

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

—
SESSION 2026
—

**INGENIERIE, INNOVATION
ET DÉVELOPPEMENT DURABLE**

OPTION : ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

(Classes de terminale série STI2D)

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ

Durée : 5 heures

—
Aucun document n'est autorisé

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.*

Consignes aux candidats

- Ne pas utiliser d'encre claire
- N'utiliser ni colle, ni agrafe
- Ne joindre aucun brouillon
- Ne pas composer dans la marge
- Numéroté chaque page en bas à droite (numéro de page / nombre total de pages)
- Sur chaque copie, renseigner l'en-tête + l'identification du concours selon l'option choisie :

Option Architecture et construction :

Concours / Examen : CGL Epreuve : admissibilité Matière : ARCO Session : 2026

Tournez la page S.V.P.

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 62 pages.

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 3 h 00)
Partie spécifique (durée indicative 2 h 00)

- ❖ La partie commune comporte 5 parties.
- ❖ La partie spécifique comporte 3 parties.

Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.
Vous devez traiter dans l'ordre la partie commune avant la partie spécifique.

Le Campus Métropolitain ESTP/ESEO



Partie commune

Présentation de l'étude et questionnaire	pages 3 à 12
Documents techniques DT1 à DT19	pages 13 à 30
Documents réponses DR1 à DR8	pages 31 à 38

Mise en situation

Le Campus Métropolitain ESTP/ESEO est le fruit d'une collaboration stratégique entre deux grandes écoles d'ingénieurs françaises : l'ESEO, spécialisée dans les technologies numériques (électronique, informatique, e-santé), et l'ESTP, spécialisée dans les domaines de la construction, de la ville durable et des infrastructures. Implanté depuis 2022 au cœur du campus universitaire de Dijon, ce nouvel établissement propose une formation d'ingénieur généraliste tournée vers les grands défis contemporains : ville intelligente, industrie 4.0, transition énergétique et numérique responsable.

Ce campus innovant s'inscrit pleinement dans la dynamique de développement territorial portée par Dijon Métropole. Il répond à un double objectif : former localement des ingénieurs de haut niveau et renforcer l'attractivité universitaire et économique de la région Bourgogne-Franche-Comté. Le bâtiment, d'une surface de 10 000 m² répartie sur quatre niveaux, se distingue par son architecture exemplaire et sa conception écoresponsable. Il comprend 44 salles d'enseignement, 8 laboratoires de recherche, des espaces collaboratifs, des zones de détente, ainsi que des équipements mutualisés. Conçu comme un démonstrateur de la ville bas carbone, il est connecté au projet OnDijon, première Smart City de France, permettant aux étudiants d'expérimenter en conditions réelles les technologies urbaines de demain.

Le projet s'inscrit dans une démarche environnementale ambitieuse, inspirée de la certification NF HQE niveau EXCELLENT. Il vise le label E+C- « Énergie Positive / Réduction Carbone » avec des performances énergétiques supérieures à la réglementation RT 2012, anticipant la RE 2020.

Enfin, le campus bénéficie d'un environnement urbain dynamique. Dijon, ville à taille humaine et riche d'un patrimoine culturel, gastronomique et architectural, offre un cadre de vie attractif pour les étudiants. Classée parmi les meilleures villes universitaires de France, elle accueille plus de 36 000 étudiants et propose une vie associative active, des logements abordables et un réseau de transports bien développé.

Travail demandé

Partie 1. Le choix d'implantation du campus ESTP/ESEO est-il justifié ?

Objectif :	dans une logique de réponse aux besoins du territoire, cette partie vise à vérifier la pertinence de l'implantation du Campus Métropolitain ESTP/ESEO, en s'appuyant sur les trois piliers du développement durable afin de garantir une insertion cohérente et responsable dans son contexte local.
------------	--

Le site de l'école doit optimiser les accès et gérer les flux des différents modes de transport, en favorisant ceux qui sont les moins polluants, tout en respectant la biodiversité.

Question 1. À l'aide des documents **DT1**, **DT2**, **DT3** et **DT4**, **vérifier** la conformité du bâtiment vis-à-vis de l'exigence « mobilité et accessibilité » et de l'exigence « environnement paysager et biodiversité » et **compléter** le document **DR1**.

Dans le cadre des exigences étudiées, une étude comparative est envisagée afin d'évaluer les solutions de déplacements possibles pour un étudiant effectuant des trajets hebdomadaires entre Paris et Dijon. L'analyse porte spécifiquement sur le segment du trajet entre la gare de Dijon et Campus Métropolitain ESTP/ESEO.

Trois modes de transport sont retenus pour cette étude : le vélo électrique, la voiture électrique et le tramway. L'objectif est de déterminer le mode de transport le plus pertinent en s'appuyant sur les trois piliers du développement durable.

Question 2. En observant le document **DR2**, **expliquer** la différence entre les valeurs indiquées des émissions de gaz à effet de serre en phase d'utilisation et des émissions de GES sur le cycle de vie complet des 3 types de transport étudiés.

Question 3. **Compléter** le document **DR2** en calculant les valeurs manquantes.

Question 4. **Déterminer** le mode de transport le plus pertinent pour un étudiant.

Question 5. **Conclure** sur l'implantation du Campus Métropolitain ESTP/ESEO au regard des 3 piliers du développement durable.

Partie 2. Le bâtiment respecte-t-il l'exigence 1.3.3 concernant le niveau E3 du label E+C- ?

Objectif : la conception du bâtiment doit respecter le niveau E3 du label E+C-. Cette partie permet de valider le choix des solutions technologiques envisagées. (Documents **DT5** et **DT6**).

Question 6. **Lister** les différentes sources d'énergie du bâtiment à partir du document **DT6** et **définir** celles que l'on peut considérer renouvelables.

Pris en compte de l'impact du chauffage du bâtiment / Label niveau E3 :

Question 7. **Indiquer** les deux circuits de chauffage alimentés par le réseau de chaleur d'après le document **DT7** et **donner** leurs consommations en kW et leurs débits en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. En **déduire** le débit total.

Question 8. **Déterminer** la consommation annuelle en $\text{MW} \cdot \text{h}$ de l'énergie thermique récupérée sur le réseau de chaleur à partir du document **DT8**.

Question 9. **Déterminer** la consommation en énergie électrique liée au chauffage d'après le document **DT8** et **donner** son pourcentage par rapport à la consommation globale de chauffage.

Question 10. En **déduire** la consommation en $\text{kW}\cdot\text{h}_{\text{ep}}\cdot\text{an}^{-1}$ en ce qui concerne le chauffage en vous aidant du document **DT8**.

Pris en compte de l'impact de l'éclairage du bâtiment / Label niveau E3 :

Question 11. **Indiquer** les solutions retenues pour limiter le besoin énergétique afin d'assurer l'éclairage du bâtiment tout en limitant l'apport thermique solaire en vous aidant des documents **DT9** et **DT10**.

La modulation de l'éclairage est assurée par une régulation de l'éclairement en fonction de la lumière naturelle et de la présence de personnes dans les salles. On s'intéresse ici à une salle de classe où l'éclairement moyen doit être de 400 lux selon la norme européenne. On suppose que la puissance lumineuse vaut 100 % quand l'éclairage est uniquement artificiel et permet d'obtenir 400 lux. On suppose également que la consommation électrique est proportionnelle au flux lumineux.

Question 12. **Compléter** les deux chronogrammes du document **DR3** en fonction des données proposées et **calculer** le pourcentage d'économie énergétique réalisée pour une journée dans la salle étudiée par rapport à une utilisation par simple allumage des luminaires en cas de présence dans la salle.

Afin de moduler cette puissance lumineuse, il faut installer des capteurs de luminosité et les relier à un driver LED commandé en 0 -10 V.

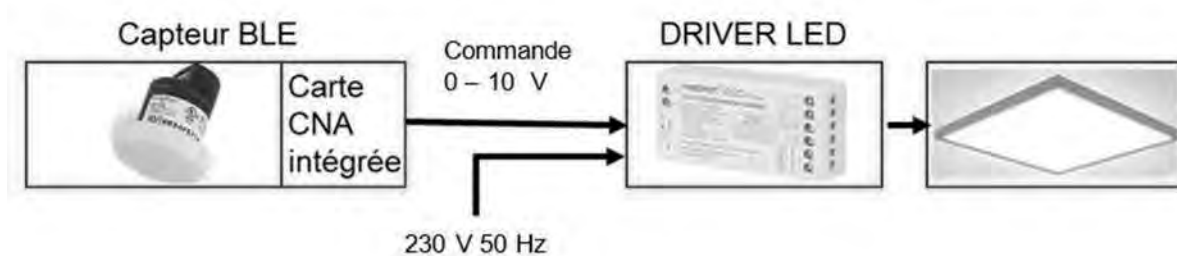


Figure 1 : commande des luminaires à LED

La carte de traitement intégrée possède des sorties équipées de convertisseurs numériques-analogiques 0 - 10 V sur 1 octet. La commande 0 -10 V permet d'obtenir un flux lumineux de 0 % à 100 % du flux maximal.

Question 13. **Calculer** le quantum de tension du CNA et **déterminer** pour des éclairements artificiels de 100 lux et 300 lux les valeurs numériques obtenues sous forme binaire en entrée du CNA.

Question 14. **Déterminer** la consommation en énergie électrique liée à l'éclairage d'après le document **DT8** et **indiquer** la consommation électrique globale.

Question 15. À l'aide du document **DT8**, **indiquer** la consommation en $\text{kW}\cdot\text{h}_{\text{ep}}\cdot\text{an}^{-1}$ pour l'énergie électrique totale.

Pris en compte de l'impact de la production solaire / Label niveau E3 :

Question 16. À l'aide du document **DT11**, **calculer** l'énergie fournie par l'installation solaire en une année (données de 2023).

La Réglementation Thermique en vigueur lors du dépôt de permis de construire du Campus Métropolitain ESTP/ESEO était la RT2012. Pour ce bâtiment, la consommation conventionnelle annuelle maximale en énergie primaire est évaluée à $71,5 \text{ kW}\cdot\text{hep}\cdot\text{m}^{-2}$. Dans le calcul de son niveau de performance énergétique, le label E+C- établit un bilan BEPOS ($\text{Bilan}_{\text{BEPOS}} = \text{énergie consommée} - \text{énergie produite}$), c'est la valeur de ce bilan qui permet d'établir le niveau de performance lié à la consommation d'énergie primaire dans le bâtiment.

Question 17. À l'aide des réponses données aux questions précédentes, **déterminer** la valeur du bilan BEPOS du bâtiment.

Question 18. À l'aide des réponses données aux questions précédentes, **calculer** la quantité d'énergie primaire renouvelable consommée et produite par le bâtiment sur une année de fonctionnement.

Question 19. À l'aide des documents **DT2**, **DT3**, **DT4** et **DT5**, **vérifier** et **justifier** les deux critères nécessaires à l'obtention du niveau E3 du label E+C-.

Partie 3. Quel est l'impact carbone de ce bâtiment ?

Objectif : vérifier que le projet respecte le niveau C1 du Label E+C-. Dans le cadre du label E+C-, le cycle de vie complet du projet est fixé à 50 ans ; cette partie a pour objectif de mettre en évidence les résultats de l'ACV relatifs au paramètre « changement climatique », qui exprime, en $\text{kgeqCO}_2\cdot\text{m}^{-2}$, le bilan carbone lié aux émissions de gaz à effet de serre.

Question 20. **Présenter**, à l'aide du document **DT5**, les différents impacts pris en compte dans la démarche d'analyse de cycle de vie du bâtiment. **Relever** ensuite dans le document **DT2** les valeurs attendues pour respecter le critère visé par le projet.

Une première ACV a permis d'évaluer, par lot, les émissions de gaz à effet de serre. Les résultats de l'étude sont présentés dans le document **DR4 – Scénario 1**.

Question 21. **Désigner** le lot le plus impactant sur la durée de vie du projet. **Conclure** sur le respect du critère C1 PCE pour ce scénario.

Une nouvelle ACV a été faite en remplaçant le type de ciment utilisé pour certaines parties concernant les lots 2 et 3. La mise en œuvre d'un ciment de type CEM III/B en lieu et place du CEM II/A-V, a permis de diminuer significativement les émissions carbonées liées au béton.

Question 22. À l'aide du document **DT12**, **déterminer** le gain en $\text{kgCO}_2\text{eq}\cdot\text{t}^{-1}$ entre les 2 types de ciment, puis **exprimer** le résultat en pourcentage.

Si on tient compte de l'ensemble des éléments constitutifs des lots 2 et 3, le seul changement de ciment permet respectivement un gain sur les émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 41 % et 33 %.

Question 23. **Calculer** les nouvelles valeurs des lots 2 et 3 en prenant en compte le gain dû à l'utilisation du ciment de type CEM III/B. **Compléter** le document **DR4** pour le **Scénario 2**. **Donner** le total des PCE du projet et **conclure** sur le respect du Critère C1 PCE pour le **Scénario 2**.

L'indicateur C évalue la réduction des émissions de gaz à effet de serre du bâtiment tout au long de son cycle de vie. La figure 2 représente l'ACV complète après modification du béton des lots 2 et 3

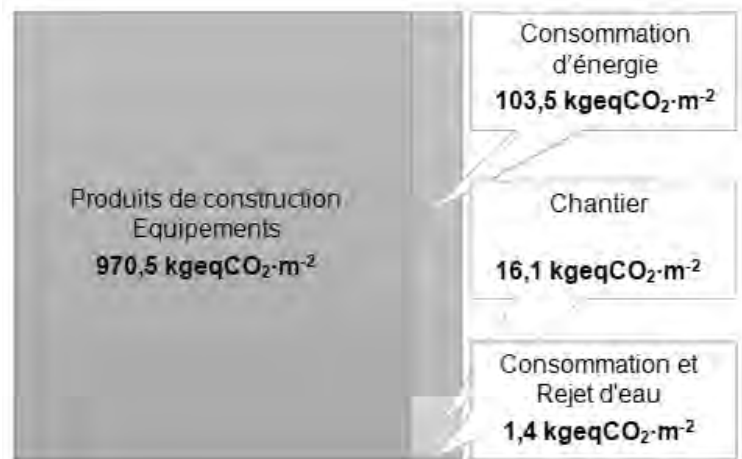


Figure 2 : Diagramme de répartition par poste de

l'impact changement climatique

Question 24. **Déterminer** si le niveau de performance carbone C1 EGES total est atteint. **Justifier** la réponse quant à la validation du critère C1.

Partie 4. Gestion des accès : comment interfacier un lecteur de badges RFID avec une application web pour la bonne gestion des accès et des présences ?

Objectif : Plusieurs personnes ont besoin d'accéder au bâtiment pour diverses raisons (études, enseignements, gestion technique ou administrative). Afin d'assurer la sécurité des biens et des personnes, il est nécessaire de filtrer dès l'entrée les personnes qui s'y présentent. Le caractère particulier de l'école souligne la nécessité d'opter pour une sécurité élevée, un besoin de lecture rapide et une polyvalence d'applications. L'objectif de cette partie est donc d'étudier les principes de gestion des accès du bâtiment qui ont été retenus.

Concrètement, un utilisateur doit scanner sa carte RFID à l'entrée. Le lecteur RFID envoie l'ID de la carte à un serveur web via une requête HTTP. L'application web enregistre l'heure d'arrivée et affiche une confirmation. Le choix d'une solution sécurisée pour accéder à un bâtiment offrant des technologies novatrices est donc primordiale dans ce contexte.

Question 25. À l'aide du document **DT13**, **choisir et justifier** la carte adaptée pour sécuriser le bâtiment.

Un étudiant, un professeur ou un gérant utilisent un badge RFID pour accéder à une salle. La base de données (BDD) doit vérifier l'identité de l'utilisateur, puis autoriser ou refuser l'accès en fonction de son rôle.

Question 26. **Compléter** l'algorithme du document **DR5** afin de gérer les différents niveaux d'accès en utilisant les mots ci-après.

Mots à utiliser : professeur, lecture du badge RFID, étudiant, badge reconnu, récupération rôle sur BDD et gérant.

Question 27. **Indiquer** quelles salles sont accessibles pour chaque profil. **Expliquer** en quelques lignes ce qui se passe si le badge n'est pas reconnu.

On s'intéresse maintenant à l'interface web de l'application disponible pour l'enseignant. Dès l'entrée des élèves dans son cours, celui-ci pourra visualiser les élèves présents (photo, nom et prénom) afin de faire l'appel rapidement et débiter son cours. On estime un gain de 10 min par rapport à un appel standard. Voici une indication des deux versions de l'application web :

Liste des élèves



Prénom : Alice
NOM : DUPONT



Prénom : Mohamed
NOM : BENALI



Prénom : Clara
NOM : MARTIN



Prénom : Tom
NOM : CHATEAU-LEE

Liste des élèves dans la salle



Prénom : Alice
Nom : Dupont

Retard (min) :

☐ Absent(e)



Prénom : Mohamed
Nom : Benali

Retard (min) :

☐ Absent(e)



Prénom : Clara
Nom : Martin

Retard (min) :

☐ Absent(e)



Prénom : Tom
Nom : Chateau-Lee

Retard (min) :

☐ Absent(e)

Valider l'appel

Application web : version 1

Application web : version 2

Figure 3 : Versions de l'application web

Question 28. **Énumérer** les différences entre les styles de ces 2 versions de l'application web. **Indiquer** la méthode de développement à ajouter pour rendre le site dynamique dans la version 2.

Question 29. À l'aide du document **DT14**, compléter les éléments manquant dans le code HTML du document **DR6**.

Question 30. **Conclure** sur les solutions envisagées pour répondre à la problématique de cette partie.

Partie 5. Le choix des matériaux répond-il aux exigences de la RT2012 et aux contraintes des structures ?

Objectif : vérifier les caractéristiques de l'isolation thermique de la toiture de l'amphithéâtre au regard de la RT2012. Vérifier les charges et les contraintes sur certaines parties de la structure du mur mobile de l'amphithéâtre afin de valider les matériaux utilisés.

La couverture métallique mise en œuvre au-dessus de l'amphithéâtre est un bac métallique double peau qui a des performances thermique et acoustique données dans la fiche technique du produit dans le document **DT15**.

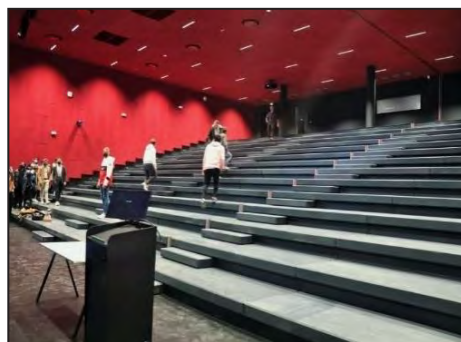


Figure 4 : Amphithéâtre 'ouvert' sans mur mobile

Question 31. **Expliquer**, au vu de la configuration de l'amphithéâtre, quels peuvent être les problèmes de confort thermique des occupants.

Question 32. **Compléter** le tableau du document **DR7**, afin de déterminer l'épaisseur totale e_{isolant} de l'isolant et la résistance thermique surfacique totale R_{totale} de la toiture de l'amphithéâtre.

La Réglementation Thermique 2012 donne des directives et des objectifs chiffrés concernant l'isolation des bâtiments notamment les résistances thermiques surfaciques et l'épaisseur de l'isolant des différentes parois déperditives :

	Résistance thermique surfacique : R en $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	Épaisseur isolant : e_{isolant} en cm
Plancher Bas	$2,5 < R < 6$	$6 < e < 20$
Murs extérieurs	$3 < R < 9$	$8 < e < 30$
Plancher Haut	$5,5 < R < 12$	$10 < e < 50$

Question 33. **Conclure** sur le choix technique pour la toiture de l'amphithéâtre vis-à-vis de sa cohérence avec les directives de la RT 2012.

Dans le cadre de l'aménagement d'un amphithéâtre commun aux écoles ESTP et ESEO, l'intégration d'un mur mobile Algaflex® (document **DT16**) - permet de moduler l'espace selon les besoins pédagogiques. Le mur mobile est une cloison amovible (figure 5) constituée de panneaux suspendus qui coulissent. Ce dispositif permet d'offrir deux salles de cours autonomes ou un grand amphithéâtre unique, selon les besoins des enseignants ou les événements (conférences, examens, soutenances...).

Les cloisons amovibles utilisées pour séparer l'amphithéâtre commun de l'ESEO et de l'ESTP sont portées par un rail supérieur fixé à une poutre HEA450 qui est elle-même soutenue par une structure porteuse composée d'une variété de poutres en L (figure 6).



Figure 5 : Illustration des cloisons amovibles

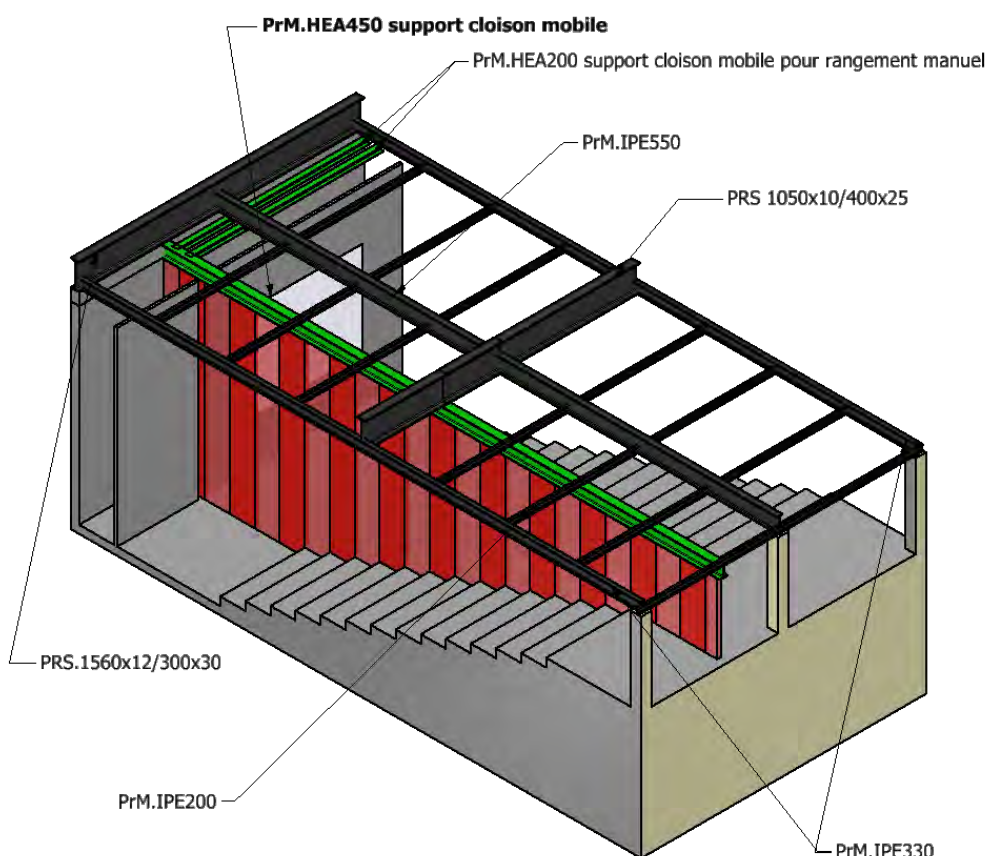


Figure 6 : Modélisation partielle de la structure porteuse de la cloison mobile

La suite de l'étude portera sur une partie des efforts dans la partie structure concernée par le soutènement du rail (support cloison mobile).

Calcul des poids des cloisons

On considère une accélération gravitationnelle de $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Question 34. À l'aide des documents **DT16** et **DT17**, **déterminer** le poids des cloisons mobiles de type B et P. **Calculer** ensuite le poids total exercé sur la poutre HEA450 par l'ensemble des cloisons mobiles.

Question 35. À l'aide du tableau du document **DT17**, **tracer** sur le document **DR8** le profil de la répartition des efforts sur la poutre HEA450 qui représente le plus la réalité pour les zones 2 et 3.

Contraintes dans le poteau central de soutien en béton armé

On s'intéresse maintenant aux contraintes supplémentaires générées par la structure porteuse des cloisons sur les poteaux de soutènement en béton armé C25/30XC1 de limite élastique $R_e = 2,41 \text{ MPa}$. On limite l'étude des contraintes sur le poteau de soutènement central (voir figure 7).

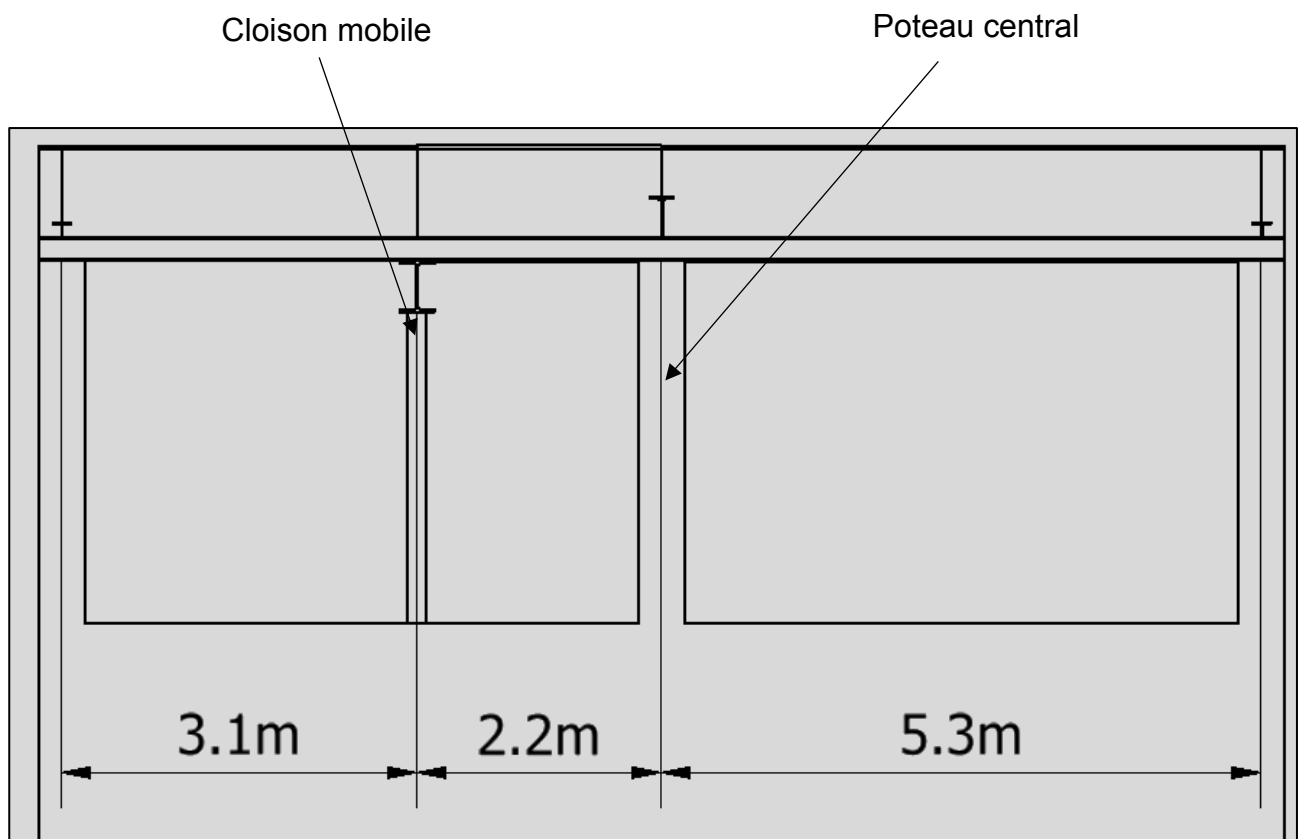


Figure 7 : Mise en plan locale des poteaux de soutènement

Question 36. **Justifier** l'intérêt d'étudier en priorité le poteau de soutènement central par rapport aux deux autres. **Donner** la sollicitation principale à laquelle est soumis le poteau central.

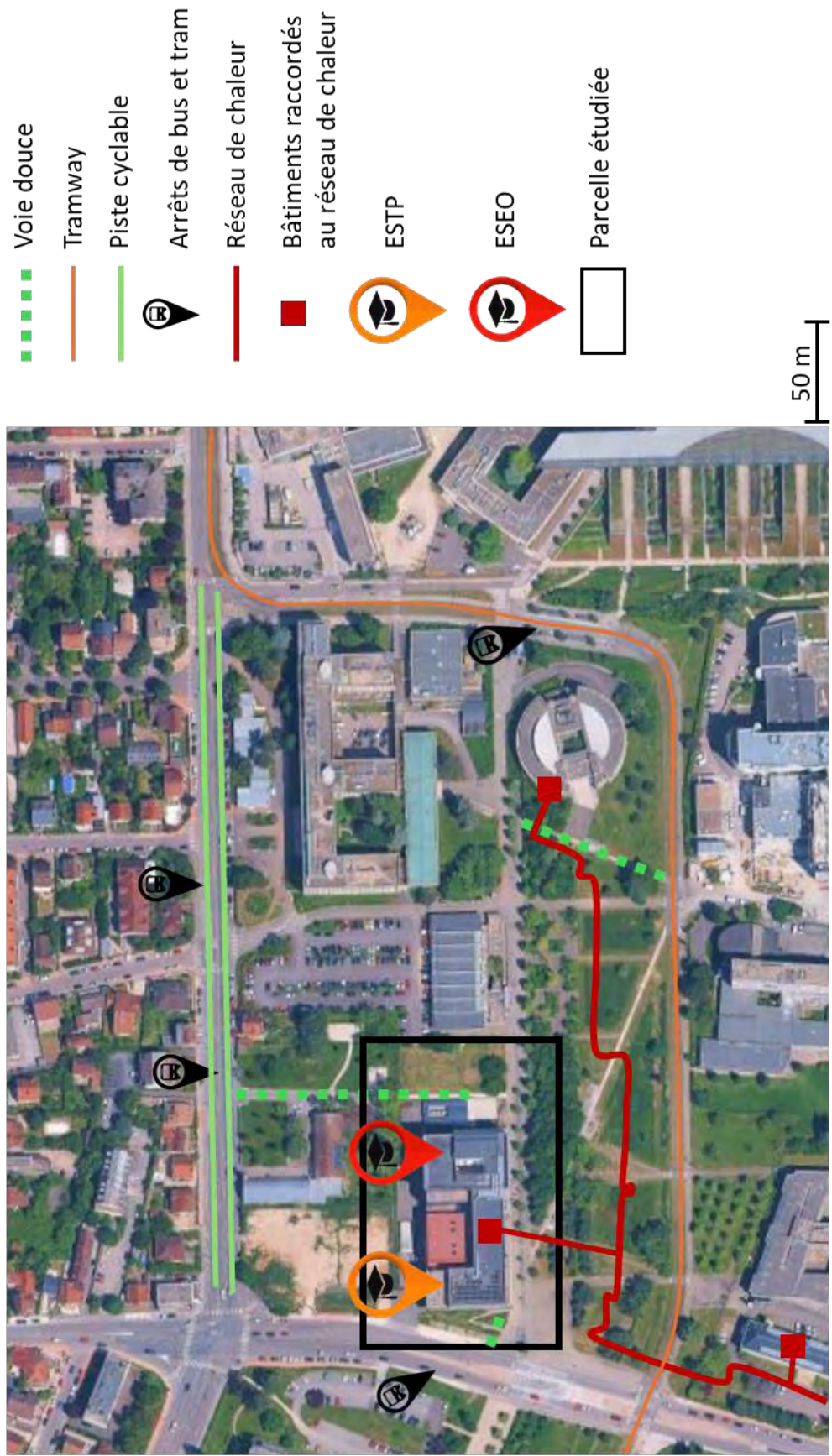
Question 37. Le résultat de la simulation de contraintes sur ce poteau étant donné sur le document **DT18**, **calculer** le coefficient de sécurité actuel. **Conclure** quant au respect de l'exigence 1.4.2 disponible dans le document **DT3**.

Question 38. **Conclure** quant au choix du matériau au regard des performances écologiques, de la sécurité et de la faisabilité à partir du document **DT19**.

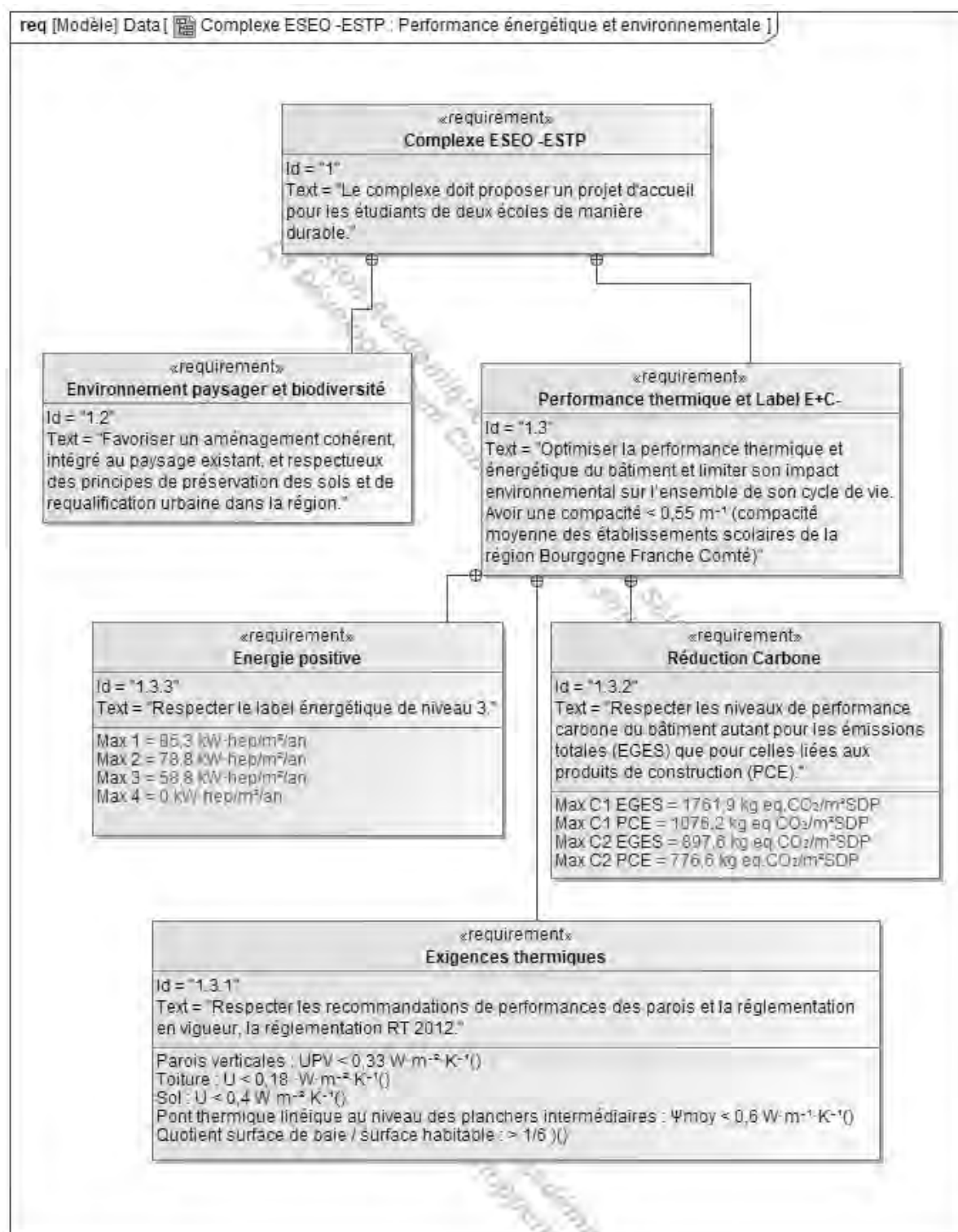
Conclusion générale

Question 39. À l'aide des conclusions des différentes parties étudiées, **conclure** sur les performances énergétiques et environnementales, l'usage et le confort, l'organisation spatiale du bâtiment des écoles d'ingénieurs ESEO-ESTP.

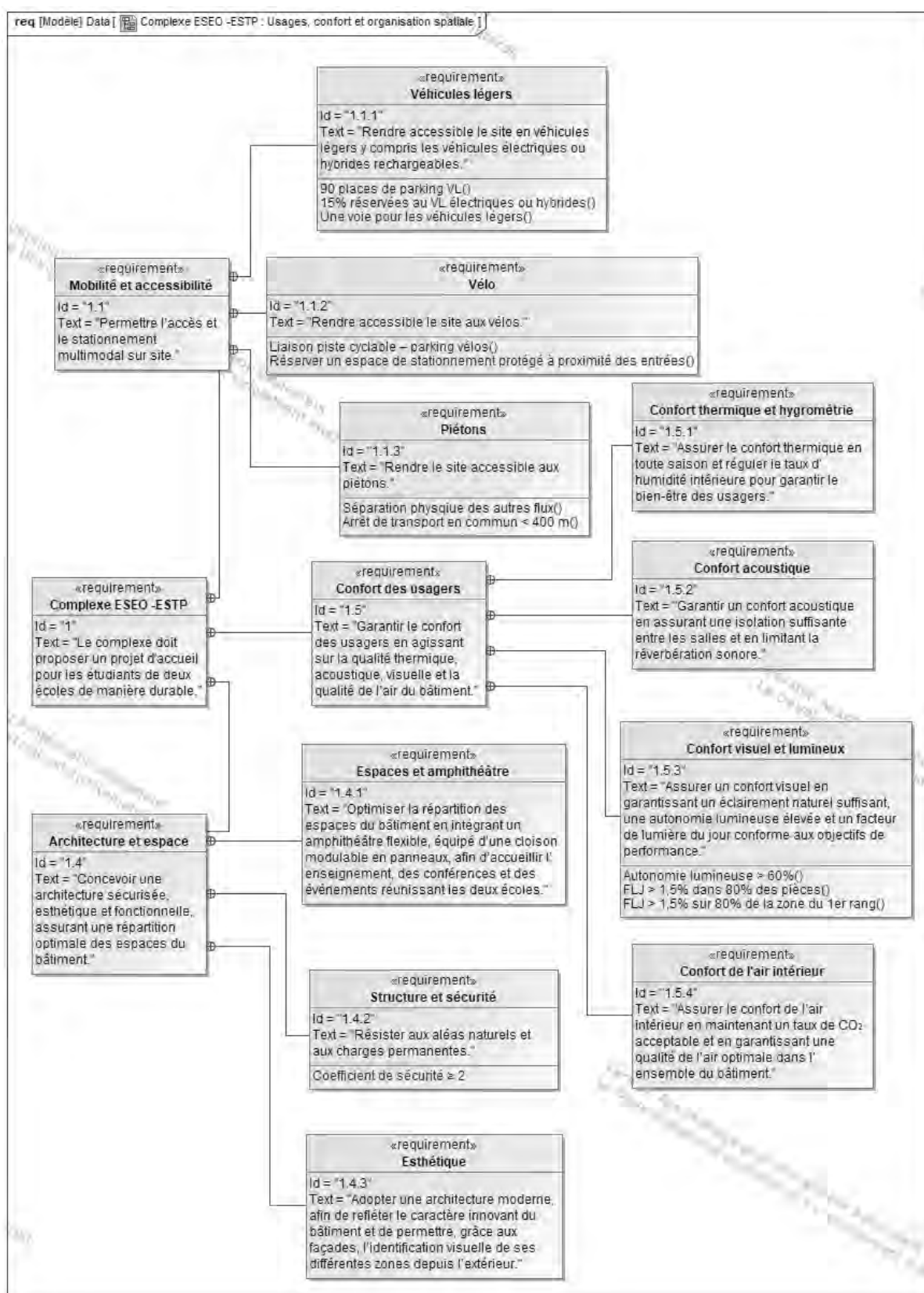
DT 1 - Plan de situation

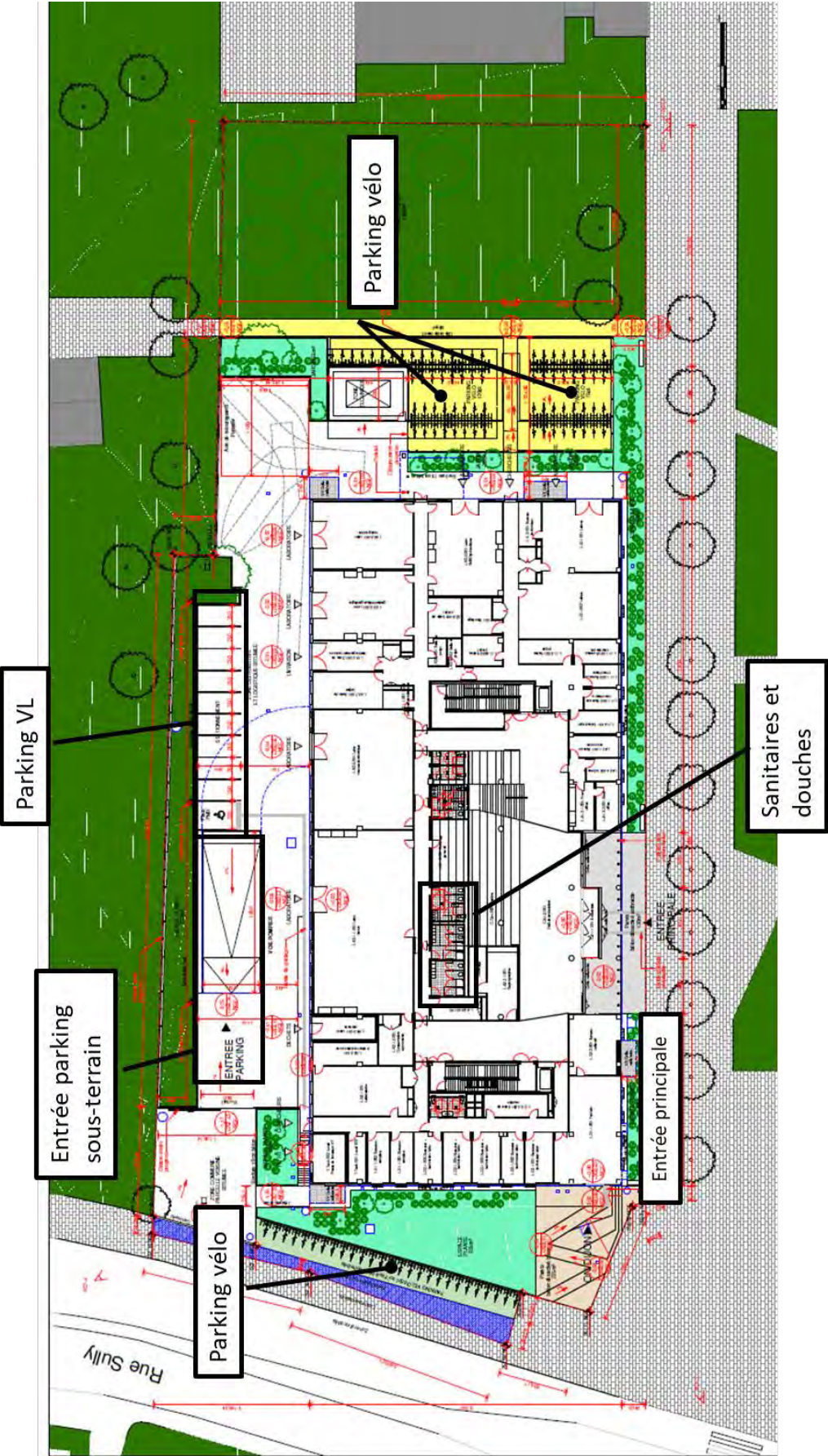


DT 2 - Diagrammes des exigences - performances énergétique et environnementale



DT 3 - Diagrammes des exigences - usages, confort et organisation spatiale

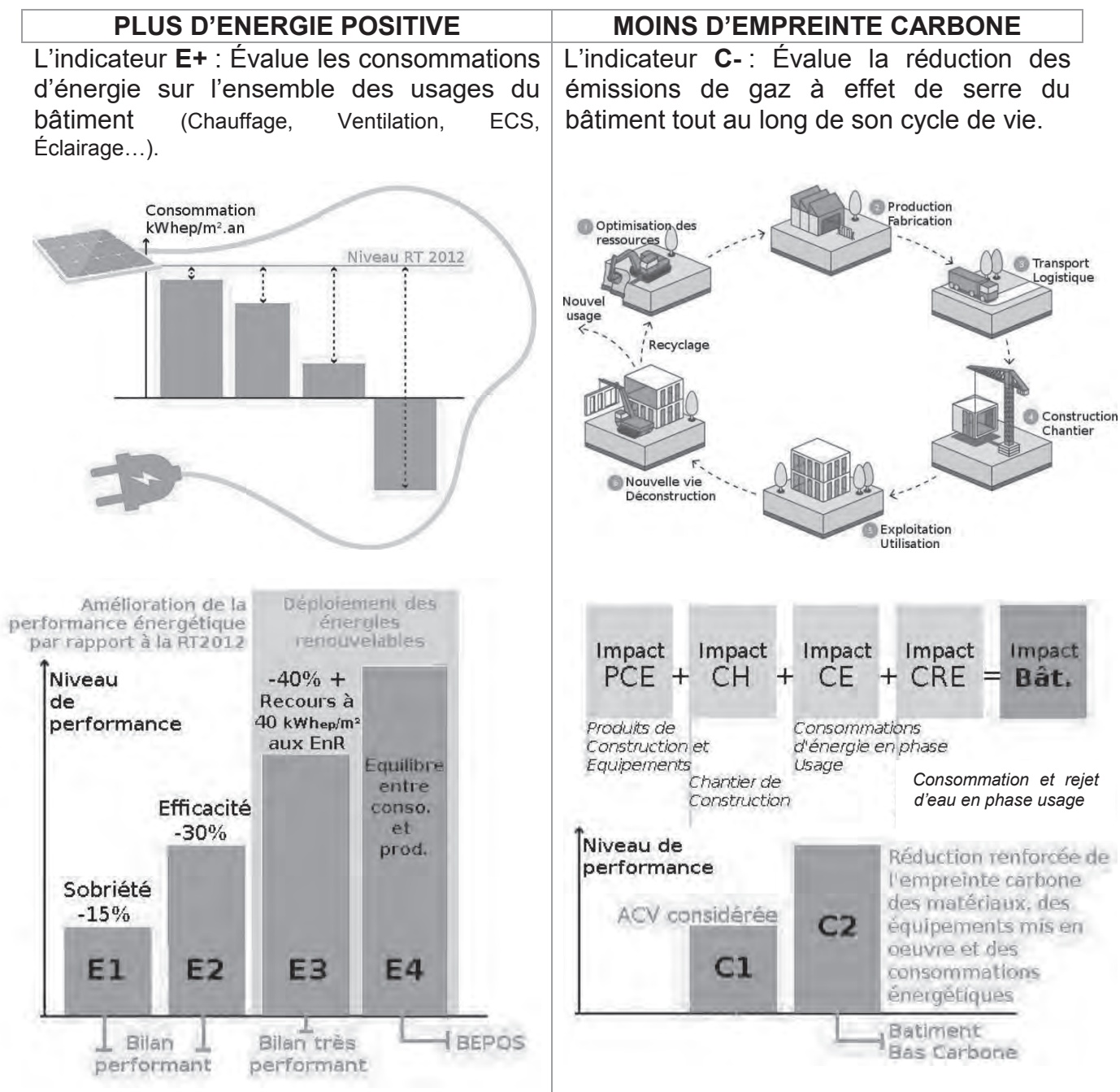




DT 5 - Le Label E+C-

La démarche « Énergie – Carbone » est une expérimentation lancée en 2016 afin de préparer la réglementation environnementale 2020.

Par rapport à la réglementation thermique 2012, l'expérimentation E+C- introduit l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre d'une opération de construction sur l'ensemble de son cycle de vie ; afin d'anticiper la RE 2020 qui permet de concevoir aujourd'hui des bâtiments à énergie positive en intégrant les impacts environnementaux du projet.



Pour chacun de ces indicateurs des niveaux de performances ont été définis :
4 pour l'Énergie : de E1 à E4 et 2 pour le Carbone : C1 et C2.

DT 6 - Label E3 - Choix de conception

Le bâtiment d'une superficie totale de 10 000 m², dont le projet a débuté en 2017, a été livré en 2021 et pour mieux respecter la future réglementation environnementale RE2020, le choix a été de respecter le label E3 C1.

L'objectif du niveau E3 du label est d'améliorer la performance énergétique par rapport à la RT 2012. Pour répondre à cette RT2012, la consommation d'énergie primaire maximale autorisée est de 71,5 kW·hep·m⁻². La production électrique photovoltaïque vient en déduction de la consommation électrique du bâtiment dans le calcul. Afin d'obtenir un bilan très performant (E3) il faut :

- réduire de 40 % la consommation en énergie primaire du bâtiment par rapport aux attentes de la RT 2012 ;
- avoir recours aux énergies renouvelables à minimum 40 kW·hep·m⁻²·an⁻¹.

Le périmètre d'engagement est défini autour des postes de consommation suivants.

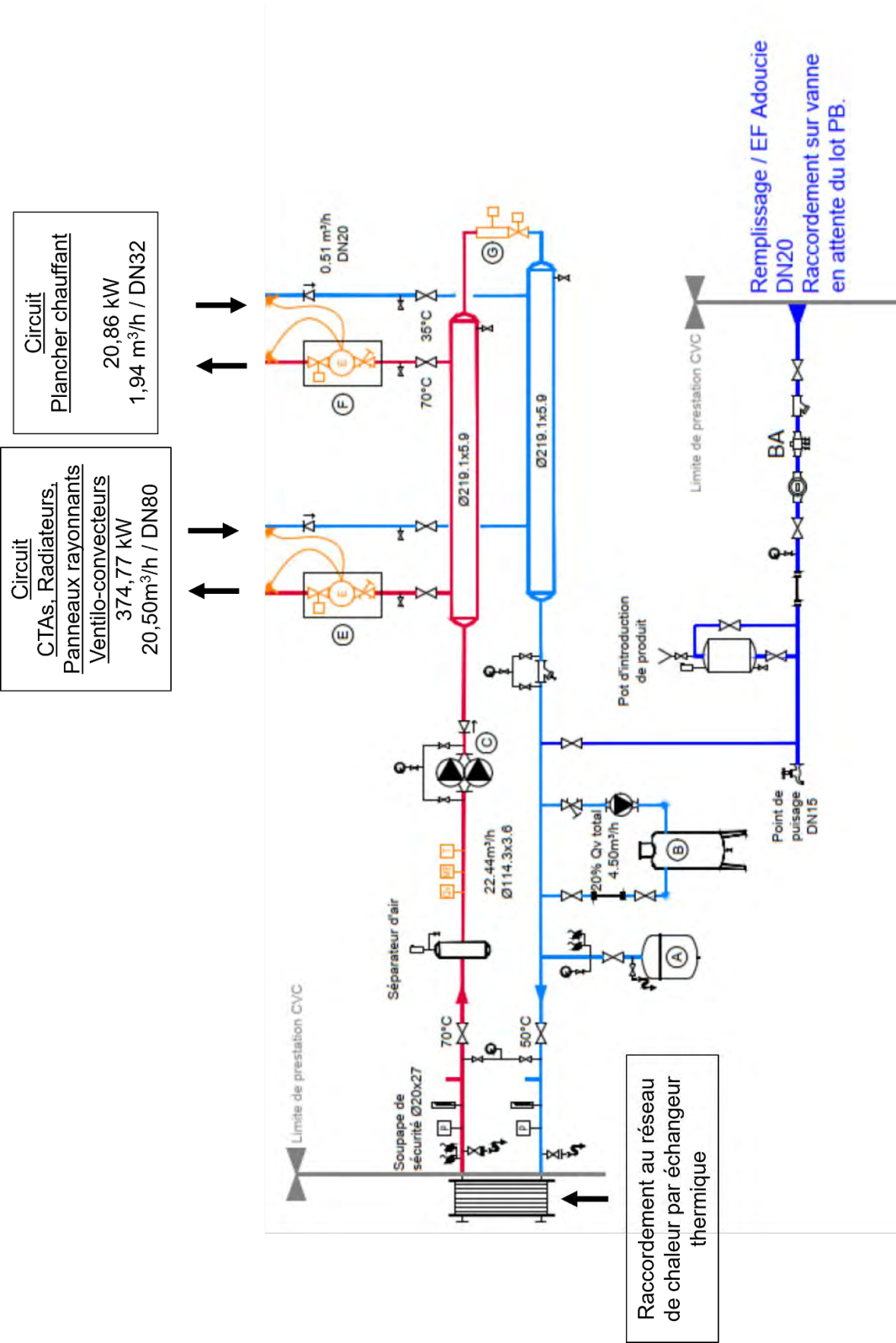
Périmètre d'engagement	Inclus	Non-inclus
Chauffage	☒	
Climatisation avec refroidissement actif	☒	
Auxiliaires CVC (chauffage ventilation climatisation)	☒	
ECS (eau chaude sanitaire)	☒	
Éclairage artificiel intérieur	☒	
Électricité spécifique au process	☒	
Prises de courant		☒
Services généraux (ascenseurs, éclairage extérieur, data center...)		☒

La performance passe obligatoirement par le choix d'équipements techniques efficaces et convenablement dimensionnés pour répondre au fonctionnement attendu.

La génération de chaleur pour ce bâtiment repose en grande partie sur le réseau de chaleur urbain disponible sur le site et provenant d'une centrale de valorisation énergétique des déchets, et la génération de froid ne vient qu'en complément d'un rafraîchissement adiabatique indirect prévu sur l'ensemble des locaux au travers d'un module spécifique sur les organes de traitement d'air.

La production électrique du bâtiment provient des panneaux photovoltaïques sur le toit.

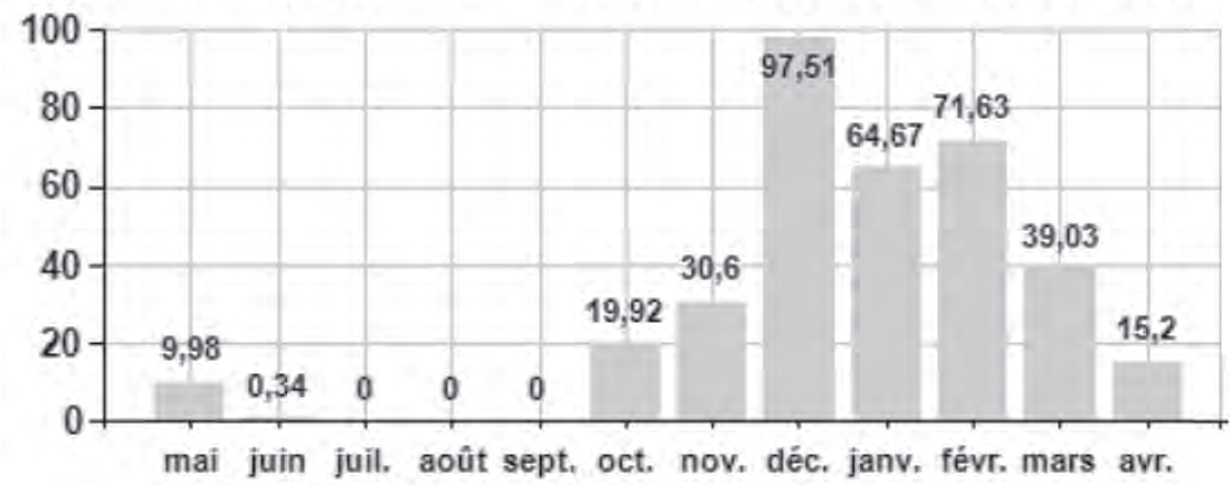
Description	Puissance installée (kWc)	Surface installée (m ²)	Rendement
Panneaux photovoltaïques polycristallins type SUNPOWER E20 320	28,6	145	20 %



DT 8 - Consommations relevées

Consommation sur le réseau de chaleur :

Historique de vos consommations : CHAUFFAGE / FACTURATION (unité MWh)



Consommations électriques annuelles en kWh (périmètre d'engagement du label)

Éclairage	29673
Climatisation	8231
Eau chaude sanitaire	8912
Chauffage électrique	23834
Ventilation	69176
Total	139826

Tableau de conversion entre énergie primaire et énergie finale

Le tableau est à jour au 1er février 2023, il présente le coefficient à appliquer à l'énergie finale pour obtenir l'énergie primaire.

Type de calcul	Électricité	Bois	Autres énergies
RE2020	2,3	1	1
RT2012	2,58	1	1
RTE _x	2,58	0,6	1
RT2005	2,58	1	1
RT2000	2,58	1	1
E+C _o , énergie consommée	2,58	1	1

DT 9 - Éclairage du bâtiment

La gestion de l'éclairage des salles et des circulations sera réalisée par un pilotage groupé de 4 éclairages maximum.

- Concernant les salles, celles-ci seront pilotées via des drivers DALI intégrés aux luminaires.
- Concernant les circulations, celles-ci seront pilotées en tout ou rien.

Chaque local sera piloté par des micros-capteurs ENLIGHTED (maxi 1 pour 4 luminaires), le pilotage des luminaires se fera par des capteurs KIT-SU-5E-IOT associés à des unités de contrôle CU-4E-FM pilotant des drivers DALI standards.



Pilotage de l'éclairage localisé : Les différents niveaux d'éclairage, les préférences et les paramètres des scénarios de chaque groupe de luminaire sont transmis sans fil lors de la mise en service du système, puis enregistrés dans la mémoire locale du capteur, afin de garantir un fonctionnement en continu.

L'appareil d'ambiance QMX3P37 permettra une dérogation locale par l'utilisateur de l'éclairage de la pièce concernée

- le réglage et l'affichage de la température du local,
- la dérogation de forçage de la protection solaire du local (stores ou BSO),
- la dérogation de forçage de l'éclairage du local.



Tous les luminaires sont équipés de LED pour optimiser l'efficacité énergétique.

Type de local	Type d'allumage	Type de gestion	Niveau	Puissance
Amphithéâtres aveugles	Tableau de commande	Gestion impossible avec la lumière du jour	400 lux	6,05 W/m ²
Amphithéâtre non aveugle	Tableau de commande	Gestion automatique assurant éclairage constant	400 lux	6,05 W/m ²
Bureaux / Salles de réunion	Détection de présence/absence	Gestion automatique assurant éclairage constant	250 lux	5.10 W/m ²
Centre de documentation / Salles de cours	Détection de présence/absence	Gestion automatique assurant éclairage constant	250 / 300 lux	6,03 W/m ²
Circulations	Détection de présence/absence	Gestion impossible avec la lumière du jour	250 lux	4 W/m ²
Hall d'entrée	Interrupteur	Gestion automatique assurant éclairage constant	200	3,18 W/m ²

DT 10 - Protections solaires

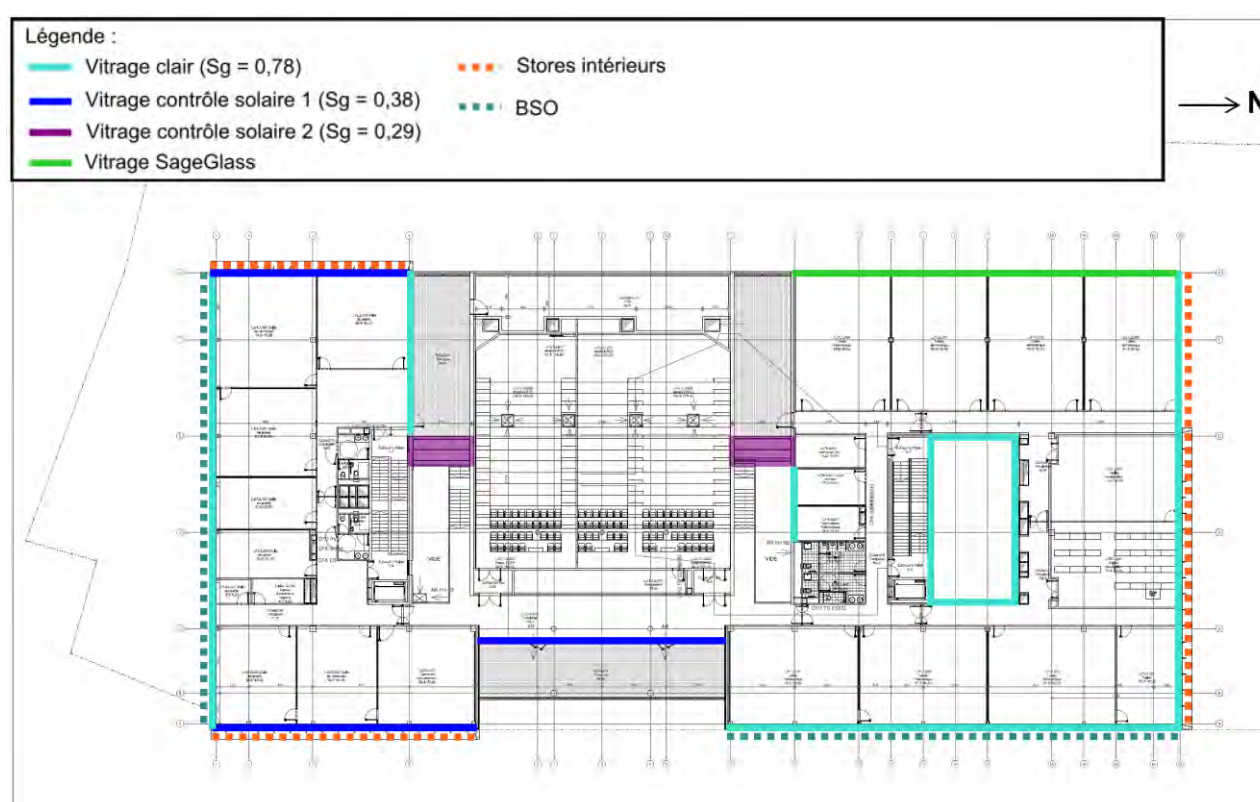
Pour protéger le bâtiment des rayonnements solaires en été et éviter un recours excessif énergivore à une climatisation, différentes solutions sont mises en place.

On trouve notamment des BSO (brise-soleil orientable) qui sont baissés automatiquement à des heures préprogrammées, des stores intérieurs, et des vitrages spéciaux type SageGlass (de Saint-Gobain) capables d'adapter leur facteur solaire en fonction de l'intensité du rayonnement incident.

Le facteur solaire g ou S_g correspond à l'énergie que laisse passer un vitrage par rapport à l'énergie transmise par le soleil, $S_g < 1$.

Le facteur TL correspond donc à la transmission lumineuse d'un vitrage, $TL < 1$.

Exemple au 2^{ème} étage :



Les BSO sont utilisés en majorité l'après-midi et sont fortement impactés par le comportement des utilisateurs qui peuvent faire une dérogation sur le fonctionnement automatisé par programmation horaire. Une bonne utilisation permet de réduire de moitié le facteur solaire.

Le vitrage SageGlass permet d'offrir une protection adaptée et efficace tout au long de la journée en réduisant le facteur solaire considérablement. La transmission lumineuse du vitrage SageGlass varie en fonction de l'opacité du verre et donc de l'éclairement reçu.

Le facteur solaire varie en fonction de l'opacité du verre. En cas d'ensoleillement important, les apports solaires sont donc réduits, ce qui permet de limiter les surchauffes en période estivale.



DT 11 - Installation solaire et relevés d'irradiation

Positionnement des panneaux solaires sur le toit

Référence : panneaux solaires polycristallins Sunpower E20 320

28,6 kWc installés

Rendement : 20 %

Surface installée : 145 m²

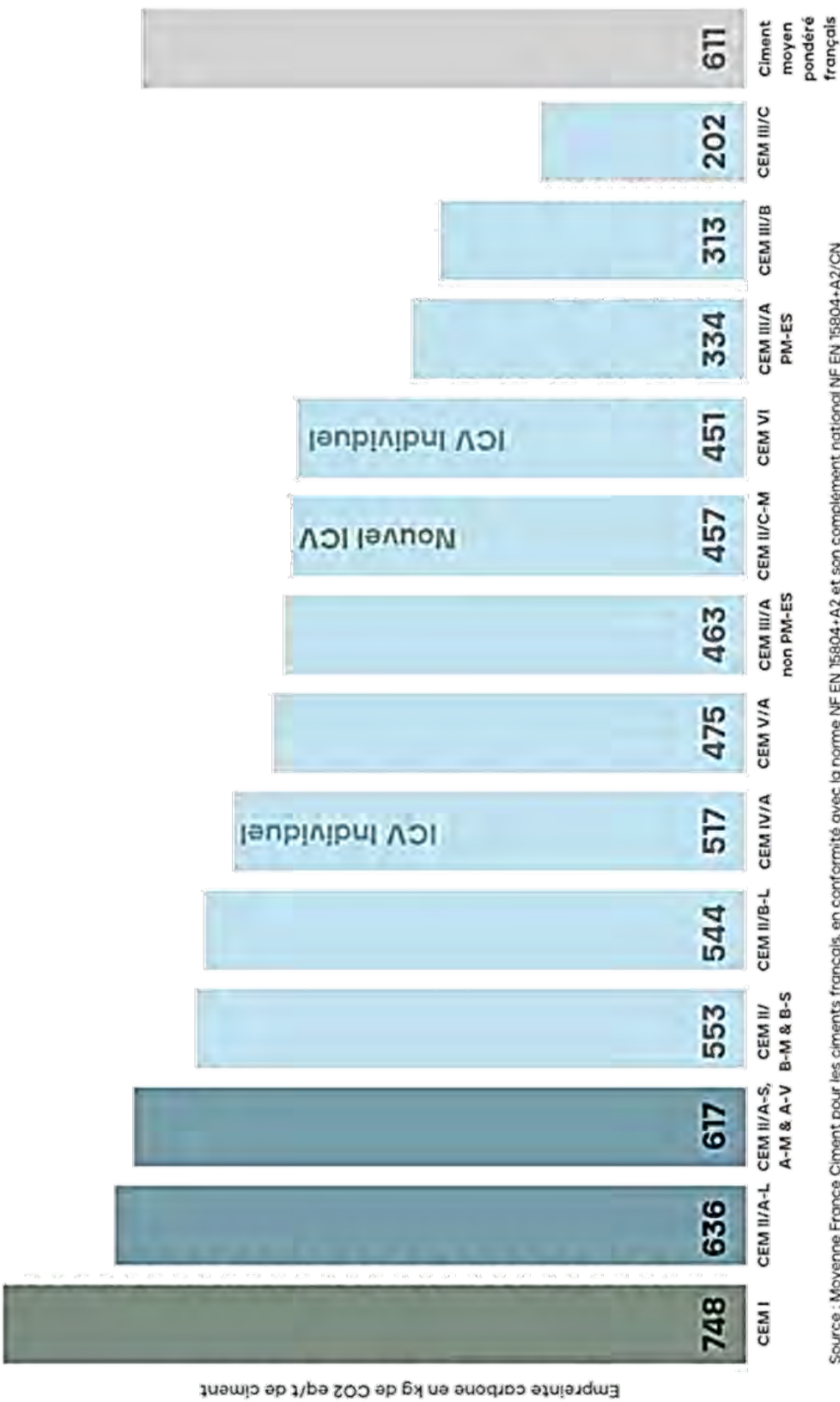


Relevé avec logiciel PVGIS de l'irradiation solaire mensuelle en kW·h/m²



Irradiation globale angle optimal

Mois	2023
Janvier	50.49
Février	99.82
Mars	126.86
Avril	140.35
Mai	186.81
Juin	204.49
Juillet	182.71
Août	157.65
Septembre	177.82
Octobre	116.69
Novembre	55.36
Décembre	33.03



Source : Moyenne France Ciment pour les ciments français, en conformité avec la norme NF EN 15804-A2 et son complément national NF EN 15804-A2/CN. Données valables pour les ciments des adhérents de France Ciment. Reproduction du graphique selon accord préalable de France Ciment, Mars 2024.

DT 13 - Tableau comparatif des solutions de cartes RFID possibles

Critère	MIFARE DESFire EV1	MIFARE Classic 1K	NTAG213
Fréquence	13,56 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz
Norme ISO	ISO/IEC 14443-A	ISO/IEC 14443-A	ISO/IEC 14443-A
Mémoire utilisateur	2K, 4K ou 8K	1K (1024 octets)	~144 octets
Cryptographie	DES, 3DES, AES-128	Propriétaire (Crypto-1)	Aucun (authentification simple optionnelle)
Sécurité	Élevée (EAL4+ certifié)	Faible (facilement clonable)	Très faible (usage informatif)
Nombre d'applications	Jusqu'à 28	16 secteurs statiques	1 application simple
Communication NFC mobile	Partiellement (selon appareils)	Rarement pris en charge	Oui (Android/iOS via NDEF)
Temps de lecture/écriture	Rapide (optimisé pour transactions)	Moyen	Rapide
Protection mémoire	Accès conditionnel, gestion de clés	Clés A et B statiques par secteur	Mot de passe simple (32 bits)
Usages typiques	Contrôle d'accès, transport, paiement	Contrôle d'accès basique, écoles	Étiquettes NFC, marketing, URL
Prix approximatif	2 à 5 € / carte	0,30 à 0,60 € / carte	0,15 à 0,50 € / tag

Structure de base d'une page HTML

Savoir utiliser `<!DOCTYPE html>`, les balises `<html>`, `<head>`, `<body>`, et définir la langue avec `lang="fr"`.

Encodage des caractères

Inclure `<meta charset="UTF-8">` pour gérer correctement les accents et caractères spéciaux.

Titres et contenu

Utiliser les balises de titres comme `<h1>` pour structurer la page, ainsi que des balises de contenu (`<div>`, `<strong>`, `<br>`).

Insertion d'images

Utiliser `` avec un attribut `alt` pour l'accessibilité.

Classes CSS

Assigner des classes aux éléments (`class="eleve"`, `class="info"`) pour pouvoir les styliser.

CSS de base

Connaître les propriétés CSS essentielles :

- Mise en page avec `display: flex;` et `align-items`
- Couleurs, marges, `padding`s, bordures et ombres
- Mise en forme des images avec `width`, `height`, `border-radius` et `object-fit`

Hiérarchie et sémantique

Utiliser des balises appropriées pour organiser l'information (ex : `<strong>` pour mettre en gras un texte important).

Syntaxe correcte

S'assurer que toutes les balises ouvrantes ont leurs balises fermantes et que le code est bien formé.

Systèmes de toiture Globalroof®

Couvertures nervurées

Face intérieure plateau non perforé

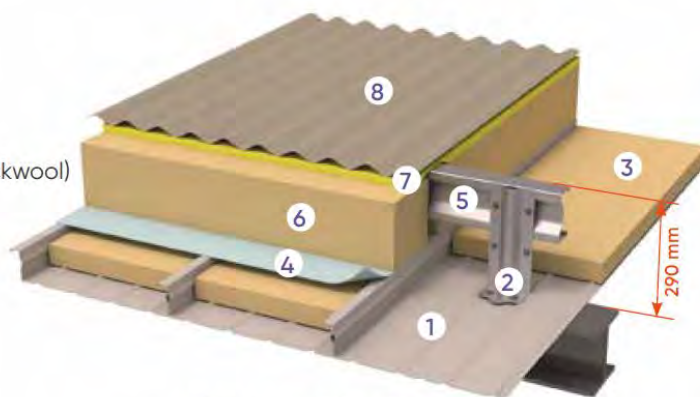
Mise en œuvre suivant notre enquête spécialisée en vigueur pour les plateaux Hacierco

Largeur d'appuis des plateaux Hacierco : 100 mm minimum. La barrière pare-vapeur doit être continue et jointoyée. Il est impératif de prévoir un isolant complémentaire afin de remplir la lame d'air.



Globalroof® IN 224TR

- 1- Plateau non porteur Hacierco 1.500.90
Epaisseur 0,75 mm*
- 2- Echantignole
- 3- Laine de roche Sorock en fond de plateaux (Rockwool)
Epaisseur 70 mm
- 4- Pare-vapeur
- 5- Panne Multibeam
- 6- Laine de roche Torock (Rockwool)
Epaisseur 200 mm
- 7- Laine de verre pincée sur panne
pour remplir la lame d'air
- 8- Profil Trapéza, Fréquence ou Authentique
Epaisseur 0,75 mm*



Trame parallèle - Plateau non portée
[Peut être envisagé en trame perpendiculaire]

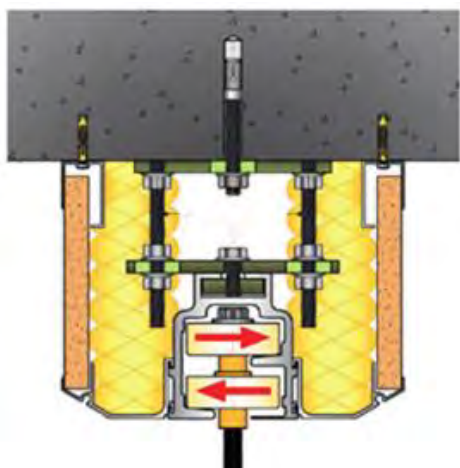
	<i>Panneau isolant en laine de roche SOROCK®</i>	<i>Panneau isolant en laine de roche TOROCK®</i>	<i>Rouleau de laine de verre</i>
Réaction au feu	Euroclasse A1	Euroclasse A1	Euroclasse A1
Conductivité thermique	0,034 W.m⁻¹.K⁻¹	0,035 W.m⁻¹.K⁻¹	0,030 W.m⁻¹.K⁻¹
Longueur	1350 mm	1350 mm	15000 mm
Largeur	450 mm	600 mm	1200 mm
Epaisseur	70 mm	200 mm	30 mm

Présentation générale

Depuis plus de 60 ans, ALGAFLEX® est le leader français des cloisons mobiles. Ses murs mobiles permettent de transformer rapidement un espace en plusieurs salles distinctes ou de l'ouvrir pour de grands événements. Ils sont conçus sur mesure pour répondre à des exigences acoustiques, esthétiques et fonctionnelles, sans rail au sol.

Fonctionnement

Un mur mobile se compose de panneaux individuels suspendus à un rail supérieur. Il n'y a aucun guidage au sol, ce qui permet une grande liberté d'usage et une intégration discrète dans les espaces modernes.



ALGAFLEX propose deux types de rails:

- Monodirectionnel: rail linéaire simple (non étudié ici).
- Multidirectionnel: rail en profilé aluminium semi-tubulaire, avec double galets pour permettre des changements de direction et des stockages multiples.



Concept multidirectionnel – Atouts techniques

- Panneaux indépendants suspendus par 2 chariots à doubles galets horizontaux.
- Système sans plaque tournante ni aiguillage.
- Possibilités de stockage variées (zones en retrait, angles, etc).
- Confort de manipulation et grande fiabilité.

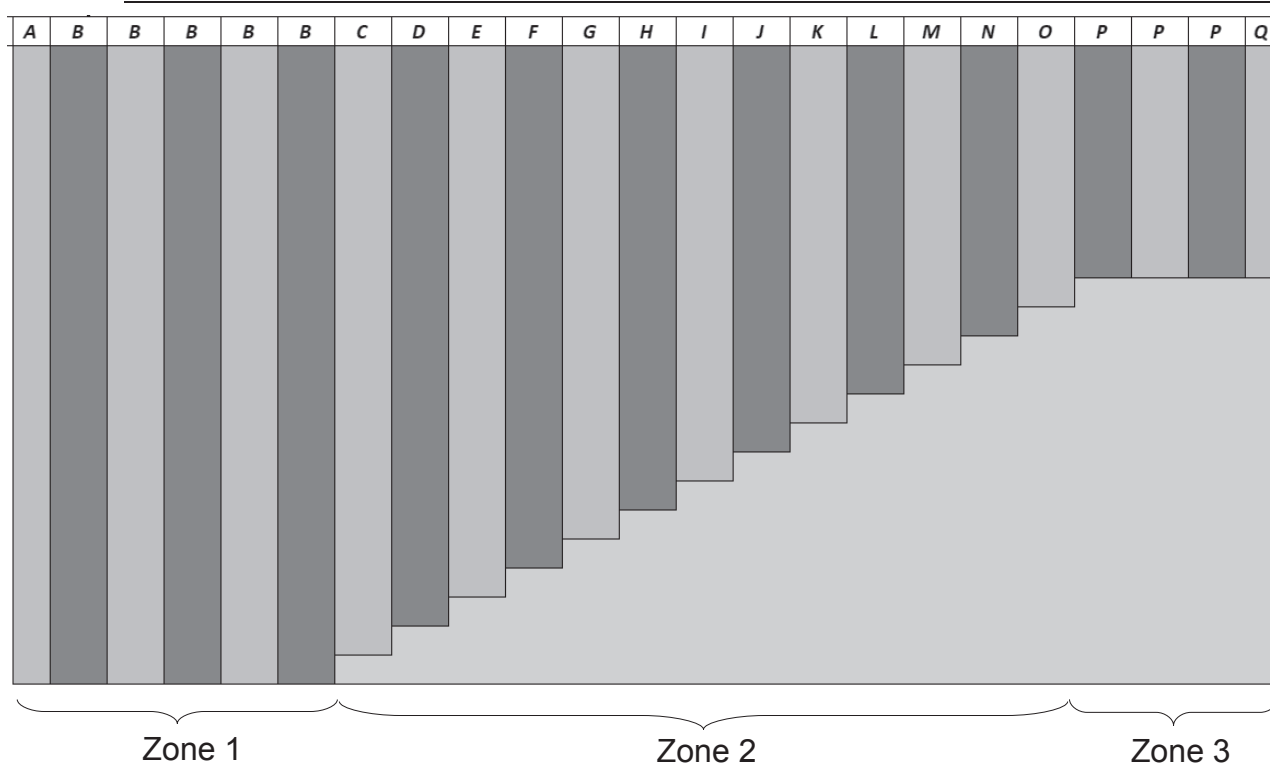
Avantages pour les établissements scolaires ou publics

- Modularité immédiate : une salle devient deux en quelques minutes.
- Performances acoustiques élevées : jusqu'à 59 dB d'affaiblissement.
- Esthétique soignée : nombreux choix de finitions (mélaminé, stratifié, verre...).
- Conformité feu et acoustique certifiée (normes AM14, essais Efectis...).

Caractéristiques des panneaux

Le choix s'est porté sur la gamme Silence dont les caractéristiques sont les suivantes :
Épaisseur 151 mm – Masse surfacique 72 kg.m⁻²

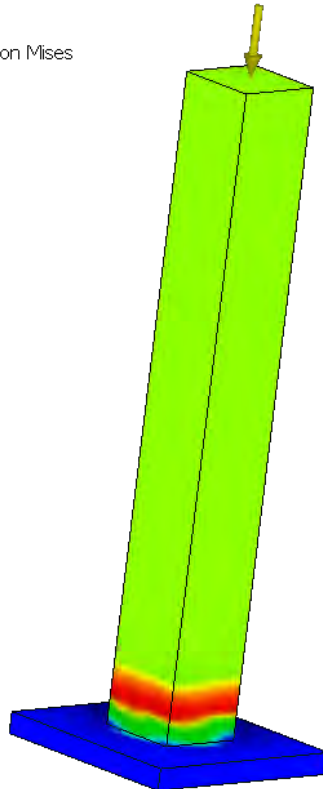
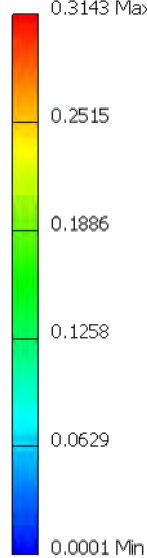
DT 17 - Mur Mobile – Informations dimensionnelles.



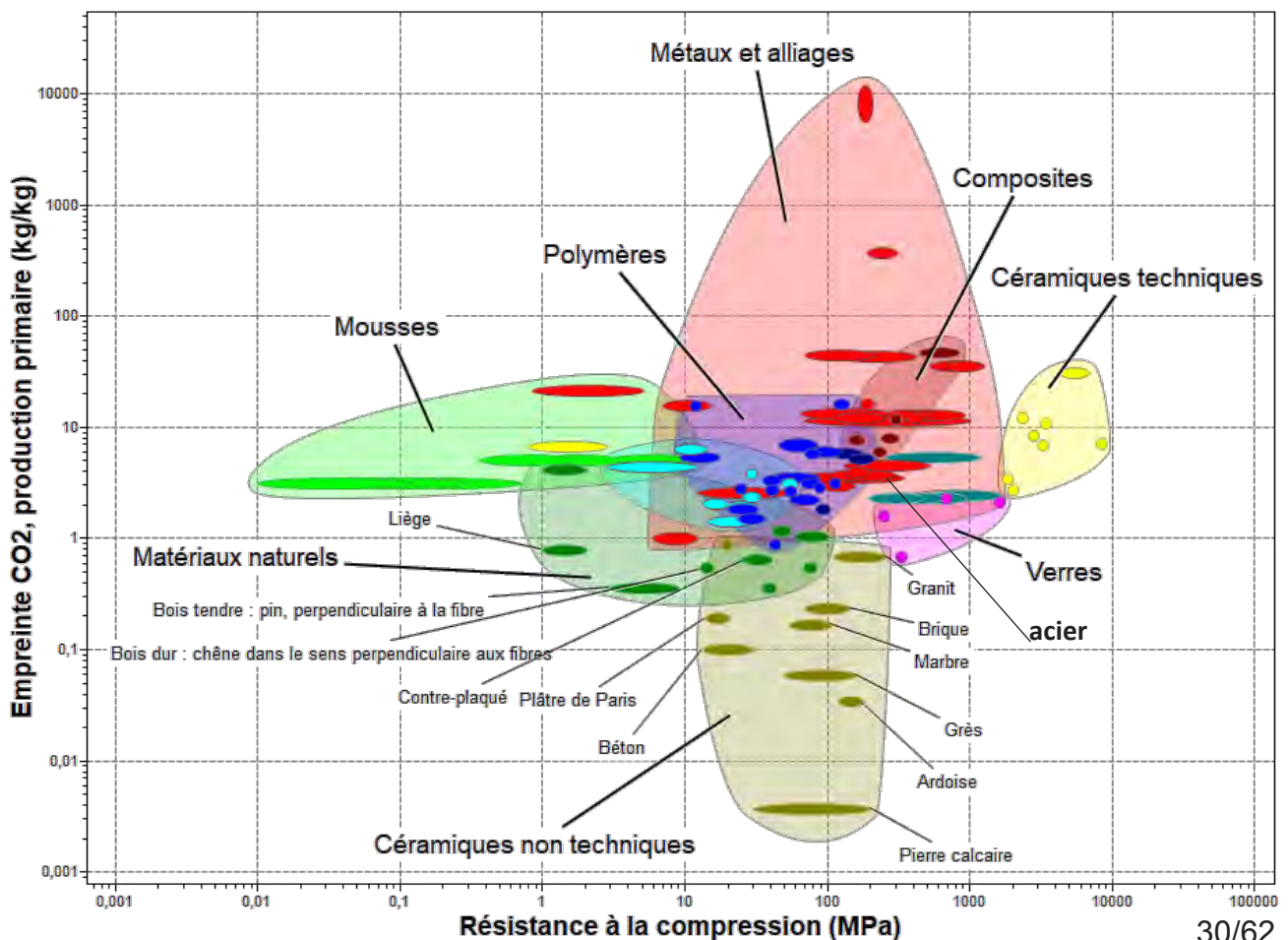
Type de cloison	Informations sur les cloisons du mur mobile				
	Quantité	Epaisseur e (en m)	Largeur l (en m)	Hauteur H (en m)	Poids P (en N)
A	1	0,151	0,6	7,18	3042,83
B	5	0,151	0,95	7,18	
C	1	0,151	0,95	6,86	4603,09
D	1	0,151	0,95	6,54	4388,37
E	1	0,151	0,95	6,22	4173,64
F	1	0,151	0,95	5,9	3958,92
G	1	0,151	0,95	5,58	3744,20
H	1	0,151	0,95	5,26	3529,48
I	1	0,151	0,95	4,94	3314,76
J	1	0,151	0,95	4,62	3100,04
K	1	0,151	0,95	4,3	2885,32
L	1	0,151	0,95	3,98	2670,60
M	1	0,151	0,95	3,66	2455,87
N	1	0,151	0,95	3,34	2241,15
O	1	0,151	0,95	3,02	2026,43
P	3	0,151	0,95	2,7	
Q	1	0,151	0,45	2,7	858,18

DT 18 - Contrainte dans poteau central

Type: Contrainte de Von Mises
Unité: MPa
04/06/2025, 16:44:40
0.3143 Max



DT 19 - Empreinte CO2 production primaire (kg/kg) en fonction de la résistance à la compression (MPa)



DR 1 - Validation et justification des exigences

Exigences		OUI / NON	Justification
Mobilité et accessibilité	Faciliter d'accès des parkings Véhicules Légers du bâtiment	...	...
	Rendre visible et sécuriser les accès pour les piétons et les PMR, par rapport aux arrêts de transports en commun éventuels.	Oui	Un accès piéton clairement matérialisé via l'entrée principale donnant sur la rue Sully
	Rendre clairement identifiables et accessibles les zones de livraisons et de déchets par rapport aux autres flux	Oui	Locaux techniques situés à l'Ouest de la parcelle avec accès logistique dédié et différencié des accès piétons et véhicules légers
	Rendre facile d'accès l'entrée principale proche de la piste cyclable et la zone de stationnement vélos.	...	...
	Respecter le nombre de places de parking véhicules légers imposé par les réglementations (90 places).	...	Nombre de places de stationnement conforme à la réglementation et au programme (108 places)
	Réserver au moins 15% des places de stationnement (VL) pour les véhicules électriques ou hybrides rechargeables.	Oui	Arrivées électriques en place mais bornes non-installées car non obligatoire à la date de conception
	Réserver un espace de stationnement sécurisé des vélos à proximité des entrées, à destination du personnel.	Oui	Présence de plusieurs zones de stationnement vélos.
	Réserver des espaces communs appropriés (vestiaires, douches) pour les personnels cyclistes.	...	...
	Implanter le projet à moins de 400 m d'un arrêt de transport en commun.	...	...
Environnement paysager et biodiversité	Aménager des espaces verts de la parcelle afin de développer ou de conserver les continuités écologiques	...	...

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

DR 2 - Étude comparative entre la voiture, le tramway et le vélo

Ces valeurs sont données pour un trajet entre la gare et l'école d'ingénieur soit 4 km. L'étudiant, venant de Paris, arrive à la gare de Dijon et doit prendre un moyen de transport.

Mode de transport	Location voiture électrique 	Tramway de Dijon 	Location Vélo à assistance électrique 
Temps de trajet (minutes)	20	16	18
Nombre de personnes transportées	2	200	1
Émission de GES totale en gCO2 par trajet pour le cycle de vie complet	31	2000	30
Émission de GES en gCO2 par trajet en phase d'utilisation	6	1200	2
Émission de GES en gCO2 par trajet et par personne en phase d'utilisation	...	...	...
Émission de GES en gCO2 par trajet et par personne pour le cycle de vie complet	...	...	...
Coût par mois	Abonnement 16 € + 0,42 € par km	Abonnement à 30 € pour tout le réseau	Abonnement 30 €

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENTON:
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

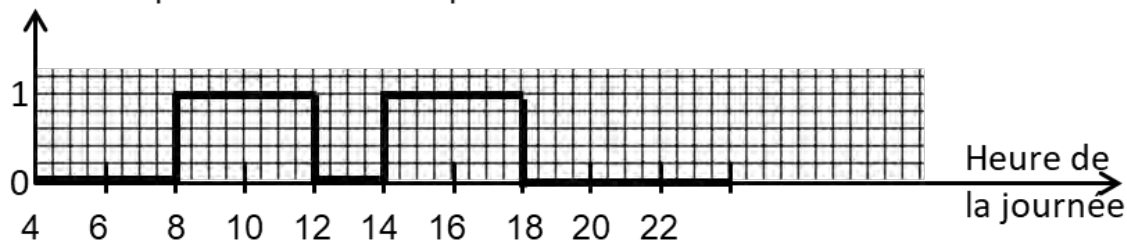


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

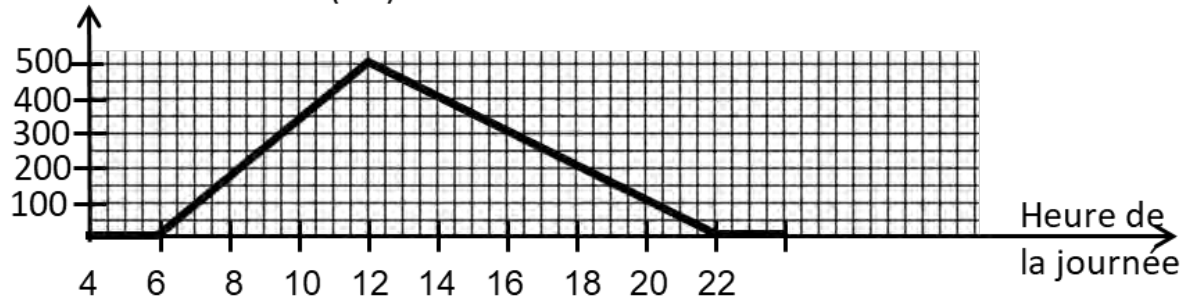
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

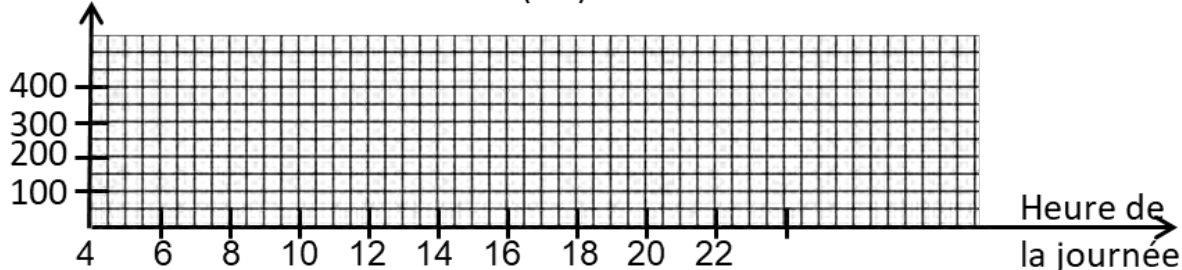
Présence de personnes dans la pièce



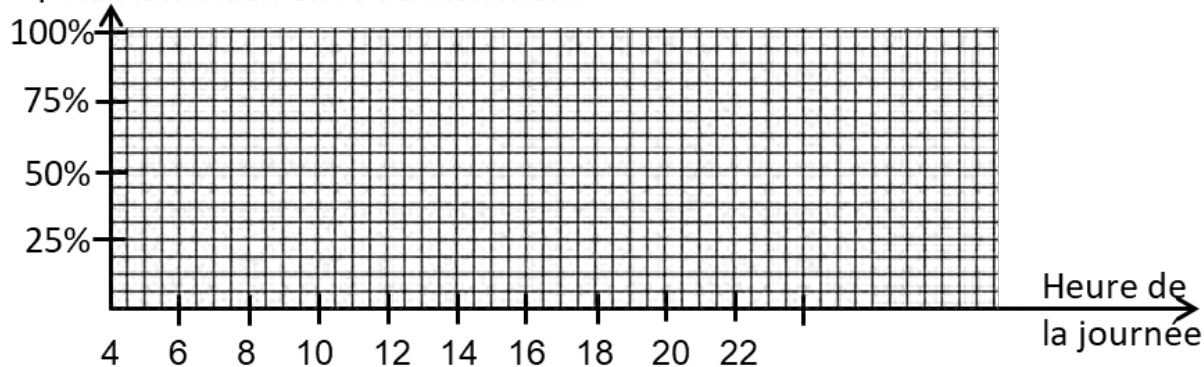
Eclairage naturel (lux)



Eclairage artificiel nécessaire (lux)



Φ flux lumineux en % du maximum



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOWN:
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

DR 4 - Répartition du potentiel de réchauffement climatique pour les produits de construction et équipement (PCE) par lot en kgCO₂eq·m⁻²

		Scénario 1	Scénario 2
Lot 1	Voirie et Réseaux Divers	51,7	51,7
Lot 2	Fondations et Infrastructure	20,68	...
Lot 3	Superstructure et Maçonnerie	165,44	...
Lot 4	Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie	31,02	31,02
Lot 5	Cloison, Doublage, Plafond suspendus, Menuiseries Intérieures	134,42	134,42
Lot 6	Façades et Menuiseries Extérieures	155,1	155,1
Lot 7	Revêtement, Chape, Peintures, Décoration	155,1	155,1
Lot 8	Chauffage Ventilation Climatisation + Eau Chaude Sanitaire	155,1	155,1
Lot 9	Installations sanitaires	10,34	10,34
Lot 10	Réseaux d'énergie	124,08	124,08
Lot 11	Réseaux de communication	7,755	7,755
Lot 12	Appareils élévateurs	10,34	10,34
Lot 13	Équipement de Production Locale d'électricité	7,755	7,755
Lot 14	Fluides Frigorigènes	5,17	5,17
Total PCE		1034	...

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENTON:
(en majuscules)

N° candidat :

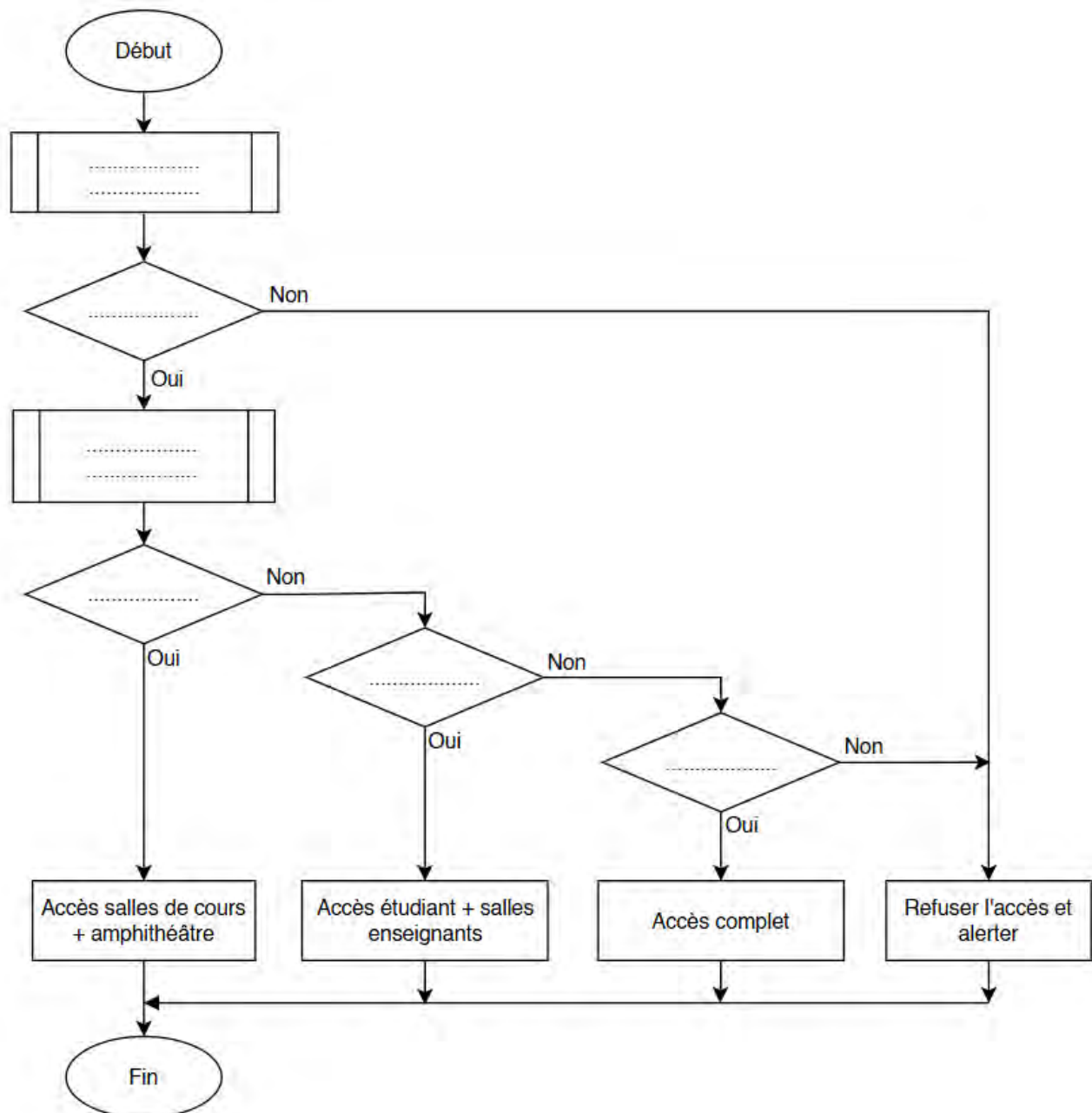
N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

```
<!..... html>
<!-- Déclare que le document est en HTML5 -->
<html lang="fr">
<!-- L'élément racine de la page, avec l'attribut lang indiquant que la langue principale est le
français -->

<head>
<meta charset="UTF-.....">
<!-- Définit l'encodage des caractères en UTF-8 pour supporter les caractères spéciaux
français -->

<title>Liste des élèves</title>
<!-- Titre de la page affiché dans l'onglet du navigateur -->

<style>
/* Styles CSS intégrés pour la mise en forme de la page */
body {
font-family: Arial, sans-serif;
/* ..... utilisée sur toute la page */
background-color: #f0f0f0;
/* Couleur de fond gris clair */
padding: 20px;
/* Espace autour du contenu de la page */
}
.eleve {
display: flex;
/* Utilisation du modèle flexbox pour aligner les éléments horizontalement */
align-items: center;
/* ..... verticalement les éléments enfants */
background-color: #fff;
/* Fond blanc pour chaque bloc élève */
padding: 10px;
/* Espace intérieur dans le bloc */
margin-bottom: 10px;
/* Espace entre les blocs élève */
border-radius: 8px;
/* ..... arrondis */
box-shadow: 0 2px 5px rgba(0,0,0,0.1);
/* Ombre portée subtile pour donner du relief */
}

(...) <!-- Ne pas compléter -->

</body>
</html>
```

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOWN
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

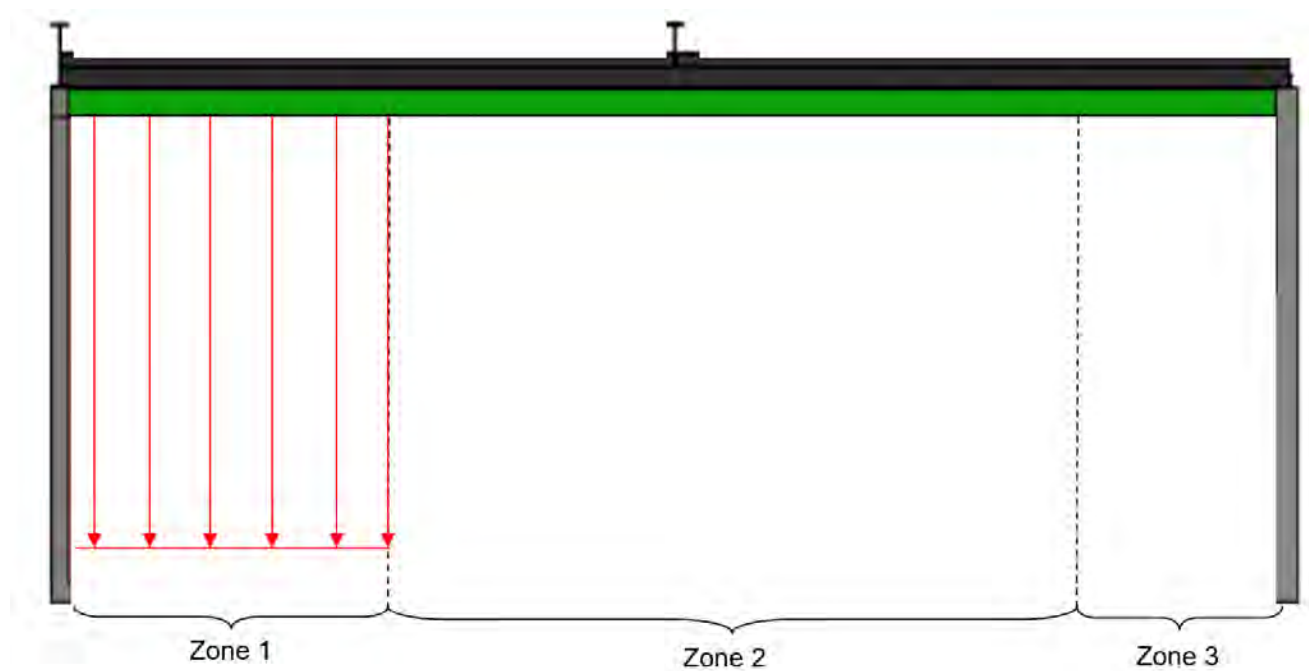
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

	Épaisseur du matériau en m	Conductivité thermique en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Résistance thermique surfacique en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
Résistance superficielle extérieure r_{se}			...
Tôle d'acier nervurée	Valeur négligeable		
Laine de roche SOROCK	...	...	...
Pare Vapeur	0,0002	0,05	0,004
Laine de roche TOROCK	...	...	...
Laine de verre	...	...	...
Tôle d'acier nervurée	Valeur négligeable		
Résistance superficielle intérieure r_{si}			...
$\epsilon_{totale} =$	...	$R_{totale} =$	...
$\epsilon_{isolant} =$	...		

Résistances superficielles en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$:

	r_{si}	r_{se}	Σr_s
Paroi verticale	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale (flux descendant)	0,17	0,04	0,21

Règles ThU CSTB



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOWN:
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Architecture et construction

Campus Métropolitain ESEO ESTP - DIJON



Présentation de l'étude et questionnaire

pages 40 à 49

Documents techniques DTS1 à DTS11

pages 50 à 60

Documents réponses DRS1 à DRS3

pages 61 à 62

Dans un contexte de transition énergétique et de développement durable, le secteur du bâtiment joue un rôle majeur pour réduire les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Le concept de "ville intelligente" ou "smart city" repose notamment sur la conception de bâtiments durables, économes en énergie, confortables et intégrés dans leur environnement.



Figure 2 : Maquette volumique architecturale

Le projet d'étude proposé s'appuie sur un cas concret : le campus métropolitain de Dijon, qui regroupe les établissements de l'ESTP et de l'ESEO. Ce bâtiment emblématique, destiné à accueillir des étudiants et des personnels dans un environnement de travail modulable et performant, doit répondre aux exigences actuelles en matière d'architecture bioclimatique, de qualité environnementale et de confort d'usage.

Ce sujet aborde différents aspects relatifs à la phase de conception et à la réalisation :

- **Partie A** : Les principes de base de la conception bioclimatique ont-ils été pris en compte lors de la conception du bâtiment ?
- **Partie B** : Les choix techniques réalisés dans les salles de cours modulables permettent-ils d'assurer un bon confort acoustique ?
- **Partie C** : Les apports solaires sont-ils optimisés sans compromettre le confort des usagers ?

Travail demandé

Partie A. Les principes de base de la conception bioclimatique ont-ils été pris en compte lors de la conception du bâtiment ?

Objectif : La première partie du sujet vise à analyser le bâtiment sous l'angle de la conception bioclimatique, qui peut se définir comme un mode de conception architectural qui consiste à trouver le meilleur équilibre possible entre le bâtiment, le climat environnant et le confort de l'occupant. Il s'agit ici d'optimiser la forme architecturale et les matériaux de construction afin de garantir une enveloppe thermique performante.

Détermination du niveau de compacité du bâtiment :

Dans une démarche de performance énergétique, la compacité du bâtiment est un paramètre essentiel. Vous devez étudier la forme générale du bâtiment afin de déterminer sa compacité et en déduire les avantages ou limites thermiques que cela engendre, notamment en lien avec les surfaces déperditives. La compacité se calcule de la manière suivante :

$$C = S/V$$

- C = la compacité (m^{-1}) ;
- S = la surface de déperditions (l'enveloppe extérieure) (m^2) ;
- V = le volume à chauffer (m^3) ; V = 55 300 m^3 .

Les figures 2, 3, 4 et 5 présentent un modèle volumique simplifié du bâtiment en correspondance avec des photos de l'ouvrage terminé.

Hypothèses : Les façades SUD et EST sont considérées sans relief ;
Les 5 niveaux ont une hauteur de 4,25 m chacun.



Figure 3 : Photo de l'ouvrage façades SUD – EST

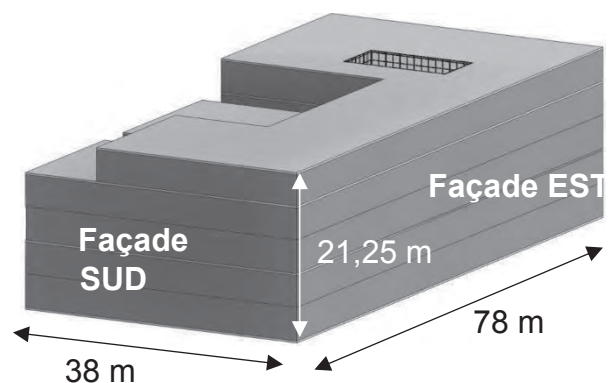
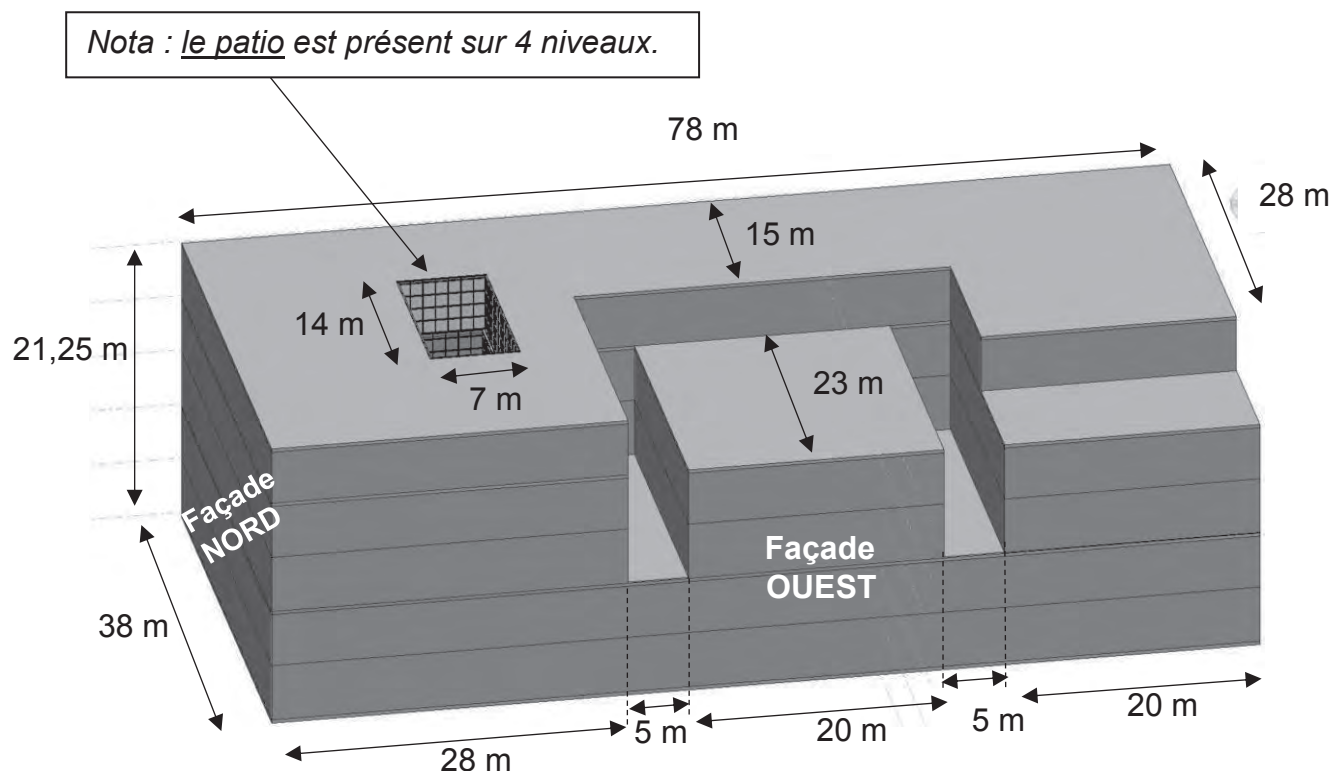


Figure 4 : Modèle volumique simplifié façades SUD – EST



Figure 5 : Photo de l'ouvrage façade OUEST



Question 1. **Calculer** la compacité du projet « C1 » à partir du modèle volumique simplifié figure 5.

Pour la suite de l'énoncé, on prendra comme valeur de compacité du projet, $C1 = 0,23 \text{ m}^{-1}$, valeur exacte de la compacité, calculée à partir de la maquette volumique architecturale du projet (figure 1).

On considère maintenant que le bâtiment est un cube parfait, le volume $V = 55\,300 \text{ m}^3$ est conservé.

Question 2. **Calculer** la compacité « C2 » du bâtiment cubique.

Question 3. Sur la graduation du document **DRS1**, **placer** les 3 valeurs de compacité suivantes :

- C1 : Compacité du projet
- C2 : Compacité du bâtiment cubique (Q2)
- C3 : Compacité moyenne des bâtiments existants du même type dans la région (document **DT2 partie commune**)

Conclure sur la compacité du projet vis-à-vis des performances énergétiques du bâtiment.

Performance thermique des parois verticales opaques :

Cette étude vise à vérifier que les deux solutions constructives retenues valident effectivement les recommandations de la RT 2012 sur la base de leur coefficient de transmission thermique.

Les deux solutions techniques retenues pour les parois déperditives verticales :

- Mur en béton en Isolation Thermique Intérieure « ITI » sans rupteurs thermiques (noté PV1) ;
- Mur ossature bois en Isolation Thermique Répartie « ITR » (noté PV2).

Schéma de principe de la partie courante du mur ossature bois « PV2 » :

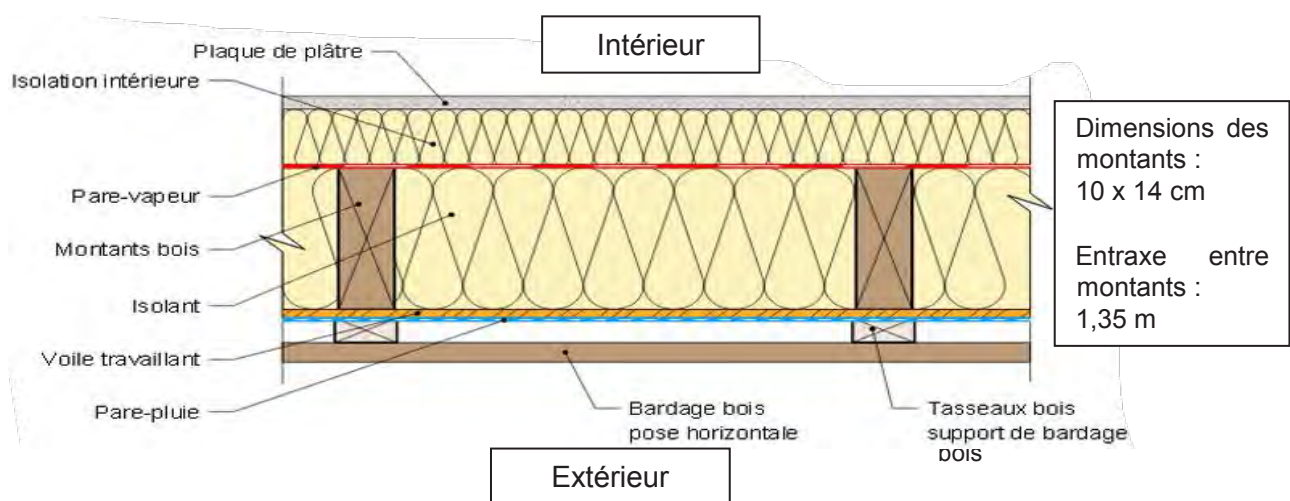


Figure 7 : Schéma de principe de la partie courante des murs à ossature bois PV2

Hypothèse : Les éléments suivants seront négligés dans le calcul de la résistance thermique : Bardage bois et tasseaux de bois.

On rappelle la formule de la résistance thermique d'une paroi :

$$R_{\text{parois}} = \sum R_{\text{éléments}} + R_{\text{superficielles}}$$

Question 4. À l'aide du document **DT2 (partie commune)** et **DTS1**, calculer le coefficient de transmission thermique moyen de la paroi verticale opaque PV2, noté $U_{\text{PV2}} = 1 / R_{\text{PV2}}$ (prendre en compte l'hétérogénéité de la structure de la paroi) et **comparer** les 2 types de parois (PV1 et PV2) vis-à-vis des directives de la RT 2012.

Performance thermique des parois verticales opaques :

Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire dans l'enveloppe d'un bâtiment qui présente une variation de résistance thermique. La RT 2012 a fait des ponts thermiques

linéiques de plancher intermédiaire l'une de ses priorités. L'objectif de cette étude est de vérifier si l'exigence de la RT 2012 vis-à-vis de ses ponts thermiques est vérifiée.

On considérera pour la suite de l'étude les longueurs de ponts thermiques linéiques suivantes au niveau des planchers intermédiaires :

- Sur les façades en béton « ITI » (PV1) : $L1 = 624 \text{ m}$
- Sur les façades en ossature bois « ITR » (PV2) : $L2 = 465 \text{ m}$

Question 5. **Relever** sur le document **DT2 (partie commune)** l'exigence concernant les ponts thermiques linéiques de plancher intermédiaire. À l'aide du document **DTS1**, **calculer** la valeur moyenne Ψ_{moy} des ponts thermiques linéiques au niveau des planchers intermédiaires. **Conclure** sur la validité de l'exigence.

Question 6. **Proposer** une solution permettant de réduire les ponts thermiques linéiques au niveau des planchers intermédiaires. **Argumenter** votre proposition à l'aide d'un schéma explicatif.

Synthèse :

On considérera les choix de l'architecte suivants pour les façades :

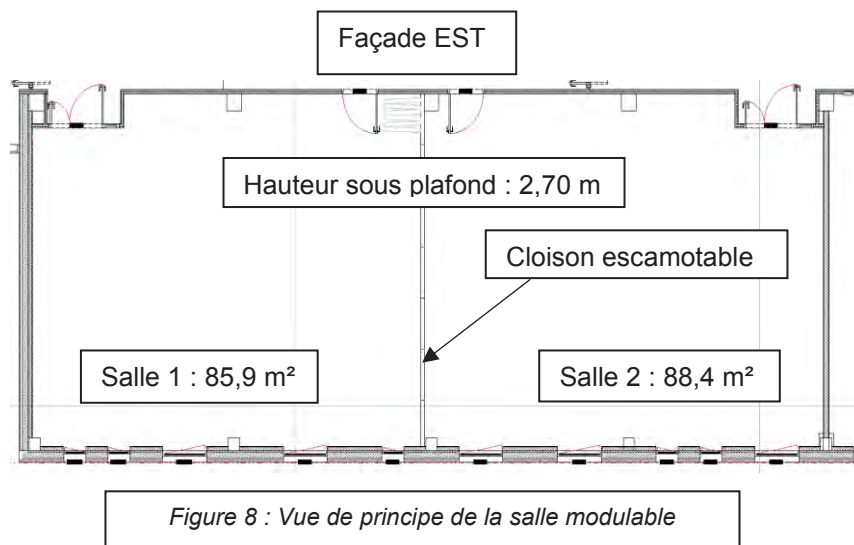
- RDC et R+1 : Mur béton (100 %) ;
- R+2 et R+3 : 50 % mur béton et 50 % mur ossature bois ;
- R+4 : Mur ossature bois (100%).

Question 7. **Proposer** une synthèse globale des études précédentes relatives à la conception bioclimatique de l'ouvrage (Compacité – performance thermique des parois – ponts thermiques), **analyser** vos résultats et **conclure** sur l'efficacité des solutions proposées par l'architecte vis-à-vis des performances énergétiques de l'ouvrage et du développement durable.

Partie B. Les choix techniques réalisés dans les salles de cours modulables permettent-ils d'assurer un bon confort acoustique ?

Objectif : inauguré en mars 2022, le campus métropolitain ESTP-ESEO de Dijon est un bâtiment innovant et connecté, conçu pour être une vitrine des nouvelles pratiques pédagogiques et des technologies de la ville intelligente. Il propose des espaces d'enseignement modernes et flexibles. Parmi ces espaces, on trouve des classes « modulables » dotées d'une cloison escamotable permettant de les diviser en deux salles indépendantes pour une utilisation flexible. Cependant, les retours des utilisateurs ont mis en évidence des problèmes d'intelligibilité de la parole et de transmission sonore entre les deux espaces lorsque la cloison est en place.

Cette partie porte sur l'étude d'une des classes modulables (figure 8).



Le concepteur souhaite garantir un confort acoustique optimal dans cette salle de classe modulable. Une analyse du confort acoustique de la salle dans 2 configurations est proposée :

- Configuration 1 : Salle 1 et 2 indépendantes ;
- Configuration 2 : Salle 1 et 2 décroisonnées.

Temps de réverbération :

En acoustique architecturale, on appelle réverbération la prolongation d'un son après l'interruption de la source sonore du fait des multiples réflexions sur les parois d'un local. Le temps de réverbération sert à caractériser la manière dont le son se propage et se diffuse dans un local. Dans une salle de classe, ce paramètre est essentiel, car il influence directement la compréhension de la parole et donc la qualité d'écoute du professeur. Cette étude vise à vérifier que la salle étudiée respecte les recommandations vis-à-vis du temps de réverbération dans chaque configuration.

Question 8. À l'aide des documents **DTS2** et **DTS3**, **indiquer** le temps de réverbération $Tr(s)$ préconisé pour chaque configuration.

Question 9. À l'aide des documents **DTS2** et **DTS4**, **compléter** le document **DRS2** et **calculer** le temps de réverbération de la salle 2 (configuration 1), lorsque celle-ci est meublée et inoccupée (Fréquence 1000 Hz). **Conclure** sur le confort acoustique de la salle dans cette configuration.

Une simulation acoustique (document **DTS5**) de la salle en configuration 2 (décloisonnée) a permis d'obtenir les valeurs des temps de réverbération pour l'ensemble des fréquences.

Question 10. **Analyser** les résultats de la simulation du document **DTS5** et **conclure** vis à vis des préconisations du document **DTS3**.

Question 11. Parmi les 2 produits présentés sur le document **DTS6**, **choisir** le produit le plus approprié pour améliorer le confort acoustique dans la salle en configuration 2, **justifier** votre réponse.

Isolation acoustique de la paroi escamotable :

Dans les établissements scolaires, la qualité acoustique des salles de cours joue un rôle essentiel pour assurer de bonnes conditions d'enseignement et de concentration des élèves. Parmi les paramètres acoustiques, l'isolation acoustique correspond à la capacité d'une paroi (mur, plancher, plafond, cloison mobile...) à limiter la transmission des sons d'un local vers un autre. Plus l'isolation est efficace, moins les bruits indésirables sont perceptibles dans la pièce voisine.

L'objectif de cette étude est de vérifier si le modèle de paroi escamotable choisi par l'architecte dispose d'une isolation acoustique suffisante dans le scénario d'utilisation présenté ci-dessous :

La salle 1 est utilisée pour des activités de projet, la salle 2 est utilisée pour des devoirs sur table, le niveau de bruit ne doit pas dépasser 30 dB pour que les étudiants composent dans de bonnes conditions.

Question 12. À l'aide du document **DTS4**, **calculer** le bruit en décibel de 8 groupes de 3 élèves ayant des « conversations normales » (≈ 65 dB pour chaque groupe).

Question 13. **Indiquer** l'affaiblissement acoustique minimum pour que les étudiants de la salle 2 composent dans de bonnes conditions.

Exigences de la paroi escamotable :

- Affaiblissement acoustique entre salle $R_a > 40$ dB ;
- Hauteur minimale des panneaux : 3,55 m ;
- Masse surfacique < 50 kg·m⁻².

Le choix de l'architecte s'est porté sur le modèle « SERIFLEX 45 ».

Question 14. À partir du document **DTS7**, **vérifier** que le type de paroi escamotable choisi par l'architecte valide les exigences.

On considérera pour la suite du sujet que l'affaiblissement acoustique minimal (d'après l'étude du scénario des questions Q12 et Q13) sera de 45 dB minimum.

Question 15. **Commenter** le choix de l'architecte et **choisir** une paroi escamotable qui valide la nouvelle exigence à l'aide du document **DTS7**.

Question 16. À partir du document **DTS7**, **indiquer** l'intérêt d'assurer une excellente étanchéité acoustique de la cloison escamotable. **Identifier** la solution technologique existante sur le panneau pour garantir cette étanchéité.

Synthèse :

Question 17. **Faire une synthèse** des études précédentes relatives au confort acoustique d'une des salles modulables du projet. **Analyser** vos résultats et **conclure** sur

l'efficacité des solutions proposées par l'architecte. **Proposer** des solutions pour améliorer le confort acoustique.

Partie C – Les apports solaires sont-ils optimisés sans compromettre le confort des usagers ?

Objectif : cette partie permet d'analyser l'orientation du bâtiment, la répartition des surfaces vitrées sur les différentes façades et les dispositifs de protection solaire à prévoir (brise-soleil, débords de toiture, stores extérieurs...). Le maître d'ouvrage souhaite maximiser les apports solaires gratuits en hiver tout en protégeant les locaux des surchauffes estivales et des risques d'éblouissement.

Apport en lumière naturelle sur l'ensemble du bâtiment :

La réglementation thermique RT 2012 impose plusieurs exigences afin de garantir la performance énergétique et le confort des bâtiments neufs. Parmi elles, le critère de surface minimale des baies vitrées vise à assurer un apport suffisant d'éclairage naturel dans les locaux, limitant ainsi le recours à l'éclairage artificiel et contribuant aux économies d'énergie. Dans le cas du Campus Métropolitain ESEO ESTP - DIJON, les salles de cours modulables doivent donc être vérifiées vis-à-vis de ce critère.

Question 18. **Relever** sur le document **DT2 (partie commune)**, l'exigence qui fixe le rapport entre la surface de baie et la surface habitable du projet. Ensuite, à l'aide du document **DTS8**, **calculer** la surface de baie et la surface habitable de plancher puis **vérifier** l'exigence imposée.

Apport en lumière naturelle spécifique à la salle 2 en configuration 1 (Salle 1 et 2 indépendantes) :

Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ) est le rapport de l'éclairement naturel intérieur reçu en un point du plan de référence (généralement le plan de travail ou le niveau du sol) à l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale.

Le FLJ_{moyen} peut être estimé par la relation suivante :

$$FLJ_{moyen} = \frac{S_f \times T_L \times \alpha}{S_t \times (1 - R^2)}$$

- FLJ_{moyen} : obtenu directement en pourcentage (%)
- S_f : surface nette de vitrage (m^2)
 - Fenêtre 1 : Le châssis représente 10% de la surface de fenêtre
 - Fenêtre 2 : Le châssis représente 5% de la surface de fenêtre
- T_L : facteur de transmission lumineuse du vitrage ici à 0,66 sans unité (dont on déduit 5% pour la saleté) ;
- α : angle du ciel visible depuis la fenêtre supposé le même sur toutes les façades et exprimé en degrés ;

- S_t : surface totale de toutes les parois du local y compris celle des fenêtres (m^2) ;
- R : facteur de réflexion moyen des parois du local considéré à 0,6 (sans unité) pour la pièce étudiée ;

Question 19. À l'aide du document **DTS2**, **calculer** le FLJ estimé moyen pour la salle 2 en configuration 1 pour un angle α du ciel visible de 90° (vue dégagée)

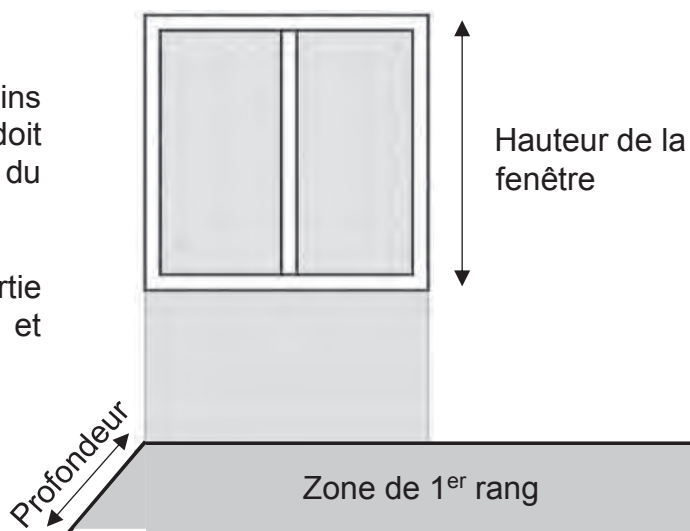
On considérera :

- Un FLJ inférieur à 2,5% implique environ 50% d'autonomie d'éclairage naturel ;
- Un FLJ compris entre 2,5 et 4% implique 60% d'autonomie d'éclairage naturel ;
- Un FLJ supérieur à 4% implique plus de 70% d'autonomie d'éclairage naturel.

Question 20. **Conclure** sur l'autonomie d'éclairage naturel dans la salle au regard des exigences définies dans le document **DT2 (partie commune)**.

Le maître d'ouvrage souhaite qu'au moins 80 % de la zone dite « de 1^{er} rang » doit présenter un FLJ (Facteur de Lumière du Jour) supérieur à 1,5 %.

La zone de 1^{er} rang correspond à la partie de la salle située entre la façade vitrée et une profondeur égale à deux fois la hauteur de la fenêtre.



Question 21. **Calculer** la profondeur de la zone de 1^{er} rang, **vérifier** l'exigence du maître d'ouvrage à partir de la simulation du document **DTS9**.

Protections solaires :

Pour satisfaire le confort des usagers, le maître d'ouvrage souhaite mettre en place une nouvelle technologie de vitrage : le vitrage dynamique « SageGlass ».

Il s'agit d'un vitrage électro-chrome capable de modifier sa teinte sous l'effet d'un courant électrique de faible intensité. Il passe d'un état clair à un état teinté, modifiant ainsi sa transmission lumineuse et énergétique.



Figure 9 : Vitrage électro-chrome SAGEGLASS

Question 22. À partir du document **DTS10**, **décrire** le principe de fonctionnement du vitrage dynamique SageGlass. **Proposer** deux avantages et un inconvénient pour cette technologie de vitrage.

Question 23. À l'aide du document **DTS11**, **compléter** le tableau du document **DRS3**. Pour cela, vous devez **décrire** les types de vitrages et de protections solaires utilisés pour chaque façade en fonction de leur orientation puis **analyser** les choix de l'architecte.

Synthèse :

Question 24. **Faire la synthèse** des études précédentes et **conclure** sur l'efficacité des moyens mis en place par l'architecte pour maximiser les apports solaires tout en garantissant un confort lumineux en adéquation avec l'utilisation du bâtiment.

Document technique spécifique DTS1 – Données sur les parois opaques

Composition paroi verticale 1 (PV1) : mur béton

- Isolation Thermique par l'Intérieure (ITI) sans rupteur thermique
- $U_{PV1} = 0,21 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Matériaux	e Épaisseur cm	λ Conductivité $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	R Résistance thermique $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	Energie grise $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$	Bilan CO ₂ teq CO ₂ · m ⁻²
Mur en béton	20	1,82	-	385	41,6
Isolant intérieur	16	0,039	-	55,6	9,2
Pare vapeur	0,02	0,05		1,02	0,182
Plaque de plâtre	1,3	0,03	-	13,1	2,2

Composition de la paroi verticale 2 (PV2) : mur en ossature bois ITR

Matériaux	e Épaisseur cm	λ Conductivité $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	R Résistance thermique $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	Energie grise $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$	Bilan CO ₂ teq CO ₂ · m ⁻²
Doublage (plaque de plâtre + isolant)	7,3	-	1,70	34,1	5,6
Pare - vapeur	0,02	0,05		1,02	0,182
Isolant entre montants	14	0,037	-	0,433	0,093
Montant bois	14	0,78	-	8,7	-12,5
Voile travaillant OSB	1,8	0,13		29,7	-7,4
Pare-pluie	0,02	0,05		1,2	0,262

Résistances superficielles :

RESISTANCES SUPERFICIELLES (en m².K/W)

TYPE DE PAROIS & SENS DU FLUX	Paroi donnant sur l'extérieur, un passage ou local ouvert			Paroi donnant sur un local fermé attenant chauffé ou pas		
	Rsi	Rse	Rsi+Rse	Rsi	Rse = Rsi	ΣRsi
FLUX HORIZONTAL (Ex. murs) (Inclinaison > 60°)	0,130	0,040	0,170	0,130	0,130	0,260
FLUX ASCENDANT (Ex. Plafond, toiture terrasse) (Inclinaison < 60°)	0,100	0,040	0,140	0,100	0,100	0,200
FLUX DESCENDANT (Ex. plancher) (Inclinaison < 60°)	0,170	0,040	0,210	0,170	0,170	0,340

Ponts thermiques :

$$\Psi_{\text{moy}} = \Sigma(\Psi_i \times L_i) / \Sigma L_i$$

Ψ_i : Valeur du pont thermique du type i en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

L_i : Longueur du pont thermique de type i en m

Type de pont thermique	Valeur du pont thermique linéique Ψ en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Plancher intermédiaire / Mur _{ext} Ossature Bois ITR	0,1
Plancher intermédiaire / Mur _{ext} Béton ITI sans rupteur thermique	1,14
Plancher intermédiaire / Mur _{ext} Béton ITI (avec rupteur thermique)	0,45
Plancher intermédiaire / Mur _{ext} Béton ITE (Isolation Thermique par l'Extérieur)	0,11

Document technique spécifique DTS2 – Dimensions, revêtements de surface et équipements de la salle 2.

Paroi	Matériaux de revetement		Équipements	Dimensions (m)
Plafond	85 % Faux plafond acoustique et 15 % luminaires		Mobilier	1 chaise et 1 table / personne
Sol	Linoléum		Nbr personnes max	3 m ² / personne
Paroi verticale	Plâtre		Fenêtre 1	0,60 x 2,5 ^{Ht}
Fenêtres	Verre		Fenêtre 2	1,2 x 2,5 ^{Ht}
Portes	Bois		Porte 1	0,9 x 2,1 ^{Ht}
Cloison mobile	Bois		Porte 2	2,1 x 2,1 ^{Ht}
NOTA : Les luminaires seront négligés pour l'étude du confort acoustique HSP : Hauteur Sous Plafond				

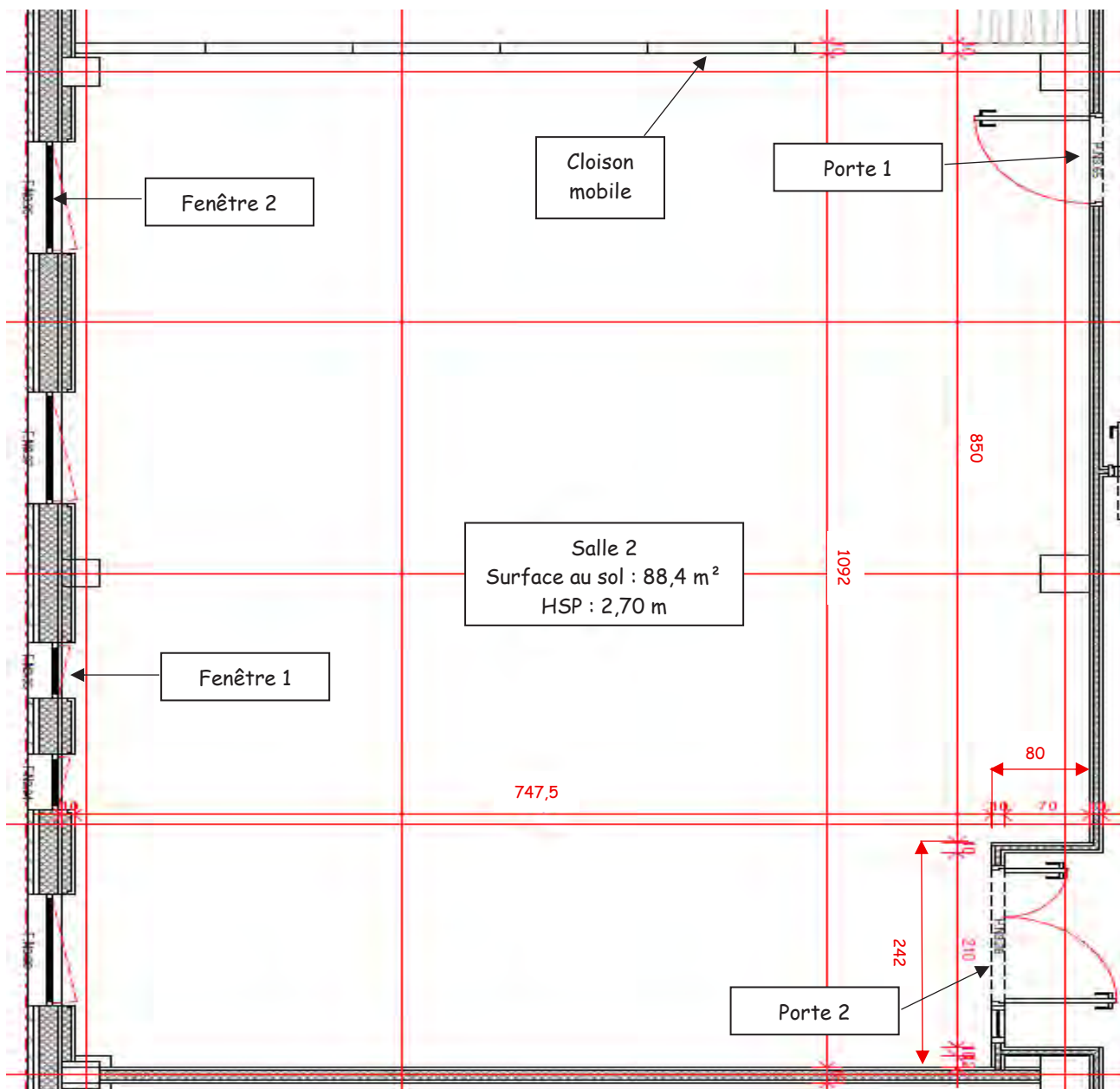


Figure 10 : Vue en plan cotée de la salle 2 (cotation en cm) – pas d'échelle

Document technique spécifique DTS3 – Recommandations temps de réverbération

Locaux	Volume (V en m³)	Tr(s) optimal	Tr (mesures) (en s)	Commentaires
<u>Salles publiques</u>				
Théâtre, salles de conférences	6 000 à 22 000 m³	0,075 V ^{1/3}	1,25 à 2,1 s	à 500 Hz
Salle de concerts	1 800 à 15 000 m³	0,085 V ^{1/3}	1,1 à 2,2 s	à 500 Hz
Églises et cathédrales	8 000 à 20 000 m³	0,1 V ^{1/3}	1,09 à 2,6 s	à 500 Hz
<u>Locaux d'enseignements</u>				
Salles de cours, enseignements, musiques, bibliothèques, administration, documentation, Salle à manger	(V inf. à 250 m³)	0,4 s à 0,8 s		Locaux normalement meublés et inoccupés. Valeurs moyennes fréquences 500 Hz, 1000 Hz et 2000 Hz
Salle à manger, salles de cours, musique, études, salle polyvalente	(V sup. à 250 m³)	0,6 s à 1,2 s		Locaux normalement meublés et inoccupés. Valeurs moyennes fréquences 500 Hz, 1000 Hz et 2000 Hz
<u>Logement</u>		0,5 s		Meublé
<u>Bureaux</u>		0,7 s à 0,8 s		1 personne (meublé)
<u>Salles de sport</u>				
		F inf. à 500 Hz	F sup. à 500 Hz	
	350 m³	0,9	0,7	
	500 m³	1	0,8	
	1 000 m³	1,3	1	
	3 500 m³	2	1,5	
	8 000 m³	2,6	2	
	16 000 m³	3,2	2,5	
	27 000 m³	3,9	3	
<u>Hôpitaux</u>				
Chambre		1 s		Toutes fréquences
Bassin de rééducation		1,2 s à 1,8 s		Toutes fréquences
<u>Conservatoire</u>		0,08 V ^{1/3}	1,5 (125 Hz) 1,2 (250 Hz) 1 (sup. à 500 Hz)	à 500 Hz

Formule du temps de réverbération :

$$T_r = 0,16 \times \frac{V}{A}$$

0,16 : Constante en (s·m⁻¹)

V : Volume du local en (m³)

A : Aire d'absorption équivalente en (m²)

L'aire d'absorption équivalente se définit ainsi :

$$A = \sum S_i \times \alpha_i$$

S_i : Surface du matériau i (par exemple du béton, du verre ...) en (m²)

α_i : Coefficient d'absorption du matériau i (sans unité)

Coefficient d'absorption des matériaux :

Matériaux	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Béton	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,07
Marbre	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Plâtre	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Brique	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Verre	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
Bois	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Carrelage	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04
Moquette	0,14	0,32	0,45	0,45	0,40	0,35
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Linoléum	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12	0,12
Dalle de faux plafond	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Aire d'absorption équivalente par ensemble (1 table + 1 chaise)						
1Table + 1Chaise	0,10	0,15	0,20	0,24	0,26	0,31

Addition de décibels :



Figure 11 : Abaque addition de décibels

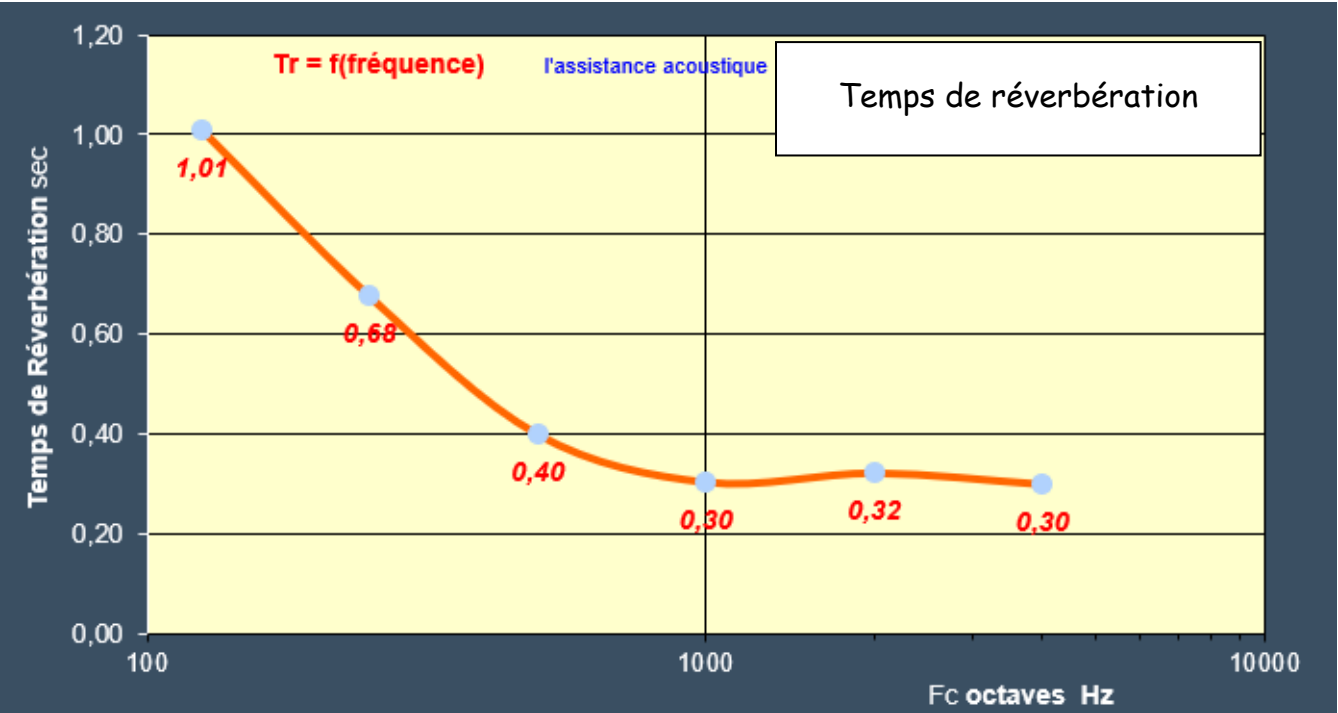


Figure 12 : Simulation du temps de réverbération de la salle modulable en configuration 2 (décloisonnée)

Document technique spécifique DTS6 – Documentation technique de 2 produits de revêtements proposés

Produit 1 : Pose sur Plafond (en remplacement des dalles de faux plafond acoustique)

KNAUF CEILING SOLUTIONS - Dalle plafond Feria Board blanc 600x600x14mm BP2105M4C



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Longueur	600 mm	Largeur	600 mm
Epaisseur	14	Poids net	19.5 kg
Matière	Fibres minérales	Teinte	blanc
Type de produit	Dalle de plafond minérale	Gamme	Feria
Modèle	Feria 14 Board	Pièce de destination	Bureaux cloisonnés
Type de bords	Droit	Type de pose/fixation	à poser
Réflexion lumineuse	85%	Résistance à l'humidité	90%
Classe absorption	D	Absorption Acoustique (Alpha w)	0.5

Figure 13 : Extrait de documentation technique du produit 1

Produit 2 : Pose sur paroi verticale (en remplacement des plaques de plâtre)

Organic Minéral Pure FMIV est un panneau composite constitué d'un parement en laine de bois agglomérée à la chaux et au ciment d'épaisseur 25 mm à bords biseautés 4 côtés, conforme à la norme NF EN 13168 et d'un isolant en laine de roche d'épaisseur variable.

Correction acoustique et finition, pour pose en contre cloison dans les locaux classés EA, EB et EB+ de :

- Bâtiment d'habitation ;
- Bureaux, ERP, bâtiments industriels.

Documents de référence

- Norme : NF EN 13168+A1:2015
- DoP : 4091_ORGANIC-MINERAL_2018-07-26
- Réaction au feu : Rapport de classement européen RC RA11-0399
- Protection au feu des isolants :
 - o AMB : APL n°12-A-534
- Certificat ACERMI : 03/007/284
- FDS : FDS ORGANIC MINERAL 150803
- Réflexion à la lumière : Rapport d'essais n°EMI 17-26071764-C
- Mise en Œuvre conformément à la fiche système Knauf



Performances acoustiques :

Coefficients d'absorption acoustique – Sans Pénium

Désignation	isolant	α_w	Alpha sabine par bande d'octave (Hz)					
			125	250	500	1000	2000	4000
Organic Minéral 50	/	0.85 (H) ¹	0.20	0.55	1.00	1.00	0.90	1.00
Organic Minéral 75	/	1.00 ²	0.35	0.90	1.00	1.00	0.90	0.95
Organic Minéral 100	/	1.00 ³	0.50	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00

Figure 14 : Extrait de documentation technique du produit 2

	SÉRIFLEX 41	SÉRIFLEX 45	CLASSIC	STYLIST	SILENCE	COUPE FEU EI60/EI90	LUMIÈRE	CLASSICAL SW40	ZÉPHYR
DONNÉES TECHNIQUES									
Affaiblissement Acoustique Ra	39	43	46	46 / 52 / 53	57	49	45	/	32
Hauteur Maximum des panneaux (mm)	3000	6000	6000	12000	6000	4500	3000	3000	3000
Épaisseur des panneaux (mm)	97	97	97	119	151	141	118	40	97
Masse surfacique en (kg/m²)	36	44	48	48 (pour affaiblissement acoustique Rw de 50 dB)	72	73	60		18

LE PANNEAU

SIMPLICITÉ DE LA MANŒUVRE

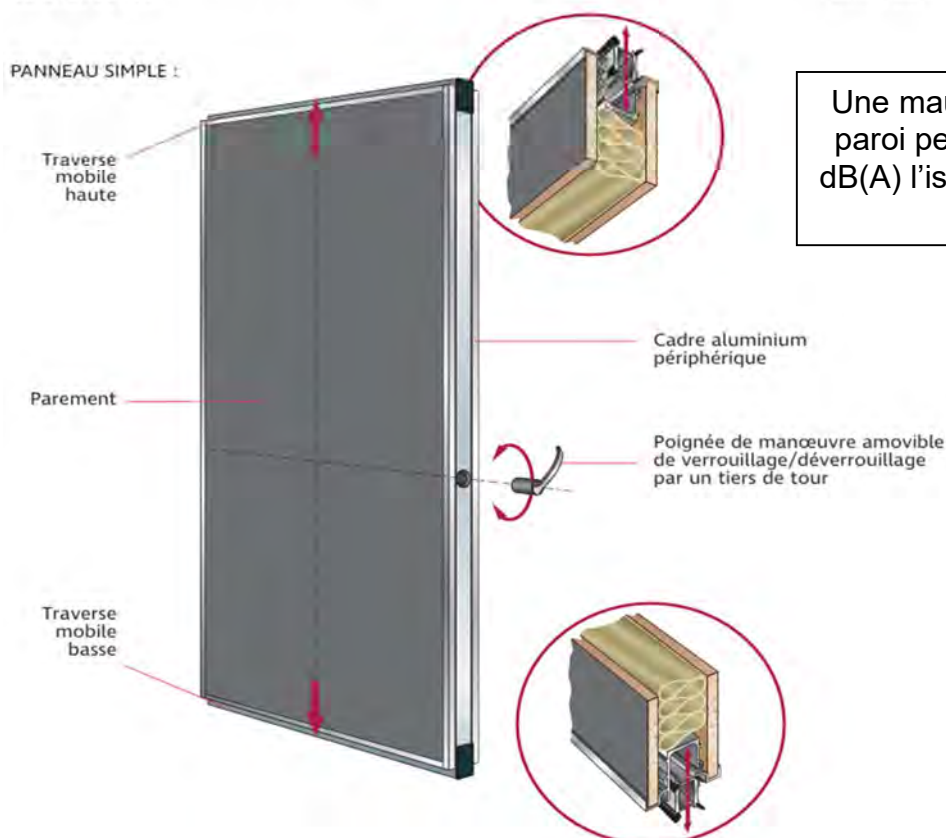
Les panneaux des murs mobiles ALGAFLEX® se déplacent manuellement sans effort grâce à un système exclusif de guidage qui annule tout effort de translation. ¼ de tour de clé seulement pour verrouiller ou déverrouiller les traverses hautes et basses simultanément ou le verrouillage motorisé.

Elles permettent d'assurer l'étanchéité acoustique et le verrouillage mécanique sans rail au sol.

TECHNICITÉ ET ESTHÉTISME

Pouvant atteindre jusqu'à 12 m de hauteur sous rail et capables de répondre à toutes les exigences en matière d'isolation acoustique et de résistance au feu, les murs mobiles ALGAFLEX® sont aussi esthétiques que performants.

Nous vous proposons nos gammes étendues de revêtement standard : mélaminé et stratifié, et pour satisfaire à vos attentes, d'autres finitions sont possibles, quasiment sans limite sous réserve de faisabilité technique : placage bois véritable, parements laqués, miroirs, tôles laquées ou perforées, etc. Les profilés aluminium sont disponibles en anodisation naturelle dans leur version standard, de thermo-laquage RAL sur demande.



Une mauvaise étanchéité de la paroi peut diminuer de 10 à 15 dB(A) l'isolation acoustique de la paroi

Figure 15 : Extrait de documentation technique des parois mobiles

Document technique spécifique DTS8 – Récapitulatif des surfaces du projet

Désignations	Unité	Quantité
Vitrage		
Vitrage Sud	m ²	355
Vitrage Ouest	m ²	421
Vitrage Nord	m ²	190
Vitrage Est	m ²	828
Vitrage Horizontal	m ²	85
Planchers		
Surface de plancher habitable RdC	m ²	2437
Surface de plancher habitable N1	m ²	1892
Surface de plancher habitable N2	m ²	2172
Surface de plancher habitable N3	m ²	1979
Surface de plancher habitable N4	m ²	1657

Document technique spécifique DTS9 – Simulation pour confort lumineux

Facteur de lumière du jour en % :

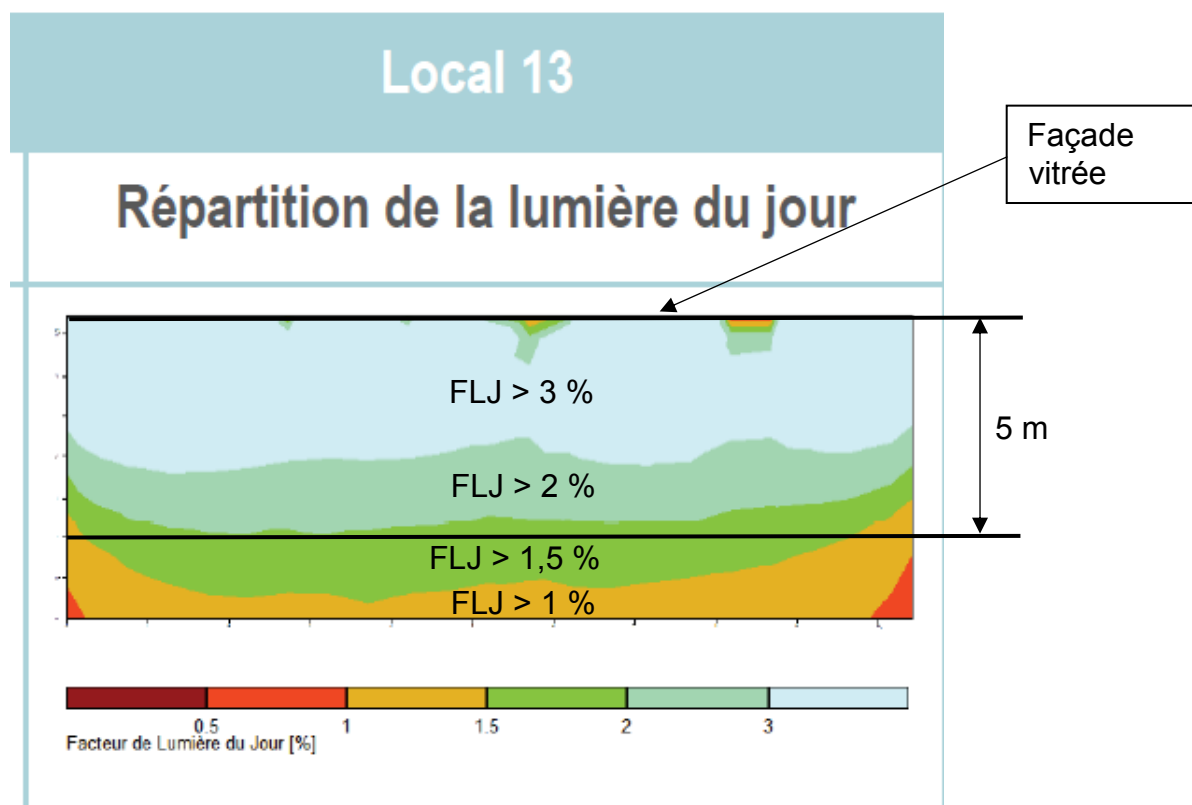


Figure 16 : Résultat de la simulation du facteur de lumière du jour

Document technique spécifique DTS10(1/2) – Descriptif du vitrage dynamique « SageGlass »

Fonctionnement :

Une structure est dite électro-chrome si elle peut changer de couleur de manière réversible lorsqu'une charge électrique lui est appliquée.

Le changement contrôlé de transparence est basé sur le changement de composition de la couche électro-chrome (très souvent de l'oxyde de tungstène WO_3) entraînant un assombrissement / éclaircissement du film. Ce système est commandé par un courant continu. Initialement la couche électro-chrome est transparente. L'application d'une tension électrique entraîne la migration d'ions métalliques M^+ (très souvent des ions lithium – Li^+) de la contre électrode où sont initialement stockés les ions vers la couche électro-chrome qui change de composition et s'assombrit.

Si la tension est supprimée, le vitrage reste sombre : l'effet est rémanent. Pour revenir à l'état clair, il suffit d'appliquer une tension électrique en sens opposé : l'effet est donc rémanent mais réversible.

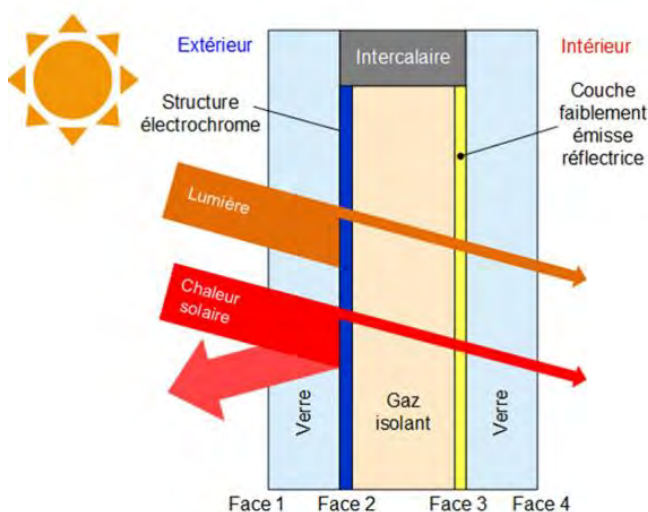


Figure 17 : schéma de principe d'un vitrage solaire dynamique

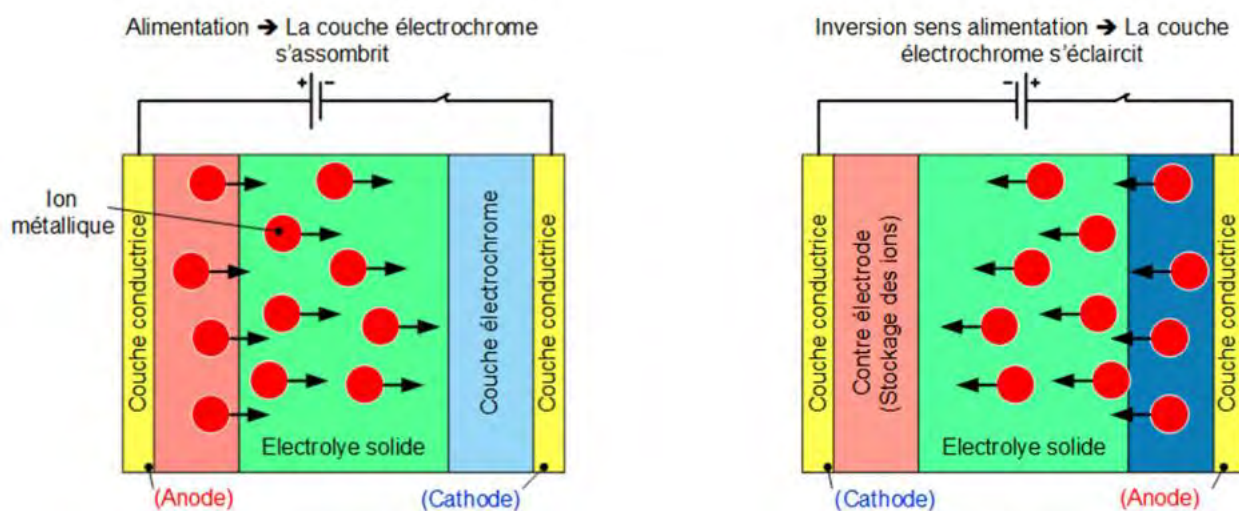


Figure 18 : Schéma de principe de la structure électro-chrome du vitrage solaire dynamique

Ce vitrage intelligent s'adapte aux conditions extérieures et aux besoins des usagers, permettant de :

- Réduire les apports solaires excessifs en été.
- Augmenter les apports lumineux en hiver.
- Limiter l'éblouissement à l'intérieur des locaux.
- Améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment en diminuant les besoins en climatisation et en éclairage artificiel.

Document technique spécifique DTS10(2/2) – Descriptif du vitrage dynamique « SageGlass »

Données techniques :

Temps de transitions de l'état le plus clair au plus foncé	De 5 à 15 min
Consommation électrique	6 W en transition et 0,25 W en veille
Performance thermique	Similaire à un vitrage à isolation thermique renforcée
Transmission lumineuse TL	De 60 % à 1 % selon l'état d'opacité souhaité
Facteur solaire Sg	De 40 % à 5 % selon l'état d'opacité souhaité

Simulation : Afin d'illustrer le potentiel de protection fourni par le vitrage dynamique, le cas d'une salle est présenté.

La figure suivante compare l'évolution des apports solaires reçus par cette salle au cours de la journée du 1^{er} Juin dans 3 configurations différentes :

- La salle est pourvue de vitrages clairs sans protections solaires
- La salle est pourvue de vitrages clairs munis de BSO (Brise Soleil Orientable) qui sont baissés automatiquement à 13 h, 16 h et 18 h.
- La salle est pourvue de vitrages SAGEGLASS

— Vitrage clair sans protections solaires
— Vitrage clair + BSO
— SageGlass

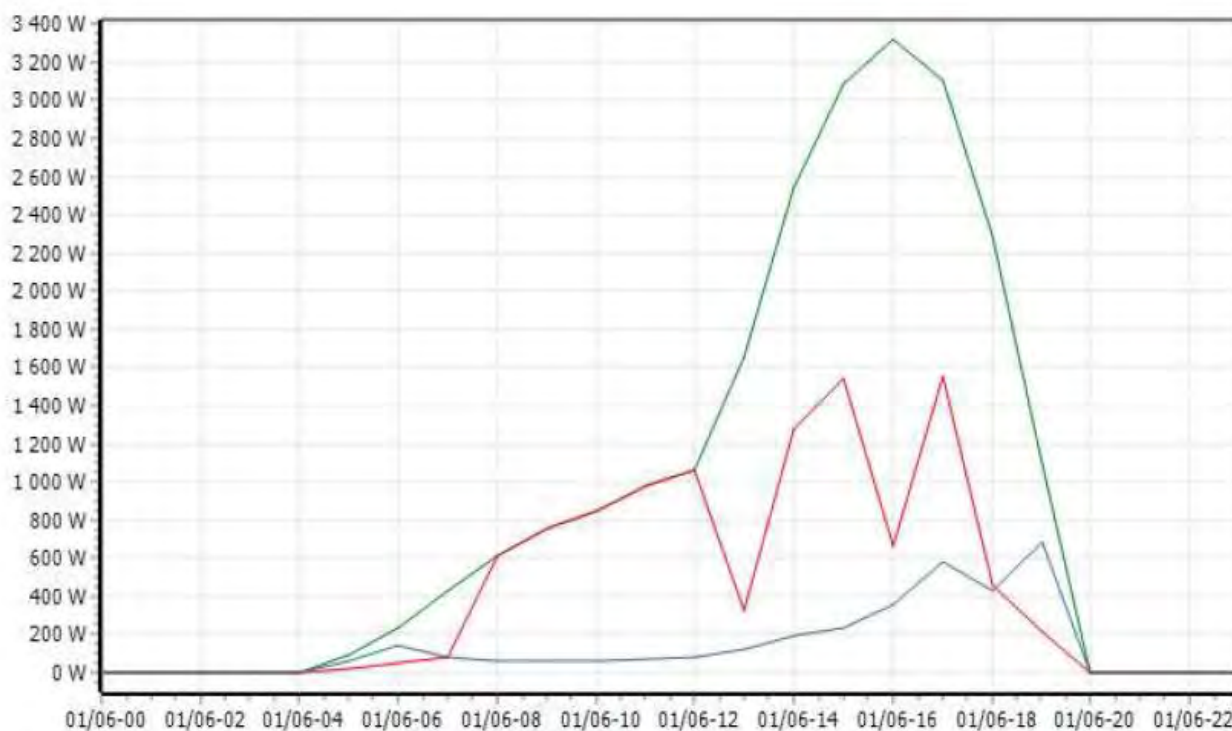
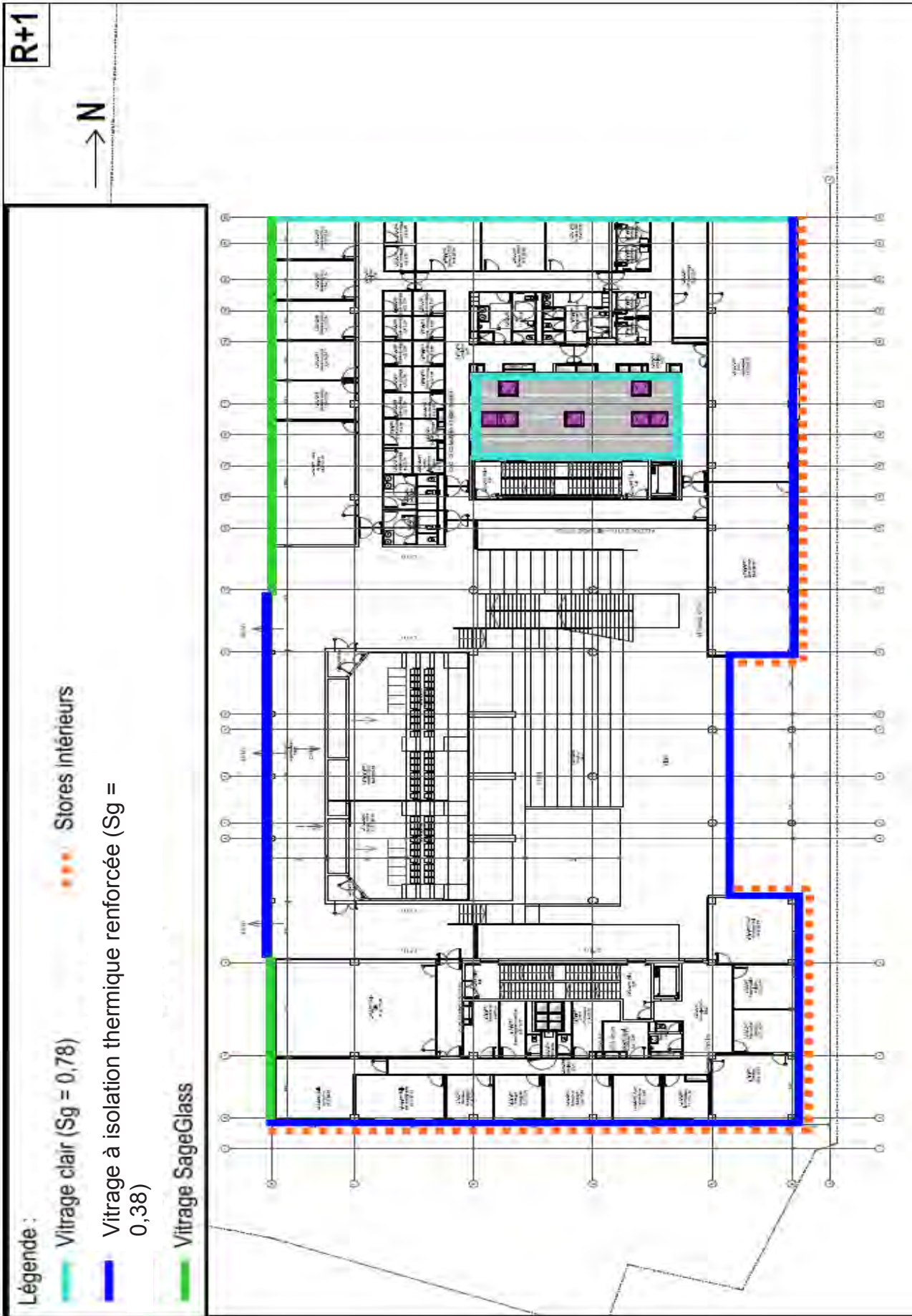


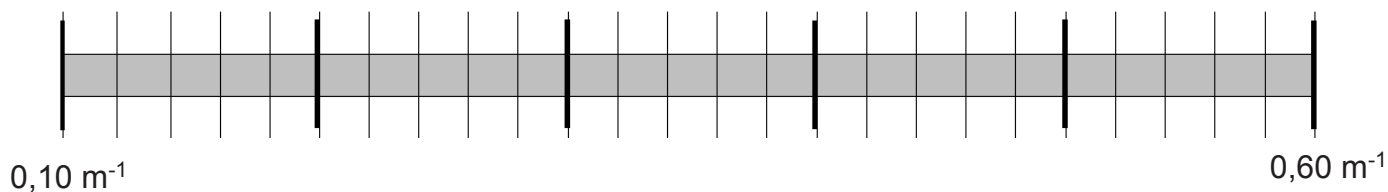
Figure 19 : Évolution des apports solaires reçus dans le local (1^{er} Juin)



Document réponse spécifique DRS1 : Graduation compacité

Placer sur la graduation les 3 compacités demandées :

Compacité en m^{-1} :



Document réponse spécifique DRS2 : Calcul de l'aire d'absorption équivalente pour la salle 2 (bande d'octave 1000 Hz)

Salle 2 (configuration 1)				
Paroi	Matériaux du revêtement	Surface (m^2)	Coefficient d'absorption (1000 Hz)	Aire d'absorption équivalente (m^2)
Paroi verticale opaque	Plâtre	63 m^2	0,03	1,89
Sol	Linoléum	88,4 m^2	0,1	8,84
Cloison mobile				
Plafond (hors luminaire)				
Fenêtres				
Portes				
Mobiliers				
Aire d'absorption équivalente A en m^2 (1000 Hz)				
Temps de réverbération: Tr (sec)				

Document réponse spécifique DRS3 : Analyse des choix de l'architecte (Vitrages et protections solaires)

Compléter le tableau ci-dessous :

Façade	Type de vitrages	Analyse des choix de vitrage	Types de Protections solaires	Analyse des choix de protection solaire
SUD	Vitrage à isolation renforcée	Permet une bonne isolation thermique, et limite les apports solaires	Stores intérieurs mobiles	Limite l'éblouissement en été, tout en permettant les apports de lumière en hiver
NORD	Vitrage clair	L'orientation nord reçoit peu d'ensoleillement direct, donc les risques de surchauffe sont minimisés. Le vitrage clair permet d'apporter de la lumière naturelle et de l'énergie solaire.	Absence de protections solaires	Inutile compte tenu du faible ensoleillement direct
EST				
OUEST				
Patio				

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :