

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

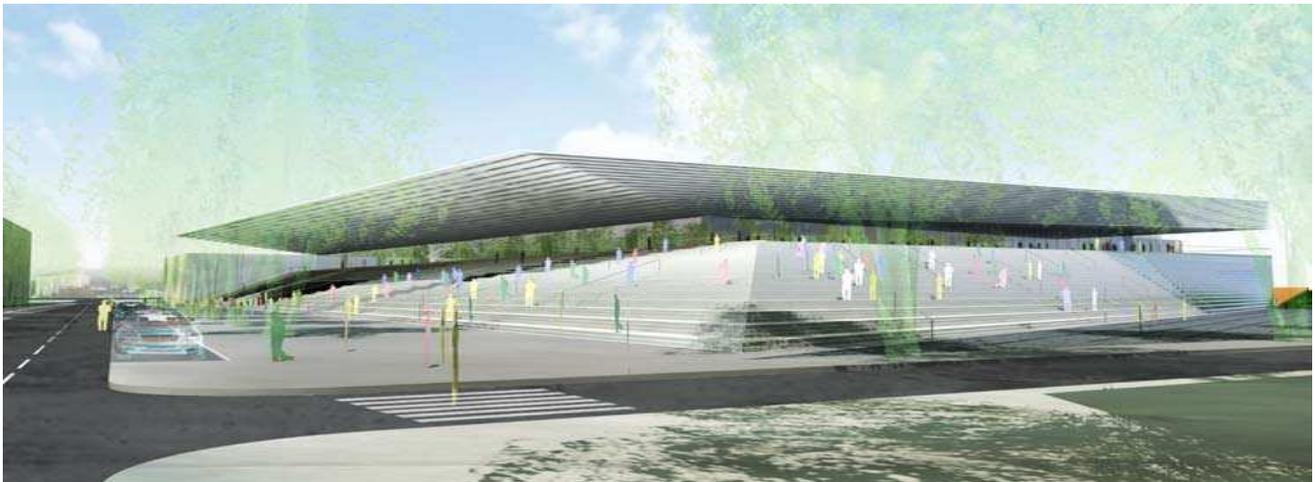
ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

PALAIS DES SPORTS de ROUEN



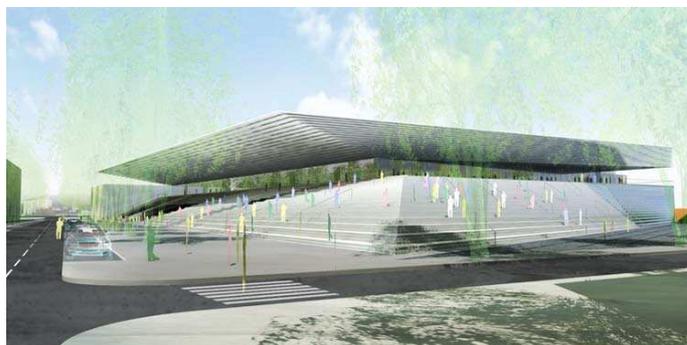
- **sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - **partie I (1 heure)** pages 2 à 3
 - **partie II (3 heures)** pages 4 à 8
 - **Documents techniques** pages 9 à 20
 - **Documents réponses** pages 21 à 24
- Le sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées 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

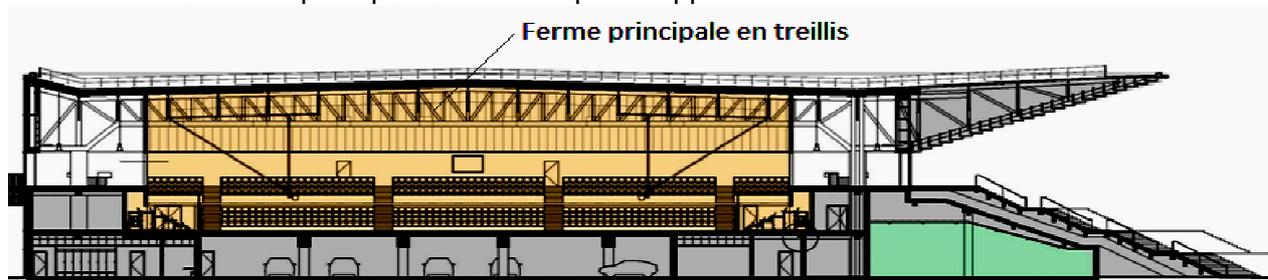


Vues intérieures de la salle principale

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.
DT4.2, DR2	Remarque : la solution 1 présentée comme exemple est déjà complétée.

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 chaînes 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 ?
DT1, DT2.1, DT5	Justifier.

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'Énergie Primaire (C_{ep}) inférieure à cette référence (définie par la RT 2005).

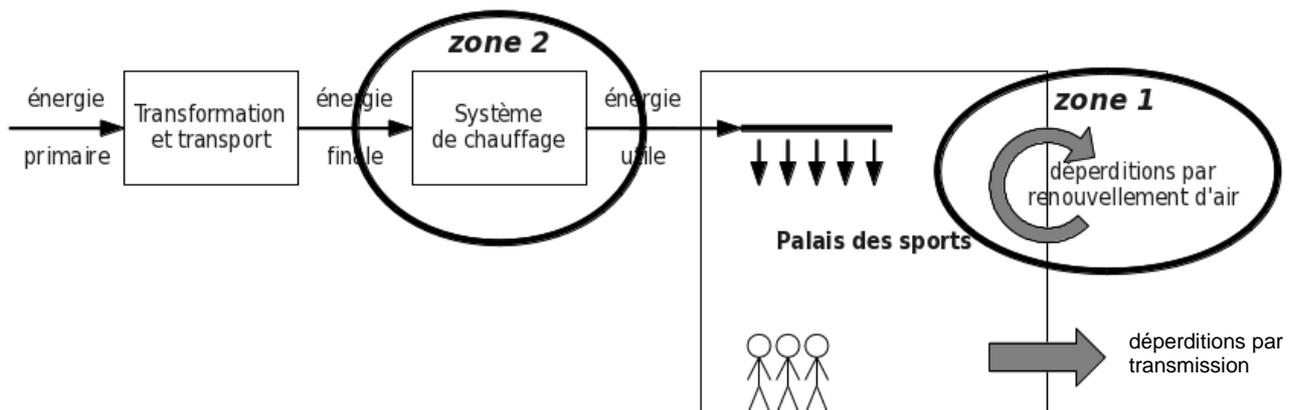
L'objectif de cette partie est d'estimer les consommations énergétiques afin de valider l'obtention d'un label.

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 :
DT6, DR3	<ul style="list-style-type: none"> - les températures aux différents points d'installation ; - la circulation de l'air neuf (en bleu) ; - la circulation de l'air vicié (en rouge).

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 « chaine d'énergie chaudière gaz » , calculer les consommations d'énergie finale et d'énergie primaire pour la chaine d'énergie de la pompe à chaleur.
DT6	

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

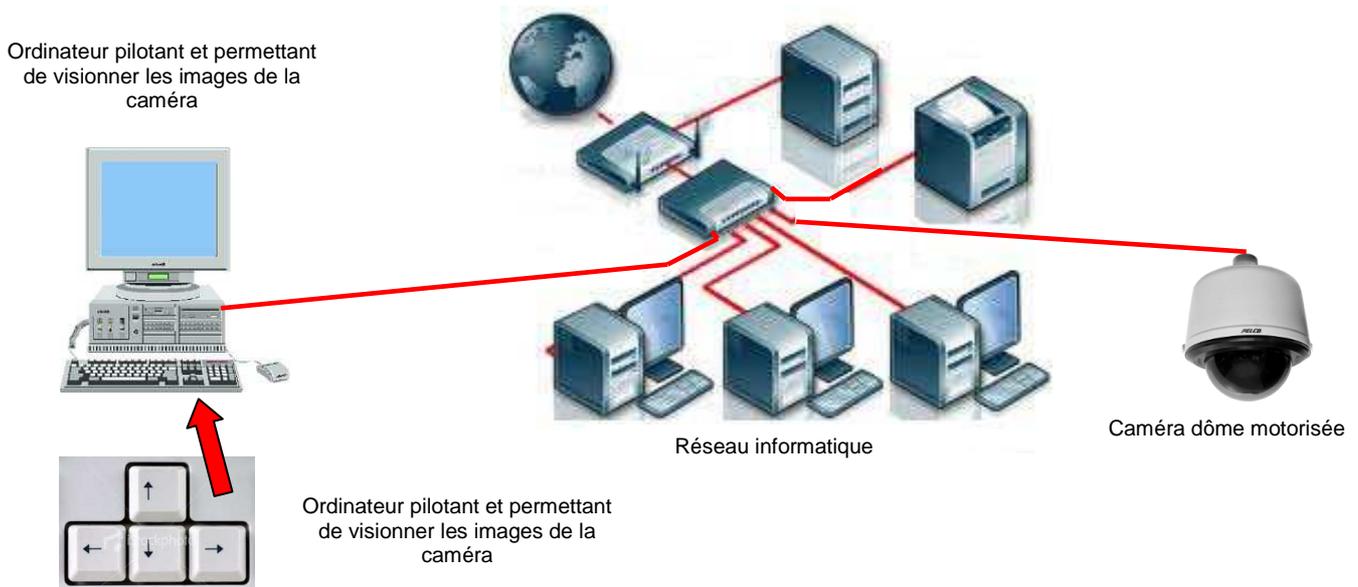
postes de consommation	énergie primaire [$\text{kW}\cdot\text{h}_{\text{ep}}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$]	
	projet	référence
Total	229	347

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	

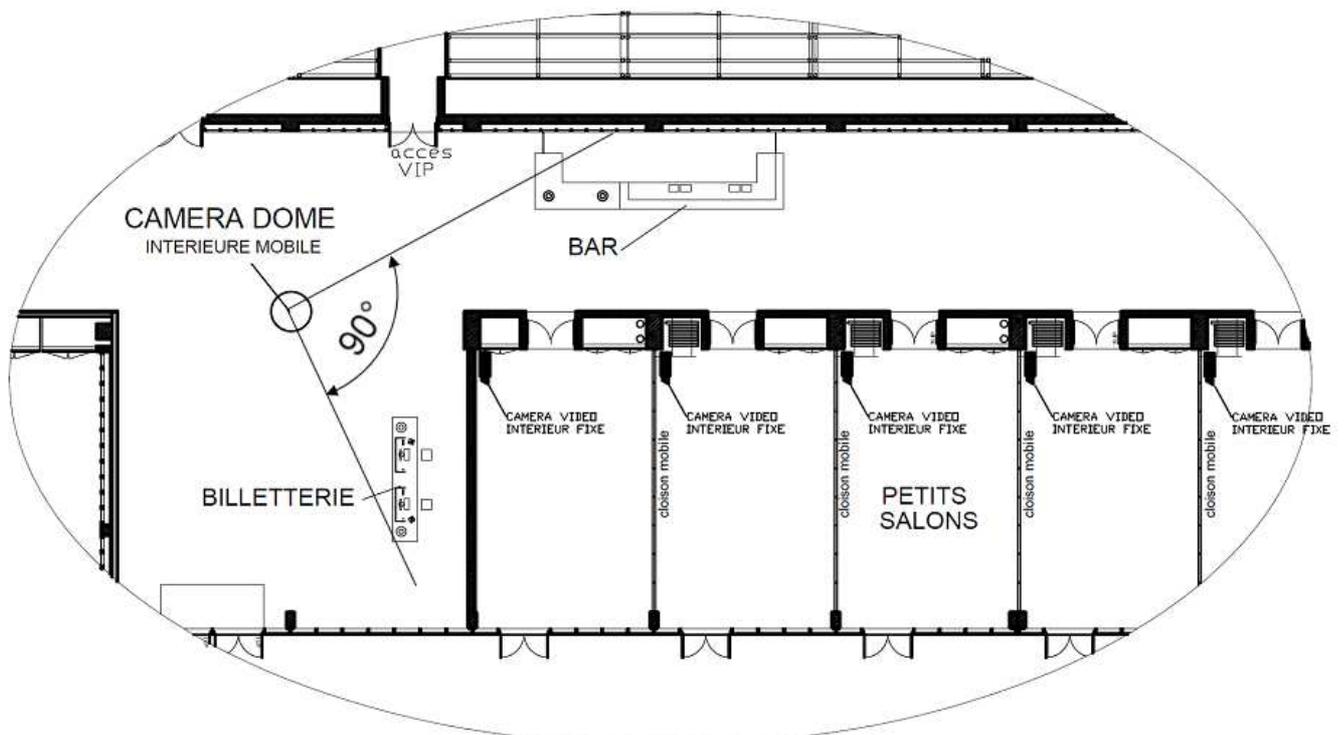
C- Gestion et surveillance des flux de personnes

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.



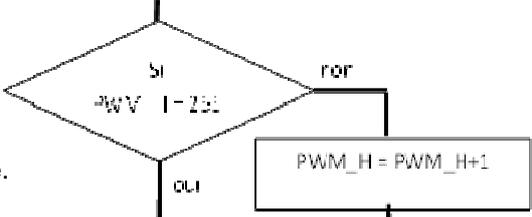
vue de dessus du hall d'entrée du palais des sports

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 caméra 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 influence-t-elle sur le fonctionnement de la caméra et dans quelle phase de fonctionnement de la caméra intervient elle.</p> 
DT11, DT12	

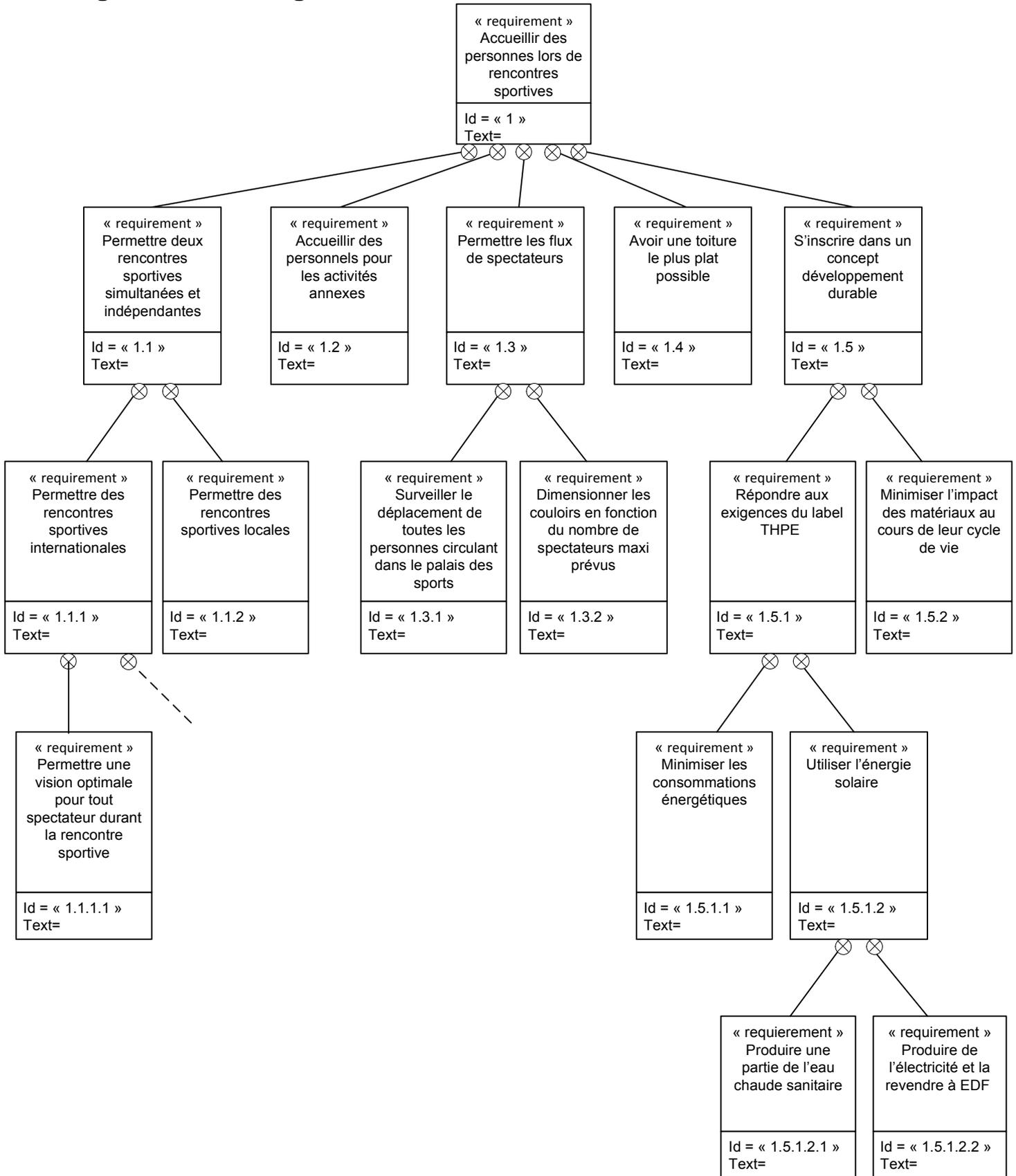
Question 2.16	Calculer la vitesse de rotation maximale de la caméra pour un mouvement horizontal. Exprimer le résultat en $^{\circ}\cdot s^{-1}$.
DT7, DT8, DT9, DT10	

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

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	

DT1

Diagramme des exigences



DT2

2.1 - Tableau des critères

Exigences		Critères	Niveaux	Flexibilité
Id = « 1.4 »	« Avoir une toiture le plus plat possible »	Orientation :	5° maximum	F1
Id = « 1.1.1 »	« Permettre des rencontres sportives internationales »	Capacité de public :	6000 personnes maximum	F0
Id = « 1.1.2 »	« Permettre des rencontres sportives locales »	Capacité de public :	900 personnes maximum	F0
Id = « 1.3.1 »	« Surveiller le déplacement de toutes les personnes circulant dans le palais des sports »	<u>Caméra motorisée pilotable à distance</u> Résolution : Angle rotation verticale : Angle rotation horizontal : Jour et nuit Zoom : Alimentation : Liaison : Vitesse de rotation :	480 x 560 minimum 90 ° minimum 360° continu 20 x minimum PoE TCP/IP Déplacement du bar à la billetterie en 2 secondes maximum	F0 F0 F0 F0 F0 F0 F0 F0
Id = « 1.5.1 »	« Répondre aux exigences THPE »	THPE (Très Haute Performance Energétique) THPE ENR (Très Haute Performance Energétique, Energie renouvelable)	Cep ≤ Cep,réf x 0,8 (réduction de 20%) Cep ≤ Cep,réf x 0,7 (réduction de 30%) Et au moins une énergie renouvelable	F0 F1
Id = « 1.1.1.1 »	« Permettre une vision optimale pour tout spectateur durant la rencontre sportive »	<u>Charpente</u> : Grande portée entre les poteaux :	56 mètres	F0
Id = « 1.5.1.2.1 »	«Produire une partie de l'eau chaude sanitaire»	Production :	50% minimum de l'eau chaude sanitaire utilisée	F0
Id = « 1.5.1.2.2 »	« Produire de l'électricité et la revendre à EDF »	Amortissement : Tarif de rachat EDF : Inclinaison de la toiture : Coût de l'installation :	10 ans maximum 0,58 € le kWh 5° maximum 500000€	F0 F0 F0 F0

2.2 - Tableau comparatif des différentes technologies pour les photovoltaïques

Technologie	Silicium amorphe	Polycristallin	Monocristallin	Hybride*
Rendement dans les conditions standard**	Bon 7 - 8%	Très bon 11 - 13%	Très bon 14 - 16%	Excellent 17 - 19%
Surface de panneau pour 1 kWc***	16m ²	8 m ²	7 m ²	6,5 - 7 m ²
Electricité générée en un an (modules orientés sud, inclinés à 30°)	900 kWh/kWc	750 kWh/kWc	750 kWh/kWc	900 kWh/kWc
Electricité générée en un an (modules orientés sud, très faible inclinaison)	600 kWh/kWc	100 kWh/kWc	120 kWh/kWc	130 kWh/kWc
Emission de CO2 économisée par m ² et par an	25 kg·m ⁻²	40 kg·m ⁻²	45 kg·m ⁻²	55 - 60 kg·m ⁻²

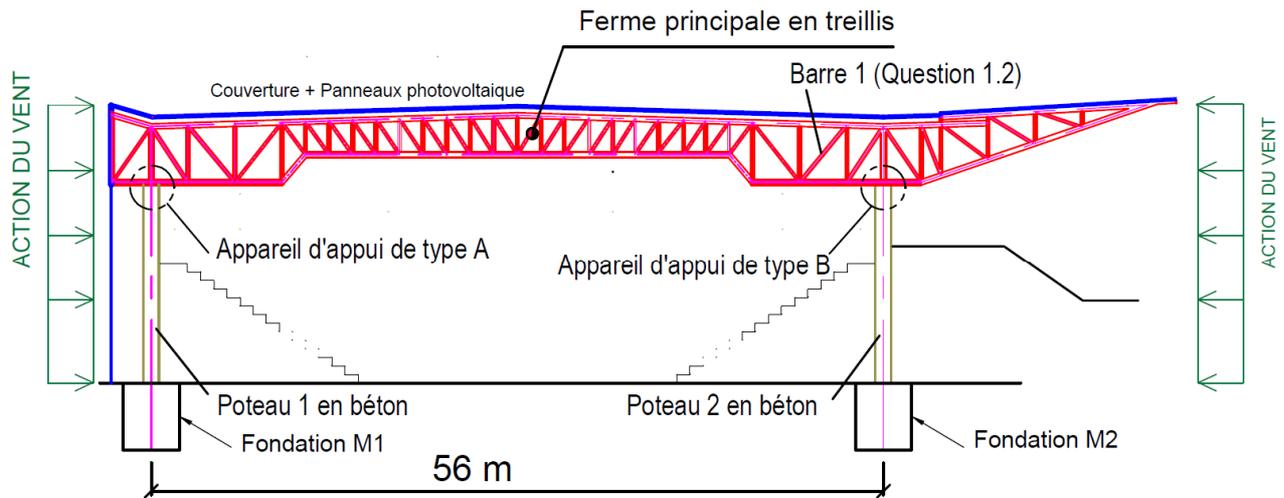
* Les PV hybride combinent les avantages des deux technologies : silicium monocristallin et film de silicium amorphe.

** Conditions standard de test : 25 °C, intensité lumineuse de 1000W·m⁻².

*** kWc = kilowatt 'crête'. Puissance caractéristique des panneaux solaires photovoltaïques.

DT3

Vue d'ensemble de la structure



Extrait du tableau des produits sidérurgiques

Profils creux carrés				
	Propriétés des aciers : - Module de Young : $E = 210\,000\text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ - Limites d'élasticité : Pour l'acier de nuance S235 : $Re = 235\text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ Pour l'acier de nuance S355 : $Re = 355\text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$			
	Dimensions Extérieures (mm)	Epaisseur (mm)	Masse linéique (Kg / m)	Aire de la section Transversale A (cm ²)
180 x 180	10	51	64,91	0,033
200 x 200	10	57,2	72,91	0,040
250 x 250	10	72,9	92,91	0,063

Formule de résistance des matériaux :

Pour une barre soumise à la traction :

- la contrainte normale est $\sigma = \frac{N}{A}$ (σ est la contrainte normale en $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$) ; N est l'effort normal en newtons et A est l'aire de la section de la poutre en mm^2 ;
- la loi de Hooke est $\frac{N}{A} = E \times \frac{\Delta L}{L}$ (E est le module d'élasticité longitudinal du matériau en $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$) ; $\Delta L_{\text{traction}}$ est l'allongement de la barre en (mm) ; L est la longueur de la barre en (mm).

Formule pour déterminer l'allongement d'une barre soumise à une amplitude thermique :

$$\Delta L_{\text{dilatation}} = \Delta T \times L \times \theta$$

Avec $\Delta L_{\text{dilatation}}$: l'allongement ; ΔT : l'amplitude thermique en °C et θ : le coefficient de dilatation en $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$

DT4

4.1 - Tableau comparatif de structure de la charpente

	STRUCTURE DE LA CHARPENTE			
	Poutres préfabriquées en béton armé	Poutres préfabriquées en béton précontraint	Poutres en bois lamellé collé	Treillis en acier
Poids au m ² de construction	920 daN·m ⁻²	850 daN·m ⁻²	600 daN·m ⁻²	630 daN·m ⁻²
Résistance au feu	Bonne			Bonne (avec traitement de surface).
Recyclage	Oui			
Portée maximale entre deux poteaux	15 m	35 m	100 m	70 m
Assemblage sur place	Oui			
Rapport résistance mécanique / poids	Assez bon	Bon	Elevé	Elevé
Coût	657000 €	660000 €	650000 €	670000 €
Durée de vie de l'ouvrage	très bonne longévité			
Type d'architecture possible	Structures poutres sur poteaux (pentes du toit de 0 à 40°)		Arc à 2 ou 3 articulations (pente du toit de 15 à 35°)	Permet de réaliser des couvertures plates (pentes du toit de 0 à 35°)
Impact environnemental pendant l'utilisation de l'ouvrage.	Faible (Peu d'entretien)			

4.2 - Choix des appareils d'appuis

APPAREILS D'APPUIS								
	Appareil d'appui de type A		Model		Appareil d'appui de type B		Model	
Axes	Libertés de mouvements		Efforts transmis		Libertés de mouvements		Efforts transmis	
	Translation	Rotation	Force	Moment	Translation	Rotation	Force	Moment
X	1	0	0	M _x	0	0	F _x	M _x
Y	0	0	F _y	M _y	0	0	F _y	M _y
Z	0	1	F _z	0	0	1	F _z	0

DT5

Facteur de correction pour une inclinaison et une orientation données

Le tableau ci-dessous donne le facteur de correction à appliquer à la production attendue du système en fonction de son orientation et de son inclinaison.

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES					
INCLINAISON		☀	☀	☀	☀
ORIENTATION		0°	30°	60°	90°
Est		0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est		0,93	0,96	0,88	0,66
Sud		0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest		0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest		0,93	0,90	0,78	0,55

Les positions grisées sont à éviter si elles ne sont pas imposées par une intégration architecturale

Caractéristiques du panneau photovoltaïque PVL-144

Caractéristiques de puissance

Puissance nominale (P_{nom}) : 144 Wc
Tolérance de fabrication : ± 5 %

Caractéristiques techniques

Dimensions : longueur : 5486 mm, largeur : 394 mm,
épaisseur : 4 mm

Masse : 7,7 kg
Type de cellule : 22 cellules solaires en silicium amorphe

Critères d'application

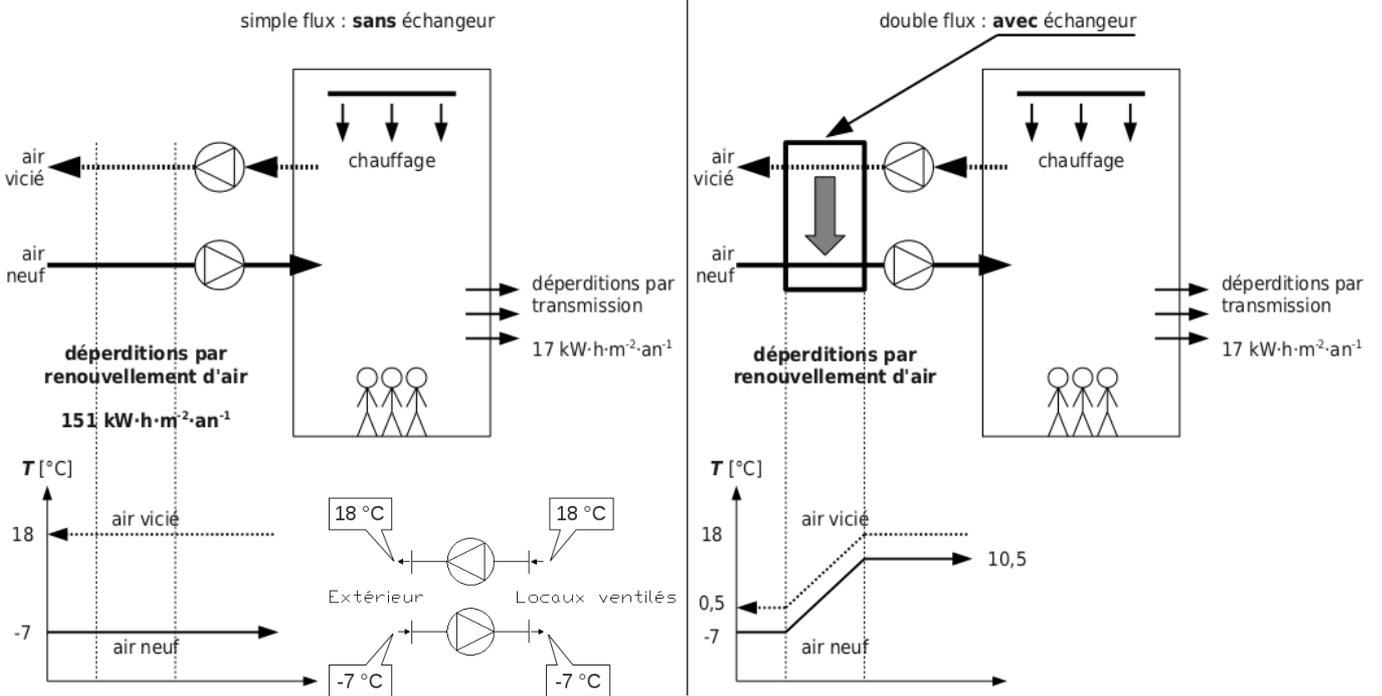
Température d'installation : entre 10 °C – 40 °C
Température maximale de la toiture : 85 °C
Inclinaison minimale : 3°
Inclinaison maximale : 60°

Spécifications électriques STC (Conditions de test standard)

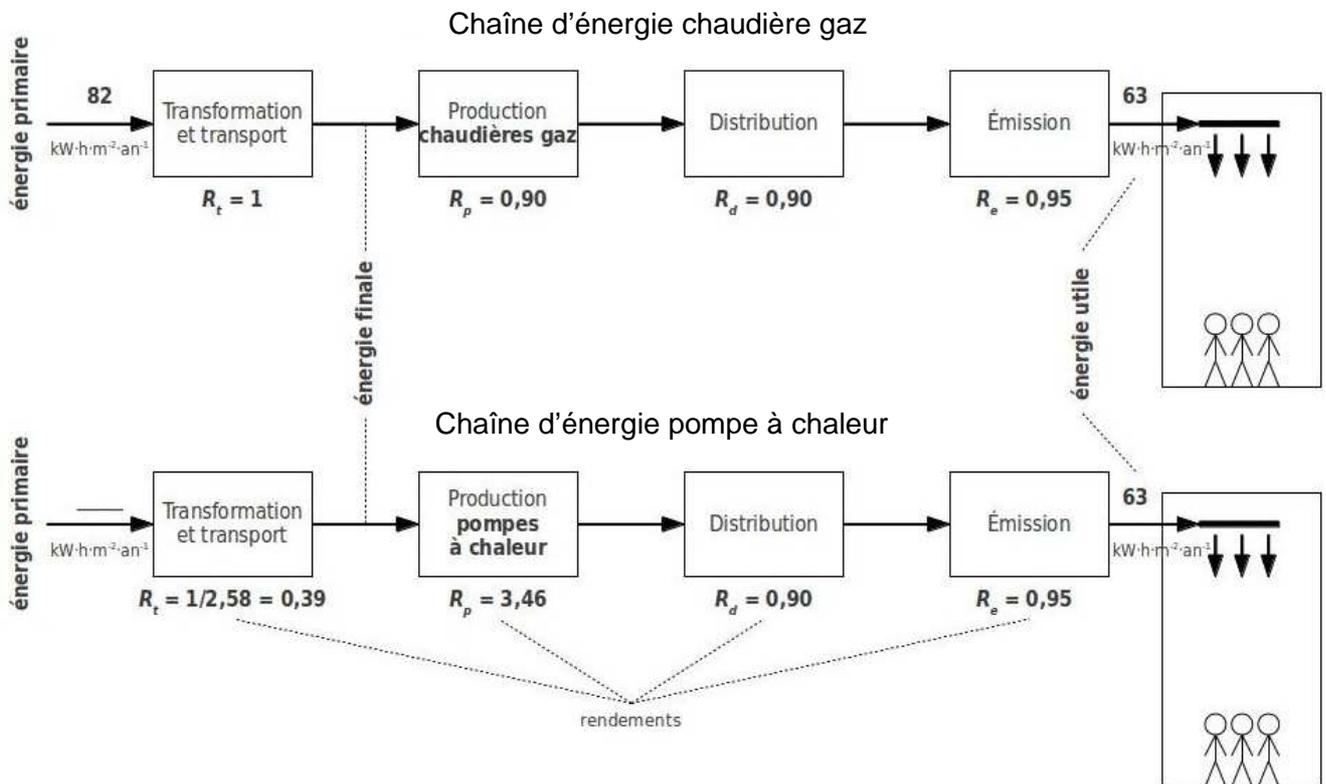
(1000 W·m⁻², AM 1.5, température de cellule 25 °C)

Puissance nominale maximale (P_{max}) : 144 Wc
Tension pour P_{max} (V_{mp}) : 33 V
Courant P_{max} (I_{mp}) : 4,36 A
Courant de court-circuit (I_{sc}) : 5,3 A
Tension à vide (V_{oc}) : 46,2 V

DT6 Ventilation mécanique contrôlée



Chaîne d'énergie : des ressources naturelles aux locaux chauffés

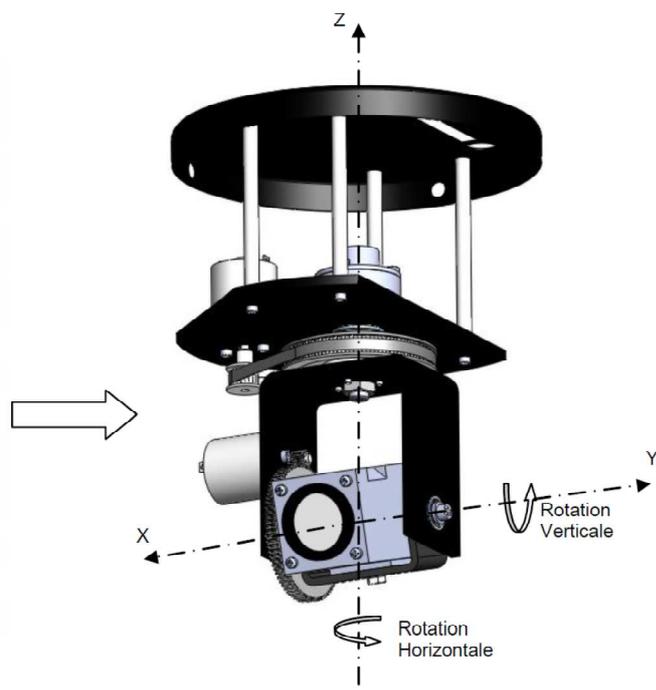


DT7

Structure interne de la caméra dôme



Caméra Dôme Motorisée
vue de l'extérieur



Caméra Dôme Motorisée
vue de l'intérieur

Caractéristiques techniques de différentes caméras dôme

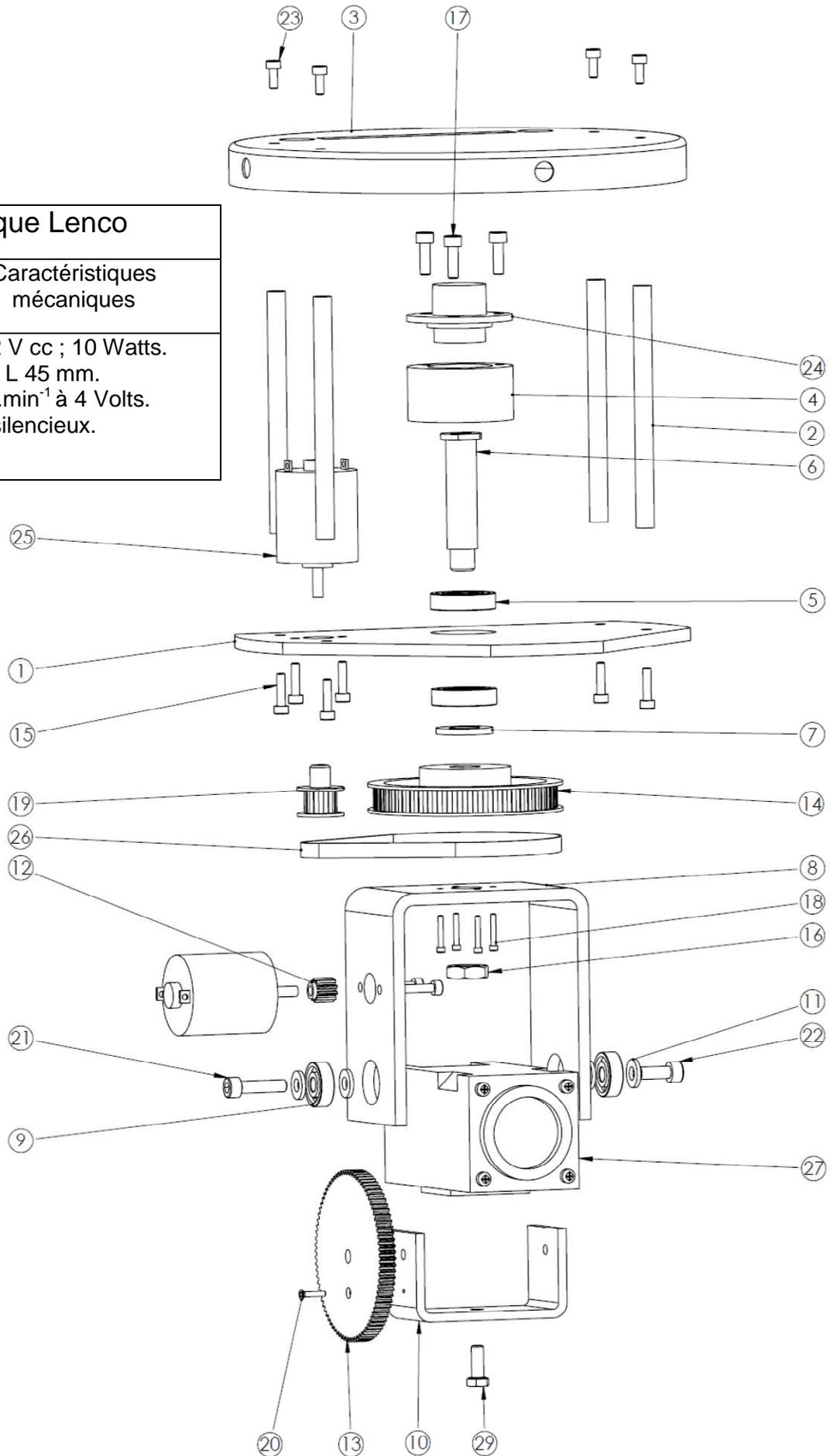
	Modèle Vectra IV IP	Modèle HD 62 WDR	Modèle P3343	Modèle CCTV
Résolution	352x240 à 704x576	480x560	160x90 à 800x600	160x90 à 800x600
Fréquence d'image	25 ips	1 à 30 ips	30 ips	30 ips
Rotation Verticale	90°	170°	200° (réglage manuel)	150°
Rotation Horizontale	360° continu	360° continu	360° (réglage manuel)	360° continu
Zoom Optique	27 x	26 x	25 x	20 x
Protocole de transmission	TCP/IP, UDP/IP, DNS, DHCP, RTP, IPv4, SNMP, QoS, HTTP, HTTPS, LDAP, SSH, SSL, SMTP, FTP	H.264, BP, MPEG-4 ES, RTP, UDP, IP, DHCP, IGMPv2, HTTP	IPv4/v6, HTTP, HTTPS, QoS Layer 3, DiffServ, FTP, SMTP, UPnP, DNS, DHCP, ARP	TCP/IP, UDP/IP, DNS, DHCP, RTP, IPv4, SNMP, QoS, HTTP, HTTPS, LDAP
Alimentation	24 V AC ou 24 V DC	19 à 28 VAC	Alimentation par Ethernet (PoE ;IEEE 802.3af)	Alimentation par Ethernet (PoE ;IEEE 802.3af)
Eclairage minimum	0,00015 lux	0,07	0,1 lux	0,1 lux
Focale	1,4	3,5	1,2	2,5
Compression vidéo	MPEG4 et MJPEG	MPEG4 et MJPEG	MPEG4 et MJPEG	MPEG4 et MJPEG
Indice de protection	IP66 ; IK 10	IP 66 ; IK 10	IP 66 ; IK 10	IP 66 ; IK 10

DT8 Nomenclature

30	1	Capot	
29	1	Vis H M6-16	
28	1	carter	
27	1	Module caméra	
26	1	Courroie	
25	2	Moteur CC	
24	1	Collecteur tournant	
23	4	Vis CHC M4-10	
22	1	Vis CHC M6-16	
21	1	Vis CHC M6-25	
20	1	Vis FHC M2,5-16	
19	1	Poulie	Z19 = 10
18	4	Vis CHC M2,5-16	
17	3	Vis CHC M5-16	
16	1	Ecrou Hm M12	
15	8	Vis CHC M4-16	
14	1	Poulie	Z14 = 56
13	1	Roue dentée	Z 13 = 83 ; m = 1
12	1	Pignon moteur	Z12 = 10 ; m = 1
11	4	Rondelle M6	
10	1	Chape rotation verticale	
9	2	Roulement à une rangée de billes	Ref = 1224
8	1	Chape rotation horizontale	
7	1	Rondelle	
6	1	Axe d'articulation	
5	2	Roulement à une rangée de billes	Ref = 1012
4	1	Noix d'articulation	
3	1	Plateau support	
2	4	Tige	
1	1	Platine	
Rep	Qté	Désignation	Observations

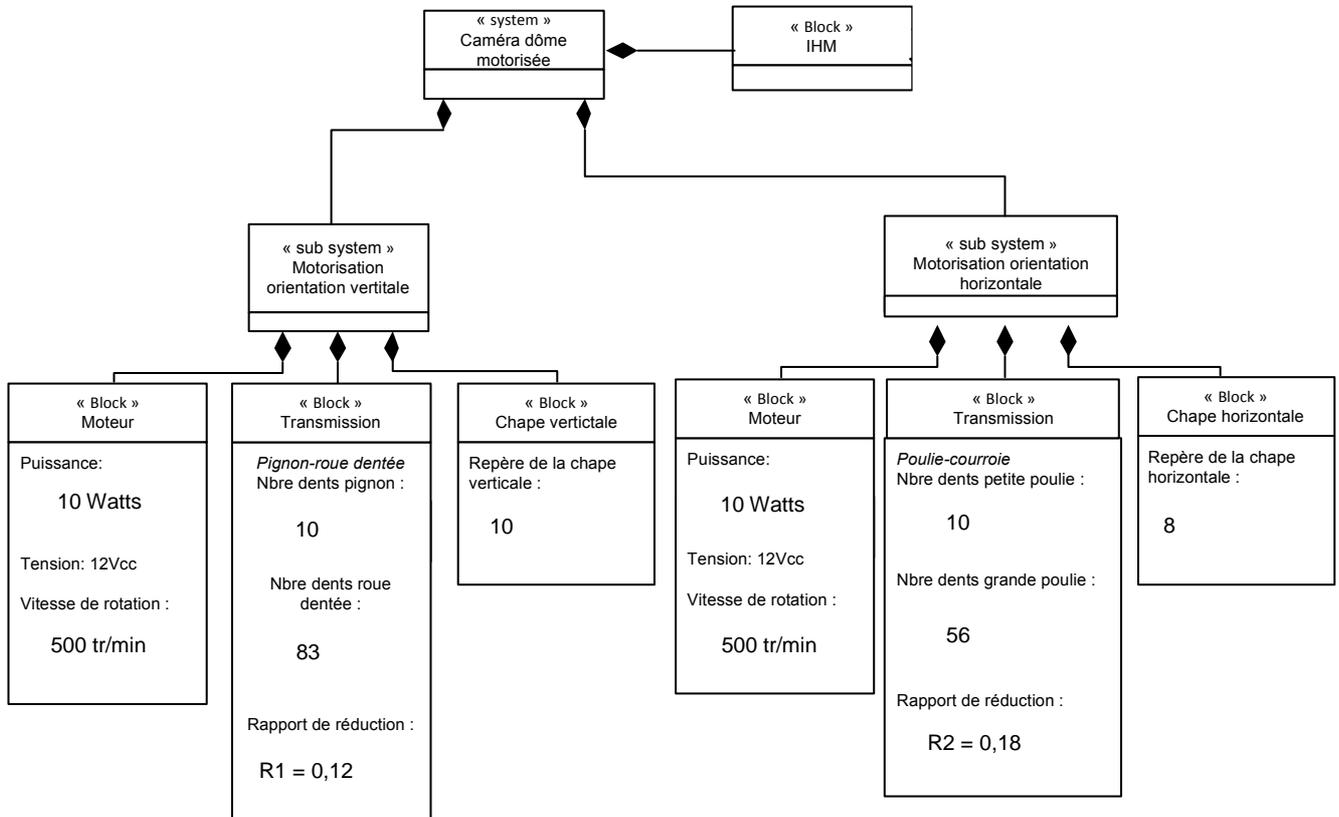
DT9
Vue éclatée

Moteur cylindrique Lenco	
Image	Caractéristiques mécaniques
	2 à 12 V cc ; 10 Watts. D40 – L 45 mm. 500 tr.min ⁻¹ à 4 Volts. Très silencieux.



DT10

Diagramme de définition de blocs (bdd) de la caméra



Formulaire du calcul d'un train d'engrenage simple

Le rapport de réduction R :

$$R = N_s / N_e = \omega_s / \omega_e = D_{\text{menante}} / D_{\text{menée}} = Z_{\text{menante}} / Z_{\text{menée}}$$

Avec :

- ω_e et ω_s respectivement les vitesses en entrée et en sortie du train d'engrenage en rad.s^{-1}
- N_e et N_s respectivement les vitesses en entrée et en sortie du train d'engrenage en tr.min^{-1}
- D_{menante} , le diamètre de la roue menante
- $D_{\text{menée}}$, le diamètre de la roue menée
- Z_{menante} , le nombre de dents de la roue menante
- $Z_{\text{menée}}$, le nombre de dents de la roue menée

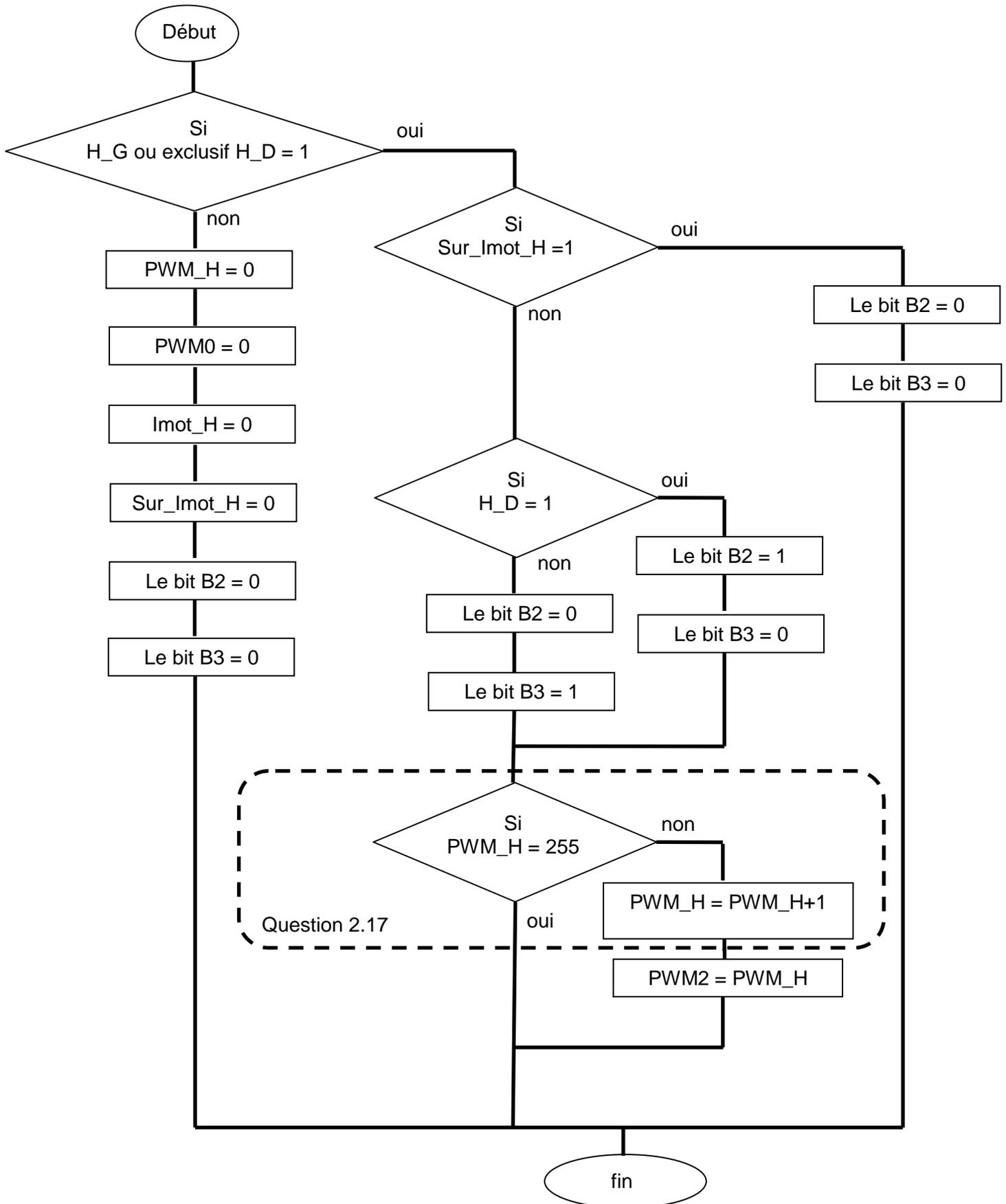
DT11

Tableau des variables du programme

Noms des variables	Abréviations	Remarques
PWM verticale	PWM_V	Ces variables déclarées comme octet peuvent prendre 256 valeurs (de 0 à 255). La valeur binaire de PWM_V détermine la valeur du rapport cyclique de la commande PWM des moteurs. Plus ces valeurs sont élevées, plus les rapports cycliques des PWM sont grands, plus les moteurs à courant continu qui permettent les déplacements de la camera tournent vite.
PWM horizontale	PWM_H	
Horizontale gauche	H_G	Variable binaire qui détermine une rotation Rz- de la camera. Si H_G = 1 .
Horizontale droite	H_D	Variable binaire qui détermine une rotation Rz+ de la camera. Si H_D = 1 .
Vertical haut	V_H	Variable binaire qui détermine une rotation Ry- de la camera. Si V_H = 1
Vertical bas	V_B	Variable binaire qui détermine une rotation Ry+ de la camera. Si V_B = 1
I moteur horizontal	I_M_H	Variable de type octet , qui est le résultat d'une conversion analogique/numérique , image des courants moteurs des commandes H pour le moteur horizontal et V pour le moteur vertical de la camera
I moteur vertical	I_M_V	
Surintensité horizontale	Sur_Imot_H	Variable binaire, qui signale si la valeur max du courant moteur de la commande définie dans le programme a été atteinte . Si Sur_Imot_H=1 l'arrêt du moteur doit être effectué, au risque de détériorer le matériel. H pour le moteur horizontal et V pour le moteur vertical.
Surintensité verticale	Sur_Imot_V	

DT12

Algorithme mouvements horizontaux :



DR1

(Question 1.2) Tableau de dimensionnement de la barre 1 de la ferme principale

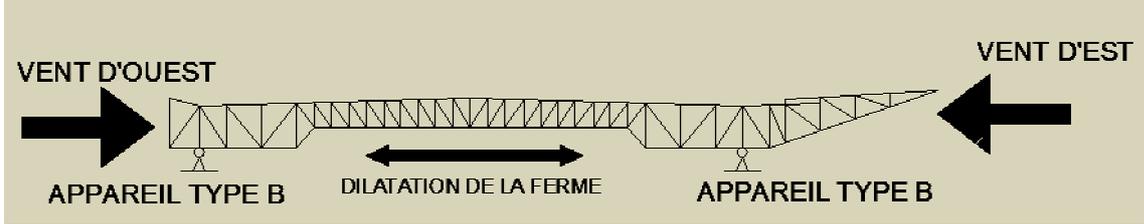
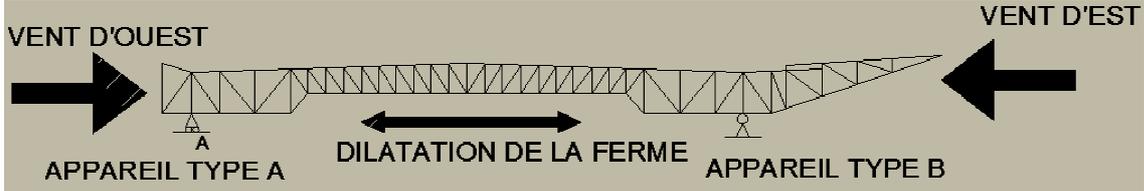
PROFILE		Aire de la section A (mm ²)	Masse linéique (kg·m⁻¹)	Contrainte de traction $\sigma = \frac{N}{A}$ (N·mm⁻²)	Allongement De la barre $\Delta L_{traction}$ (mm)
Dimensions extérieures	Nuance				
180x180	S235	6491	51	270	7.4
	S355	6491	51	270	7.4
200x200	S235	7291	57.2	241	6.6
	S355	7291	57.2	241	6.6
250x250	S235
	S355

Justification :

Choix du profilé :

DR2

(Question 1.4) Tableau de choix des appuis

<p>SOLUTION 1 : deux appareils d'appuis de type B</p> 	
<p>Comportement au vent : <i>la ferme est stable (pas de problème)</i></p>	<p>Comportement à la dilatation : <i>la ferme est bloquée et ne peut pas se dilater librement → elle va se déformer (problème)</i></p>
<p>SOLUTION 2 : deux appareils d'appuis de type A</p> 	
<p>Comportement au vent :</p>	<p>Comportement à la dilatation :</p>
<p>SOLUTION 3 : un appareil d'appui type A et un appareil type B</p> 	
<p>Comportement au vent :</p>	<p>Comportement à la dilatation :</p>
<p>CONCLUSION :</p>	

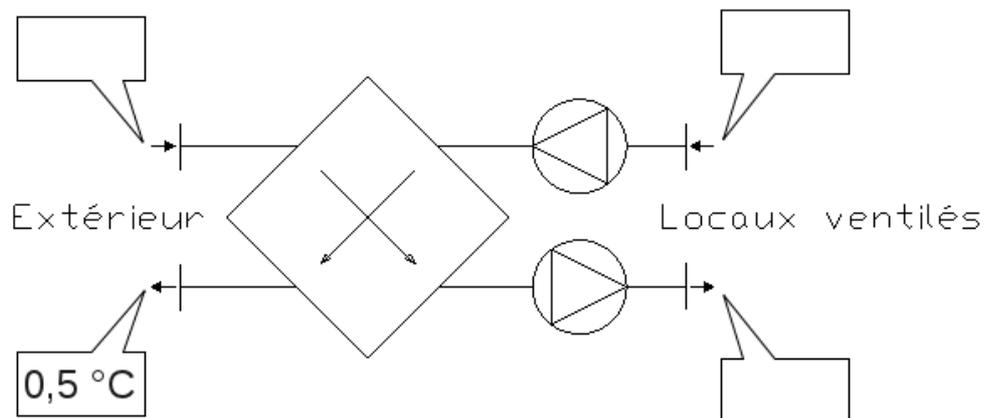
DR3

(Question 2.6) Bilan des consommations d'énergie primaire

postes de consommation		énergie primaire [$\text{kW}\cdot\text{h}_{\text{ep}}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$]	
		projet	référence
Chauffage (chaudière gaz)	dû aux déperditions par renouvellement d'air	151	171
	dû aux déperditions par les parois	17	
climatisation		20	0
production d'eau chaude sanitaire		14	11
ventilateurs		119	100
éclairage		40	48
auxiliaires		16	17
photovoltaïques			0
Total			347

Justification :

(Question 2.7) Schéma simplifié d'une VMC double flux

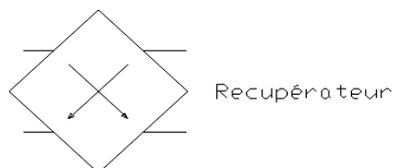


Légende :



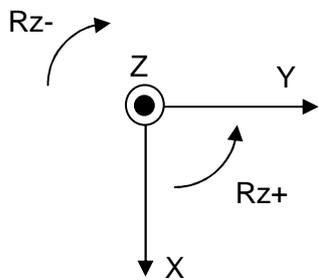
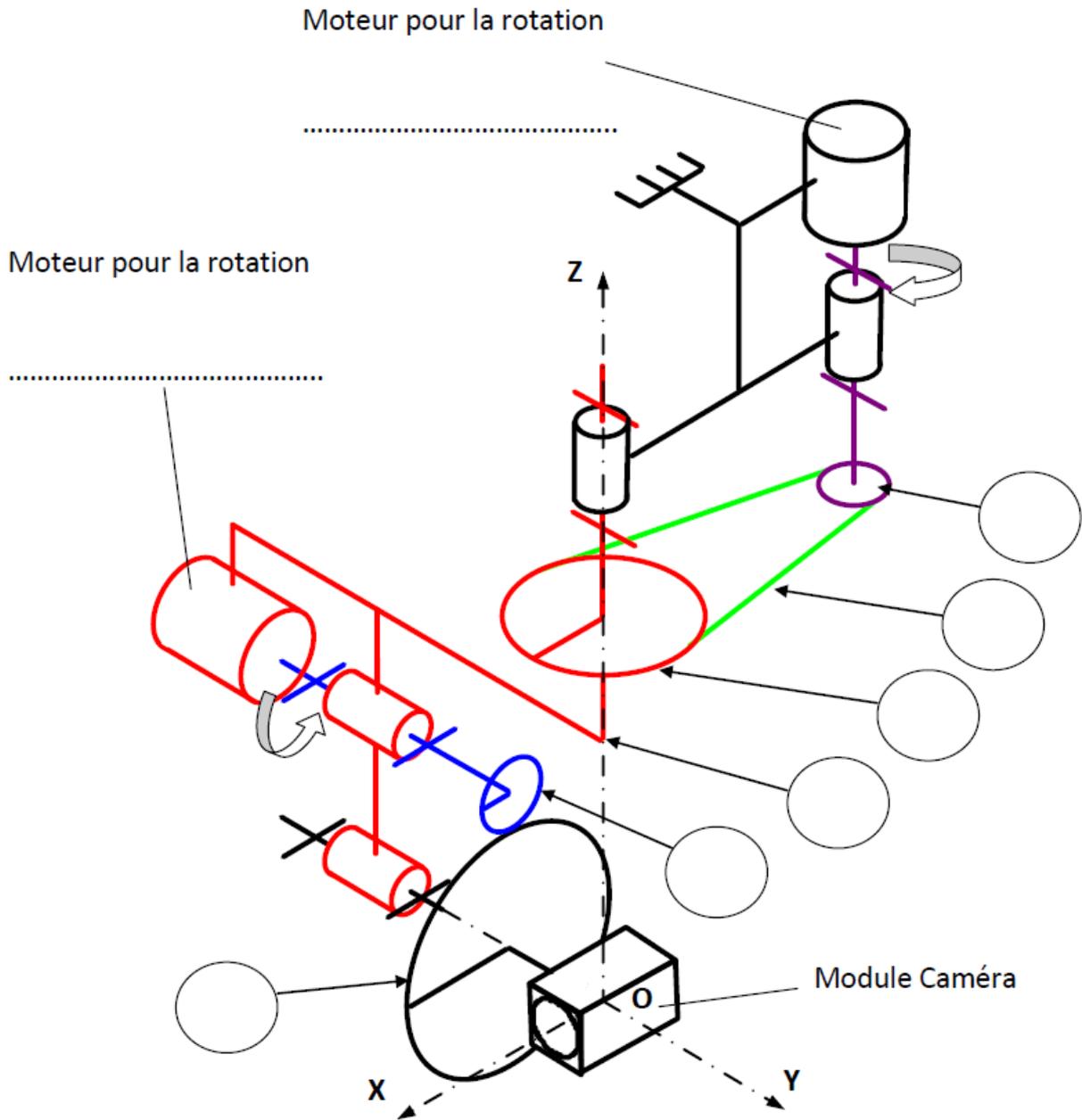
← Reprise d'air

→ Soufflage d'air

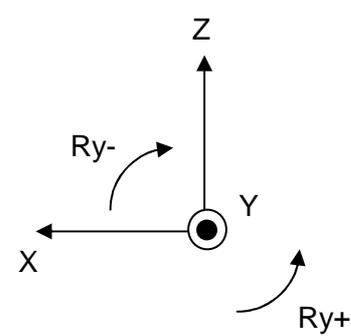


DR4

(Question 2.14) Schéma cinématique 3D :



Mouvement de rotation autour de l'axe vertical



Mouvement de rotation autour de l'axe horizontal