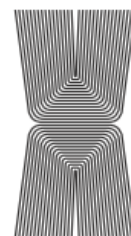
Avec **Emmanuelle Patte**, architecte (Agence
méandres etc.) pour le lycée français
à Lisbonne, **Nathalie Couineau**, architecte
(Agence des clics et des calques) pour le lycée
français à Madrid, les **ingénieurs de Switch**
et **l'équipe recherche et innovation**
Rosny-sous-Bois pour l'école maternelle
des Boutours, le centre de loisirs Chirac.

Conférence
Mardi 18 avril 2023
à 19h

ENSAPLV, Amphi II

**Enveloppe architecturale
et ventilation** (thème en cours de définition)
Avec **Michel Delplace**, architecte associé
(Agence Nicolas Michelin Associés, ANMA)
et **Pascal Gontier**, architecte (Agence Pascal
Gontier), professeur à l'ENSA de Nantes.

École nationale supérieure
d'architecture de Paris-La Villette
144 avenue de Flandre, 75019 Paris



Exposition
Ventilation naturelle
Respirer sans machine...

ENSAPLV
27.03 - 22.04.23

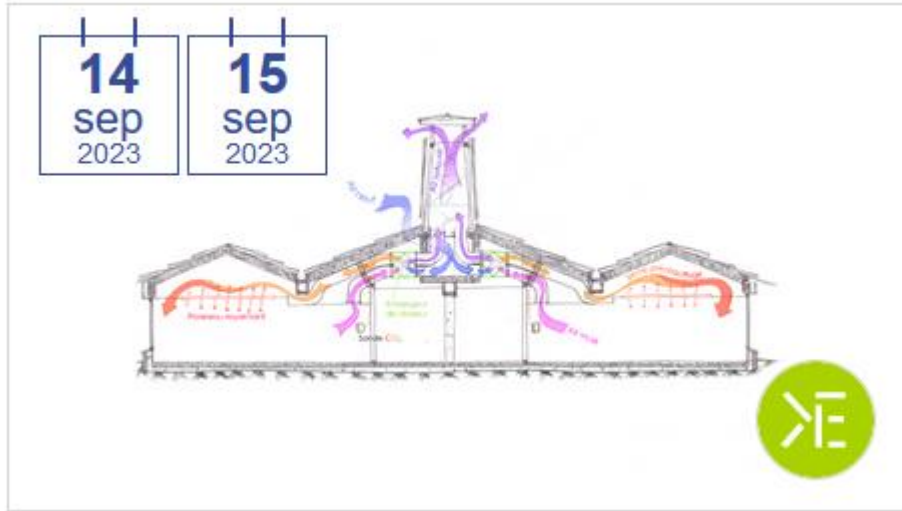
En
partenariat
avec



HESAM
UNIVERSITÉ

TOUT EST ICI ://www.ekopolis.fr/dossier-thematique-ventilation-naturelle

FORMATION - Conception de la ventilation naturelle dans le tertiaire et l'habitat



Autre session à venir
23 & 24 novembre 2023
04 & 05 avril 2024

FORMATION - Principes généraux de la ventilation naturelle

23 janvier, 4 avril, 27 juin, automne (à définir)



MERCI

g.ripanti@switch.coop

ANNEXES

Contexte réglementaire

Principaux documents

- > Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT) - ERP
- > Arrêté du 24 mars 1982 - bâtiments d'habitation
- > Code du Travail (CDT)

De nombreux compléments (acoustique, sécurité incendie) + cadre spécifique à la VMC : DTUs, circulaires...

Contexte réglementaire - historique

1893 / 1^{ères} règles de salubrité applicables aux **locaux de travail**

1906 / ordonnance Parisienne imposant des **conduits de fumée** dans la cuisine et par pièce principale (chauffage au bois).

1937 / 1^{er} Règlement sanitaire départemental type (RSDT). Aération par pièce d'habitation, réalisée par des ouvrants de surface minimale

1969 / principe de l'aération générale et permanente à réaliser par balayage. Arrivée de la ventilation mécanique contrôlée (VMC).

1974 / première **réglementation thermique** suite au choc pétrolier. Calcul de déperdition global intégrant les pertes thermiques causées par le renouvellement d'air

1978 / dernière révision importante du RSDT

1982 / arrêté du 24 mars 1982 - aération des logements / débits minimum à extraire par pièce de service (cuisines, toilettes, salles de bains), par conduits à tirage naturel ou par extraction mécanique

Source : <https://www.batiment-ventilation.fr/a-propos/maitriser-la-ventilation>

Contexte réglementaire

Arrêté du 24 mars 1982

CHAPITRE Ier: Aération générale et permanente

« Les dispositifs de ventilation, qu'ils soient mécaniques ou à fonctionnement naturel, doivent être tels que les exigences de débit extrait, définies ci-dessous, soient satisfaites dans les conditions climatiques moyennes d'hiver. Les débits extraits dans chaque pièce de service doivent pouvoir atteindre, simultanément ou non, les valeurs données dans le tableau ci-après »

Nombre de pièces principales par logement	Débits extraits exprimés en (m ³ /h)				
	Cuisine	Sdb ou douche commune ou non avec cabinet d'aisance	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisance	
				Unique	Multiple
1	20/75	15	15	15	15
2	30/90	15	15	15	15
3	45/105	30	15	15	15
4	45/120	30	15	30	15
5 et plus	45/135	30	15	30	15

Contexte réglementaire

Tertiaire:

RSDT, Art. 64: « Ventilation mécanique ou naturelle des conduits »

Destination des locaux	Débit minimal d'air neuf en mètres cubés (air à 1,2 kg/m ³)
	Locaux avec interdiction de fumer
Locaux d'enseignement :	
Classes, salles d'études, laboratoire (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) : Maternelles, primaires et secondaires du 1 ^{er} cycle	15
Secondaires du 2 ^e cycle et universitaires	18
Ateliers	18
Locaux d'hébergement :	
Chambre collectives (plus de trois personnes) (1) , dortoir, cellules, salles de repos	18
Bureaux et locaux assimilés :	
Tels que locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de poste, banques	18
Locaux de réunions :	
Tels que salles de réunions, de spectacle, de culte, clubs, foyers	18
Locaux de vente :	
Tels que boutiques, supermarchés	22
Locaux de restauration :	
Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22
Locaux à usage sportif :	
Par sportif :	
Dans une piscine	22
Dans les autres locaux	25
Par spectateur	18

1. Pour les chambres de moins de trois personnes, le débit minimal à prévoir est de 30 mètres cubes/heure par personne.

Contexte réglementaire

Tertiaire:

RSDT, Art. 66: « Ventilation par ouvrants extérieurs »

« admise dans les locaux de réunion tels que salles de réunion, de spectacles, de culte, clubs, foyers, dans les locaux de vente tels que boutiques, supermarchés, et dans les locaux de restauration tels que cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger à condition que le volume par occupant ne soit pas inférieur :

- * A 6 mètres cubes pour les locaux avec interdiction de fumer ;
- * A 8 mètres cubes pour les locaux sans interdiction de fumer »

« La surface des ouvrants calculée en fonction de la surface du local ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Surface du local en mètres carrés	10	50	100	150	200
Surface des ouvrants en mètres carrés	1,25	3,6	6,2	8,7	10
Surface du local en mètres carrés	300	400	500	600	700
Surface des ouvrants en mètres carrés	15	20	23	27	30
Surface du local en mètres carrés	800	900	1000		
Surface des ouvrants en mètres carrés	34	38	42		

Contexte réglementaire

Tertiaire: Code du travail

locaux à pollution non spécifique: aération assurée soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente (les locaux comportent alors des **ouvrants donnant directement sur l'extérieur** et leurs **dispositifs de commande sont accessibles aux occupants**)

L'aération par ventilation naturelle, assurée exclusivement par ouverture de fenêtres ou autres ouvrants donnant directement sur l'extérieur, est **autorisée lorsque le volume par occupant est égal ou supérieur à :**

- **15 mètres cubes pour les bureaux et les locaux où est accompli un travail physique léger**
- **24 mètres cubes pour les autres locaux**

Evolutions possibles suite au COVID

Avis du HCSP* relatif à la mesure du CO2 dans les ERP

- Le HCSP définit pour les ERP :
 - une valeur repère d'aide à la gestion pour une concentration de **800 ppm de CO2** comme objectif d'un renouvellement de l'air satisfaisant des locaux occupés, par apport d'air neuf ;
 - une valeur d'action rapide pour une concentration de **1500 ppm**, témoignant d'un confinement de l'air non acceptable au regard de la littérature scientifique et nécessitant des actions correctives.
- On lit aussi dans un des rapports**:
 - Les recommandations (...) préconisent pour les commerces et autres ERP de mettre en œuvre des actions d'aération (...) lorsque la concentration dépasse **800 ppm en CO2**
 - Dans un lieu de restauration, une valeur inférieure, par exemple de **600 ppm**, semble être un bon compromis entre la sécurité et ce qu'il est possible de réaliser.

**HCSP: Haut Conseil pour la Santé Publique*

*** rapport « Avis relatif à l'adaptation des mesures d'aération, de ventilation et de mesure du dioxyde de carbone (CO 2) dans les établissements recevant du public (ERP) pour maîtriser la transmission du SARS-CoV-2 » 28 avril 2021*

Norme NF EN 13 779

Exigences de performances pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air

Classe de qualité de l'air	Niveau de CO ₂ au dessus de l'air neuf en ppm		Concentration intérieure par défaut *	Débits de ventilation requis	
	Plage type	Valeur par défaut		Plage type	Valeur par défaut
	ppm	ppm	ppm	m ³ /h	m ³ /h
INT 1	< 400	350	730	> 54	72
INT 2	400 - 600	500	880	36 - 54	45
INT 3	600 - 1000	800	1180	22 - 36	29
INT 4	> 1000	1200	1580	< 22	18

* pour une concentration extérieure de 380 ppm

Surveillance de la qualité d'air dans les ERP

Code de l'environnement (R221-30)

L'indice de confinement est calculé à partir d'une mesure en continu de la concentration de dioxyde de carbone dans l'air, exprimée en parties par million (ppm), avec un pas de temps d'enregistrement de dix minutes.

La mesure en continu s'effectue pendant les seules périodes au cours desquelles le nombre d'élèves ou d'enfants effectivement présents dans la pièce est supérieur à 0,5 fois l'effectif théorique de la salle de classe ou d'activité et inférieur à 1,5 fois l'effectif théorique de la pièce.

Les concentrations de dioxyde de carbone correspondant aux périodes retenues sont ensuite séparées en trois classes en fonction du nombre de valeurs inférieures à 1 000 ppm, comprises entre 1 000 et 1 700 ppm et supérieures à 1 700 ppm.

L'indice de confinement est gradué de la façon suivante :

- Indice 1 : confinement Très Bon
- Indice 2 : confinement Bon
- Indice 3 : confinement Moyen
- Indice 4 : confinement Mauvais
- Indice 5 : confinement Très Mauvais



L'indice de confinement ICONE est alors calculé suivant la formule :

$$ICONE = \left(\frac{2,5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

$$f_1 : \text{proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm} \left(f_1 = \frac{n_1}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

$$f_2 : \text{proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm} \left(f_2 = \frac{n_2}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

1. L'indice ICONÉ : un outil pour mesurer la qualité d'air

Indice particulièrement utile pour la ventilation naturelle où les débits continus ne sont pas assurés. Nous devons nous fixer des objectifs de résultats : **indice ICONÉ et concentration de CO2 à ne pas dépasser.**

L'indice de confinement ICONÉ a pour but "d'évaluer le degré de confinement de l'air d'une pièce, qui mesure l'adéquation du renouvellement d'air au regard des conditions d'occupation. Il permet alors de comparer des situations avec différentes stratégies d'aération et de ventilation." - **Haut Conseil de la santé publique**

1. L'indice ICONE : un outil pour mesurer la qualité d'air

Indice ICONE Confinement de l'air intérieur	Fréquence des concentrations en CO ₂ dans l'air
0 = nul	100 % valeurs CO ₂ < 1000 ppm
1 = faible	1/3 valeurs > 1000 ppm mais < 1700 ppm
2 := moyen	2/3 valeurs > 1000 ppm mais < 1700 ppm
3 = élevé	2/3 valeurs > 1000 ppm dont 1/3 > 1700 ppm
4 = très élevé	2/3 valeurs > 1700 ppm
5 = extrême	100 % des valeurs > 1700 ppm

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

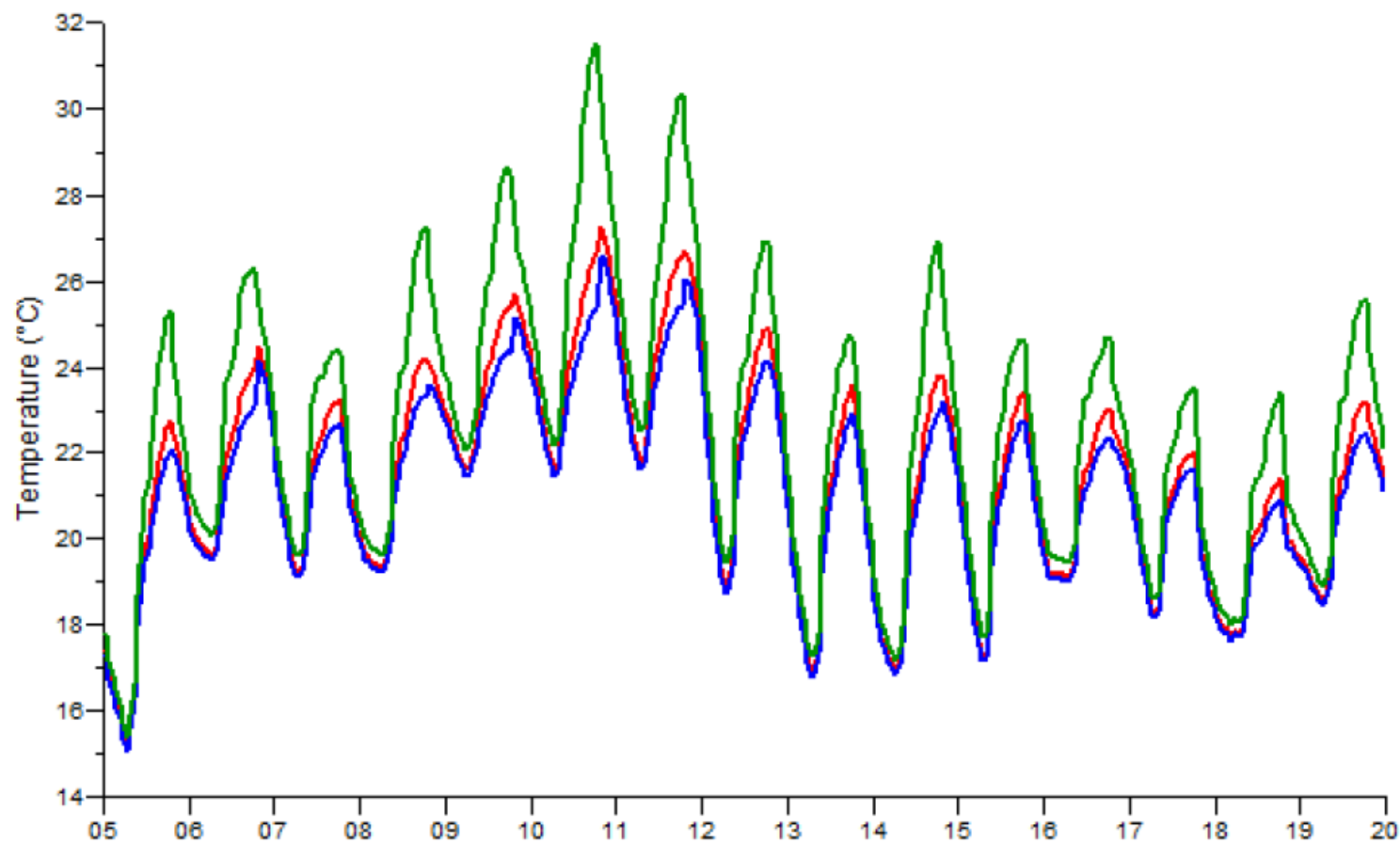
f_1 : proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm $\left(f_1 = \frac{n_1}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$

f_2 : proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm $\left(f_2 = \frac{n_2}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$

"L'indice ICONE prend en compte à la fois la fréquence des situations de confinement, mais également leur intensité en proposant deux valeurs seuils de concentration de CO₂" - Haut Conseil de la santé publique

Présentation des projets

GS Jean Mermoz – dégradation du rendement du puits



en vert, sans puits climatique

en rouge, puits climatique avec efficacité de 65%

en bleu avec efficacité de 80%