

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

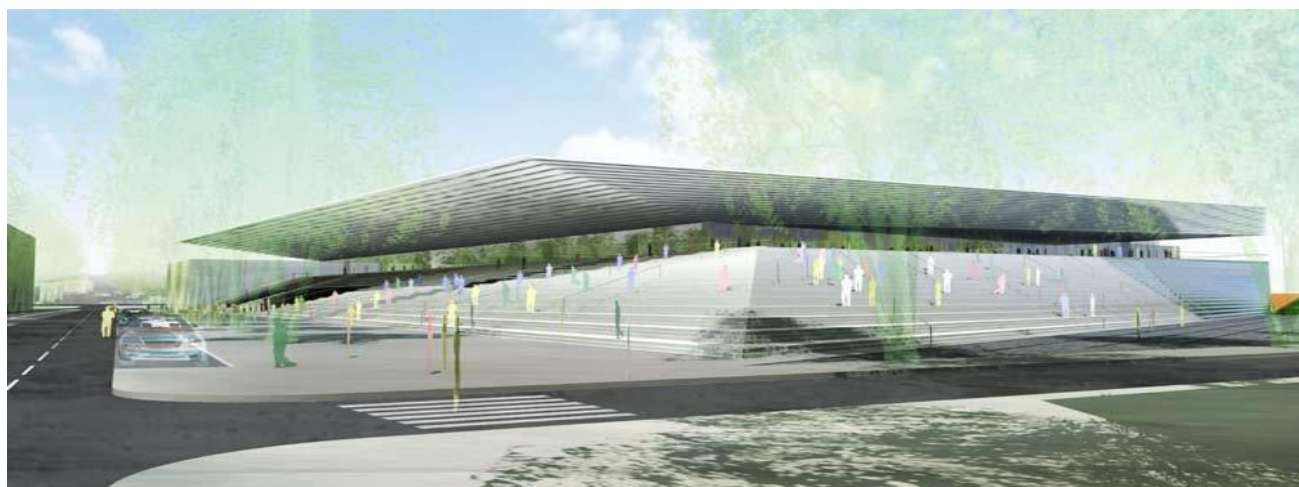
ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

PALAIS DES SPORTS de ROUEN



- **sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - **partie 1 (1 heure)** pages 3 à 4
 - **partie 2 (3 heures)**..... pages 4 à 10
- **Documents techniques** pages 11 à 22
- **Documents réponses** pages 23 à 26

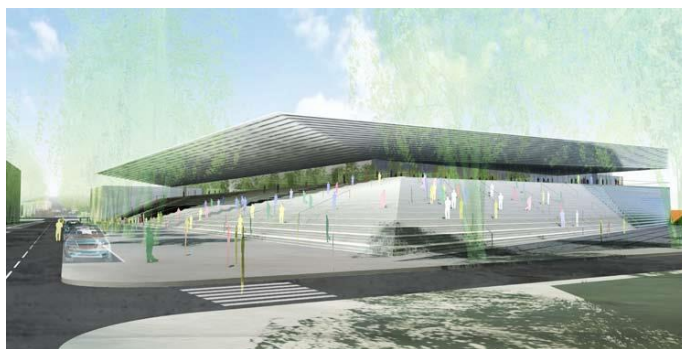
- Le sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent
- Les documents réponses DR1 à DR4 (pages 22 à 25 seront à rendre avec les feuilles de copie).
- Rédiger sur feuilles de copie quand il n'est pas précisé de compléter un document réponse.

Mise en situation

L'étude porte sur le palais des sports de Rouen où se dérouleront des rencontres sportives à dimension internationale devant un public de plusieurs milliers de personnes. Une construction labélisée THPE (très haute performance énergétique) et HQE (haute qualité environnementale) s'est imposée dans la volonté de prendre en compte les enjeux environnementaux.

Les exigences principales portent donc sur :

- une architecture adaptée ;
- une limitation des consommations énergétiques ;
- une gestion des flux de personnes maîtrisée.



Vues extérieures du palais des sports

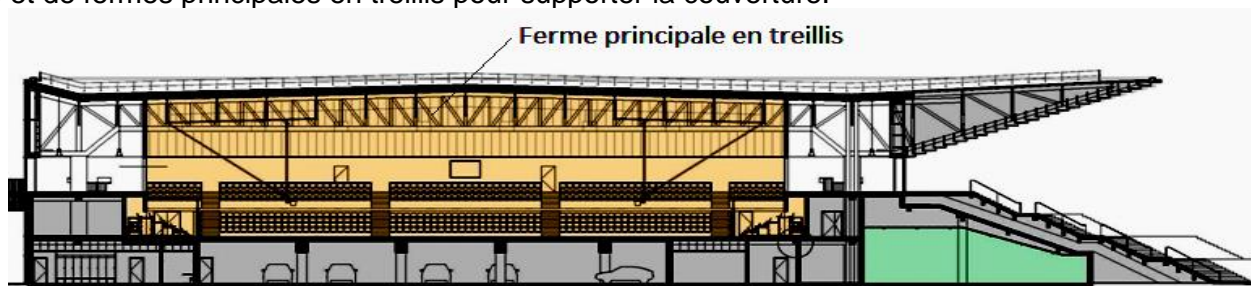


Vues intérieures de la salle principale

Partie 1 : Validation des choix de la structure porteuse du toit et de ses matériaux

Exigences principales traitées : une architecture adaptée.

L'architecte a choisi de réaliser la base de la structure du palais des sports à partir de poteaux en béton armé et de fermes principales en treillis pour supporter la couverture.



L'objectif de cette partie est de valider le choix de la structure et du matériau des fermes principales selon les critères du cahier des charges.

Question 1.1	Identifier le type de structure (voir DT4.1) répondant le mieux aux exigences du cahier des charges. Justifier votre réponse en argumentant les solutions éliminées (une seule critique suffit).
DT1, DT2.1, DT4.1	

L'étude porte maintenant sur la barre 1 de la ferme principale (voir DT3 – Vue d'ensemble de la structure). L'architecte impose une charpente la plus légère possible.

Une étude technique approfondie a permis de déterminer les critères suivants :

- Barre 1 de longueur $L=5700$ mm soumise à un effort de traction $N = 1750$ kN ;
- 6 options retenues (voir DR1 Tableau de dimensionnement de la barre 1) ;
- allongement admissible limité à 7 mm.

Question 1.2	Compléter le tableau de dimensionnement de la barre 1 afin d'obtenir : la masse linéique, les contraintes normales et l'allongement pour les deux dernières options retenues, puis choisir en justifiant votre réponse le profilé le plus léger possible qui convient le mieux. Justifier .
DT3, DR1	

L'étude porte maintenant sur la transmission des charges entre la ferme et les poteaux.

La ferme est réalisée en acier de coefficient de dilatation de $12 \cdot 10^{-3} \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Question 1.3	Calculer la variation dimensionnelle de la ferme sur une longueur de 56 m pour une variation de température de 40°C .
DT3	

--

Question 1.4	Compléter le tableau des différentes solutions des appareils d'appuis. En déduire quelle solution est la plus adaptée en justifiant votre réponse. Remarque : la solution 1 présentée comme exemple est déjà complétée.
DT4.2, DR2	

Partie2

Exigences principales traitées :

- une limitation des consommations énergétiques ;
- une gestion et une surveillance des flux de personnes maîtrisée.

A- Étude de la production d'énergie électrique au moyen de panneaux photovoltaïques

2421 m² de panneaux photovoltaïques sont intégrés à la toiture du palais des sports.

Les panneaux solaires sont des modules en silicium amorphe du type Uni-Solar PVL 144Wc.

Ils sont répartis en 20 circuits identiques. Chaque circuit est composé de 4 chaines de 14 panneaux en série.

Un onduleur permet la conversion de l'énergie (rendement de 95,5%).

L'objectif de cette partie est de vérifier la rentabilité de l'installation, conformément au cahier des charges.

Question 2.1	Déterminer l'inclinaison et l'orientation idéales des panneaux photovoltaïques pour obtenir un meilleur rendement.
DT5	

--

Question 2.2	Calculer la puissance globale restituée par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.
DT5	

Question 2.3	En se référant au tableau des critères, indiquer pour quelle raison l'architecte a choisi d'installer des panneaux photovoltaïques amorphes.
DT1, DT2.1, DT2.2	

Le temps d'ensoleillement moyen de l'installation est de 2,56 heures par jour, pendant lequel la puissance MOYENNE injectée sur le réseau EDF est de 110 kW.

Question 2.4	Calculer l'énergie annuelle $E_{\text{année}}$ (Wh/an).
DT2.1, DT5	

La recette annuelle, liée à la revente de l'énergie, est estimée à 59614€ par an.

Question 2.5	Déterminer au bout de combien de temps l'installation est-elle rentable ? (on négligera le coût lié au fonctionnement). Le résultat est-il conforme au cahier des charges ? Justifier .
DT1, DT2.1, DT5	

B- Obtention d'un label énergétique

La réglementation impose une référence concernant les consommations énergétiques du palais des sports
 $C_{ep,ref} = 347 \text{ kW}\cdot\text{h}_{ep} \cdot \text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$.

L'obtention d'un label exige une Consommation d'Energie Primaire (C_{ep}) inférieure à cette référence (définie par la RT 2005).

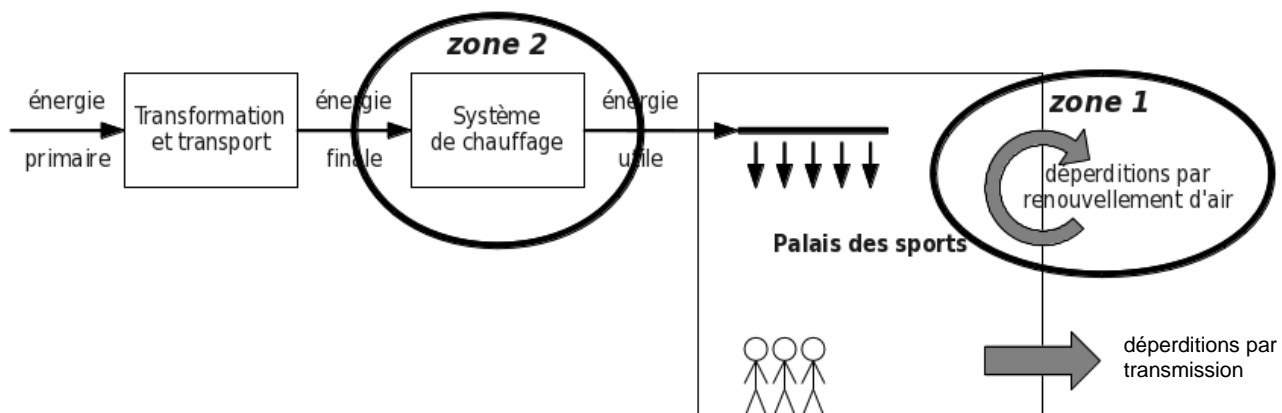
L'objectif de cette partie est d'estimer les consommations énergétiques afin de valider l'obtention d'un label.

Les panneaux photovoltaïques génèrent une production d'énergie primaire de $35 \text{ kW}\cdot\text{h}_{ep}/(\text{m}^2\cdot\text{an})$.

Question 2.6	Calculer la consommation d'énergie primaire globale du projet puis compléter le tableau du DR3. En déduire le label énergétique auquel le projet initial peut prétendre. Justifier.
DT1, DT2.1, DR3	

L'étude porte maintenant sur la réduction des consommations de chauffage.

La chaîne d'énergie ci-dessous présente le système de chauffage :



Deux solutions sont envisagées pour réduire les consommations :

- améliorer la production de chaleur (zone 2) ;
- diminuer les déperditions (zone 1).

Les schémas sur le DT6 présentent la VMC prévue dans le projet initial et une variante avec échangeur afin de diminuer les déperditions (zone 1).

Question 2.7	À l'aide du graphique « ventilation mécanique contrôlée », compléter le schéma simplifié d'une VMC double flux en indiquant : <ul style="list-style-type: none"> - les températures aux différents points d'installation ; - la circulation de l'air neuf (cocher en bleu) ; - la circulation de l'air vicié (cocher en rouge). - Cocher qu'une seule case par coté du losange.
DT6, DR3	

L'échangeur permet de réduire les déperditions par renouvellement d'air de 70%.

Question 2.8	Calculer la nouvelle consommation d'énergie primaire de chauffage avec la modification apportée.
DT6	

L'utilisation d'une PAC (pompe à chaleur) permet d'améliorer la production de chaleur (zone 2). Le palais des sports a besoin de $63 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ en tenant compte de la VMC double flux.

Question 2.9	En prenant exemple sur la « chaîne d'énergie chaudière gaz » , calculer les consommations d'énergie finale et d'énergie primaire pour la chaîne d'énergie de la pompe à chaleur.
DT6	

En considérant de nombreuses améliorations dont celles étudiées, les consommations suivantes sont obtenues :

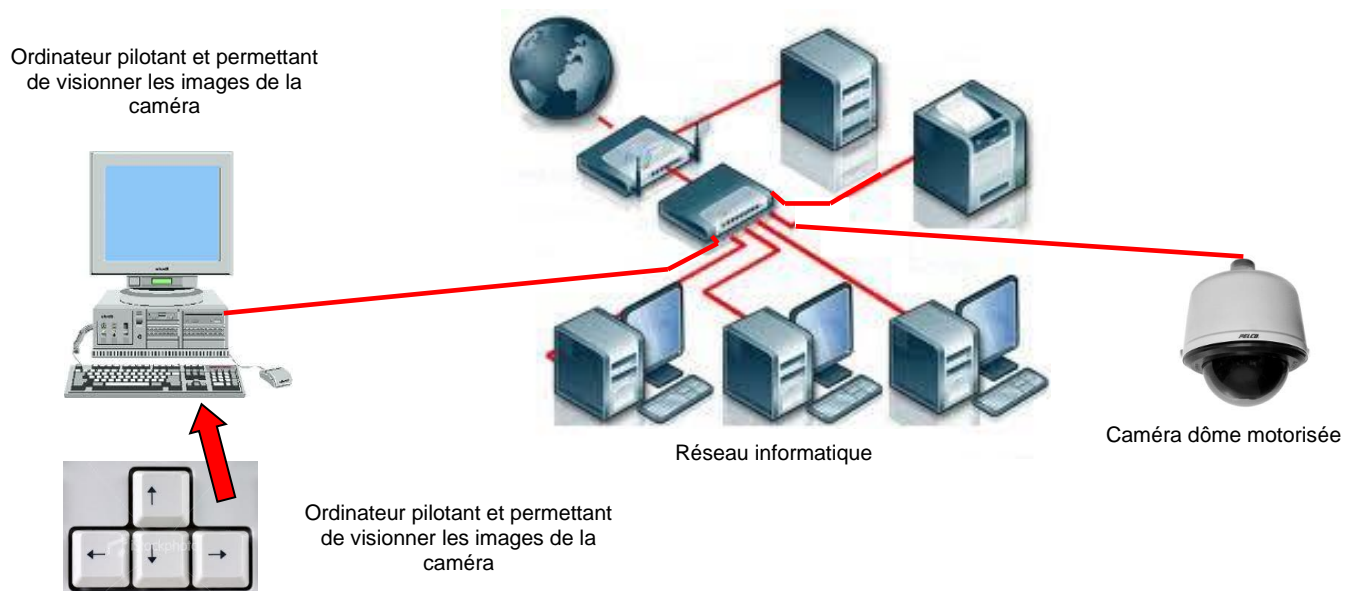
postes de consommation	énergie primaire [$\text{kW}\cdot\text{h}_{\text{ep}}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$]	
	projet	référence
Total	229	347

Question 2.10	Justifier , au regard des exigences et critères énoncés, l'intérêt d'intégrer les systèmes de VMC double flux et de pompe à chaleur au circuit de chauffage de la salle des sports.
DT1, DT2.1	

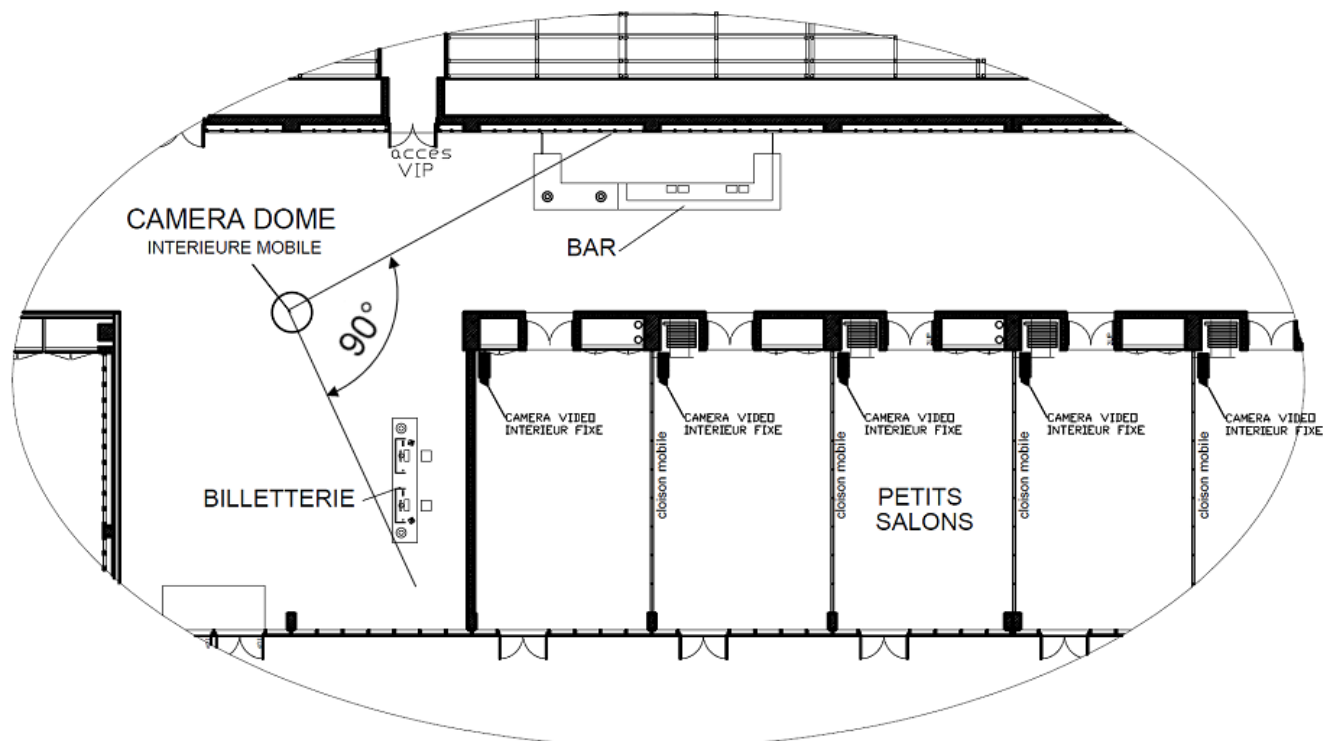
C- Gestion et surveillance des flux de personnes

Dans le hall d'entrée est installée une caméra dôme motorisée afin de surveiller les points de transactions financières (billetterie et bar). (voir DT9)

Le pilotage de la camera s'effectue à distance via un ordinateur connecté au réseau où est également connectée la camera. Les boutons déclenchant les mouvements sont les flèches du clavier de l'ordinateur, ou un joystick, non représenté sur le schéma.



Pour satisfaire l'exigence du CDCF, une caméra dôme motorisée est installée dans le hall d'entrée.



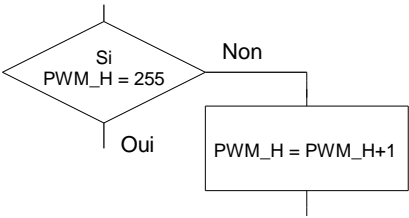
vue de dessus du hall d'entrée du palais des sports

Question 2.11	A partir des données du cahier des charges, identifier le besoin auquel répond la caméra.
DT1, DT2.1	

Question 2.12	Sachant que l'adresse IP du réseau est 192.168.1.0 et que le masque de sous-réseau est 255.255.255.224. Déterminer une adresse IP pour la camera et une adresse IP pour le PC qui pilote la caméra sachant qu'ils doivent être impérativement sur le même réseau.

Question 2.13	Choisir la caméra répondant au cahier des charges. Justifier votre choix.
DT1, DT2.1, DT7	

Question 2.14	À partir du schéma cinématique 3D (DR4).
DT7, DT8, DT9, DT10, DR4	<p>Identifier les moteurs assurant les rotations d'axe vertical et horizontal de la caméra et reporter dans les cercles, le repère des pièces participant aux mouvements.</p> <p>A partir du sens de rotation donné par les moteurs de rotation horizontale et verticale, indiquer le sens de rotation autour de l'axe vertical (RZ+ ou RZ-) et le sens de rotation autour de l'axe horizontal (Ry+ ou Ry-) du module caméra.</p>

Question 2.15	<p>Expliquer en quoi la partie de programme suivante extraite de DT12 influe-t-elle sur le fonctionnement de la caméra et dans quelle phase de fonctionnement de la caméra intervient elle.</p>  <pre> graph TD A{Si PWM_H = 255} -- Non --> B[PWM_H = PWM_H + 1] A -- Oui --> C[] C --> B style C width:0px,height:0px </pre>
DT11, DT12	

Question 2.16	Calculer la vitesse de rotation maximale de la caméra pour un mouvement horizontal. Exprimer le résultat en $^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$.
DT7, DT8, DT9, DT10	

Le démarrage du moteur étant progressif, la caméra se déplace à vitesse moyenne de $430^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$.

Question 2.17	Déterminer le temps nécessaire pour que la caméra passe de la billetterie au bar (voir la vue de dessus du hall d'entrée du palais des sports, page 7). Le cahier des charges est-il respecté ? Justifier .
DT1, DT2.1	