GYMNASE DU LYCEE CISSON

83056 TOULON

MAITRISE D'OUVRAGE	**REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR** 27, Place Jules Guesde	Tel : Fax : Mail :	
MAITRISE D'OUVRAGE	**AREA REGION SUD** 29 Bd Charles Nedelec CS90250	Tel : Fax : Mail :	
ARCHITECTE MANDATAIRE	**SARL D'ARCHITECTES BOYER - GIBAUD / PERCHERON / ASSUS** 36, Avenue de Lodève	Tel : Fax : Mail :	04.67.41.49.40 04.67.04.12.75 agence@bpa.archi
BET PLURIDSCIPLINAIRE	**P3G INGENIERIE** 471, rue Charles Nungesser - Mas des Cavaliers II 34130 MAUGUIO	Tel : Fax : Mail :	04.99.13.67.80 04.99.13.67.81 contact@p3g.fr
BET VRD	**EPSILON** BP4 – 14 rue Gustave EIFFEL 34570 PIGNAN	Tel : Fax : Mail :	04.67.47.06.60
BETACOUSTIQUE	**GUI JOURDAN** 57 Bis Boulevard des Arceaux 34000 MONTPELLIER	Tel : Fax : Mail :	04.67.58.11.32 guijourdan@wanadoo.fr
BET ESSP	**SOLUTIONS CONSEILS** 18, Avenue Hergé B51 77700 CHESSY	Tel : Fax : Mail :	01.60.43.98.08
BET LOI SUR L'EAU	**SETIS** 20, rue Paul Helbronner 38100 GRENOBLE	Tel : Fax : Mail :	04.76.23.31.36
BET PAYSAGE	**E.GUILLEMET PAYSAGE** 154, Bd Charpenel 13300 Salon de Provence	Tel : Fax : Mail :	06.08.36.60.17
BET QEB	**AUBAINE** 30 Traverse des Cèdres 34150 GIGNAC	Tel : Fax : Mail :	04.67.29.87.64 aubaine@be-aubaine.fr
OPC	**MAC BTP** Résidence les 2 moulins, bât G 13190 ALLAUCH	Tel : Fax : Mail :	07.84.43.57.89
BUREAU DE CONTROLE		Tel : Fax : Mail :	
COORDINATION SPS		Tel : Fax : Mail :	

Phase :	Désignation :
APD	**NOTE QUALITE ENVIRONNEMENTALE**

A	U	B	A	I	N	E							A	P	D														3
Emetteur							N° Affaire						Phase			N° Lot			Nom du lot				Nom du doc.					Ind.	

Modifications :				
Date	Indice	Objet	Rédaction	
06/10/2022	1	Diffusion initiale APS	Aubaine-DC	
25/11/2022	2	Reprise descriptif isolant APS	Aubaine-DC	
24/02/2023	3	APD	Aubaine-DC	

0. Préambule

Le programme exprime le souhait du Maître d'Ouvrage d'inscrire la construction du gymnase au lycée Cisson de Toulon dans une démarche performancielle « Energétique et Environnementale » forte. Ainsi, les choix proposés par notre équipe, développés ci-après, permettent de répondre à l'ensemble des exigences et de faire de ce projet un modèle d'exemplarité.

Concernant l'empreinte énergétique, nous proposons de base une méthodologie et un ensemble de matériaux biosourcés réduisant l'impact énergétique. Les usagers seront intégrés suivant les souhaits de la Maîtrise d'Ouvrage. L'innovation est au cœur de nos réflexions sur les projets et nous inscrivons celui-ci dans cette continuité de progrès successifs. La construction du gymnase se fera notamment par le biais d'une maquette numérique BIM.

Nous avons identifié 5 grands enjeux environnementaux pour ce projet. La présente note complète et synthétise notre approche en ce qui concerne la Qualité Environnementale et la Performance Énergétique. Le tableau ci-dessous liste les 5 objectifs identifiés et décrit brièvement les réponses apportées, permettant ainsi au lecteur d'apprécier rapidement nos intentions :

Enjeux	Réponses
1.Implantation	Profitant de la déclivité du site du Nord vers le Sud, nous avons implanté le bâtiment « bio climatiquement » (Nord - Sud) afin de bénéficier des apports solaires tout en veillant au bon dimensionnement des protections solaires pour la période estivale. La compacité du projet et son orientation ont été un point fort dans la composition générale. Un ensemble favorisant les apports solaires et une distribution simple et hiérarchisée offrant de beaux espaces autant intérieurs qu'extérieurs.
2.Confort d'usage	La fonctionnalité du projet détermine en premier lieu le confort d'usage du bâtiment (réponse architecturale). Ensuite, nous avons travaillé sur l'apport d'éclairage naturel, sur l'approche acoustique (absorbant acoustique, ...) et le confort thermique (isolation et déphasage, protections solaires, …). De plus, la ventilation est pensée pour répondre aux exigences de ventilation ainsi qu'aux problématiques de qualité de l'air (radon).
3.Renouvelable	Nous proposons la mise en place d'une production solaire photovoltaïque de 60 kWc (375 m²) en autoconsommation et injection du surplus de production. Cette dernière permet d'atteindre le niveau BEPOS E4.
4.Performance	Outre les performances des systèmes techniques, nous mettrons l'accent sur la maintenance et la préparation à une réception avec un fonctionnement optimal.
5.Bio-sourcé	Notre projet est pensé pour répondre à minima au niveau 1 du label bâtiment biosourcés soit 18 kg/m² SDP selon l'arrêté du 19/12/2012. En particulier, nous avons veillé à bien considérer le bon isolant en fonction des contraintes et de l'objectif recherché. On citera en particulier, le recours à des matériaux biosourcés (Ossature bois, isolants biosourcés, charpente bois, …), le béton bas carbone. Notre objectif est de mettre le bon matériau au bon endroit.

1. Préservation du patrimoine naturel

Notre projet des espaces extérieurs consiste en une réutilisation des composantes du paysage local (garrigue, arbres évoquant le Mont Faron…), garants d'une parfaite intégration du complexe sportif dans son environnement. L'ensemble des arbres et espèces végétales qui seront plantés seront d'origine méditerranéenne. L'utilisation d'espèces endémiques permet de minimiser les arrosages et entretiens, de favoriser de belle pousse et de garantir la stabilité d'un jardin tout le long de l'année. C'est également un bon moyen de maintenir notre écosystème et de répondre à un besoin de contact avec la nature. La réintroduction d'une large palette végétale sur un terrain aujourd'hui asséché est important afin de favoriser la biodiversité en accueillant oiseaux et insectes qui participe à l'ambiance des lieux.

2. Gestion durable du bâtiment

Notre équipe sera très attentive aux objectifs environnementaux et veillera, en complémentarité totale avec l'équipe de la maîtrise d'ouvrage :

- ✓ A assurer un management environnemental de l'opération tout au long du projet,
- ✓ A optimiser la conception Environnementale & Énergétique dans son ensemble, c'est à dire corréler Architecture, Fonctionnalité et Qualité Environnementale,
- ✓ A la bonne mise en œuvre des matériaux et des systèmes (performance et programmation) assurant la Qualité Environnementale et la Performance Énergétique lors de la réalisation du projet.

En phase PRO, une estimation des consommations énergétiques (via STD), de la production photovoltaïque ainsi que des consommations en eau, sera réalisée. En fonction des hypothèses de la Maîtrise d'Ouvrage (occupation, habitude de maintenance, réhabilitation tous les 25 ans, …) et de nos propositions (choix techniques et constructifs, proposition de fonctionnement, …), différentes variantes seront évaluées sur un tableur reprenant les coûts de fonctionnement et de maintenance pour chaque élément technique et par lot. En détail, les coûts seront évalués année par année avec une dérive du prix de l'énergie, de l'eau et suivant inflation. En particulier les coûts de maintenance peuvent être détaillés en numéraire ou en heure suivant que le travail est réalisé par une entreprise ou par les services techniques. Le tableur permettra donc d'avoir suivant les choix, la recherche du coût global optimum et les arbitrages nécessaires.

3. CHOIX DES PROCÉDÉS ET MATÉRIAUX

Au travers du programme, le maître d'ouvrage met fortement l'accent sur ses exigences environnementales, notamment via la volonté de s'inscrire dans un respect des exigences du niveau E3C1. Le respect du niveau C1 est conditionné par le choix des matériaux, qui a été guidé par 3 axes principaux :

- ✓ La limitation de l'impact carbone,
- ✓ Leur pérennité
- ✓ Leur facilité d'entretien.

a) Choix de matériaux à faible impact environnemental

Le RDC est en béton et le R+1 est en structure bois. Nous prévoyons de recourir à des bétons bas Carbone (Vertua, Lafarge 360, formulation avec de l'Ecocem) suivant les contraintes techniques et visuelles (en attente études structures). Notre objectif est d'observer à minima une diminution d'au moins 30% de l'impact carbone par rapport à une solution béton standard (laitier de hauts fourneaux, granulats recyclés, …).

Les parties bétons seront isolées en ITI en coton recyclé Métisse RT. Les structures en ossature bois seront également isolées en coton recyclé Métisse RT entre montant et complément en laine de roche localement (6 cm)

Les toitures seront en charpente bois complétées par des bacs aciers microperforés isolés avec 15 + 9 cm de laine de roche pour le traitement acoustique et la mise en œuvre des panneaux photovoltaïques (pas d'avis technique pour des isolants biosourcés avec du panneaux PV en toiture).

Les contraintes radon et géotechniques nous imposent la mise en œuvre d'une membrane mixte anti-radon et faisant également office de barrière anti-termite.

Nous reprenons ci-dessous les principales compositions des parois (voir détail sur la note RT) :

Mur béton type 1

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Béton	25	2	0.12
Métisse	5	0.039	1.28
Métisse	14	0.039	3.59
Laine de roche	6	0.036	1.67
BA13	1.3	0.25	0.05

Mur béton type 1a

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Béton	25	2	0.12
Métisse	14	0.039	3.59
BA13	1.3	0.25	0.05

Mur béton type 1b

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Pierre Massive	15	2.109	0.07
Béton	20	2	0.12
Métisse	14	0.039	3.59
Laine de roche	6	0.036	1.67
BA13	1.3	0.25	0.05

Mur Ossature bois type 2

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Fermacell	1.5	0.36	0.04
Métisse	20	0.038	5.12
OSB	1.8	0.13	0.14
Laine de roche	6	0.036	1.67
BA13	1.3	0.25	0.05

Mur Ossature bois type 2a

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Fermacell	1.5	0.36	0.04
Métisse	14	0.039	5.12
OSB	1.8	0.13	0.14

Plancher bas sur terre-plein

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Béton	15	1.65	0.09
Isolant TH 34	12	0.034	3.53
Chape liquide	5	2.5	0.02

Toiture

Désignation	Epaisseur en cm	Lambda en W/m.°C	Résistance en m².°C/W
Bac acier	0.8	50	0
Laine de Roche	15	0.038	3.95
Laine de Roche	9	0.038	2.37

On considère également le polycarbonate type Danpatherm K7 :

- ✓ Coefficient de transmission thermique Ug = 1.3 W/m². K
- ✓ Facteur solaire : Fs = 0.4
- ✓ Transmission Lumineuse : Tl = 0.35

b) Le matériau bois

Le bois est un matériau renouvelable, durable et performant structurellement. Il s'adapte très bien à de nombreuses typologies de projets, où il permet d'apporter des réponses pertinentes en termes d'utilisation et de mise en valeur de locaux, et du confort qu'ils peuvent offrir.

Il permet en outre une construction en filière sèche, et offre des possibilités de préfabrication (murs à ossature bois, structures de charpente), permettant d'une part une meilleure qualité de réalisation (précision, finition, etc.) et des temps de montage optimisés, et d'autre part une réduction des durées et des nuisances de chantier. Les éléments de second-œuvre peuvent également s'enchaîner rapidement car il n'y a pas de délais de séchage sur les structures réalisées.

La qualité de conception, la réflexion sur les détails constructifs et le soin apporté à l'exécution sont gage d'une très bonne durabilité et permettent de conférer une grande pérennité aux ouvrages bois, qu'il s'agisse des structures principales ou des éléments de parement.

Pour tous les bois utilisés pour la réalisation du projet, il sera demandé un certificat PEFC ou FSC, prouvant qu'ils sont issus de forêts gérées durablement. Il pourra également être mis l'accent sur le fait de privilégier des filières d'approvisionnement locales ou nationales (difficultés pour le Bois Lamellé Collé). Cette action contribue à l'exploitation des massifs forestiers français et permet de réduire notablement les impacts liés aux transports (parfois très longs) des matières premières.

Les bois lamellés-collés (Sapin ou Épicéa) devront faire l'objet d'une certification de type Acerbois-Glulam ou autre certification européenne équivalente.

Les épines et l'ossature toiture seront en Bois Lamellé collé. Le bardage en bois local du type Douglas sera traité en usine avec une finition saturateur. La finition avec un saturateur semi-transparent pénètre et nourrit le bois en profondeur et limite les évolutions de teintes dans le temps. Il protège également la surface tout en laissant transparaître le veinage du bois.

c) Réduction optimale d'énergie grise et d'émissions de CO_2

L'ensemble est pensé pour satisfaire la complémentarité / dualité Énergie – Carbone, tout en préservant la pérennité pour un bâtiment ayant une forte sollicitation. Le gymnase est couvert de 60 kWc de photovoltaïque. Le projet intègre différents produits et procédés innovants, notamment en raison de la pertinence de la solution technique qu'ils apportent. Nos choix sont guidés suivant le meilleur compromis avec l'objectif de limiter l'énergie grise du bâtiment cependant les contraintes réglementaires / techniques / assurabilités / avis du bureau de contrôle sont déterminants pour la mise en œuvre de matériaux non conventionnels.
Les matériaux sont également choisis pour répondre aux différentes thématiques telles que le confort visuel (en veillant aux risques d'éblouissement), thermique (isolation et déphasage) et acoustique.

Nous avons évalué sommairement en APD (attente études Structure) les quantités de matériaux biosourcés sur le projet :

	Surface
SDP Gymnase :	**1 967 m²**

Label biosourcé	kg/m² SDP
Niveau 1	18
Niveau 2	24
Niveau 3	36

	Volume	Densité	% biosourcé	kg/m² SDP
Poutrelles lamellé-collé :	**167 m³**	**450 kg/m³**	**100%**	**38,2**
Ossature bois massif	**22 m³**	**450 kg/m³**	**100%**	**5,0**
Doublages thermiques Metisse RDC	**156,5 m³**	**25 kg/m³**	**100%**	**2,0**
Doublages thermiques Metisse R+1	**47,7 m³**	**25 kg/m³**	**100%**	**0,6**
Bardage extérieur	**5,8 m³**	**450 kg/m³**	**100%**	**1,3**
Portes bois	**3,4 m³**	**450 kg/m³**	**100%**	**0,8**
			Total biosourcé	**47,9 kg/m² SDP**

Avec toutes les précautions nécessaires au stade APD, le bâtiment répond aisément au niveau 1 du label biosourcé.

d) Optimisation des besoins d'entretien et de maintenance

La production de chauffage et les centrales de ventilation seront implantées dans des locaux techniques dédiés par usage. Ces locaux sont prévus au RDC et facilement accessibles sans perturber les flux des utilisateurs du bâtiment. Ils sont dimensionnés pour permettre aisément les opérations de maintenance.
La production d'eau chaude sanitaire sera assurée par des ballons électriques décentralisés (sous réserve d'atteinte des objectifs de performance énergétique et réglementaires). Ils seront situés en faux plafond ou dans des placards dédiés.
A noter qu'il n'est prévu aucun élément technique en toiture à l'exception des panneaux photovoltaïques. L'ensemble des toitures sont équipées de garde-corps intégrés à l'architecture assurant la protection des personnes en charge de la maintenance. Enfin, un accès a été prévu dans la grande salle pour l'acheminement d'une nacelle. Nous avons également un terre-plein circulable autour du gymnase pour nettoyage des façades le cas échéant.

4. CHANTIERS À FAIBLE NUISANCE

Le choix se porte vers une mixité de matériaux pour répondre au mieux aux usages différenciés des espaces, à la modularité des ouvrages, à leur durabilité et à la minimisation de l'impact environnemental de la construction. Le recours à des matériaux biosourcés limitera d'une part les impacts de la construction mais également les déchets de chantier. En ce sens nous serons très attentifs à la mise en œuvre, au processus fabrication, livraison, stockage afin de limiter l'impact constructif du bâtiment.
Un SOGED ou plan de gestion des déchets sera demandé à l'entreprise de Gros Œuvre avec la responsabilité du compte prorata et du prestataire déchets communs et unique à tous les lots.
La Maîtrise d'Œuvre s'engage à faire respecter la charte avec un contrôle à chaque réunion hebdomadaire de chantier, un tableau de suivi de la charte de chantier à faibles nuisances sera réalisé. La personne chargée de la coordination environnementale se rendra mensuellement sur le chantier afin de :

- ✓ Veiller à ce que les arbitrages réalisés en phase travaux ne nuisent pas à la Qualité Environnementale et la Performance Énergétique du bâtiment,
- ✓ Suivre les Bordereaux de Suivi des Déchets,
- ✓ Vérifier les relevés de consommations électriques et d'eau du chantier,
- ✓ Participer à la réalisation des visas des éléments et matériaux ayant attrait à la Qualité Environnementale et Performance du bâtiment (menuiseries, isolants, systèmes techniques…).

Concernant la gestion de chantier, nous exigerons la mise en place d'un chantier à faibles nuisances (liste non exhaustive) :

- ✓ Limitation des volumes de déchets produits, gestion des déchets, valorisation des déchets,
- ✓ Propreté du chantier et fermeture par une clôture,
- ✓ Diminution des pollutions (décantation laitances, huile décoffrage végétale, kit de dépollution…),
- ✓ Diminution des nuisances trafic (décrottage roues des camions, organisation des livraisons…),
- ✓ Diminution des nuisances acoustiques (coffrages vissés, dispositifs anti-vibratiles outils…),
- ✓ Relevés hebdomadaires consommation eau et électricité.

5. MAÎTRISE ET GESTION DE L'ÉNERGIE

a) Approche bioclimatique

Comme évoqué plus haut, nous avons travaillé sur une éco-conception à l'échelle du plan masse. Le premier de nos objectifs est donc une conception exemplaire du bâtiment et de son orientation limitant au maximum les déperditions et favorisant ou non suivant la saison les apports solaires. Le nouveau gymnase est extrêmement compact, limitant la surface des parois déperditives. De plus, chaque local a été pensé pour profiter avantageusement des apports naturels disponibles (lumière, ventilation) et se protéger des éléments climatiques défavorables (pluie, surchauffe). Au-delà de cette première approche bioclimatique, nous avons travaillé la qualité de l'enveloppe afin de limiter les besoins et nous avons choisi des systèmes techniques performants.

b) Élimination optimale des déperditions

Afin de satisfaire la maîtrise énergétique et le confort d'été, l'isolation, l'étanchéité à l'air et les ponts thermiques seront maîtrisés. Le choix de l'isolation thermique doit permettre de limiter au maximum les ponts thermiques sur le projet dont le traitement fera l'objet d'un soin particulier.
Nous serons très attentifs aux performances des systèmes techniques afin de limiter les consommations énergétiques. Pour cela, nous avons mis en œuvre, une isolation adaptée permettant également un déphasage

suffisant. Nous viserons notamment d'atteindre un $Q_{4Pa\text{-}surf}$ < 1 $m^3/h.m^2$, sachant que cette performance dépendra fortement du niveau d'engagement et de la volonté de chacun des intervenants du projet MOE/MO envers et/ou avec les entreprises.

c) Recherche d'une étanchéité à l'air performante

La maîtrise de l'étanchéité à l'air nécessite tout d'abord une bonne conception. En effet, nous devons aborder chaque point particulier du bâtiment (passage de réseau, pourtour menuiserie, interface mur et toiture, …) et être en mesure de décrire comment doit être gérée l'étanchéité à l'air (scotch, membrane, joint polymère, mousse, EPDM, …) en ces points. Par conséquent, nous nous attacherons à fournir des DCE (exemple ci-contre) avec des plans de détails donnant la marche à suivre. En chantier, il conviendra de réaliser un ensemble de test (à minima 2, un intermédiaire et un avant réception), à définir suivant les études de conception afin de vérifier la bonne mise en œuvre. A titre d'exemple, il est parfois opportun de réaliser un test supplémentaire à la pose de la première menuiserie pour valider la méthode de pose. Ainsi, en cas de défaillance, une seule menuiserie sera à reprendre.

Concernant les réseaux (classe B avec joints), nous appliquerons la même rigueur que précédemment. L'expérience montre qu'un « masticage et un scotchage soigné » de toutes les jonctions permet d'obtenir de bons résultats (en sus du choix d'un bon matériel). Les mesures en chantier doivent se faire au moment où une grande majorité des réseaux ventilations est encore accessible.

Les systèmes techniques seront le plus performants possibles dans le sens du deuxième pilier de la démarche Negawatt (sobriété, efficacité, renouvelable).

d) Recours aux énergies durables et à des techniques pertinentes

La production de chauffage sera réalisée par une pompe à chaleur. Cette technologie est considérée comme renouvelable dans la mesure où elle valorise les calories naturellement présentes dans l'air ambiant. De plus, alimentée par une source électrique, la pompe à chaleur est un mode de production faiblement carboné. La distribution est réalisée par pompes simples dédoublées avec une régulation en fonction de la température extérieure.

Nous avons prévu de traiter l'ambiance de la salle Multisports, de la salle de Musculation et de la Salle Sportive avec des panneaux rayonnants.

La ventilation est faite par caisson d'insufflation pour palier à la présence de radon sur site. Les caissons seront équipés de batterie à eau chaude pour préchauffer l'air extérieur avant soufflage et ne pas générer d'inconfort. Les sorties d'air sont placées judicieusement pour réaliser un balayage simple et efficace. Les systèmes de ventilation seront programmés sur horloge pour limiter le fonctionnement hors occupation. La ventilation sera remise en service 1h avant l'arrivée des occupants afin de balayer la pollution éventuelle accumulée pendant l'inoccupation.

La Production d'eau chaude sanitaire est dissociée de la production de chauffage et décentralisée (sous réserve d'atteinte des objectifs énergétiques). Des ballons ECS électriques seront placés au plus proche des points de puisage afin de ne pas boucler le réseau sanitaire.

Il convient ensuite, après avoir minimisé toutes les consommations énergétiques (et l'énergie grise du bâtiment) de les couvrir via l'installation de panneaux photovoltaïques. Nous envisageons la mise en place d'un champ de 60 kWc, soit une surface de 375 m², pour revente. Cette puissance installée correspond au dimensionnement d'une couverture des besoins à hauteur de 30 Wc/m² SDP (SDP +/- 1 967 m²). A noter qu'environ 1 000 m² de toiture sont disponible pour mise en place de photovoltaïque. En l'état notre projet atteint le niveau E4 :

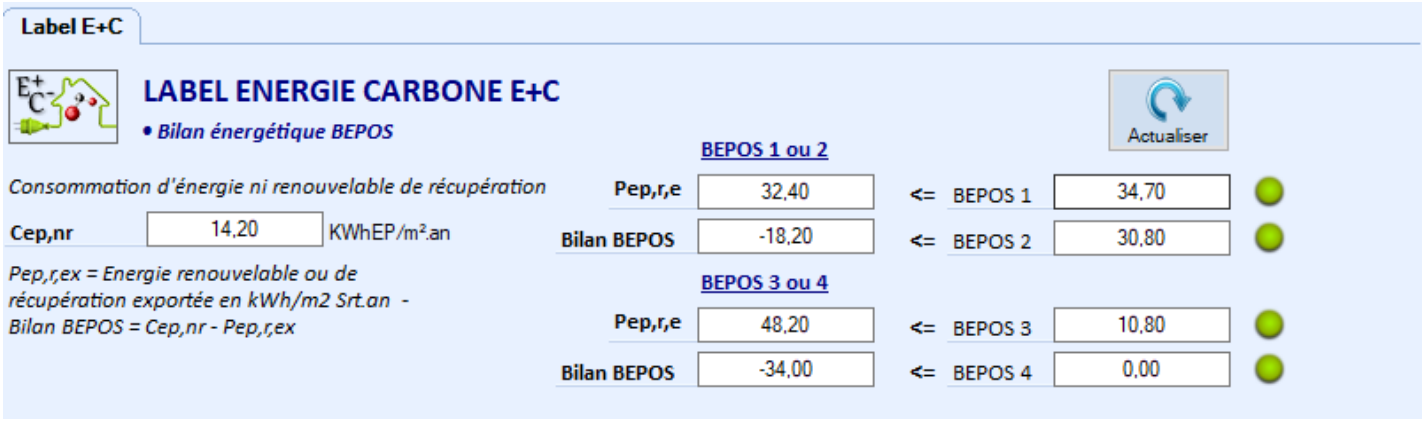


Figure : Extrait Etude Réglementation Thermique du projet

Pour mémoire, les dénominations E3 et E4 étaient propres à l'expérimentation E+C- et cela n'a pas été retenu en ces termes sur la RE2020. Ce dimensionnement est réalisé dans le cadre d'une autoconsommation de la production électrique avec revente du surplus le cas échéant (période creuse).
Il peut être opportun d'utiliser une plus grande partie de la toiture à des fins de production énergétique soit avec plan d'investissement adéquat ou bien avec le recours d'un opérateur tiers investisseur. Notre proposition permettrait la mise en œuvre d'une toiture photovoltaïque plus conséquente : près de 1 000 m² en tout dont 375 m² intégrés dans notre proposition de base.

e) Utilisation de matériels économes

L'éclairage naturel de la salle multisports sera complété par des projecteur LED robustes, résistants aux chocs des balles, d'une efficacité lumineuse de 170 lm/w pour le terrain multisports. Un éclairage ponctuel viendra compléter le dispositif pour la structure d'escalade.
L'éclairage des autres locaux sera assuré par des sources LED, d'une efficacité lumineuse minimale de 109 lm/w. Les exigences formulées dans le tableau récapitulatif des performances du programme seront respectées, et notamment les niveaux d'éclairement, l'uniformité, l'UGR max, le Pmax.
L'éclairage de sécurité d'évacuation et d'ambiance sera conforme à la réglementation en vigueur. Une protection mécanique robuste des appareils sera choisie suivant leurs localisations, par exemple des BAES de type SATI, débrochable, positionnés en applique (drapeau & encastré proscrits).
Afin de réduire les consommations électriques, notamment celles de l'éclairage, nous favoriserons les systèmes de commande autonome temporisés pour chaque local, conformément au tableau récapitulatif des performances.

f) Suivi de la performance énergétique

L'ensemble des consommations énergétiques seront comptabilisées par des compteurs communicants. Il sera vu en cours d'études quel report d'information est le plus adéquat à l'exploitation pour la Maîtrise d'Ouvrage.
Le chauffage des trois salles sera assuré par panneaux rayonnants et batteries chaudes.

6. MAÎTRISE ET GESTION DE L'EAU

La gestion de l'eau est un sujet prépondérant. Nous proposons des solutions sur ces différentes cibles :

- ✓ A l'échelle urbaine : la compacité de notre bâtiment limite dans un premier temps l'emprise au sol de la construction et donc le besoin en rétention. Les revêtements imperméables des espaces extérieurs ont par ailleurs été drastiquement limités.
- ✓ A l'échelle de l'usager : les consommations seront réduite grâce au choix de matériels performants et économes.
- ✓ A l'échelle de l'exploitant : l'ensemble des consommations énergétiques seront comptabilisées par des compteurs et les opérations de maintenance seront facilitées afin de détecter d'éventuels défauts de fonctionnement et de suivre toute dérive de consommation.

Outre la mise en place de systèmes hydro économes (aérateurs auto régulés et chasse d'eau 2 positions), nous avons privilégié la gestion de l'eau de pluie à la parcelle et la perméabilité du site. Notamment le terrain multisport (1 260 m²) est en enrobé drainant (voir note de gestion des eaux pluviales).

L'accent sera mis sur la facilité de maintenance des appareils sanitaires et des robinetteries avec notamment des trappes d'accès aux appareils largement dimensionnées et des équipements simples d'usage. Toutes les robinetteries seront certifiées NF, temporisées, et adaptées aux collectivités.

7. PÉRENNITÉ, ENTRETIEN MAINTENANCE

Tous nos choix seront dictés par une analyse en coût global à travers des outils développés en interne. Les choix retenus répondront à une approche en coût global (économiques à l'usage, robustes, adaptés à l'usage et évolutifs) :

- ✓ Un système d'émission de chauffage avec une simplicité d'entretien et de modularité,
- ✓ Un local technique bien dimensionné accessible (facilité de maintenance),
- ✓ Un nettoyage facile de la totalité des ouvertures ou l'absence de besoin en nettoyage (polycarbonate),
- ✓ La pose de luminaires standards (leds essentiellement)
- ✓ Pas de zones mortes difficiles à nettoyer,
- ✓ Présence d'un cheminement circulable avec une nacelle autour du bâtiment,
- ✓ Peu de matériel technique CVC et l'ensemble est accessible,
- ✓ Hauteur des portes d'entrée parvis RDC de 2.4 m permettant de rentrer une nacelle.

Le choix des systèmes techniques, des produits et matériaux de construction et d'aménagement se fera en fonction de leur durabilité, de leurs qualités sanitaires et des usages

Nous veillerons pour la phase réalisation à recourir à des entreprises locales favorisant le développement local en accord avec la démarche de Qualité Environnementale.

Les appareils sanitaires sont en céramique et adaptés aux collectivités avec des robinetteries en acier inoxydable robuste et certifiées NF. Les locaux techniques dédiés sont accessibles depuis le RDC du bâtiment. Les vannes d'arrêt sont dans la mesure du possible accessibles à hauteur d'homme et non accessibles par les utilisateurs hors agents de maintenance. Les vestiaires et locaux techniques seront équipés de siphons de sol pour un lavage à grande eau. Au besoin un dérouleur et une centrale de dilution pourront être installés dans les vestiaires, disposés dans un placard accessible uniquement par le personnel d'entretien.

La mise en œuvre de la Maintenance et de l'Exploitation du site sera le fruit d'un travail régulier depuis les premières phases de conception jusqu'à la réception en collaboration avec les différents acteurs du projet. L'accompagnement important par la maîtrise d'œuvre demandé par le maître d'ouvrage permettra d'assurer un suivi du projet de sa conception jusqu'à l'exploitation et l'usage réel. Cette prise en compte continue permettra

de se mettre dans les meilleures dispositions pour atteindre les objectifs de maîtrise des coûts en coût global et notamment de la composante Exploitation / Maintenance.
Nos équipes seront mobilisées tout au cours du projet pour répondre aux demandes formulées par le Maître d'Ouvrage afin d'obtenir les résultats prévisionnels.

Phase conception :

L'analyse en coût global nécessite d'appréhender de nombreux éléments afin de définir le niveau de maintenance nécessaire au maintien des performances et de vérifier sa viabilité :

- ✓ Investissement initial,
- ✓ Pérennité de l'ouvrage et des activités (Durabilité, Flexibilité d'usage, …),
- ✓ Évaluation des contraintes de l'exploitation et de la maintenance,
- ✓ Analyse des moyens d'exploitation-maintenance par rapport aux moyens existants,
- ✓ Identification des coûts différés à prévoir sur l'ouvrage après exécution.

Ces éléments seront étudiés et réactualisé à chaque phase pour vérifier la cohérence globale en fonction des choix techniques et financiers.

Phase réalisation :

Dans cette phase, les différents paramètres nécessaires à la bonne exploitation du bâtiment seraient vérifiés et adaptés en fonction des contraintes de chantier ou modifications qui pourraient apparaître.

Phase pré-réception :

A ce stade, il est nécessaire de formaliser les contrats de service et la répartition des tâches afin que l'ensemble des contrats soient effectifs à la réception et que les différents intervenants soient formés.

Phase réception :

Lors de cette phase, les intervenants vont réellement prendre possession du bâtiment avec la participation aux formations techniques, la présentation du DUEM et plus largement du bâtiment.
En effet, c'est un moment qui nous parait opportun pour échanger directement avec les utilisateurs finaux et prestataires afin d'apporter les compléments d'information nécessaires.

Phase utilisation :

Lors de cette phase assistance dans le suivi de la mise en place de la maintenance et de l'exploitation, en vérifiant que le niveau de maintenance est respecté (prestations, traçabilité, reporting, …) et que l'exploitation générale corresponde aux prévisions.

8. CONFORT ET SANTÉ DURABLES

a) Confort thermique d'hiver et d'été

Le confort d'hiver sera assuré par une bonne isolation des parois et des menuiseries, l'absence d'entrée d'air non maîtrisé (simple flux en insufflation), le système de diffusion de chaleur et une parfaite maîtrise de l'étanchéité à l'air. Le confort d'été est obtenu grâce aux effets conjugués :

- ✓ De protections solaires efficaces (facteurs solaires et protections solaires adaptés à l'orientation),
- ✓ D'une ventilation naturelle traversante (un optimum d'ouverture est recherché)
- ✓ D'une valorisation de l'inertie du bâtiment (refend et plancher)

On évoquera également la possibilité de recourir à la ventilation mécanique nocturne en débit hygiénique si besoin pour renouveler une partie des frigories. Nous «jouerons» sur le déphasage des matériaux isolants pour limiter la montée en température du bâtiment aux heures critiques en période estivale.

Nous mettrons en œuvre des protections solaires adaptées :

- ✓ Brise-soleil fixes sur les vitrages Sud de la Salle Multisports et la Salle Sportive,
- ✓ Débord sur les parvis.

Notre approche est de bénéficier au maximum d'un chauffage passif l'hiver et surtout d'une protection optimale en demi-saison et période estivale, corréler aux conditions d'usages.

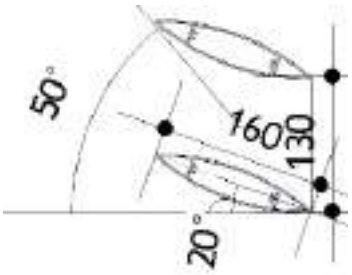
Les caractéristiques intrinsèques (Uw, Facteur solaire et Transmission lumineuse) des vitrages sont choisies en fonction de l'orientation de ces derniers (voir descriptif RT et STD).

La production d'eau chaude sanitaire est prévue (sous réserve d'atteinte des objectifs énergétiques) décentralisée et au plus proche des points de puisage pour échapper à la nécessité de bouclage sanitaire et de son éventuelle défaillance dans le temps.

La ventilation sera assurée sur les plateaux sportifs par des caissons d'insufflation avec un balayage simple NORD/SUD sera mis en œuvre pour garantir l'efficacité du renouvellement d'air.

b) Précisions Brise-soleil et Vitrages Sud

L'APD a fait l'objet de faire plusieurs hypothèses concernant à la fois les Brise-soleils et le vitrages Sud. Le choix retenu est un vitrage en Danpatherm K7 complété par des Brise-soleils fixes orientés à 20° offrant une protection solaire pour une incidence solaire au-dessus de 50° (voir STD et coupe ci-contre).



Cette inclinaison permet de bénéficier de meilleur apports solaires tout en assurant une protection optimale du 29 mars au 13 septembre (cas théorique d'une façade parfaitement Sud). Le danpatherm est un produit qui diffuse fortement la lumière, il n'y a donc pas de risque d'éblouissement ni de tache solaire, améliorant ainsi le confort de jeu. Son Facteur Solaire et sa Transmission lumineuse sont par conséquent plus faible qu'un vitrage standard. Nous avons procédé également à des essais avec des vitrages traditionnels ouvrants avec un film opale pour obtenir une diffusion de la lumière (Tl = 46 et Fs = 0.47).

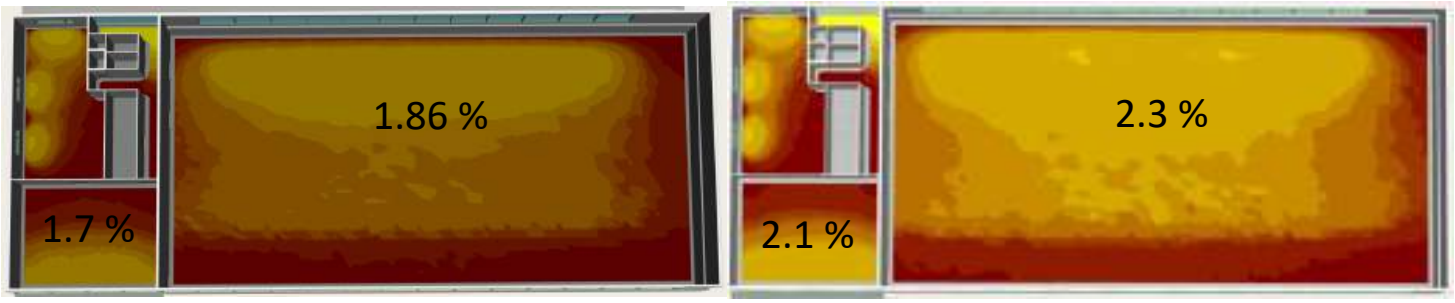


Figure : Images FLJ moyen : A gauche avec Danpatherm et droite avec vitrage

Le FLJ est amélioré avec un vitrage du fait d'une Transmission Lumineuse plus élevé. A noter que les surfaces vitrées sont les mêmes. A contrario le confort est légèrement impacté (moins d'une dizaine d'heures en plus voir STD) mais les consommations sont améliorées (gain de 1 MWh).

<u>Avantages vitrages ouvrants par rapport au Danpatherm :</u>

- ✓ Permet une diminution de la surface vitrée,
- ✓ Ouvrant permettant un nettoyage (nécessite une nacelle),
- ✓ FLJ amélioré ou possibilité d'optimiser (réduction surface),
- ✓ Possibilité d'avoir plus d'ouvrants dans la salle sportive.

Inconvénients vitrages ouvrants par rapport au Danpatherm :

- ✓ Tâches solaires et éblouissement possible,
- ✓ Maintenance des ouvrants,
- ✓ Nettoyage nécessaire,
- ✓ Plus impactant en énergie grise et carbone
- ✓ Prix plus élevé.

c) Plantation d'arbres en façade Sud

Trois arbres seront plantés devant la façade Sud améliorant significativement le confort en limitant l'ensoleillement direct. Ces arbres n'ont pas été pris en compte dans la STD. Il va de soi également qu'il y aura une période de « pousse » des arbres, l'image ci-dessous étant une projection à terme.

9. CONFORT VISUEL

Un travail a été fait sur l'éclairage naturel, il est adapté aux besoins spécifiques de chaque local. Dans le hall d'entrée, la lumière chaude captée depuis la façade Sud assurera une ambiance accueillante. Principalement les Salle Multisports et la salle sportive s'ouvrent généreusement au Sud. La Salle Multisports est en double orientation ventilée naturellement (ouvertures et fermetures de ventelles commandées). La salle de musculation placé au Nord (limite l'inconfort car forte occupation avec une activité intensive) bénéficie d'une double orientation Nord et Ouest.

Dans la grande Salle multisports, les façades translucides assurent une diffusion homogène et douce des terrains en adéquation avec la pratique sportive (Idem pour la salle sportive).

Nous avons préféré ici profiter des façades pour faire rentrer la lumière naturelle plutôt que des prises de jour zénithales ou des sheds à l'efficacité et surtout l'étanchéité hasardeuse. Cela permet en plus de disposer facilement les panneaux photovoltaïques qui permettront d'atteindre les objectifs d'autoconsommation souhaités.

L'éclairage naturel est un enjeu fort. Toutes les espaces bénéficieront d'un éclairage naturel conséquent. Nous veillerons à bien mettre en adéquation :

- ✓ Les besoins en éclairage naturel (ajustement dimension des menuiseries et transmission lumineuse),
- ✓ La consommation énergétique (déperditions des vitrages),
- ✓ Les risques de surchauffes (protections solaires, facteur solaire, ...),
- ✓ Limiter l'éblouissement.

a) FLJ et autonomie

Suite aux modifications et précisions apportées en APS/APD, des calculs de Facteur de Lumière de Jour (FLJ) et d'autonomie en lumière naturelle ont été réalisés.

Facteur de lumière du jour (FLJ) : Il représente, par ciel couvert, le rapport entre la quantité de lumière disponible à l'extérieur, et la quantité de lumière qui arrive effectivement dans le local. Le tableau ci-après donne le calcul des **FLJ moyens** sur 100% de la surface des pièces.

Les images ci-après présentent les **résultats de FLJ**. Les hypothèses utilisées sont :

- Facteur de réflexion du sol : 20 %
- Facteur de réflexion mur : 50%,

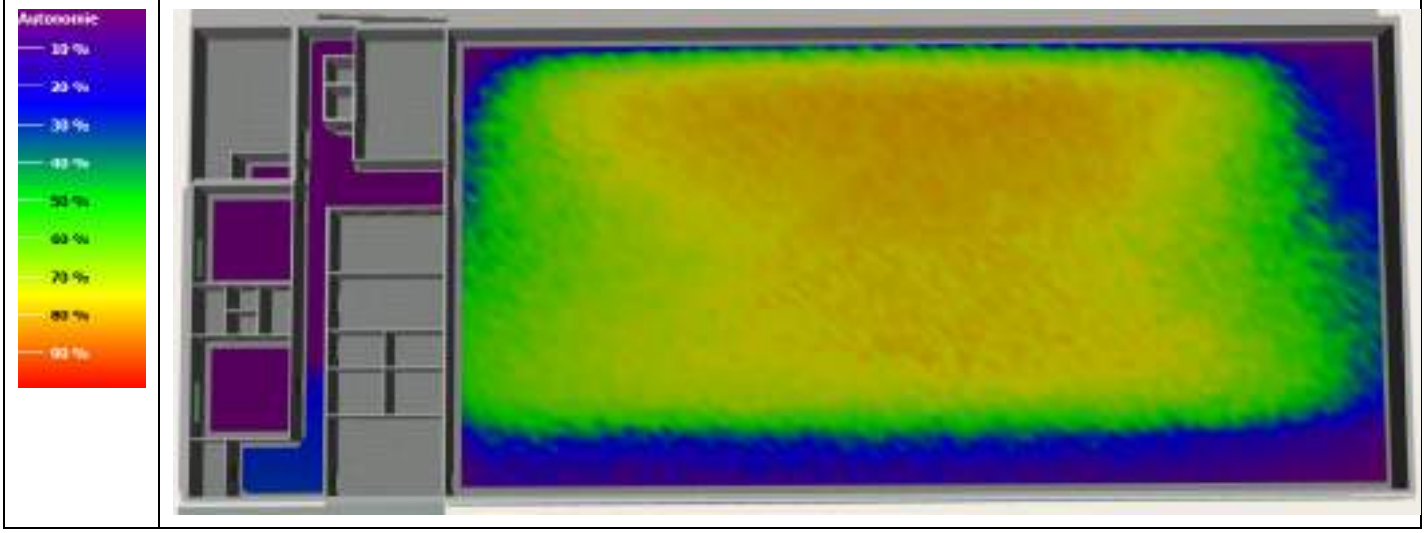
Concernant les FLJ : Plus la couleur est claire plus le FLJ est important.

Pour l'autonomie en lumière naturelle : plus la couleur se rapproche du rouge, plus l'autonomie en lumière naturelle est importante. Elle est calculée de 8h à 18h (500 lux). Le tableau ci-après donne le calcul de l'autonomie moyenne.

Pièces	FLJ Moyen	Autonomie
A19 Salle Multisports	1.86 %	58.4 %
B22 Salle Sportive	1.72 %	59.5 %
B21 Salle Musculation	1.86 %	46.4 %

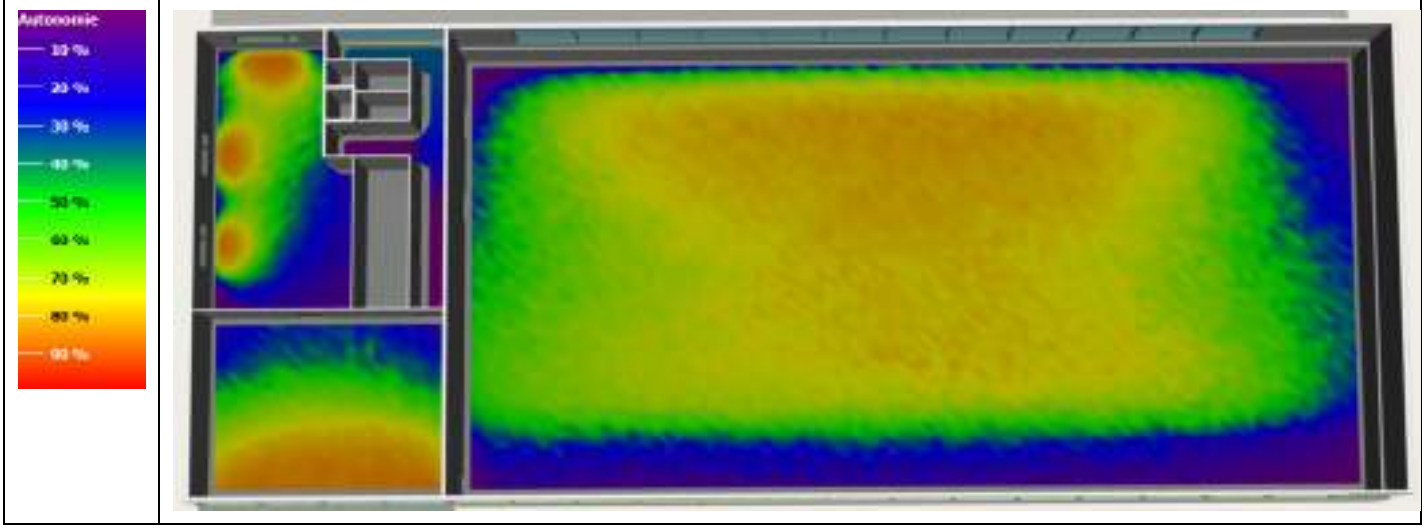
RDC FLJ

RDC Autonomie



R+1 FLJ

R+1 Autonomie



10. QUALITÉ ET CONFORT OLFACTIF

L'assurance d'un confort olfactif optimum passe par une ventilation efficace des locaux. La mise en dépression ou surpression de certaines zones évitera le transfert d'odeurs de zones spécifiques. Par ailleurs, les salles de pratiques sportives pourront être ventilées naturellement. Les plantations près des façades apporteront aussi, au gré des courants d'air, leurs odeurs fraîches.

La qualité sanitaire de l'air intérieur nécessite les mêmes précautions que celles prises pour assurer un confort olfactif à l'intérieur des locaux : ventilation efficace, filtration de l'air insufflé, dépression des locaux à pollution spécifique…

Tous les matériaux, y compris la peinture (peinture à dispersion aqueuse à base d'huile végétale et de charges minérales sans solvant), seront naturellement faiblement émetteurs en Composés Organiques Volatils (COV). La ventilation de type simple flux par insufflation pour l'ensemble des plateaux à usage sportif assurera une parfaite diffusion et maîtrise de la qualité d'air intérieur notamment au regard de la présence de radon sur site (balayage simple de l'air pollué).

L'ensemble des locaux seront ventilés mécaniquement pour répondre aux exigences du RSDT. La ventilation démarrera/s'arrêtera une heure avant/après arrivé/départ des occupants. Les premiers mois, la ventilation pourra être forcée pour éliminer les premiers rejets de COV.