

Ventilation naturelle



Respirer sans machine...

Ventilation naturelle

Respirer
sans machine...

1

Exposition, visites
& conférence
organisées par
**Frugalité Heureuse
& Créative**
09—24 mars 2026



Avec le soutien de
École nationale supérieure
d'architecture de Nancy
2 Rue Bastien-Lepage, 54000 Nancy

Respirer sans machine ?

Emmanuel
Pezrès

À quel moment avons-nous abandonné aux machines notre besoin le plus vital et le plus urgent : celui de respirer ?

Quel processus nous a conduit à laisser la technique et le système marchand contrôler une part essentielle de notre autonomie personnelle et collective ?

Il y a quelques décennies pour Jacques Ellul se libérer du « système technicien », ce déjà-là hors de critique car il nous grandit dans ce que nous connaissons, semblait un impératif éthique.

Aujourd'hui, affronter ce « Milieu » où comme ingénieur et architecte nous pensons, parfois où nous brillions, voir comme ici, nous nous exposons, est devenu une des clés dans la grande lutte pour conserver un écosystème viable et vivable.

Au-delà de la technique, ce que nous procure le cheminement vers une ventilation naturelle, c'est cette occasion de déconstruction de notre activité communément et banalement mortifère.

Une opportunité d'interrogation radicale du présent mise au service d'un futur ici incarné et façonné par une école d'architecture.

Dans la perspective d'une rupture imaginaire plus profonde à venir, pouvons-nous déjà considérer que ventiler naturellement, dans un confort à recalibrer à l'aune du changement climatique, de la déplétion généralisée des énergies disponibles, pourrait, au pire, être cédé à ce que Ivan Illich appelait des outils conviviaux ?

Peut-être, mais depuis la globalisation marchande nous a inféodé à des chaînes longues de production dont la fragilité ne cesse d'être dévoilée à chaque crise sanitaire, financière ou politique.

Ainsi quand la fabrication de masques en papier devient déjà un défi, le niveau de convivialité de l'outil bicyclette de Illich est à reconsidérer.

Ainsi, là où les climats ne permettent plus, ou ne permettrons plus, simplement d'ouvrir la fenêtre, là où l'architecture devra s'inventer comme un refuge, les réflexions sur la ventilation naturelle embrassent celles de notre capacité à habiter, dans la simplicité et sans le détruire encore, un monde de plus en plus tourmenté.

La route passe aussi par ici, empruntons-la.

Le chemin se construit en marchant.

La ventilation naturelle, une introduction

Mathieu
Le Bourhis

4 Le fonctionnement de la ventilation naturelle relève presque d'une connaissance intuitive, qui se forme à partir de multiples observations du quotidien : un courant d'air faisant claquer les portes, le feu de bois qui aspire l'air vers la cheminée. Un bâtiment est soumis aux forces de pression exercées par le vent : certaines façades subissent une pression positive - le vent la « pousse », d'autres une pression négative - le vent « l'aspire ». Si l'on ouvre des fenêtres sur différentes façades, un courant d'air se mettra en mouvement entre elles, dont la vigueur dépendra du différentiel des forces de pression ainsi que de la taille et de la forme des ouvertures.

En hiver, le chauffage crée aussi des écarts de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Ces écarts sont directement liés à l'écart de température entre dedans et dehors, du fait que l'air se dilate en chauffant : sa densité volumique diminue, il est donc « plus léger » et tend à s'élever en créant un effet d'aspiration à sa base - l'air froid, « plus lourd », y trouve sa place, et un courant se met en place.

Ces deux phénomènes sont à la base du fonctionnement des systèmes de ventilation naturelle, des plus anciens aux plus contemporains. La considération de l'enjeu sanitaire de la ventilation par les institutions, combinée à l'aérodynamique moderne

(invention des ventilateurs) et à l'industrialisation des modes de construction, a conduit à la généralisation des installations de ventilation mécanique contrôlée (VMC). La ventilation est devenue un élément technique rapporté plutôt qu'une composante de l'architecture. Cela a permis de considérables gains d'espace, la VMC nécessitant des conduits 5 à 10 fois plus petit, mais les bâtiments ont pour bonne partie perdu cette capacité de respirer par eux-mêmes.

L'avènement de la VMC a aussi permis d'avancer sur le terrain de l'efficacité énergétique dans les climats tempérés, la maîtrise des débits d'air contribuant à limiter les pertes de chaleur du bâtiment. Toutefois, la ventilation mécanique est majoritairement basée sur le transport de l'air à grande vitesse (aux alentours de 5 m/s), souvent sur de grandes distances, ce qui nécessite la mise en œuvre de pressions importantes via les ventilateurs. Ceux-ci induisent ainsi une consommation d'électricité non négligeable, surtout si on la rapporte à la ressource naturelle appelée (l'énergie primaire).

Une interrogation traverse donc la profession : ventilation naturelle ou ventilation mécanique ? De nombreux systèmes existent, s'appuyant sur des technologies bien spécifiques ou sur des principes bioclimatiques. Les comparaisons en termes d'efficacité énergétique, de coût, de résilience, de maintenance ou de convivialité d'usage fluctuent à l'avantage de l'un ou de l'autre, en fonction des solutions retenues, des usages, des climats. Le débat est ouvert, et les projets présentés ici y prennent part, puisant leur inspiration dans une tradition ancestrale et expérimentant de nouveaux développements de la ventilation naturelle.

Les racines de la ventilation naturelle d'aujourd'hui

Alain
Bornarel

La ventilation naturelle, telle qu'elle renaît en France au début des années 2000 avec le lycée du Pic Saint-Loup de Pierre Turre et la maison de Pascal Gontier, a deux principales sources d'inspiration : l'architecture passive tropicale et les bâtiments britanniques ventilés naturellement des années 90.

A l'école du sud

On connaît bien les tours à vent, badgir iranien ou malkaf égyptien qui combinent surpression du vent en entrée et tirage thermique en sortie. On connaît moins les magnifiques moulins à vent de Nashitfan en Iran. C'était il y a plus de 3000 ans. Depuis, la ventilation naturelle n'a cessé de réaliser le confort de saison chaude dans toute la zone tropicale de la planète. Que ce soit par la forte vitesse d'air d'une ventilation traversante à travers des façades très ouvertes : de la maison traditionnelle du sud-est asiatique à la case créole. Ou, par l'effet cheminée sous des climats plus arides ou moins ventés.

Dans la continuité de cette tradition, certains architectes ont refusé la tendance majoritaire à la climatisation, forte depuis le milieu du siècle dernier, et privilégié le rafraîchissement passif, par la ventilation



Badgirs à Yazd ©Wikimedia Commons

naturelle. Retenons le rectorat de Martinique (1993) de Christian Hauvette, le centre commercial Eastgate (1996) à Harare de Mick Pearce, le centre Tjibaou (1998) à Nouméa par Renzo Piano, l'école de Gando (2001), et plusieurs autres dues à Diébédo Francis Kéré. Plus récemment, l'école flottante de Makoko (2013) de Kinlé Adeyemi, la médiathèque du Sud sauvage (2017) à la Réunion due à Co-Architectes.

Ces concepteurs du sud tropical nous ont prouvé que, dans des conditions climatiques bien plus sévères que les nôtres, assurer un rafraîchissement passif était possible. Et ils en ont réalisé les solutions techniques et architecturales : puissant bouclier solaire, parois très poreuses, ventilation à forte vitesse d'air pour créer du confort sur la peau.



Oast house ©Wikimedia Commons

Le vent souffle aussi de l'ouest

La seconde grande source d'inspiration en matière de ventilation naturelle vient des îles britanniques. L'exemple historique des halles de séchage du houblon, ventilées par effet cheminée assisté par le vent, ont conduit, dès les années 90, une poignée d'architectes britanniques à étendre cette technique à d'autres bâtiments. Alan Short, le pionnier, a notamment conçu l'université de Montfort à Leicester (1996) et le Contact Théâtre de Manchester (1999), deux opérations célèbres pour leurs cheminées monumentales. L'équipe Bradley, Feilden et Clegg réalise en 1996 le siège du BRE (le CSTB britannique) à Garston près de Londres. Bill Dunster a commencé sa carrière chez Michael Hopkins comme chef de projet de l'université de Nottingham. Mais il est surtout l'auteur du célèbre Bedzed (2002), ensemble mixte résidentiel/tertiaire, où il met en œuvre la première ventilation naturelle double flux avec récupération de chaleur.

Ces pionniers nous ont ouvert la voie vers la ventilation naturelle assistée et contrôlée. Assistée grâce au précieux travail qu'ils ont réalisé sur l'utilisation du vent en sortie de cheminée. Contrôlée par une régulation pour limiter les consommations d'hiver, contrainte que n'avaient pas les architectes des tropiques.

Index des projets

01	Lycée HQE Jean Jaurès, Saint-Clément-de-Rivière Tourre Sanchis Architectes	12
02	Maison Gaïta, Issy-les-Moulineaux Atelier Pascal Gontier	14
03	CAF des Côtes-d'Armor, Ploufragan ANMA Architectes Urbanistes	16
04	Ministère de la Défense, Paris ANMA Architectes Urbanistes	18
05	Bâtiment « Max Weber » Université Paris Nanterre, Nanterre Atelier Pascal Gontier	20
06	L'ARIA, Cornebarrieu atelierphilippemadec / (apm) & associés	22
07	Maternelle des Boutours, Rosny-sous-Bois Fanny Mathieu, Emmanuel Pezrès	24
08	LE FOYER, Siorac-de-Ribérac Dauphins architecture	26
09	Groupe Scolaire Jules Ferry, Aulnoy-Lez-Valenciennes Agence Jean Luc Collet Architectes Urbanistes	28
10	Square Delzieux, Saint-Nazaire atelierphilippemadec / (apm) & associés	30
11	Espace Novateur en milieu Rural, Brangues LANDFABRIK	32
12	Espace 1, 2, 3, Alex NUNC Architectes	34
13	Centre de loisirs Jacques Chirac, Rosny-sous-Bois Charlotte Picard, Emmanuel Pezrès	36
14	École Maternelle sur le site du Lycée Français de Madrid Madrid, Espagne Des Clics et des Calques, Ale-Estudio B-Ground Arquitectura (Azootea)	38
15	Réhabilitation de la maison des Canaux, Paris Grand Huit	40
16	Université Régionale des Métiers de l'Artisanat, Saint-Saulve Agence Jean Luc Collet Architectes Urbanistes	42
17	École primaire dans le lycée français Charles Lepierre, Lisbonne, Portugal Méandre etc', Ma-teriarch	44
18	École maternelle Bois-Perrier, Rosny-sous-Bois Direction recherche et innovation	46
19	La Grande COCO, Paris Des Clics et des Calques Switch (Oxalis)	48
20	Médiathèque James Baldwin, et la maison des réfugiés, Paris atelierphilippemadec / (apm) & associés	50

Lycée HQE Jean Jaurès, Saint-Clément-de-Rivière

01

Tourre Sanchis Architectes

Projet

Le site du projet étant remarquable de par son orientation, sa couverture végétale et ses vues exceptionnelles sur le Pic Saint-Loup, le programme exprimait, outre les éléments propres à l'organisation d'un lycée, une attente particulière concernant le respect et la mise en valeur des qualités du site. Notre intervention apparaît comme une excroissance du terrain, un relief, un aménagement de l'homme, d'où l'idée assez naturelle de retrouver des terrasses appuyées sur des murs en pierre.

Cet aménagement du site se prolonge en façade principale sur le lycée par un large socle puissant habillé des pierres du site. Ce socle de pierre, émergeant des roches, abrite toutes les fonctions communes.

Les quatre bâtiments d'enseignement orientés Nord-Sud, prennent appui dessus. L'accès à ces bâtiments, situé à l'étage, se fait depuis la cour. Compte tenu de la topographie du site, ils deviendront rez-de-chaussée à leur extrémité Est.

Démarche HQE

Quatre cibles principales parmi les quatorze :

1. L'orientation des bâtiments pour le confort d'été et l'éclairage naturel
Afin d'avoir le meilleur confort d'été et le maximum de lumière naturelle, nous avons privilégié pour les bâtiments d'enseignement un axe Est-Ouest procurant le maximum d'orientation Nord et Sud.
2. Le respect de la topographie du terrain
Se poser sur le terrain en l'écorchant un minimum.
3. Choix de ventilation et d'économie d'énergie
Ventilation naturelle des locaux qui détermine la volumétrie et l'organisation des locaux.
4. Choix de matériaux et composants à faible entretien
Utilisation de la pierre du site.

Ventilation et chauffage

La régulation de la ventilation naturelle est assurée par 21 tourelles d'extraction installées sur le lycée, la régulation des débits d'extraction de celles-ci s'effectuent par zone. La ventilation naturelle doit fonctionner différemment selon les saisons. Deux régimes différents sont ainsi définis : période de chauffage (hiver) et période de non-chauffage (été).

Principe

Hiver : chauffage + occupation La régulation de la ventilation naturelle fonctionne

Hiver : chauffage + non occupation La régulation de la ventilation naturelle ne fonctionne pas, tous les registres sont fermés 1h après le départ des élèves

Été : non chauffage + occupation La régulation de la ventilation naturelle ne fonctionne pas, tous les registres sont ouverts

Été : non chauffage + non occupation La régulation de la ventilation naturelle ne fonctionne pas, tous les registres sont ouverts

Relations avec la GTB

Les coffrets de régulation pour chaque zone sont autonomes. La seule liaison avec la GTB est la prise d'informations sur les conditions d'occupations et de chauffage du lycée.

Nom du projet

Groupe Scolaire Jules Ferry

Localisation

Saint-Clément-de-Rivière

Surface

15 000 m² SHON

Type de bâtiment

ERP

Date de livraison

2023

Maitrise d'ouvrage

Région Languedoc-Roussillon

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

Tourre Sanchis Architectes

BET Environnement

Tribu

Bet Fluides

Daniel Maliver

Bet Structure

Delorme



13

Maison Gaïta, Issy-les-Moulineaux

02

Atelier
Pascal Gontier

Projet

La maison Gaïta est un prototype de maison passive à énergie positive qui a été conçu selon une démarche d'éco-conception visant à anticiper sur les standards futurs, en s'appuyant principalement sur l'architecture proprement dite plutôt que sur un arsenal d'équipements techniques.

C'est une construction urbaine en ossature bois de 3 niveaux, revêtue d'une peau en bois peinte en noir qui a été préfabriquée en atelier et assemblée sur le site en moins de 15 jours. Les fenêtres très largement dimensionnées à triple vitrage ainsi que la très forte isolation en cellulose et en laine de bois sont quelques-uns des signes visibles d'une construction de type passive. Les fondations sur pieux nécessaires à la stabilité de la maison, constituent également le support d'une installation géothermique innovante. Le circuit d'eau installé dans les 9 pieux de 20 m de profondeur remplit en effet deux fonctions : il permet, grâce à un échangeur thermique, d'assurer un premier réchauffement de l'air de la maison en hiver, et il est également relié à la pompe à chaleur qui assure le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

La façade sud est conçue comme une véritable façade solaire qui met à contribution différents types de « capteurs » : les fenêtres proprement dites et les murs capteurs en bois et verre en constituent le dispositif « passif », tandis que les cellules photovoltaïques disposées au niveau des brises soleil et du shed de la toiture en constituent le dispositif « actif ».

La Maison Gaïta a reçu le Prix Beim Vorarlberger Holzbaupreis 2011.

Description du type de ventilation et chauffage liées à la ventilation

La maison se distingue du modèle passif par son dispositif expérimental de ventilation naturelle simple flux qui permet la récupération des calories de l'air extrait grâce à un circuit d'eau. Cette récupération de calories s'effectue grâce à 3 échangeurs. Deux batteries d'échange sont disposées au niveau des entrées d'air. La première permet de récupérer les calories récupérées dans le circuit d'eau intégré dans l'un des pieux tandis que le second récupère les calories récupérées au niveau de la cheminée d'extraction d'air grâce au troisième échangeur et transmise grâce à un circuit d'eau. Cette installation a été conçue comme une véritable architecture au cœur de la maison, et se manifeste en toiture par une généreuse cheminée de ventilation. Une sur ventilation naturelle peut être assurée grâce à des persiennes et à des impostes vitrées intégrées aux façades.

Nom du projet

Maison Gaïta

Localisation

Issy-les-Moulineaux

Surface

299 m² SDP

Type de bâtiment

Maison de ville

Date de livraison

2010

Maitrise d'ouvrage

Privé

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

Atelier Pascal Gontier

BET Ventilation

Transsolar

BET Structure

2BI

Entreprise CVC

Farc



©Luc Boegly

15

CAF des Côtes-d'Armor, Ploufragan

03

ANMA
Architectes Urbanistes

Projet

Premier bâtiment édifié sur la nouvelle ZAC des Plaines Villes, à l'ouest de Saint-Brieuc, le siège de la Caisse d'allocations familiales se devait d'être exemplaire. La conception environnementale du projet s'appuie sur la géothermie, la ventilation naturelle et les panneaux photovoltaïques. En toiture, six grandes cheminées solaires fonctionnant sur le principe du tirage thermique, assurent la ventilation naturelle des locaux. La modélisation des cheminées a permis de développer une surface maximale d'exposition au rayonnement solaire pour garantir un tirage optimal. Les baies des bureaux sont complétées de châssis ouvrants verticaux équipés de grilles afin d'accentuer la circulation de l'air pour le rafraîchissement nocturne. La toiture est également équipée de panneaux photovoltaïques. Les eaux de pluie récupérées en toiture sont rejetées dans les bassins plantés de végétaux qui assurent la filtration de l'eau grise. Didactique, le projet affiche clairement sa préoccupation environnementale.

Démarche environnementale globale

Les façades bois permettent une gestion intelligente des apports solaires et de la ventilation. Des cheminées solaires assurent une extraction de l'air vicié totalement naturelle ainsi que le déchargement des calories en été. L'eau de pluie en toiture est récupérée pour alimenter les sanitaires ; dans le parc, les eaux de ruissèlement du parking sont filtrées par phytoextraction et stockées pour les besoins d'arrosage. La production de chaud et de froid est assurée par une PAC réversible sur forage, connectée à des planchers chauffants-rafraîchissants. En toiture, 540m² de panneaux photovoltaïques constituent l'appoint énergétique.

Description du type de ventilation et chauffage liées à la ventilation

La ventilation naturelle sur le projet permet d'assurer, sans appoint, le débit hygiénique ainsi que la surventilation nécessaire au confort des usagers en termes de renouvellement d'air et de confort hygrothermique.

Nom du projet

CAF des Côtes-d'Armor

Localisation

Ploufragan

Surface

7 210 m² SHON

Type de bâtiment

Centre administratif

Date de livraison

2013

Maitrise d'ouvrage

Caisse d'Allocations Familiales des Côtes-d'Armor

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

ANMA Architectes Urbanistes

BET Environnement

Franck Boutté Consultant

BET Structure, Fluide

Aria

BET Acoustique

Itac

BET Éclairage

Atelier Roland Jeol

Bet Paysage

Sempervirens



ANMA Architectes Urbanistes ©Cécile Septet

ANMA Architectes Urbanistes

Projet

Le nouveau ministère de la Défense présente la complexité d'une opération à la fois urbaine et architecturale. Il est conçu comme une machine environnementale : le bâtiment est constitué d'une enceinte protectrice et d'un cœur protégé, connectés par un plan ramifié qui favorise l'interconnexion des services et la flexibilité. Au rez-de-chaussée les bâtiments sont surélevés sur pilotis, sous lesquels se glisse un grand jardin continu. L'air filtré par les jardins rentre par les fenêtres des bureaux et s'extrait par les cheminées, en ventilation naturelle assistée (ventilation hybride). La grande toiture se plie vers le périphérique, au sud, et abrite 6 000 m² de panneaux photovoltaïques. Un système de géothermie sur nappe et de récupération de chaleur des salles serveur alimente en chaud et en froid le bâtiment via les plafonds rayonnants, et répond également aux besoins d'eau chaude.

Démarche environnementale globale

L'utilisateur est mis au centre des performances environnementales du projet. Il a un rôle majeur à jouer dans les performances du bâtiment, avec un comportement écoresponsable et en acceptant parfois un confort différent de celui proposé habituellement. Ce bâtiment n'est pas conçu pour maintenir une température constante de 24°C toute l'année : la température intérieure pourra approcher de 19°C aux périodes les plus froides de l'hiver ou dépasser ponctuellement les 28°C en période de canicule. L'utilisateur vivra avec le rythme des saisons.

Ventilation naturelle hybride

Le système permet de passer d'une insufflation naturelle (par simple ouverture des fenêtres) à une insufflation mécanique lorsque les conditions extérieures ne sont pas favorables ; l'air est extrait naturellement grâce au gradient thermique et au vent. Les cheminées jouent le rôle de véritables « moteurs » thermiques et aérauliques.

Scénarios de fonctionnement

- Ventilation naturelle (13°C < T < 27 °C)
- Ventilation hybride (T < 12°C ; T > 28 °C)

Nom du projet

Ministère de la Défense

Localisation

Paris

Surface

163 000 m² SHON

Type de bâtiment

Centre administratif

Date de livraison

2015

Maitrise d'ouvrage

OPALE Défense

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

ANMA Architectes
Urbanistes

BET Ventilation

naturelle
Deerns

BET Fluides

Iosis

BET Structure

Bouygues Bâtiment
Île-de-France

BET Façade

Elioth

BET Agencement hautes

autorités
Agence NC

BET Agencement,

mobilier, restauration
Patrick Jouin

Signalétique

Béatrice Ficher,
Locomotion

Entreprise générale

Bouygues Bâtiment
Île-de-France



Bâtiment « Max Weber » Université Paris Nanterre, Nanterre

05

Atelier
Pascal Gontier

Projet

Destiné à la recherche en sciences humaines et sociales, le bâtiment « Max Weber » est un projet de bureaux atypique, entièrement construit en structure bois, y compris cages d'escaliers et d'ascenseurs, sans faux planchers ni faux plafonds, évolutif, passif, et ventilé naturellement. L'architecture du bâtiment a été conçue de façon à offrir une flexibilité et une évolutivité maximum et à pouvoir s'adapter aux transformations qui sont susceptibles de survenir dans l'organisation des espaces, et de se prêter à plus long terme à un éventuel changement de destination du bâtiment sans avoir besoin d'effectuer de lourds travaux qui mettraient en péril l'identité architecturale d'origine.

Le bâtiment a reçu le 1er prix Trophées bois Île-de-France 2016 et le 1er Prix Bas Carbone des Green Building Awards France 2016.

Démarche environnementale globale

Les espaces du rez-de-chaussée sont ventilés mécaniquement tandis que les bureaux des étages reçoivent une ventilation mécanique assistée et contrôlée. La ventilation naturelle s'effectue bureau par bureau au moyen d'un dispositif d'arrivée et d'extraction d'air. L'arrivée d'air est assurée par un ensemble de grilles de prises d'air autoréglables à faibles pertes de charge intégrées dans les menuiseries en façade. Celles-ci sont dimensionnées pour assurer un renouvellement hygiénique de l'air ainsi que la sur-ventilation nocturne lorsqu'elle est nécessaire.

Le dispositif d'extraction est quant à lui composé de grilles d'extraction basse pression, de conduits individuels qui comportent des clapets dosage, et de cheminées monumentales hautes de trois mètres soixante-dix en toiture. Un extracteur intégré au sommet chaque cheminée permet d'assurer une assistance mécanique lorsque le fonctionnement en naturel n'est plus suffisant pour assurer les débits requis.

La modulation du système est gérée par un automate qui permet de moduler le degré d'assistance en fonction des conditions météorologiques.

Nom du projet

Bâtiment « Max Weber »
Université Paris Nanterre

Localisation

Nanterre

Surface

4 904 m² SDP

Type de bâtiment

Équipement public -
bâtiment d'enseignement
supérieur

Date de livraison

2016

Maitrise d'ouvrage

Université Paris Nanterre

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

Atelier Pascal Gontier

BET Environnement

INEX + Atelier Pascal
Gontier

BET Fluides

INEX

BET Structure

BATISERF

BET Acoustique

Jean-Paul LAMOUREUX

Entreprise CVC

CEGELEC



©Schnepf Renou

L'ARIA, Cornebarrieu

06

atelierphilippemadec / (apm) & associés

Projet

L'ARIA est un pôle culturel qui regroupe une médiathèque municipale, une salle de spectacles et une salle de conférence/répétition). À Cornebarrieu, il se trouve dans un site exceptionnel, dans la vallée de l'Aussonelle au pied de la butte du centre historique. Conçu comme un paysage il assemble de volumes différenciés, à l'intérieur, articulés par un hall, unique espace de convivialité, à l'extérieur, unifiés sous une toiture habitée.

Le bâtiment est frugal ; l'emploi des matériaux traditionnels de l'architecture agricole, bois et terre crue, parfait son intégration cohérente dans le lieu. Il innove par la première utilisation française de brique de terre crue comprimée structurelle (ATEX 2016). C'est aussi un équipement Passif. Il dispose d'une chaufferie bois.

Sa ventilation naturelle hybride est assurée par des cheminées/sheds support des tourelles d'extraction.

L'utilisation de la ventilation naturelle a été l'occasion d'un travail sur l'espace et l'esthétique architecturale : les cheminées sont devenues de hauts sheds qui déploient verticalement l'espace de la médiathèque et qui inventent un univers inédit en toiture.

Les cheminées jouent un rôle primordial dans la ventilation naturelle de la médiathèque et du hall. Elles sont positionnées et dimensionnées de façon à tirer profit d'une part des vents dominants et d'autre part du tirage thermique naturel en hiver et en mi-saison pour renouveler l'air tout en minimisant l'énergie consommée.

Un extracteur asservi à une sonde CO₂ assure le renouvellement de l'air si la ventilation naturelle ne suffit pas. En hiver, des registres motorisés limitent les débits extraits à 30 m³/h.occupant, selon les demandes du programme et afin d'assurer une bonne qualité d'air intérieur.

Une surventilation naturelle à 3 vol/h s'obtient par l'ouverture de plusieurs fenêtres, réparties dans l'ensemble de la médiathèque. Ces dispositifs permettent d'obtenir un confort thermique très satisfaisant, vérifié par les Simulations Thermiques Dynamiques et l'usage.

Nom du projet

L'ARIA

Localisation

Cornebarrieu

Surface

3 135 m² SDP

Type de bâtiment

Pôle culturel : médiathèque, salle de spectacles et salle de conférences

Date de livraison

2017

Maitrise d'ouvrage

Ville de Cornebarrieu

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

atelierphilippemadec
/ (apm) & associés

BET Environnement,

Fluides

INEX

Bet Structure

C&E ingénierie

Paysage

Coloco

Entreprise CVC

COFELY AXIMA



©Pierre-Yves Brunaud

Maternelle des Boutours, Rosny-sous-Bois

07

Fanny Mathieu
Emmanuel Pezrès

Projet

Sur le site adjacent à la première école des Boutours, la direction recherche et innovation a transformé une halle de marché en école maternelle créant ainsi un groupe scolaire complet.

Les recherches portées depuis plus de 10 ans par la direction recherche et innovation ont pour objet d'inventer une architecture régénérative, de limiter l'impact de nos pratiques constructives pour maintenir et régénérer notre environnement.

Les réflexions portent principalement sur les matériaux, biosourcés, locaux, bio, leurs techniques de mise en œuvre, la performance de l'enveloppe, les choix de ventilation et de chauffage et sont appliquées sur ce bâtiment par l'expérimentation de techniques courantes ou non courantes : ventilation naturelle avec récupération de chaleur qui vient en complément de la sur-isolation en paille, murs en paille porteuse en RDC.

Ventilation et chauffage

Le développement de l'axe "low tech" s'est porté en particulier sur la ventilation naturelle, voulue sans machine, mais qu'il a fallu aussi rendre efficace d'un point de vue énergétique. Le bilan thermique généralement défavorable de la ventilation naturelle a été compensé par la mise en place d'une disposition innovante, qui semble être une première en France, à savoir la mise en place d'une stratégie aérodynamique permettant l'utilisation d'un échangeur à plaques permettant de récupérer environ 50% de la chaleur de l'air extrait. Le choix du chauffage s'est porté sur la biomasse, sous forme de chauffage central aux granulés de bois et d'un complément low tech: un poêle de masse à bûches. Mais, en fin de compte, il est plus simple de chauffer les corps plutôt d'un bâtiment, notamment avec les gilets en laine bio pour les enfants, tricotés par des bénévoles rosnoéennes.

Nom du projet

Maternelle des Boutours

Localisation

Rosny-sous-Bois

Surface

2 200 m² SDP

Type de bâtiment

École maternelle
de 9 classes

Date de livraison

2017

Maitrise d'ouvrage

Ville de Rosny-sous-Bois,
direction de l'éducation

Équipe

maitrise d'œuvre

Ville de Rosny-sous-Bois,
direction recherche
et innovation

Architectes

Fanny Mathieu
Emmanuel Pezrès

Ingénieurs fluides

Mathieu le Bourhis

Ingénieurs structure

Roland Gaudin

Entreprise CVC

Bosio et fils



©Rosny-sous-Bois

25

LE FOYER, Siorac-de-Ribérac

08

Dauphins
architecture

Projet

16 chambres de 4 apprentis, 4 chambres d'hébergement social de 3 lits, chambre surveillant, foyer, salon de projection, espace de restauration et services.

- Labellisé BEPOS
- Niveau E4C2
- Inscrit sur un Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte
- Soutenu financièrement par la Région Nouvelle-Aquitaine dans le cadre de l'appel à projets Bâtiment du Futur
- Lauréat du Prix Régional de la Construction Bois 2020 dans la catégorie « Travailler, Accueillir ».
- Lauréat OFF du DD 2021

Le projet est issu d'une analyse du site et d'une approche bioclimatique élaborée collectivement au sein de l'équipe de MOE. Il sollicite les 'forces en présence' (course solaire, vents dominants, terre excavée employée pour la réalisation du pisé et des adobes) et les qualités des matériaux biosourcés (botte de paille, fibre de bois) et géosourcés (pisé, enduits terre, enduits chaux) tout comme mixtes (béton de chanvre projeté sur le pisé en façade extérieure, support d'enduit terre).

Ventilation et chauffage

Dans les espaces communs de grands volumes et potentielle forte occupation

Ventilation par des tourelles de VNAC, et pré-chauffage de l'air neuf en hiver par des batteries chaudes (source : chaudière à granulés de bois). Des clapets ont été ajoutés aux tourelles en fin de chantier pour maîtriser les sens de flux et les débits d'air. Ces derniers s'ouvrent et se ferment en fonction d'une sonde de qualité de l'air placée dans le conduit de ventilation.

Dans les chambres

Dans les chambres la ventilation est de type simple flux avec des entrées d'air dans les menuiseries et des bouches d'extraction sans les pièces humides. En complément, une stratégie de ventilation naturelle de confort, par ouverture des fenêtres (sécurisées par le bardage bois ajouré) dans les chambres et des exutoires dans les verrières en toiture.

Nom du projet

LE FOYER

Localisation

Siorac-de-Ribérac

Surface

1 250 m² SDP

Type de bâtiment

Centre d'hébergement de la Maison Familiale et Rurale

Date de livraison

2019

Maitrise d'ouvrage

CdC du Pays Ribéracois

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

Dauphins architecture

BET Environnement

180 degrés Ingénierie

BET Fluides

Overdrive

BET Structure

IBC

Entreprise CVC

Eiffage Energie



©Julien Coeurdevey

©Agnès Clotis

27

Groupe Scolaire Jules Ferry, Aulnoy-Lez-Valenciennes

Agence Jean Luc Collet Architectes Urbanistes

09

Projet

Le projet regroupe les écoles maternelle et élémentaire, édifiées en 1960, de façon éparse sur un versant de la Rhônelle, rivière affluent de l'Escaut. Réorganisées en patio, autour d'un tilleul séculaire, les ailes constituées de panneaux préfabriqués Béton Armé modulaires, ont été revêtus de caissons bois/paille/bardage minéral en face extérieure. La recherche de la qualité de l'air intérieur a orienté toutes les technologies et matériaux, notamment d'appliquer les principes, élaborés par Jacques Paziard, architecte ingénieur, de ventilation naturelle activée VNA.

Ainsi, une tour à vents, surmonte le point le plus haut des bâtiments existants de la cage d'ascenseur, et procure la mise en dépression de l'ordre de 2Pa, de l'ensemble des locaux, répartis du niveau Rez de Chaussée au R+2. À partir de cette basse dépression, les entrées d'air neuf empruntent plusieurs cheminements pariéto dynamiques dans un ordre hiérarchisé avec :

- Les baies vitrées extérieures à 2 lames d'air en débit principal, de préchauffage hivernal et pré rafraîchissement estival.
- Les allèges opaques, à une lame d'air, en débit complémentaire éventuel saisonnier, en air neuf tempéré hivernal et estival, par les radiateurs convectifs basse température d'allège.
- Le vide sanitaire / salubre, pour la partie d'aile de liaisons entre les ailes existantes, assaini par lumière UVc.

Les apports de calories hivernales sont obtenus par un simple échangeur à ailettes air/eau glacée thermo dynamique, pour la récupération des chaleurs sensibles et latentes de l'air chaud final de la tour à vents (air vicié + capteur solaires aérothermique + serre d'escalier). Les apports de calories hivernales et frigories estivales sont obtenues par le même échangeur avec les transferts venant des noues de rétention/infiltration des eaux pluviales, en partie basse du versant. Le groupe scolaire a été lauréat de la démarche Ademe, Nouvelles Technologies Emergentes (NTE), en performances énergétiques et qualité de l'air intérieur avec le Cerema Hauts de France, notamment pendant la période particulière du Covid 19. Les résultats, qui feront l'objet de publications, fournissent des indices ICONe de la qualité de l'air intérieur entre 0 et 1.

La régulation aéraulique est obtenue à deux niveaux :

- A l'extraction du local par valve membranaire anti-retour et buse d'induction, très éventuelle, sur sonde CO₂.
- A l'extraction terminale, de la tour à vent, par régulateur de débit d'occupation proportionnel et buse terminale de perte de charges, des échangeurs à ailettes, de récupérations des calories.

Nom du projet

Groupe Scolaire
Jules Ferry

Localisation

Aulnoy-Lez-Valenciennes

Surface

3 523 m² SDP

Type de bâtiment

Enseignement
(Maternelle et Élémentaire)

Date de livraison

06 février 2019

Maitrise d'ouvrage

Mairie d'Aulnoy-Lez-Valenciennes

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

Agence Jean Luc Collet
Architectes Urbanistes

BET environnement

A2E Atelier d'Etudes
Environnementales

Bet Fluides

Bérim

Bet Structure

Bureau d'étude BSM

Entreprise CVC

Hervé Thermique



Square Delzieux, Saint-Nazaire

10

atelierphilippemadec
/ (apm) & associés

Projet

La réalisation des 97 logements, répartis en 5 immeubles au Square Delzieux, s'inscrit dans le projet Ville Port de Saint-Nazaire. Le bâtiment A accueille des locatifs sociaux pour Silène, les autres pour le groupe CISN hébergent de l'accession et de la location privée. Les immeubles sont conçus pour répondre aux enjeux de la Haute Qualité Environnementale. Initialement ils atteignent une performance énergétique du niveau Très Haute Performance Énergétique THPE Enr, et le niveau BBC pour les derniers immeubles livrés.

Les logements bénéficient majoritairement d'une double exposition, pour une lumière variée et une ventilation traversante, gage de confort d'été. Les séjours sont orientés au sud ou à l'ouest. Pour un confort de vie et une économie d'énergie, un éclairage naturel a été privilégié pour toutes les pièces des logements y compris cuisines et salles de bains, comme pour les halls et les circulations dans les étages. Chaque logement dispose d'un espace extérieur accessible (balcon ou terrasse).

La ventilation est assurée par un système de VNAC qui a nécessité l'obtention d'une ATEX et d'une autorisation d'expérimentation de la part du Ministère du Logement et du Développement Durable. L'air entre dans les pièces principales par des bouches auto-réglables adaptées VN et acoustiques en façade. Il sort par une cheminée par logement à partir des pièces humides.

La régulation est réalisée par un registre dans la cheminée, asservi à une mesure de vitesse d'air. La règle du balayage est respectée, ainsi qu'une modulation des débits en cuisine. Les cheminées en toiture ont été réalisées par les chaudronniers de marine (ressource locale). Les protections solaires et les fermetures sont assurées par des volets en bois persiennés pour maintenir une ventilation naturelle suffisante en été, tout en protégeant de l'intrusion.

Le bâtiment bénéficie d'une isolation par l'extérieur de 15 cm de laine minérale, et le chauffage est assuré par des chaudières collectives à condensation au gaz. L'eau chaude sanitaire est produite en partie par des panneaux solaires posés en toiture.

Sécurité incendie : le procédé ne fait pas obstacle au respect de l'arrêté du 2-31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.

Nom du projet

Square Delzieux

Localisation

Saint-Nazaire

Surface

8 175 m² SHON

Type de bâtiment

97 Logements collectifs en accession privée et location sociale ou privée

Date de livraison

2006-19

Maitrise d'ouvrage

CISN Atlantique et Silène

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

atelierphilippemadec
/ (apm) & associés

BET Environnement

Tribu

Bet Fluides

INEX

Bet Structure

C&E ingénierie

Entreprise CVC

Gauthier Energies
Ramery Energies



© S. Chalmeau

Espace novateur en milieu rural, Brangues

11

LANDFABRIK

Projet

Création d'un « espace public novateur » en milieu rural. Face aux situations de crise que traverse aujourd'hui notre société, il devient urgent de travailler ensemble pour redonner du sens à la vie de notre territoire et de ses habitants. Activités économiques innovantes, solidarité sociale, préoccupations environnementales et gouvernance partagée sont les piliers sur lesquels nous devons nous appuyer pour co-construire nos actions. Telle est le cadre de l'action portée par la commune de Brangues et le centre social de Morestel.

Le bâtiment en R+2 est venu s'adapter au terrain (6m de dénivelé entre la cour des maternelles et la cour des élémentaires). Un noyau central en béton de ciment contreventé des dalles bois sur lesquelles des murs à ossatures bois remplis de bottes de paille viennent créer un écrin bardé d'un bardage bois. La façade Sud est en pisé non isolé jouant ainsi son rôle de mur régulateur hygroscopique et thermique. Les murs en paille sont enduits à la terre pour également apporter confort (inertie, hygrométrie, le toucher). Une ventilation naturelle simple flux complète ce dispositif. Une chaudière à bois déchiqueté provenant de la commune sert pour les besoins de chauffage.

Matériaux, techniques constructives et équipements

Mur ossature bois isolé en bottes de paille, enduites à la terre crue en intérieur, bardées de bois à l'extérieur. Mur Sud en pisé non isolé (apport solaire, inertie et phénomène calorifique en phase d'évaporation/condensation). Chaudière Bois. Registre motorisé 12V. Billes d'argile en hérisson drainant et isolant sous dalle rez de chaussée.

Type de ventilation

Ventilation Naturelle simple flux, avec registres motorisés pour ouverture en façade (sous les fenêtres et au dessus de radiateurs) et extraction en partie haute des salles par tirage thermique.

Une sonde CO₂ dans chaque pièce commande ouverture et fermeture des registres. Possibilité de passer en tout-manuel.

Nom du projet

Espace novateur
en milieu rural

Localisation

Brangues

Surface

600 m² SHON

Type de bâtiment

École + Médiathèque

Date de livraison

2019

Maitrise d'ouvrage

Mairie de Brangues

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

LANDFABRIK

Bet Fluides

Switch (Oxalis)

Bet Structure

I+A

Entreprise CVC

Rey Frères



Espace 1, 2, 3, Alex

12

NUNC Architectes

Projet

Le groupe scolaire 1, 2, 3 a Alex s'implante dans la pente orientée Nord à proximité du coeur du village rural. Le calme, la qualité d'air et l'implantation du bâtiment dans la pente ont contribué à proposer un système de ventilation naturelle pour les salles de classe. La forme de toit intégrant des sheds pour garantir un éclairage naturel homogène dans les classes et en faire profiter les circulations en second jour ont permis de créer les conditions de circulation aéraulique suffisantes à la ventilation naturelle. Le taux de CO₂ est contrôlé en permanence avec un voyant indiquant si le seuil est dépassé (seuil ajusté suivant la saison via la GTC). L'ouverture en façade des ouvrants est manuelle et peut être réalisée par les enfants (hauteur de poignée). L'ouverture dans le shed est motorisée et automatique et peut être contrôlée par dérogation locale par l'enseignant. Le flux d'air traversant est ainsi possible via la différence de surface d'ouverture et le différentiel de hauteur. Une extraction mécanique (100m³/h par salle) via la double flux (administration, sanitaires) est réalisée suivant les heures d'occupation pour garantir l'évacuation des polluants résiduels et de l'entretien.

Le suivi des taux de CO₂ et les enquêtes ont permis d'assurer le confort et le bon fonctionnement de ce principe de conception possible avec des classes sur 1 unique niveau et mono-orienté. L'automatisation a été réglée pour éviter des ouvertures trop longues en hiver et non acceptées par les enseignants (réhausse du seuil à 1000 ppm). Combiné à l'ouverture manuelle des ouvrants en façade et forcée en toiture à chaque récréation, le système assure une qualité d'air satisfaisante.

Nom du projet

Espace 1, 2, 3

Localisation

Alex

Surface

1 930 m² SDP

Type de bâtiment

Groupe scolaire
(maternelle et élémentaire)
et salle communale

Date de livraison

2019

Maitrise d'ouvrage

Commune d'Alex

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

NUNC Architectes

BET Environnement,

Fluides

ICE

Bet Structure

Arborescence (Bois)

Plantier (Béton)

Entreprise CVC

Bernardi



©Luc Boegly

Centre de loisirs Jacques Chirac, Rosny-sous-Bois

13

Charlotte Picard
Emmanuel Pezrès

Projet

Dans un contexte de déplétion généralisée des ressources, des espèces, le centre de loisirs Jacques Chirac représente une nouvelle étape vers l'objectif minimum de neutralité écosystémique de l'acte de construire en visant l'enrichissement de cet écosystème. Situé dans le groupe scolaire Bois-Perrier, la construction du centre de loisirs permet de réorganiser celui-ci et d'augmenter l'accueil scolaire. Nos recherches, soutenues par l'ADEME et le programme BATRESP, permettent de mettre en œuvre une structure mixte en paille porteuse et poutre treillis en bois massif local sur deux niveaux.

Ventilation et chauffage

Les recherches initiées sur l'école des Boutours ont été poursuivies, concernant l'intégration des poêles de masse en milieu scolaire, et la mise en place d'une ventilation naturelle avec récupération de chaleur. La disposition aérodynamique du système a été rationalisée, permettant l'intégration des échangeurs en faux plafond et une prise d'air neuf en façade, autorisant la duplication du système sur plusieurs étages. Le mode de régulation a été simplifié, un système de leviers ayant été mis en place afin que les utilisateurs puissent directement ouvrir et fermer les registres. Ainsi, sur le centre de loisirs, une coupure de courant n'a aucun impact sur la ventilation naturelle (si ce n'est la perte de l'information du taux de CO₂ donné par les sondes). En parallèle, une installation de chauffage solaire est mis en place, basé sur un principe de stockage thermique inter saisonnier rendu possible par l'utilisation d'une cuve de stockage de 50 m³, cuve issue du réemploi.

Nom du projet

Centre de loisirs Jacques Chirac

Localisation

Rosny-sous-Bois

Surface

1 000 m² SDP

Type de bâtiment

Centre de loisirs
périscolaire et extrascolaire
pour 180 enfants
de 3 à 11 ans

Date de livraison

2020

Maitrise d'ouvrage

Ville de Rosny-sous-Bois,
direction de l'éducation

Équipe

maitrise d'œuvre

Architectes

Charlotte Picard
Emmanuel Pezrès

Ingénieurs fluides

Mathieu le Bourhis
Giampiero Ripanti

Ingénieur structure

Yannig Robert

Entreprise CVC

Bosio et fils



©Juane Sepúlveda

École maternelle sur le site du Lycée Français de Madrid, Madrid, Espagne

14

Des Clics et des Calques
Ale-Estudio
B-Ground Arquitectura
(Azootea)

Projet

Pour cette école d'une vingtaine de classes, un vrai travail d'équipe entre les architectes et le BET environnement a permis, dès le concours, de poser les principes d'une architecture bioclimatique qui n'ont quasiment pas évolué jusqu'à la livraison du bâtiment.

L'implantation sur le site s'est faite de manière à maximiser les orientations franches. Toutes les salles de classe sont orientées Nord ou Sud. Un glissement du R+1 vers le Sud par rapport au Rdc génère un porte-à-faux contribuant à la protection solaire du réfectoire et des salles d'exercice des plus petits. Le plan a été dessiné en dégagant des patios entre chaque paire de classe ; ces patios assurent une double fonction d'apport de lumière naturelle et de support de la ventilation naturelle.

Le projet a ainsi été conçu de manière qu'il puisse fonctionner à 100% en ventilation naturelle, autant pour le renouvellement d'air hygiénique minimal en hiver que pour le rafraîchissement passif en été.

En façade, des ouvrants à lames vitrées en imposte permettent l'entrée d'air neuf. Au Sud, ces ouvrants sont habillés de protections solaires poreuses (briques ajourées). Chaque classe dispose de deux ouvrants, un plus petit pour l'hiver, et un plus grand pour la période estivale.

En fond de classe, d'autres ouvrants assurent la fonction d'extraction, via des conduits en fond de patio pour les salles du RDC, et via des émergences en toiture pour le R+1. L'ensemble de ces dispositifs sont opérables directement par les utilisateurs par des moyens mécaniques.

La partie centrale du bâtiment est habillée d'une vêtue ajourée en aluminium, cela permet à la fois de faire office de protection solaire devant les baies vitrées et également dans le couloir de réaliser de grilles de ventilation pour les sorties d'air.

Nom du projet

École maternelle
sur le site du Lycée
Français de Madrid

Localisation

Madrid, Espagne

Surface

4 188 m² SDP

Type de bâtiment

Enseignement

Date de livraison

2021

Maitrise d'ouvrage

Lycée Français de Madrid
& AEFE

Équipe

maitrise d'œuvre

Architectes

Des Clics et des Calques
+ Ale-Estudio + B-Ground
Arquitectura (Azootea)

BET environnement

Switch (Oxalis)

Economiste + OPC

Alarifes

BET Fluides

JG Ingenieros

BET Structure

Jofemar

Paysage

Atelier Roberta

Entreprise Générale

Constructora San Jose +
Liñagar (façade aluminium)



©Juane Sepúlveda

©Paula Arroyo / OjoVivo

Réhabilitation de la maison des Canaux, Paris

15

Grand Huit

Projet

La Maison des Canaux, lieu emblématique de l'économie circulaire, a engagé une réhabilitation réhabilitation lourde : réaménagement de son RDC, création d'une grande terrasse, enveloppe thermique performante et mise en place d'un système de chauffage vertueux. Le groupement d'artisans et de maîtres d'œuvre ont déployé toute leur imagination pour répondre aux attentes circulaires élevées de la Ville de Paris. De nombreuses actions de réemploi ont été mises en place : doublages tapissier en moquette usagées, montants d'anciennes portes pour la réalisation du platelage et du treillage de la terrasse, charpente métallique de réemploi, etc... Dans la salle principale polyvalente, Switch a proposé la mise en place d'une ventilation naturelle avec récupération de chaleur, selon un principe aéraulique similaire à celui des écoles de Rosny-sous-Bois. L'intégration architecturale du dispositif a été complètement adaptée au volume et aux contraintes propres à la rénovation du bâtiment. Les soupiraux au sous-sol ont été mis à profit pour la prise d'air, tandis que la hauteur du bâtiment a été exploitée pour son tirage thermique. Le dispositif a été dimensionné sur la base d'une jauge de 100 personnes, à 18 m³/h/personne, et a abouti à 4 systèmes pouvant fonctionner en parallèle ou indépendamment l'un de l'autre, en cohérence avec les différents espaces que l'on peut cloisonner. Deux échangeurs à plaque ont été installés verticalement contre des murs et munis d'un habillage léger, les donnant presque à voir, ce qui contribue à l'appropriation du dispositif par les occupants.

La régulation a fait l'objet d'un travail particulier, interrogeant l'interaction entre le low tech et des technologies plus avancées. Simple et résilient de par sa conception générale, un arbitrage doit être fait quant au mode de régulation de l'installation, entre low tech ou complètement automatisé : un compromis a ici été recherché. Les possibilités des capteurs CO₂ ont été exploitées de manière à s'affranchir du recours à des automates. Un boîtier de raccordement utilisant des composants électriques basiques a été mis au point puis prototypé pour validation. Le dispositif de contrôle permet ainsi soit de contrôler directement l'ouverture des registres via un potentiomètre, soit de basculer sur un mode automatique piloté par la sonde de CO₂, sans autre électronique que celle embarquée dans la sonde.

Nom du projet

Réhabilitation
de la maison des Canaux

Localisation

Paris

Surface

640 m² SDP

Type de bâtiment

Tertiaire

Date de livraison

2022

Maîtrise d'ouvrage

Ville de Paris

Équipe

maîtrise d'œuvre

Architecte

Grand Huit

BET Environnement,

Fluides

Switch (Oxalis)

Bet Structure

Tisco

Entreprise CVC

Bosio & Fils



©Juane Sepúlveda

Université Régionale des Métiers de l'Artisanat, Saint-Saulve

16

Agence Jean Luc Collet
Architectes Urbanistes

Projet

Le centre de formation des métiers de la bouche, des soins du corps et à la personne accueille 1300 apprentis en alternance. L'établissement de l'Université Régionale des Métiers de l'Artisanat, URMA, est composé de deux ailes de bâtiment implantées en bas de bassin versant de l'Escaut, en voisinage de zone humide :

- Une aile d'enseignement général, de type tertiaire, qui utilise la ventilation naturelle des locaux.
- Une aile d'atelier, de type process artisanal, fonctionne selon des impératifs de débits de renouvellement d'air, importants, sporadiques et aléatoires en fonction des process qui utilise la ventilation mécanique.

Le renouvellement d'air hygiénique des locaux de l'aile tertiaire est assuré par ventilation naturelle activée VNA, en application des principes développés par l'architecte ingénieur Jacques Paziard.

La répartition des locaux est contrastée avec les grands espaces polyvalents en rez-de-chaussée, les petits locaux des stagiaires en R+1, les grands locaux d'enseignements en R+2. La superposition de ces espaces différenciés a été solutionnée par une partition du bâtiment, en 10 colonnes montantes aérauliques reprenant les extractions d'air vicié à chaque niveau, en très basse dépression de l'ordre de 2Pa. L'admission d'air neuf est réalisée par :

- Les baies vitrées extérieures à 2 lames d'air en débit principal, de préchauffage hivernal et pré rafraîchissement estival.
- Deux puits climatiques ventilés, en air neuf pré-tempéré saisonniers, implantés en pied d'élévations, alimentent les conduits d'admission activés, local par local, cheminant dans l'épaisseur de l'isolation extérieure sous bardage minéral.

Les ressources d'énergies renouvelables complémentaires utilisent :

- La récupération des chaleurs sensibles et latentes de l'air chaud final des 10 tours à vents de l'air vicié.
- La géothermie des fondations thermo actives des pieux de fondations, par valorisation thermodynamique de COP4.
- Des capteurs solaires aérothermiques de toiture des locaux techniques.
- Des bardages capteurs solaires aérothermiques basse température des élévations Sud.
- Des récupérations de calories sur les eaux usées valorisées en thermodynamique COP4

Résolution de la sécurité incendie par indépendance Coupe-Feu de chaque conduit traversant les niveaux supérieurs, pour se regrouper en galerie technique de toiture au droit du régulateur de débits d'occupation et de l'échangeur terminal à ailettes air/eau glacé.

Nom du projet

Université Régionale
des Métiers de l'Artisanat

Localisation

Saint-Saulve

Surface

8 652 m² SDP

Type de bâtiment

Formation apprentis
en alternance des métiers
de la bouche, soins
du corps et à la personnes
1300 apprentis

Date de livraison

2018

Maitrise d'ouvrage

Région Hauts-de-France
Nord-Pas-de-Calais

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

Agence Jean Luc Collet
Architectes Urbanistes

BET Environnement, Fluides

A2E Atelier d'Études
Environnementales

BET Structure

Bureau d'étude Nord
France construction

Entreprise CVC

Delannoy Dewailly



©Agence JL Collet architectes urbanistes

43

École primaire dans le lycée français Charles Lepierre, Lisbonne, Portugal

17

Méandre etc'
Ma-teriarch

Projet

Le projet consistait à réhabiliter des bâtiments, l'un des années 50, tout à fait bioclimatique, l'autre des années 70, beaucoup moins frugal, et à construire des bâtiments neufs sur l'emprise du lycée. Lisbonne a un climat océano-méditerranéen. Nous avons proposé une approche bioclimatique en repensant entièrement la façade ouest du bâtiment des années 70 avec une isolation, des brises soleils verticaux orientables manuellement de l'intérieur. Les constructions neuves ont été implantées sur pilotis et en tirant parti des altimétries pour agrandir les cours de récréations. Les grands arbres existants offrent une oasis dans un quartier très minéralisé.

Les matériaux ont été choisis le plus possible issus des filières locales : pierre typique de Lisbonne, liège en isolation extérieure, calçadas pour le revêtement des cours de récréation, petits pavés traditionnels.

Le bâtiment est en béton pour répondre aux exigences parasismiques. Les menuiseries intérieures et extérieures, le mobilier sont en bois.

La ventilation est 100 % naturelle, soit traversante, soit avec l'ouverture de sheds en toiture du gymnase. Les classes des bâtiments neufs sont orientées vers le Nord ou NNO. Les coursives de distribution au sud sont complètement ouvertes. L'enveloppe thermique en liège est située entre coursive et classes.

La hauteur sous plafond dans les salles de classe est de 3m minimum (réglementation portugaise). Les ouvrants permettent un balayage croisé. En partie haute, pour la ventilation dite hygiénique sans créer de courant d'air sur les occupants, en partie basse pour une ventilation dite de confort pour créer un courant d'air en saison chaude. Nous avons dessiné des ouvrants dans les portes permettant la ventilation nocturne. Par ailleurs des sondes CO₂ permettent d'alerter, grâce à des voyants de couleur, les élèves et enseignants quand la QAI se dégrade et qu'il faut ouvrir les fenêtres.

Ventilation et chauffage

Ventilation naturelle (traversante pour les salles de classes, par ouvrants simples dans les W.-C. et tirage par ouvrants en toiture dans le gymnase). Tous les ouvrants sont manuels ou actionnables par interrupteurs pour les ouvrants en toiture. Chauffage au gaz basse température. La réglementation portugaise impose la mise en place d'ouvrants en hauteur au-dessus de 1,80m dans les salles de classe qui permettent de ventiler en hiver sans gêner les usagers. Les radiateurs sont équipés de robinets thermostatiques permettant à chaque salle de régler le débit en plus de la puissance programmée pour le système global.

Réglementation incendie portugaise, pas de débit particulier à atteindre par occupant, pas d'objectifs qualitatifs particuliers

Nom du projet

École primaire rénovation et construction neuve dans le lycée français Charles Lepierre

Localisation

Lisbonne, Portugal

Surface

5 270 m² SDP

Type de bâtiment

ERP enseignement groupe scolaire

Date de livraison

2022

Maitrise d'ouvrage

AEFE Agence pour l'Enseignement Français à l'Étranger et le lycée français de Lisbonne

Équipe

maitrise d'œuvre

Architectes

Méandre etc', Ma-teriarch

BET Environnement

Méandre etc', Alto ingénierie

BET TCE

LAiii

Paysagistes

Panorama paysage, RioPLano



©Telmo Miller

École maternelle Bois-Perrier, 18 Rosny-sous-Bois

Direction recherche et innovation

Projet

La Direction Recherche et Innovation, maitrise d'œuvre interne au sein de la mairie de Rosny-sous-Bois a réalisé sa première rénovation énergétique. L'école maternelle Bois-Perrier, construite dans les années 60, présente les caractéristiques de son époque : une structure en béton calculée au plus juste, une enveloppe sans isolation, des fenêtres en simple vitrage, le tout montrant des signes d'usures très marqués. L'école ne possédant pas de système de ventilation, les consommations énergétiques sont très élevées et la qualité de l'air intérieur médiocre. L'équipe de maitrise d'œuvre, forte de ses expériences passées, a mené cette rénovation lourde avec les mêmes ambitions écologiques et sociales que pour ses projets précédents, notamment en mettant en œuvre une isolation par l'extérieur en bottes de paille vivace et une ventilation naturelle avec récupération de chaleur.

Le principe aéraulique du système de ventilation est similaire à celui des écoles et centres de loisirs précédents. Les entrées d'air, sur la façade sud, permettent à l'air de pénétrer dans un réseau de gaine en fibres-gypse, où se trouvent l'échangeur de chaleur et la batterie chaude qui permettent un double préchauffage de l'air. L'air vicié s'extrait dans les salles de classes et finit sa course au sommet des tours à vent qui sont accolées à la façade Sud. Chaque salle de classe a été dimensionnée sur la base d'une jauge de 30 personnes, à 25 m³/h par personne. La régulation est 100% manuelle, les enseignantes et enseignants ouvrent et ferment les registres d'air neuf et d'air extrait selon l'indication des sondes de CO₂ présentes dans chaque salle de classe.

Nom du projet

Rénovation de l'école maternelle Bois-Perrier

Localisation

Rosny-sous-Bois

Surface

1 500 m² SDP

Type de bâtiment

École maternelle de 9 classes

Date de livraison

Septembre 2024

Maitrise d'ouvrage

Ville de Rosny-sous-Bois, direction de l'éducation

Équipe

maitrise d'œuvre

Ville de Rosny-sous-Bois, direction recherche et innovation

Architectes

Lisa Armone Caruso
Nathan Paulot
Emmanuel Pezrès

Ingénieurs fluides

Giampiero Ripanti
Jules Porée

Ingénieurs structure

Yannig Robert
Mel Chevron

Entreprise CVC

Lumage



©Juane Sepúlveda

La Grande COCO, Paris

19

Des Clics et des Calques Switch (Oxalis)

Projet

Le projet de la Grande Coco, lauréat de l'appel à projets "Inventons la métropole du GRAND PARIS" en 2017, prend place dans une ancienne usine de fleurs brodées située au 29 rue du Soleil à Paris. Il a pour ambition de rénover ce bâtiment industriel afin de créer un lieu de travail autour de la transformation de la ville ainsi qu'un lieu de rencontre convivial pour les habitants du quartier et d'ailleurs.

La rénovation et la construction neuve en fond de cours se feront selon une stratégie low-tech, à très faible impact en énergie grise et carbone, privilégiant l'expérimentation comme mode opératoire. Les techniques de construction sont prévues pour permettre un emploi large de matériaux biosourcés, recyclés ou réutilisés, en particulier sur la rénovation thermique de l'existant. Plusieurs complexes ont été testés en chantier participatif pour l'isolation par l'intérieur des murs : mélanges paille/terre, paille/plâtre, chanvre/terre. Les besoins de chauffage, drastiquement réduits, seront assurés par une chaufferie bois installée en sous-sol ainsi qu'un poêle bouilleur pour la cantine au RDC de l'existant.

La ventilation du bâtiment existant a été conçue quasiment espace par espace, afin de proposer le système le mieux adapté à chacun. Mis à part le studio de répétition en sous-sol, équipé d'un système de ventilation mécanique double flux, les autres étages espaces sont principalement ventilés naturellement.

La cantine au RDC comporte un système simple flux couplé à la hotte de la cuisine. La grande salle polyvalente du R+1 disposera d'un système de ventilation naturelle avec récupération de chaleur (VNRC), un échangeur à plaques étant intégré dans un placard technique dans une circulation.

Les deux étages supérieurs de bureaux seront ventilés au moyen d'entrées d'air basse pression intégrées dans les menuiseries, et de conduits d'extraction débouchant en toiture.

Nom du projet

La Grande COCO

Localisation

Paris

Surface

1 100 m² SDP

Type de bâtiment

Mixte (tertiaire, logement)

Date de livraison

2023

Maitrise d'ouvrage

SCI 3,2,1 SOLEIL

Équipe

maitrise d'œuvre

Architectes

Des Clics et des Calques

BET Structure

Des Têtes et des Mains,
I+A

Entreprise CVC

Le Feu et l'Eau



© Juane Sepúlveda

Médiathèque James Baldwin et la maison des réfugiés, Paris

20

atelierphilippemadec
/ (apm) & associés

Projet

Le projet Jean Quarré regroupe la médiathèque James Baldwin du 19^e arrondissement et la maison des Réfugiés de Paris, dans 2 bâtiments d'un ancien lycée hôtelier. Les volumes creusés s'ouvrent à la lumière et l'air naturels. Les structures en béton préfabriquées sont nettoyées et isolées par l'extérieur avec un isolant biosourcé enduit. La démarche de réemploi valorise in situ des équipements sanitaires et la découpe de dalles/voiles béton.

Un bâtiment neuf est créé pour faire « lien », une circulation autotempérée, entre les volumes existants. En filière sèche, il utilise des matériaux bio & géosourcés : bois pour la résille protectrice, la structure, les menuiseries et l'isolation, et terre coulée en panneaux préfabriqués pour le remplissage de la structure intérieure. Le chauffage vient du réseau urbain CPCU (50% EnR), et chaque toiture est valorisée par une végétalisation semi-intensive (15 à 30 cm de terre) et une production photovoltaïque. En outre un secteur d'agriculture urbaine prend place. Démarche BIM expérimentale avec le CSTB.

La ventilation hygiénique est naturelle de 3 types pour répondre aux situations spécifiques :

- ventilation naturelle traversante via un patio dépressionnaire : entrée d'air autoréglable en partie basse des fenêtres sur les façades périphériques, registres motorisés sur sonde CO₂/temp en partie haute des fenêtres sur patio ;
- ventilation naturelle par conduit : entrée d'air autoréglable en partie basse des fenêtres, registres motorisés dans les tourelles sur sonde CO₂/temp ou sur interrupteur à trois positions ;
- ventilation naturelle double flux : registres motorisés en partie basse de la façade et dans la tourelle sur sonde CO₂/temp, échangeur de chaleur basse pression

Pour chaque principe hors saison de chauffe, un complément par ouverture des ouvrants dédiés est à prévoir par les usagers, assistés par de sondes CO₂ à voyant lumineux. En été, ces ouvrants servent à la surventilation nocturne pour rafraîchir les masses inertielles conservée grâce à l'ITE. Des brasseurs d'air sont prévus dans les espaces à forte occupation.

Normes qui s'appliquent

- Sécurité incendie : type S avec activités annexes de type L, N, WW, classé en 2^{ème} catégorie.
- Pour le dimensionnement, nous nous sommes attachés à respecter en période de chauffe, les débits préconisés pour la ventilation mécanique ou naturelle par conduit du Code du travail et du Règlement sanitaire départemental. Néanmoins, ce qui fait foi réglementairement est la surface allouée par personne et la surface ouvrante minimal du local du règlement sanitaire départemental (revu par la MISST - mission interministérielle santé sécurité au travail).

Nom du projet

Médiathèque James Baldwin
et la maison des réfugiés

Localisation

Paris

Surface

4 800 m² SDP

Type de bâtiment

Équipement culturel et social

Date de livraison

2023

Maitrise d'ouvrage

Ville de Paris

Maitrise d'usage

Médiathèque : Ville de Paris
Maison des réfugiés :
association EMMAÜS

Équipe

maitrise d'œuvre

Architecte

atelierphilippemadec /
(apm) & associés

BET Environnement

Tribu

BET TCE

LAiii

Paysagiste

MUTABILIS

Structure Terre coulée

NM architecte, Be Terre,
amàco

Structure Bois

Gaujard Technologie

Bet TCE

IGREC Ingénierie



51

Remerciements

Tant de personnes à remercier !

Cette exposition n'aurait pas existé sans la détermination et le travail d'**Emmanuel Pezrès** et **Mathieu Le Bourhis**.

Les co-commissaires qui ne dorment pas assez **Charlotte Picard** et **Giampiero Ripanti**.

Merci à l'**ADEME**, qui, nous a obligé à laisser une trace écrite de nos recherches sur la ventilation naturelle avec récupération de chaleur, projet mené conjointement par le groupement ville de Rosny-sous-Bois, Switch ingénierie et ville de Paris.

La **ville de Rosny-sous-Bois**, théâtre des opérations.
Nos collègues anciens et présents au sein de la direction recherche et innovation. Les membres de **Switch**, de la **ville de Paris**, notamment la **DCPA** avec la **passerelle transition écologique**.

52 Bravo à la mobilisation de **tous les participants, intervenants à cette exposition**.

L'association de la **Frugalité Heureuse et Créative**, qui nous a permis d'actualiser cette exposition. L'**ENSA Nancy** qui nous accueille et organise une conférence hors les murs.

Tommaso Pucci qui a relevé le défi de rendre beau et compréhensible l'ensemble.

Simplicité, convivialité, résilience !

Conception graphique
Tommaso Pucci
tommasopucci.it

L'ouvrage a été imprimé sur papiers certifiés FSC (Forest Stewardship Council), label qui promeut une gestion forestière écologiquement appropriée, socialement bénéfique et économiquement viable.

Les polices utilisées sont Mattone, mnnggerst, Necto Mono, Ortica et Sneaky Times, qui ont été conçues par la fonderie Colllettivo, elles ont été publiées libres de droits et open-source.



FRUGALITÉ
HEUREUSE
& CRÉATIVE



ARCHITECTURE NANCY



Interreg



Cofinancié par
l'Union Européenne
Kofinanziert von
der Europäischen Union

Grande Région | Großregion