



MAÎTRISE D'OUVRAGE
Communauté de Pierre Bénite
Place Jean Jaurès
69310 Pierre Bénite



MANDATAIRE MOE
CHABANNE
38 quai Pierre Scize
69001 Lyon

T + 33 472 109 595
F + 33 472 109 595

CONSTRUCTION DU POLE SPORTIF A PIERRE BENITE (69)

Notice de qualité environnementale du bâtiment - PRO



Kéo Ingénierie
1 montée de la Butte
69001 LYON

—
T + 33 437 262 760
F + 33 437 262 761
www.keo-ingenierie.fr

—
A.JOUVAUD

—
N° AFFAIRE / 17 015
DATE / 12/03/18

| V1

| Version Originale |

ajouvaud@keo-ingenierie.fr |

04 37 26 27 65 |

SOMMAIRE

1.	Orientation en termes de qualité environnementale	4
1.1	Présentation des objectifs	4
1.2	Synthèse du projet	4
1.3	Conclusion sur les objectifs énergétiques	5
2.	Insertion dans l'environnement	6
2.1	Climat et site	6
2.2	Gestion des flux et modes doux	7
2.3	Eco-mobilité	7
2.4	Calcul du taux d'imperméabilisation de la parcelle	7
2.5	Impacts du bâtiment sur le voisinage	7
2.6	Aménagements extérieurs vecteur de cohésion sociale et environnementale	11
3.	Choix des matériaux	12
3.1	Matériaux biosourcés	12
3.2	Pérennité et faible impact sanitaire	13
3.3	Analyse du Cycle de Vie (ACV)	14
4.	Chantier à faible impact environnemental	17
4.1	Organisation du chantier	17
4.2	Limitation des nuisances	17
4.3	Gestion des déchets	17
5.	Gestion de l'énergie	19
5.1	Performance de l'enveloppe	19
5.2	Etanchéité a l'air	23
5.3	Exemples de détails d'étanchéité à l'air	23
6.	Equipements techniques et coûts d'exploitation énergétiques	31
6.1	Hypothèses du coûts et impact environnementaux des consommables	31
6.2	Gestion des eaux pluviales	31
6.3	Eau potable	32
6.4	Eau chaude sanitaire	33
6.5	Chaufferie bois à granulés	33

6.6	Ventilation	35
6.7	Eclairage.....	36
6.8	Solaire photovoltaïque.....	37
6.9	Conclusion sur les objectifs énergétiques	39
6.10	Synthèse des coûts d'exploitation	40
7.	Gestion des déchets	40
8.	Gestion de la maintenance.....	41
8.1	Accessibilité des lots architecturaux.....	41
8.2	Accessibilité des équipements et des réseaux	45
8.3	Facilité d'entretien et de maintenance.....	46
8.4	Suivi et contrôle des performances	46
9.	Confort hygrothermique	47
9.1	Confort d'hiver	47
9.2	Confort d'été.....	47
10.	Confort acoustique.....	51
11.	Confort visuel	52
11.1	Contexte et méthodologie	54
11.2	Etudes des locaux	55
12.	Confort olfactif et qualité sanitaire de l'air	74
13.	Qualité sanitaire des espaces	74
14.	Qualité sanitaire de l'eau	74

1. ORIENTATION EN TERMES DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE

1.1 PRESENTATION DES OBJECTIFS

Le projet de construction du pôle sportif de Pierre Bénite s'accompagne d'une démarche de Haute Qualité Environnementale, sans pour autant viser la certification, dans le but de **créer un environnement confortable et sain pour les usagers, de réduire les impacts sur l'environnement, de maîtriser les consommations et d'optimiser les charges d'exploitation et de maintenance.**

La ville de Pierre Bénite souhaite construire un **bâtiment exemplaire** en termes de performance énergétique en **anticipant la future RT2020** et le **label E+C-** avec un **projet à énergie positive et bas niveau carbone**. Il est souhaité que le pôle sportif respecte à minima les règles techniques du label Bepos Effinergie 2013 (version du 10 janvier 2017) et intègre les dispositions connues à ce jour au respect de la RT2020. Il devra notamment respecter les conditions d'obtention du niveau Energie 4 et Carbone 1 du label E+C-. Les niveaux de performance attendus pour chaque cible HQE, définis dans le programme, sont rappelés dans le profil ci-dessous :

Très Performant	■			■			■								
Performant	■	■	■	■			■		■	■					
Base	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Environnement	Choix produits	Chantier	Energie	Eau	Déchets	Maintenance	Hygrothermique	Acoustique	Visuel	Olfactif	Qualité espaces	Qualité de l'air	Qualité de l'eau	
	Eco Construction			Eco Gestion				Confort			Santé				

Profil HQE du projet

Ce profil par cible représente les performances minimales visées mais le projet atteint aujourd'hui des performances et objectifs bien supérieurs à celui-ci. Cette note présente les **principales dispositions prises en faveur de la performance énergétique et environnementale** du projet.

1.2 SYNTHESE DU PROJET

En synthèse, il ressort que les points forts du projet sont :

- **Gestion de l'énergie :**
 - Une production de chaleur 100% ENR avec **deux chaudières bois à granulés** ;
 - **Photovoltaïque** : la ressource solaire, propre et gratuite, est exploitée pour produire de l'électricité autoconsommée avec revente de surplus ;
 - **Ventilation double flux** : les calories de l'air vicié sont utilisées pour préchauffer l'air neuf ;
 - **Led** : un éclairage très basse consommation de type Led est proposé dans de nombreux espaces.
 - **Une cuve de récupération** des eaux pluviales pour l'alimentation des sanitaires
- **Choix des produits :**
 - **Niveau 3 du label biosourcé** : intégration de 36 kg/m² de plancher de matériaux biosourcés avec notamment une charpente bois dans les deux salles omnisports, un parquet sportif bois dans la salle omnisport grande dimension ;
- **Confort visuel**
 - **Larges surfaces vitrées** : le projet présente de larges surfaces vitrées grâce à des sheds en toiture et des murs rideau qui permettent d'amener de la lumière naturelle partout dans le site ;
- **La gestion du confort thermique en été :**

Des solutions passives proposées :

- **Protection solaires adaptées**, pergola au Sud pour le hall et la salle de convivialité ;
- Mise en place d'une **ventilation naturelle** pour les salles omnisports, la salle de musculation, l'espace convivialité et la salle d'inclusion sociale ;
- Mise en place d'une **ventilation mécanique nocturne en été** ;

1.3 CONCLUSION SUR LES OBJECTIFS ENERGETIQUES

Suite aux différentes solutions adoptées, le projet de construction du pôle sportif de Pierre Bénite atteint bien les objectifs fixés par le programme. **Le projet respecte les règles techniques du label Bepos Effinergie 2013 (version du 10 janvier 2017) et également le niveau E4 du label E+C-**.

Le label E+C- comporte 4 niveaux de performance. Le niveau le plus performant, Energie 4 garantit une efficacité énergétique du bâti et des systèmes, un recours significatif aux énergies renouvelables permettant **l'atteinte d'un bilan énergétique nul**.

Le projet de construction du pôle sportif de Pierre Bénite est un bâtiment exemplaire à énergie positive (bilan énergétique nul pour tous les usages énergétiques du bâtiment).

Afin de communiquer d'avantage sur l'atteinte de ce niveau de performance exemplaire deux moyens sont possibles :

- **L'obtention du label E+C-**, celui-ci a été créé pour appuyer la démarche à des niveaux de performance précis. Ce label est délivré par les certificateurs accrédités (Certivéa pour les bâtiments non résidentiels) ayant conventionné avec l'Etat à cet effet. Le label permet d'en utiliser le nom et les visuels à sa communication propre. Le prix de la labellisation est établi à partir d'un barème prenant en compte les caractéristiques du projet, caractéristiques qui permettent également de calculer le nombre de jours d'intervention nécessaire.
- **L'expérimentation volontaire E+C-**. Tous les maîtres d'ouvrage qui souhaitent construire des bâtiments suivant la méthodologie de l'expérimentation peuvent y participer. Ils testeront ainsi la faisabilité technique et économique des solutions permettant la réduction des consommations énergétiques non renouvelables, le déploiement des énergies renouvelables et le recours à des produits de construction, équipements du bâtiment ou encore techniques constructives à faible empreinte carbone. La participation à l'expérimentation n'est pas conditionnée à l'adhésion à une démarche de labellisation.

Par ces démarches, le maître d'ouvrage montre son souhait de préparer la construction des bâtiments performants aux « standards » de demain et d'être acteur de la future réglementation. La filière du bâtiment fait ainsi un pas de plus vers l'adoption de technologies et de procédés respectueux de l'environnement.

2. INSERTION DANS L'ENVIRONNEMENT

2.1 CLIMAT ET SITE

L'entrée principale, au Sud, est **protégée des vents dominants Nord** par le bâtiment. Ces vents sont utilisés pour **ventiler** le bâtiment la nuit et ainsi le rafraichir gratuitement grâce à un fonctionnement automatique sur sondes de température.

Les espaces ouverts au Sud sont **chauffés passivement** grâce aux ouvertures et l'irradiation solaire alimente l'installation photovoltaïque en toiture. Les salles de sport quant à elles sont ouvertes principalement au Nord pour bénéficier d'un **éclairage naturel homogène tout en évitant les surchauffes**.

L'équipement bénéficie également de la pluviométrie locale par la mise en place d'une **cuve de récupération des eaux pluviales** alimentant les sanitaires. **En résumé, chaque ressource naturelle locale est utilisée.**

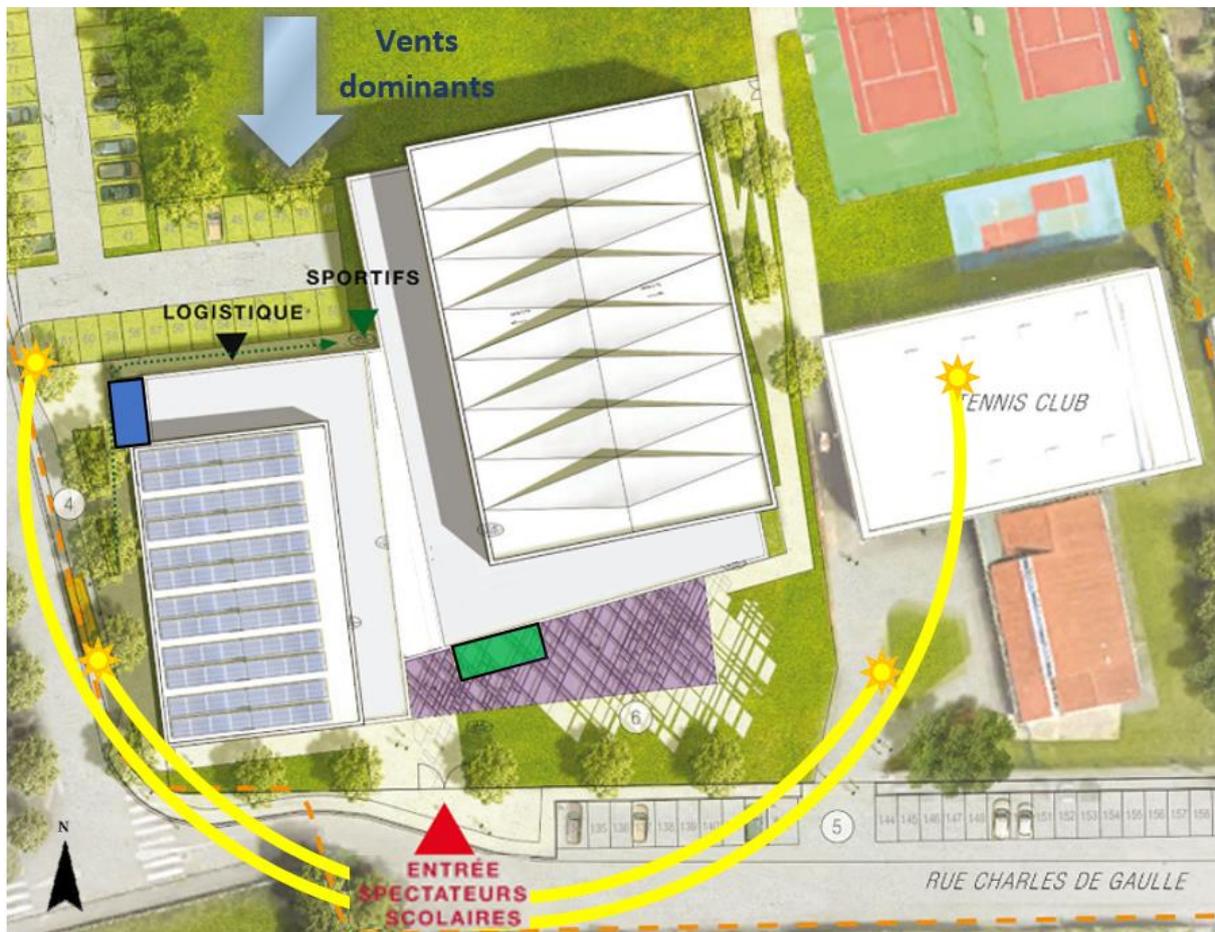


Schéma illustrant l'insertion du projet dans l'environnement

Légende	
	Course du soleil
	Parking vélos abrité
	Emplacement cuve de récupération des eaux de pluies
	Panneaux solaires
	Entrée abritée
Accès	
	Accès principal sous parvis abrité
	Accès logistiques
	Accès sportifs

2.2 GESTION DES FLUX ET MODES DOUX

Les **accès et les flux sont différenciés** avec les entrées principales publics et personnels au Sud et les accès logistiques et véhicules par le parking au Nord.

Les modes de transport doux sont pris en compte avec la création d'une **zone de stationnement pour les vélos d'une quinzaine de places abritée** sur le parvis à proximité du hall, visible depuis le bureau du gardien. La zone sera facilement accessible depuis la rue Charles de Gaulle.

2.3 ECO-MOBILITE

Selon l'outil d'éco-mobilité proposé par Effinergie l'évaluation de la consommation énergétique engendrée par les déplacements des utilisateurs du bâtiment a été réalisée. Les résultats sont proposés ci-dessous :

Résultats	Energie primaire totale (kWh/an)	Changement climatique (kg éq CO2/an)
Résultat par m ²	40	9
Résultat par personne	200	43
Résultat total	113 808	24 582



Nota : l'outil Effinergie ne permet pas d'évaluer l'éco-mobilité pour toutes les typologies de bâtiment et notamment pour un gymnase. L'évaluation a ainsi été réalisée pour un bâtiment « d'enseignement supérieur » et est donc proposée dans cette notice seulement à titre complémentaire.

2.4 CALCUL DU TAUX D'IMPERMEABILISATION DE LA PARCELLE

Un premier calcul estime un coefficient d'imperméabilisation à 0.79

Type de surface	Surface (m ²)	Coefficient de ruissellement	Total pondéré
Espaces verts / evergreen	1536	0,2	307
Enrobés	3567	0,9	3210
Toitures (bâtiments projetés)	3519	0,9	3167
Béton désactivé	1044	0,9	940
Total pondéré	9666	0,79	7624

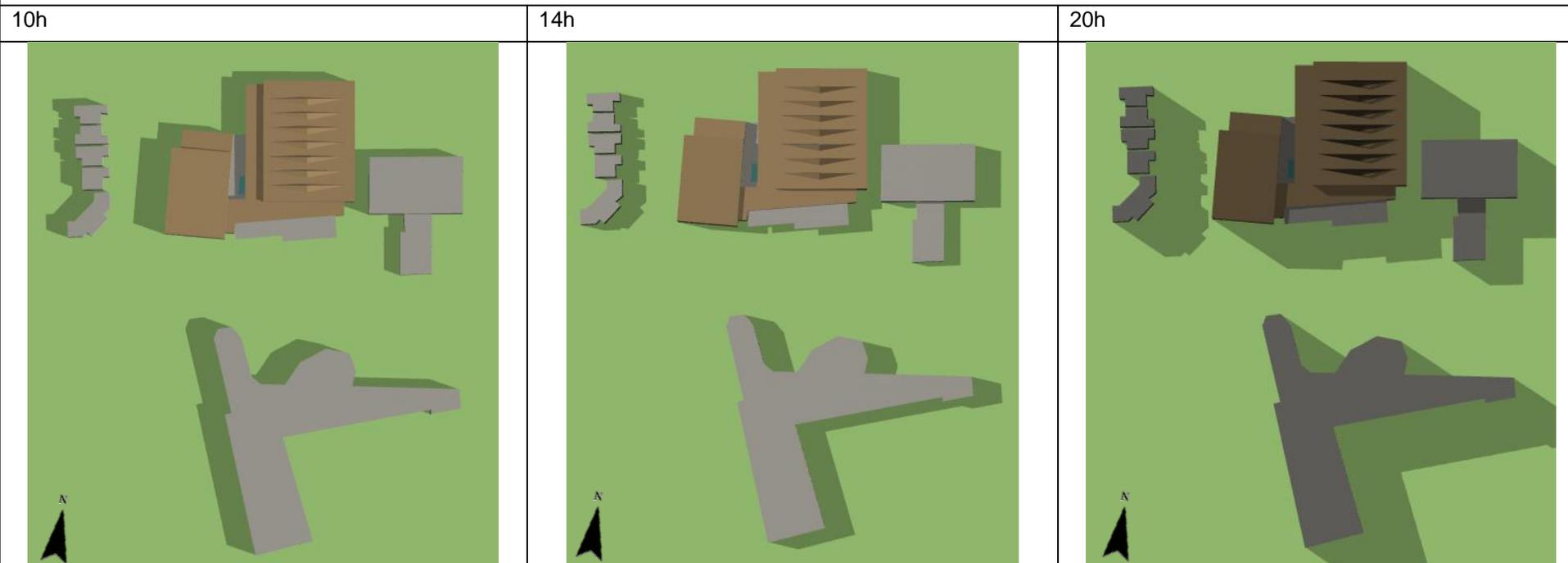
Pour un site faiblement urbanisé ce coefficient d'imperméabilisation correspondant au niveau base du référentiel HQE « Etablissement Sportifs – Salles multisports ».

2.5 IMPACTS DU BATIMENT SUR LE VOISINAGE

Un héliodion général du bâtiment a été réalisé afin d'étudié précisément l'impact du projet sur le voisinage.

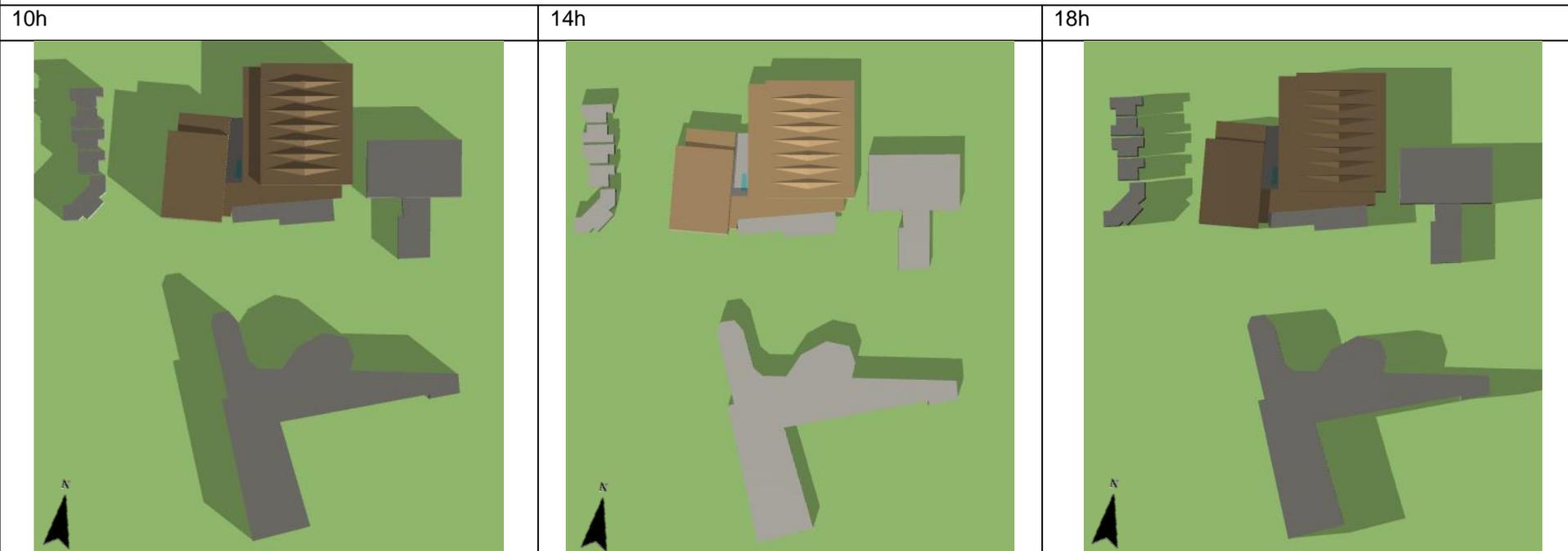
Note : Les heures prises en compte dans cet héliodrom sont les heures légales (heure solaire + 1h en hiver ; heure solaire + 2h en été).

Solstice d'hiver, 21/12		
10h	14h	16h
		
<p>En hiver, le lever du soleil se fait au sud-est du bâtiment. Les ombres portées des bâtiments voisins impactent peu l'ensoleillement du complexe sportif grâce à leur élévation réduite (un ou deux étages maximum). A la mi-journée, plus aucun bâtiment n'est impacté par une ombre portée. En fin d'après-midi les lotissements situés à l'Ouest du gymnase créeront une ombre portée sur la salle omnisport petite dimension. Cette façade est vitrée surtout vers le sud, l'impact est ainsi négligeable. Le gymnase créera une ombre portée très réduite sur les bâtiments du tennis à l'Est en fin de journée.</p> <p>→ Le pôle sportif de Pierre Bénite ne crée pas d'ombres supplémentaires notables sur les bâtiments voisins.</p>		

Solstice d'été, 21/06

En été, le pôle sportif n'est impacté par aucune ombre portée des bâtiments voisins. Celui-ci crée une ombre portée très réduite le soir sur le bâtiment du tennis.

→ **Le voisinage est très peu impacté par l'ombre portée du pôle sportif de Pierre Bénite.**

Equinoxe, 22/09

En mi-saison, en fin de journée, le pôle sportif crée une ombre portée sur le bâtiment du tennis

→ **Le projet impacte très peu le voisinage.**

→ **En conclusion, le projet de construction du pôle sportif de Pierre Bénite est très peu impacté par les ombres portées des bâtiments voisins. En revanche, il aura un léger impact sur la façade Ouest du bâtiment de tennis.**

2.6 AMENAGEMENTS EXTERIEURS VECTEUR DE COHESION SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE

2.6.1 POTAGERS URBAINS

Les potagers urbains visent à mobiliser un groupe d'habitants du quartier désireux de jardiner à la conception de l'aménagement et au fonctionnement d'un jardin potager. Le potager peut être développé dans des bacs. Peu de dégradation et de vols ont été remarqués sur ce type de projet.



Les potagers urbains permettent une végétalisation urbaine. Ils répondent au manque d'espaces verts exprimé par les habitants qui, de plus en plus, cherchent à changer leur façon d'envisager et de vivre la ville. C'est un bénéfice social qui crée un lieu de partage, de convivialité et d'échange. De plus, ils permettent la mise en place d'un circuit court valorisé par la production de nourriture et d'arômes localement et favorise le développement de la biodiversité.

Un possible recyclage des déchets organiques (mise en place d'un compost de débris verts urbains) est également possible en parallèle à cette installation.

2.6.2 PAVEGEN

Pavegen est un pavé recouvert d'un système qui convertira l'énergie cinétique, des mouvements des pieds sur le pavé, en électricité. Chaque dalle peut produire entre 4 et 7 watts en continu si elles sont piétinées sans arrêt et selon le poids de l'individu.

Cette installation est une façon ludique de promouvoir l'activité physique et de faire un geste en faveur de l'écologie qui s'intègre ainsi très bien dans ce projet exemplaire environnementalement.



Exemple d'installation : gare SNCF de Saint-Omer dans le Nord

2.6.3 VELOS POUR RECHARGER LES APPAREILS MOBILES



Cette borne en libre-service installée sur le parvis du gymnase permettra de recharger la batterie de son appareil mobile (portable, ordinateur, tablette). Cette installation ludique qui permet en plus de la sensibilisation écologique et de l'encouragement à l'effort sportif, le partage et l'échange entre les futurs usagers.

3. CHOIX DES MATERIAUX

3.1 MATERIAUX BIOSOURCES

L'optimisation du bilan carbone construction du pôle sportif est complémentaire avec la démarche BEPOS. En effet, un bâtiment BEPOS en construction traditionnelle émettrait plus de CO₂ pendant 20 mois pour sa construction que pendant 30 ans pour son exploitation. L'utilisation de matériaux biosourcés est donc cohérente.

Le matériau bois possède un **excellent impact environnemental** et sur la **santé**, tout au long de sa vie :

- Il s'agit d'une **ressource renouvelable** qui doit être issue de forêts gérées durablement certifiées FSC ou PEFC. Il consomme peu d'énergie grise tout au long de sa vie (traitement en fin de vie inclus), surtout lorsqu'il provient d'une filière courte ;
- La construction bois est une solution à **faible impact sur l'environnement et sur la santé** en comparaison d'autres systèmes constructifs (béton) concernant ses émissions (gaz à effet de serre, gaz acidifiant, gaz à formation d'ozone...) sur l'ensemble de son cycle de vie ;
- La mise en œuvre de structures bois permet également de **favoriser la préfabrication**, pour ainsi **réduire les délais et les nuisances de chantier**.



L'objectif initial du programme était l'utilisation de **18 kg/m² de plancher de matériaux biosourcés** pour le pôle sportif de Pierre Bénite. Après discussion avec la maîtrise d'ouvrage cet objectif a été reconsidéré afin de viser **le niveau 3 du label biosourcé** et ainsi l'intégration de **36 kg/m² de plancher**.



Nous proposons pour atteindre cet objectif ambitieux, une charpente bois dans les deux salles omnisports, un parquet sportif bois dans la salle omnisport grande dimension, un mur rideau en bois dans le hall d'entrée, un mur d'escalade en bois, de l'OSB mural et des habillages acoustiques bois. Ci-dessous un tableau récapitulatif de l'ensemble des matériaux biosourcés intégrés dans le bâtiment.

Hypothèses	
Surface de plancher (m ²)	3345
SHON (m ²)	3913
Masse volumique moyenne bois (kg/m ³)	480

LOCALISATION	VOLUME (m3)	
Charpente bois grande salle	120,00	
Charpente bois traditionnelle petite salle	60,00	
Charpente bois support de l'auvent	5,00	
Platelage bois composite sur terrasse	4,20	
Bardage bois composite	16,92	
Mur rideau bois	2,68	
Huissierie portes	1,98	
Vantaux portes	2,46	
Façade de gaine technique	0,44	
Châssis vitrés intérieurs	0,41	
Habillage acoustique bois OSB mural perforé	8,62	
Habillage décoratif OSB mural	2,26	
Ebrassements intérieurs de fenêtres	0,10	
Plafonds Organic - laine bois	12,09	
Parquets salle inclusion sociale	2,44	
Parquets grande salle et simple lamlourdage	36,00	
Plinthes bois	0,37	
Banc OSB	0,76	
Meubles bas OSB	0,22	
S.A.E. panneaux bois	3,36	
Résultat obtenu	280,31	m3
Résultat (objectif 30 dm ³ /m ²)	71,64	dm ³ /m ²
Résultat (objectif 18 kg/m ²)	40,22	kg/m ²

Tableau récapitulatif du taux d'incorporation de matériaux biosourcés et du volume de bois

La surface de plancher prise en compte pour ce calcul est de 3345 m².

Le volume de bois mise en œuvre est estimé à environ **72 dm³/m² SHON et 40 kg/m² de plancher**. Les résultats obtenus respectent amplement les exigences du programme et permettent d'atteindre le niveau 3 du label biosourcé. Les bois utilisés seront issus de forêts gérées durablement certifiées FSC ou PEFC.

L'intégration de ce volume de bois permet de réduire de façon fondamentale le bilan carbone du bâtiment.

Une analyse de cycle de vie a été réalisée en PRO afin de quantifier l'impact environnementale de chaque matériau et d'évaluer le niveau carbone du projet en vue de l'atteinte du niveau C1 de l'expérimentation E+C.

3.2 PERENNITE ET FAIBLE IMPACT SANITAIRE

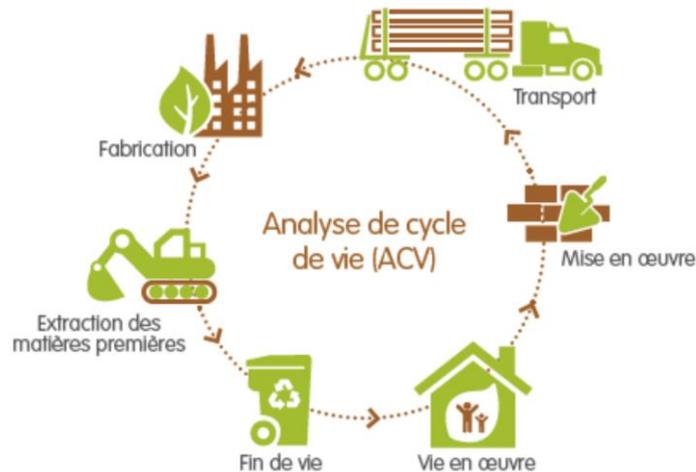
Notre choix de matériaux s'appuie sur une **recherche constante de robustesse, de durabilité et de fiabilité**. Les matériaux en contact avec l'air intérieur présentent en plus des labels attestant de leur innocuité sur la santé et de leur respect de l'environnement :

- Peinture ange bleu par exemple et respectant le niveau A+ de l'étiquette des émissions de polluants dans la construction, obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2012. Ce niveau prévoit des valeurs d'émissions maximums pour la plupart des polluants présents dans les peintures :
 - COVT : ≤1000 µg/m³
 - Formaldéhyde : ≤10 µg/m³
- Revêtement de sol souple AgBB (Label Allemand) ou M1 (label Finlandais) imposant des valeurs d'émissions maximums :
 - COVT : ≤1000 µg/m³
 - Formaldéhyde : ≤10 µg/m³
 - CM1 et 2 : < 5 µg/m³
- Colle ou vernis EMICODE EC1 pour le carrelage et éventuellement les sols souples collés



3.3 ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV)

En phase PRO, une évaluation des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (phase de production, de construction, d'exploitation et de fin de vie) et des émissions relatives aux produits de construction et équipements a été réalisée.



L'expérimentation E+C- définit deux niveaux de performances :

- Le niveau « Carbone 1 » qui vise solliciter l'ensemble des acteurs du bâtiment dans la démarche d'évaluation des impacts du bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie et de leur réduction ;
- Le niveau « Carbone 2 » qui vise les opérations les plus performances et qui nécessite un travail renforcé de réduction de l'empreinte carbone des matériaux et équipements mis en œuvre ainsi que sur les consommations énergétiques du bâtiment.

L'ambition de l'expérimentation est d'étudier la réduction des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment de sa construction à sa démolition. Les produits de construction et les équipements ont un impact significatif comme nous pourrons le vérifier par la suite.

Le calcul a été effectué à l'aide du module ACV développé par l'éditeur Izuba Energie (version 4.18.2.1) à partir de la modélisation réalisée pour le calcul réglementaire et de la base de données INIES constituée notamment des Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaires (FDES) et des produit Environnemental Produit (PEP).

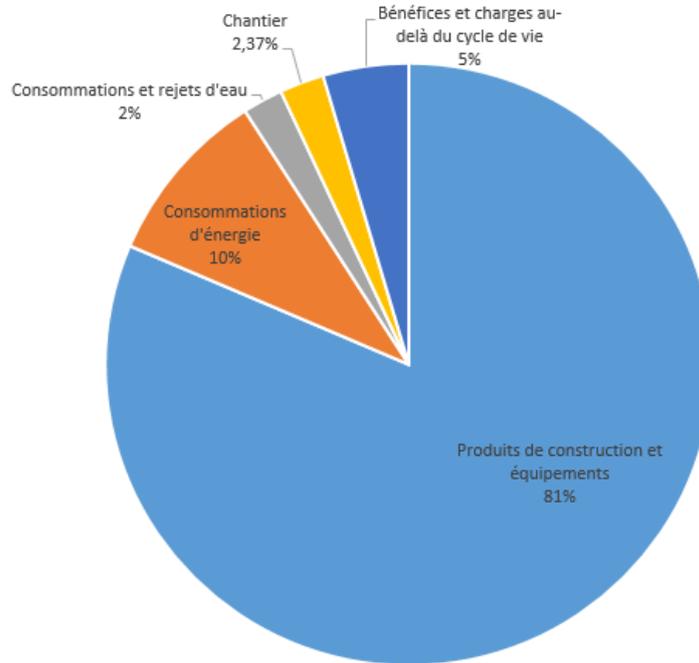
Ces calculs prennent en compte les matériaux de construction saisis en Simulation Thermiques Dynamique, les produits et systèmes techniques ainsi que les fondations et la charpente en bois. Le calcul est réalisé pour une durée de vie de 50 ans.

Les résultats de l'évaluation donnent les niveaux de performance suivant :

Energie	
	Bilan_{BEPOS}
Niveau	4
kWh_{EP}/m²_{SRT}	-1.20
Carbone	
	Total
	Eges
Niveau	2
kg eq. CO₂/m²_{SDP}	1 127.99
Produits de construction et	
	Eges_{PCE}
Niveau	1
kg eq. CO₂/m²_{SDP}	994.85

Niveau de performance de l'évaluation carbone du projet

Suite à cette étude le niveau de performance du projet est « Carbone 2 » pour l'ensemble du cycle de vie du bâtiment et « Carbone 1 » pour les produits de construction et équipements.



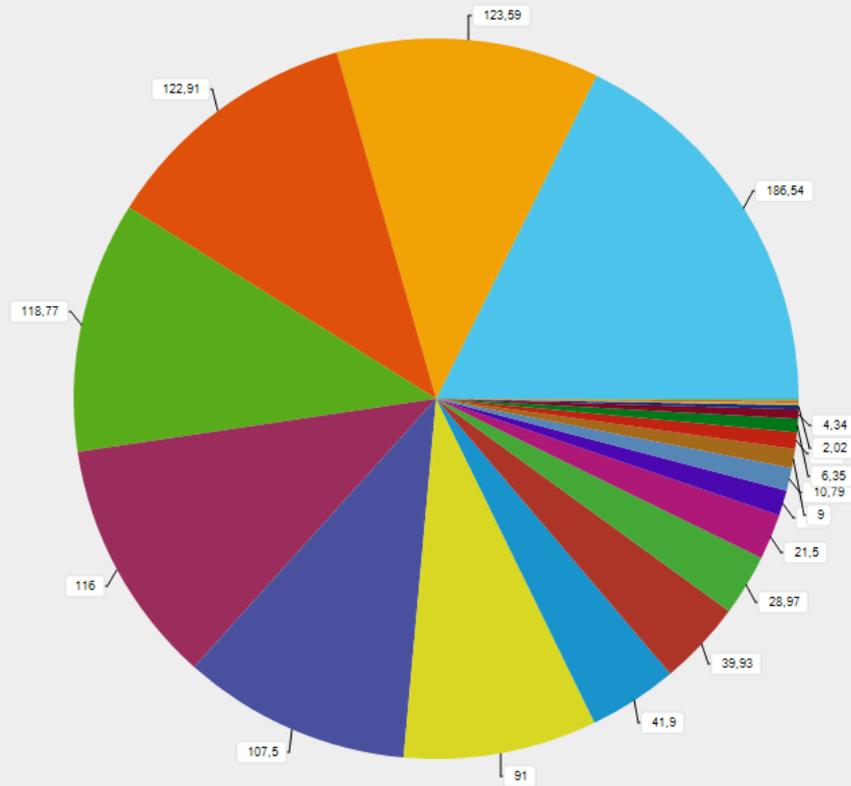
Comme on peut l'observer sur le graphique 81% des émissions carbone du bâtiment sont dues aux produits de construction et aux équipements et cela malgré l'intégration d'un volume importante de bois sur le projet. Auparavant, les FDES des matériaux bois présentaient des valeurs négatives en termes d'impact environnemental afin de prendre en compte leur fonction de puits de carbone. Aujourd'hui ce n'est plus le cas suite au changement de la règle de la prise en compte du carbone biogénique (carbone stocké par le bois lui-même) ce qui permet une prise en compte beaucoup moins valorisante de ce matériau.

Cependant, la méthode prend en compte le réemploi et la valorisation des matériaux issus de sa déconstruction, ce qui permettra de soutenir et développer la filière de recyclabilité des matériaux ainsi que les matériaux biosourcés.

L'énergie bois permet de limiter de manière conséquente l'impact du bâtiment durant son exploitation qui ne représente que 10% des émissions totales en carbone sur l'ensemble de son cycle de vie.

Potentiel de réchauffement climatique (GWP) (kg CO2 eq.)

13. Equipements de production locale d'électricité	17,7 %	3.7 Éléments d'isolation	11,73 %
2.1 Fondations	11,66 %	3.1 Éléments horizontaux - Planchers, dalles, balcons	11,27 %
10. Réseaux d'énergie (courant fort)	11,01 %	3.3 Éléments verticaux - Façades	10,2 %
12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur	8,63 %	6.2 Portes, fenêtres, fermetures, protections solaires	3,98 %
4.1 Toitures terrasses	3,79 %	7.2 Revêtement des murs et plafonds	2,75 %
5.5 Menuiseries, Métalleries et Quincailleries	2,04 %	11. Réseaux de communication (courant faible)	1,14 %
8.1 Equipements de production (chaud/froid) hors cogénération	1,02 %	9. Installations sanitaires	0,85 %
4. Couverture - Etanchéité - Charpente - Zinguerie	0,74 %	7.1 Revêtement des sols	0,6 %
5.1 Cloisons et portes intérieures	0,41 %	5.3 Plafonds suspendus	0,19 %
8.3 Systèmes d'émission	0,11 %	6.3 Habillage et ossature	0,1 %



En analysant plus précisément l'impact de chaque produit de construction et des équipements on différencie rapidement les lots ayant le plus d'impact environnemental:

- Les équipements de production locale d'électricité, aujourd'hui les panneaux photovoltaïques disposent d'une filière de recyclage encore peu développée d'où leur mauvaise prise en compte dans l'analyse du cycle de vie ;
- L'ensemble des systèmes techniques de CVC, appareil élévateur et réseaux d'énergie ;
- Les éléments d'isolations. Le bâtiment est exclusivement isolés par de la laine minérale et du polystyrène qui ont chacun un impact environnemental très défavorable ;
- Les fondations qui représentent un cubage de béton conséquent ainsi que l'ensemble des éléments en béton du bâtiment (GBE, voile béton, plancher béton, toiture béton, etc..).

Ainsi l'impact carbone du bâtiment a pu être fortement réduit grâce aux choix énergétiques porté sur du bois granulé et l'intégration d'un volume important de matériaux biosourcés. Le remplacement de la charpente bois par de la charpente métal aurait alourdi grandement le bilan carbone du bâtiment.

Cependant pour que la démarche carbone soit complète et permettent l'atteinte du niveau 2 un travail supplémentaire doit être effectué sur l'ensemble de produit et système énergétique notamment sur l'isolation, l'emploi de béton bas carbone, l'étude de la recyclabilité des systèmes, etc...

4. CHANTIER A FAIBLE IMPACT ENVIRONNEMENTAL

4.1 ORGANISATION DU CHANTIER

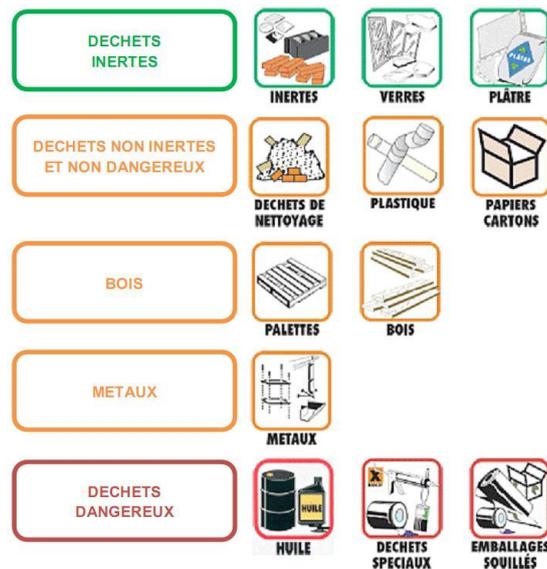
Une **charte chantier à faible impact environnemental** a été élaborée en APD. Elle précise les obligations des entreprises intervenant sur le chantier et sera cosignée par tous les intervenants, cotraitants et sous-traitants. Un **livret d'accueil** contenant les exigences à respecter par les compagnons sera élaboré et distribué à chaque intervenant. Ainsi, la démarche de qualité environnementale initiée dans la conception se poursuivra lors de la réalisation du projet.

4.2 LIMITATION DES NUISANCES

Un **nettoyage régulier** du chantier et une **aire de lavage des roues** seront mis en place par les entreprises pour limiter les nuisances visuelles et la présence de boues et de poussières. Les **opérations les plus bruyantes seront planifiées** pour limiter les nuisances sonores et prévenir les riverains. Les risques de pollution de l'eau et des sols seront limités par l'utilisation **d'huiles de décoffrage végétales** et la **mise en place de bacs de rétention et d'aires étanchées** pour le stockage des produits polluants et des véhicules.

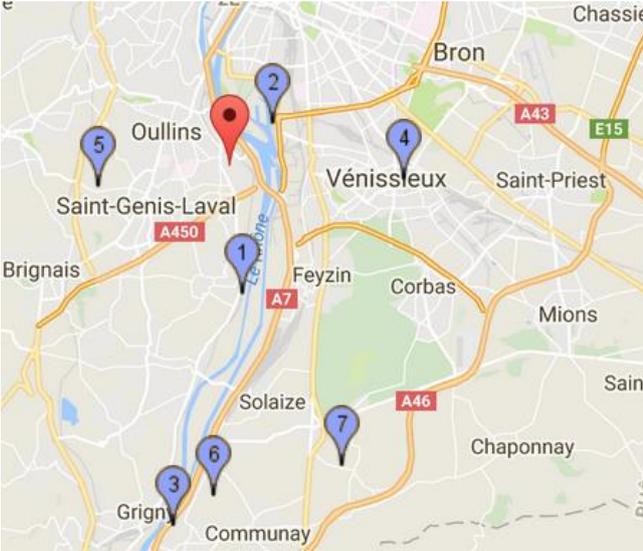
4.3 GESTION DES DECHETS

Le **stockage et le tri des déchets** de chantier seront réalisés sur site avec la mise en place d'au moins **5 bennes de tri** clairement identifiées :



Des **bordereaux de suivi** permettront la traçabilité des déchets et des **filières de valorisation locales** seront recherchées pour valoriser à **minima 70% des déchets de chantier** et éviter la mise en décharge. La possibilité d'évacuer les déchets par voie fluviale pourra être étudiée.

Plusieurs déchèteries professionnelles sont situées à proximité du projet :



NOM DU CENTRE	KM	VILLE
1 COVED	2,56 km	IRIGNY
2 SERDEX	8,52 km	LYON
3 REVAGA	10,15 km	MILLERY
4 ALVI	10,7 km	VENISSIEUX
5 RHONE ENVIRONNEMENT	11 km	SAINT-GENIS-LAVAL
6 R.E.M.	11,3 km	SEREZIN-DU-RHONE
7 MARTINEZ MICHEL	13,37 km	SAINT-SYMPHORIEN-D'OZON

Localisation des déchèteries professionnelles à proximité du projet

5. GESTION DE L'ENERGIE

Le pôle sportif de Pierre Bénite sera soumis à la réglementation thermique RT2012. Pour aller plus loin, la Maîtrise d'ouvrage souhaite **anticiper les exigences de la RT2020** avec un bâtiment répondant au **label E+C-** avec l'objectif d'un **bâtiment à énergie positive BEPOS Effinergie +**.

Pour atteindre cet **objectif ambitieux**, nous privilégions **une conception bioclimatique** et un **traitement de l'enveloppe soigné** pour réduire les besoins, des **équipements performants** pour réduire les consommations et l'**utilisation des énergies renouvelables** pour couvrir une partie des besoins.

5.1 PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

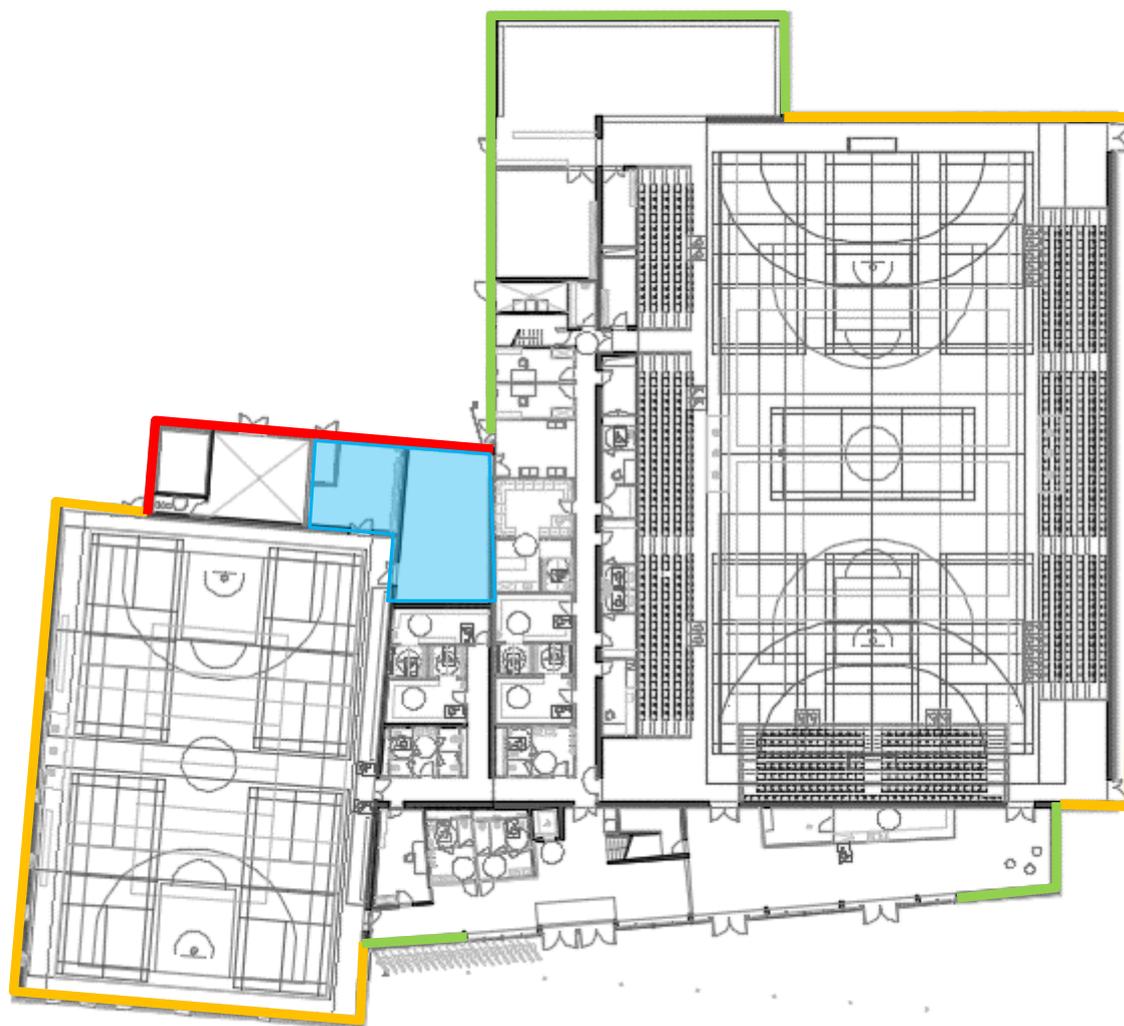
Un **compromis entre compacité et développé de façade** a été recherché pour limiter les déperditions tout en garantissant un accès à la lumière naturelle à tous les locaux. Une attention particulière est apportée sur l'enveloppe du bâtiment avec une **isolation renforcée par l'extérieur et des menuiseries et des vitrages performants** dont les principales caractéristiques sont décrites dans le tableau ci-après :

Type de paroi	U (W/m².K)	R isolant (m².K/W)	Nature isolant
Toiture béton	Up ≤ 0,14*	6.82	15 cm de polyuréthane
Toiture salles omnisports	Up ≤ 0,2*	6.41	18 cm de laine de roche + 7 cm panolène bardage Exemple type : CIN 321 BP
Murs ITE + bardage	Up ≤ 0,17*	7.14	25 cm de laine de roche ou équivalent
Murs ITI	Up ≤ 0,17*	7.14	25 cm de laine de roche ou équivalent
Plancher intermédiaire avec complément d'isolation sous dalle	Up ≤ 0,43	2.30	10 cm (25+75) laine de bois + laine de roche
Planchers (hors GBE)	Ue ≤ 0,22	2.7	Isolation verticale Polystyrène sur 1 mètre de profondeur type KNAUF THERM PERIMAXX 8 cm minimum
Murs GBE	Up ≤ 0,17	5.84	20 cm de PSE
Menuiseries	Uw ≤ 1,50 Ug ≤ 1,10	-	Aluminium à rupture de ponts thermiques Double vitrage ITR argon TL ≥ 0,7 et FS ≤ 0,36
Sheds	Uw ≤ 1,70 Ug ≤ 1,00	-	Aluminium à rupture de ponts thermiques Double vitrage ITR argon TL ≥ 0,7 et FS ≤ 0,36
Lanterneau salle d'escalade	Uw ≤ 1,70 Ug ≤ 1,00	-	Aluminium à rupture de ponts thermiques Double vitrage ITR argon TL ≥ 0,69 et FS ≤ 0,33

* Le calcul de la conductivité des parois tient compte des ponts thermiques ponctuels liés à la fixation de l'isolant.

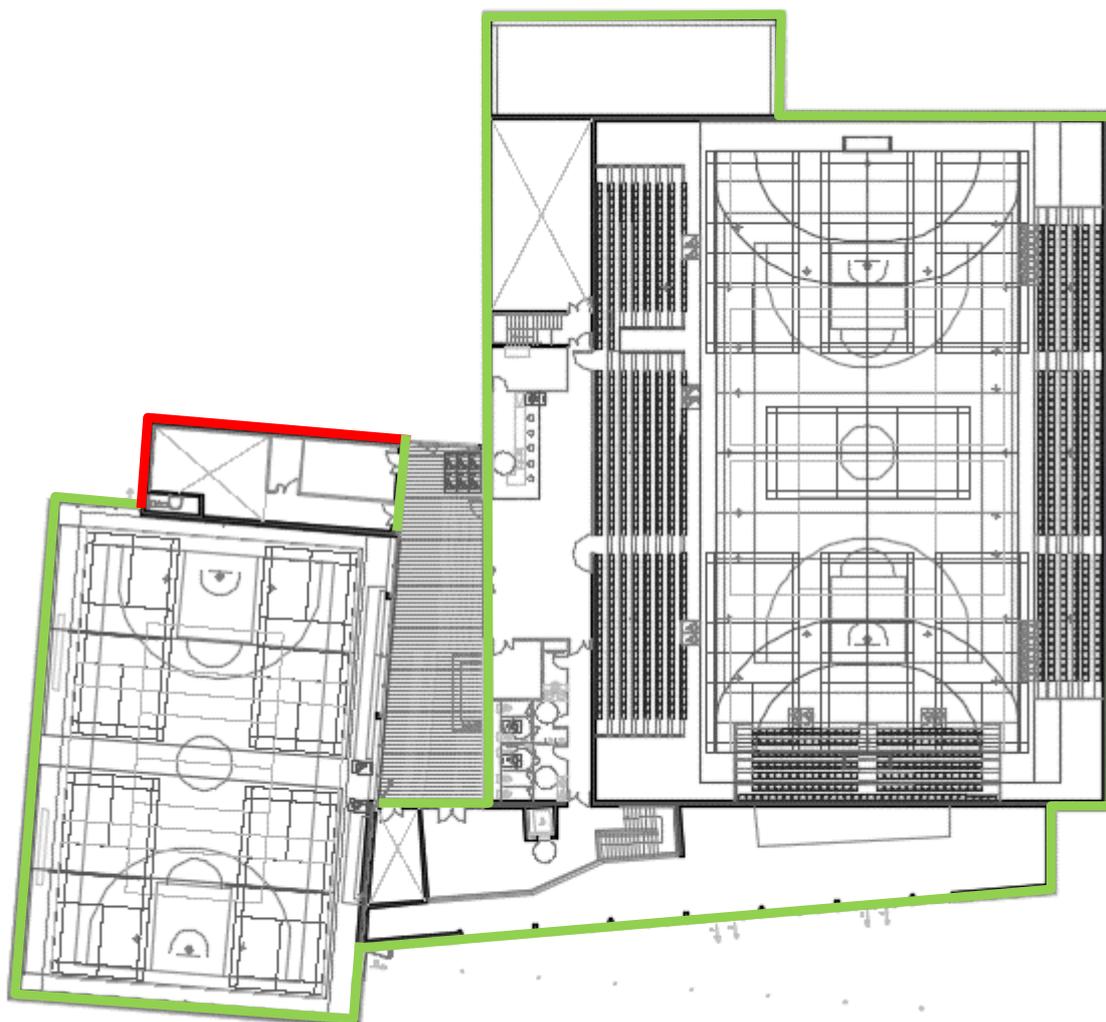
Une attention particulière devra être portée à la mise en place du GBE et notamment à la gestion des ponts thermiques en pied de façade et en contact avec les murs rideaux.

Les fixations du bardage sur le mur béton devront être à rupture de pont thermique.



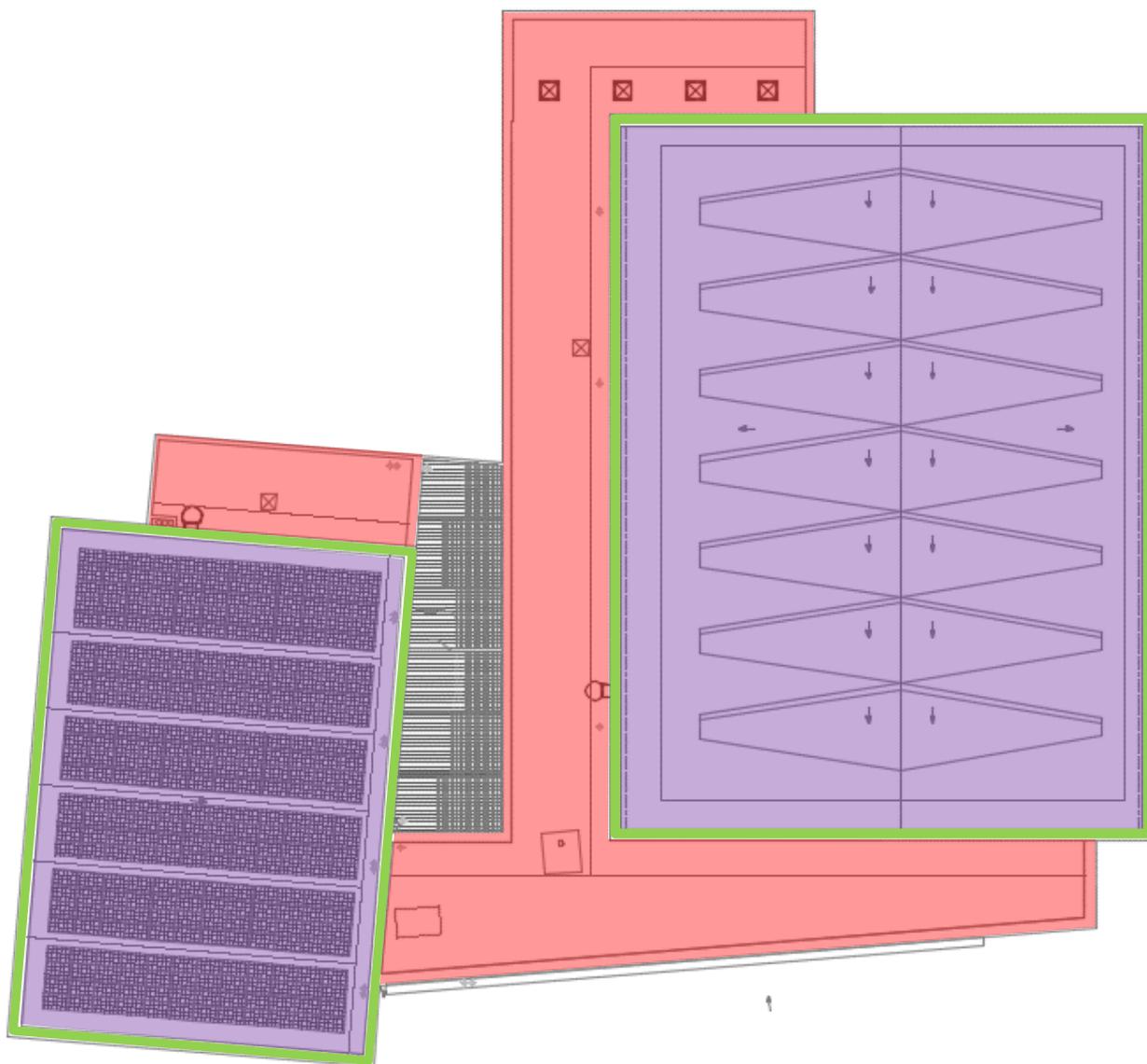
Plan de repérage des isolants - niveau RDC

Légendes			
	Murs béton ITE		Toiture béton
	Murs béton GBE		Toiture salles omnisports
	Murs béton ITI		Isolation en sous face de dalle



Plan de repérage des isolants - niveau R+1

Légendes			
	Murs béton ITE		Toiture béton
	Murs béton GBE		Toiture salles omnisports
	Murs béton ITI		Isolation en sous face de dalle



Plan de repérage des isolants - niveau Toiture

Légendes			
	Murs béton ITE		Toiture béton
	Murs béton GBE		Toiture salles omnisports
	Murs béton ITI		Isolation en sous face de dalle

5.2 ETANCHEITE A L'AIR

Des détails de principe sur le traitement de l'étanchéité à l'air ont été étudiés. Pour intégrer les défauts dans l'estimation des besoins énergétiques nous avons considéré une valeur **$I_4=1\text{m}^3/\text{h.m}^2$** .

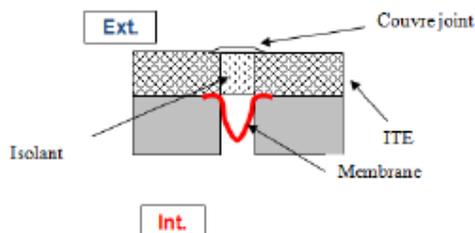
Dans la simulation thermique dynamique, chaque zone est imputée d'un débit d'air parasite continu et sur lequel aucune récupération de chaleur n'est possible. Ci-dessous le tableau récapitulatif des débits d'air calculé pour chaque zone thermique en fonction notamment de leur surface de parois froides, de leur volume et du type d'exposition.

Zone STD	Volume chauffé	Surface de parois froides	Type d'espace	Classe d'exposition	Renouvellement courant
	m ³	m ²			vol/h
_01_Hall d'accueil/Espace convivialité	1777	632	Simple exposition	Site modérément abrité	0,08
_02_Salle omnisports Grande dimension	15722	2910	Avec expositions multiples	Site modérément abrité	0,06
_03_Salle omnisport Petite dimension	5841	1352	Avec expositions multiples	Site modérément abrité	0,07
_04_Salle de musculation	200	76	Simple exposition	Site modérément abrité	0,08
_05_Vestiaires	387	42	Sans ouverture exposée	Site modérément abrité	0,01
_06_Antidopage/Infirmerie/Vestiaires arb.	146	0	Sans ouverture exposée	Site modérément abrité	0,00
_07_Bureaux	77	15	Simple exposition	Site modérément abrité	0,04
_08_Bureau loge	70	0	Sans ouverture exposée	Site modérément abrité	0,00
_09_Salle inclusion sociale	376	163	Simple exposition	Site modérément abrité	0,09
_10_Sanitaires	316	75	Sans ouverture exposée	Site modérément abrité	0,03
_11_Stockage/circulations	1089	214	Simple exposition	Site modérément abrité	0,04
_12_Locaux Techniques	834	397	Simple exposition	Site modérément abrité	0,10

5.3 EXEMPLES DE DETAILS D'ETANCHEITE A L'AIR.

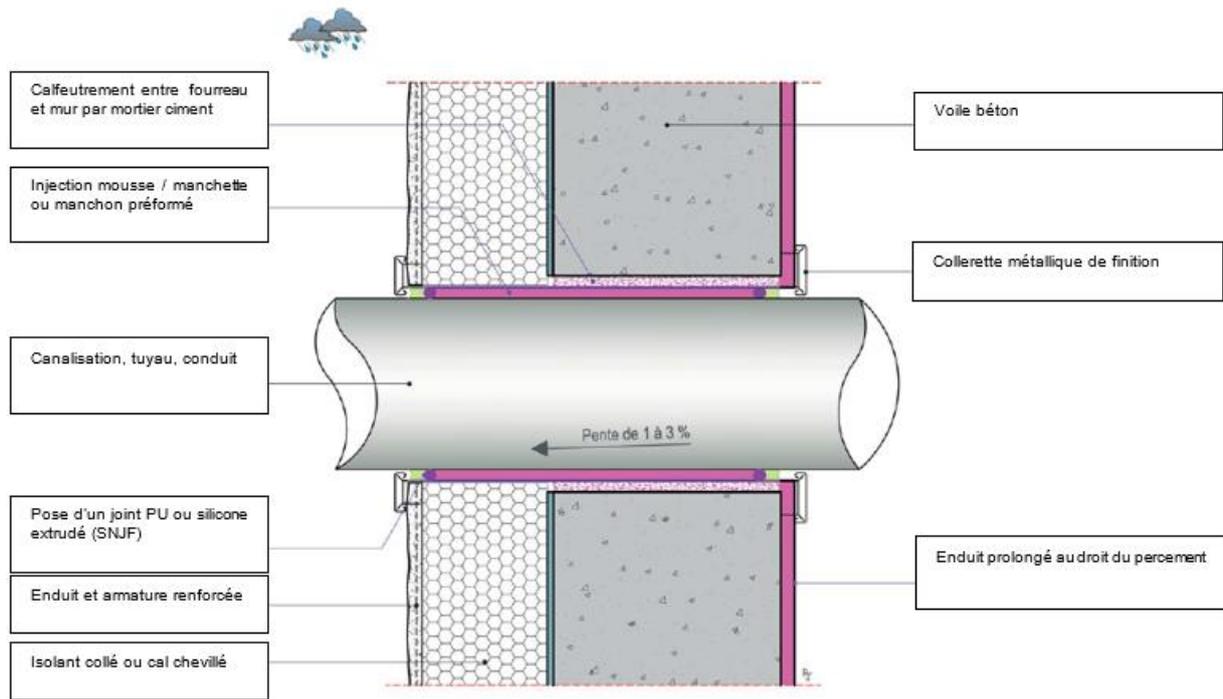
5.3.1 JOINT DE DILATATION

Mise en place d'un soufflet collé de part et d'autre du JD.



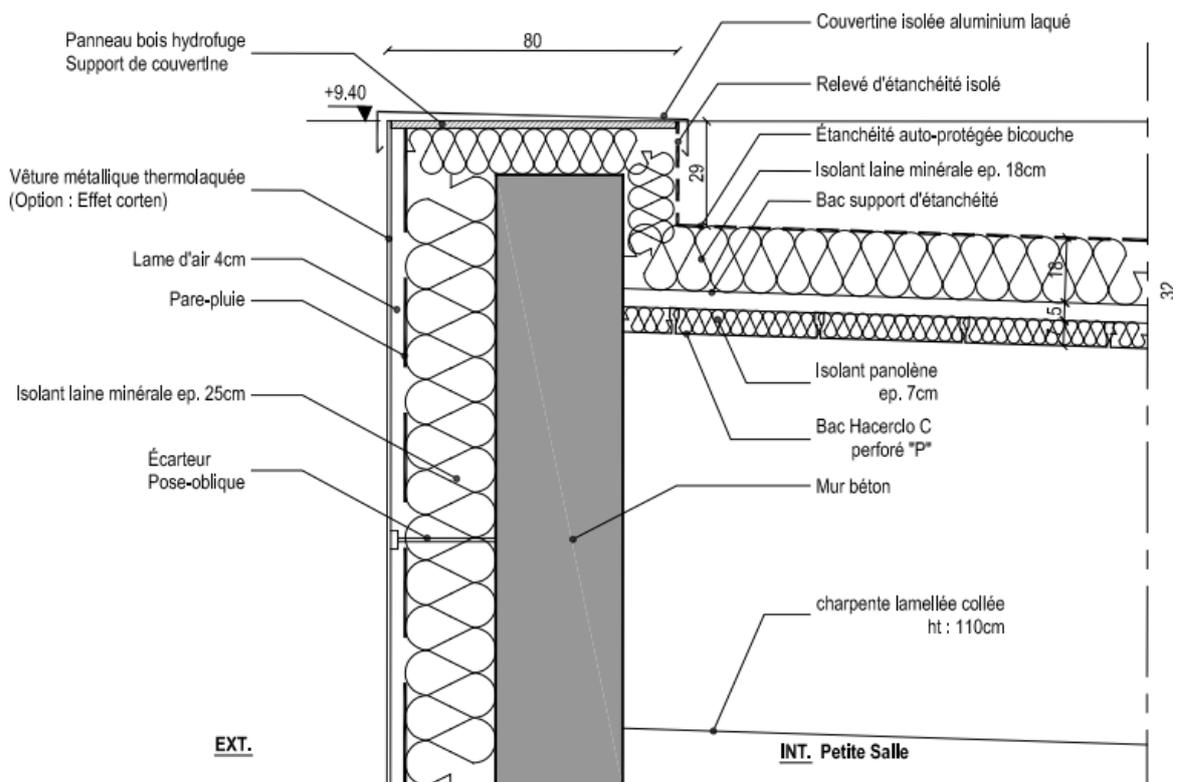
5.3.2 PASSAGE DES FLUIDES

Le passage des fluides à travers les parois verticales devra être réalisé dans un fourreau ou une manchette prévu à cet effet. Une bande périphérique de mousse résiliente ou de feutre bitumineux est posé en garniture du fourreau. Un joint souple de mastic PU ou silicone (label SNJF) extrudé sur fond de joint est réalisé sur toute la périphérie du fourreau et à chaque extrémité du garnissage, intérieur et extérieur.

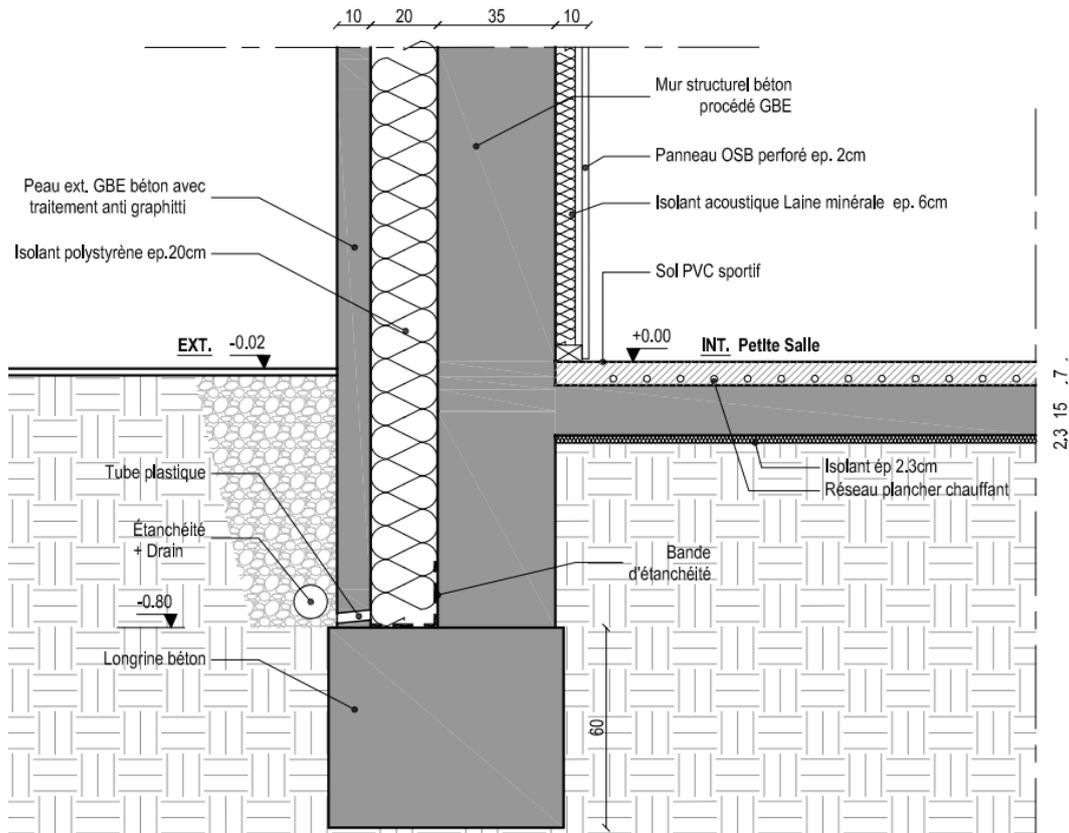


Coupe verticale

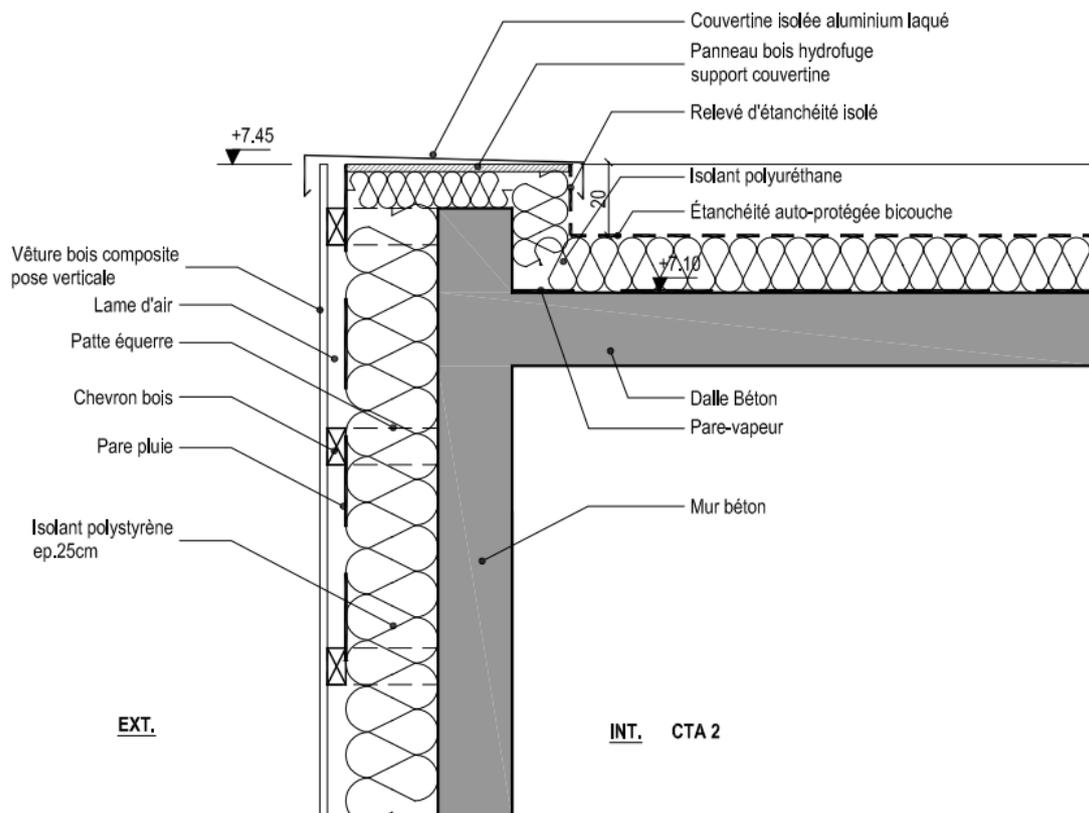
5.3.3 DETAIL ACROTERE ET COMPLEXE DE TOITURE METALLIQUE



5.3.4 LIAISON PIED DE FAÇADE ET PROCÉDE GBE



5.3.5 ACROTERE SUR TOITURE BETON



5.3 ETUDE DE MIGRATION DE LA VAPEUR D'EAU DANS LES PAROIS

Conformément à la demande du CCTP, le comportement de plusieurs parois types du projet face à la diffusion de la vapeur d'eau a été étudié. Le logiciel utilisé pour la modélisation est WUFI PRO 6.1. Les calculs respectent la norme NF EN 15026 relative à la performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments.

5.3.1 HYPOTHESES

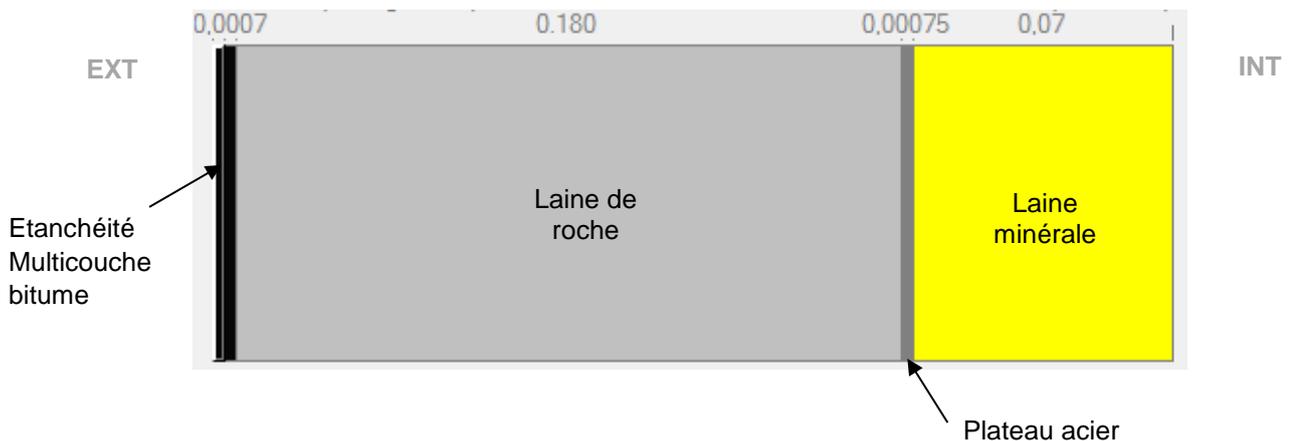
Les principales hypothèses utilisées pour la simulation sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Climat extérieur	Fichier Météonorm de Grenoble (plus défavorable que celui de Lyon)
Climat intérieur	Approche simplifiée selon l'annexe C de la norme : - Température intérieure variant de 20 à 25°C - Humidité relative intérieure variant de 30 à 70%
Période de calcul	Début : le 01/10 Durée : 3 ans Pas de temps : 1h
Conditions initiales	Humidité relative dans le complexe : 80% Température initiale dans le complexe : 20°C

5.3.2 CAS 1 : TOITURE DE LA SALLE OMNISPORT

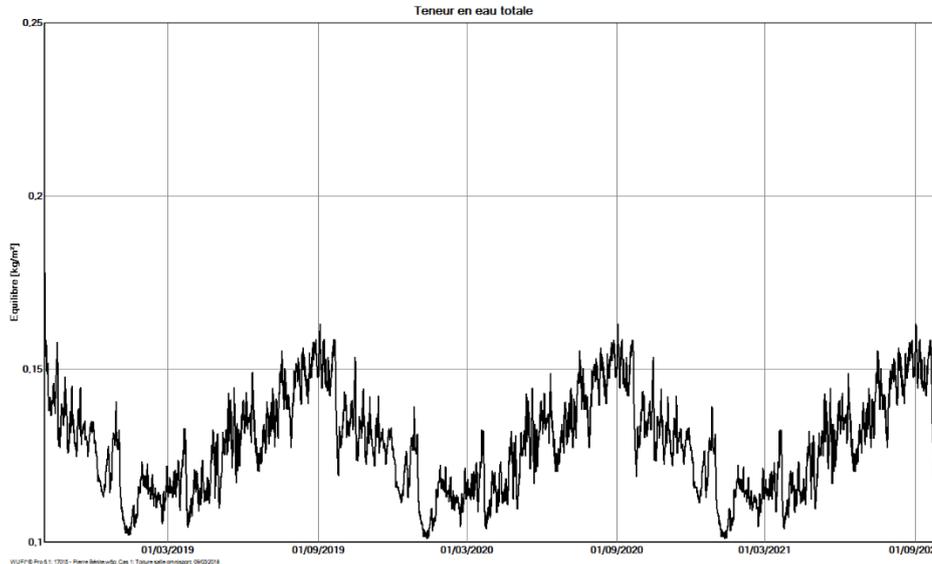
5.3.2.1 COMPOSITION DE LA PAROI

La composition de la toiture correspond au complexe CIN 321 BP de Arval. Le bac acier perforé intérieur étant discontinu, il est négligé dans le modèle.



5.3.2.2 RESULTATS

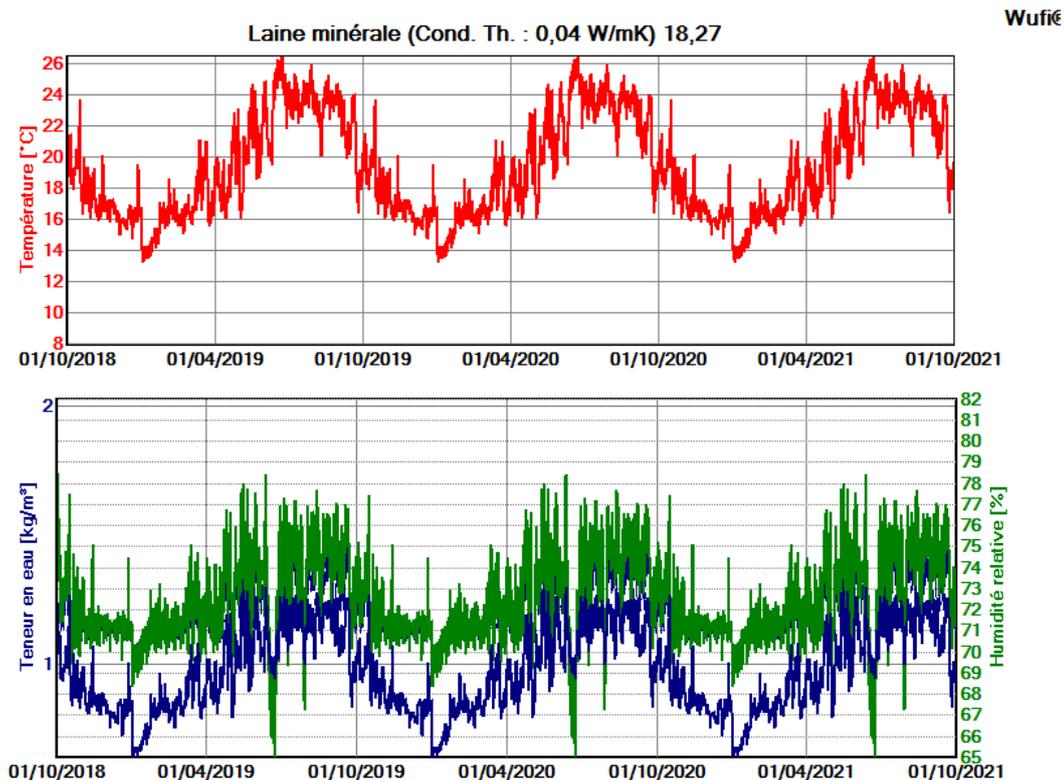
5.3.2.3 TENEUR EN EAU DE LA PAROI



On observe un comportement stable au niveau de la teneur en eau de la paroi qui augmente une partie de l'année puis diminue pendant l'autre partie ce qui n'engendre pas d'accumulation d'eau dans la paroi années après années.

5.3.2.4 VARIOGRAMME

La température, l'humidité relative et la teneur en eau dans le composant sont représentés dans les graphiques ci-dessous pour la laine minérale côté intérieur juste en dessous du bac acier jouant le rôle de pare-vapeur.



L'humidité relative ne dépasse pas 79% au fil des années, il n'y aura pas de condensation à l'intérieur.

5.3.3 CAS 2 : MUR GBE DE LA SALLE OMNISPORT

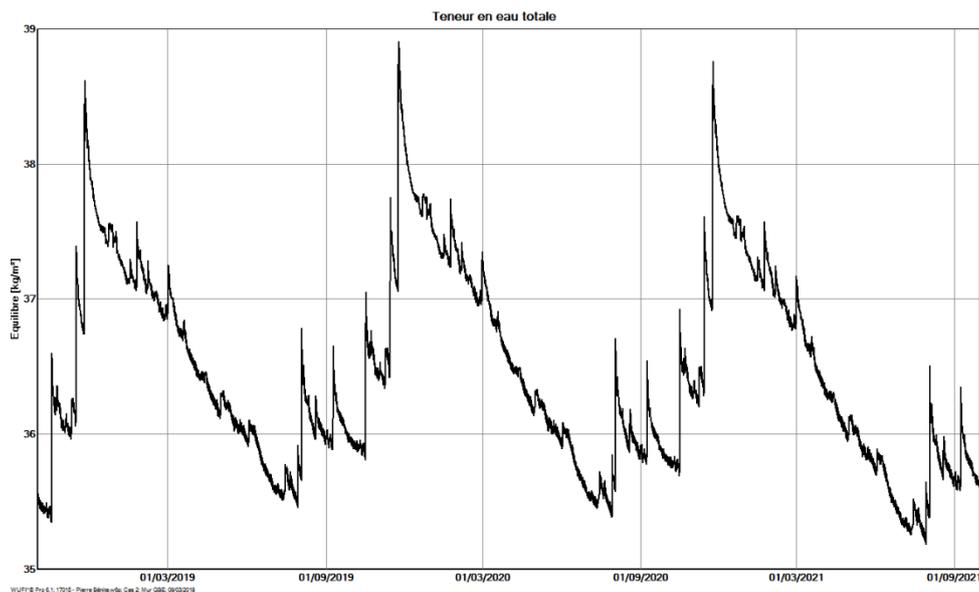
5.3.3.1 COMPOSITION DE LA PAROI

La paroi est composée du système GBE complété par un isolant et un habillage acoustique intérieur.



5.3.3.2 RESULTATS

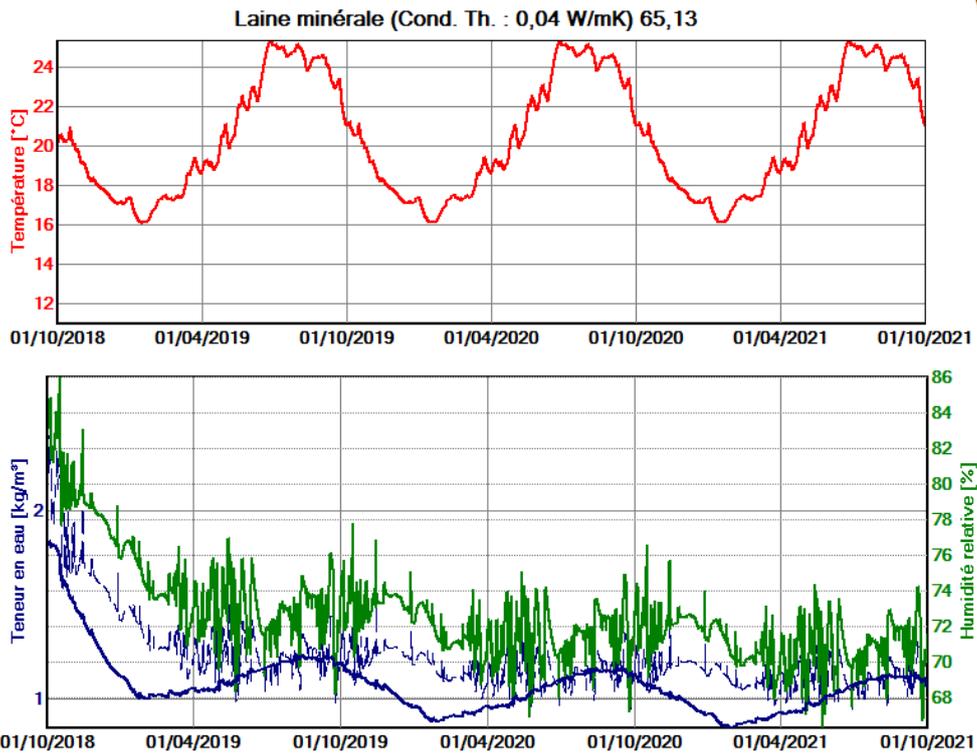
5.3.3.3 TENEUR EN EAU DE LA PAROI



On observe un comportement stable au niveau de la teneur en eau de la paroi qui augmente une partie de l'année puis diminue pendant l'autre partie ce qui n'engendre pas d'accumulation d'eau dans la paroi années après années.

5.3.3.4 VARIOGRAMME

La température, l'humidité relative et la teneur en eau dans le composant sont représentés dans les graphiques ci-dessous pour la laine minérale côté intérieur juste avant la paroi béton du GBE.

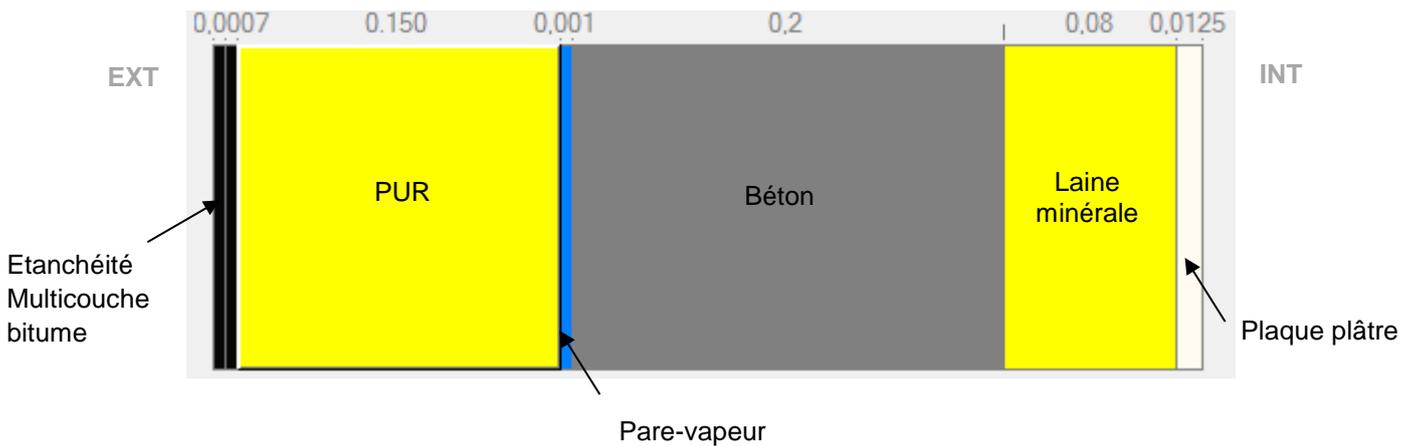


L'humidité relative ne dépasse pas 78% au fil des années, il n'y aura pas de condensation à l'intérieur.

5.3.4 CAS 3 : TOITURE DES AUTRES LOCAUX

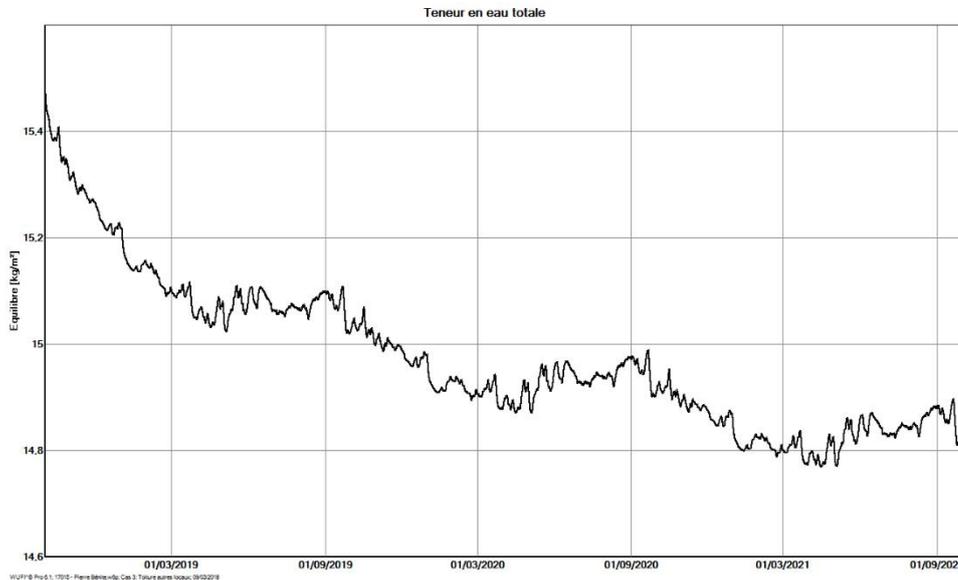
5.3.4.1 COMPOSITION DE LA PAROI

La paroi est composée d'une dalle béton isolée par l'extérieur complétée par un isolant acoustique intérieur.



5.3.4.2 RÉSULTATS

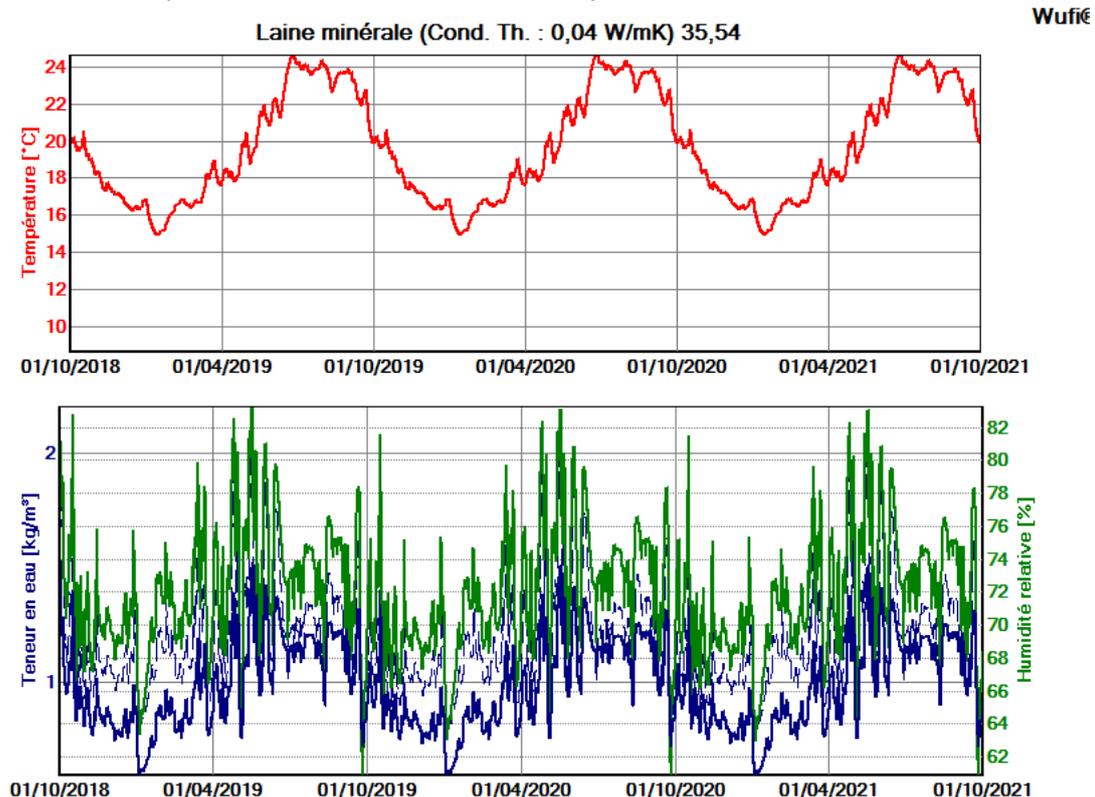
5.3.4.3 TENEUR EN EAU DE LA PAROI



La teneur en eau de la paroi a tendance à baisser au fil des ans. La simulation prend en compte des conditions initiales avec une humidité relative de la paroi élevée pour prendre en compte un chargement en eau de la paroi pendant le chantier et le séchage du béton. Le fait que la teneur en eau de la paroi diminue nous indique que la paroi est saine, elle présente une bonne capacité à sécher.

5.3.4.4 VARIOGRAMME

La température, l'humidité relative et la teneur en eau dans le composant sont représentés dans les graphiques ci-dessous pour la laine minérale côté intérieur juste en dessous de la dalle béton.



L'humidité relative ne dépasse pas 83% au fil des années, il n'y aura pas de condensation à l'intérieur.

6. EQUIPEMENTS TECHNIQUES ET COÛTS D'EXPLOITATION ENERGETIQUES

6.1 HYPOTHESES DU COÛTS ET IMPACT ENVIRONNEMENTAUX DES CONSOMMABLES

Consommables	Unité	Coût	CO2 (kgCO2/kWh)
Eau de ville	m ³	3.13€ HT	-
Electricité	kWh	0.12€ HT	82
Electricité exporté	kWh	0.06€ HT	66
Bois granulé	kWh	0.05 € HT	13

6.2 GESTION DES EAUX PLUVIALES

L'imperméabilisation de la parcelle sera réduite au strict nécessaire. Un volume de rétention des eaux de pluie est prévu. Cette rétention est décrite dans la notice VRD. Le principe est de stocker l'eau lors des grosses pluies puis de rejeter l'eau aux eaux pluviales à débit limité.

Une **cuve de récupération des eaux pluviales**, d'une vingtaine de m³, est prévue pour couvrir une partie des besoins en eau des **sanitaires**.

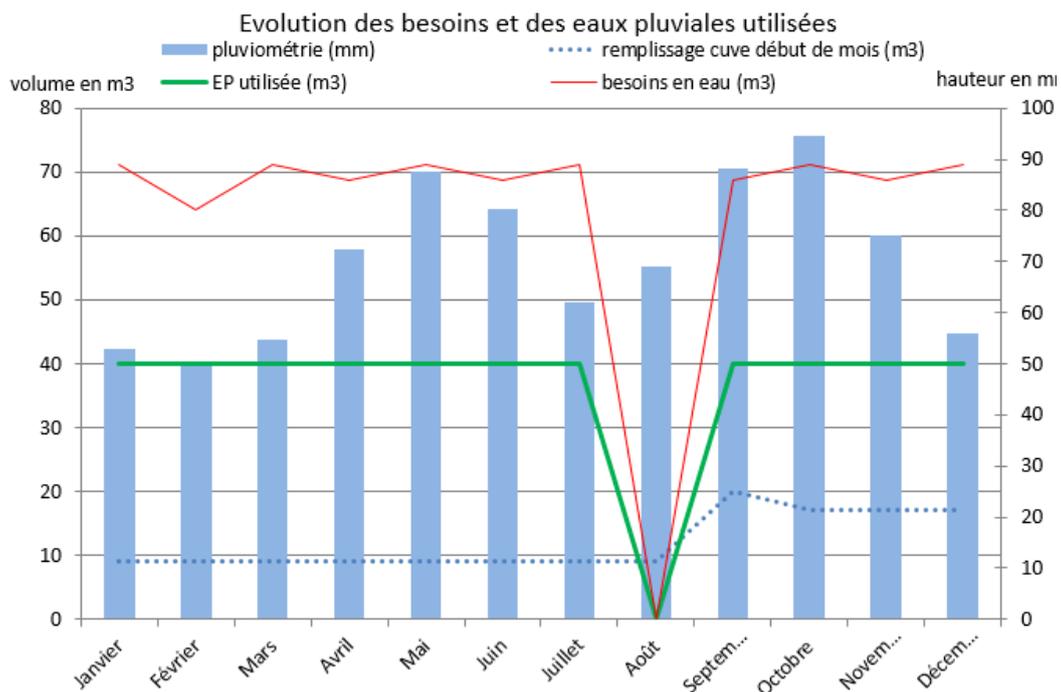
Une estimation du dimensionnement de la cuve a été réalisée en fonction des besoins d'ECS (cf paragraphe 6.3 *Eau chaude sanitaire*). Une validation sur les hypothèses d'utilisation du bâtiment est demandée à la MOA afin de valider cette estimation.

Les hypothèses de dimensionnement sont :

- Une surface de captage possible en toiture de 3519 m² avec un taux de récupération de 0,85
- Une pluviométrie basée sur la station météo de Lyon Bron :

Mois	Janv	Fév	Mars	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	TOTAL
mm*	52,9	50,5	54,8	72,3	87,7	80,2	62,0	69,0	88,3	94,6	75,1	55,9	843,3

Une cuve de récupération d'eau de pluie de 20 m³ permet d'utiliser 440m³/an d'eau de pluie pour les sanitaires du pôle sportif.



Cette première étude estime à 58 % le taux de couverture des besoins en eau des sanitaires de l'établissement.

6.3 EAU POTABLE

Des **équipements hydro économes** permettront de réaliser environ **45% d'économie sur les consommations** d'eau potable par rapport à des équipements standards. On peut citer notamment un réducteur de pression à 3 bars, des chasses d'eau double réservoir 3/6L, des limiteurs de débits à 4 L/min pour les lavabos et 6 L/min pour les douches et des robinetteries temporisées.

Les consommations d'eau potable du bâtiment ont été estimées selon la fréquentation moyenne journalière de la Simulation Thermique Dynamique.

D'après ces hypothèses on comptabilise par jour en moyenne 730 occupants dans l'établissement, dont 500 sportifs et 230 visiteurs/spectateurs.

Pour l'utilisation des sanitaires on considère que :

- Chaque sportif reste 2h dans l'établissement et utilise une fois les sanitaires ;
- Un associatif sur deux prend une douche de 5 minutes (soit 96 personnes chaque jour) ;
- Chaque spectateur/visiteur reste 4h dans l'établissement et utilise une fois les sanitaires ;

Type d'appareil	Consommation de l'équipement choisi (L ou L/min)	Durée (min) ou nb de chasses	Fréquence type d'utilisation				Nombre d'occupants du bâtiment à utiliser l'équipement				Consommation d'eau réelle par jour (L/jour)	Consommation d'eau par jour (m3/an)
			Moyenne journalière par visiteur		Moyenne journalière par sportifs		Nombre de visiteur par jour		Nombre de sportifs par jour			
			hommes	femmes	hommes	femmes	hommes	femmes	hommes	femmes		
Chasse d'eau conventionnelle	3,75	1	0,25	0,25	1	1	115	115	250	250	2091	698
Robinet de lavabo conventionnel	4	0,25	0,33		2						1077	360
Douche conventionnelle	6	5	0,00		0,192						2880	962
Urinoir conventionnel	1	1	0,23	0	0,7	0					202	67

L'estimation des consommations annuelles d'eau potable s'élèvent à 2 087 m³ environ auquel il faut retrancher la récupération des eaux de pluie pour les sanitaires estimée à 440 m³/an

Usage	Consommation en m3/an	Coûts énergétiques (€ HT)
Douches + Lavabos	1322	4 138
Sanitaires	765	1 017
Récupération EP	-440	
Total	1647	5 155

La consommation annuelle liée à l'eau potable s'élève à **1 647 m³/an** soit 5 155 € HT.

6.4 EAU CHAUDE SANITAIRE

La production d'eau chaude sanitaire est assurée par un préparateur semi instantané installé en chaufferie.

Usage	Consommation (kWh)	Coûts énergétiques (€ HT)	Emissions en tonnes de CO2 (kgCO2/an)
ECS	30 130	1 506	392

La consommation annuelle liée à l'ECS s'élève à **30 130 kWh/an** soit 1 506 € HT.

6.5 CHAUFFERIE BOIS A GRANULES

Pour les besoins en chauffage et ECS du bâtiment, il sera mis en œuvre deux chaudières bois de type granulé de 130 kW chacune permettant de couvrir la totalité des besoins. Les chaudières seront placées dans la chaufferie située au RdC du bâtiment. La régulation des chaudières se fera en cascade de manière à optimiser le fonctionnement. Un ballon tampon anti court cycle permettra une accumulation de calories et limitera le nombre de démarrage de la chaudière bois.

Combustible



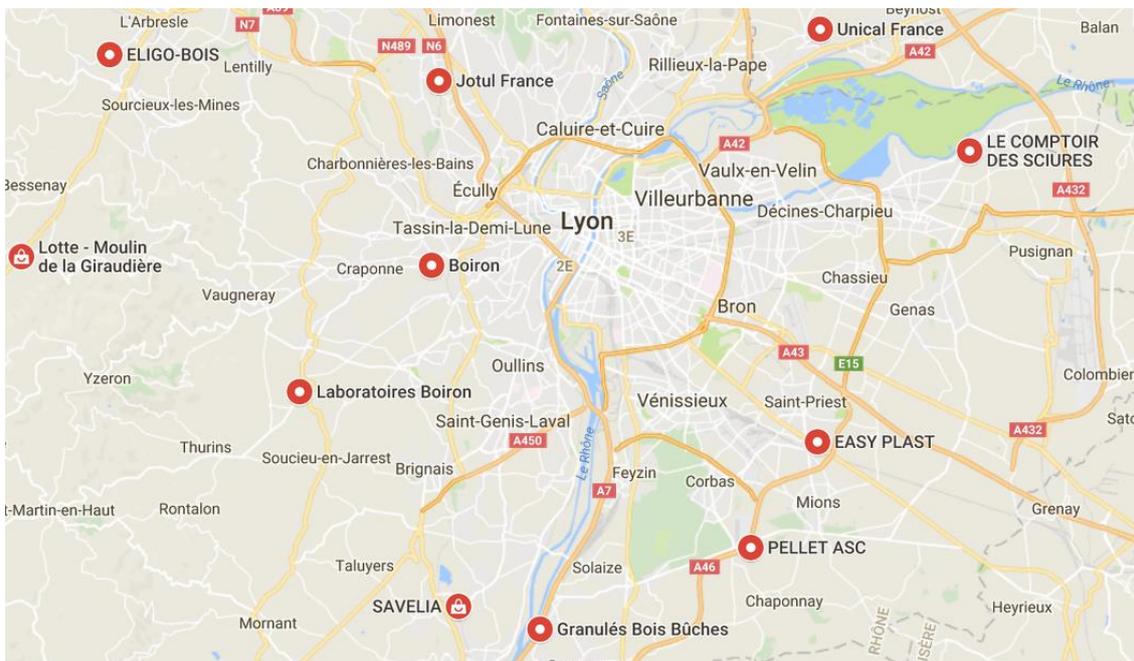
Nous proposons une production de chauffage entièrement renouvelable et locale avec deux **chaudières bois** à granulés. Les chaudières bois sont dimensionnées pour couvrir les besoins courants en chauffage et en ECS du pôle sportif.

L'estimation des besoins de chaleur a été basée sur les scénarii d'utilisation validés par le MOA et sur la simulation thermique dynamique pour la partie chauffage mise à jour en PRO.

La quantité de granulés consommée annuellement est estimée en première approche à plus de 35 tonnes soit moins de 60 m³. La quantité de cendre sera donc de 180 kg par an.

Fournisseurs

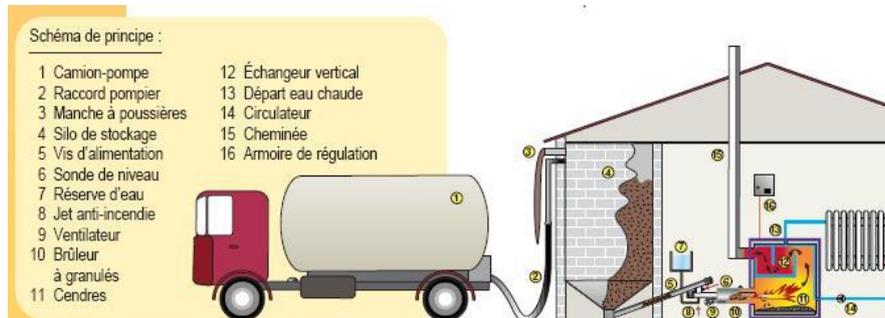
Nous avons repéré plusieurs fournisseurs susceptibles de livrer l'équipement sportif. Une entreprise régionale est préférable pour des raisons de délais de livraisons mais aussi de pertinence environnementale liée au transport.



Fournisseurs de granulés à proximité du projet

Livraisons

La livraison se fera par un camion souffleur, qui pourra se stationner jusqu'à 20 m du silo et dérouler un tuyau jusqu'au raccord pompier.



A chaque livraison, le camion pourra porter un maximum **de 23 m³ soit 15 tonnes de granulés**. Il faut donc prévoir **2 à 3 livraisons par an**.

L'extraction du granulé jusqu'à la chaudière se fait de la manière suivante :

- Une turbine intégrée à la chaudière démarre en dépression le réseau d'aspiration ;
- Ensuite, une vis de dessilage au fond du silo se met en route et achemine les granulés dans le réseau qui les aspirent jusqu'à la chaudière.

Entretien

L'expérience montre que dans une chaufferie au bois, la charge de travail due à la surveillance et à la maintenance de la chaudière bois peut être décomposée comme suit :

- Présence régulière lors de livraisons de combustible (2-3 par an) ;
- Visite de 15 à 30 minutes par jour pour vérifier le bon fonctionnement de l'installation (contrôle visuel) et contrôler le niveau de combustible ;
- Décendrage automatique ;
- Décendrage et ramonage des tubes de fumée (partie échangeur de la chaudière), une demi-journée par mois ;
- Nettoyage et ramonage complet de l'intérieur de la chaudière une à deux fois par ans, vérification selon les modèles de chaudières de l'état des briques réfractaires et de l'usure des grilles (2 journées de main d'œuvre par an) ;
- Surveillance de la régulation ;
- Relevé de paramètres permettant l'analyse du fonctionnement de l'équipement et des coûts : date, T° extérieure, puissance instantanée, nombre de MWh, etc...

Comptage

Chaque circuit disposera d'un compteur énergétique renvoyé sur la GTC et permettant de suivre les consommations du bâtiment.

Coûts d'exploitation énergétiques

Usage	Consommation (kWh)	Coût énergétiques (€ HT)	Emissions en tonnes de CO2 (kgCO2/an)
Chauffage	83 589	4 179	1 057

La consommation annuelle liée au chauffage s'élève à **83 589 kWh/an** soit 4 179 €.

6.6 VENTILATION

Une ventilation **double flux avec récupération d'énergie** permettra d'assurer les débits de renouvellement hygiéniques dans le bâtiment. Le rendement de l'échangeur sera de l'ordre de 80%. Le découpage des Centrales de Traitement d'Air par zones permettra **d'adapter leur fonctionnement à l'utilisation des différents espaces**. Les débits de ventilation seront modulés par des **sondes de CO2** dans les grandes salles pour **gérer l'occupation variable et intermittente**.

Les débits de ventilation correspondent aux différentes CTA :

Zone thermique	Débit occupation (m3/h)	SFP filtre propre (Wh/m3)	Efficacité Echangeur
Hall d'accueil/Espace convivialité	1 850 m3/h maximum	0,62	82%
Salle omnisports Grande dimension + Salle d'escalade	30 m3/h par sportif + 18 m3/h par spectateur 3 000 m3/h – 9 900 m3/h maximum	0,63	81%
Salle omnisports Petite dimension	30 m3/h par sportif + 18 m3/h par spectateur 1 960 m3/h – 2 700 m3/h maximum	0,60	82%
Salle de musculation	30 m3/h par sportif 900 m3/h maximum	0,60	82%
Vestiaires	18 m3/h par personne 2 800 m3/h	0,61	85%
Infirmierie/Antidopage	25 m3/h par personne 50 m3/h	0,60	80%
Bureaux	50 m3/h par bureau	0,60	80%
Bureau loge	50 m3/h	0,60	80%
Salle inclusion sociale	1 800 m3/h maximum	0,61	79%

La régulation est réalisée par programmation horaire et par détection de présence dans les zones administratives. Le réduit nocturne est fixé de 30% à 50% dans ces locaux.

Les récupérateurs de chaleur sur l'air extrait des CTA ont un rendement compris entre 79% et 85%. Ceux-ci peuvent être by-passés. La condition d'échange est déterminée sur les différences de température entre l'air extérieur et l'air intérieur pour chaque saison. En effet en hiver l'échange permet de réchauffer l'air neuf et en été lors de forte canicule l'échangeur peut permettre de rafraîchir l'air intérieur.

Usage	Consommation (kWh)	Coût énergétiques (€ HT)	Emissions en tonnes de CO2 (kgCO2/an)
Ventilation	64 101	7 692	4 231

La consommation annuelle liée à la ventilation s'élève à **64 101 kWh/an** soit 7 692 €.

6.7 ECLAIRAGE

Des **sources d'éclairage basse consommation (LED) à durée de vie élevée** seront privilégiées pour le pôle sportif avec **commandes d'éclairage conçues pour limiter les besoins d'éclairage artificiel aux besoins réels**. Les principes retenus sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Zone thermique	Puissance installée (W/m ²)	Gestion de l'éclairage	Gradation de l'éclairage	Fractionné
Bureaux	4	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gradation automatique assurant éclairage constant	Non
Salle de sport petite dimension	3	Interrupteur manuel marche/arrêt et extinction automatique	Gradation automatique assurant éclairage constant	Oui
Salle de sport grande dimension	4.5	Interrupteur manuel marche/arrêt et extinction automatique	Gradation automatique assurant éclairage constant	Oui
Salle de musculation	5	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gradation automatique assurant éclairage constant	Non
Hall	4.5	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	Oui
Salle inclusion sociale	4	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gradation automatique assurant éclairage constant	Non
Vestiaires	4.5	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	Non
Circulations	3	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	Oui
Sanitaires	3.5	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	Non
Réserves	4	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	Non
Locaux techniques	4	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	Non
Salle d'escalade	4.5	Interrupteur manuel marche/arrêt et extinction automatique	Gradation automatique assurant éclairage constant	Oui

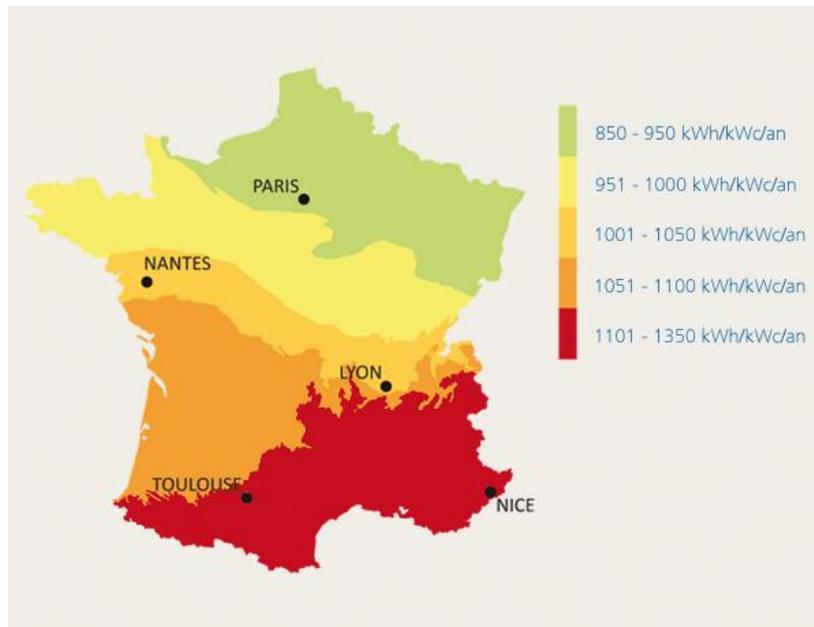
L'estimation des consommations d'éclairage est la suivante :

Usage	Consommation (kWh)	Coût énergétiques (€ HT)	Emissions en tonnes de CO2 (kgCO2/an)
Eclairage	43 183	5 182	2 850

La consommation annuelle liée à l'éclairage s'élève à **43 183 kWh/an** soit 5 182 €.

6.8 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La région bénéficie d'un bon potentiel solaire photovoltaïque. Ce potentiel est exploité avec l'installation de **panneaux solaires photovoltaïques polycristallins en autoconsommation avec restitution du surplus au réseau ErDF**.



Carte ensoleillement – potentiel photovoltaïque France

Les panneaux seront implantés en toiture de la salle omnisports petite dimension. La production d'électricité locale permettra de compenser une partie des consommations électriques afin que la consommation d'énergie primaire non renouvelable entrant dans le projet respecte bien les exigences du programme et soit inférieure ou égale à l'écart autorisé (calculé selon les règles du label BEPOS Effinergie).

A partir d'une estimation des besoins en énergie primaire, une installation **photovoltaïque de 91 kWc** est proposée.

L'installation permet de **produire près de 72 300 kWh/an** et d'éviter l'émission de **48 Tonnes de CO2/an**. Un système **d'autoconsommation avec revente du surplus** au réseau a été étudié. Le taux d'autoconsommation du bâtiment calculé par STD pour le photovoltaïque est d'environ 57%.

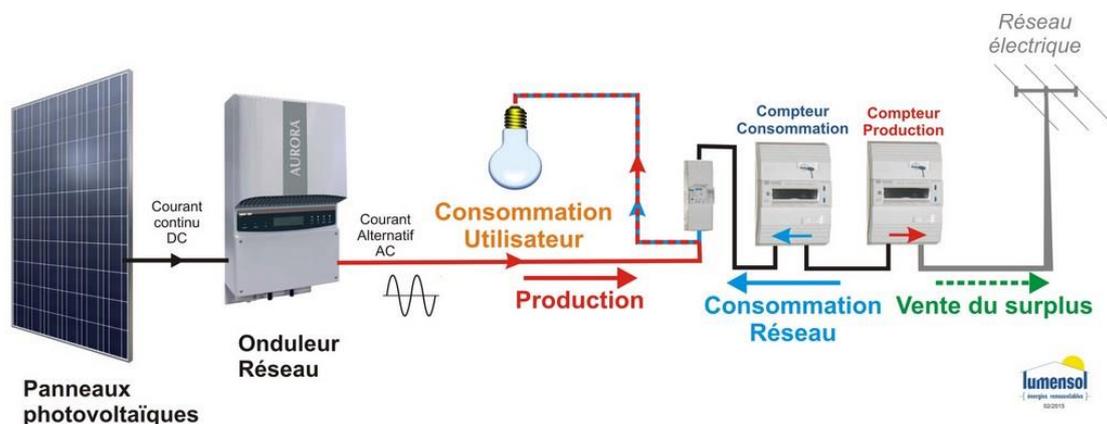
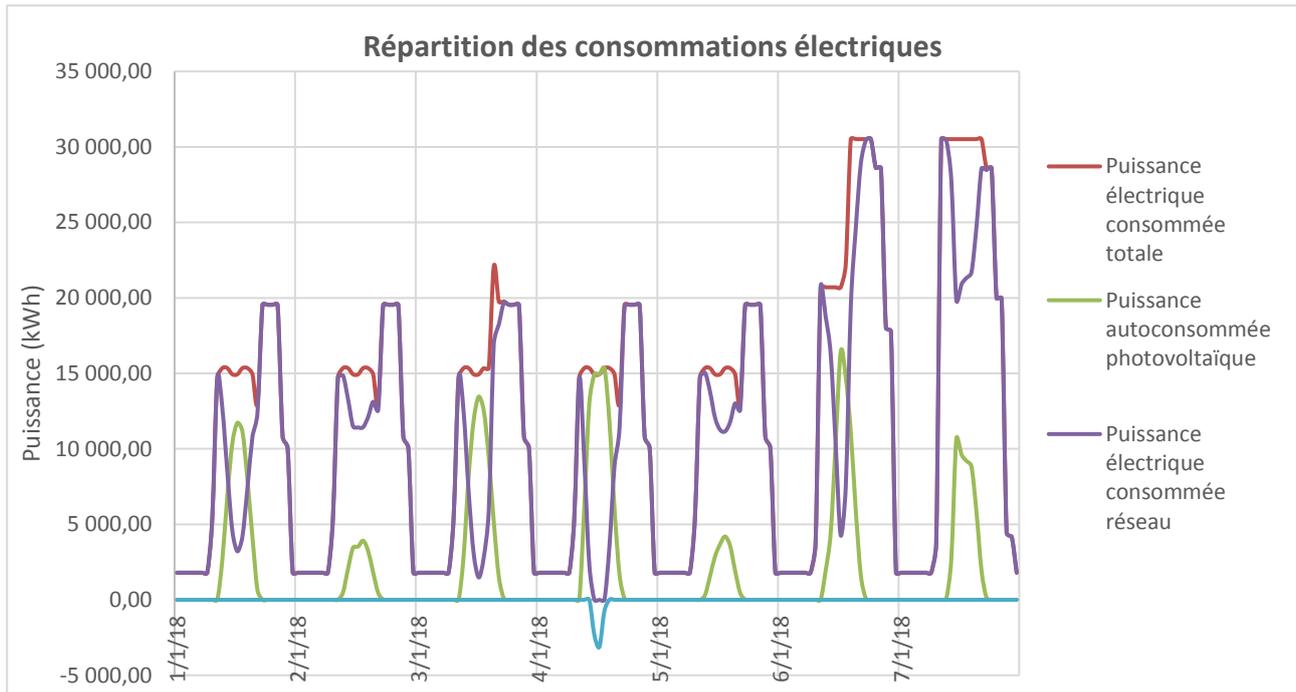


Schéma de principe de l'autoconsommation avec revente du surplus

	Usage	Consommation en kWh	Coûts énergétiques (€ HT)	Emissions en tonnes de CO2 (kgCO2/an)
Photovoltaïque	Auto-consommation	41 213	-4 946	-2 720
	Energie injectée au réseau	31 091	-1 865	-2 549

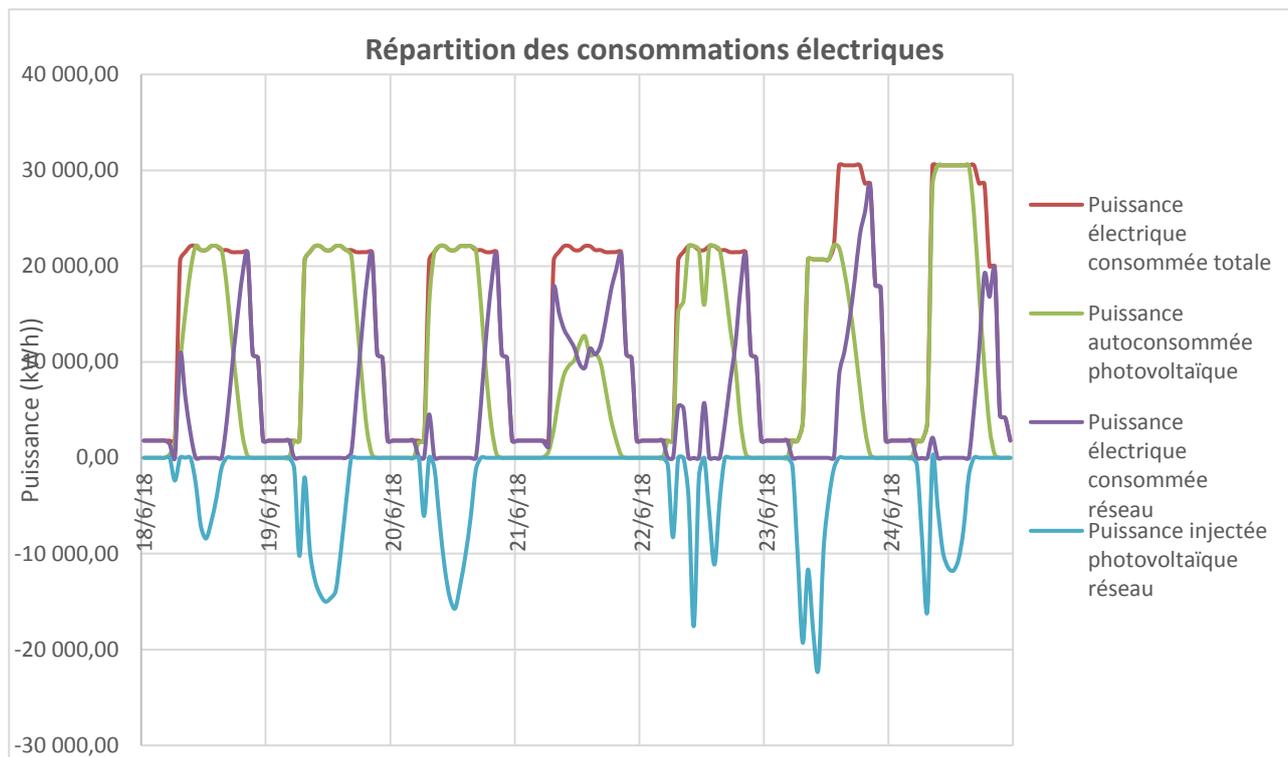
Afin d'étudier plus précisément la consommation de cette production d'électricité en autoconsommation une simulation sur l'année a été effectuée selon les scénarii de la simulation thermique dynamique. Ci-dessous deux profils des consommations électriques en hiver et en été :



Profil des consommations électriques sur une semaine début janvier

Sur ce profil hebdomadaire, on remarque tout d'abord une consommation plus importante lors du week-end pendant lequel a lieu les compétitions. Le profil de production photovoltaïque coïncide avec le profil des consommations électriques totales ce qui est avantageux pour augmenter le taux d'autoconsommation de l'installation solaire (contrairement au profil de consommations types du logement par exemple).

Ainsi quasi toute la production de l'installation est autoconsommée directement en période hivernale. Il est cependant nécessaire d'un complément électrique conséquent apporté par le réseau.



Profil des consommations électriques sur une semaine fin juin

Ce profil hebdomadaire diffère du premier par une production photovoltaïque bien plus importante. Encore une fois on peut noter que les profils productions/consommations coïncidents et permettent une autoconsommation optimisée. La puissance électrique consommée réseau est minimisée et la puissance photovoltaïque injectée au réseau a lieu surtout le matin de façon ponctuelle.

Ces profils démontrent que l'installation photovoltaïque en autoconsommation est très intéressante pour ce projet et son dimensionnement permet de minimiser les consommations électriques réseau ce qui permettra son amortissement rapide.

6.9 CONCLUSION SUR LES OBJECTIFS ENERGETIQUES

Suite aux différentes solutions adoptées, le projet de construction du pôle sportif de Pierre Bénite atteint bien les objectifs fixés par le programme. **Le projet respecte les règles techniques du label Bepos Effinergie 2013 (version du 10 janvier 2017) et également le niveau E4 du label E+C-.**

Le label E+C- comporte 4 niveaux de performance. Le niveau le plus performant, Energie 4 garantit une efficacité énergétique du bâti et des systèmes, un recours significatif aux énergies renouvelables permettant **l'atteinte d'un bilan énergétique nul.**

Le projet de construction du pôle sportif de Pierre Bénite est un bâtiment exemplaire à énergie positive (bilan énergétique nul pour tous les usages énergétiques du bâtiment).

6.10 SYNTHÈSE DES COÛTS D'EXPLOITATION

Le tableau suivant récapitule les principales dépenses liées à l'exploitation énergétique du Pôle sportif de Pierre Bénite ainsi que les émissions en tonnes de CO₂ correspondantes.

6.10.1 EAU

Usage	Consommation en m ³ /an	Coûts énergétiques (€ HT)
Douches + Lavabos	1 322	4 138
Sanitaires	765	1 017
Récupération EP	-440	
Total	1 647	5 155

6.10.2 PRODUCTION DE CHALEUR

Usage	Consommation en kWh	Coûts énergétiques (€ HT)
ECS	30 130	1 506
Chauffage	83 589	4 179
Total	113 719	5 686

6.10.3 ELECTRICITE

Electricité	Usage	Consommation en kWh	Coûts énergétiques (€ HT)
Usage électrique	Eclairage artificiel	43 183	5 182
	Ventilation	64 101	7 692
	Autres usages	8 806	1 057
Photovoltaïque	Auto-consommation	-41 213	-4 946
	Energie injectée au réseau	-31 091	-1 865
	Total	66 071	7 120

Les consommations énergétiques globale estimée par STD est de 45,1 kWhEp/m².an

L'estimation provisoire des coûts d'exploitations annuels prévisionnels s'élèvent à 17 961€ HT/an.

Les émissions de CO₂ pour le volet énergétique sont estimées à environ 4 012 kgCO₂/an.

7. GESTION DES DECHETS

Un local déchets est prévu sur le site. Il permettra de mettre en place plusieurs containers pour **respecter les consignes de tri sélectif de la ville de Pierre Bénite**. Le local sera ventilé, équipé d'un point d'eau et d'un siphon de sol pour **garantir de bonnes conditions d'hygiène**.

8. GESTION DE LA MAINTENANCE

Afin de respecter le niveau 4 de l'expérimentation du label E+C-, le **bâtiment à énergie positive** devra agir sur le comportement éco-responsable des personnes qui l'occupent. Une exploitation simple, économique et responsable du bâtiment est un critère qui entre en compte dans les projets de BEPOS. L'humain est un acteur majeur de la réussite de la construction, en fonction de l'usage qu'il en fera.

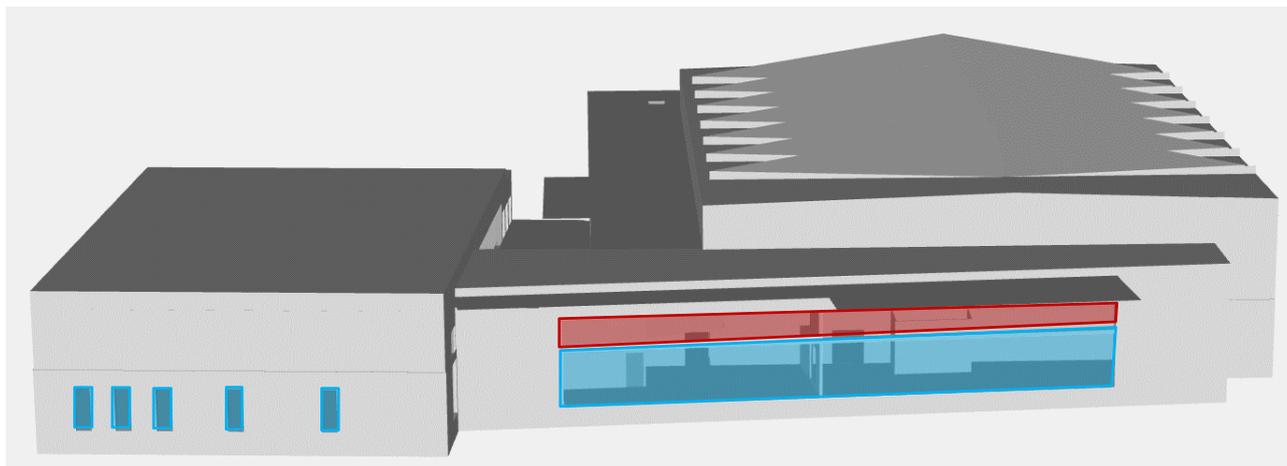
8.1 ACCESSIBILITE DES LOTS ARCHITECTURAUX

8.1.1 VITRAGES

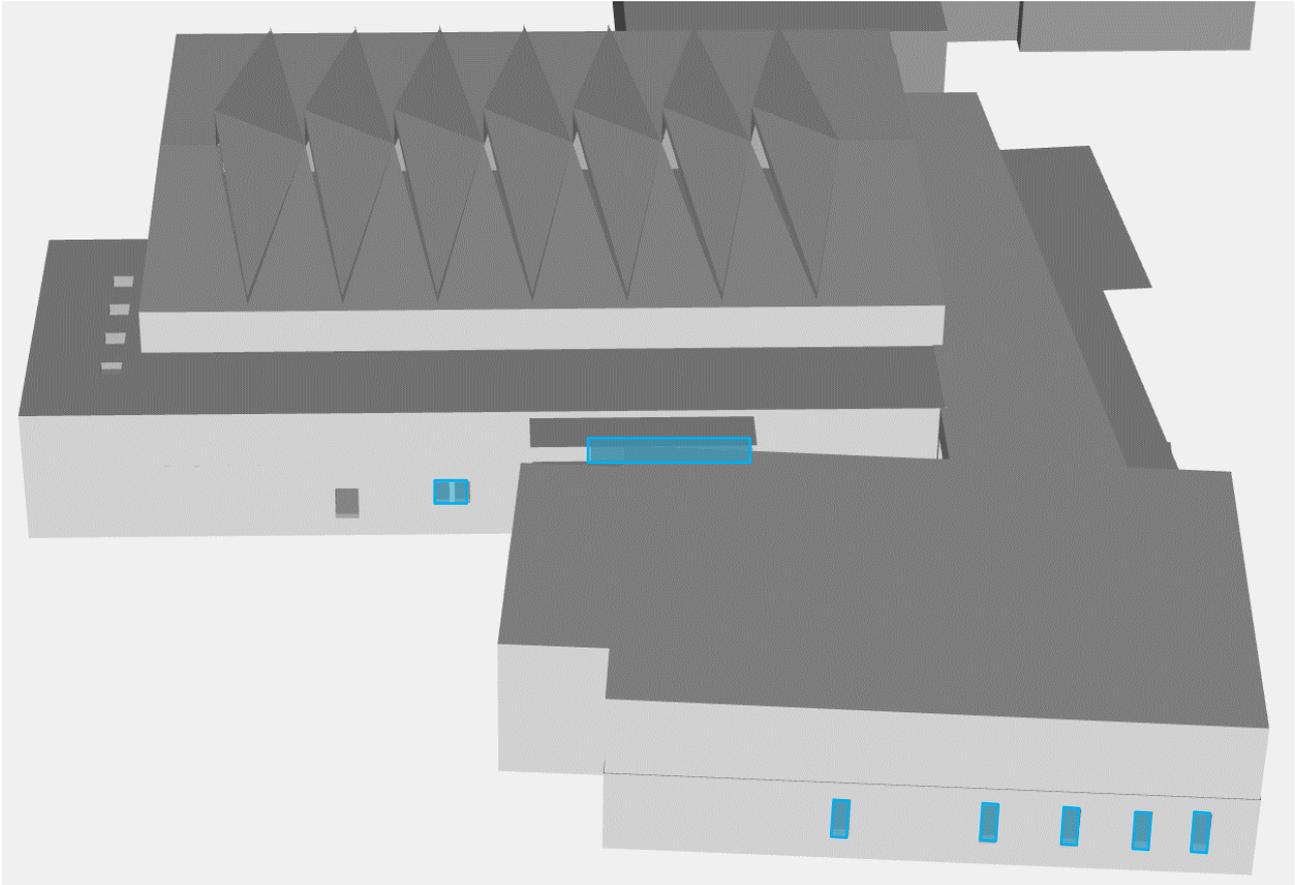
La plus grande partie des vitrage est accessible de plain-pied ce qui facilite les opérations d'entretien. D'autres parties de vitrages situées en hauteur nécessiteront l'usage de perche télescopique.

- Vitrage lavable de plain-pied
- Vitrage lavable par perche télescopique

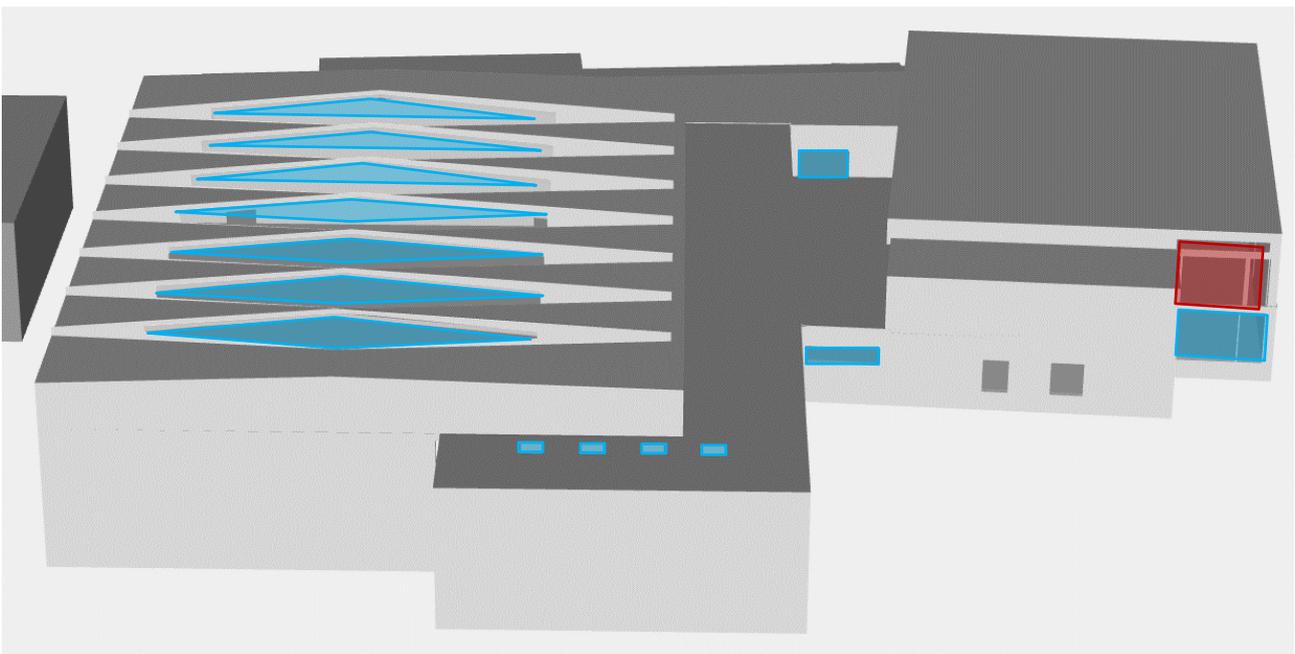
8.1.1.1 FAÇADE SUD



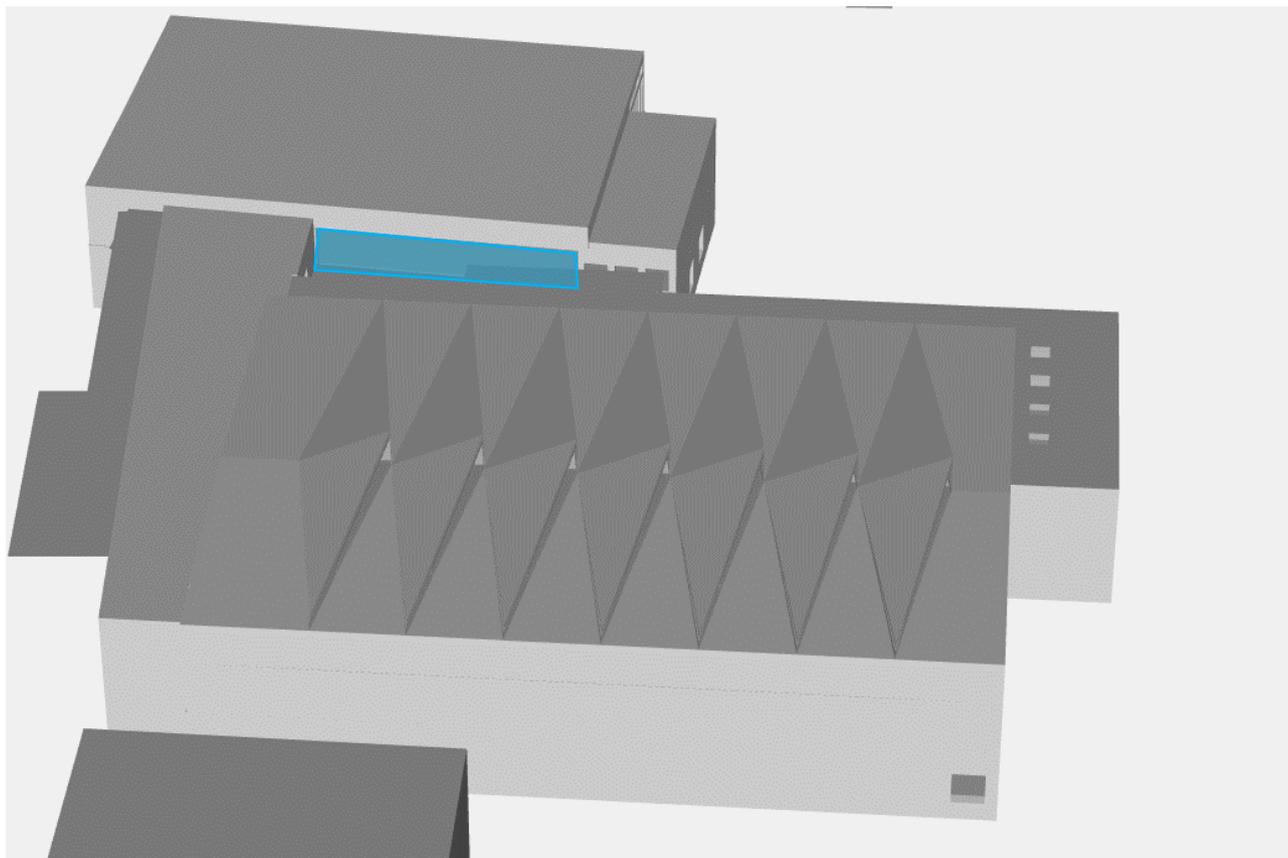
8.1.1.2 FAÇADE OUEST



8.1.1.3 FAÇADE NORD

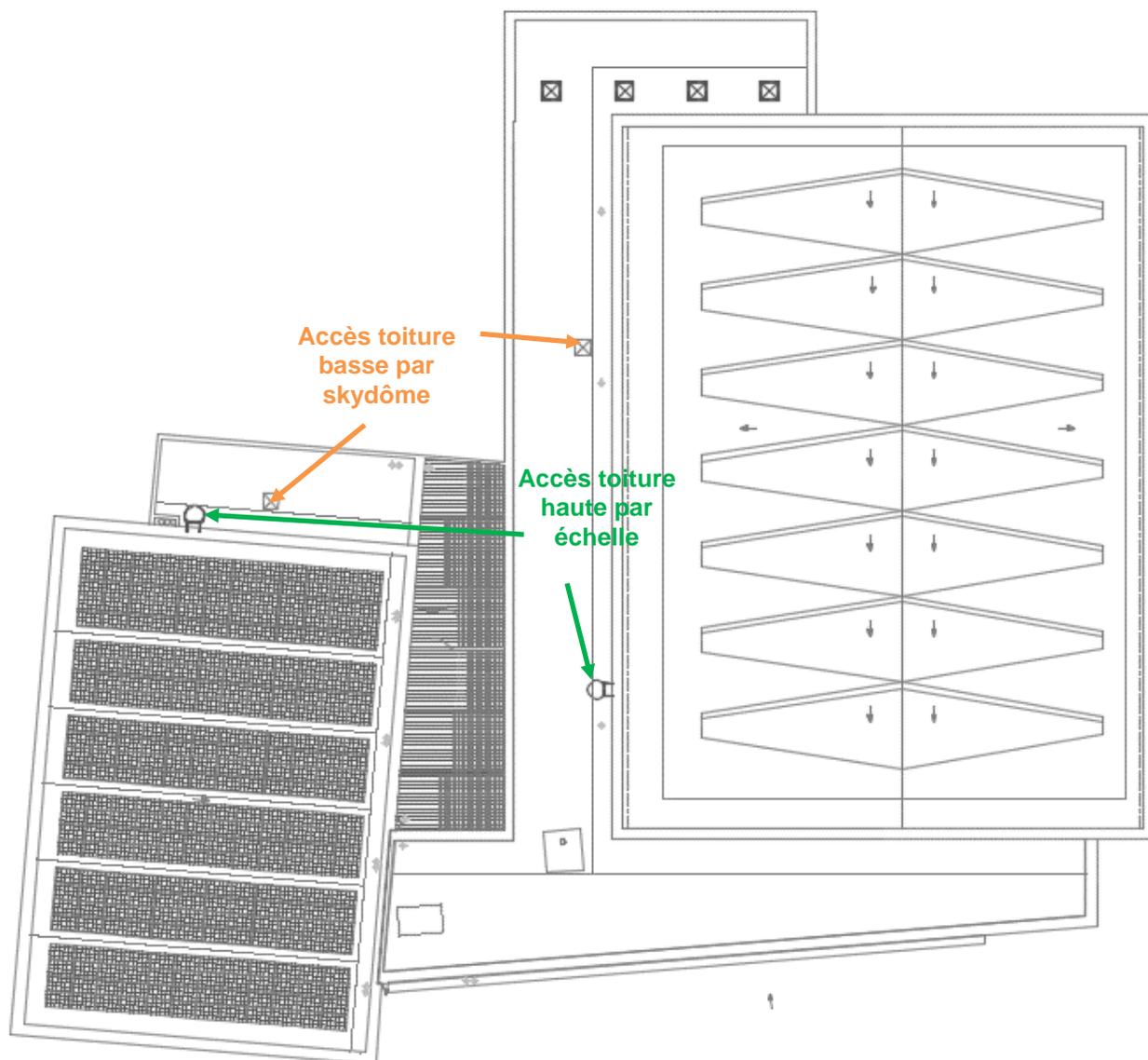


8.1.1.4 FAÇADE EST



8.1.2 TOITURES

Toutes les toitures ou terrasses de l'équipement sont accessibles.



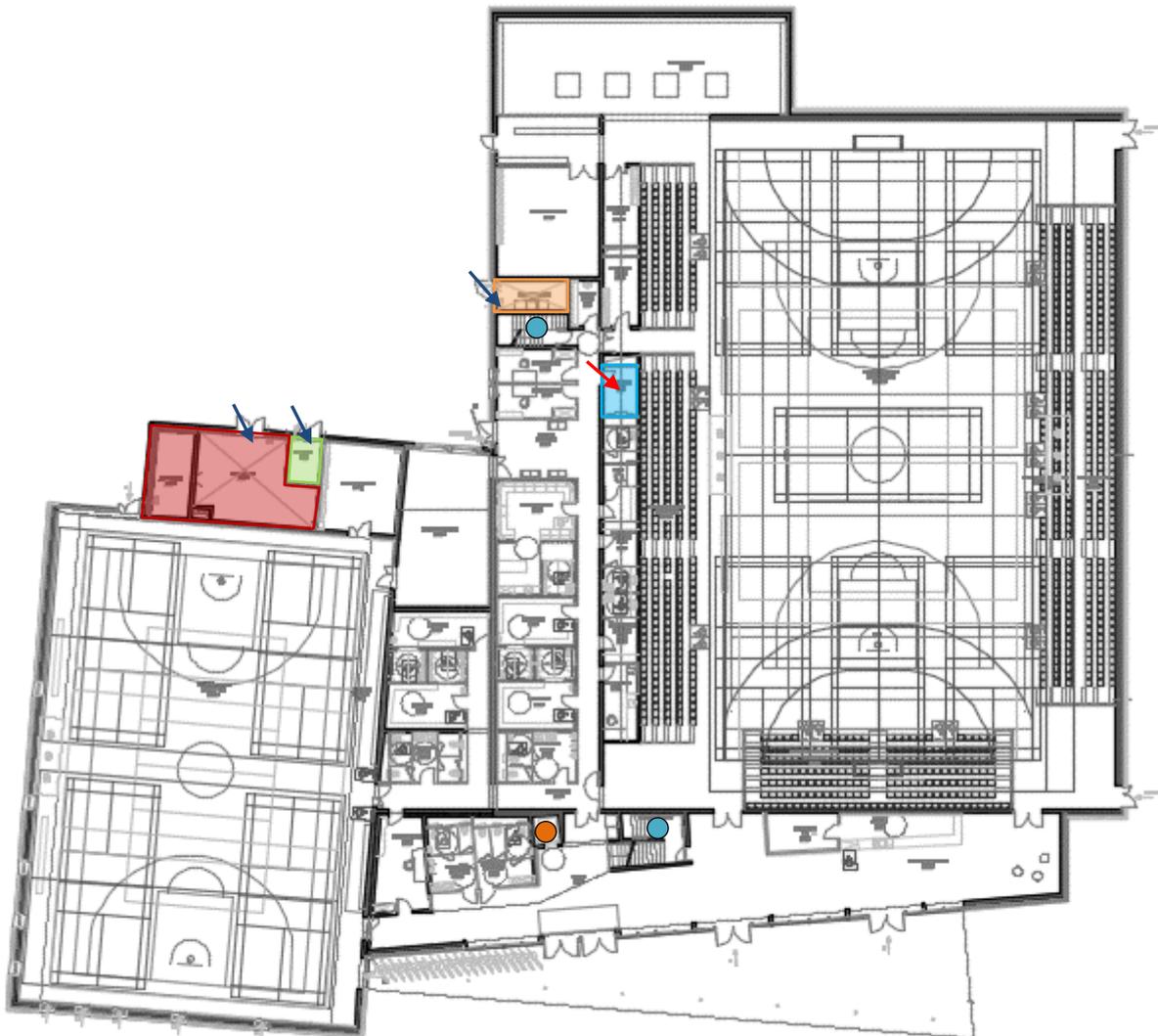
La toiture se décompose en deux parties, basse et haute. La partie basse (toiture locaux techniques Nord, hall d'entrée et locaux annexes) est accessible directement par skydôme. La partie haute (toitures salle omnisports petite et grande dimension) est accessible depuis la partie basse par une échelle.

8.2 ACCESSIBILITE DES EQUIPEMENTS ET DES RESEAUX

Pour faciliter les opérations de maintenance, les locaux techniques sont **intégrés au bâtiment et accessibles** depuis l'extérieur et par escalier. L'ensemble des locaux techniques est correctement dimensionné et les éléments techniques sont faciles d'accès pour permettre une **intervention aisée** des personnels d'entretien et de maintenance.

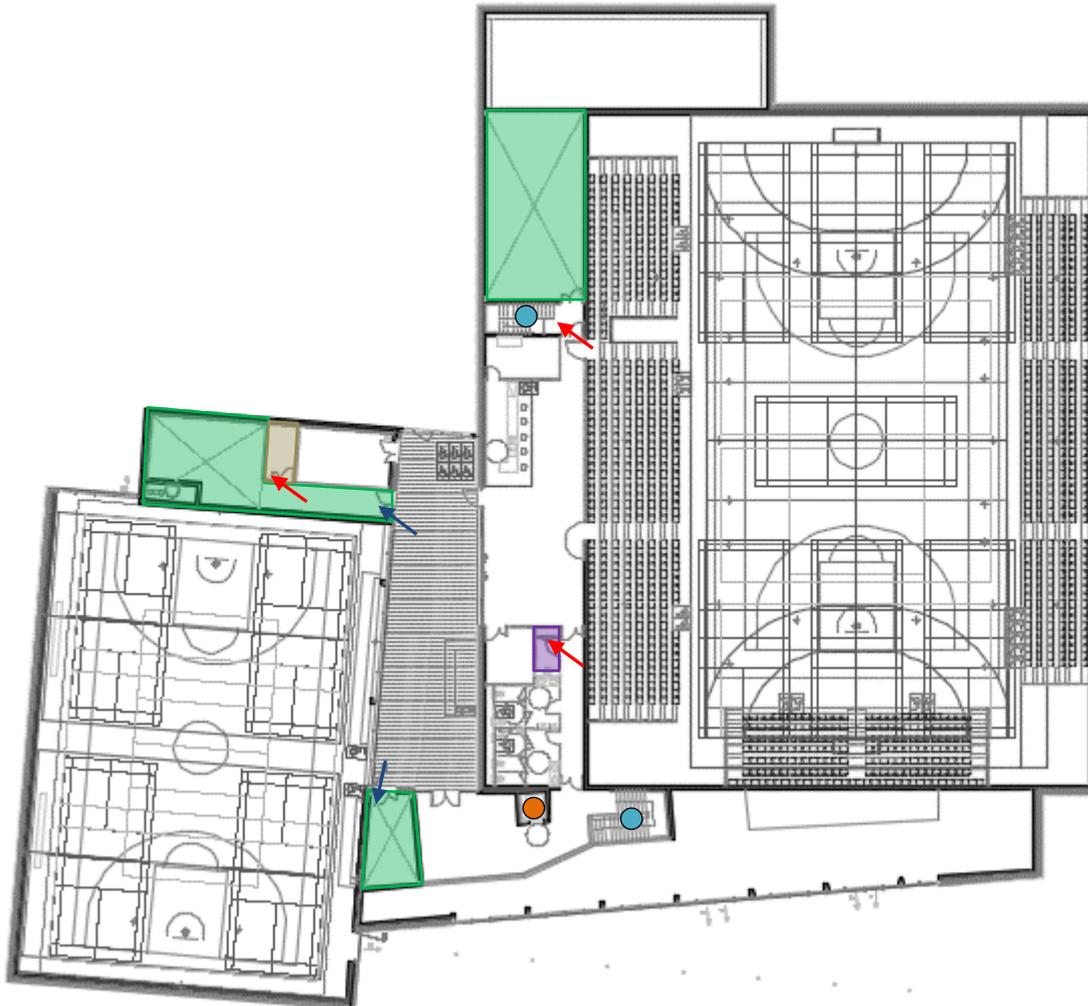
Pour les réseaux, l'objectif est d'être à la fois **hors de portée du public et aisément accessible au personnel de maintenance**. Les cheminements des réseaux hydrauliques et aérauliques se feront donc en horizontal, dans les plénums des circulations et en vertical dans les différentes gaines techniques accessibles depuis les circulations.

8.2.1 REZ-DE-CHAUSEE



Légende					
	Locaux CTA		Local déchet	→	Accès par l'intérieur
	TGBT		Local d'entretien	→	Accès par l'extérieur
	VDI		Local onduleurs		Escalier
	Chaufferie/Silo				Ascenseur

8.2.2 R+1



<u>Légende</u>					
	Locaux CTA		Local déchet		Accès par l'intérieur
	TGBT		Local d'entretien		Accès par l'extérieur
	VDI		Local onduleurs		Escalier
	Chaufferie/Silo				Ascenseur

8.3 FACILITE D'ENTRETIEN ET DE MAINTENANCE

Concernant les matériaux et équipements (parements de façades, menuiseries extérieures, brise soleil, revêtements de sol, éclairages, ...), ils sont choisis dans l'optique d'une robustesse dans le temps et d'un entretien facilité, en **limitant leur diversité** suivant les locaux pour une homogénéité et une **simplification de la maintenance et du nettoyage**.

8.4 SUIVI ET CONTROLE DES PERFORMANCES

La GTC du bâtiment permettra de suivre d'une part l'évolution des consommations grâce au report des **nombreux compteurs et des sous-compteurs** préconisés par la RT2012, et, d'autre part, de détecter les dysfonctionnements éventuels : arrêt d'équipements, fuites, dérives des consommations.

8.5 REDACTION DU DOSSIER D'EXPLOITATION-MAINTENANCE

Le MOE supervisera la collecte des éléments pour le Dossier d'Exploitation-Maintenance, et en fera la synthèse.

Le DEM s'articulera autour des chapitres suivants :

- Présentation des différents intervenants et leur rôle pour le projet et selon les lots : MOA / MOE/ Entreprises et sous-traitants ;
- Un inventaire des contrats d'exploitation et de maintenance à prévoir, avec le référencement des interlocuteurs concernés par contrat ;
- La liste des contrôles et vérifications périodiques obligatoires ;
- Une synthèse des éléments architecturaux référencés dans les DOE, les zones associées (type Hall d'accueil, sanitaire, ...), et les références aux DOE concernées ;
- Une synthèse des éléments techniques référencés dans les DOE, avec un rappel de leur localisation (type : chaufferie / local TGBT / circulation/ ...) et les références aux DOE concernés ;
- Un récapitulatif sur plan, par fluide, des réseaux et des équipements principaux (type organes de coupure principaux) ;
- Les gammes de maintenance adaptées au projet, récapitulant les principales opérations de maintenance et leur fréquence.

Il est à noter que par souci de lisibilité, il est impératif de cibler les éléments à considérer pour rendre le DEM exploitable, sans l'alourdir de trop de « détails ».

A cette fin, une liste des points à intégrer sera définie entre la MOA et la MOE, avant la rédaction du DEM. Une première estimation devra être validée avant consultation des entreprises.

9. CONFORT HYGROTHERMIQUE

9.1 CONFORT D'HIVER

Des **vitrages à faible émissivité** permettront d'éviter le phénomène de paroi froide. Pour limiter la sensation de courants d'air, **l'air neuf sera préchauffé** par les centrales de traitement d'air double flux. Un **système de chauffage par plancher chauffant** limitera l'inconfort des usagers du pôle sportif.

9.2 CONFORT D'ETE

Le maître d'ouvrage est attentif au confort d'été et souhaite avant tout un bâtiment confortable sans recourir au refroidissement « actif » des locaux.

Dans ce cadre, l'ensemble des solutions passives ont été étudiées telles que :

- Une conception bioclimatique du bâtiment : Les ouvertures par des sheds au Nord ont été privilégiées pour la salle omnisports grande dimension afin d'**éviter l'éblouissement et les surchauffes**. Des **protections solaires** adaptées aux orientations sont prévues avec une pergola complétée par des stores intérieurs.
- Les apports internes liés à l'utilisation de l'éclairage sont réduits par l'utilisation de LEDs et des commandes adaptées à chaque type de local (éclairage fractionné, gradation, détecteur de présence).
- La mise en place d'un « **cool roof** », toiture à haute réflectivité solaire permettant de réduire le transfert de chaleur vers le bâtiment.

Comme exemple de produit, la membrane non-bitumineuse **Derbipure** à liant végétal, alternative aux revêtements bitumineux ou synthétique disposant d'une réflectivité et émissivité de 81%.

Enfin, deux types de solutions sont envisagées pour décharger thermiquement le bâtiment :

- Un **free cooling** nocturne sera prévu pour rafraîchir les locaux en faisant fonctionner les CTA la nuit. Ce fonctionnement sera géré automatiquement par la GTC en fonction des températures intérieures et extérieures.
- Une **ventilation naturelle** de confort sera également mise en place. Pour cela des ouvrants d'entrées et sorties d'air sont positionnés en façade ou en toiture selon les locaux. Un asservissement relié à la GTC sera prévu.

Pour chaque local, les ouvertures ont été réfléchies et leur dimensionnement optimisé pour permettre une ventilation naturelle efficace. La hauteur sous plafond importante pour les salles omnisports et l'espace convivialité facilite son efficacité. Le principe de fonctionnement de la ventilation naturelle est le suivant :

- La mise en place d'ouvertures en partie basse (portes automatique bloquées, ventelles ou oscillants) permettant une entrée d'air frais.
- La mise en place d'ouvertures en partie haute (sheds en toiture, ventelles) permettant la sortie de l'air chaud.

Plusieurs types d'ouvrants sont possibles pour assurer la ventilation naturelle. Les ouvrants proposés sont majoritairement des ventelles pour augmenter la surface utile de passage de l'air et pour limiter l'encombrement de l'ouvrant en position ouverte.



Ouvrants de ventilation à ventelles



Ouvrant de ventilation oscillants

Un tirage thermique est ainsi créé générant un mouvement d'air. Ci-dessous les ouvertures d'entrées et de sorties d'air prévues pour chaque locale :

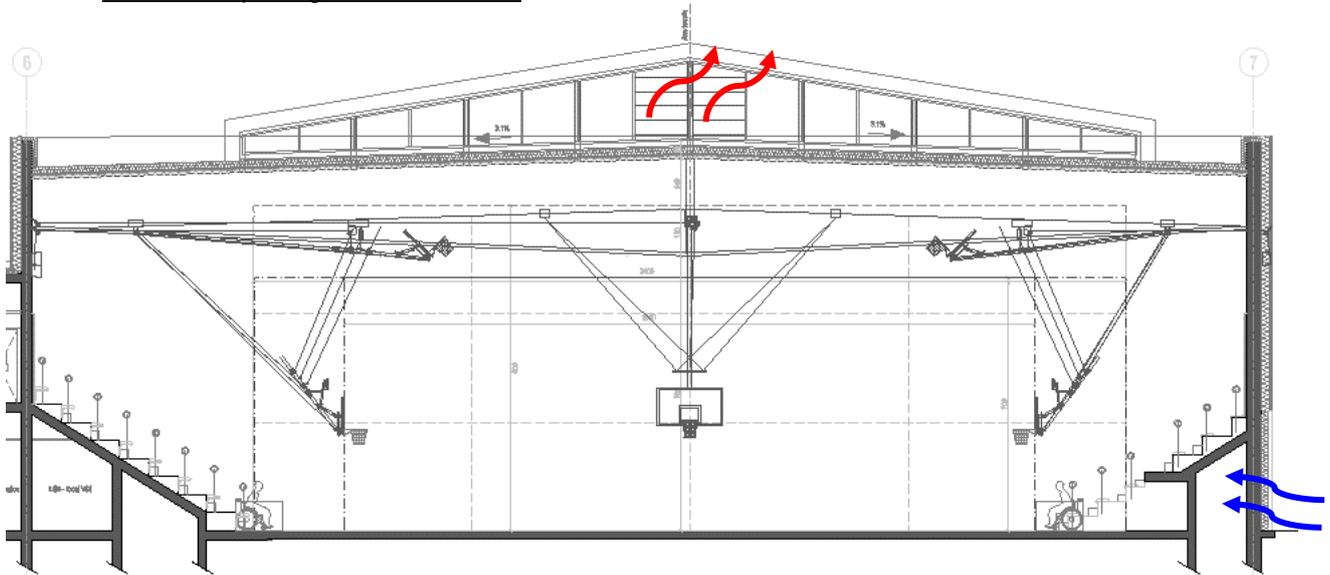
	Entrées d'air	Sorties d'air
Grande salle	Ventelles + Portes bloquantes	Sheds en toiture
Petite salle	Ventelles + Ouvrants Sud	Ventelles Nord et Est
Musculation	Ouvrants	
Convivialité	Ventelles en partie basse	Ventelles en partie haute
Inclusion sociale	Baie coulissante	

Un débit de l'ordre de 0,9 à 2,1 V/h est visé pour les salles de sport, le hall est l'espace convivialité. Cela représente les surfaces utiles et les surfaces d'ouvrants suivantes :

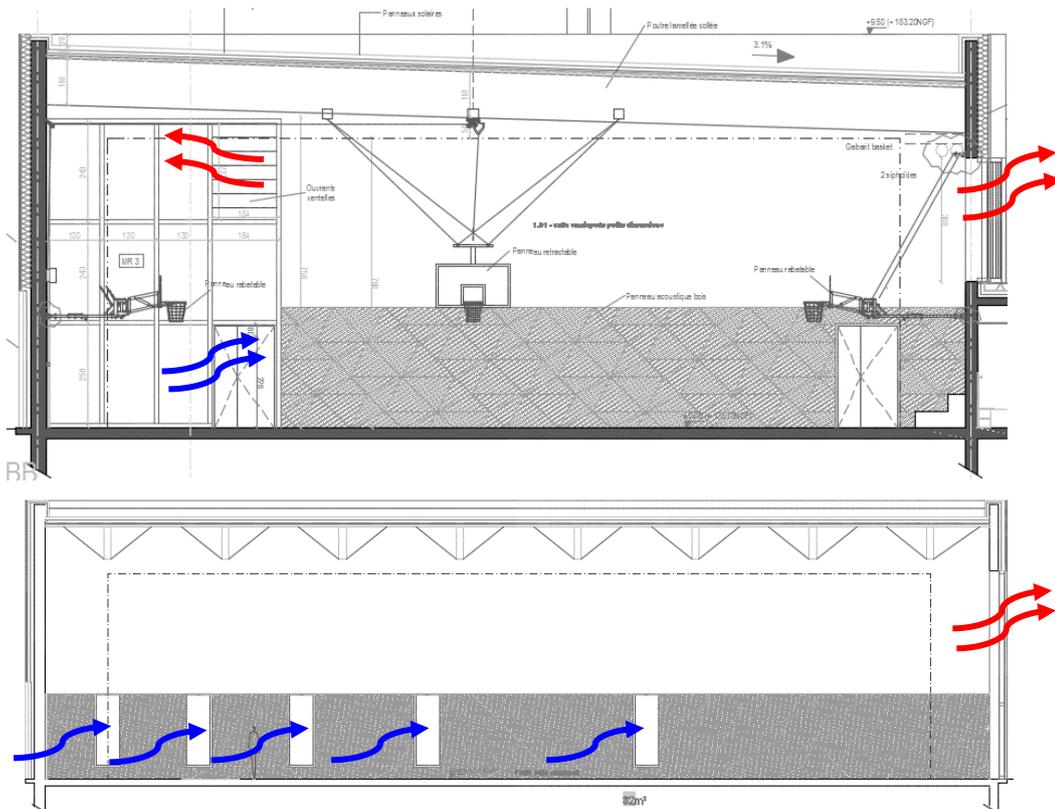
	Entrées d'air		Sorties d'air		Différence de hauteur entrée / sortie	Débit ventilation (V/h)
	S ouvrants (m ²)	S utile (m ²)	S ouvrants (m ²)	S utile (m ²)		
Grande salle	8,7	7,0	19,1	15,26	8,00	1,3
Petite salle	11,3	11,3	8,6	6,87	3,60	1,5
Musculation	2,0	1,3	2,0	1,29	0,55	0,9
Convivialité	2,8	2,2	2,8	2,21	1,18	1,0
Inclusion sociale	4,4	3,9	4,4	3,94	0,5	2,1

Schémas simplifiés de principe de la ventilation naturelle :

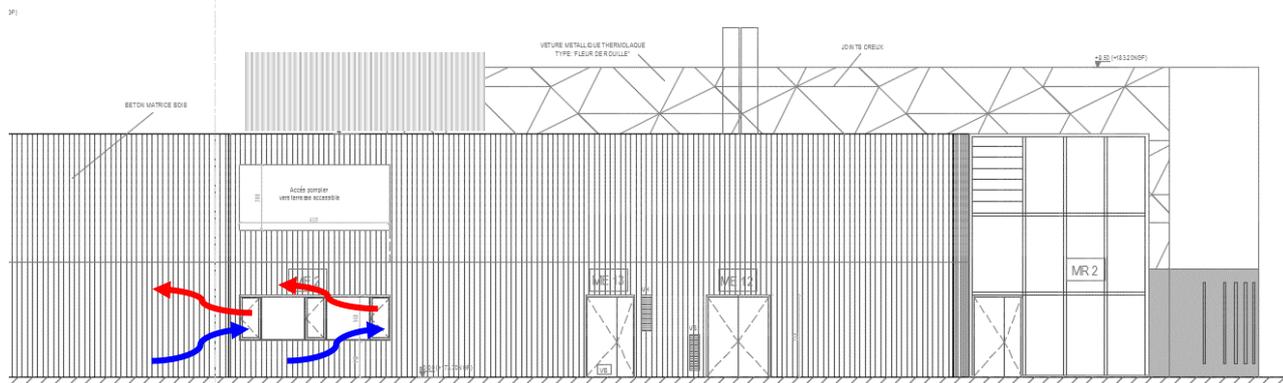
- Salle omnisports grande dimension



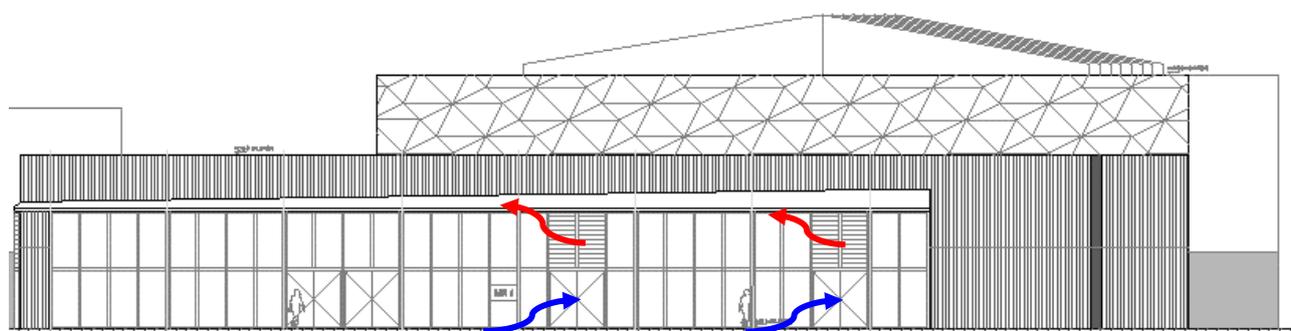
- Salle omnisports petite dimension



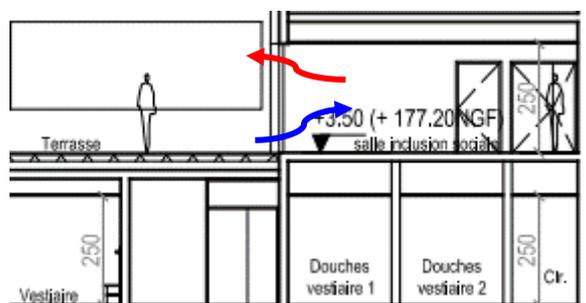
- Salle de musculation



- Hall et espace convivialité



- Inclusion sociale



Chaque solution a été étudiée par Simulation Thermique Dynamique (STD) afin d'optimiser le confort hygrothermique de chaque local et valider les exigences climatiques du programme. Les résultats sont disponibles dans le rapport de STD fournit en parallèle à cette notice.

Le modèle de STD a été mis à jour en PRO, les principales évolutions depuis l'APD sont :

- **Ajout de l'extension de la salle d'escalade ;**
- Mise à jour des plans et de l'agencement des locaux ;
- Ajustement des compositions des parois ;
- **Modification des caractéristiques des vitrages :**
 - Transmission Lumineuse =70%
 - Facteur Solaire=36%
- **Mise à jour des puissances et de la gestion de l'éclairage ;**
- Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI) en façade Nord sur les locaux technique et la salle de musculation ;
- Précision des principaux ponts thermiques ;
- Suppression du plancher chauffant dans la grande salle omnisport.

Le niveau de confort d'été atteint par zone thermique ainsi que les dispositions prévues sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Zone	T°C max	Nb d'h ≥ T°C seuil d'inconfort	Nd d'h d'inconfort /occupation	Protections solaires	Ventilation	Niveau atteint
Hall d'accueil	27.24°C	0 h/an	0.0%	Pergola	Ventilation naturelle	TP
Espace convivialité	31.34°C	43 h/an	1.12%	Pergola	Ventilation naturelle	TP
Grande salle omnisports	28.98°C	19 h/an	0.46%	-	Ventilation naturelle	TP
Petites salle omnisports	28.17°C	2 h/an	0.05 %	Pergola	Ventilation naturelle	TP
Salle de musculation	29.28°C	31 h/an	1.03 %	-	Ventilation naturelle	TP
Vestiaires	27.93°C	0 h/an	0.00 %	-	-	TP
Salle inclusion sociale	32.51°C	42 h/an	2.44%	Stores intérieurs (et pergola en option)	Ventilation nocturne et naturelle	TP
Salle d'escalade	29.92°C	73h/an	1.62%	Lanterneaux opaques	-	TP

Suite à la mise en place de l'ensemble des solutions passives le confort d'été du pôle sportif de Pierre Bénite a été fortement amélioré. Dans cette configuration, l'ensemble des locaux a un confort d'été très performant selon le référentiel HQE sans nécessité l'ajout d'un rafraîchissement actif et répond donc à la demande du programme.

→ **Le niveau de confort d'été est très performant pour l'ensemble des locaux du pôle sportif au sens du référentiel HQE.**

De plus, une simulation supplémentaire a été réalisée intégrant la pergola proposée en option sur la terrasse de la salle d'inclusion sociale.

Suite à la mise en place de la pergola, la durée d'inconfort est de 40h sur l'année soit 2.33% du temps d'occupation. Ainsi le temps d'inconfort est diminué mais l'impact de la pergola est limité puisque le vitrage de la salle d'inclusion sociale est peu exposé de par sa localisation aux rayons directs du soleil.

Avec la pergola la salle d'inclusion sociale bénéficie d'un confort hygrothermique très performant selon le référentiel HQE.

10. CONFORT ACOUSTIQUE

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour respecter les exigences acoustiques du référentiel HQE et, a minima, de la réglementation. Des **traitements acoustiques** sont d'ores et déjà prévus avec par exemple des habillages acoustiques bois dans les salles de sport, des faux plafonds absorbants et/ou des bacs perforés dans les locaux les plus bruyants.

Se référer à la notice acoustique pour plus de détails.

11. CONFORT VISUEL

Tous les locaux à occupation prolongée ont un accès à la lumière naturelle grâce aux ouvertures en façade et aux sheds. Un soin particulier a été porté sur une bonne qualité d'ambiance visuelle pour les salles omnisports et l'espace convivialité. L'éclairage naturel des circulations avait été recherché grâce à la verrière mais celle-ci a été supprimée en APS.

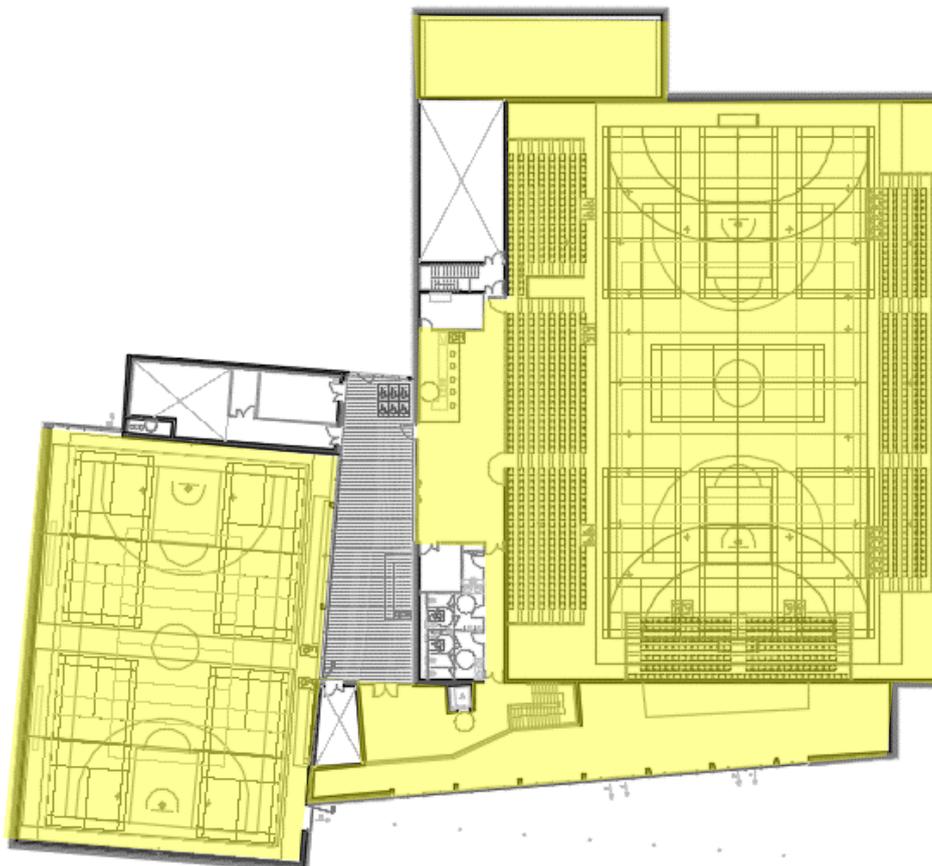
Afin de profiter pleinement de l'éclairage naturel en limitant l'utilisation de l'éclairage artificiel, **plusieurs niveaux d'éclairément** sont possibles dans la plupart des locaux.

Ci-dessous un schéma représentatif des zones ayant accès à la lumière naturelle.

RDC :



R+1 :



Représentation des espaces ayant accès à la lumière naturelle

Le gymnase a été modélisé sur le Modeleur Pléiades afin de déterminer le niveau d'éclairage dans les différentes espaces. Les principaux résultats et hypothèses sont présentés dans ce paragraphe.

11.1 CONTEXTE ET METHODOLOGIE

11.1.1 DEFINITION DU FACTEUR LUMIERE DU JOUR

Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ) est un indicateur qui permet d'évaluer la qualité de l'éclairage naturel. Ce facteur est le rapport de l'éclairement naturel intérieur reçu en un point (généralement le plan de travail ou le niveau du sol) sur l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale, en site parfaitement dégagé, par ciel couvert. Il s'exprime en %. La qualité de l'éclairage naturel peut être reliée aux valeurs de FLJ par le tableau suivant :

FLJ	< 1%	1 à 2%	2 à 4%	4 à 7%	7 à 12%	> 12%
Eclairage Naturel	Très faible	Faible	Modéré	Moyen	Elevé	Très élevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance environ 3 à 4 fois la hauteur de la fenêtre)			A proximité des fenêtres ou sous des lanterneaux		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à clair		Clair à très clair	

11.1.2 Outils de simulation

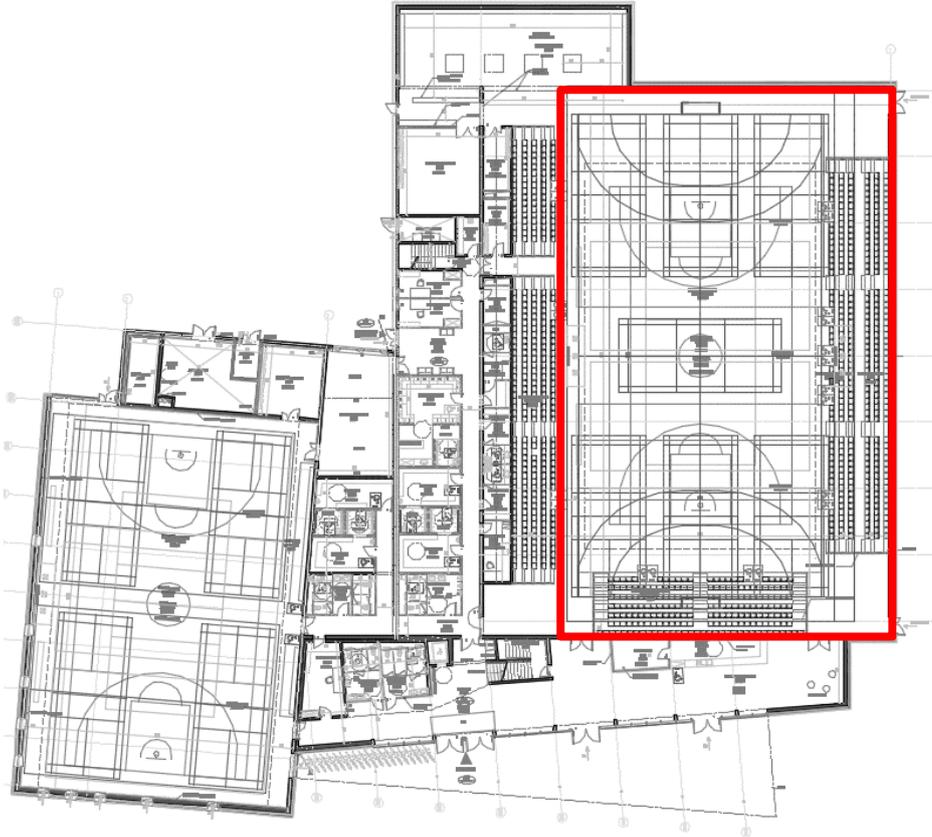
Le logiciel utilisé dans le cadre de cette présente étude est le module Enelight de la suite logicielle Pleiades dans sa version 4.17.0.7. Enelight est basé sur le moteur Radiance, avec un algorithme sous-jacent de type tracé de crayon. Le modèle de ciel utilisé est le modèle Ciel couvert uniforme CIE.

Dans tous les locaux étudiés, un maillage rectangulaire d'espacement fixe 50 cm x 50 cm, automatiquement générée par le logiciel, est utilisé.

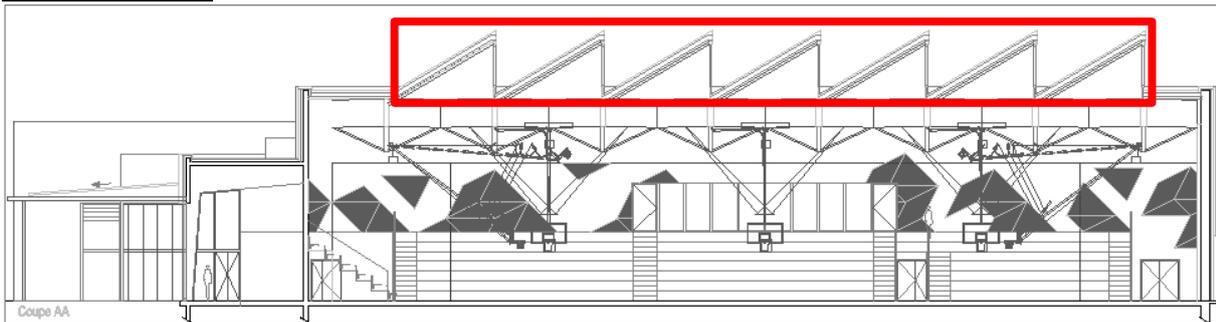
11.2 ETUDES DES LOCAUX

11.2.1 SALLE OMNISPORTS GRANDE DIMENSION

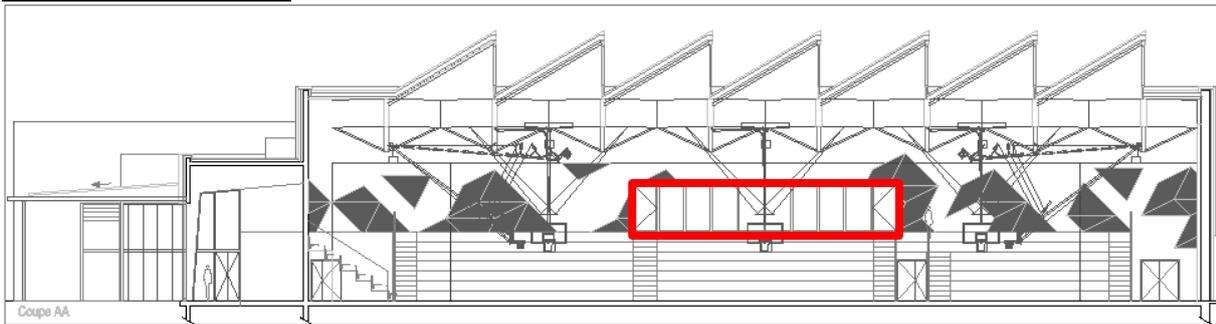
Plan du RDC



Sheds en toiture



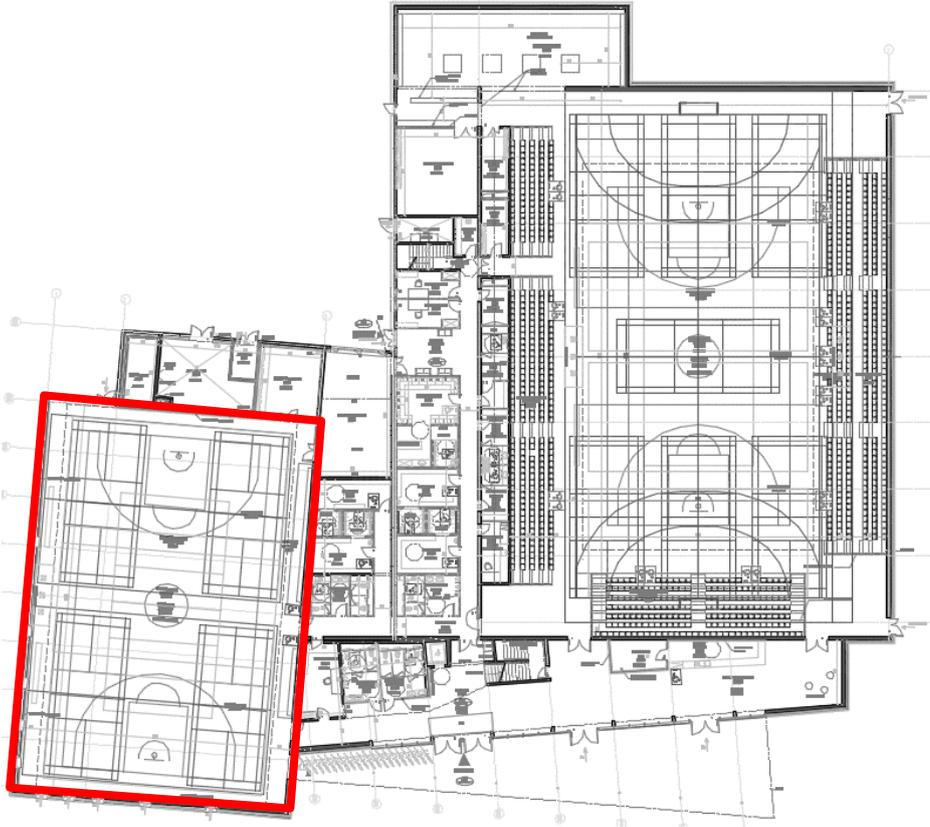
Vitrage en second jour



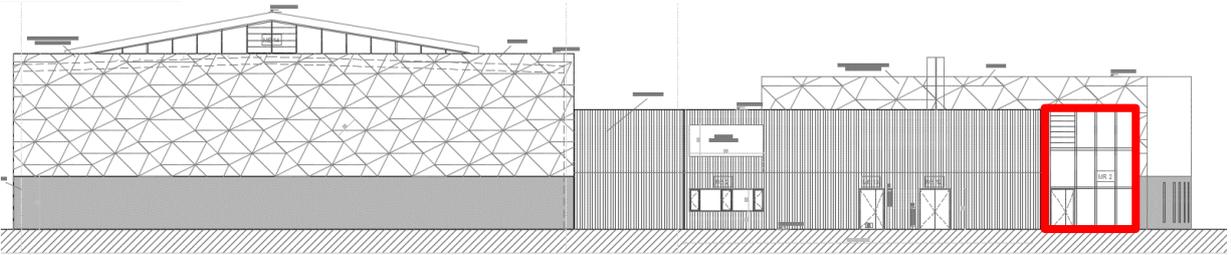
Hypothèses d'études																																																					
Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	8 m																																																			
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	48%/40%/10%																																																			
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage																																																			
	Transmission lumineuse	70 %																																																			
Surfaces vitrées	Toiture	392 m ²																																																			
	Second jour	33.75 m ²																																																			
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium à RPT																																																			
	% de vitrage dans l'ouverture	80 %																																																			
Résultats																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Echelle des courbes ISOFLJ</th> <th>0.7%</th> <th>1%</th> <th>1.2%</th> <th>1.5%</th> <th>2%</th> <th>2.5%</th> <th>5%</th> <th>7.5%</th> <th>10%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FLJ Mini</td> <td colspan="2">FLJ Moyen</td> <td colspan="2">FLJ max</td> <td colspan="5">FLJ mini/FLJ moyen</td> </tr> <tr> <td>0.16</td> <td colspan="2">1.94</td> <td colspan="2">4.02</td> <td colspan="5">0.08</td> </tr> <tr> <td colspan="10">Résultats : FLJ >= 1.5 sur 69.8 % surface</td> </tr> <tr> <td colspan="10">L'objectif du programme est atteint.</td> </tr> </tbody> </table>				Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%	FLJ Mini	FLJ Moyen		FLJ max		FLJ mini/FLJ moyen					0.16	1.94		4.02		0.08					Résultats : FLJ >= 1.5 sur 69.8 % surface										L'objectif du programme est atteint.									
Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%																																												
FLJ Mini	FLJ Moyen		FLJ max		FLJ mini/FLJ moyen																																																
0.16	1.94		4.02		0.08																																																
Résultats : FLJ >= 1.5 sur 69.8 % surface																																																					
L'objectif du programme est atteint.																																																					

11.2.2 SALLE OMNISPORTS PETITE DIMENSION

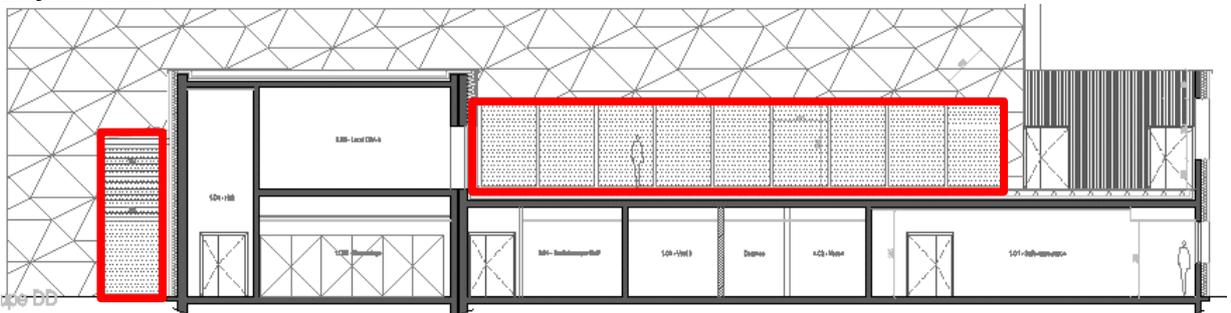
Plan du RDC



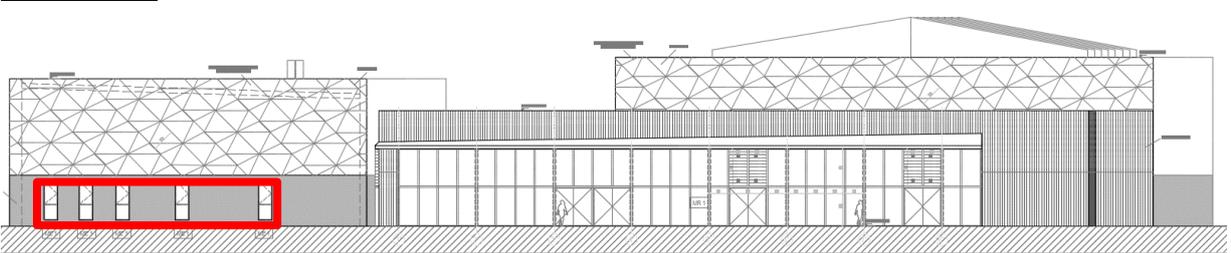
Façade NORD



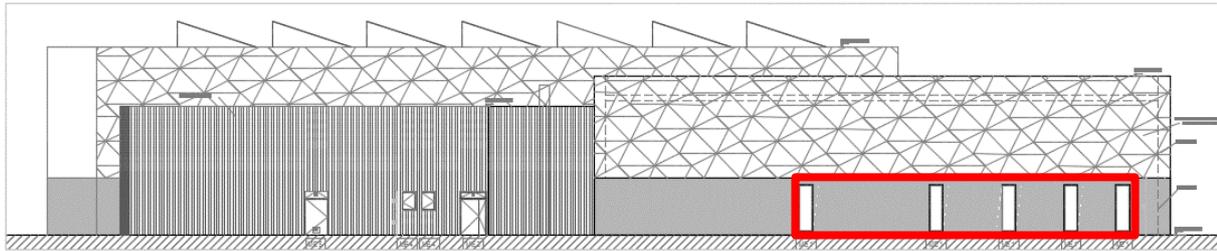
Façade EST



Façade SUD



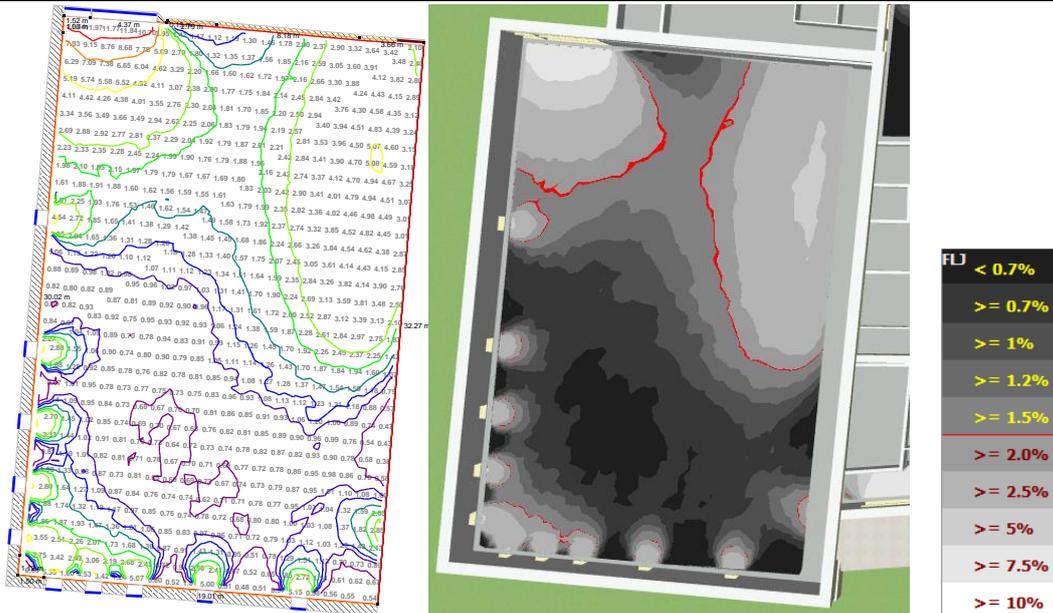
Façade OUEST



Hypothèses d'études

Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	8 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	60%/70%/16%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Façade Nord	29.8 m ²
	Façade Est	62.8 m ²
	Façade Sud	11.25 m ²
	Façade Ouest	11.25 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium ou Bois à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	80/85 %

Résultats



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
-----------------------------------	-------------	-----------	-------------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------	------------

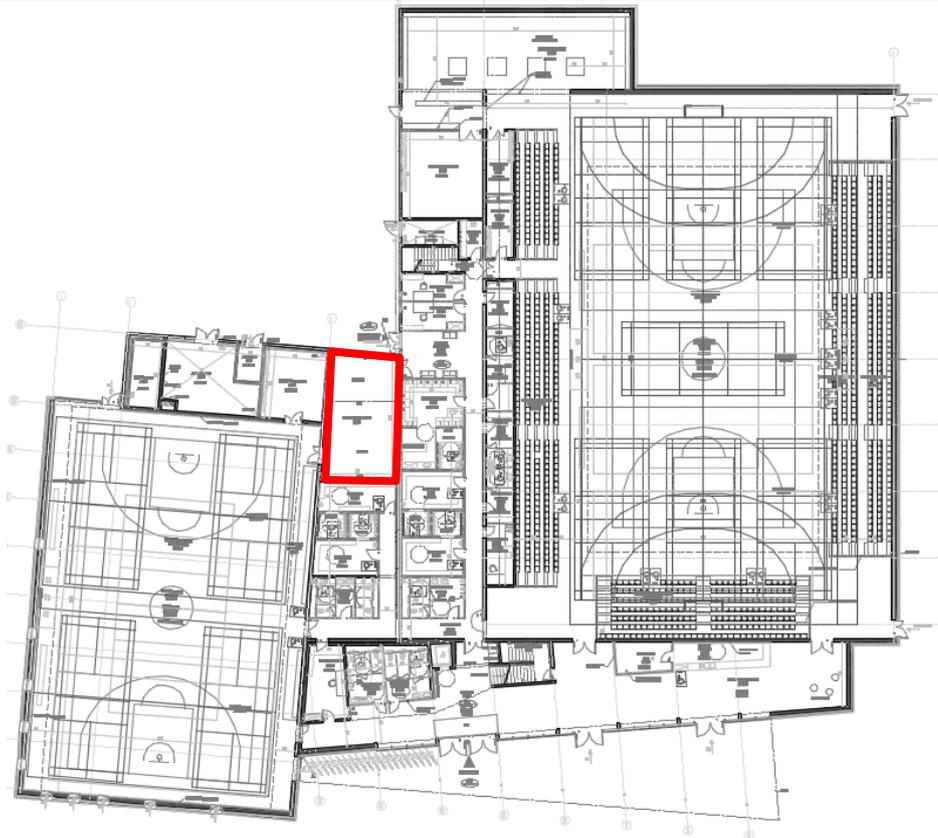
FLJ Mini	FLJ Moyen	FLJ max	FLJ mini/FLJ moyen
0.38	2.07	13.75	0.18

Résultats : FLJ >= 1.5 sur 51.58% surface

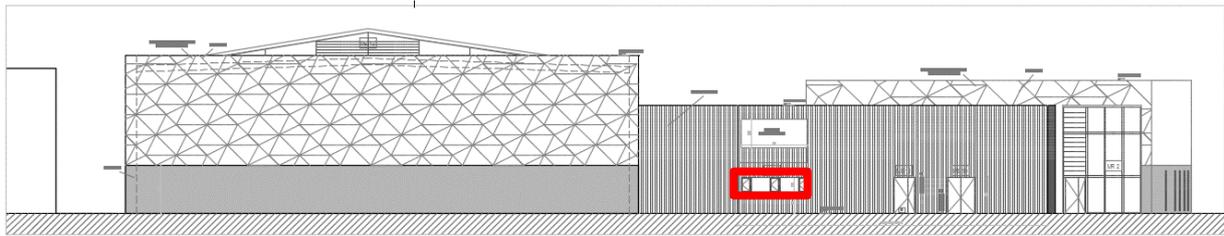
L'objectif du programme est atteint.

11.2.3 SALLE DE MUSCULATION

Plan du RDC

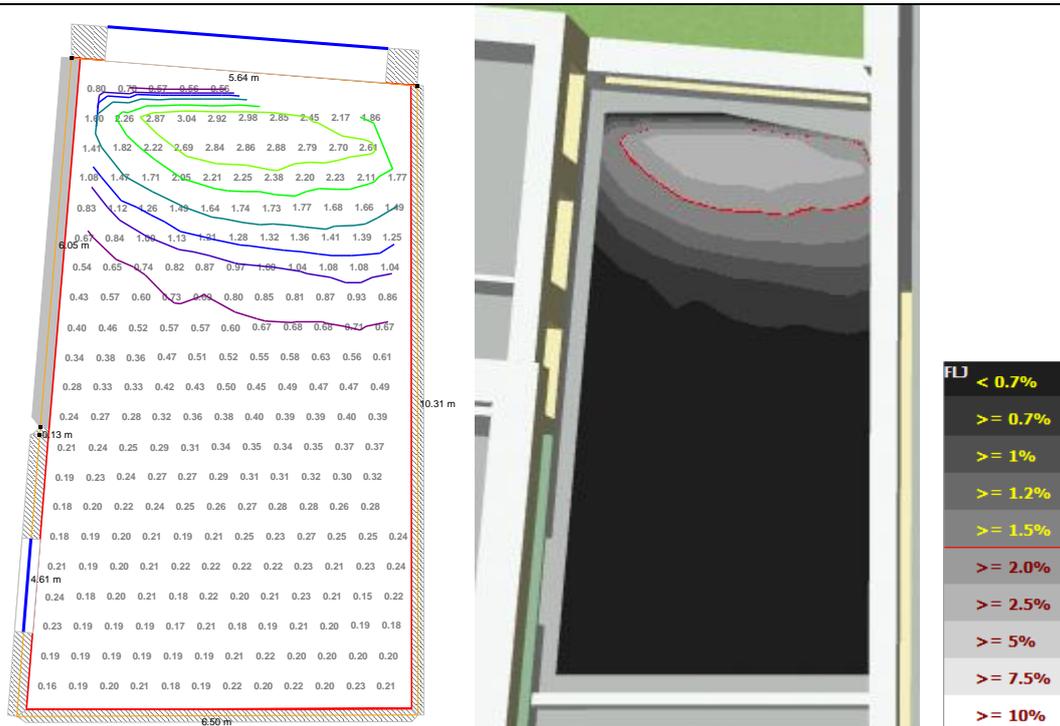


Vitrage Nord



Hypothèses d'études		
Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	8 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Nord	5 m ²
	Second jour sur Petit salle	3 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	85 %

Résultats



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----

<u>FLJ Mini</u>	<u>FLJ Moyen</u>	<u>FLJ max</u>	<u>FLJ mini/FLJ moyen</u>
0.16	0.83	3.65	0.2

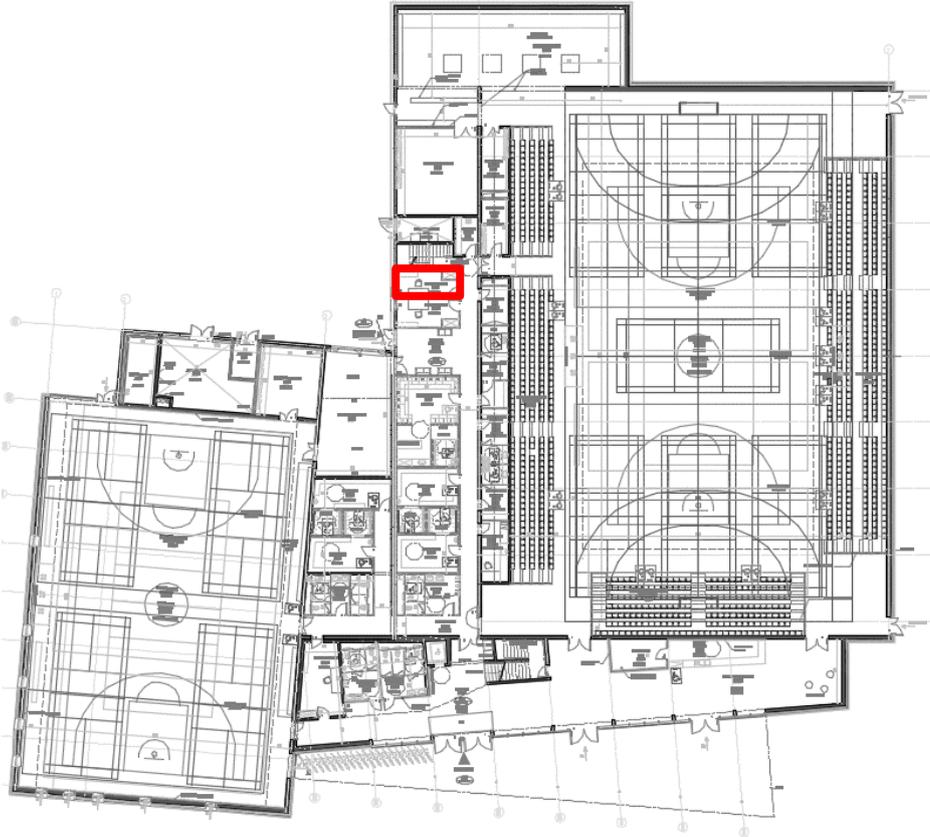
Résultats : FLJ >= 1.5 sur 17.4 % surface

Le programme ne spécifiait pas d'exigence pour les autres espaces de pratique sportive. Le référentiel HQE ne demande quant à lui un niveau de FLJ seulement pour le niveau très performant ce qui n'est pas le cas pour ce projet.

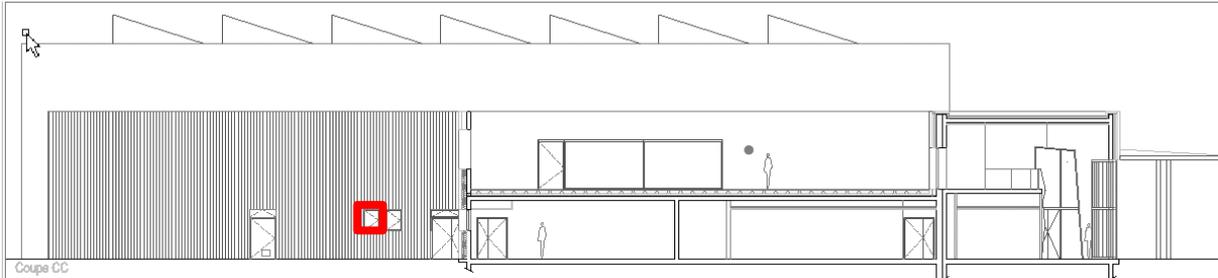
La salle de musculation dispose d'une vue sur l'extérieure sur tout la façade Nord lui permettant un accès à la lumière naturelle. Cependant la configuration du local ne permet pas de satisfaire un niveau de FLJ élevé sur toute la zone d'exercice.

11.2.4 BUREAU 1

Plan du RDC



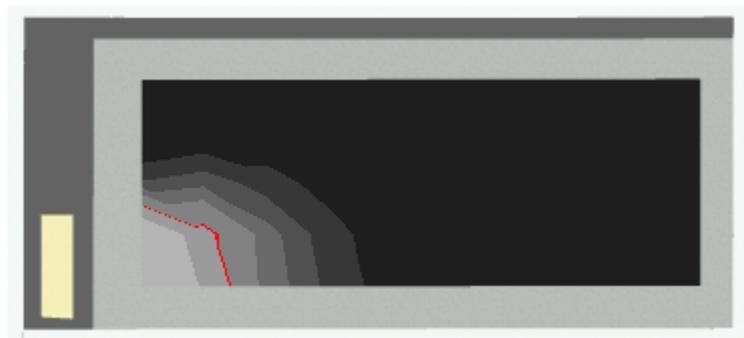
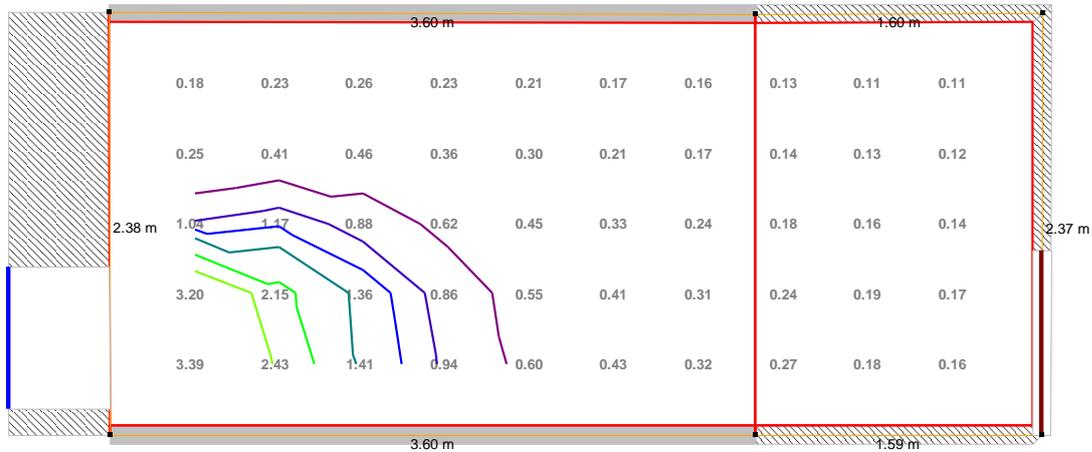
Façade OUEST



Hypothèses d'études

Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	8 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Façade Ouest	1.35 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	80 %

Résultats



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----

<u>FLJ Mini</u>	<u>FLJ Moyen</u>	<u>FLJ max</u>	<u>FLJ mini/FLJ moyen</u>
0.11	0.63	3.67	0.17

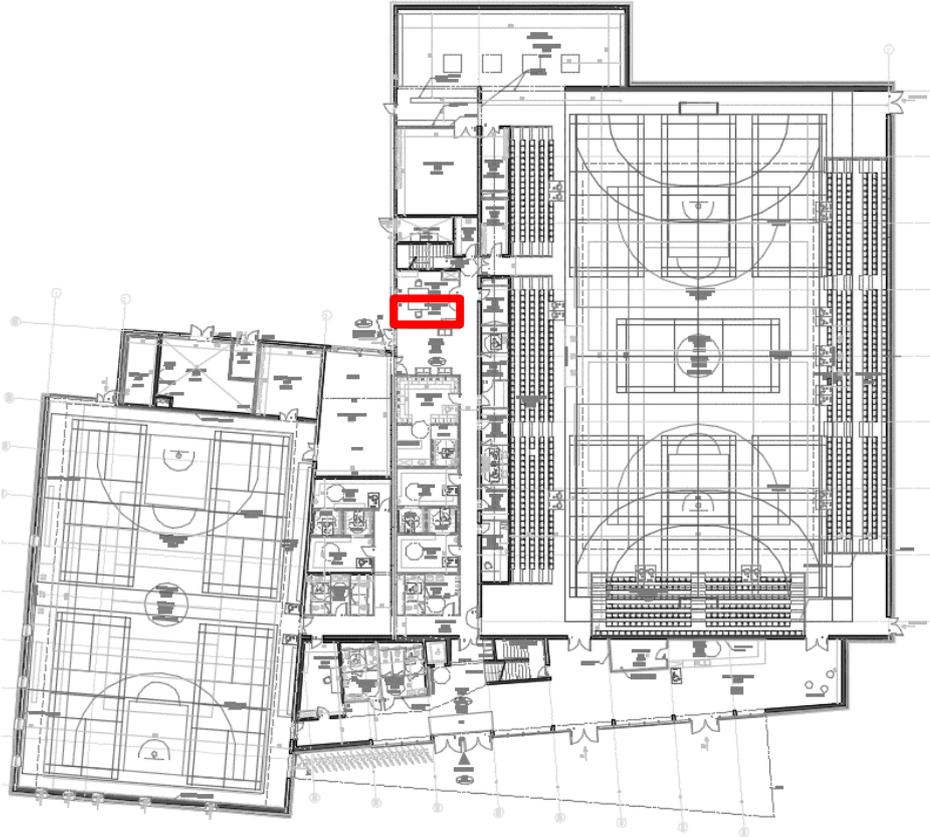
Résultats : FLJ >= 1.5 sur 11.43 % de la surface de premier rang

Une modification du programme spécifie suite à l'APS la suppression des contraintes correspondantes pour ce local.

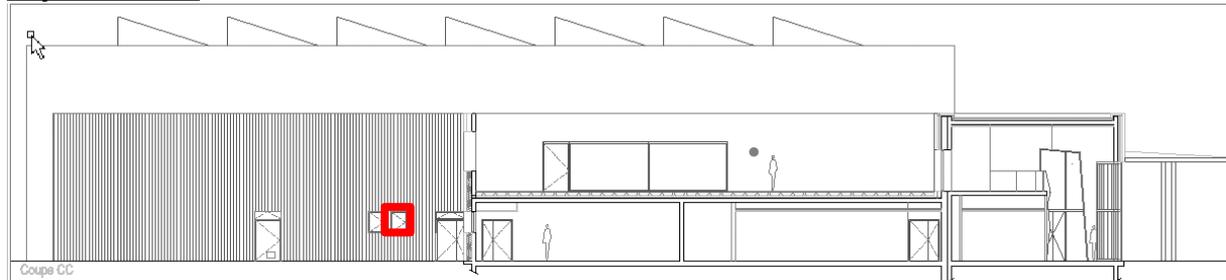
On pourra cependant aménager le bureau de façon à ce que la zone de travail se trouve au plus près de l'apport naturel de lumière et faire disposer à l'utilisateur d'un confort visuel optimal.

11.2.5 BUREAU 2

Plan du RDC



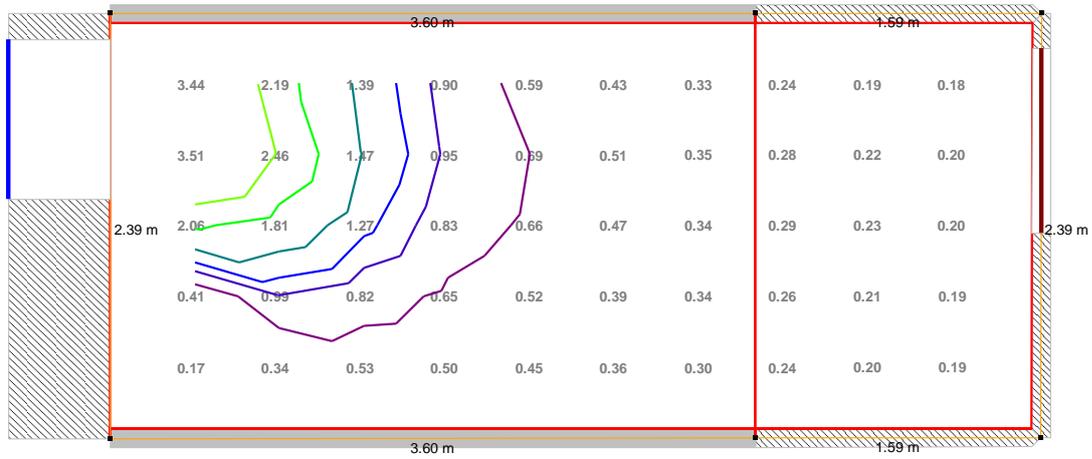
Façade OUEST



Hypothèses d'études

Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	8 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Façade Ouest	1.35 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	80 %

Résultats



- FLJ < 0.7%
- >= 0.7%
- >= 1%
- >= 1.2%
- >= 1.5%
- >= 2.0%
- >= 2.5%
- >= 5%
- >= 7.5%
- >= 10%

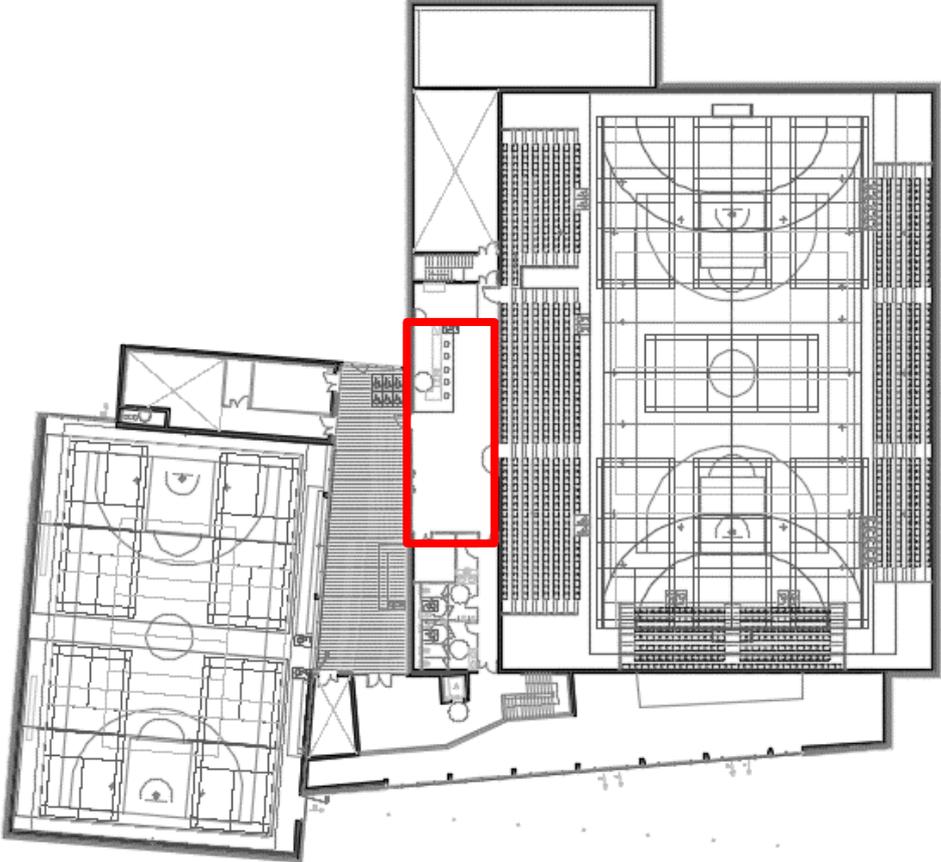
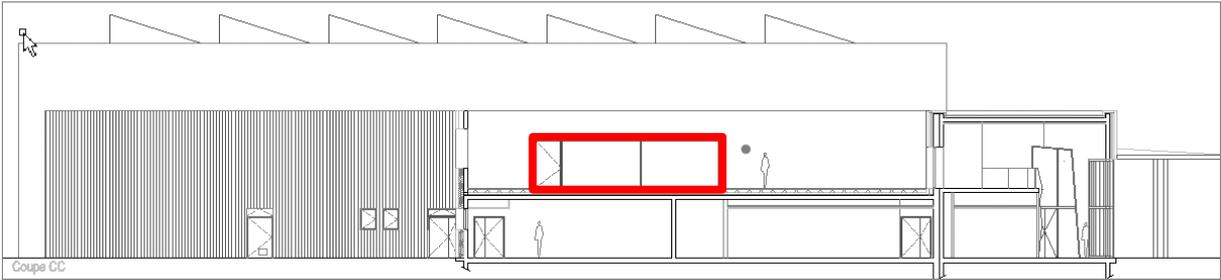
Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----

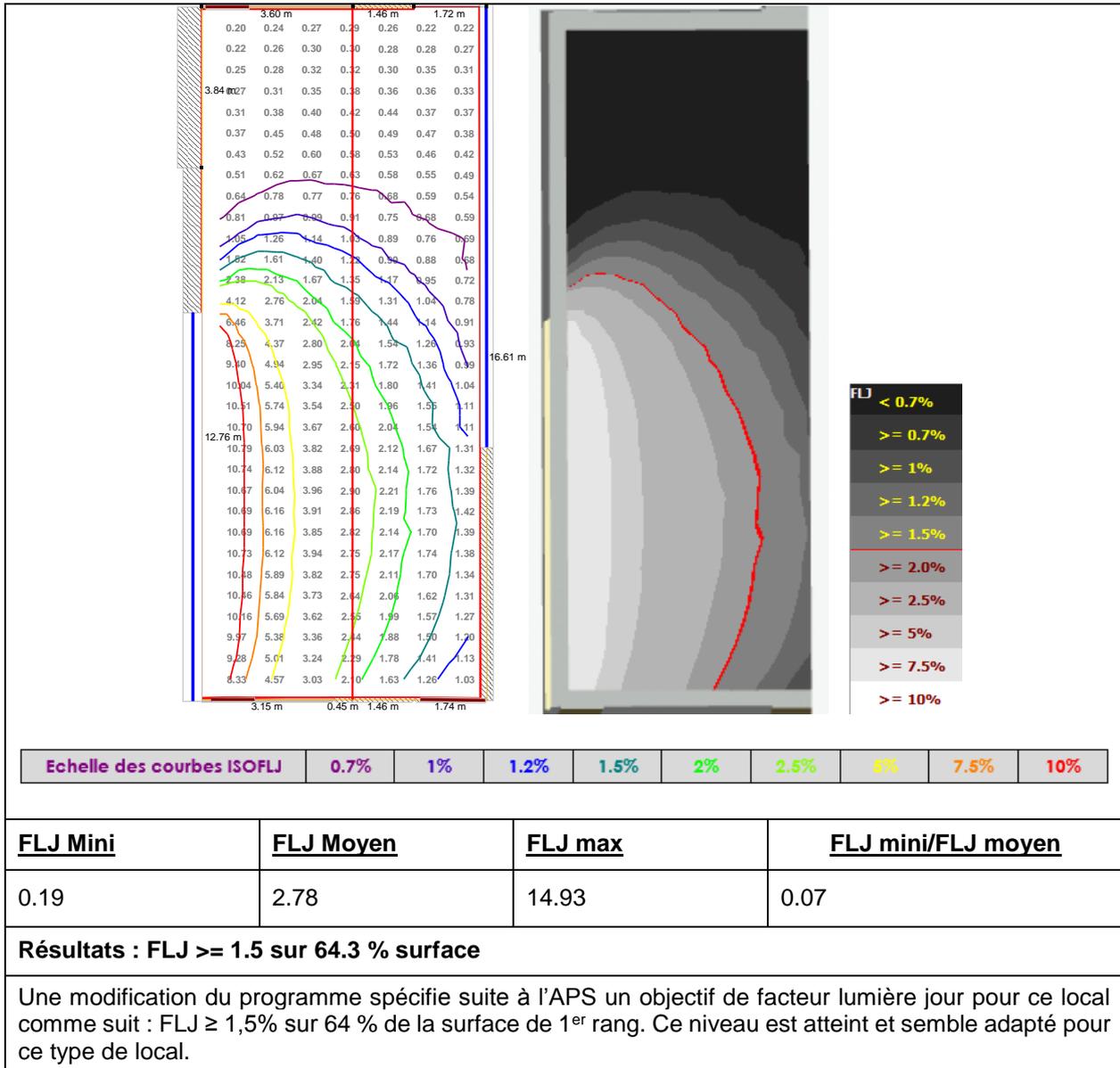
<u>FLJ Mini</u>	<u>FLJ Moyen</u>	<u>FLJ max</u>	<u>FLJ mini/FLJ moyen</u>
0.18	0.78	3.79	0.23

Résultats : FLJ >= 1.5 sur 20 % de la surface de premier rang

Idem bureau 1.

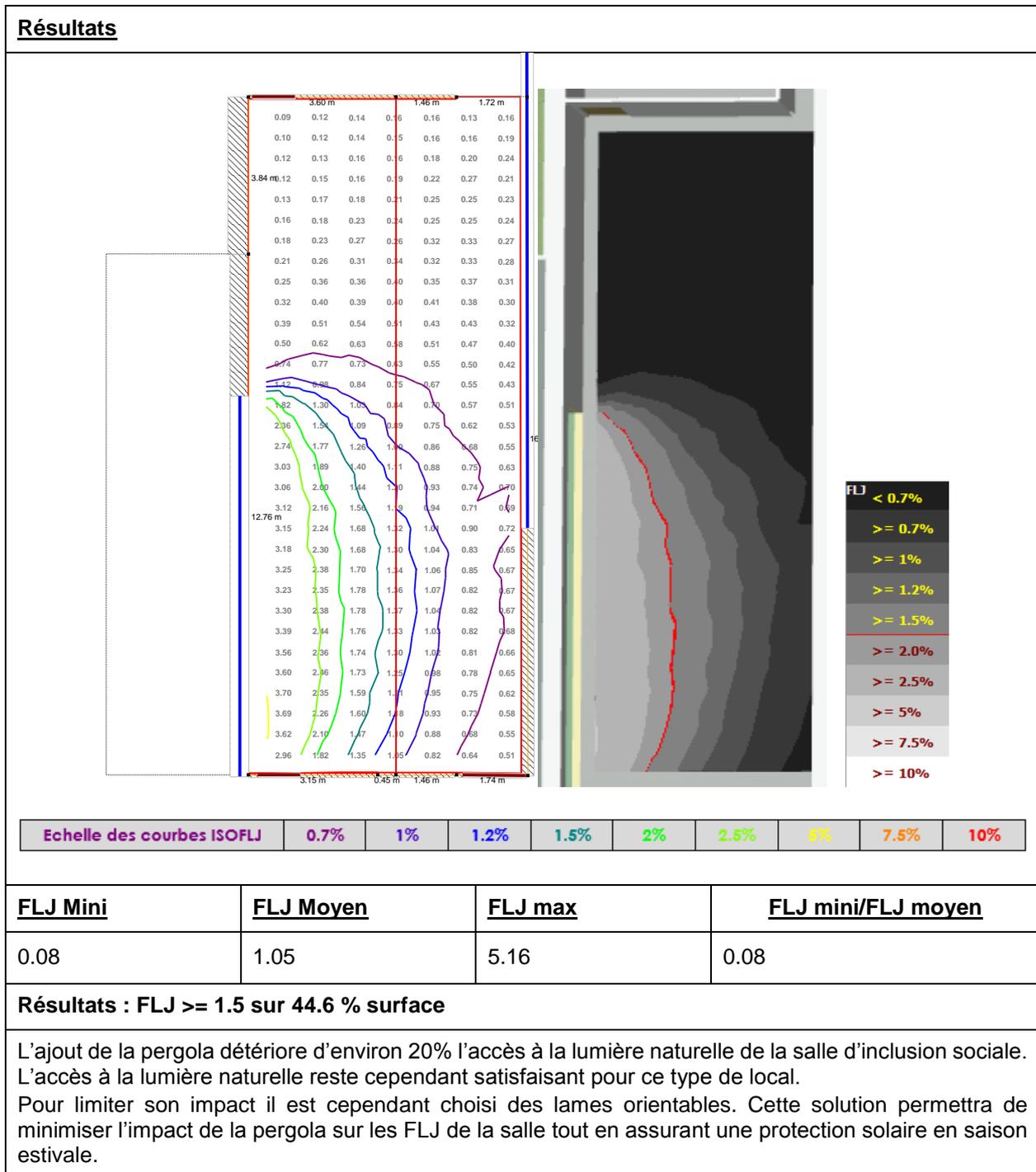
11.2.6 SALLE INCLUSION SOCIALE

Plan du R+1		
		
Façade OUEST		
		
Hypothèses d'études		
Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	8 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Façade Ouest	23.25 m ²
	Second jour sur grande salle	33.75 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	85 %
Résultats		



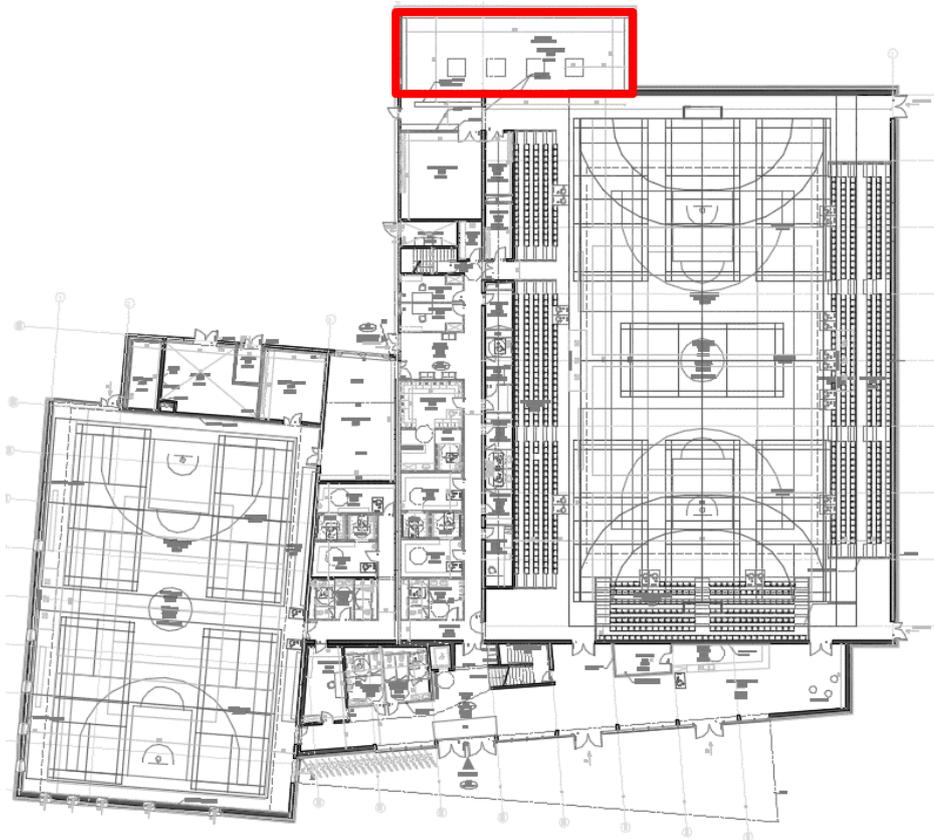
11.2.7 SALLE INCLUSION SOCIALE OPTION PERGOLA

En option il est proposé l'ajout d'une pergola sur la terrasse. Celle-ci aura un impact sur l'accès à la lumière naturelle de la salle d'inclusion sociale qu'il convient d'évaluer pour éviter une diminution trop importante du Facteur Lumière Jour.



11.2.8SALLE D'ESCALADE

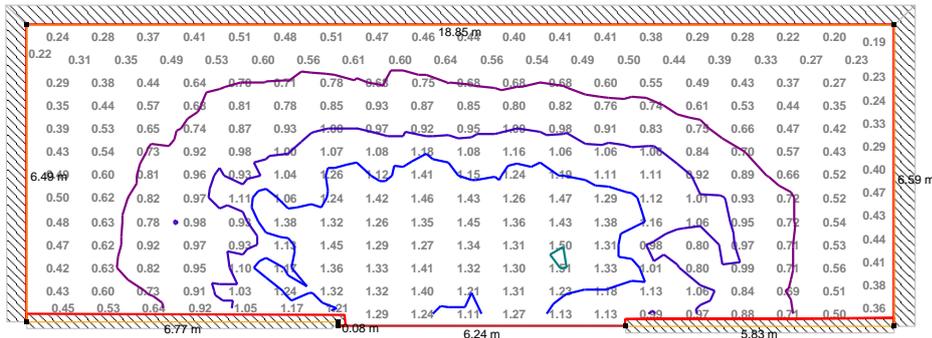
Plan du RDC



Hypothèses d'études

Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	7 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	40 %
Surfaces vitrées	Toiture	9 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Aluminium à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	85 %

Résultats



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----

FLJ Mini	FLJ Moyen	FLJ max	FLJ mini/FLJ moyen
0.13	0.88	1.71	0.14

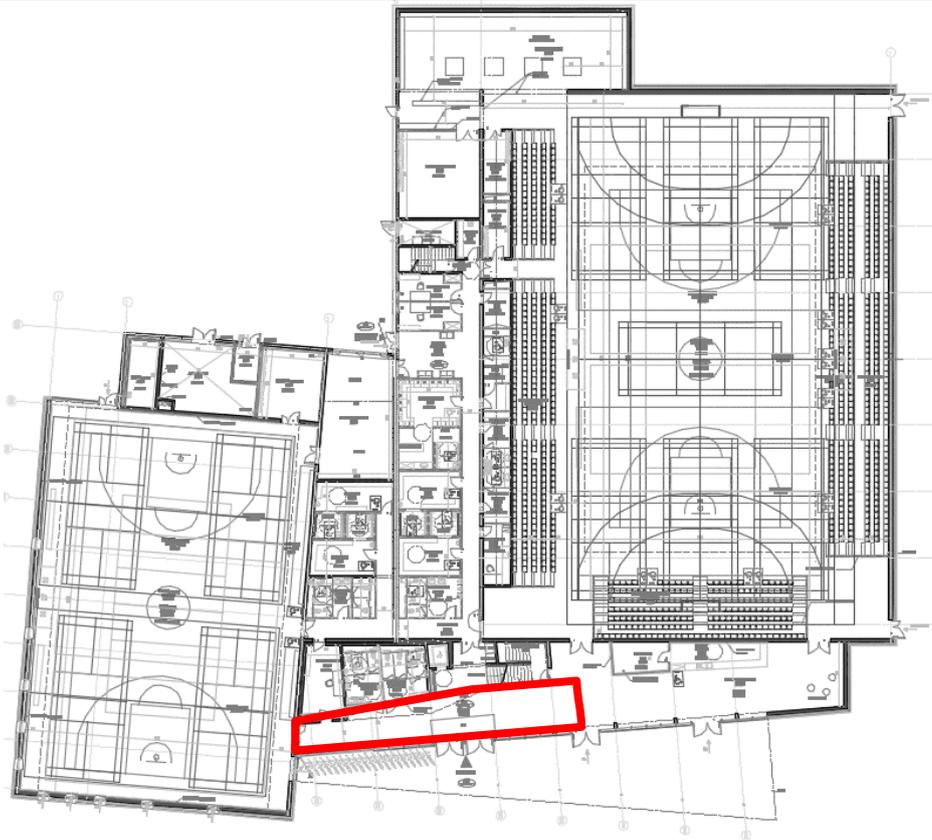
Résultats : FLJ >= 1.5 sur 8.3 % surface

Les lanterneaux ajoutés en toiture permettent d'offrir à la salle d'escalade un apport d'éclairage naturel. Cependant compte tenu de la hauteur sous plafond importante du local, l'apport lumineux reste limité. Il faut cependant considéré que le calcul est effectué sur un plan de travail à 0,7 m alors que les utilisateurs se déplaceront sur toute la hauteur du mur qui sera mieux éclairé en partie supérieure.

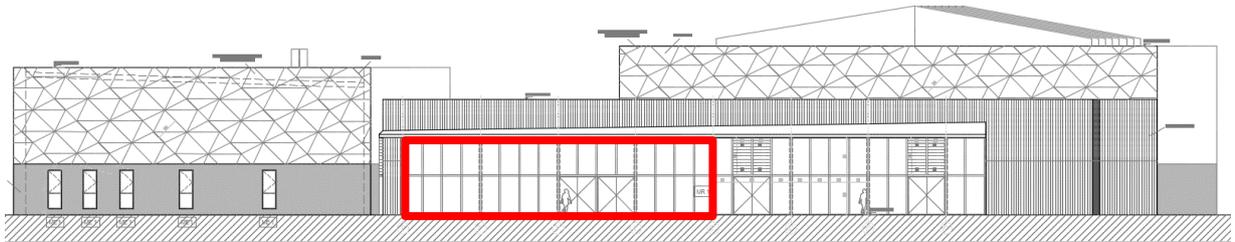
Aucune exigence n'est spécifiée dans le programme concernant ce local, dans le cas où ces résultats **sont estimés insatisfaisants par la maîtrise d'ouvrage un redimensionnement des lanterneaux sera nécessaire.**

11.2.9 HALL

Plan du RDC



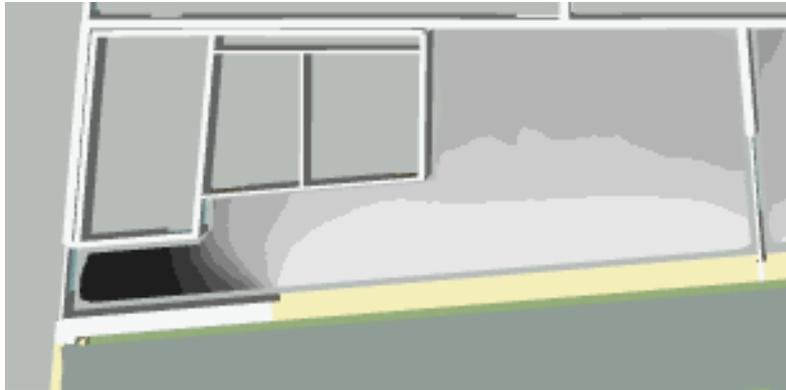
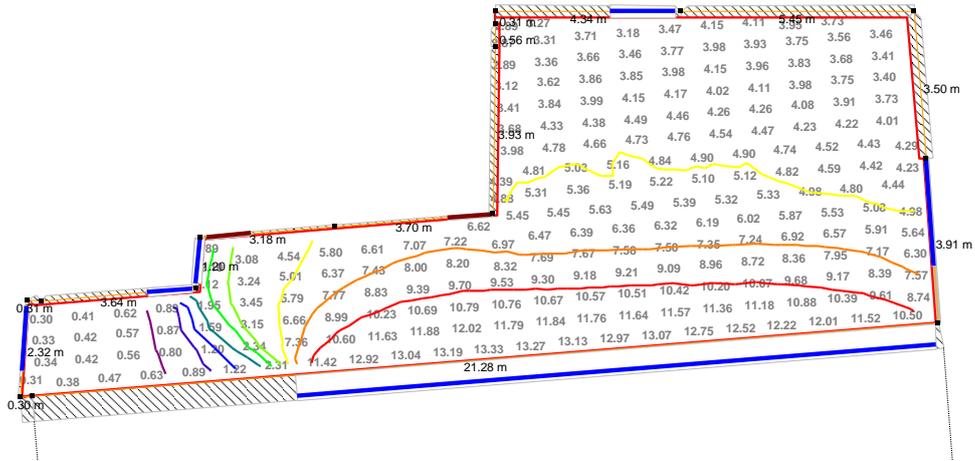
Façade SUD



Hypothèses d'études

Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	5 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Façade Nord	75 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Bois à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	85 %

Résultats



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
-----------------------------------	-------------	-----------	-------------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------	------------

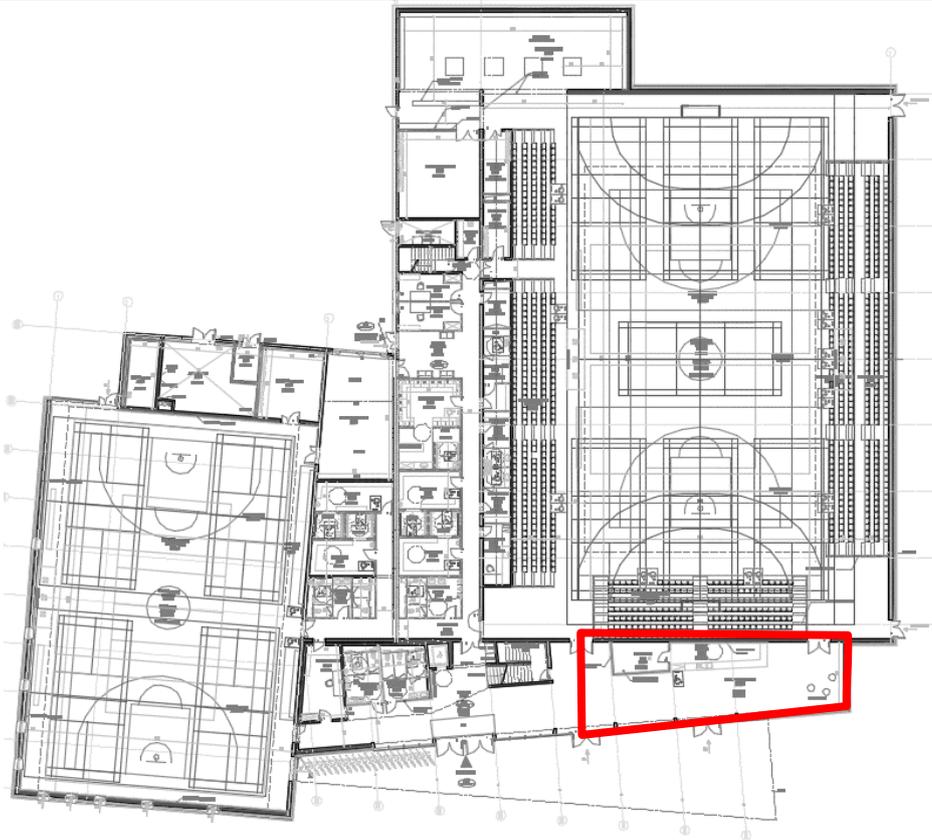
<u>FLJ Mini</u>	<u>FLJ Moyen</u>	<u>FLJ max</u>	<u>FLJ mini/FLJ moyen</u>
0.28	5.93	13.37	0.05

Résultats : FLJ >= 1 sur 92.6 % surface

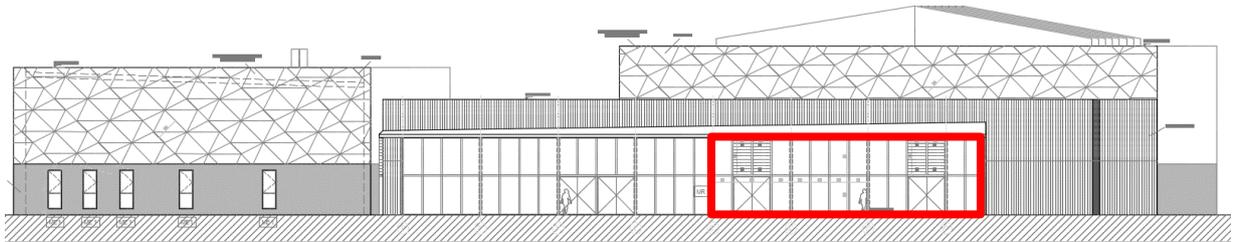
L'objectif du programme est atteint.

11.2.10 ESPACE CONVIVALITE

Plan du RDC



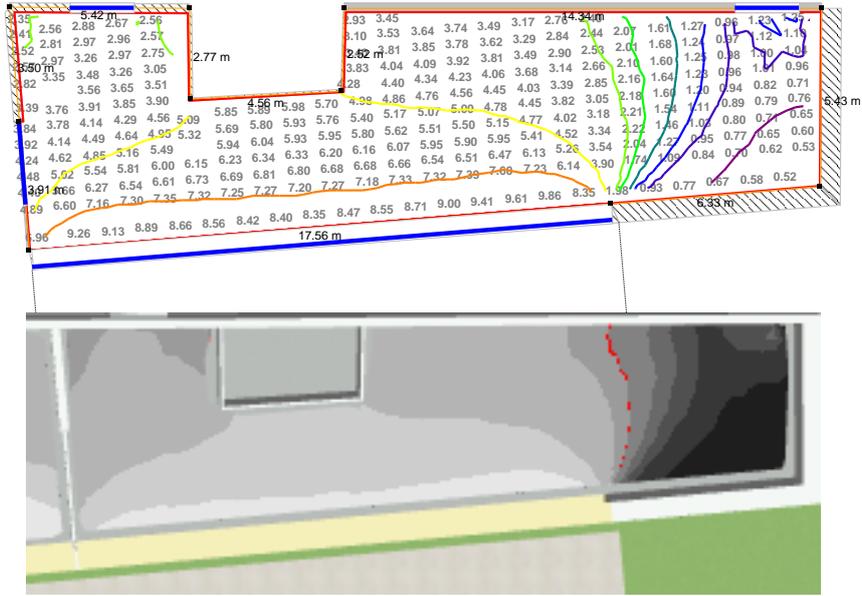
Façade SUD



Hypothèses d'études

Caractéristiques du local	Hauteur moyenne sous plafond	5 m
	Degré de réflexion sol/mur/plafond	40%/50%/80%
Caractéristiques Vitrage	Type	Double vitrage
	Transmission lumineuse	70 %
Surfaces vitrées	Façade Nord	88 m ²
Caractéristiques Menuiserie	Type	Bois à RPT
	% de vitrage dans l'ouverture	85 %

Résultats



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----

<u>FLJ Mini</u>	<u>FLJ Moyen</u>	<u>FLJ max</u>	<u>FLJ mini/FLJ moyen</u>
0.48	4.27	9.86	0.11

Résultats : FLJ >= 1 sur 88.4 % surface

L'objectif du programme est atteint.

12. CONFORT OLFACTIF ET QUALITE SANITAIRE DE L'AIR

La ventilation **double flux** permet de garantir un renouvellement d'air hygiénique conforme à minima à la réglementation voire même plus élevé dans certains locaux (convivialité, musculation...). Une **programmation sur la GTC** et des **sondes de CO₂** permettent d'adapter les débits de ventilation à l'occupation. Un débit minimum sera prévu dans les vestiaires.

Afin d'améliorer la Qualité de l'Air Intérieur, des **revêtements intérieurs peu émetteurs de Composés Organiques Volatils (COV)** sont privilégiés. Une analyse comparative des Fiches de Données Environnementales et Sanitaires des revêtements intérieurs sera réalisée en études.

13. QUALITE SANITAIRE DES ESPACES

Tout est mis en œuvre pour **faciliter le nettoyage des espaces et éviter l'apparition de bactéries** comme par exemple la mise en œuvre de remontées de sol en plinthe ou de plinthes à gorge. Les locaux à pollution spécifique comme les vestiaires, sanitaires, locaux ménage et déchets sont équipés de **revêtements de sol, murs et plafond lessivables** faciles à nettoyer et d'une **ventilation spécifique adaptée**.

Le système constructif adopté réduit les ponts thermiques structurels. Associé à des vitrages performants à faible émissivité, l'enveloppe du bâti est conçue pour **éviter toute condensation**. Le développement de moisissures est maîtrisé grâce au système de ventilation double flux, qui permet un renouvellement d'air important, en particulier dans les locaux humides.

14. QUALITE SANITAIRE DE L'EAU

L'objectif majeur de cette cible est la **lutte contre le développement des légionnelles** :

- la conception du réseau de distribution permettra de limiter les bras morts ;
- l'eau sera stockée à 60°C et le retour de bouclage se fera à 55°C minimum ;
- des chocs thermiques à 70°C seront programmés depuis la GTC.

Le circuit d'ECS du bâtiment sera également équipé d'un **adoucisseur** qui permettra de faciliter l'entretien des canalisations et d'augmenter la durée de vie des équipements techniques en limitant la formation de calcaire.