

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

EPREUVE DU MERCREDI 12 SEPTEMBRE 2018

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Les calculatrices électroniques de poche sont autorisées conformément à la réglementation en vigueur.

Baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Session 2018
Enseignements technologiques transversaux	Code : 18ET2DMLR3 Page 0 / 27

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Les calculatrices électroniques de poche sont autorisées conformément à la réglementation en vigueur.

Stand up paddle - Bâtiment éco-durable



Constitution du sujet :

- **Sujet** (mise en situation et questions à traiter par le candidat)
 - **Partie 1** (1 heure) pages 2 à 3
 - **Partie 2** (3 heures) pages 4 à 9
- **Documents techniques** pages 10 à 22
- **Documents réponses** pages 23 à 27

- Le sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.
- Les documents réponses DR1 à DR9 (pages 23 à 27) seront à rendre agrafés aux copies.
- Rédiger sur feuilles de copie quand il n'est pas précisé de compléter un document réponse.

Baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Session 2018
Enseignements technologiques transversaux	Code : 18ET2DMLR3 Page 1 / 27

PARTIE 1. STAND UP PADDLE

L'objectif de cette partie est de valider une démarche d'éco-conception.

Le stand up paddle (ou SUP) est une nouvelle activité nautique qui consiste à se déplacer debout sur une grande planche à l'aide d'une pagaie simple. L'évolution de la pratique des sports de glisse nautique étant très rapide, le matériel évolue lui aussi très vite. Les planches actuelles sont non recyclables et deviennent des déchets ultimes. Les sports nautiques sont en lien direct avec la mer et donc la nature. Le problème posé consiste à vérifier la conception d'un matériel plus écologique sans renoncer aux performances.



L'entreprise Kairos, localisée en Bretagne, a relevé le défi, conçu, testé et réalisé la Glazboard : première planche de SUP à répondre aux exigences de l'éco-conception en tenant compte des critères environnementaux, techniques et économiques.

La Glazboard est déclinée en plusieurs modèles. L'étude porte sur la version SUP 9'2 (9 pieds 2 pouces) pour un poids idéal de l'utilisateur de 85 kg.



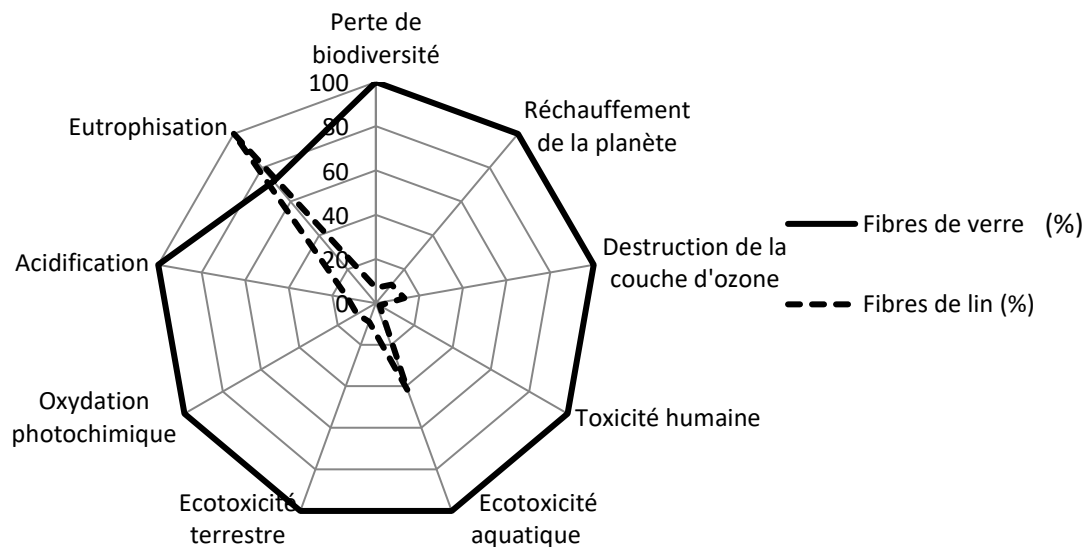
L'étude porte exclusivement sur les parties principales du flotteur : ③, ④, ⑤.

	Constitution planche standard	Constitution Glazboard
① ②	<i>Couches de finition (NON ETUDIÉES)</i>	
Âme : ③	Mousse PVC haute densité	Fibre 100 % végétale : cellulose
Peau : ④	Fibre de verre + résine époxy	Fibre de lin + résine biosourcée à 50 %
Noyau : ⑤	Mousse polyuréthane (PU)	Mousse polystyrène (PSE)
⑥	<i>PVC antidérapant (NON ETUDIÉ)</i>	<i>Liège (NON ETUDIÉ)</i>

Question 1.1
voir DT1
DR1

À partir des informations identifiées sur le synoptique du DT1, **compléter** le diagramme du cycle de vie de la Glazboard sur le document réponse DR1.

L'analyse de cycle de vie (ACV) est un moyen efficace et systémique pour évaluer les impacts environnementaux d'un produit, d'un service, d'une entreprise ou d'un procédé. Le graphique ci-dessous présente la comparaison des ACV des fibres de verre et des fibres de lin.



Comparatif des ACV fibres de verre / fibres de lin (document Kairos)

Question 1.2
voir DT2

Comparer les deux courbes du graphique précédent. En **déduire** le produit ayant le moins d'impact sur l'environnement.
Expliquer pourquoi l'eutrophisation (modification et dégradation des milieux aquatiques) reste élevée pour les fibres de lin, sachant qu'elles sont issues de la tige de la plante appelée paille.

En fin de vie, les différents constituants de la planche sont séparés et traités suivant leur nature. Les parties en lin ou cellulose sont compostées. Le polystyrène (PSE) est recyclé. La capacité d'un camion de collecte de PSE est de 32 tonnes (24 t utiles) et de 92 m³.

Question 1.3
voir DR2

Compléter le tableau des chargements théoriques d'un camion de collecte de PSE non compacté, puis broyé - compacté sur le document DR2.
Indiquer sous quelle forme il est plus avantageux de transporter le PSE.

Le trajet moyen du camion de collecte est le suivant :

- trajet centre de tri vers recycleur 400 km par camion chargé à 24 t ;
- trajet recycleur vers site de fabrication 650 km par camion chargé en moyenne à 20 t.

Question 1.4

Calculer l'impact environnemental du transport de collecte du PSE, sachant que 1 t transportée par camion sur 50 km équivaut à 0,0125 tep (tonne équivalent pétrole).

Question 1.5

Conclure quant à l'intérêt du produit vis-à-vis de la problématique de départ.

PARTIE 2. BÂTIMENT ÉCO-DURABLE

✓ Mise en situation



La Communauté de communes des Pays de Brocéliande en Bretagne souhaite rénover l'office de tourisme de Paimpont et créer un musée ouvert toute l'année, dédié à la forêt et à son imaginaire : « la porte des secrets ».

Le choix de la commune s'est porté sur un ensemble de bâtiments anciens en U et sur deux niveaux (rez-de-chaussée et étage). Le maître d'ouvrage souhaite maintenir le cachet originel de la bâtisse, et n'accepte donc aucune modification structurelle ou esthétique

de l'existant. Les murs en maçonnerie de schiste, la charpente traditionnelle en bois de chêne et les poutres maîtresses en bois de chêne seront conservés.

L'office de tourisme est situé au rez-de-chaussée. Le musée occupe le reste de l'ouvrage et se décline en un accueil, une boutique, 5 zones de scénographie (mise en scène avec sons, vidéos, effets spéciaux) et un espace réservé à l'administration du musée.

Les visiteurs achètent leurs billets à l'accueil puis par groupes de 20 personnes maximum, sont guidés de scénographie en scénographie. Les groupes se succèdent sur chaque scène toutes les 20 minutes.

Comme d'autres bâtiments communaux seront rénovés par la suite, une chaufferie commune est envisagée. Elle fonctionnerait au bois et un réseau de chaleur desservirait tous les bâtiments.

Le bâtiment rénové doit pouvoir accueillir les visiteurs en toute sécurité et garantir leur confort.

✓ Gestion du flux de visiteurs

L'accès des visiteurs aux salles de scénographie de la « porte des secrets » se fait par un portail commandé avec une borne équipée d'un lecteur de code-barres. Lors de l'achat d'une entrée, il est délivré un ticket par personne. Celui-ci comporte la date et l'heure de la visite, un numéro, ainsi qu'un code-barres représentant celui-ci.

Le portail peut s'ouvrir avec ce ticket, mais également et prioritairement par le personnel présent à la billetterie à l'aide d'un interrupteur.

Cette billetterie est gérée par un ordinateur connecté au réseau de l'office de tourisme. Deux autres ordinateurs présents dans le bureau du directeur et à l'accueil de l'office du tourisme permettent de connaître en temps réel la fréquentation de la scénographie. Enfin, un écran est disponible au-dessus du portail d'accès afin de renseigner les visiteurs sur l'heure des séances et sur les places disponibles.

Baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Session 2018
Enseignements technologiques transversaux	Code : 18ET2DMLR3
	Page 4 / 27

Question 2.1 | **Calculer** le nombre maximum de visiteurs pour la scénographie par jour au cours du mois d'août (période de fréquentation maximale).
voir DT3, DT4

Question 2.2 | **Donner** au moins deux éléments justifiant le choix technique de la société IREC pour la gestion des visiteurs de la « porte des secrets ». **Argumenter** en utilisant votre réponse de la question 2.1.
voir DT4, DT5

Question 2.3 | À l'aide du ticket d'entrée de la scénographie DT6 et du DT7 explicitant quelques types de code-barres et leurs principes, **préciser** et **justifier** le nom de celui utilisé par l'office de tourisme.
voir DT6, DT7

Question 2.4 | Toujours en utilisant le DT7, **compléter** le tableau de codage des chiffres du DR3 en donnant l'alternance des bandes (Large ou Etroite) pour les chiffres 3 et 5 non convertis.
voir DT7
DR3

Le lecteur génère un faisceau laser qui vient balayer le code-barres. Ce système est composé de plusieurs diodes qui, lorsqu'elles sont allumées, produisent un faisceau de lumière rouge diffus. Celui-ci est absorbé par les barres sombres sans être réfléchi, alors qu'il est réfléchi par les espaces clairs. À l'intérieur du scanner, une cellule réceptrice photosensible reçoit la lumière réfléchie et la convertit en un signal électrique. Ce dernier est alors transformé en caractères ASCII pouvant être transmis directement à l'ordinateur de la billetterie. La disposition physique du lecteur contraint le visiteur à placer son ticket à 7 cm du capteur photosensible. L'épaisseur choisie pour les bandes les plus fines du code-barres est de 0,3 mm.

Question 2.5 | Sachant que le code-barres du ticket mesure 2 cm de hauteur et qu'il est placé de part et d'autre de la position centrale du capteur, **expliquer** pourquoi le choix d'une épaisseur de bande de 0,2 mm serait pénalisante dans la détection du ticket et donc dans l'ouverture du portail.
voir DR4

Question 2.6 | **Repérer** sur le diagramme des exigences du DR5, en entourant en bleu, le besoin auquel répond l'écran présent au-dessus de la borne.
voir DR5

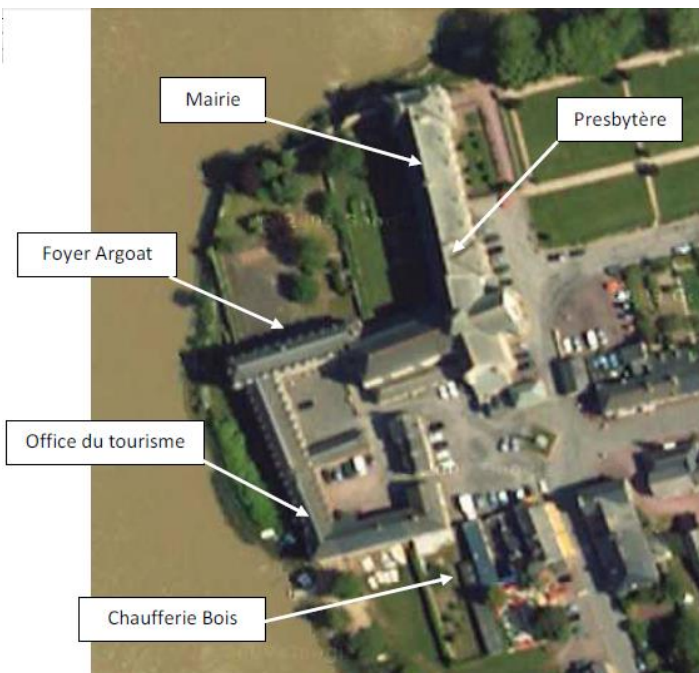
Question 2.7 | **Justifier** la préconisation de mettre les trois ordinateurs et l'écran sur le même réseau informatique. Sachant que l'adresse IP du réseau est 192.168.150.128 et que le masque de sous réseau est 255.255.255.128, **préciser** la classe de ce réseau.
voir DT3, DT4

Question 2.8 | **Exprimer** en binaire l'adresse IP de l'ordinateur du directeur, ainsi que celle du masque de sous réseau. **Vérifier** avec une opération logique que l'adresse IP de cet ordinateur est correctement configurée au regard de l'adresse du réseau.
voir DT3

Question 2.9 | Compte tenu du masque de sous réseau, **préciser** le nombre d'hôtes (ordinateurs) qu'il est possible de connecter sur ce réseau. **Proposer** alors une adresse IP pour les deux autres ordinateurs et l'écran d'information.

Question 2.10 | **Conclure** quant au choix des éléments (borne, écran, ordinateurs) mis en place comme outil de gestion du flux de visiteurs.

✓ Étude du confort thermique



Le musée (office de tourisme) est proche de bâtiments communaux existants comme la mairie, le presbytère et le foyer Argoat (résidence pour personnes âgées).

Actuellement, chaque bâtiment est équipé d'une chaudière fioul ou gaz.

Afin de rationaliser son mode de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire, la Communauté de communes envisage d'alimenter l'ensemble de ces bâtiments par un réseau de chaleur et une chaufferie unique.

Elle en profitera pour mettre aux normes le réseau de distribution de chaleur des bâtiments anciens.

L'objectif de cette partie est de déterminer les besoins en chauffage du musée scénographique et de dimensionner la chaufferie de façon à assurer le confort thermique des visiteurs et du personnel durant une période de chauffage allant du 1^{er} octobre au 20 mai.

Question 2.11 | Pendant le mois d'avril, le musée est ouvert 5 heures par jour. Le matériel et l'éclairage sont allumés 15 min avant l'ouverture et sont éteints 15 min après la fermeture.
voir DT8

Déterminer l'énergie dégagée par le vidéoprojecteur de 250 W de la salle d'interprétation 1 pour le mois d'avril (identique à celle de la salle d'interprétation 2).

Calculer l'énergie totale produite par le matériel pour le mois d'avril.

Après analyse globale du tableau du DT8, **indiquer**, pour le mois d'avril, le local le plus émissif et l'origine de cette énergie.

Question 2.12 | Une personne produit 108 W en énergie sensible.
voir DT9
Pour le mois d'avril, **déterminer** l'énergie dégagée par les visiteurs de l'espace d'interprétation 1.

Question 2.13 | Sur une période de chauffage, les besoins énergétiques annuels du musée se montent à 74 535 kW·h·an⁻¹. Sur la même période, l'apport interne d'énergie lié au matériel s'élève à 2 061 kW·h·an⁻¹, celui des personnes à 3007 kW·h·an⁻¹, et celui de l'éclairage à 6 886 kW·h·an⁻¹. L'apport solaire est de 4 300 kW·h·an⁻¹.
Exprimer les besoins en chauffage des locaux du musée.
Justifier la prise en compte des apports internes.

L'étude précédente sur le musée et des études similaires sur les autres bâtiments traduisent un besoin global en chauffage et en production d'eau chaude sanitaire de 535 222 kW·h·an⁻¹.

Le rendement du réseau de chaleur et des chaudières s'élève à 81 %.

Question 2.14 | **Déterminer** le besoin énergétique primaire qui permettra de dimensionner la chaufferie.
voir DT10

Par la suite, on souhaite déterminer le nombre de chaudières composant la chaufferie ainsi que leur puissance. Sur le DT11, les zones de fonctionnement des chaudières bois de 350 kW et 200 kW sont hachurées.

Question 2.15 | **Donner**, en analysant les informations disponibles sur le DT11, la puissance maximale à couvrir par la chaufferie (besoins en chauffage) et la durée totale de fonctionnement de la chaufferie.
voir DT11

Question 2.16 | **Indiquer** sur le DR6 la durée de fonctionnement des chaudières de 350 kW et de 200 kW.
voir DT11
DR6
À l'aide du DT11 et en complétant le DR6, **déterminer** la puissance et la durée d'utilisation de la chaudière d'appoint à prévoir (solution 1) pour couvrir la totalité des besoins en chauffage.

Question 2.17 | Parmi les propositions, **choisir** la plus pertinente pour le musée et **argumenter** ce choix (3 arguments minimum).
voir DT12

Question 2.18 | **Conclure** sur la démarche menée pour assurer le confort thermique des visiteurs et du personnel du musée.

✓ Étude des planchers hauts du rez-de-chaussée du musée

Le maître d'ouvrage souhaite conserver le cachet originel de la bâtisse. Les murs en maçonnerie de schiste devront être conservés, ainsi que, lorsque ce sera possible, les poutres maîtresses en chêne massif du plancher haut du rez-de-chaussée.

Vous allez étudier différentes solutions technologiques pour le plancher haut et en déduire la solution la mieux adaptée.

Question 2.19
voir DT13, DT14

Relever sur le DT14 la valeur de la charge d'exploitation surfacique en $\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$ à appliquer au plancher haut du rez-de-chaussée.

Relever, sur le DT13, la charge réellement prise en compte par le Bureau d'Etudes Techniques pour dimensionner le plancher haut.

Les **comparer** et **indiquer** la conséquence sur la gestion des flux de visiteurs.

Pour la zone située au-dessus de la boutique et destinée à l'espace d'interprétation « arbre d'or », deux compositions de plancher sont envisagées sur le DT13 :

- cas 1, un plancher mixte bois/béton ;
- cas 2, un plancher bois classique.

Dans les deux cas, pour absorber les bruits aériens, le plancher (solives, panneaux OSB, résilient, revêtement souple) doit intégrer une dalle béton de 68 mm d'épaisseur.

Le plancher repose sur des poutres. Les poutres d'origine en chêne en bon état seront partiellement conservées.

Question 2.20
voir DR7

Sur la figure du DR7, **tracer** la flèche « f » maximum de la poutre sous chargement.

Question 2.21
voir DT13
DR8

Pour le plancher mixte, à partir des éléments du DT13, **calculer** les flèches totales admissibles et les flèches nuisibles pour les cloisons et les **inscrire** sur le DR8.

Indiquer l'état des deux critères de flèche pour le plancher mixte (valide ou non valide).

Comparer les critères pour les deux types de plancher sur le DR8 et **conclure** sur le choix du plancher sur le DR8.

Question 2.22
voir DT13

Comparer la constitution des deux planchers et **expliquer** l'origine d'une telle différence de comportement.

Dans la zone de plancher située au-dessus de l'accueil du public et supportant l'administration du musée, les poutres sont très abîmées. Comme décrit sur le DT16, un autre type de structure de plancher doit être envisagé pour le même encombrement (hauteur totale 60 cm). La composition du plancher est identique : revêtement souple, dalle béton, résilient, OSB. Les solives et le système de sous-tension constituent l'ossature porteuse. Les ridoirs (3) sont mis en tension après réalisation du plancher complet (plancher béton, solives bois, et système de sous-tension). En tendant les ridoirs (3), le plancher prend une contre-flèche. Cette contre-flèche est prévue pour s'opposer à la flèche sous charge, de façon à ce que le plancher ne subisse aucune flèche finale.

Question 2.23

voir DT15
DT16

Proposer un type de liaison entre un ridoir $\varnothing 25$ mm (repéré 3) et l'axe à double platine (4).

En conséquence, **isoler** le ridoir et **lister** les forces exercées sur le ridoir (le poids propre du ridoir est négligé).

Dessiner le ridoir sous forme d'un segment horizontal et **représenter** l'allure de ces forces.

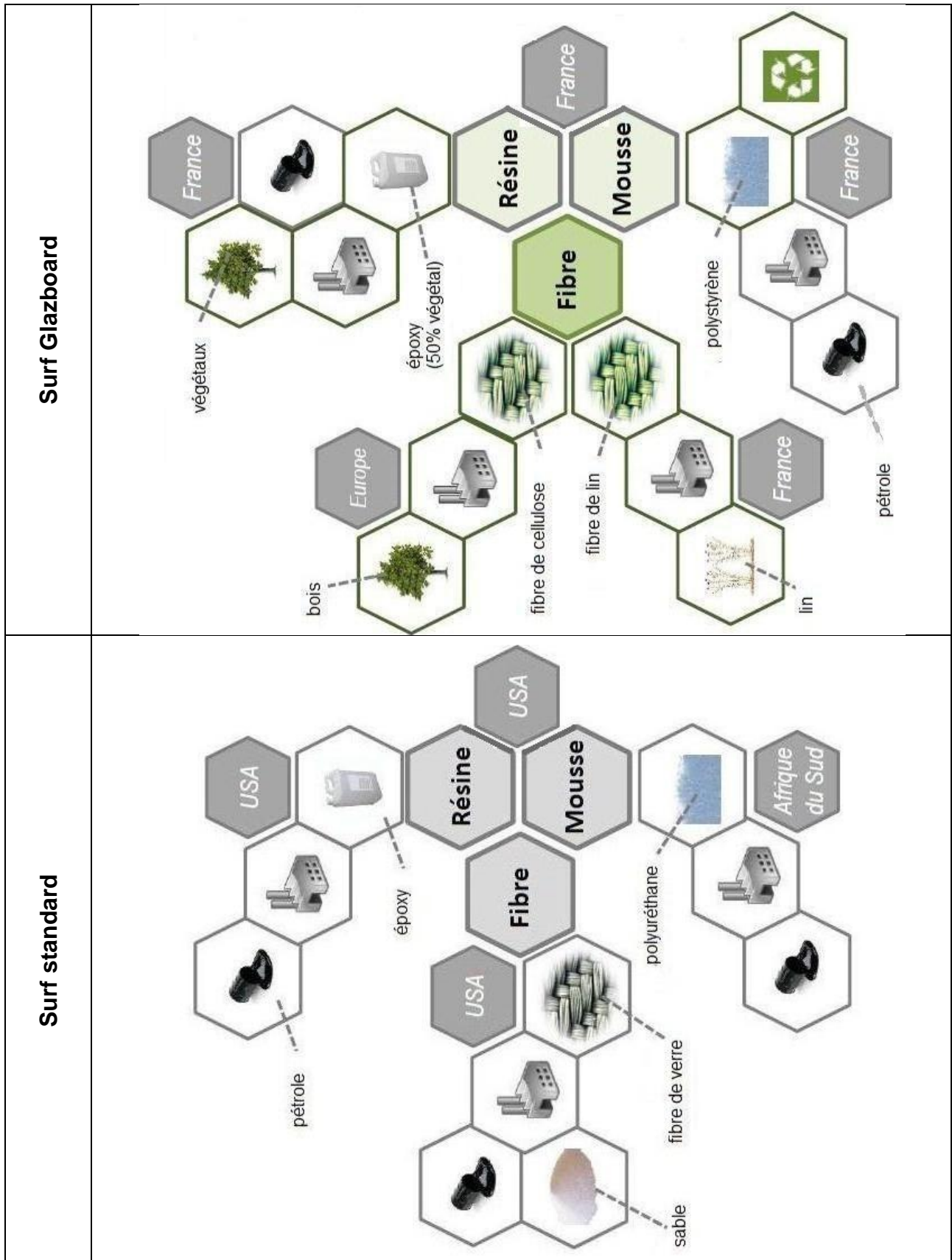
Citer les types de sollicitations supportées par le ridoir.

Question 2.24

voir DR9

Sur le DR9, **dégager** l'intérêt de choisir une structure en treillis pour répondre aux exigences fixées.

DT1 : Synoptique de l'éco-conception des flotteurs (document Kairos)



DT2 : Le problème nauséabond des algues vertes

Le 06/11/2009 - Par Grégoire Macqueron, Futura-Sciences

<http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/actu/d/developpement-durable-probleme-nauseabond-algues-vertes-21247/>

Le problème nauséabond des algues vertes :

Depuis une trentaine d'années, certains littoraux, en particulier en Bretagne, souffrent de proliférations massives et saisonnières d'algues vertes. [...]

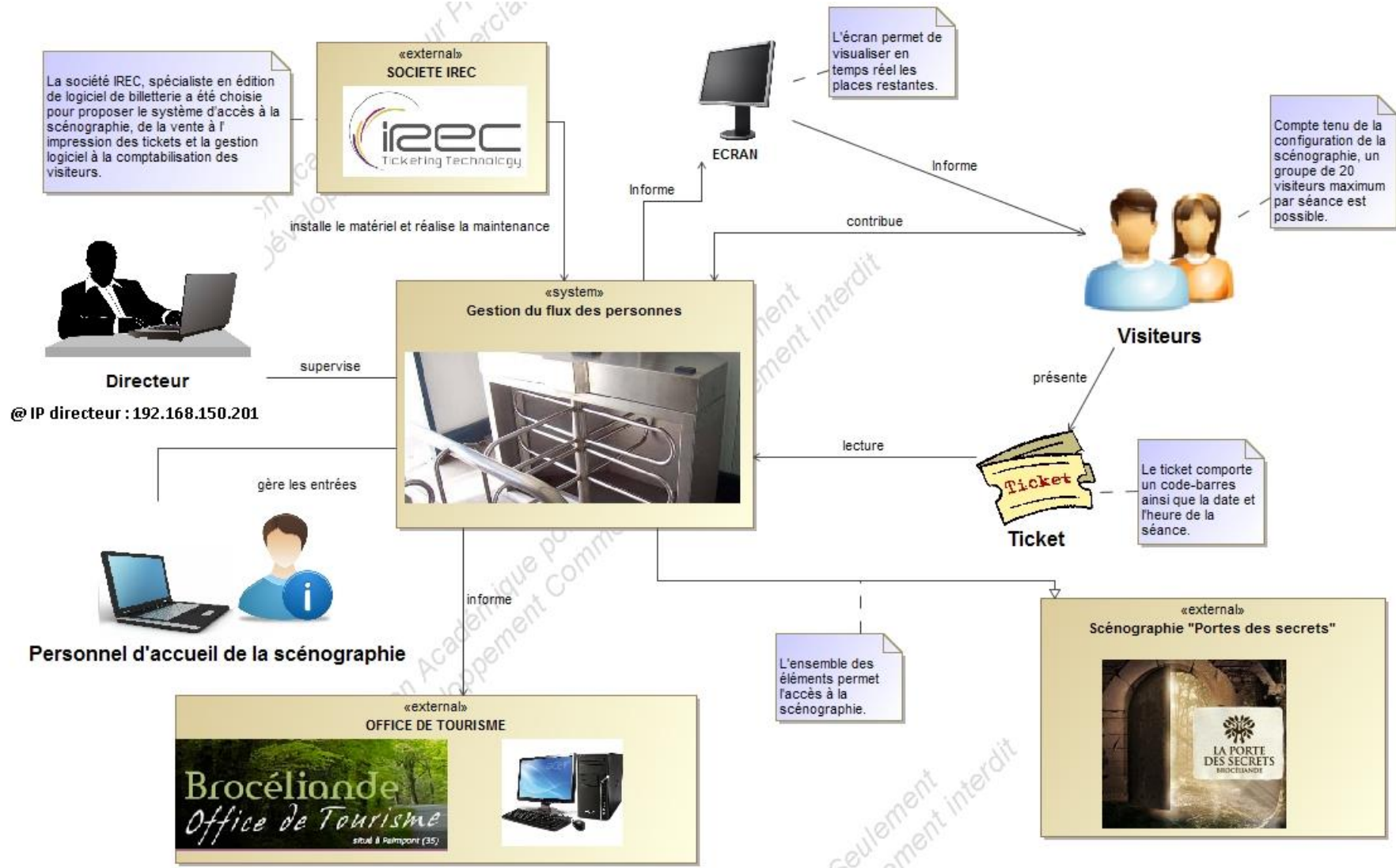


En situation normale, le développement des organismes aquatiques, comme les algues, est freiné par la limitation du milieu en éléments nutritifs dont l'azote est l'un des plus importants. Les activités humaines peuvent parfois créer un enrichissement local des eaux en provoquant un afflux de ces éléments nutritifs. C'est le phénomène d'eutrophisation, dont profitent les algues vertes. Un phénomène qui connaît une augmentation spectaculaire depuis la fin des années 1970.

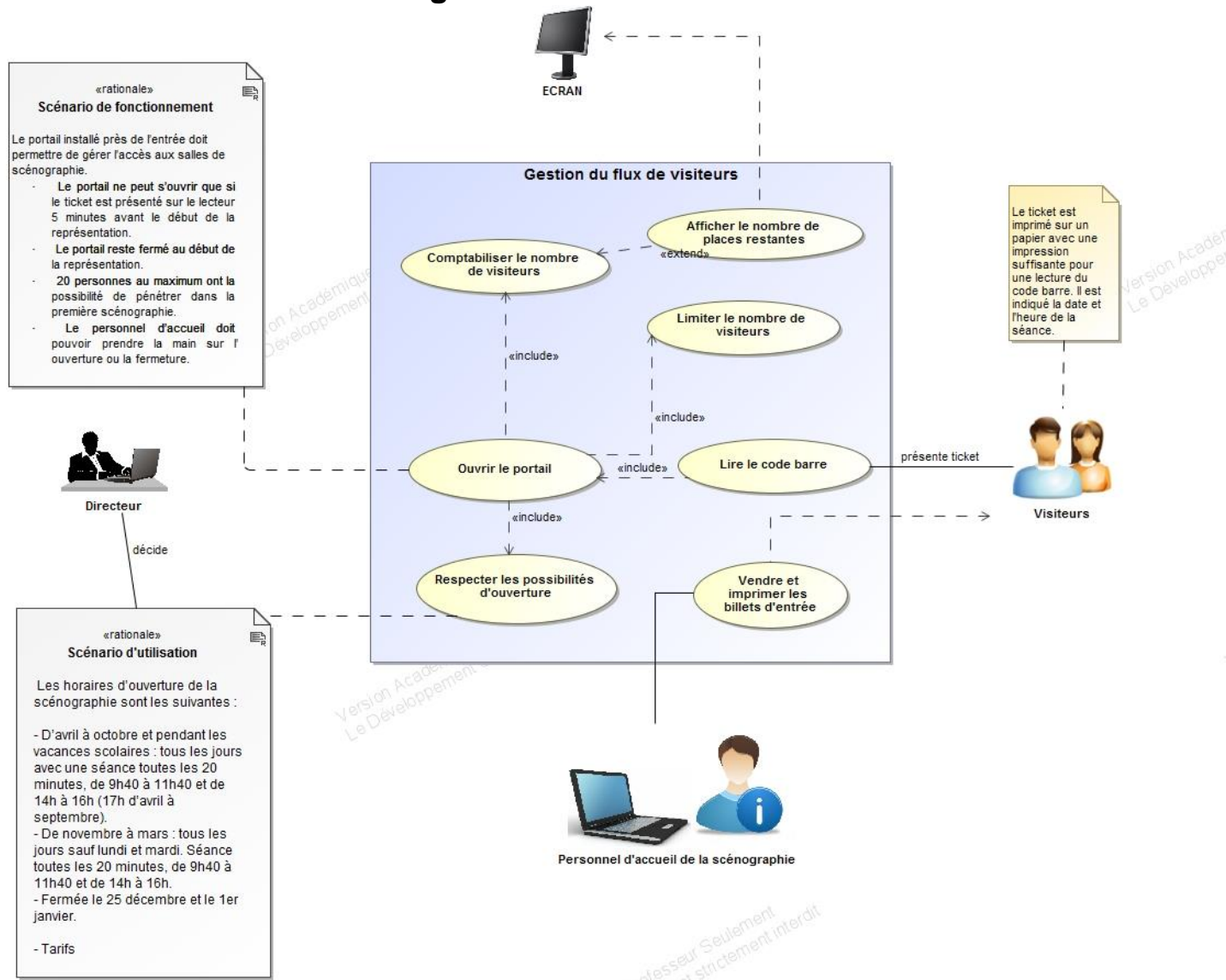
Cette **eutrophisation** et cette accumulation de biomasse algale sur les plages ne sont pas sans conséquence, pour les riverains et les touristes d'abord, qui ne raffolent pas de cette bouillie verdâtre et pestilentielle (odeur d'œuf pourri) et évitent donc de fréquenter les plages souillées. L'activité touristique boit alors la tasse et les collectivités doivent mettre en place de coûteuses opérations de ramassage. [...]

Baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Session 2018
Enseignements technologiques transversaux	Code : 18ET2DMLR3
	Page 11 / 27

DT3 : Diagramme de contexte de la gestion du flux de visiteurs



DT4 : Diagramme des cas d'utilisation de la gestion du flux de visiteurs



DT5 : Extrait de documentation de IREC – Ticketing Technology

« Aujourd’hui plus que jamais, les offices de tourisme sont très attentifs au profil de leurs visiteurs (région d’origine, âge, modes de consommation...). Avec l’application GTS, leur besoin de traçabilité est comblé. À l’usage, l’application se révèle économique.

(...) La puissance du paramétrage de GTS vous assure une vente aisée et rapide, de produits simples (entrées), de produits combinés (packages), et de produits récurrents (abonnements, pass saison, etc.). Conçu pour s’adapter à tous les canaux de ventes (guichet, automate de billetterie, internet), GTS.BILLETTERIE intègre des fonctionnalités propres à notre expérience sur les comportements clients (mise en attente de vente, remboursement, etc.) et comportements opérateurs (gestion de droits selon le profil).

(...) La garantie d’une sécurité optimale pour votre point de vente. Chaque utilisateur peut être identifié et ses actions suivies en temps réel. Les écrans caisse intuitifs facilitent la saisie et limitent les erreurs. Possibilité de paramétrer vos produits et services, de gérer la fidélité de vos clients et d’interfacer GTS avec votre logiciel comptable. (...) »

DT6 : ticket code-barres de la « porte des secrets » créé avec le logiciel GTS.BILLETTERIE



DT7 : Différents types de code-barres

Type de CODE-BARRES	Domaines d'utilisation	Principes
CODE 128	<ul style="list-style-type: none"> ↳ médical (codage sur les médicaments, vignettes...); ↳ logistique (étiquetage d'informations sur les suremballages des produits de grande consommation...); ↳ administratif (imprimés administratifs, bons de transport...). 	<p>Le code 128 consiste en une combinaison de six barres et espaces pour chaque caractère. Chaque caractère commence par une barre et se termine par un espace.</p> <p>Ce code compte également un caractère spécifique "Stop", qui a comme particularité de contenir 7 barres et espaces et de se terminer par une barre.</p>
CODE 39	<ul style="list-style-type: none"> ↳ logistique (référencement de matériels, toutes applications logistiques internes à une entreprise...); ↳ administratif (référencement de documents, formulaires administratifs ou postaux, bons de transport...). 	<p>Il est de longueur variable et permet de codifier les 26 lettres majuscules, les 10 chiffres (0-9) ainsi que 8 caractères spéciaux (-, ., espace, *, \$, /, +, %);</p> <p>Il commence et finit toujours par « * ».</p> <p>Chaque caractère est composé de 9 éléments : 5 barres et 4 espaces ;</p> <p>Chaque barre ou espace est "large" ou "étroit" et 3 parmi les 9 éléments sont toujours "larges". Chaque chiffre est séparé par une barre étroite blanche.</p>
CODE EAN	<ul style="list-style-type: none"> ↳ packaging d'articles de grande consommation ; ↳ catalogues et bons de commande de produits, de livres, de journaux. 	<p>Il se décompose ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le préfixe, qui représente le code du pays ayant délivré le numéro de participant (2 ou 3 chiffres) ; • le numéro de participant, qui est délivré par l'organisation EAN du pays concerné (les 4 ou 5 chiffres suivants) ; • le numéro d'article du producteur de l'objet étiqueté sur 5 chiffres ; • le chiffre de contrôle ou "Check Digit", qui est calculé selon les 12 premiers chiffres qui composent le code.

DT8 : Apports de l'éclairage et du matériel sur une période de chauffage

			Janvier	Février	Mars	Avril		Mai		Octobre		Novembre		Décembre				
<i>Nombre jours par mois</i>			31	28	31	30		20		31		30		31				
<i>Plage ouverture</i>			5 jours/7	5 jours/7	5 jours/7	6 jours/7		7 jours/7		7 jours/7		5 jours/7		5 jours/7				
<i>Nb jours ouverts par mois</i>			22,14	20	22,14	25,71		20		31		21,43		22,14				
Pièces	Matériel	P en W	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh	Matériel Wh	Eclairage Wh
Espace vidéo ⁽¹⁾	1 vidéo *	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Accueil / salon ⁽¹⁾	1 PC + 2 bornes interactives + 2 écrans LCD	705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hall ⁽¹⁾		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Accueil / boutique	3 PC	465	51482	93688	46500	84622	51482	93688	59786	108799	46500	84622	72075	131163	49821	90666	51482	93688
Sanitaires		0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0
Forum	1 vidéo *	250	0	0	20000	71981	22143	79693	25714	92547	20000	71981	31000	111570	21429	77122	22143	79693
Salle pédagogique	1 vidéo *	250	0	0	20000	62928	22143	69670	25714	80907	20000	62928	31000	97538	21429	67423	22143	69670
Espace d'interprétation 1	1 vidéo *	250	27679	145452	25000	131376	27679	145452	?	168912	25000	131376	38750	203633	26786	140760	27679	145452
Espace d'interprétation 2	1 vidéo *	250	27679	239415	25000	216246	27679	239415	?	278031	25000	216246	38750	335181	26786	231692	27679	239415
Réserve/personnel			0	11414	0	10309	0	11414	0	13255	0	10309	0	15979	0	11046	0	11414
Reprographie	1 phot**	300	13286	0	12000	0	13286	0	15429	0	12000	0	18600	0	12857	0	13286	0
Administration	3 PC	465	82371	185543	74400	167587	82371	185543	95657	215469	74400	167587	115320	259760	79714	179558	82371	185543
TOTAUX en Wh			202496	675512	222900	745049	246782	824875	?	957920	222900	745049	345495	1154826	238821	798267	246782	824875

* vidéoprojecteur

** photocopieur

(1) zones ouvertes de juin à septembre

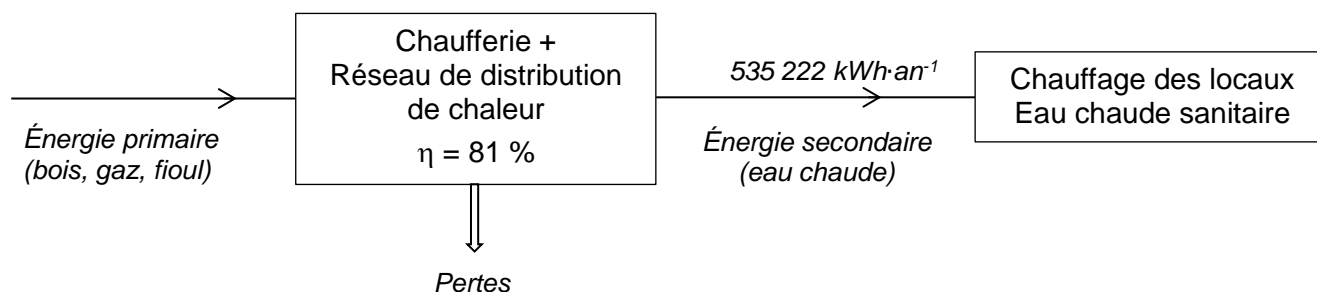
DT9 : Apports du personnel et des visiteurs du 1^{er} mars au 20 mai

	Mars			Avril			Mai			
Nb jours/mois	31			30			20			
Ouverture	5 jours/7			6 jours/7			7 jours/7			
Jours ouverts/mois	22,14			25,71			20			
Pièces	Occupant / H	Heures / jour	Energie Wh	Occupant / H	Heures / jour	Energie Wh	Occupant / H	Heures / jour	Energie Wh	
Espace vidéo ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Accueil / salon ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hall ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Accueil / boutique	2,1	4,5	22599	8	5	99967	8	4,5	77760	
Sanitaires	0	4,5	0	0	5	0	0	4,5	0	
Forum ⁽²⁾	17,5	1,6	66960	17,5	1,14	55550	17,5	1,14	43206	
Salle pédagogique ⁽²⁾	17,5	1,6	66960	17,5	1,14	55550	17,5	1,14	43206	
Espace d'interprétation 1	3,7	4,5	39817	10	5	?	10	4,5	97200	
Espace d'interprétation 2	3,7	4,5	39817	10	5	?	10	4,5	97200	
Réserve/personnel	3	2	14349	3	2	16663	3	2	12960	
Reprographie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Administration	2	8	38263	2	8	44434	2	8	34560	
TOTALUX en Wh			288765				?	406091		

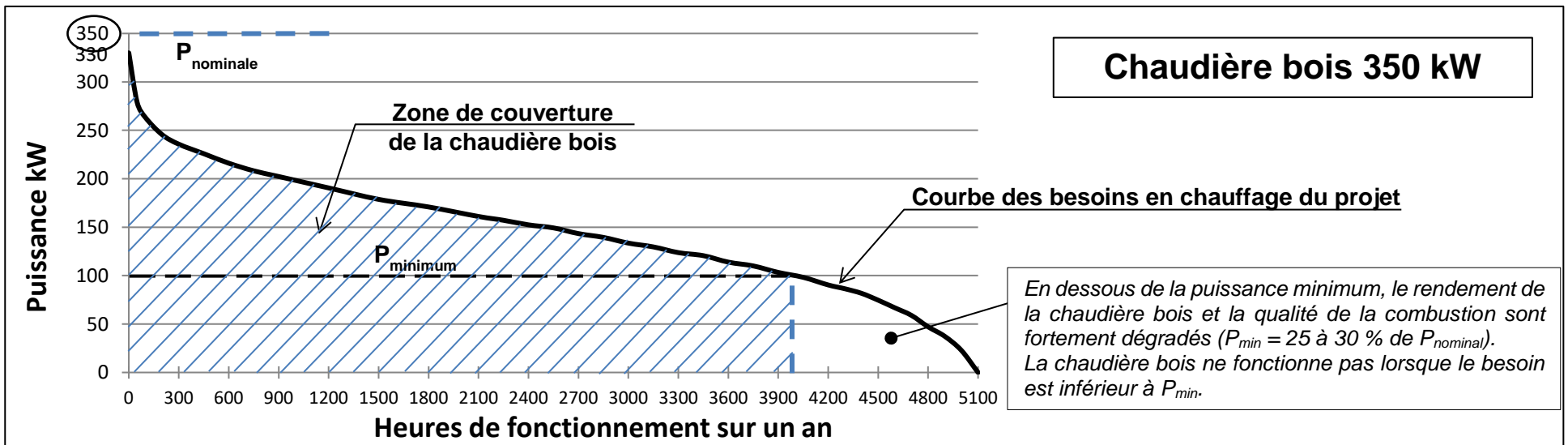
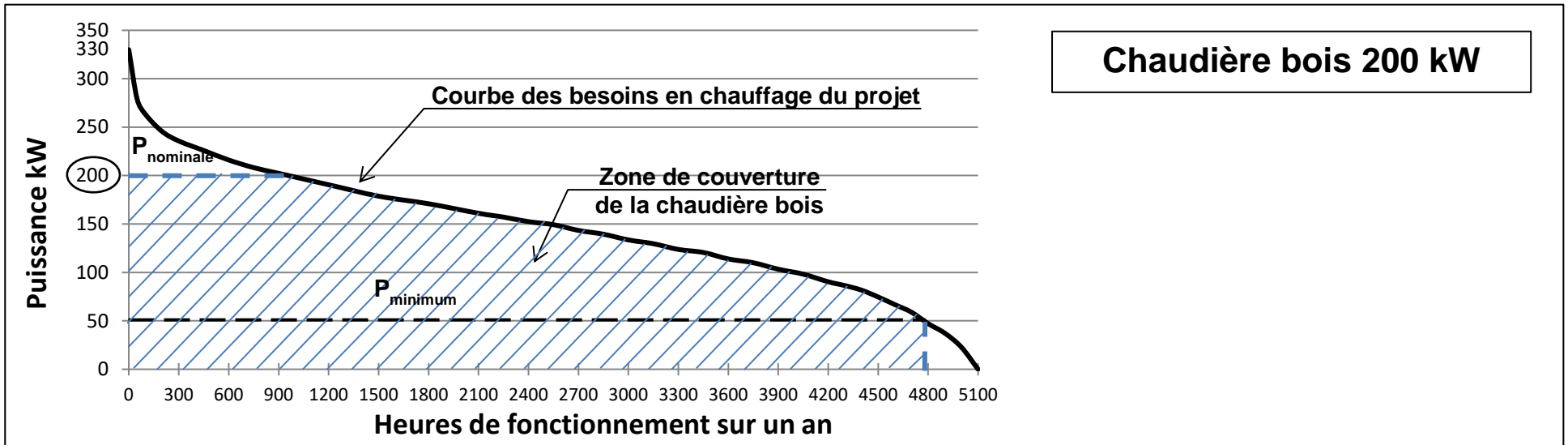
⁽¹⁾ zones ouvertes de juin à septembre

⁽²⁾ Salles ouvertes 8 heures par semaine

DT10 : Bilan de puissance de la chaufferie



DT11 : Monotone de chauffage et composition de la chaufferie



DT12 : Propositions pour la chaufferie

	Proposition 1		Proposition 2		Proposition 3		Proposition 4	Proposition 5	
Chaudière	plaquettes bois 150 kW	fioul existante 150 kW	plaquettes bois 200 kW	fioul existante 150 kW	gaz propane 150 kW	fioul existante 150 kW	plaquettes bois 350 kW	plaquettes bois 200 kW	granulés bois 150 kW
Energie produite kWh-an ⁻¹	535 131	125 421	614 898	45 654	535 131	125 421	660 552	614 898	35 654
Combustibles / an	161 t	12 542 l	185 t	4 565 l	535 131 kWh	12 542 l	199 t	185 t	9 t
Coût combustible hors taxes	12 843 €	9 030 €	14 758 €	3 287 €	74 383 €	9 030 €	15 874 €	14 758 €	12 843 €
Emission de CO ₂ en t-an ⁻¹	7	37,6	8	13,7	12,5	37,6	8,6	8	0,6
Coût des travaux en € HT	92 900 € HT		103 800 € HT		21 500 € HT		205 600 € HT	185 148 € HT	
Dépenses annuelles (exploitation, maintenance, entretien)	7 500 € hors taxes / an		7 500 € hors taxes / an		6 500 € hors taxes / an		4 500 € hors taxes / an	9 000 € hors taxes / an	
Dépenses annuelles totales	26 373 € HT		22 545 € HT		86 413 € HT		20 374 € HT	27 601 € HT	
Temps de retour sur investissements (sans subvention)	15,9 ans		11,4 ans		> 100 ans		55,7 ans	> 100 ans	

DT13 : Notes de calcul poutre chêne – Zone « arbre d'or » (partie 1)

	Plancher mixte	Plancher bois classique
Géométrie générale	Portée efficace du plancher : $L = 5,90 \text{ m}$ Espacement entre poutres côté gauche : $e_g = 2,60 \text{ m}$ Espacement entre poutres côté droit : $e_d = 2,60 \text{ m}$	
Géométrie du plancher		
Caractéristiques des matériaux	Résistance du béton à la compression : $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ Charge admise / connecteur : $P_{Rd} = 31,57 \text{ kN}$ Classe du bois : chêne D30 Humidité bois : $H = 15 \%$ Masse volumique bois : $\rho = 640 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	Classe du bois : chêne D30 Humidité bois : $H = 15 \%$ Masse volumique bois : $\rho = 640 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Charges permanentes	$g_{\text{dalle béton}} = 5\,757 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{solives+OSB}} = 855 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{cloisons}} = 1\,425 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{faux-plafond}} = 712 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{poutre}} = 697 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ Soit $g_{\text{total}} = 9\,446 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$	$g_{\text{parquet+résiliant}} = 300 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{solives+OSB}} = 855 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{cloisons}} = 1\,425 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{faux-plafond}} = 712 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ $g_{\text{poutre}} = 697 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ Soit $g_{\text{total}} = 3\,989 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
Charges d'exploitation (1 personne / m^2)	$q = 2,5 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$	
Flèches admissibles (L en mm)	Flèche totale admissible : $L/200$ Flèche nuisible pour les cloisons sur le plancher et les faux-plafonds sous le plancher : $5 \text{ mm} + L/1000$	

DT14 : Charges d'exploitation

(Extrait NF EN 1991-1-1 – Actions sur les structures)

Les charges d'exploitation prennent en compte le poids des personnes, des meubles et équipements (gaines,...), objets mobiles, véhicules. Elles sont fonction de la **CATEGORIE D'USAGE DU BATIMENT**. Les valeurs préconisées ci-dessous sont issues d'une étude statistique. L'ingénieur aura toute latitude pour choisir une valeur plus adaptée à son projet à condition qu'il puisse la justifier.

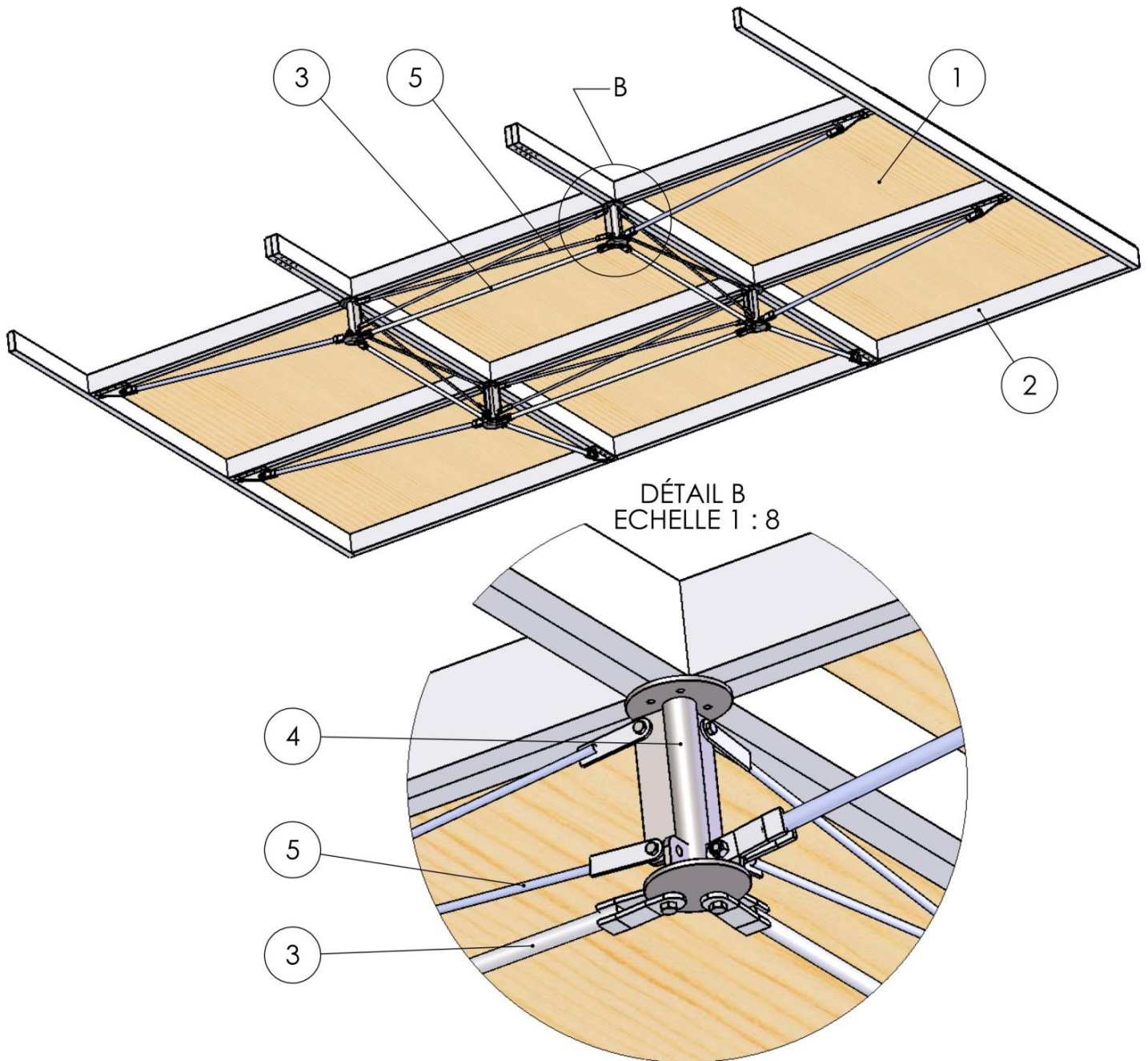
Catégorie	Usage spécifique et exemples		q_k kN·m ⁻²	Q_k kN
A	Habitation, résidentiel	Planchers	1,5	2
		Escaliers	2,5	2
		Balcons	3,5	2
B	Bureaux		2,5	4
C	Lieux de réunions (à l'exception des surfaces des catégories A, B et D)	C1 : Espaces équipés de tables, etc. par exemple : écoles, cafés, restaurants, salle de réception, de banquet, de lecture	2,5	3
		C2 : Espaces équipés de sièges fixes par exemple : églises, théâtres, cinémas, amphithéâtres, salles de conférence, de réunion, d'attente	4	4
		C3 : Espaces ne présentant pas d'obstacles à la circulation des personnes, par exemple : salles de musée (1,5 pers./m ²), salles d'exposition, etc., et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares	4	4
		C5 : Espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes, par exemple : bâtiments destinés à des événements publics tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare	5	4,5
D	Commerces	D1 : Commerces de détail courants	5	5
		D2 : Grands magasins	5	7

DT15 : Tableau des représentations des liaisons usuelles

Liaison	Pivot	Glissière	Pivot glissant	Hélicoïdale	Appui plan	Ponctuelle (sphère-plan)	Rotule (sphérique)
Schéma							

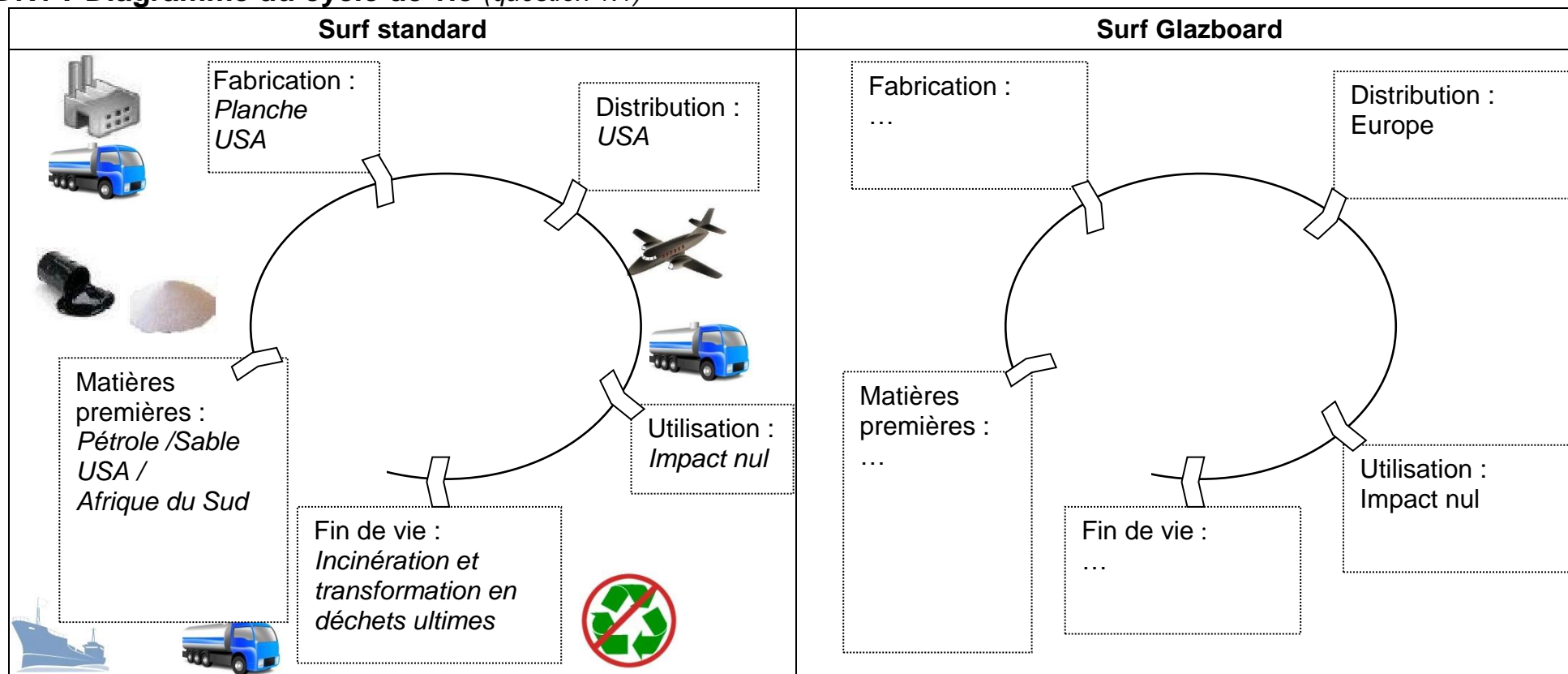
DT16 : Plancher sous-tendu

Le plancher est renforcé par une structure métallique se présentant comme ci-dessous :



1	Plancher (dalle en béton armé 6,8cm + résilient 20mm + OSB 12mm)
2	Solive (bois résineux)
3	Ridoir $\varnothing 25$
4	Axe à double platine
5	Rond $\varnothing 12$

DR1 : Diagramme du cycle de vie (question 1.1)



DR2 : Comparatif (question 1.3)

Comparatif des chargements théoriques d'un camion de collecte de PSE non compacté, puis broyé - compacté :

Masse volumique	Masse transportée max = 32t (24 t utiles)	Volume transporté max = 92 m ³
PSE non compacté : 16 kg·m ⁻³	Masse chargement = ...	Volume de chargement = 92 m ³
PSE broyé – compacté : 300 kg·m ⁻³	Masse chargement = 24 t	Volume chargement = ...

DR3 : Extrait du code-barres du ticket (question 2.4)



351010036352

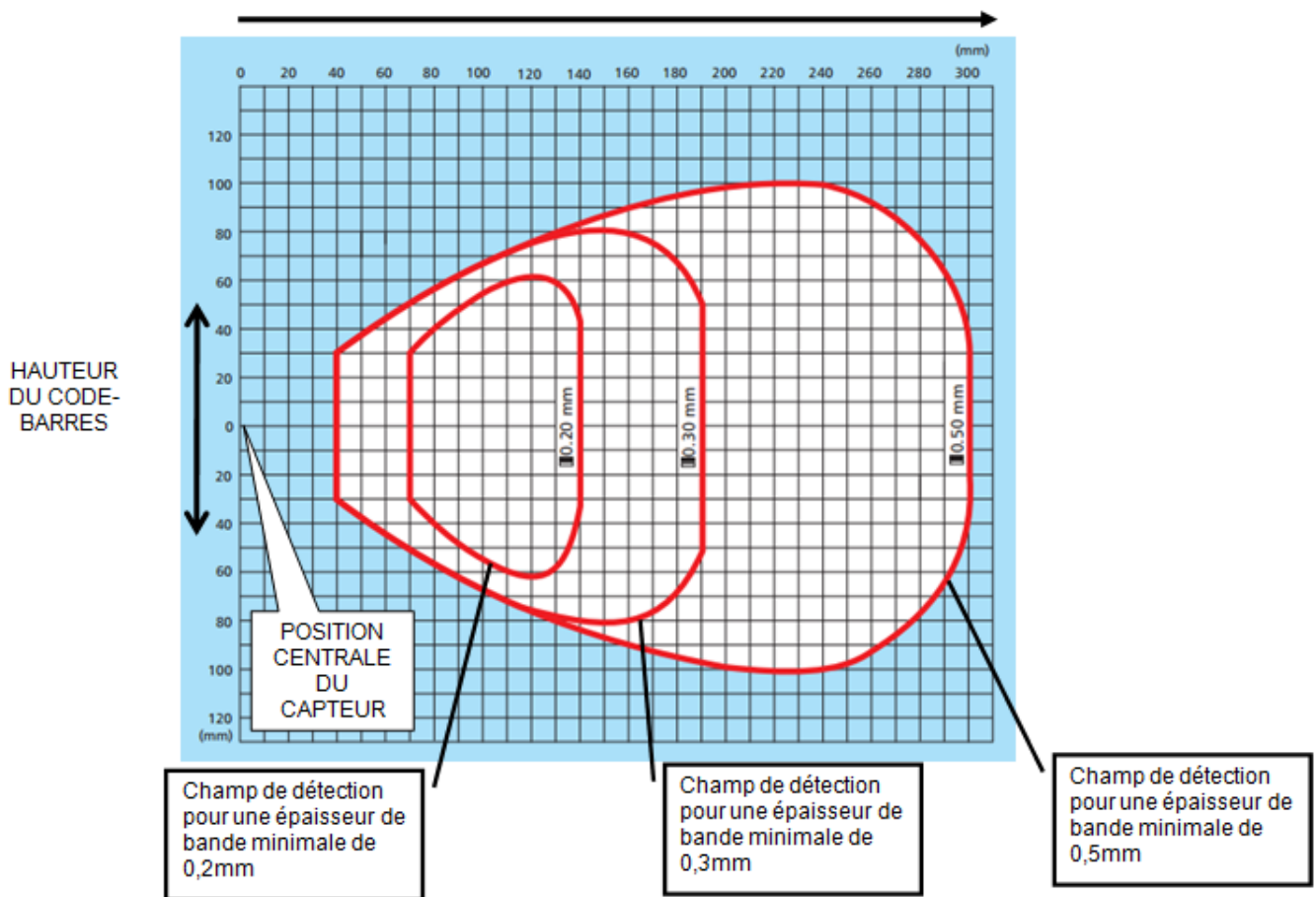
E : bande étroite blanche ou noire et L : bande large blanche ou noire

Dans le code-barres, chaque chiffre est séparé du suivant par une bande étroite blanche.

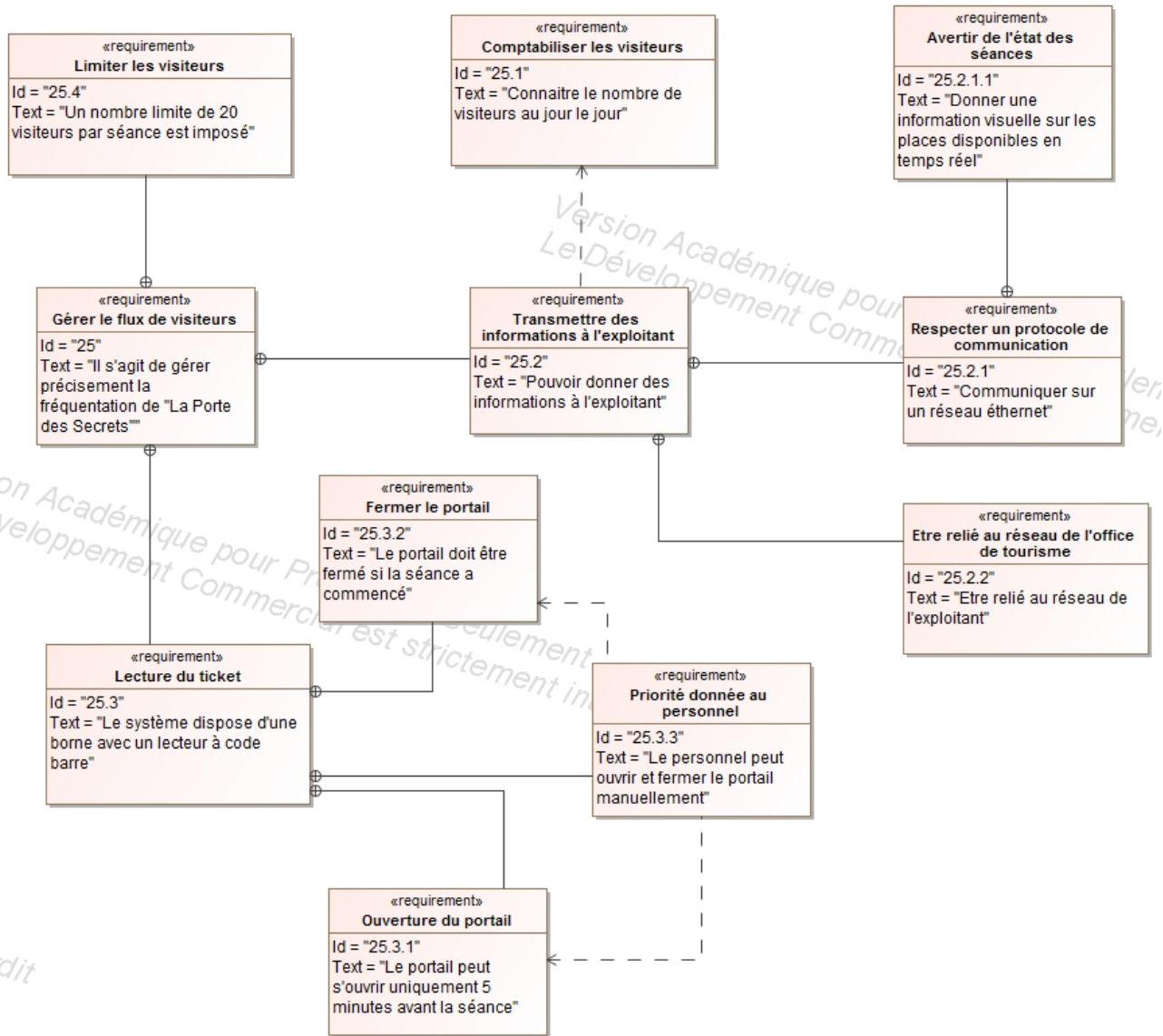
	Codes		
*	ELEELEEE	4	EEELLEEL (non présent dans le code)
0	EEELLEEE	5	
1	LEEELEEE	6	EELLEEEE
2	EELLEEEEL	7	EELEEELEL (non présent dans le code)
3		8	LEEELEEE (non présent dans le code)
		9	EELLEEEEL (non présent dans le code)

DR4 : Abaque du lecteur de code-barres (question 2.5)

DISTANCE EN mm ENTRE LE CODE-BARRES ET LE CAPTEUR PHOTOSENSIBLE



DR5 : Diagramme des exigences (question 2.6)

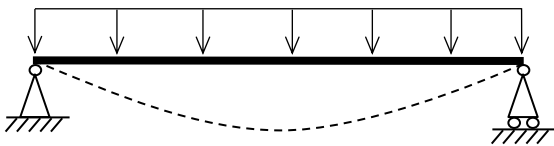


DR6 : Choix de la chaudière (question 2.16)

Composition possible de la chaufferie :

		Chaudière 1	Chaudière 2 d'appoint
Solution 1	Puissance	350 kW	(Q 2.16)
	Durée de fonctionnement	(Q 2.16)	(Q 2.16)
Solution 2	Puissance	200 kW	130 kW
	Durée de fonctionnement	(Q 2.16)	1000 h + 300 h

DR7 : Représentation de la flèche (question 2.20)


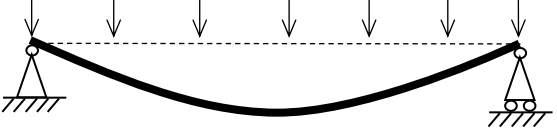
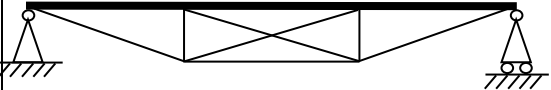
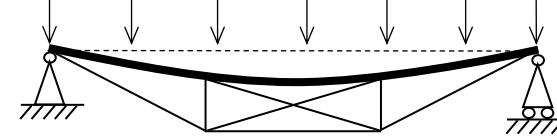
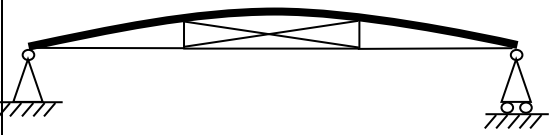
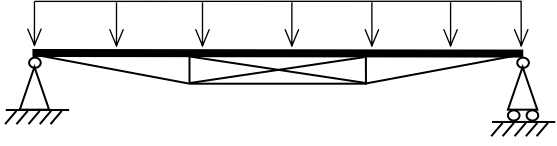


	Poutre avant chargement
	Poutre sous chargement
	Appuis

DR8 : Notes de calcul poutre chêne – Zone « arbre d'or » partie 2 (question 2.21)

Critères :	Plancher mixte		Plancher bois classique		
Flèche totale (mm)	Flèche totale admissible		Flèche totale admissible		
	Flèche calculée	6,0 mm	Flèche calculée	35,7 mm	
	Vérification du critère	Valide	Non valide	Vérification du critère	Valide
Flèche nuisible pour les cloisons et faux-plafonds (mm)	Flèche nuisible admissible		Flèche nuisible admissible		
	Flèche calculée	3,1 mm	Flèche calculée	21,3 mm	
	Vérification du critère	Valide	Non valide	Vérification du critère	Valide
Contrainte normale sur le bois (MPa)	Contrainte limite de calcul	18,5 MPa	Contrainte limite de calcul	18.5 MPa	
	Contrainte calculée	4,7 MPa	Contrainte calculée	17 MPa	
	Vérification du critère	Valide	Non valide	Vérification du critère	Valide
Contrainte sur le béton (MPa)	Contrainte limite de calcul	16,7 MPa			
	Contrainte calculée	3,9 MPa			
	Vérification du critère	Valide			Non valide

DR9 : Validation du type de plancher (question 2.24)

	Sans chargement	Avec chargement
<p>Cas 1 Plancher bois</p>	 <p><i>Le plancher est soutenu par les solives seules.</i></p>	 <p><i>La résistance des solives est suffisante, mais la flèche est trop importante.</i></p>
<p>Cas 2 Plancher bois avec système de sous-tension</p>	 <p><i>Les solives sont renforcées par un système de sous-tension.</i></p>	 <p><i>La résistance des solives et la flèche sont suffisantes. L'encombrement de l'ensemble est important et ne respecte pas les 60 cm imposés.</i></p>
<p>Cas 3 Plancher bois soutenu avec effort de post-tension</p>	 <p><i>Un effort de post-tension est exercé dans les ridoirs. Il provoque, à vide, une contre-flèche.</i></p>	 <p><i>Cette contre-flèche est prévue pour s'opposer à la flèche sous charge, de façon à ce que le plancher ne subisse aucune flèche finale.</i></p>
<p>Intérêt de choisir une structure en treillis</p>		