

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**

**Ingénierie, innovation et développement durable
SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE**

Mardi 21 mars 2023

Durée de l'épreuve : **4 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 44 pages numérotées de 1/44 à 44/44 dans la version originale et **90 pages numérotées de 1/90 à 90/90 dans la version en caractères agrandis.**

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 2h30) 12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)..... 8 points

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet. Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.

Tous les documents réponses, mêmes vierges, sont à rendre obligatoirement avec la copie.

PARTIE commune (2,5h) 12 points

VÉLODROME RAYMOND POULIDOR



Pages agrandies

Présentation de l'étude et questionnement.....	3 à 23
Documents techniques DT1 à DT8	24 à 40
Documents réponses DR1 à DR6.....	41 à 47

Mise en situation

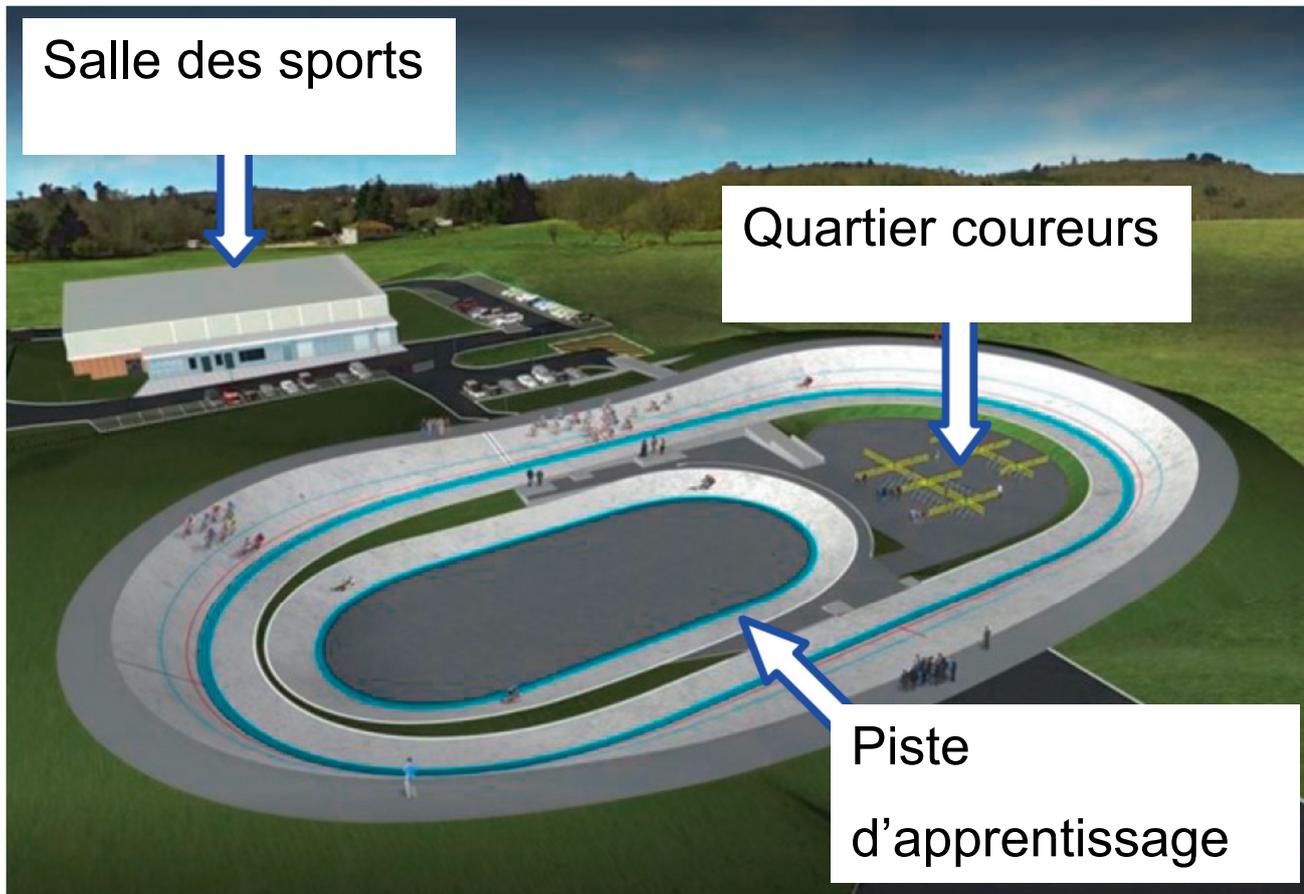
Le vélodrome Raymond Poulidor est situé à Bonnac-la-Côte à moins de 5 minutes de l'autoroute, près de Limoges dans le département de la Haute-Vienne. Il a été inauguré le 3 juillet 2019.

Ce vélodrome couvert avec une piste en béton est unique en France. Il répond à la demande des différentes associations sportives et clubs du territoire, voire au-delà.

Il met à disposition de tous un site d'entraînement sécurisé, permettant le développement de la pratique du cyclisme sur piste à tous niveaux et par tous.

Afin de s'assurer de l'homologation de l'équipement, la Fédération Française de Cyclisme (FFC) a été associée à sa conception et à sa réalisation. Ainsi, le vélodrome et ses annexes ont été conçus pour accueillir des compétitions de niveau national.

Projet initial (sans couverture) :



Le projet initial sans couverture a été achevé en juin 2017.

Il était configuré comme ci-dessus et comprenait :

- une piste en béton de 250 m de long sur 7 m de large, à virages relevés avec une inclinaison maximale de $40,39^\circ$;
- le quartier des coureurs, à l'intérieur de la piste, accessible par un tunnel abritant des sanitaires ;

- une piste d'apprentissage et d'échauffement lors des compétitions, de 125 m de long sur 4 m de large. Elle sert aussi aux enfants ;
- une extension de la halle des sports communale, bâtiment d'environ 100 m² avec un accès indépendant qui abrite les locaux de stockage du matériel, l'atelier de petite mécanique, une salle de réunion, un bureau à disposition des éducateurs du vélodrome et un local pour l'assistance médicale.

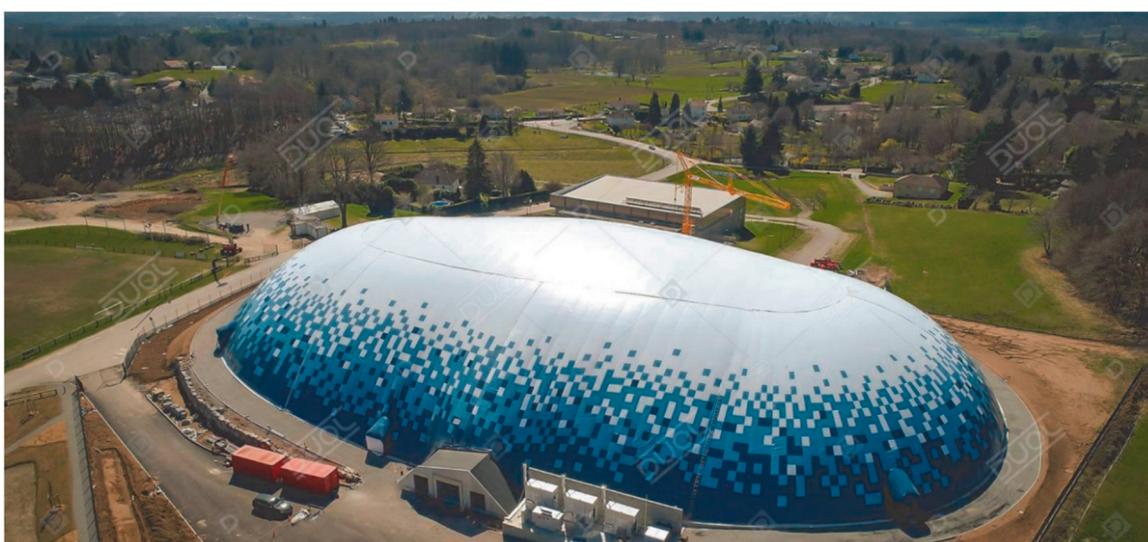
Nécessité d'une couverture

Pour maintenir la piste sèche et assurer une utilisation continue de l'équipement quelles que soient les conditions météorologiques, l'exploitant a choisi d'équiper le vélodrome d'une couverture en structure gonflable appelé « dôme » composée d'une double toile tendue.

Un système de soufflerie injecte de l'air sous pression qui la tient gonflée et tendue.



Ce dôme, d'une surface totale de 11 158 m², a pour vocation de couvrir l'ensemble des existants du vélodrome dans un seul volume, comme sur l'image ci-dessous.

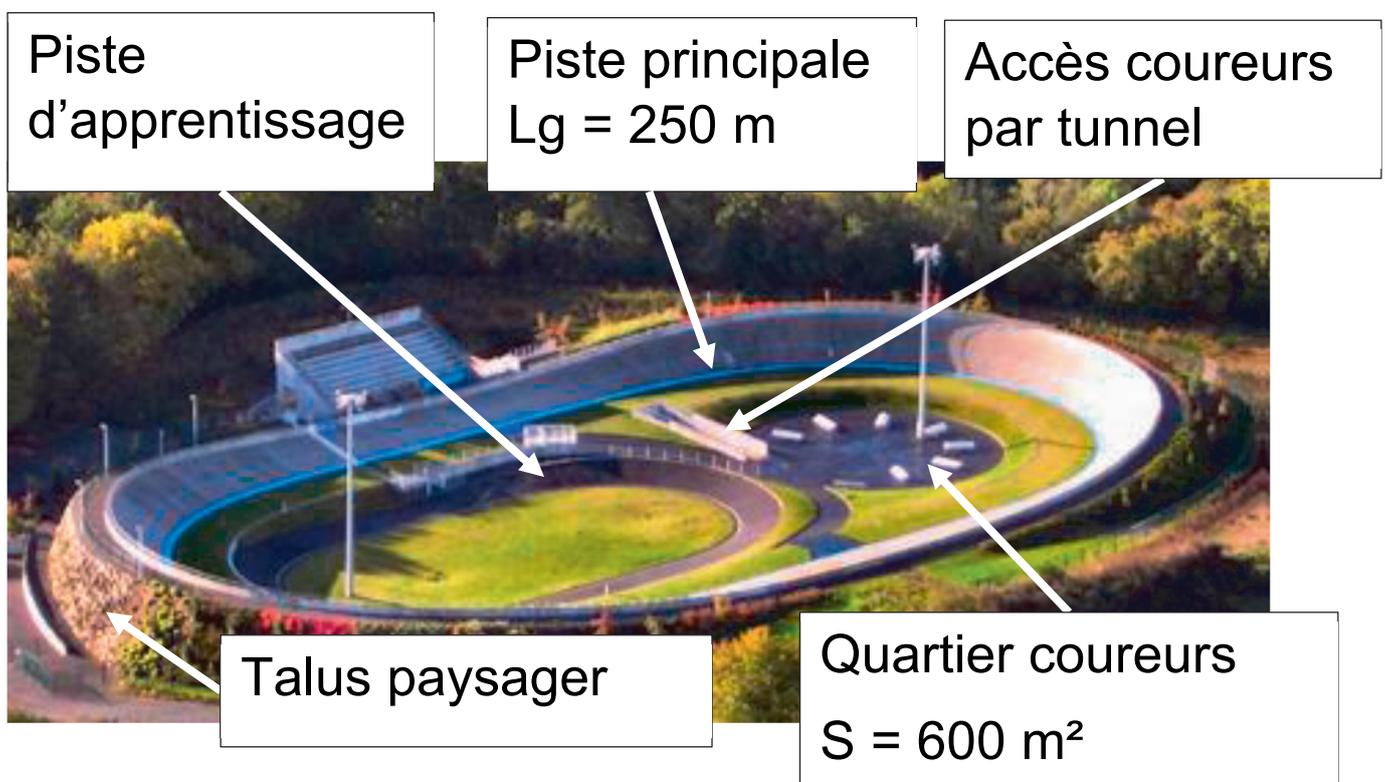


Le site peut accueillir jusqu'à 1 636 spectateurs, répartis dans les tribunes, autour de la piste et dans le quartier des coureurs.

Travail demandé

Partie 1 : le type de piste et les dimensions du vélodrome sont-ils justifiés ?

Cette partie concerne le vélodrome **avant** couverture.



Dès le début du projet, le client envisageait une piste en béton, notamment pour sa capacité à résister aux intempéries. Il existe des pistes en béton sur remblai ou en béton sur ossature, dont les principes constructifs sont présentés dans le DT1.

Question 1.1 (DT1 ; DR1)

Comparer de façon qualitative les pistes en béton sur remblai et les pistes en béton sur ossature sur le DR1 en proposant la note 0 ou +1 pour chaque critère.

Justifier le choix d'une piste en béton sur remblai.

Question 1.2 (DR1)

Associer à chaque pilier du développement durable (économique, écologique et sociétal) un critère issu du DR1.

La Fédération Française de Cyclisme impose que la longueur de la piste principale L_g soit choisie de telle sorte qu'un nombre entier de demi-tours représente 1 km.

Question 1.3 (DT2)

Calculer le nombre de demi-tours de piste principale pour réaliser 1 km.

Conclure.

Dans les virages sur la piste principale, le cycliste est en mouvement circulaire autour du point O (voir DR2), avec une vitesse maximale de $85 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

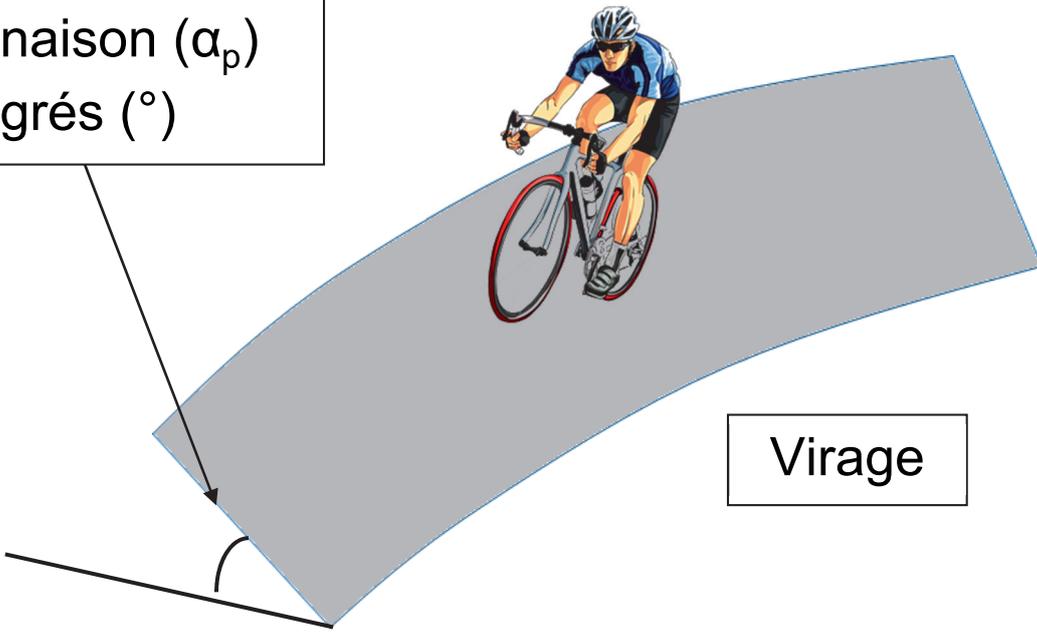
Question 1.4 (DR2)

Tracer à l'échelle le vecteur vitesse linéaire du cycliste, $\overrightarrow{V_{\text{cycliste/piste}}}$ sur la piste principale pour une vitesse maximale, au point indiqué sur le DR2.

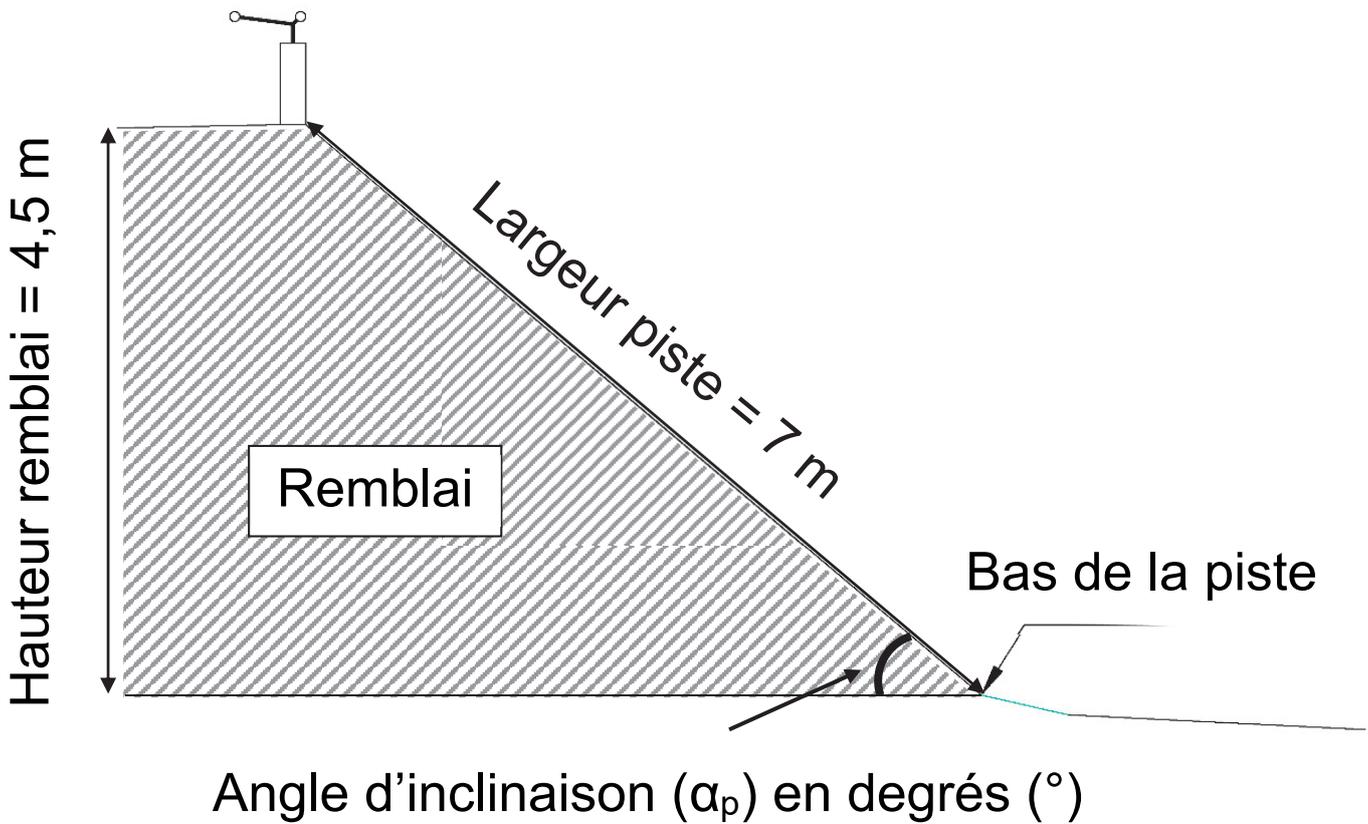
Échelle des vitesses : $1 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Pour pallier l'effet centrifuge, les virages sont relevés, c'est-à-dire inclinés d'un angle α_p .

Angle
d'inclinaison (α_p)
en degrés ($^\circ$)



Virage



Hauteur remblai = 4,5 m

Remblai

Largeur piste = 7 m

Bas de la piste

Angle d'inclinaison (α_p) en degrés ($^\circ$)

Question 1.5 (DT2)

Calculer l'angle d'inclinaison (α_p) de la piste dans un virage.

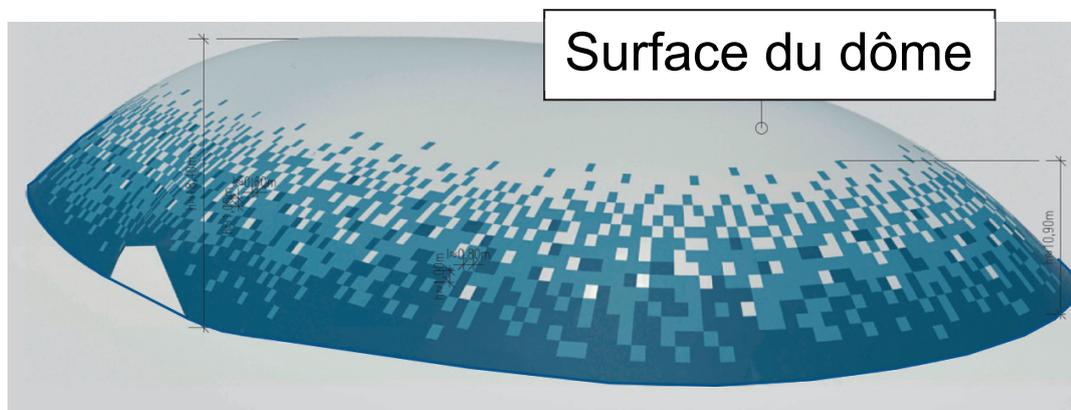
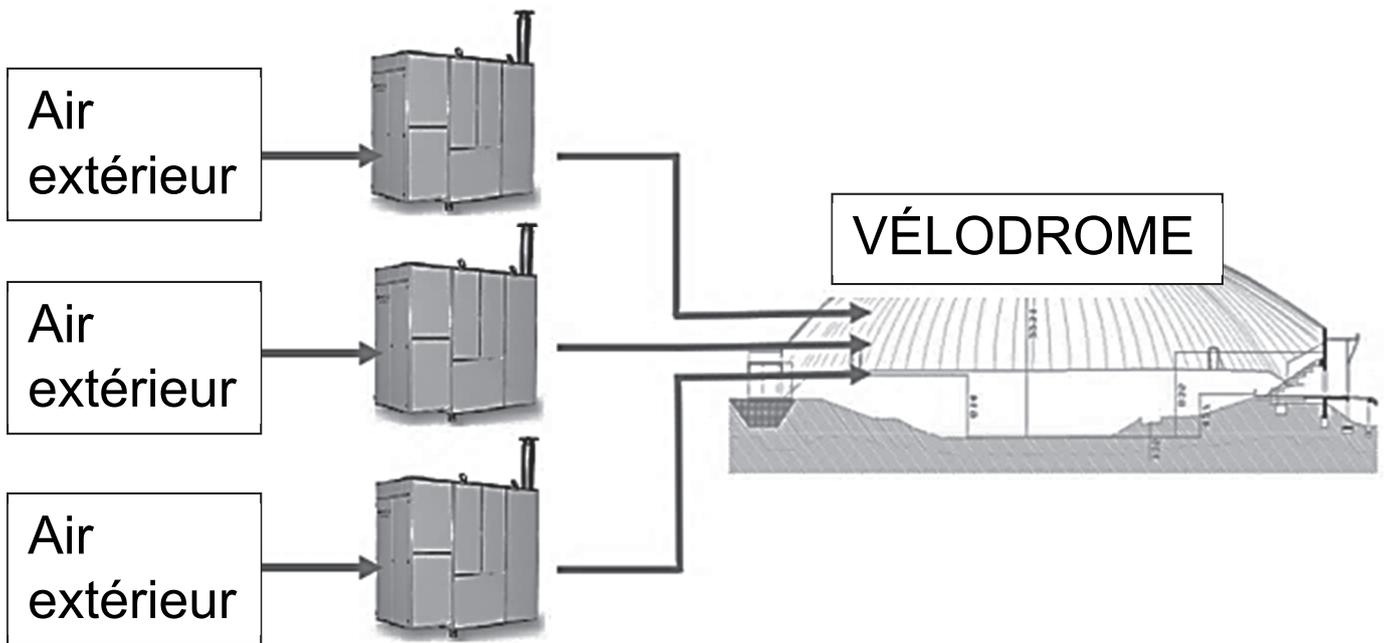
Justifier la conformité de cette inclinaison.

Question 1.6

Conclure sur la pertinence des choix du type de piste et de ses dimensions.

Partie 2 : la pression intérieure est-elle suffisante pour soulever le dôme ?

Afin de rendre la piste praticable en toute saison, le client décide de couvrir la piste de façon définitive. Le principe d'un dôme gonflable est retenu. Trois générateurs d'air chaud envoient de l'air dans le dôme pour maintenir une pression suffisante pour le soulever (DT3).



Question 2.1 (DT2)

Calculer le poids du dôme.

Rappel : Masse = Masse surfacique x Surface du dôme

On donne : $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Les générateurs d'air chaud peuvent maintenir une pression relative intérieure maximale de 300 Pa.

Question 2.2 (DT3)

Calculer la force résultante de cette pression intérieure.

Conclure sur la capacité des ventilateurs à soulever le dôme en l'absence de perturbations extérieures

Question 2.3 (DT4)

D'après le diagramme de contexte, **relever** deux perturbations extérieures que la pression intérieure doit compenser.

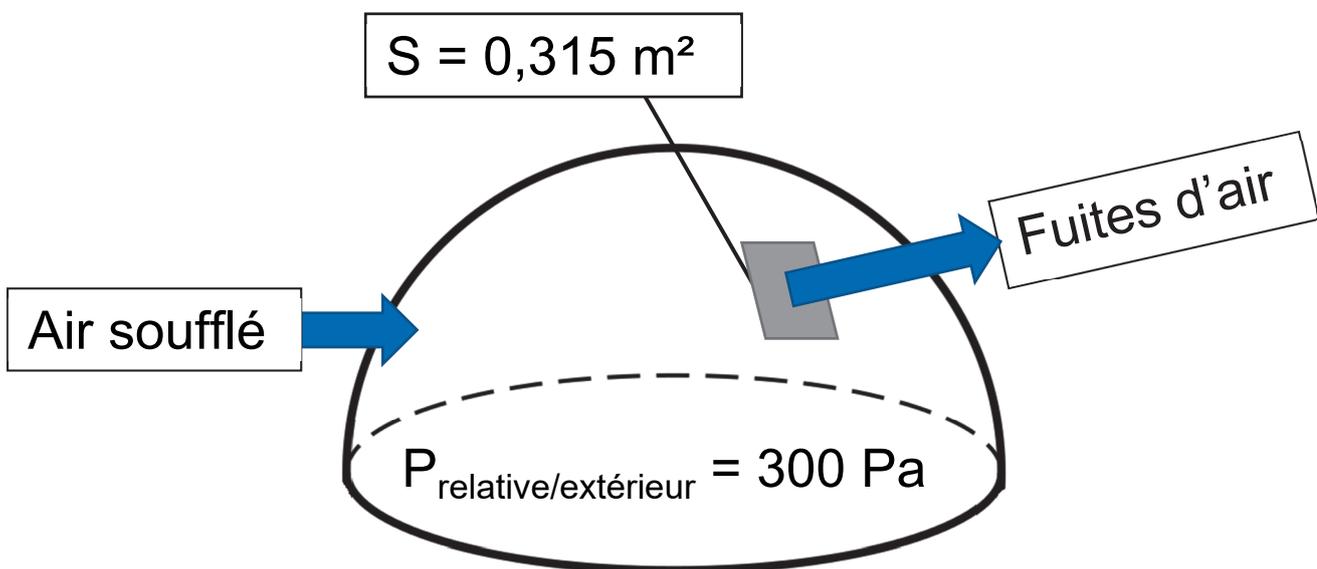
Partie 3 : comment sélectionner les générateurs d'air chaud ?

Il existe sur le dôme des fuites d'air au niveau de :

- la jonction entre la toile du dôme et le sol ;
- la jonction entre les pièces de toile constituant le dôme ;
- les jonctions des différentes portes (sas, sorties de secours).

La somme des fuites d'air équivaut à un « trou » de surface $S = 0,315 \text{ m}^2$ dans le dôme.

Les trois générateurs d'air chaud doivent compenser ces fuites pour garder une pression relative par rapport à l'extérieur de $+300 \text{ Pa}$ dans le dôme.



$$\bullet V = \sqrt{\frac{2 \times P}{\rho_{\text{air}}}}$$

– V : vitesse d'écoulement de l'air en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

– P : pression relative de l'air à l'intérieur du dôme en Pascal (Pa)

– ρ_{air} : masse volumique de l'air ($1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Question 3.1

Calculer la vitesse de l'air s'échappant par les fuites du dôme.

- $Q_{\text{fuites}} = V \times S$

- Q_{fuites} : débit de l'air en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

- V : vitesse d'écoulement de l'air en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

- S : surface des fuites d'air en m^2

Question 3.2

Calculer le débit d'air s'échappant par la surface S correspondant aux fuites en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Convertir en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ le débit d'air correspondant aux fuites.

Le gonflage du dôme nécessite un débit de $60\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ indépendamment des fuites.

Question 3.3 (DT5)

Choisir le modèle le plus adapté pour les trois générateurs d'air.

Le dôme étant sous pression, toutes les entrées sont conçues pour qu'un minimum d'air s'échappe grâce à des sas de plusieurs types :

- **portes tambour** dit « sas tournant » dont l'étanchéité est assurée par des brosses ;
- **sas technique** délimité par deux portes de « garage » actionnées en différé et comportant un espace d'attente proportionnel à l'usage qui en est fait (camion, groupe de vélos, etc.).

Question 3.4 (DR3)

Indiquer aux étapes 2, 3 et 4 sur le DR3, le niveau de pression dans le sas technique pour l'entrée d'une personne dans le vélodrome.

Question 3.5

Conclure sur l'importance des sas vis-à-vis du choix des générateurs à air chaud.

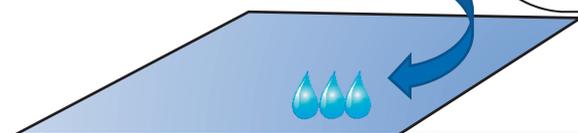
Partie 4 : comment évaluer le risque de condensation sur la piste ?

Lors de la mise en fonctionnement du dôme, de l'eau est apparue sur la piste par effet de condensation (phénomène de rosée).

EXEMPLE

Air intérieur

- Température de l'air : 21 °C
- Humidité relative de l'air : 39 %
- **Température de condensation de l'air : 6,5 °C**



Sol

- Température : 5 °C

Si Température du sol < Température de condensation de l'air

→ Alors des gouttelettes se forment au sol (il y a condensation).

Pour déterminer le risque de condensation sur la piste, six zones ont été définies dans le vélodrome avec pour chacune (voir DT6) :

- 1 sonde de température pour la mesure de l'air ambiant notée T_{air} ;
- 1 sonde pour la mesure de l'humidité relative notée HR ;
- 1 sonde de température pour la mesure de la température sol notée T_{piste} .

Pour les sondes de température, on donne $\theta = \frac{R - 100}{0,385}$,

avec :

- θ : température mesurée en °C
- R : résistance de la sonde de température Pt100 en Ω

Question 4.1 (DR4)

Calculer les températures du sol θ en complétant le DR4

Question 4.2 (DT6, DT7, DR4)

Déterminer les températures de condensation manquantes dans le DR4 à partir du DT7.

Indiquer la présence de condensation (OUI ou NON) sur la piste.

Question 4.3

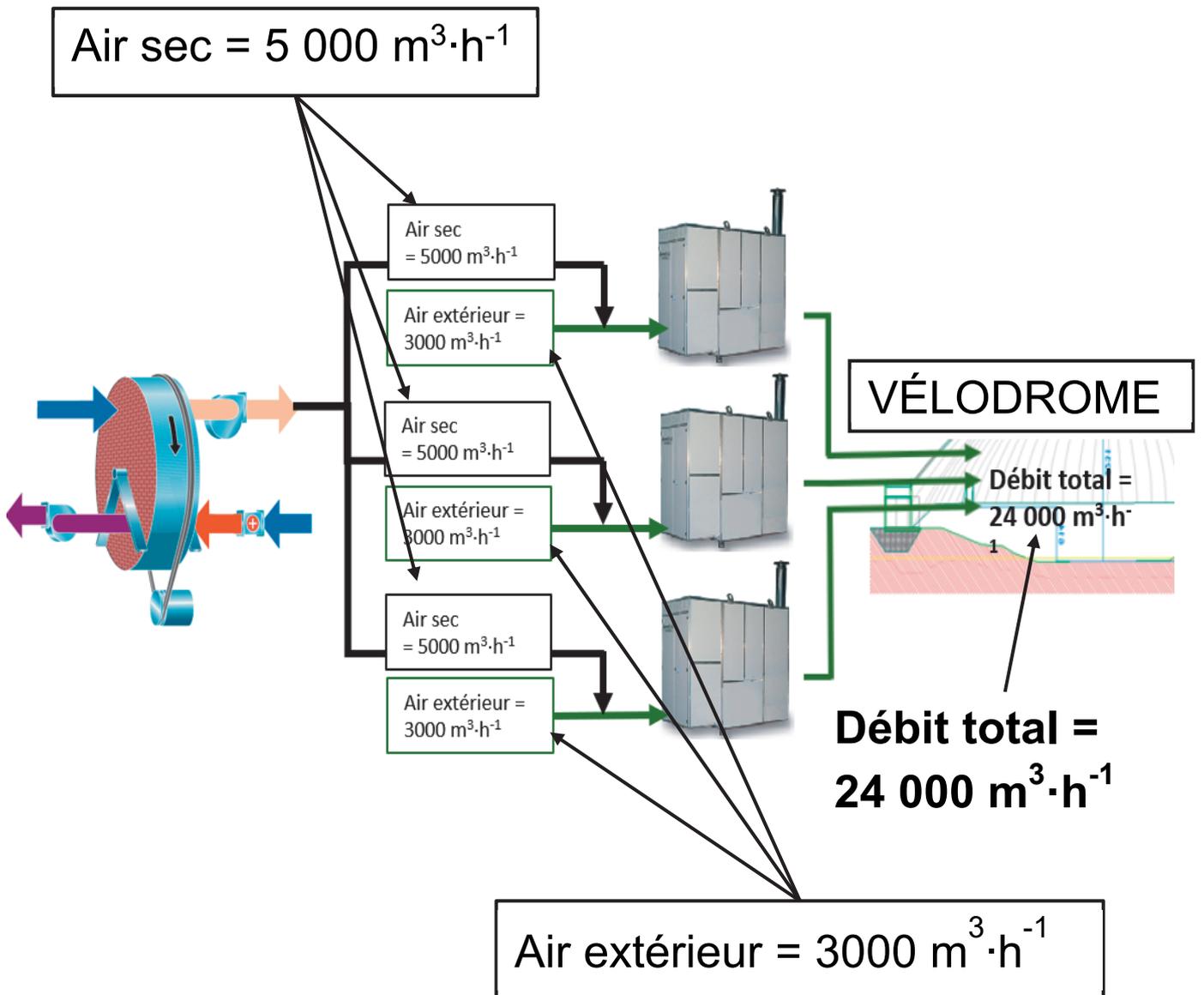
Conclure sur la nécessité d'avoir plusieurs zones de mesures pour évaluer le risque de condensation sur la piste.

Partie 5 : comment éliminer le risque de condensation sur la piste ?

Pour éviter la condensation sur la piste, la solution retenue a été de déshumidifier une partie de l'air soufflé dans le dôme grâce à une roue déshydratante (roue dessiccante), dont le principe est exposé dans le DT8.

Cette roue est constituée d'un matériau hygroscopique qui retient l'humidité de l'air.

La roue fournit $15\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ d'air sec répartis équitablement sur les trois générateurs d'air chaud. Avec cette proportion d'air sec, l'air entrant dans le dôme ne pourra pas condenser sur la piste quelles que soient les conditions de températures.



Question 5.1 (DT8, DR5)

Sur le diagramme de blocs internes de la roue déshydratante (DR5), **identifier** les deux flux d'air en repassant sur les traits avec deux couleurs différentes, l'une pour l'air humide et l'autre pour l'air sec.

La roue déshydratante s'active sur le principe de l'algorithme présenté sur le DR6, en prenant en compte la température minimum du sol et la température minimum de condensation des différentes zones présentes dans le vélodrome.

Une série de mesures est présentée dans le DR6.

Question 5.2 (DR6)

Indiquer sur le DR6 si la roue déshydratante s'active ou non en fonction des différents cas proposés.

L'air contenu dans le vélodrome se renouvelle totalement toutes les 4 h environ.

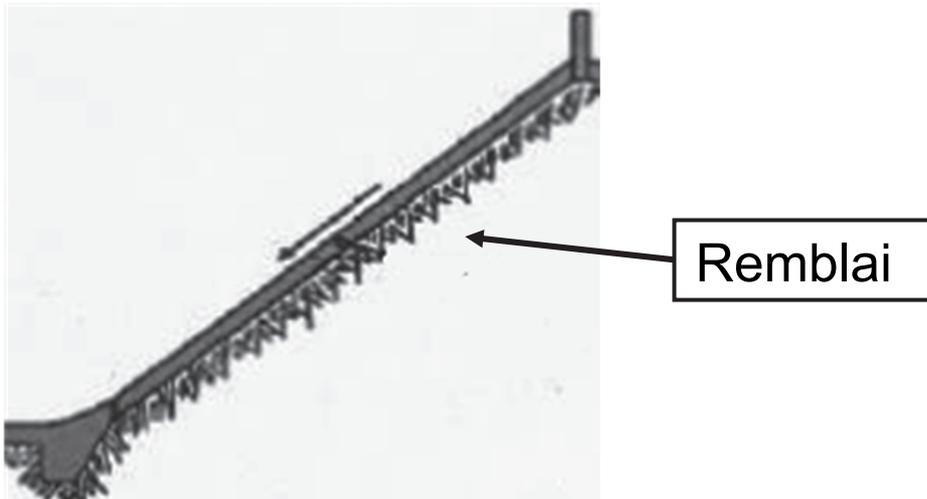
Question 5.3 (DR6)

Conclure sur le choix du constructeur d'avoir ajouté une marge de sécurité de 5 °C pour l'activation de la roue déshydratante.

DT1 : types de pistes en béton - principes, avantages et inconvénients (extraits du guide de conception d'un vélodrome édité par la FFC)

Les pistes en béton sur remblai

Elles sont constituées d'une couche de béton directement coulée sur de la terre compactée (remblai). Une couche plus fine cimentée (chape) est ensuite coulée sur le béton pour constituer la surface de roulement.



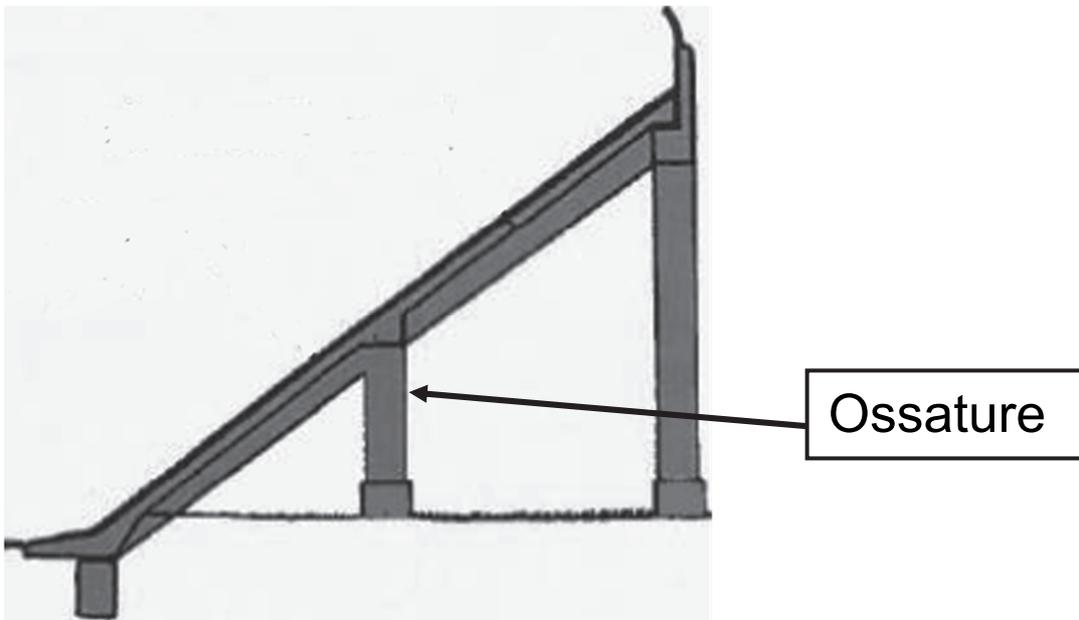
Les pistes sur remblai sont plus fréquentes et permettent une meilleure insertion dans le paysage.

Plus économique, la solution du remblai est cependant rendue complexe par l'opération de compactage de la terre. Mal compacté, le remblai risque de se tasser provoquant fissures et affaissements.



Les pistes en béton sur ossature

Dans ce cas la dalle en béton repose sur une ossature en béton armé. Une couche plus fine cimentée (chape) est ensuite coulée sur le béton pour constituer la surface de roulement.



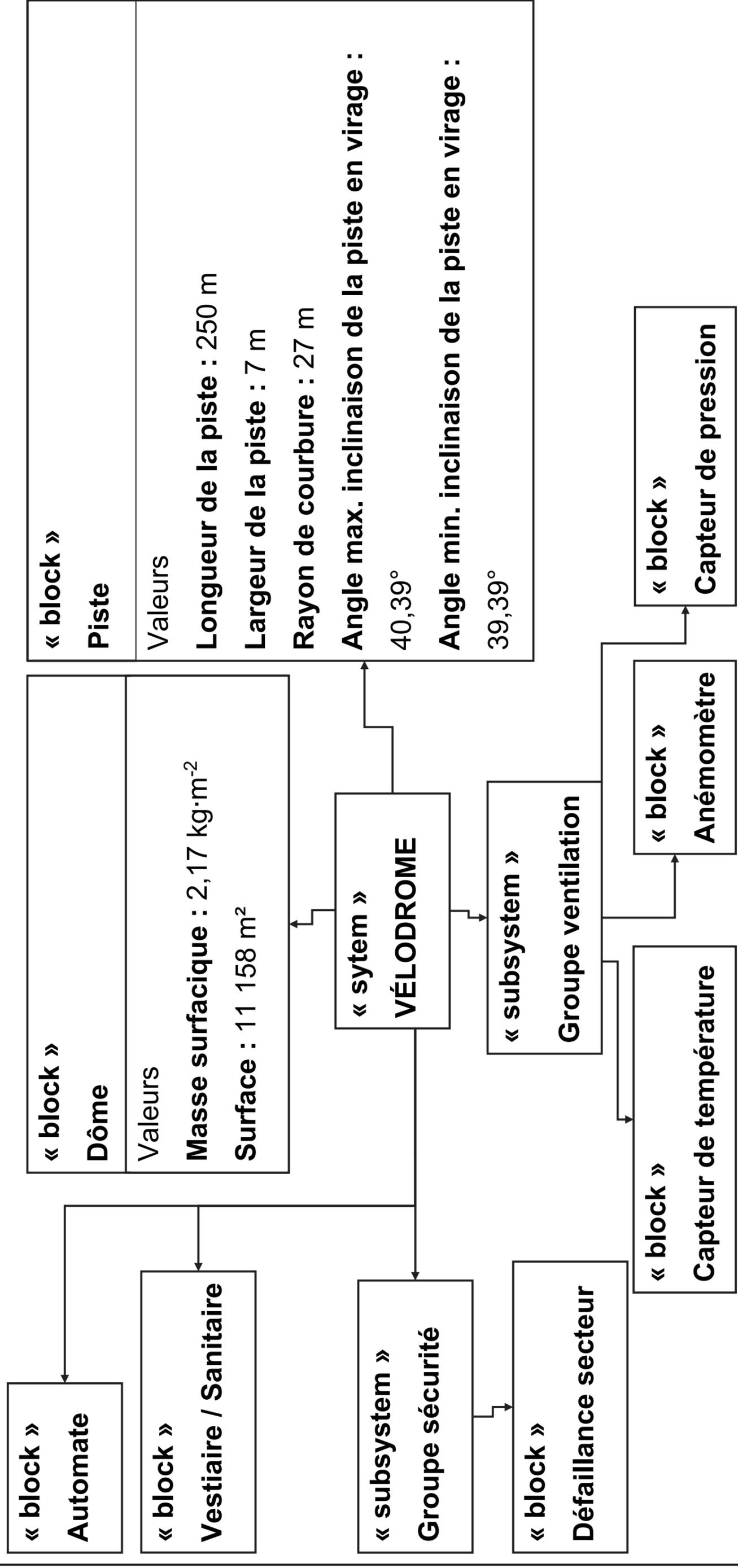
L'avantage de ce choix réside dans la mise à disposition d'espaces sous l'ossature, espaces qui peuvent alors être utilisés pour les vestiaires, les sanitaires et autres locaux de stockage vélos.

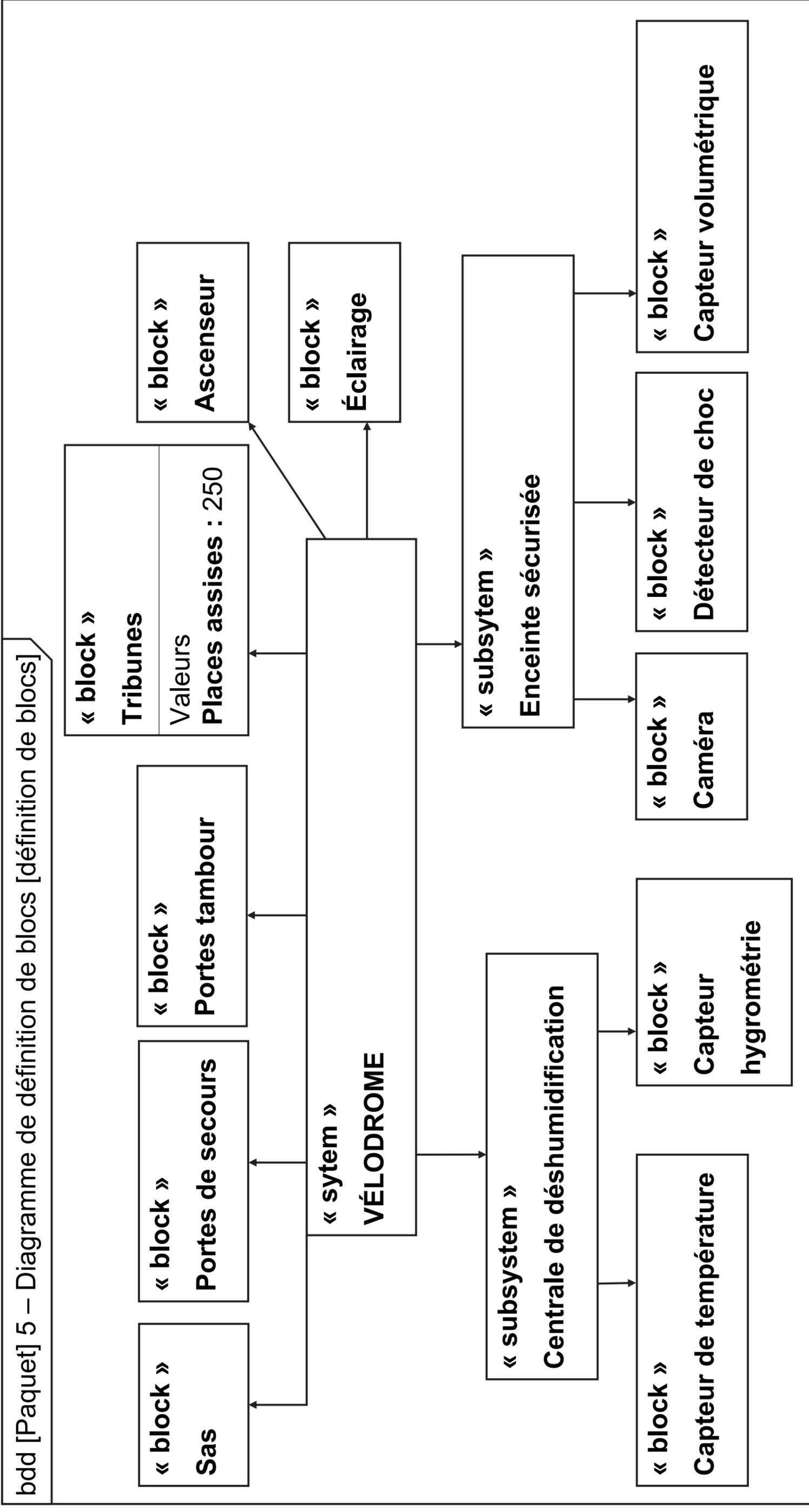
A contrario, l'impact visuel de l'ossature pose la question de son insertion dans son environnement immédiat, qui peut gêner le confort de vie des riverains. De plus ce type de piste nécessite davantage de béton (matériau fort émetteur en gaz à effet de serre).





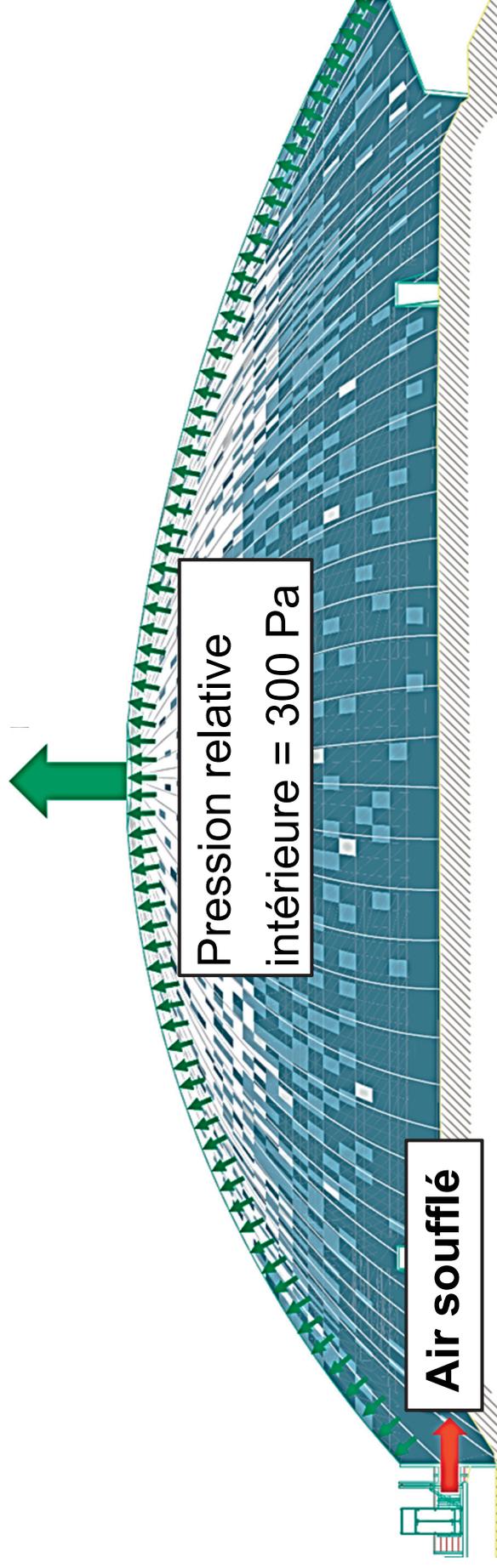
bdd [Paquet] 5 – Diagramme de définition de blocs [définition de blocs]





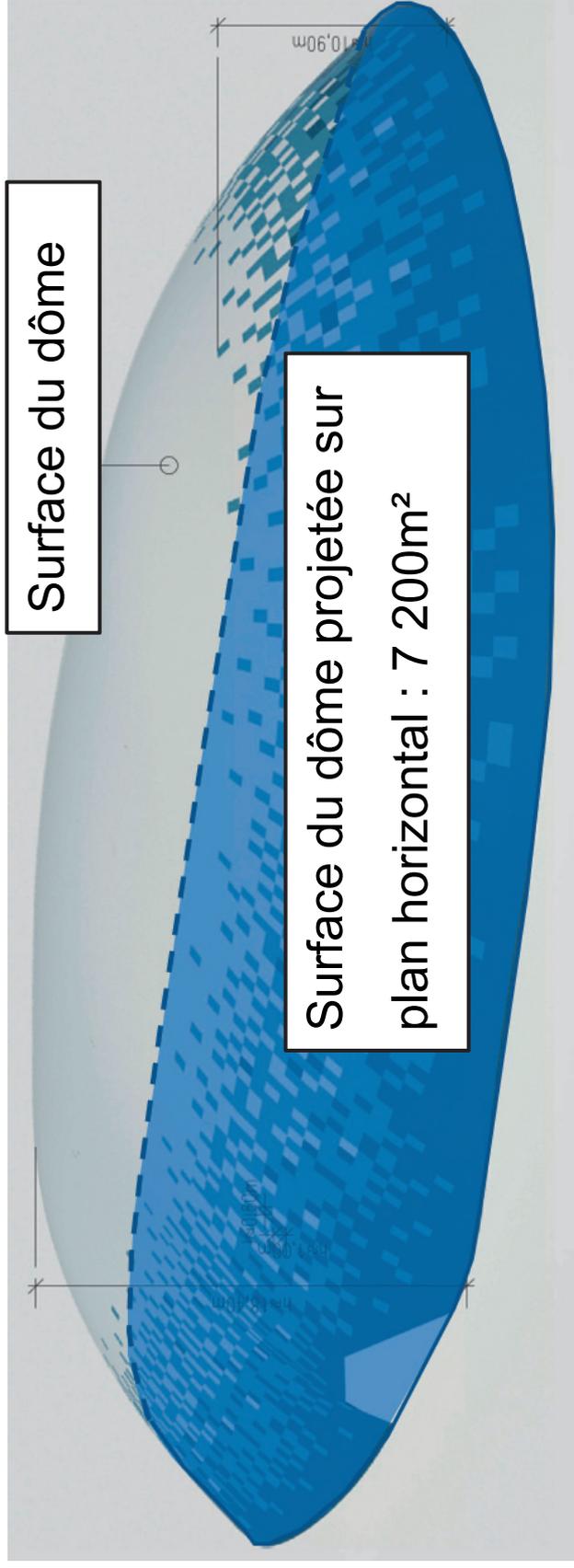
DT3 : résultante des forces de pression

Force résultante = $P \times S_{\text{surface}}$ du dôme projetée horizontalement

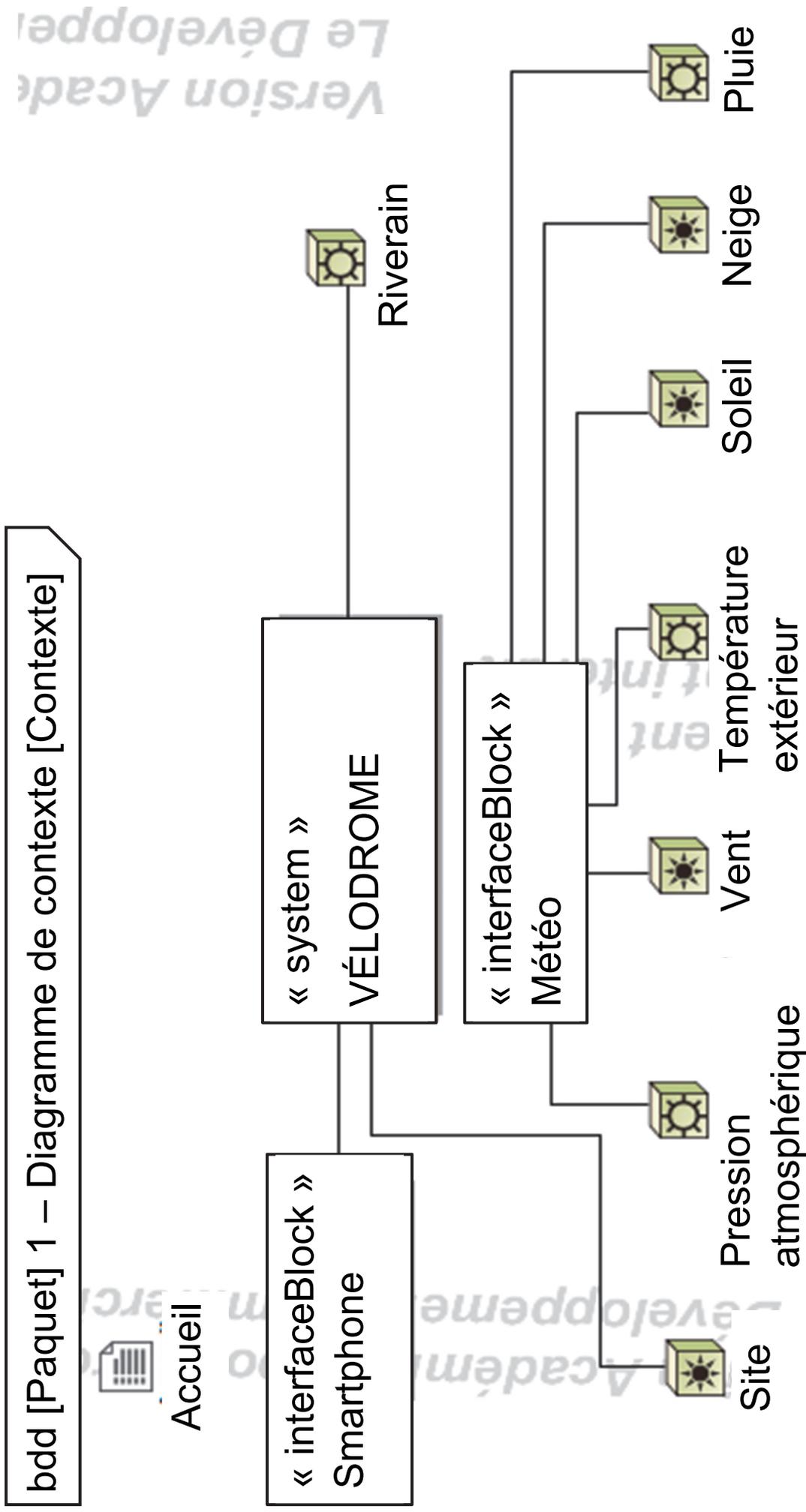


On donne :

- Force résultante = $P \times S_{\text{surface du dôme projetée sur plan horizontal}}$
- Force résultante en Newton (N)
- P : Pression relative intérieure en Pascal (Pa)
- $S_{\text{surface du dôme projetée sur plan horizontal}}$ en m^2



DT4 : diagramme de contexte



DT5 : générateur d'air chaud

Générateur d'air chaud PKE-SPORT



Partie 1/3

Modèle	PKE 100K	PKE 140K	PKE 190K	PKE 250K	PKE 320K	PKE 420K	PKE 550K
Version	P00	P00	P00	P00	P00	P00	P00
Débit d'air	7 000	9 800	13 400	18 200	21 800	30 000	35 000
Pression relative	300	300	300	300	300	300	300

Partie 2/3

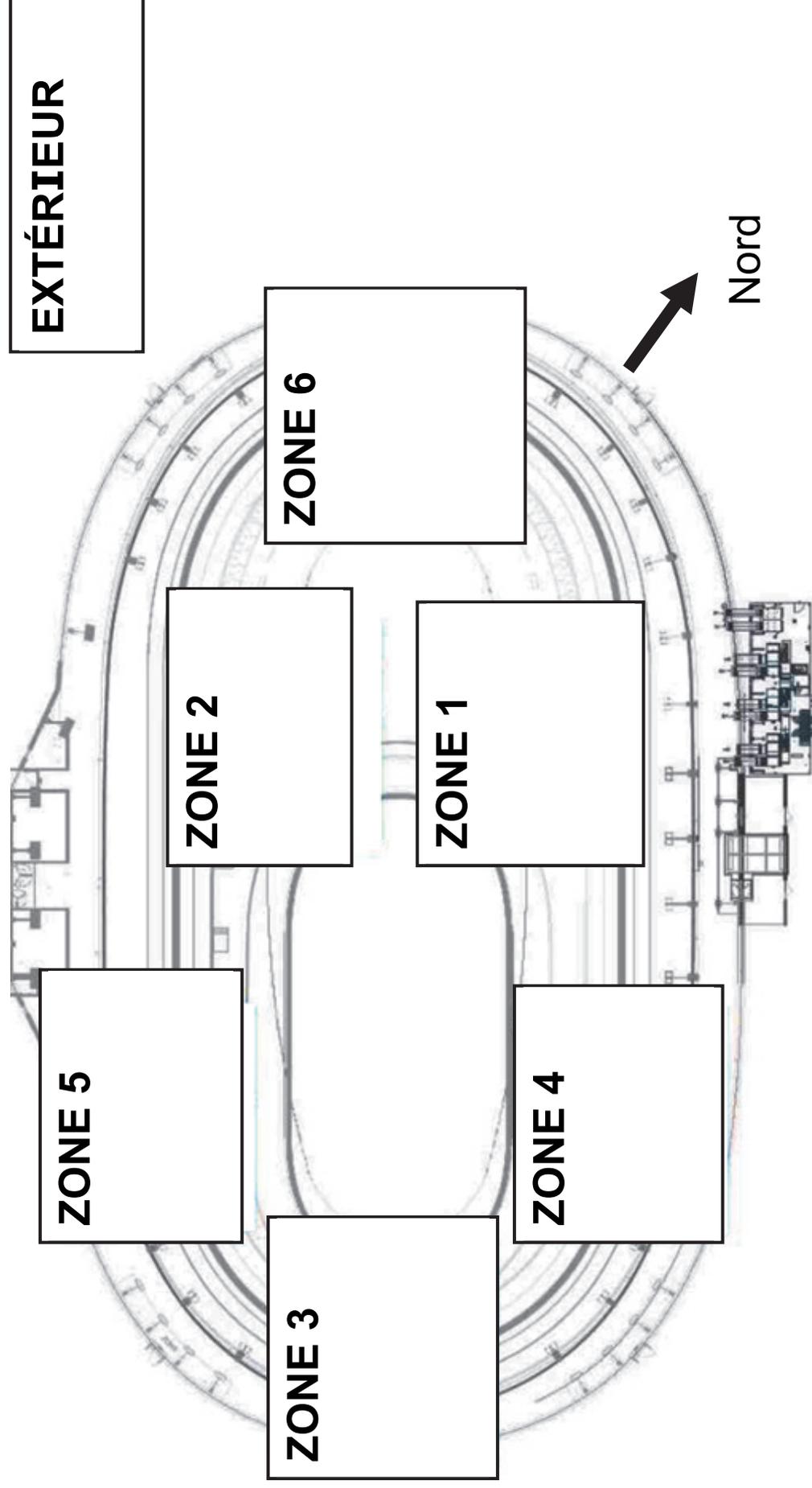
Modèle	PKE 100K	PKE 140K	PKE 190K	PKE 250K	PKE 320K	PKE 420K	PKE 550K
Saut de température Min et Max	10,9 - 46,7	11,1 - 44,5	10,3 - 42,8	9,6 - 42,5	9,7 - 45,6	7,9 - 43,5	7,8 - 48,7
Alimentation électrique	400 triphasé						
Fréquence	50						
Puissance utile moteur Max	3,0	4,0	4,0	7,5	7,5	11	15

Partie 3/3

Modèle	PKE 100K	PKE 140K	PKE 190K	PKE 250K	PKE 320K	PKE 420K	PKE 550K
Puissance électrique absorbée Max	3,51	4,61	4,61	8,45	8,45	12,19	16,48
Degré de protection	Générateur série PKE = IP24 ; tableau électrique PKE = IP55						
Température de fonctionnement	de -20°C à + 40°C (contrôler les températures de fonctionnement du brûleur associé)						

DT6 : schéma d'implantation des sondes

Note de transcripteur : descriptions des zones, pages agrandies suivantes.



Zone 1 :

- Température de l'air : 20,2°C
- Humidité relative : 43%

Zone 2 :

- Température de l'air : 21°C
- Humidité relative : 42%

Zone 3 :

- Température de l'air : 20,8°C
- Humidité relative : 42%

Zone 4 :

- Température de l'air : 20,3°C
- Humidité relative : 42%

Zone 5 :

- Température de l'air : 21,6°C
- Humidité relative : 40%

Zone 6 :

Température de l'air : 21°C

Humidité relative : 41%

EXTÉRIEUR :

Température de l'air 15,1°C

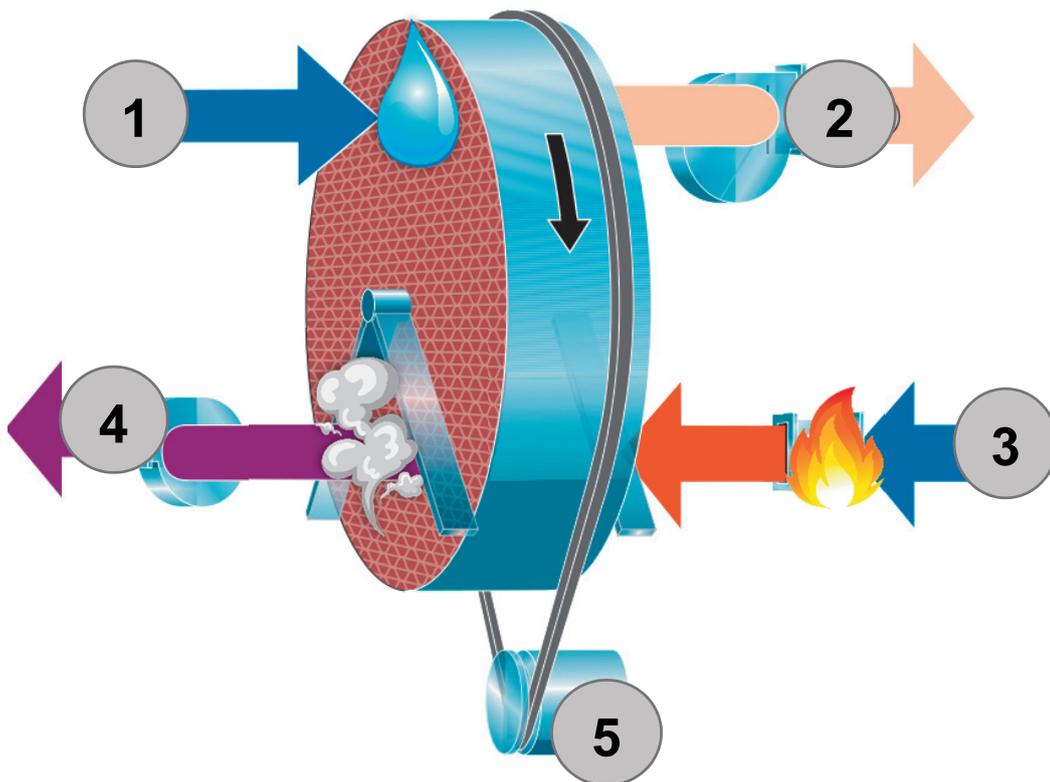
Humidité relative : 43%

DT7 : température de condensation en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air

Exemple : si la température de l'air vaut 20,6 °C
et HR = 38 % alors la température de condensation est
5,8 °C

Humidité relative de l'air (HR) Température de l'air	38%	39%	40%	41%	42%	43%
20 °C	5,2	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0
20,2 °C	5,4	5,8	6,2	6,5	6,9	7,2
20,4 °C	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0	7,4
20,6 °C	5,8	6,2	6,5	6,9	7,2	7,6
20,8 °C	6,0	6,3	6,7	7,1	7,4	7,8
21 °C	6,1	6,5	6,9	7,2	7,6	7,9
21,2 °C	6,3	6,7	7,0	7,4	7,8	8,1
21,4 °C	6,5	6,9	7,2	7,6	8,0	8,3
21,6 °C	6,7	7,0	7,4	7,8	8,1	8,5
21,8 °C	6,8	7,2	7,6	8,0	8,3	8,6
22 °C	7,0	7,4	7,8	8,1	8,5	8,8

DT8 : roue déshydratante – principe



Étape 1 : de l'air est pris de l'extérieur, son humidité se dépose sur la roue.

Étape 2 : l'air ressort sec et est envoyé vers le dôme.

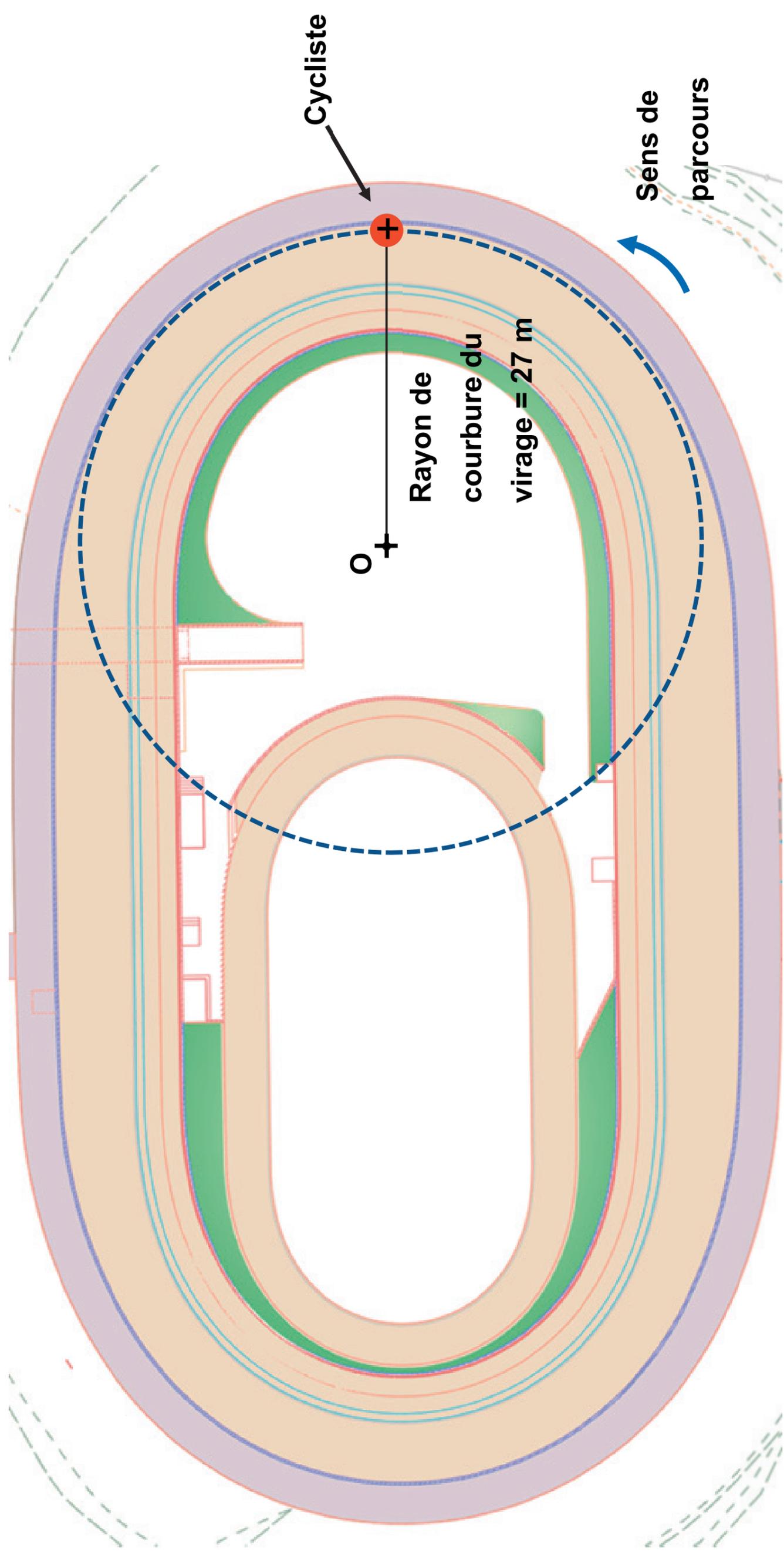
Étape 3 : de l'air est pris de l'extérieur. Cet air est chauffé par un brûleur gaz pour faire évaporer l'humidité de la roue.

Étape 4 : de l'air humide ressort, la roue est sèche.

Un moteur avec une transmission poulie-courroie fait tourner la roue (**étape 5**) : la partie humide de la roue est séchée, le cycle recommence.

Document réponses DR1 : comparatif des types de pistes

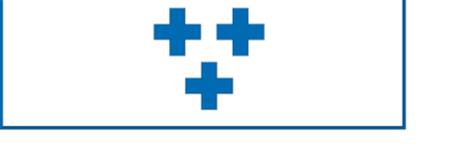
CRITÈRES >	PRIX	MISE EN OEUVRE	RÉALISATION DE VESTIAIRES/ STOCKAGE	INSERTION DANS LE PAYSAGE	BILAN CARBONE	TOTAL
COEFFICIENT	5	2	3	4	3	17
PISTE EN BÉTON SUR REMBLAI	1	0	.....	.....	.....	= 1 x 5 + 0 x 2 +
PISTE EN BÉTON SUR OSSATURE	0	1	.....	.....	.....	= 0 x 5 + 1 x 2 +



Échelle des vitesses : 1 cm → 20 km·h⁻¹

Document réponses DR3 : fonctionnement d'un sas technique

Légende :  Pression extérieure  Pression intérieure dôme

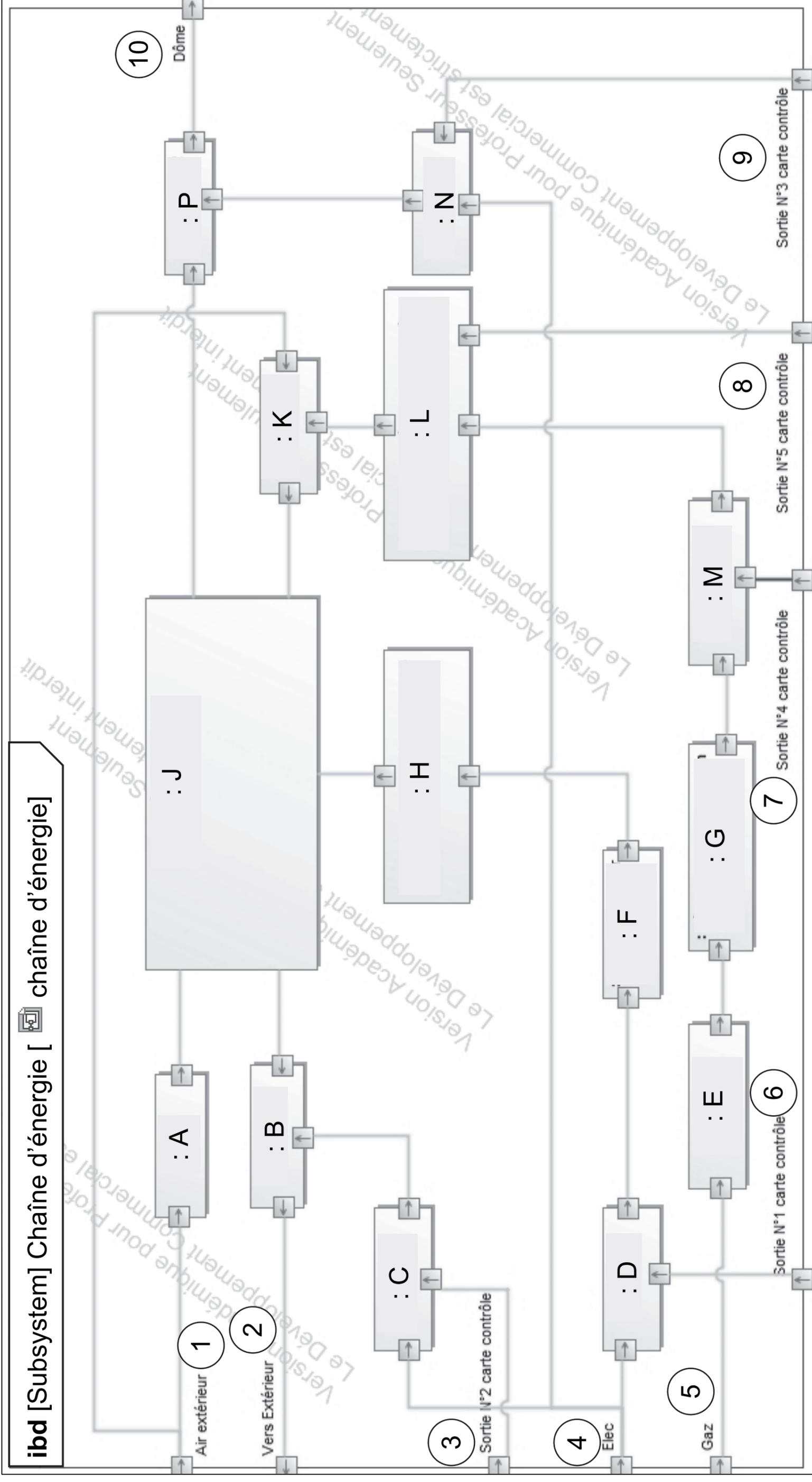
<p>SITUATION INITIALE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> 	<p>SAS</p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> 
<p>ÉTAPE 1 : ENTRÉE SAS TECHNIQUE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> 	<p>SAS</p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> 
<p>ÉTAPE 2 : FERMETURE DU SAS TECHNIQUE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> 	<p>SAS</p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> 
<p>ÉTAPE 3 : ENTRÉE DANS LE VELODROME</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> 	<p>SAS</p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> 
<p>ÉTAPE 4 : FERMETURE DU SAS TECHNIQUE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> 	<p>SAS</p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> 

Document réponses DR4 : sondes de température

	Questions	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6
Résistance sol Pt100 en Ω		102,7	103,1	102,7	102,6	102,7	102,6
Température sol en °C	Q4.1	.....	.....	7,01	6,75	7,01	6,75
Température de condensation en °C	Q4.2	.....	.....	7,4	7	7,4	7,2
Condensation : OUI ou NON		.....	.....	.....	.....	.....	.....

Document réponses DR5 : diagramme de blocs internes de la roue déshydratante

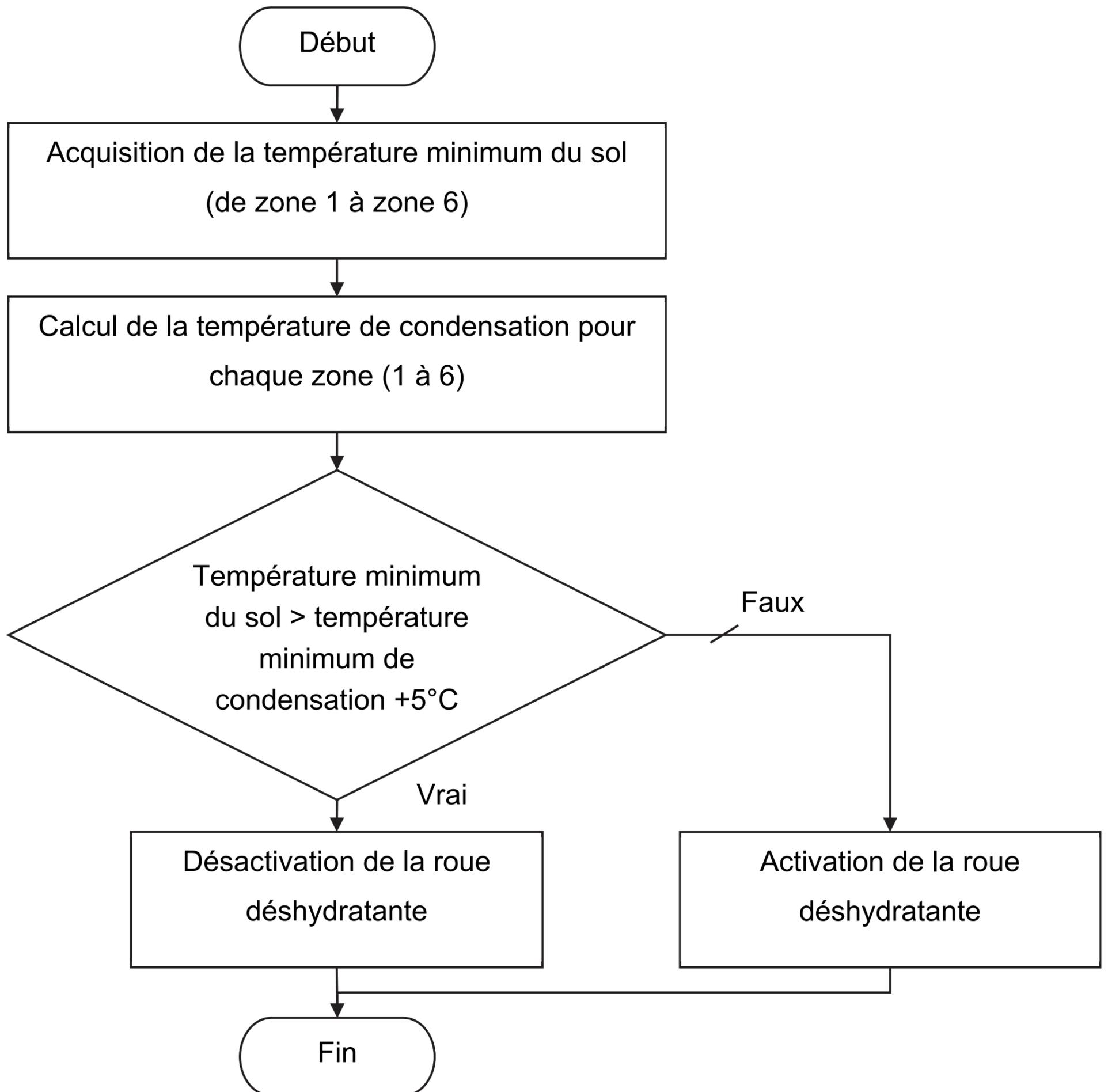
Note de transcripteur : légende des blocs listée page agrandie suivante



Légende des blocs :

1 : Air extérieur	A : Filtre
2 : Vers extérieur	B : Ventilateur1
3 : Sortie N°2 carte contrôle	C : Variateur1
4 : Elec	D : Variateur
5 : Gaz	E : Filtre à gaz
6 : Sortie N°1 carte contrôle	F : Moto-réducteur
7 : Sortie N°4 carte contrôle	G : Régulateur de pression
8 : Sortie N°5 carte contrôle	H : Transmission poulie courroie
9 : Sortie N°3 carte contrôle	J : Roue déshydratante
10 : Dôme	K : Réchauffeur
	L : Electrovanne régulateur de débit
	M : Électrovanne
	N : Variateur2
	P : Ventilateur2

Document réponses DR6 : algorithme



	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Température_mini_sol	14 °C	14 °C	10 °C
Température_mini_condensation	15 °C	8 °C	8 °C
Activation de la roue déshydratante (OUI / NON)	.....	.....	.....

PARTIE enseignement spécifique (1,5h)..... 8 points

Système d'Information et Numérique

VÉLODROME : Raymond Poulidor



Pages agrandies

Présentation de l'étude et questionnement.....	48 à 60
Documents techniques DTS1 à DTS7	61 à 82
Documents réponses DRS1 à DRS5	83 à 90

Mise en situation

Afin d'assurer la sécurité des cyclistes contre le risque de condensation sur la piste cyclable, il a été décidé de contrôler la température au niveau du sol (surface) et à 1 mètre au-dessus, ainsi que la mesure de l'humidité relative (hygrométrie).

Ces données seront transmises vers un automate situé à plus de 200 mètres de la piste cyclable, pour le calcul de la température de condensation et la gestion de la déshumidification du dôme.

L'étude portera également sur la sécurité du site et sur le stockage des données vidéo.

Travail demandé

Partie A : comment mesurer la température de surface de la piste du vélodrome ?

Cette partie concerne uniquement le capteur de température de surface (sol). Le capteur de température (air), situé à un 1 mètre, est similaire dans son principe de fonctionnement.

Question A.1 (DTS1)

Indiquer le nombre total de capteurs de température et d'hygrométrie situés à l'intérieur du vélodrome.

Les contraintes liées à la mesure de la température sur la piste :

- le capteur choisi doit être lié au sol ;
- le capteur choisi doit être le plus précis possible.

Question A.2 (DTS2, DTS3)

Choisir le capteur de température de surface de piste.

Indiquer la classe du capteur choisi.

Extrait du cahier des charges : mesure de la température à $23 \text{ °C} \pm 0,3 \text{ °C}$.

Question A.3 (DTS2, DRS1)

Calculer la tolérance liée au capteur pour les températures suivantes :

-5 °C, 0 °C et 23 °C.

Compléter le document DRS1.

Justifier que le cahier des charges est respecté sur le document DRS1.

Partie B : comment transmettre et acquérir l'information température avec un automate situé à plus de 200 mètres ?

La distance entre la mesure de température et son traitement est supérieure à 200 mètres.

La résistance des fils de connexion entre le capteur et l'automate crée des chutes de tension et donc une erreur importante sur la mesure de la température.

Question B.1 (DTS3, DRS2)

Compléter les éléments : A, B, C, D et E du document réponse DRS2 avec les mots ci-dessous :

ACQUÉRIR, TRAITER, ADAPTER, COMMUNIQUER, ADAPTER.

Question B.2 (DTS3, DRS2)

Compléter les éléments : F, G, H et I du document réponse DRS2 avec les mots ci-dessus :

RÉSISTANCE, COURANT, ANALOGIQUE.

Question B.3 (DTS4)

L'automate utilisé par le système possède un convertisseur analogique numérique.

Montrer que :

$$N = \text{ENT}[255,9375 \times I - 1023,75]$$

La suite de l'étude a pour objectif de déterminer l'erreur due à la conversion analogique numérique.

Question B.4 (DTS3, DRS1)

À partir du tableau des différentes températures sur le site du vélodrome, **déterminer** la température minimale (θ_{mini}) et la température maximale (θ_{maxi}).

Répondre sur le document DRS1.

Le constructeur souhaite que la mesure de la température sol soit possible quelle que soit la température extérieure.

Question B.5 (DRS1)

Faire un choix pour valeur1 et valeur2 en fonction des éléments donnés sur le document DRS1.

Répondre sur le document DRS1.

Compléter le tableau sur le document DRS1.

La variation de N, notée ΔN en fonction de la variation de la température, notée $\Delta\theta$ est donnée par la relation ci-dessous :

$$\Delta N = 81,9 \times \Delta\theta$$

avec :

- $\Delta\theta$ en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- ΔN : nombre

Question B.6

Déduire de l'équation ci-dessus, la résolution en $^{\circ}\text{C}$ du système d'acquisition de la température. Pour le calcul, prendre $\Delta N = 1$.

Rappel du cahier des charges : mesure de la température à $23\text{ °C} \pm 0,3\text{ °C}$.

Question B.7

À partir des questions A.3 et B.6, **déterminer** l'erreur totale sur la mesure de la température.

Le cahier des charges ci-dessus est-il validé ? **Justifier.**

Chaque zone (1 à 6) possède trois capteurs (température du sol, de l'air et l'humidité relative) tous connectés à un transmetteur 4-20 mA.

L'automate proposé possède des entrées 4-20 mA mais en nombre insuffisant, des modules complémentaires (TXM1) seront nécessaires.

Question B.8 (DTS4, DTS5)

Déterminer le nombre d'entrées 4-20 mA nécessaires pour l'ensemble des zones (1 à 6).

Déduire de la question ci-dessus, le nombre de modules TXM1 qu'il est nécessaire de câbler sur l'automate.

Partie C : comment contrôler le système de déshumidification en fonction des données techniques températures sol, air et l'humidité de chaque zone (1 à 6) ?

La partie C, porte sur l'acquisition de la température du sol, de l'air et de l'humidité relative afin de déterminer le risque de condensation sur chaque zone (de 1 à 6).

Si le site présente un risque de condensation sur une seule zone, alors un dispositif de déshumidification sera mis en service selon les paramètres suivants :

1/ recherche de la température minimum sol sur l'ensemble des zones de 1 à 6 ;

2/ recherche du point de condensation minimum sur l'ensemble des zones de 1 à 6.

Dans le programme, les valeurs de l'humidité sont stockées dans un tableau de réels nommé « humidite ».

Question C.1 (DTS5, DRS3)

Le tableau « humidite » doit être rempli en fonction de l'humidité de chaque zone.

Compléter l'équation de « humidite[i] » dans le document DRS3 en fonction des numéros de broches des sondes d'hygrométrie.

Question C.2 (DRS4)

La variable temp_mini_condensation représente la valeur minimum contenue dans le tableau temp_condensation.

Compléter l'algorithme sur le document DRS4.

Question C.3 (DTS5, DRS4)

La variable logique D0 représente la commande du système de déshumidification.

Compléter l'algorithme sur le document DRS4.

Synthèse de la partie traitement de la condensation

Question C.4

Conclure sur les différentes mesures effectuées sur le site du vélodrome et la prévention sur le risque de condensation.

Partie D : comment sécuriser le site ?

Le site doit être protégé contre les intrusions afin d'éviter des dommages volontaires sur la toile du dôme et sur l'ensemble des structures techniques présentes sur le site.

Question D.1 (DTS6)

Citer trois éléments assurant la sécurité sur le site du vélodrome.

Question D.2 (DTS6)

Expliquer pourquoi le constructeur attend un maximum de trois chocs pendant une durée de 7s avant de déclencher une information intrusion.

Question D.3 (DTS6)

Expliquer pourquoi le constructeur a installé deux capteurs volumétriques sur le site du vélodrome.

Question D.4 (DRS5)

Compléter l'algorithme sur le document DRS5 avec les éléments proposés.

Question D.5

Conclure sur l'efficacité de la protection du vélodrome contre les intrusions.

Partie E : comment visualiser le site et stocker des images vidéo ?

Question E.1 (DTS7)

Soit les deux types d'encodage proposés (H-264 et MPEG-4), **indiquer** lequel permet d'enregistrer le plus grand nombre de jours, à capacité de stockage, de résolution et de nombre d'images par secondes égales.

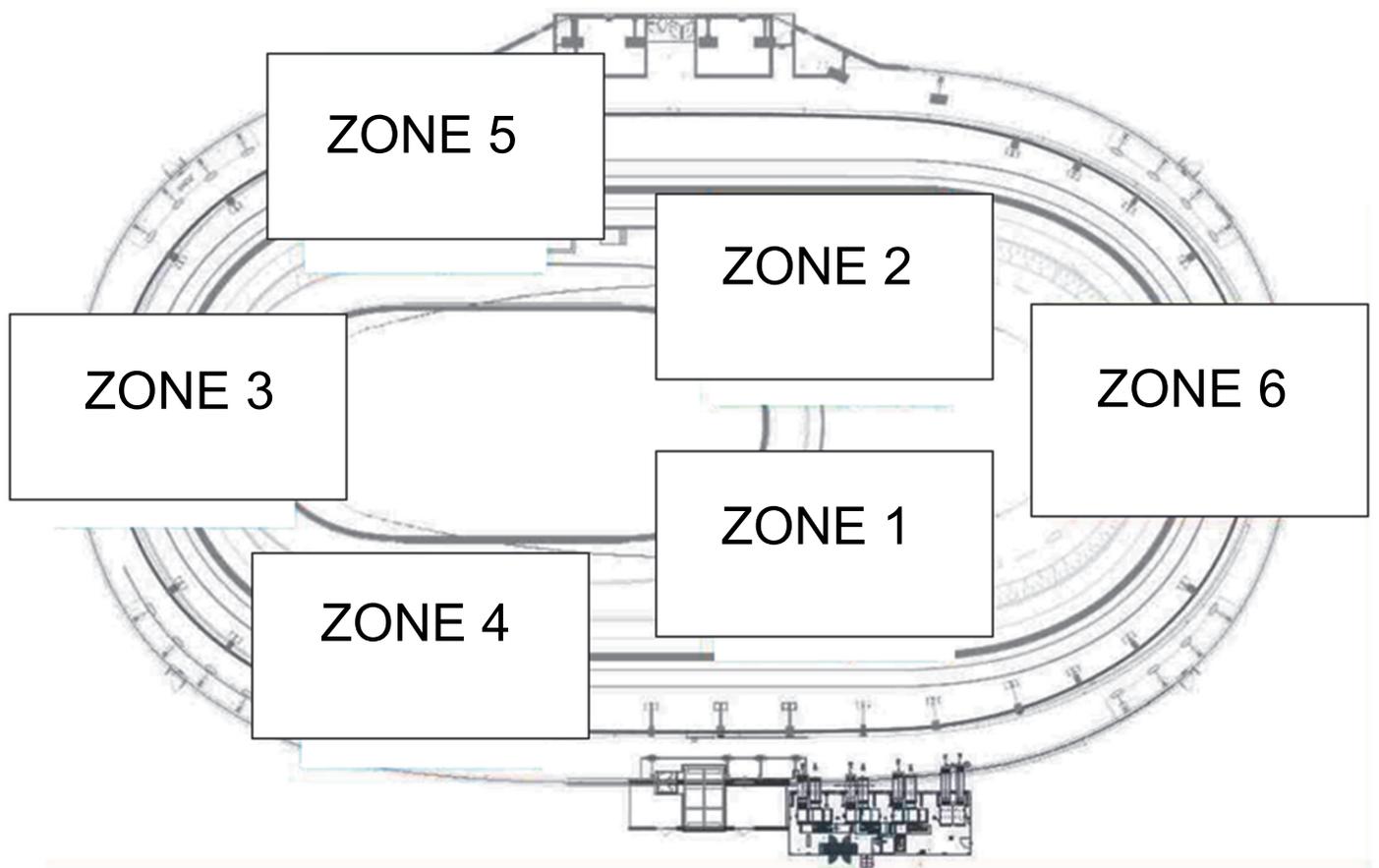
Le site du vélodrome possède huit caméras IP. La durée de stockage doit être de trois jours.

Question E.2 (DTS7)

Déterminer la taille du disque (exprimée en TB) de l'enregistreur vidéo pour un encodage de type H-264 avec une résolution de 1280 x 1024 pixels et 30 images par seconde.

Conclure sur le choix de la durée de stockage.

Document technique DTS1



Pour chaque zone, il y a une installation comme ci-dessous :

À l'intérieur du boîtier, situé à 1 mètre au-dessus du sol se trouvent :

- un capteur de température (air) ;
- un hygromètre (mesure de l'humidité relative).

Piste

Boîtier Plexo contenant des transmetteurs 4-20mA

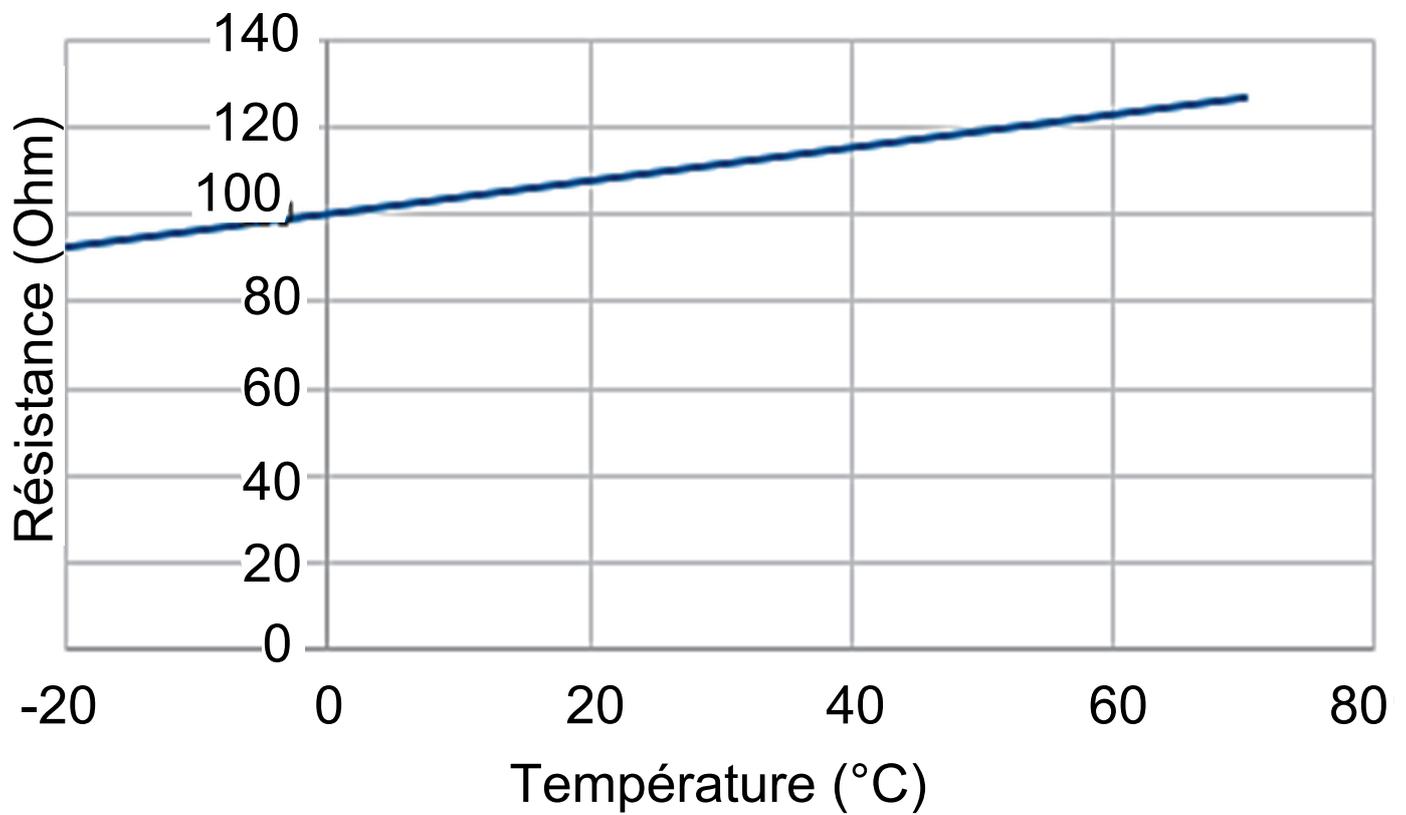


Câbles de sortie des transmetteurs et connexion à un automate situé à l'extérieur du site.

Un capteur de température (surface ou sol) est fixé à proximité de la piste.

Document technique DTS2

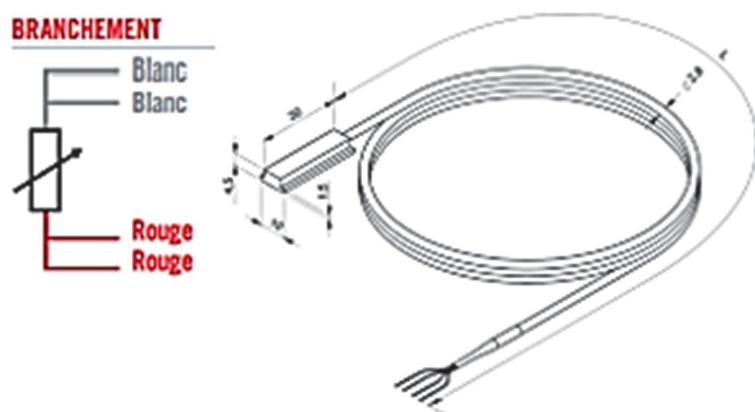
Résistance en fonction de la température



PT100 : Modèle SS3

Description :

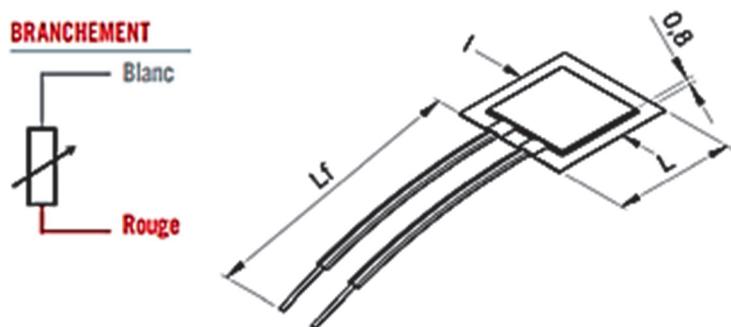
Sonde Pt100, classe A, 4 fils, suivant IEC 60751, sur semelle Dural, sortie par câble PTFE, pour une mesure de température jusqu'à 200°C. Fixation par collage ou vis d'appui.



PT100 : Modèle SS5

Description :

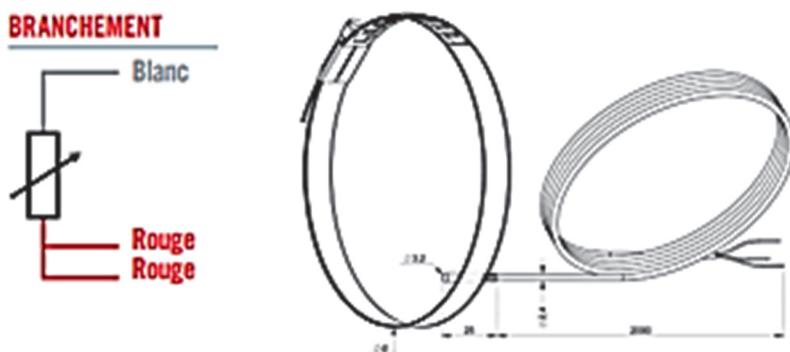
Sonde Pt100, plate et souple, classe B, 2 fils, suivant IEC60751, fixation par collage.



PT100 : Modèle SS6

Description :

Sonde Pt100, classe A, 3 fils, suivant IEC 60751, sous gaine inox 316L, sortie par câble PFA longueur 2 mètres, pour une mesure de température jusqu'à 250°C. Fixation sur tuyau par collier serflex (fourni).



Les différentes classes de capteurs de températures

PT100 :

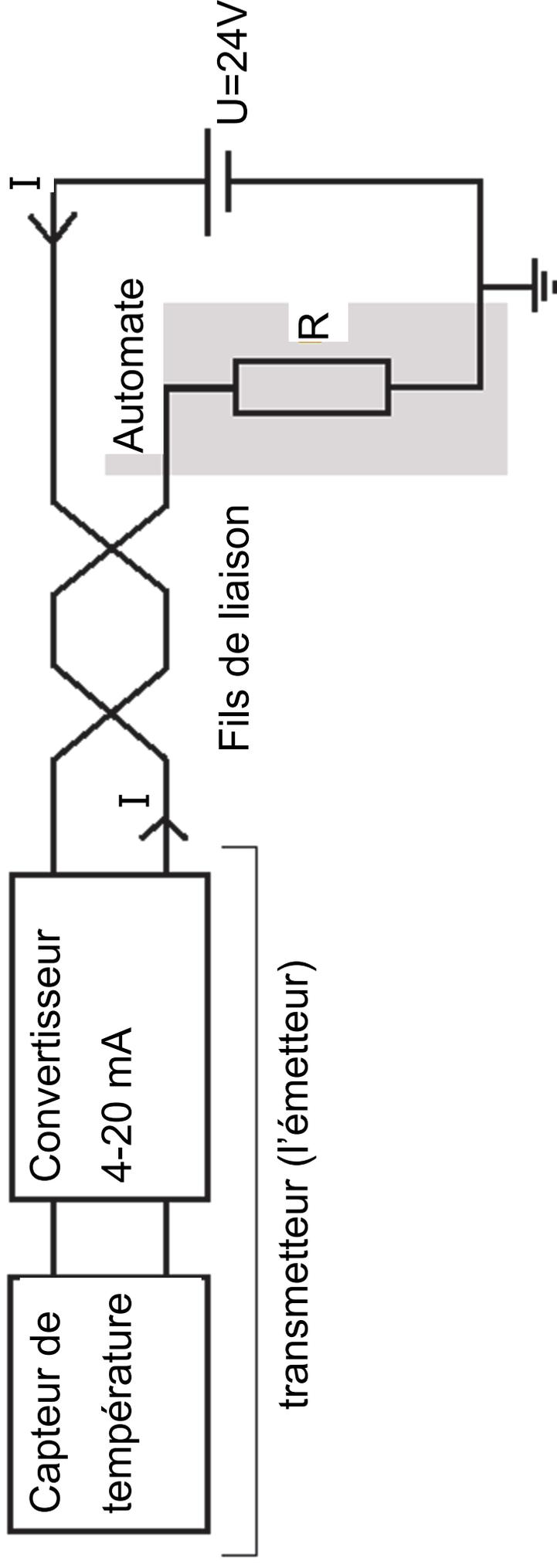
Classe	Tolérance sur la mesure de la température (capteur) en °C
Classe A	$\pm (0,15 + 0,002 \times \theta)$ \pm : plus ou moins
Classe B	$\pm (0,3 + 0,005 \times \theta)$ \pm : plus ou moins

Document technique DTS3

Le branchement des capteurs de températures :

Branchement du capteur de température	
2 fils	Pas de compensation des erreurs dues à la connexion entre le capteur et le traitement de l'information. Les fils doivent être le plus court possible.
3 fils	La résistance des fils rouges est déduite de la mesure. La mesure est plus précise que le montage 2 fils.
4 fils	Ce montage permet de compenser les résistances de connexions du capteur. Le montage 4 fils est donc le plus intéressant à utiliser.

Le transmetteur 4-20 mA :



Le transmetteur 4-20 mA permet de convertir (adapter) une grandeur analogique (ici une température) en un courant I pouvant varier entre 4 et 20 mA.

Exemple :

Si la température varie de -10 °C à 40 °C , il est possible de régler le transmetteur pour que le courant I varie de 4 à 20 mA.

Températures extrêmes sur le site du vélodrome :

Partie 1/2

Mois	Température minimum en °C	Température maximum en °C
Janvier	-5	+13
Février	-4	15
Mars	-3	19
Avril	-2	22
Mai	2	25
Juin	5	29
Juillet	7	31
Août	7	35

Partie 2/2

Mois	Température minimum en °C	Température maximum en °C
Septembre	3	28
Octobre	0	24
Novembre	-4	18
Décembre	-5	14

Document technique DTS4

L'automate SIEMENS

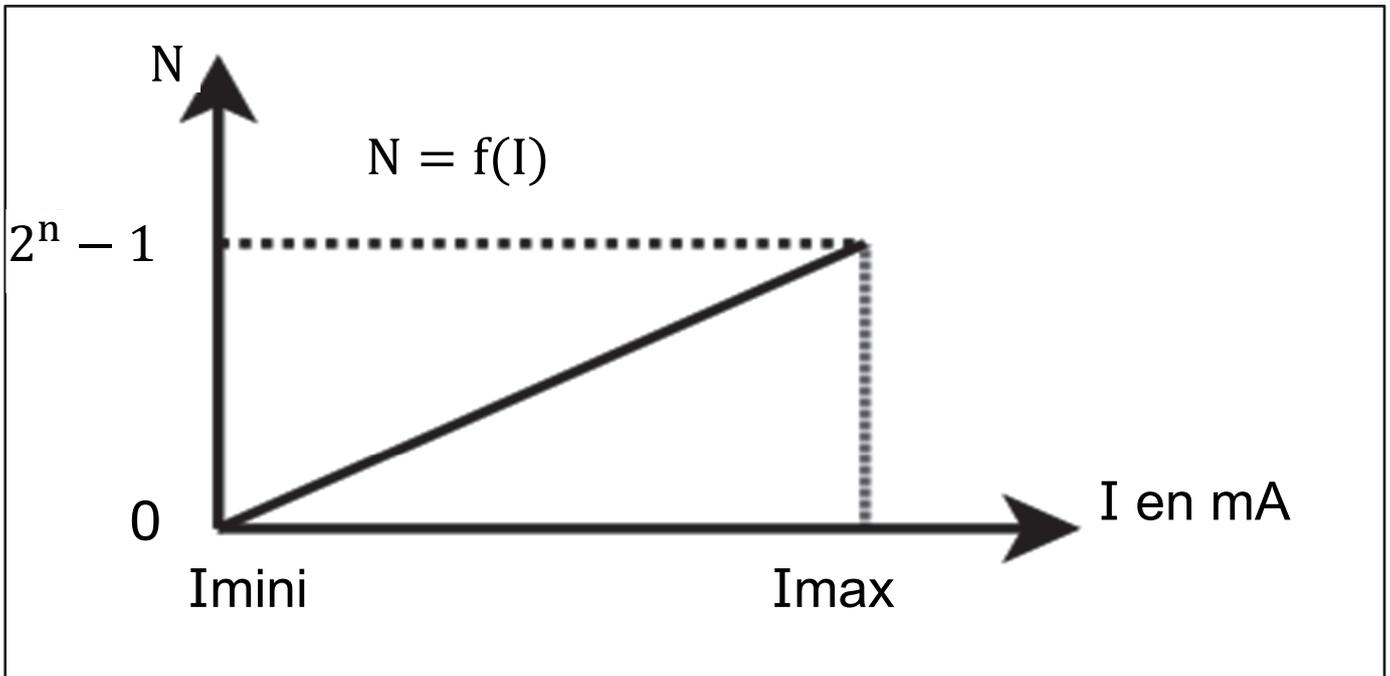
L'automate de régulation est de marque Siemens.



Les principales fonctionnalités seront :

- fonctions système (gestion d'alarme avec routage d'alarme, calendriers et enregistrements) ;
- 12 entrées/sorties universelles intégrées : Mesure de courant 4-20mA, de tension 0-10V ;
- permet la connexion directe jusqu'à 4 modules d'extension d'entrées/sorties (TXM1).

Les entrées analogiques (courant) de l'automate possèdent un CAN (convertisseur analogique numérique) sur $n = 12$ bits.



On donne :

$$N = \text{ENT}\left[\frac{2^n - 1}{I_{\text{max}} - I_{\text{mini}}}(I - I_{\text{mini}})\right]$$

Avec :

N : nombre entier

n : nombre de bits du CAN

ENT[x] : partie entière de x

I : courant à la sortie du transmetteur 4-20mA

$I_{\text{max}} = 20 \text{ mA}$

$I_{\text{mini}} = 4 \text{ mA}$

Document technique DTS5

Tableau de câblage des broches de l'automate **SIEMENS** et du module **TXM1** :

Un module complémentaire TXM1 possède 4 entrées de type 4-20mA (sur 12bits comme l'automate).



Partie 1/4

Désignation	D0	AI	Numéro des broches : Automate – TXM1	Remarque
Sonde température surface piste Zone 01		1	1	4-20mA
Sonde température air piste Zone 01		1	7	4-20mA
Sonde hygrométrie air piste Zone 01		1	13	4-20mA
Sonde température surface piste Zone 02		1	2	4-20mA
Sonde température air piste Zone 02		1	8	4-20mA
Sonde hygrométrie air piste Zone 02		1	14	4-20mA

Partie 2/4

Désignation	D0	AI	Numéro des broches : Automate – TXM1	Remarque
Sonde température surface piste Zone 03		1	3	4-20mA
Sonde température air piste Zone 03		1	9	4-20mA
Sonde hygrométrie air piste Zone 03		1	15	
Sonde température surface piste Zone 04		1	4	4-20mA
Sonde température air piste Zone 04		1	10	4-20mA
Sonde hygrométrie air piste Zone 04		1	16	4-20mA

Partie 3/4

Désignation	D0	AI	Numéro des broches : Automate – TXM1	Remarque
Sonde température surface piste Zone 05		1	5	4-20mA
Sonde température air piste Zone 05		1	11	4-20mA
Sonde hygrométrie air piste Zone 05		1	17	4-20mA
Sonde température surface piste Zone 06		1	6	4-20mA
Sonde température air piste Zone 06		1	12	4-20mA
Sonde hygrométrie air piste Zone 06		1	18	4-20mA

Partie 4/4

Désignation	D0	AI	Numéro des broches : Automate – TXM1	Remarque
Demande de marche de déshydratation	1		D0	Sortie numérique
Total	1	18		

D0 : sortie numérique (D0 = 1 mise en marche, 0 mise à l'arrêt),

AI : Entrée analogique courant

Document technique DTS6

La protection du site est assurée via les dispositifs ci-dessous et page agrandie suivante :

1/ Un système de détection de chocs est organisé avec un fil électrique accroché sur la clôture, deux boîtiers de fin de zone et un module électronique permettant le comptage du nombre de chocs détectés dans chaque zone.

On peut programmer un nombre maximum de chocs et une durée avant le déclenchement d'une intrusion (émission d'un message sur un réseau 4G).

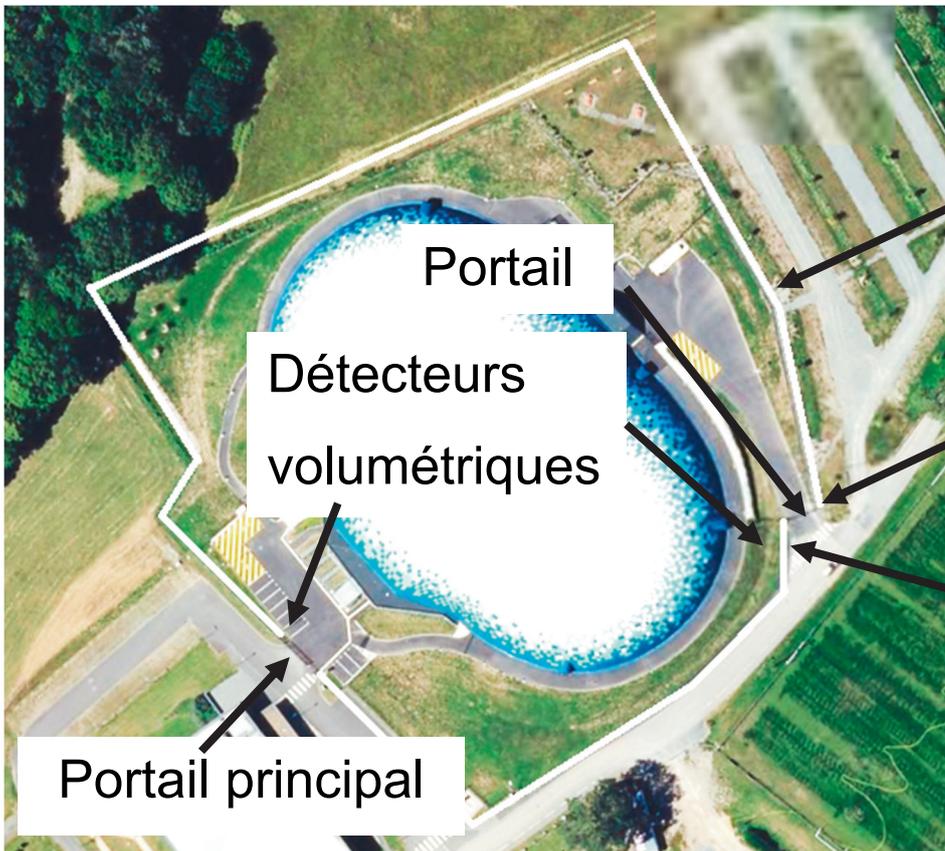
Exemple : le nombre de chocs programmé est de trois sur une durée de 7 secondes.

La programmation du nombre de chocs sur une durée précise permet de faire la différence entre **une vraie intrusion** et **un choc accidentel** (lancé de ballon par des enfants par exemple).

Dans l'exemple page agrandie suivante, une alarme se déclenchera après trois chocs sur une durée de 7 secondes.

2/ Des caméras IP sont installées à différents endroits du site. Le contrôle est continu et le temps de stockage des données est de trois jours.

3/ Des détecteurs volumétriques (détection du mouvement d'une personne ou autre) sont présents devant chaque portail, ces capteurs seront actifs après la fermeture des différents portails.



Clôture

Portail

DéTECTEURS
volumétriques

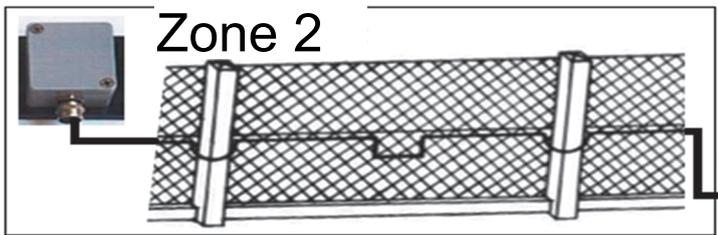
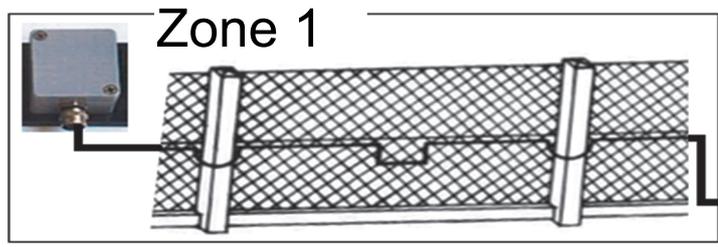
Fin de la
zone 1

Fin de la
zone 2

Portail principal

Fin de la zone 1

Module électronique



Fin de la zone 2



Gestion de l'intrusion
liaison vers l'automate

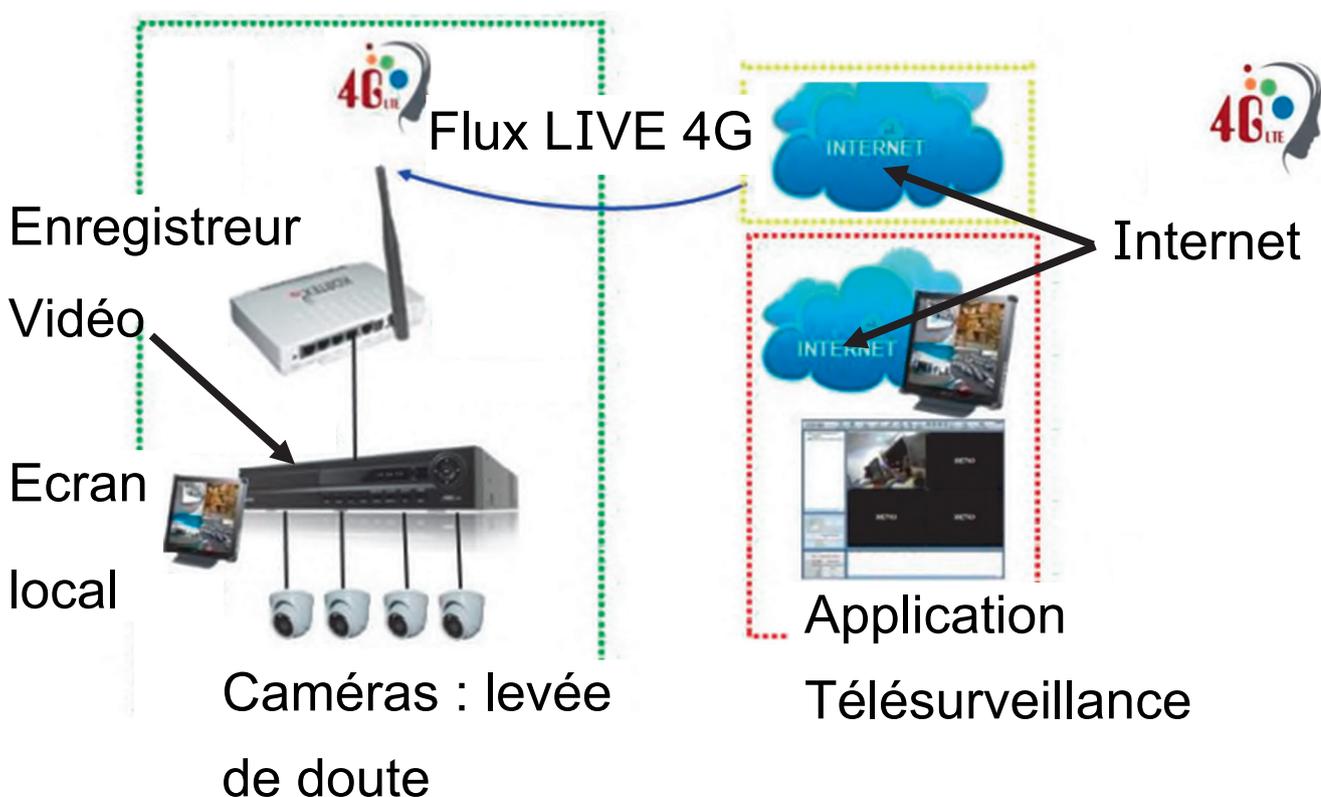
Document technique DTS7

Structure du système de surveillance :



Routeur 4G pour système de levée de doute vidéo

Magasins ou Entreprises



Le Kx Routeur 4G LTE PRO intègre un client Dyn DNS qui permet de faire la liaison entre un nom de domaine et l'adresse IP associée, celle-ci étant réactualisée toutes les 24 heures environs sur les réseaux 4G.

Durée de l'enregistrement vidéo **en jours** avec un encodage de type **H-264** pour une caméra :

NTSC : Recording Variable : 30 fps			Surveillance Hard Drive Capacity			
			1TB	2TB	3TB	4TB
176x120	Low Quality  High Quality	#Days	360	720	1080	1140
352x240		#Days	138	276	414	552
704x480		#Days	44	88	132	176
1280x1024		#Days	14	28	42	56

Durée de l'enregistrement vidéo **en jours** avec un encodage de type **MPEG-4** pour une caméra :

NTSC : Recording Variable : 30 fps			Surveillance Hard Drive Capacity			
			1TB	2TB	3TB	4TB
176x120	Low Quality ↓ High Quality	#Days	230	460	690	920
352x240		#Days	88	176	264	352
704x480		#Days	28	56	84	112
1280x1024		#Days	8	16	24	32

Document réponses DRS1

Question A.3 :

Faire les calculs ici en fonction du capteur choisi :

$$\theta = - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tolérance =

$$\theta = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tolérance =

$$\theta = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tolérance =

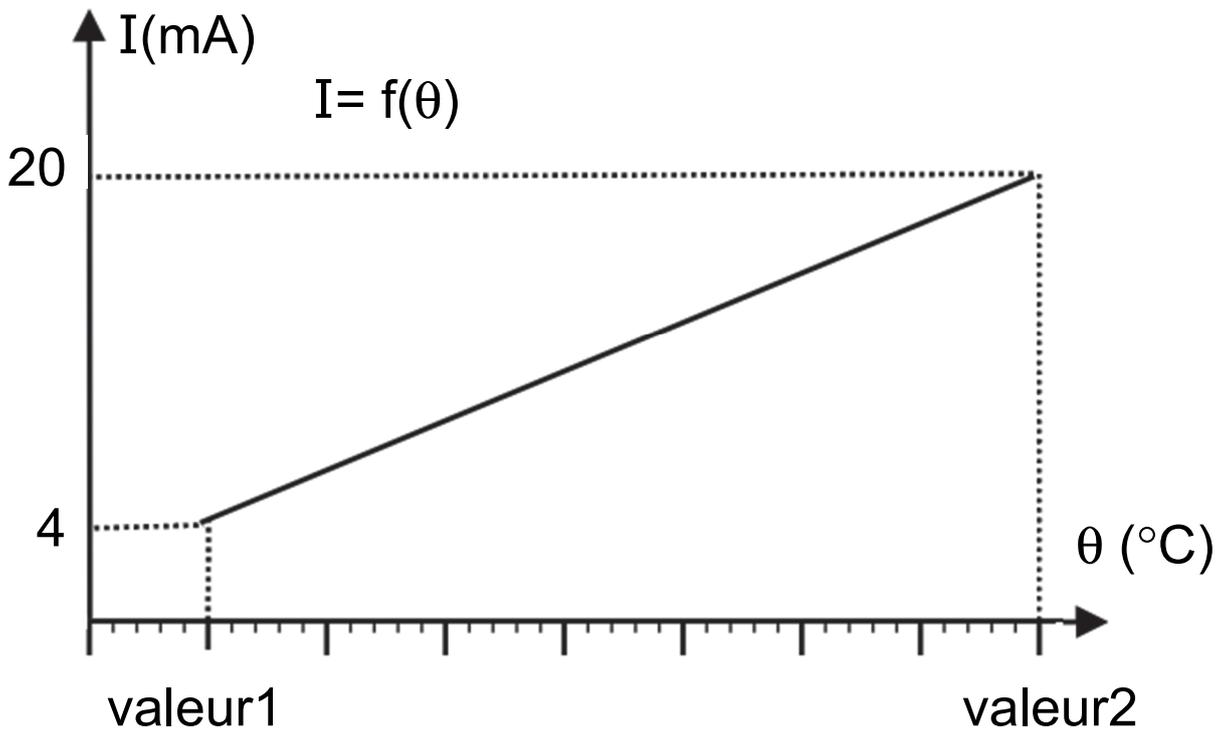
Le cahier des charges est-il respecté ? **Justifier** la réponse.

.....

.....

.....

Question B.4 :



$\theta_{\text{mini}} = \dots\dots\dots$

$\theta_{\text{maxi}} = \dots\dots\dots$

Question B.5 :

Pour prendre en compte, les variations de températures selon les années, les critères ci-dessous sont appliqués :

$$\theta_{\text{mini}} - 5 \leq \text{valeur1} \leq \theta_{\text{mini}} + 3$$

$$\theta_{\text{maxi}} - 3 \leq \text{valeur2} \leq \theta_{\text{maxi}} + 5$$

Prendre le critère le plus défavorable pour les données : valeur1 et valeur2.

valeur1 =

valeur2 =

Soit les deux relations ci-dessous avec :

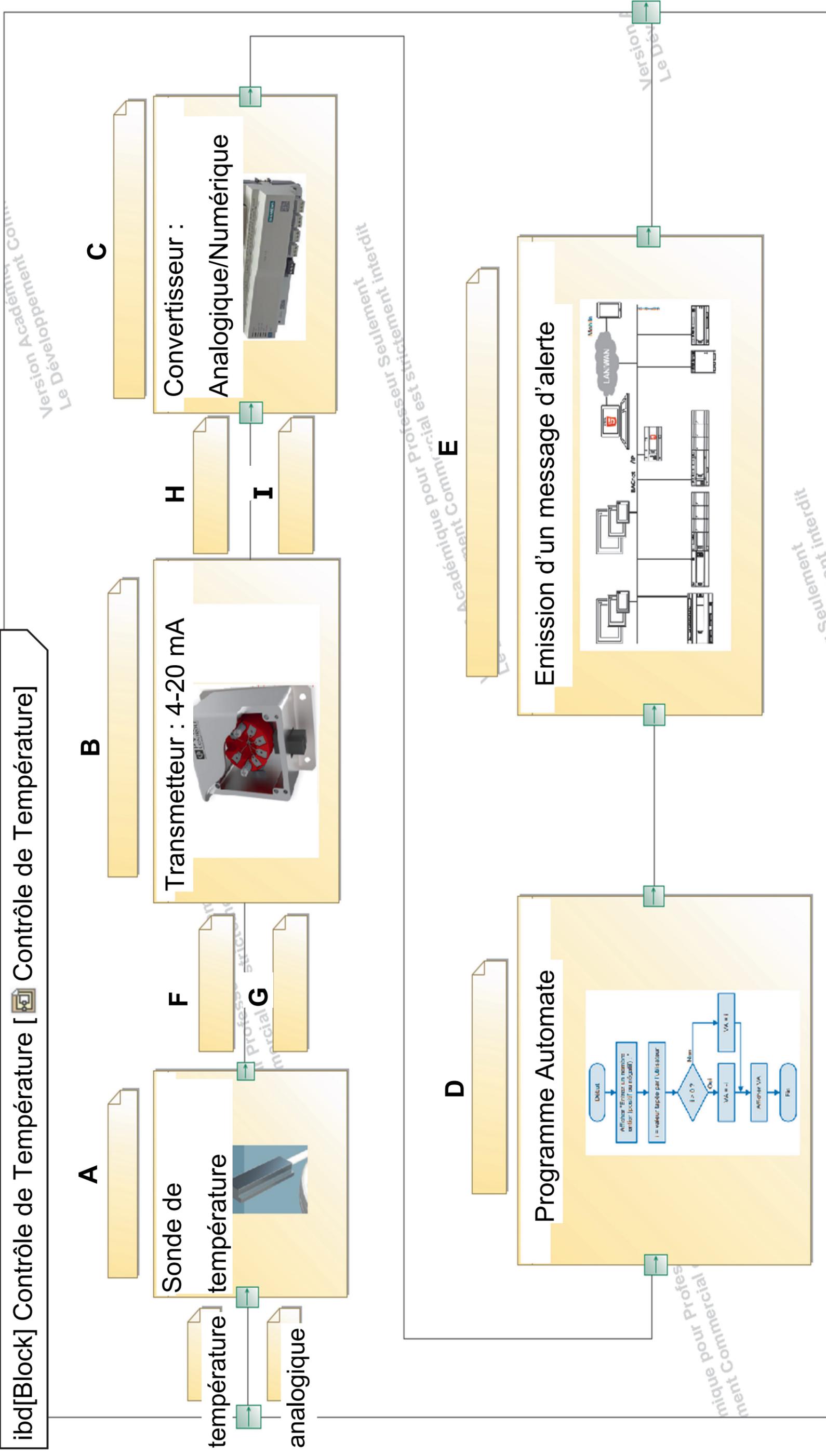
θ en °C et I en mA

$$I = \frac{16 \times \theta + 360}{50}$$

$$N = \text{ENT}\left[\frac{4095}{16} (I - 4)\right]$$

Température intérieure (θ) en °C	I en mA	N
-10
10
40

Questions B.1 et B.2 :



Document réponses DRS3

Variables :

temp_sol : type tableau de réels (6 éléments)

temp_air : type tableau de réels (6 éléments)

humidite : type tableau de réels (6 éléments)

temp_condensation : type tableau de réels (6 éléments)

broche_automate : type tableau d'entiers (18 éléments) // de zone 1 à zone 6 : sol, air et humidité

temp_mini_condensation : type réel

temp_mini_sol : type réel

i : type entier

Début algorithme

degre_sol_vers_N = 81,9

degre_air_vers_N = 81,9

hum_vers_N = 81,9

broche_automate = [1, 2, -----18] // 12 broches sur l'automate et 6 sur des modules TXM1

Pour i allant de 1 à 6 par pas de 1 // acquisition des données : température sol, air et humidité

temp_sol[i] = degre_sol_vers_N * lectureEntreeAnalogique(broche_automate[i])

temp_air[i] = degre_air_vers_N * lectureEntreeAnalogique(broche_automate[i+6])

humidite[i] = **Question C.1**

Fin de Pour

calcul_condensation() // cette fonction complète le tableau temp_condensation en fonction

// des tableaux temp_air et humidité

Document réponses DRS4

Suite algorithme

```
temp_mini_condensation = temp_condensation[1] // initialisation temp_mini_condensation  
temp_mini_sol = temp_sol[1] // initialisation de la variable temp_mini_sol
```

Pour i allant de 2 à 6 par pas de 1

Si temp_sol[i] < temp_mini_sol // recherche d'un nouveau mini : temp_mini_sol

Alors temp_mini_sol = temp_sol[i] // mise à jour la variable temp_mini_sol.

Fin de Si

Si //recherche d'un nouveau mini : temp_mini_condensation **Question C.2**

Alors // mise à jour la variable temp_mini_condensation **Question C.2**

Fin de Si

Fin de Pour

Si temp_mini_sol > temp_mini_condensation +5 // Prendre une marge de sécurité de 5°C

Alors D0 = **Question C.3**

Sinon D0 = **Question C.3**

Fin de Si

Fin algorithme

Document réponses DRS5

Question D.4

Compléter l'algorithme ci-dessous avec les éléments suivants :

Pas de détection d'intrusion

Détection d'intrusion

$nb_choc \geq 3$

