

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

Durée de l'épreuve : **4 heures**

CORRECTION

VÉLODROME RAYMOND POULIDOR

CORRIGÉ



Moins x pt pour chaque réponse sans unité

Travail demandé

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

Question 1.1 DT1, DR1	Voir DR1 Le choix d'une piste en béton sur remblai (total de 12) est pertinent par rapport à une piste sur ossature (total de 5).
Question 1.2 DR1	<ul style="list-style-type: none">→ Economique : prix ou mise en œuvre : /x pt→ Ecologique : Bilan carbone: /x pt→ Social : Insertion dans le paysage ou vestiaire: /x pt
Question 1.3 DT2	$Nb_demi_tours = 1000/(250/2) = 8$: /x pt Le nombre est un entier donc la longueur de la piste est validée. : /x pt quel que soit le résultat (8 ou 4)
Question 1.4 DR2	:Voir DR2 total x pt : /x pt pour la direction /x pt pour le sens /x pt pour le nom du vecteur /x pt pour la norme Moins x pt si le point d'application du vecteur est faux
Question 1.5 DT2	$\sin(\alpha_p) = 4,5/7 = 0,643$ soit $\alpha_p = \sin^{-1}(0,643) = 40^\circ$ /x pts (x pt pour la formule et x pt pour le résultat) L'angle d'inclinaison de la piste dans les virages est conforme car $39,39 < 40^\circ < 40,39^\circ$ /x pt
Question 1.6	La piste sur remblai est la mieux adaptée :/x pt si au moins deux critères La longueur de la piste est conforme L'angle d'inclinaison de la piste est conforme

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

- Question 2.1 | Masse surfacique du dôme : $2,17 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
DT2 | Surface du dôme : $11\,158 \text{ m}^2$
Masse du dôme = Masse surfacique x Surface du dôme = $2,17 \times 11\,158$
= $24\,212 \text{ kg}$ /x pts
Poids du dôme = $m \times g = 24\,212 \times 9,81 = 237\,520 \text{ N}$ /x pt
x pt si masse fausse mais calcul poids juste
- Question 2.2 | Surface projetée : 7200 m^2
DT3 | Force résultante = $P \times S_{\text{surface du dôme projetée sur plan horizontal}} = 300 \times 7200 =$
 $2\,160\,000 \text{ N}$ /x pt
 $F_{\text{résult}} 2\,160\,000 \text{ N} > 237\,520 \text{ N}$ Poids dôme donc le dôme est soulevé
/x pt
- Question 2.3 | Vent, neige, pluie
DT4 | /x pt (x pt par perturbation parmi les 3)

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

Question 3.1

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 300}{1,25}} = 21,91 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

x/pt

Question 3.2

$$Q_{\text{fuites}} = 21,91 \times 0,315 = 6,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{x/pt}$$

$$Q_{\text{fuites}} = 6,9 \times 3600 = 24846 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{x/pt}$$

X pt si débit faux et conversion bonne

Question 3.3

DT5

$$Q \text{ pour 1 générateur} = (Q_{\text{gonflage}} + Q_{\text{fuites}}) / 3 = (60\,000 + 24846) / 3 = 28282 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Choix : PKE 420 K (débit $30\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} > 28282 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)

/x pts (x pt pour la justification et x pt pour le modèle en accord avec le débit calculé par le candidat)

Question 3.4

DR3

Voir DR3 /x pt

Question 3.5

Maintien de la pression pour éviter un affaissement de la toiture en toile

Ou limiter les fuites d'air.

/x pt (pour un seul argument)

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

Question 4.1 | Voir DR4.

DT7, DR4

Question 4.2 | Voir DR4

DT6, DT8, DR4

Question 4.3 | D'après le DR4, les propriétés de l'air ambiant (température, humidité relative) et la température du sol peuvent varier d'une zone à l'autre, d'où la nécessité d'avoir plusieurs zones de mesures pour s'assurer qu'il n'y aura pas de condensation.

/x pt

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

Question 5.1 | Voir DR5

DT9, DR5

Question 5.2 | Voir DR6

DR6

Question 5.3 | L'air mettant 4h pour se renouveler, de la condensation peut apparaître pendant ce laps de temps. La marge de 5°C permet d'anticiper le risque de condensation et de laisser le temps à la roue déshydratante de réagir. **OU justifier par le temps de réaction pour assécher l'air.**

DR6

OUO

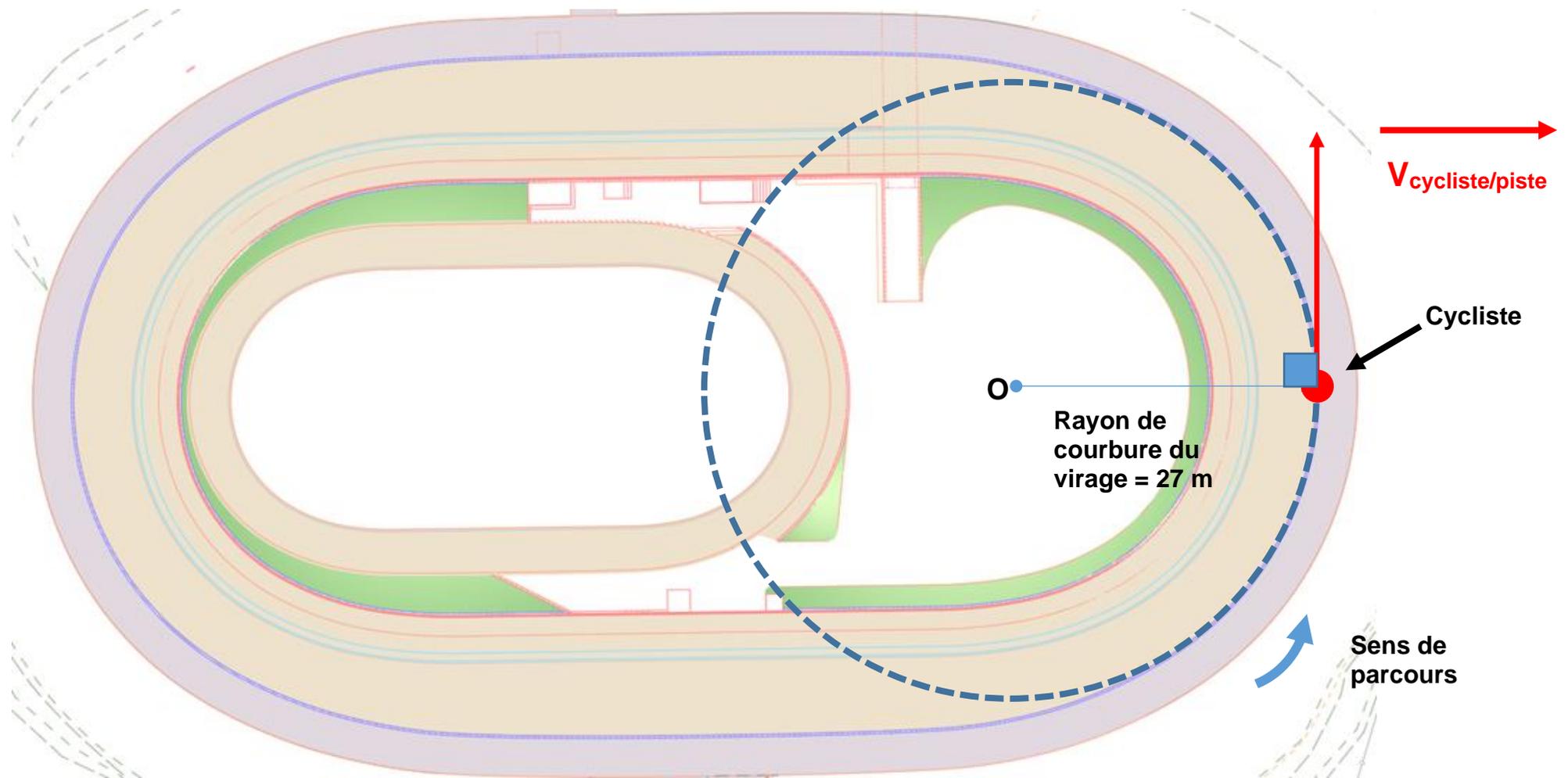
/x pt

Document réponses DR1 : omparatif des types de pistes

	· 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	00.....1.....1.....	= 1 x 5 + 0 x 2 + 0 x 3 + 1 x 4 + 1 x 3 = 12 /x pt
PISTE EN BÉTON SUR OSSATURE	0	11.....0.....0.....	= 0 x 5 + 1 x 2 + 1 x 3 + 0 x 4 + 0 x 3 = 5 /x pt

x point si pas d'erreur pour les 3
réponses x pt si au moins 1 erreur c

Document réponses DR2 : vecteur vitesse du cycliste en virage



23 -2D2IDEEME1C

Échelle des vitesses : 1 cm \rightarrow 20 km·h⁻¹

Document réponses DR3 : fonctionnement d'un sas technique

 Pression extérieure

 Pression intérieure dôme

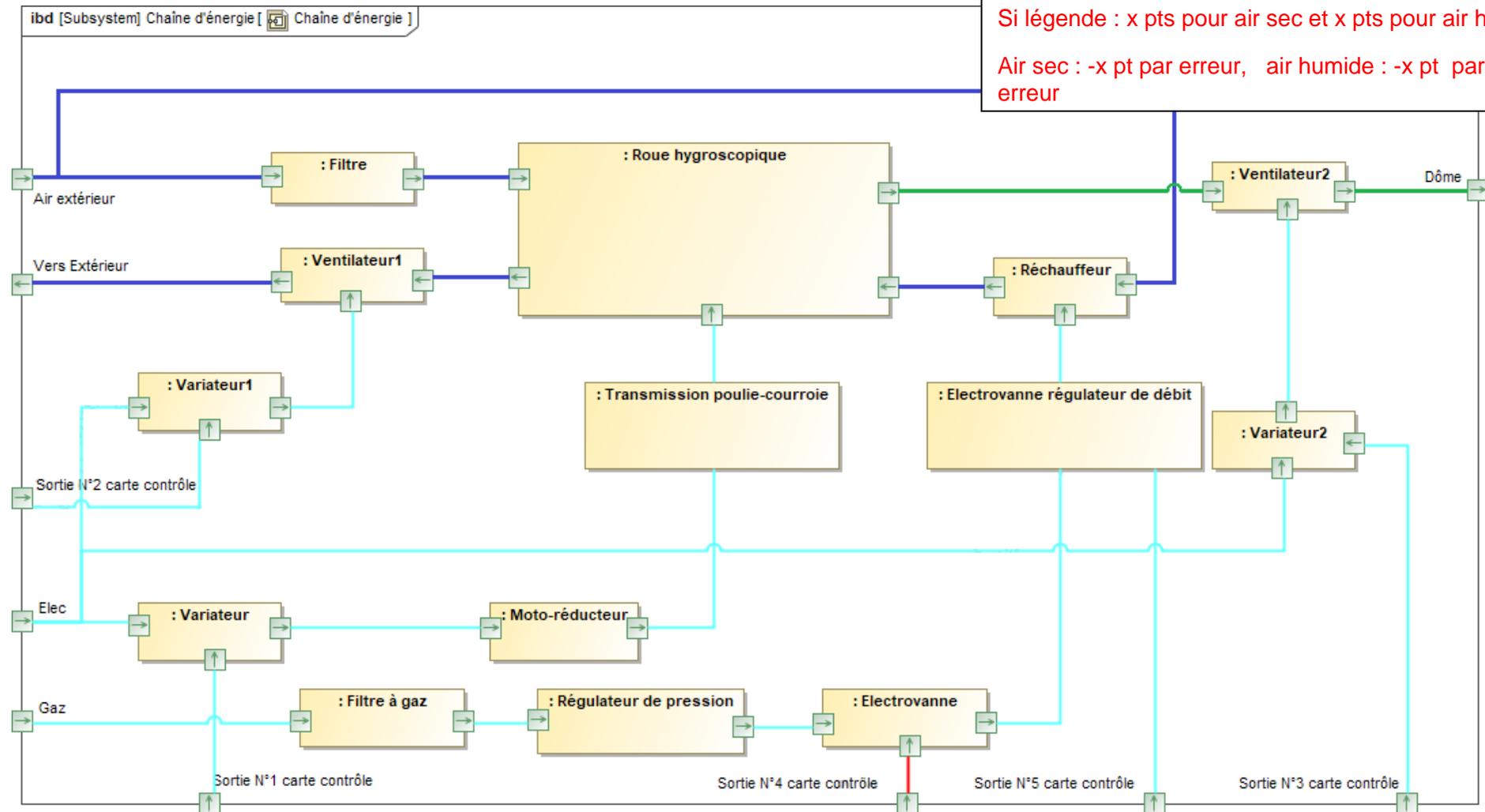
Légende :

<p>SITUATION INITIALE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> <p></p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> <p></p>
<p>ÉTAPE 1 : ENTRÉE SAS TECHNIQUE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> <p></p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> <p></p>
<p>ÉTAPE 2 : FERMETURE DU SAS TECHNIQUE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> <p></p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> <p></p>
<p>ÉTAPE 3 : ENTRÉE DANS LE VELODROME</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> <p></p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> <p></p>
<p>ÉTAPE 4 : FERMETURE DU SAS TECHNIQUE</p>	<p>EXTÉRIEUR Pression atmosphérique constante</p> <p></p>	<p>VÉLODROME Pression intérieure constante</p> <p></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 $^{\circ}\text{C}$	Q4.1	$(102,7-100)/0,385=7,01$ /x pt	$(103,1-100)/0,385=8,05$ /x pt	7,01	6,75	7,01	6,75
Température de condensation en $^{\circ}\text{C}$	Q4.2	7,2 /x pt	7,6 /x pt	7,4	7	7,4	7,2
Condensation : OUI ou NON		OUI /x pt	NON /x pt	OUI /x pt	OUI /x pt	OUI /x pt	OUI /x pt

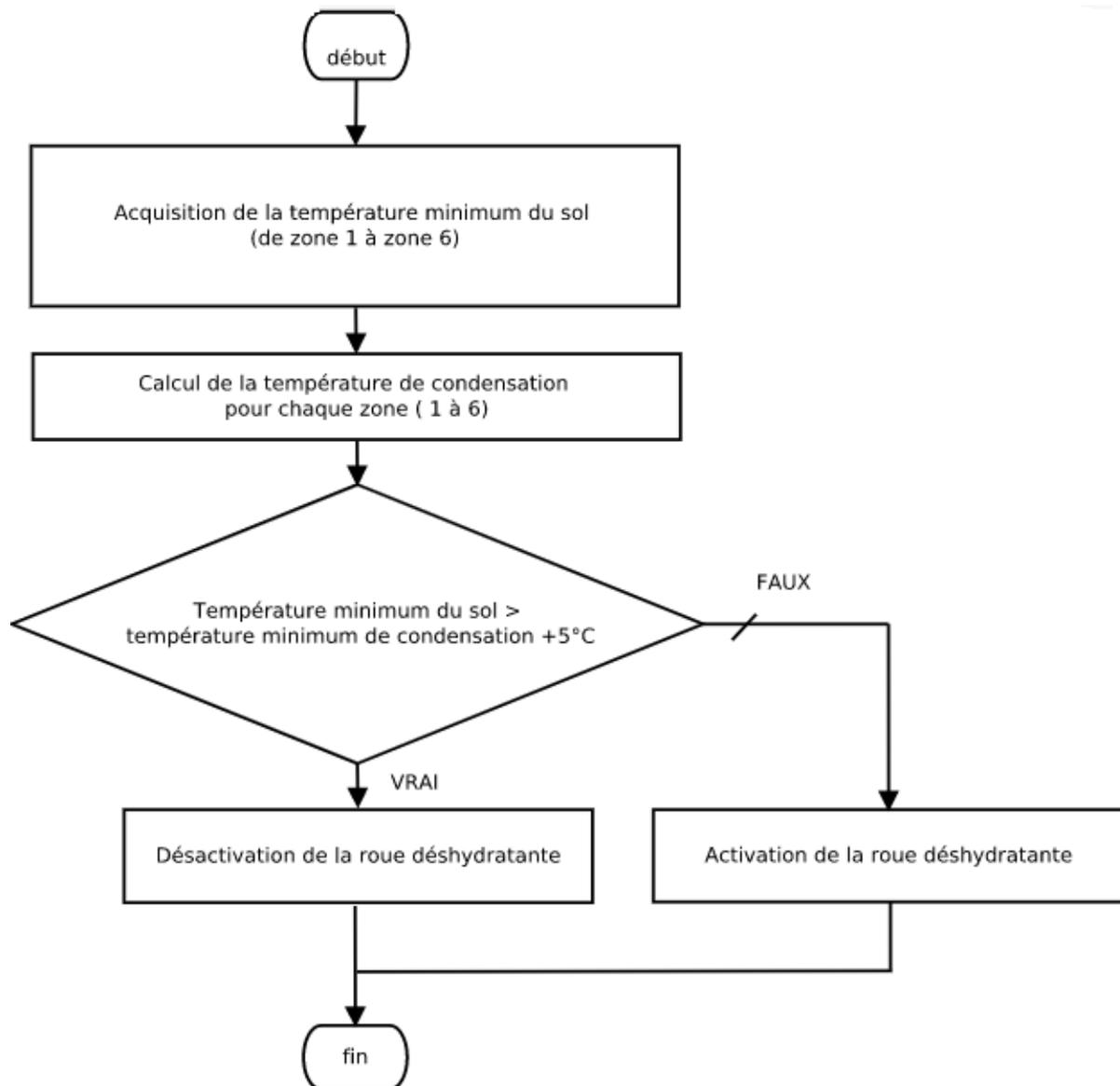
Document réponses DR5 : Diagramme de blocs internes de la roue de déshumidification



/x pts (-x pts si pas de légende et pas d'erreur sinon x)
 Si légende : x pts pour air sec et x pts pour air humide
 Air sec : -x pt par erreur, air humide : -x pt par erreur

— : air humide
 — : air sec

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)	OUI	NON	OUI

Cas 1 : $14 > 15 + 5$ FAUX => activation x pt par case (justification non demandée)

Cas 2 : $14 > 8 + 5$ VRAI => désactivation

Cas 3 : $10 > 8 + 5$ FAUX => activation

Architecture et construction

VELODROME RAYMOND POULIDOR



Question A.1 | L'air peut être considéré isolant lorsqu'il est immobile (statique).
x pt

Question A.2 | Les soudures vont créer des ponts thermiques.
Ou les soudures créent des déperditions par conduction.
x pt

Question A.3 | $R_{\text{membrane}} = 0,04 + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,16} + \frac{10 \cdot 10^{-2}}{0,024} + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,16} + 0,13 = 4,38 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
DTS1
Formule e/λ x pt
Changement d'unités e x pt
2 x R_{membrane} x pt
 R_{si} et R_{se} x pt
Unité résultat x pt

Question A.4 | $R_{\text{membrane}} = 0,04 + \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,16} + 0,13 = \text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} = 0,18 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
DTS1
Réponse x pt
Unité x pt

Question A.5 | Une double membrane, grâce à la couche d'air statique isolante, permet une résistance thermique totale 27 fois plus élevée ce qui permet de diminuer les déperditions thermiques par la membrane.
x pt + isolante et x pt justification

Question A.6 | $TL_{\text{total}} = 4,16/100 \times 49/100 = 2\%$

DTS1, DRS1

Φ_1 : calcul x pt – unité : x pt

Φ_2 : calcul x pt – unité : x pt

Ou $TL = \Phi_3 / \Phi_1$

Si inversion transmis / incident, ne pas mettre les points

Question A.7

Par temps ensoleillé :

$E_{\text{intérieur}} = E_{\text{extérieur}} \times TL_{\text{total}} = 75\,000 \times 0,02 = 1500 \text{ lux}$

Calcul x pt – unité x pt

$E_{\text{intérieur}} > E_{\text{exigé}}$ (1000 lux) donc la membrane est très intéressante du point de vue de l'éclairage naturel : l'éclairage artificiel ne sera pas nécessaire.

x pt

Question B.1

DTS2, DRS2

Zone E + altitude de 430 m → Température extérieure de base = - 11 °C
x pt

$\Delta T = 10 - (-11) = 21^\circ\text{C}$ x pt

Report x pt

Question B.2

$Q_m = \rho_{\text{air}} \times Q_v = 6,67 \times 1,292 = 8,62 \text{ kg/s}$

Formule x pt

Calcul x pt

Unité x pt

Question B.3

Déperditions AN = $8,62 \times 1004 \times (10 + 11) = 182 \text{ kW}$

x pt calcul – compter juste si calcul cohérent avec ΔT B1

x pt unité

Question B.4

DRS2.

DRS2

x par case (déper. murs et air, compter juste si calcul cohérent avec ΔT B1)

Question B.5

Puissance thermique utile max = $3 \times 171 = 513$ kW

DTS3

x pt

513 kW > Déperditions totales (511 kW) donc les générateurs choisis pourront maintenir une température de 10°C dans le vélodrome occasionnellement.

x pt

Question C.1

DRS3

DRS3

Composantes x pt pour les deux

Echelle non respectée mais sens OK : moitié des points

Echelle respectée mauvais sens : moitié des points

Résultante cohérente avec les composantes tracées x pt

Les forces seront considérées justes qu'elles soient tracées du point A ou du goujon.

Question C.2

Sollicitation du cas B : cisaillement (x pt) si flexion (x pt). Composante sur X = -13,4 kN (x pt avec signe et unité)

Question C.3

La rupture par cône de béton intervient lorsque la profondeur d'ancrage est insuffisante ou que la résistance du béton est trop faible.

1 paramètre x pt

Composante sur Y = 35,7 kN (avec signe et unité x pt)

Question C.4

$$F_{t,\max} = \frac{0,9 \times 500.10^6 \times 2,46.10^{-4}}{1,5} = 73\,800 \text{ N} = 73,8 \text{ kN}$$

Changement unité Pa x pt

Changement unité m² x pt

Calcul x pt

Unité x pt

F_t (35,7 kN) < $F_{t\max}$ (73,8 kN) donc le goujon d'ancrage choisi résiste bien en traction.

x pt

Question C.5

Le goujon d'ancrage M20 choisi résiste bien en traction (cas A) et il s'agit du cas le plus défavorable des trois. Ce choix est donc correct pour retenir la double membrane.

En adéquation avec le calcul $F_{t\max}$ x pt

Question D.1

DRS4.

DTS4, DRS4

-x pt par erreur

Question D.2

$A_{\text{requis}} = 25/100 \times 7200 = 1800 \text{ m}^2$ x pt

A (8282 m²) > A_{requis} (1800 m²) donc l'arrêté du 20 Avril 2017 est respecté en ce qui concerne l'aire d'absorption équivalente. X pt

Question D.3

$$T_{f_{250 \text{ Hz}}} = \frac{0,16V}{A} = \frac{0,16 \times 97\,520}{8\,282} = 1,9 \text{ s}$$

(x calcul – x unité)

Question D.4

$T_{\text{vélo}} (1,9 \text{ s}) > T_{\text{exigé}} (1,3 \text{ s})$ x pt

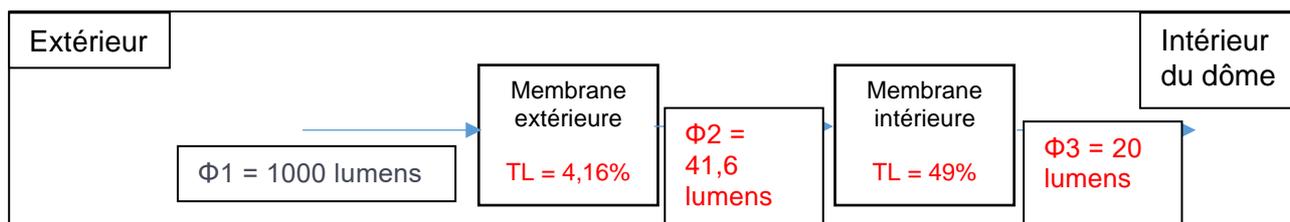
DTS4, DRS3

donc les spectateurs auront du mal à comprendre le speaker malgré le respect de l'arrêté du 20 Avril 2017. X pt

Il serait possible de remplacer les enrobés (x pt) au centre du vélodrome par un matériau avec un coefficient d'absorption plus élevé (moquette) x pt.

Document réponses DRS1 : Flux lumineux transmis à travers la double membrane

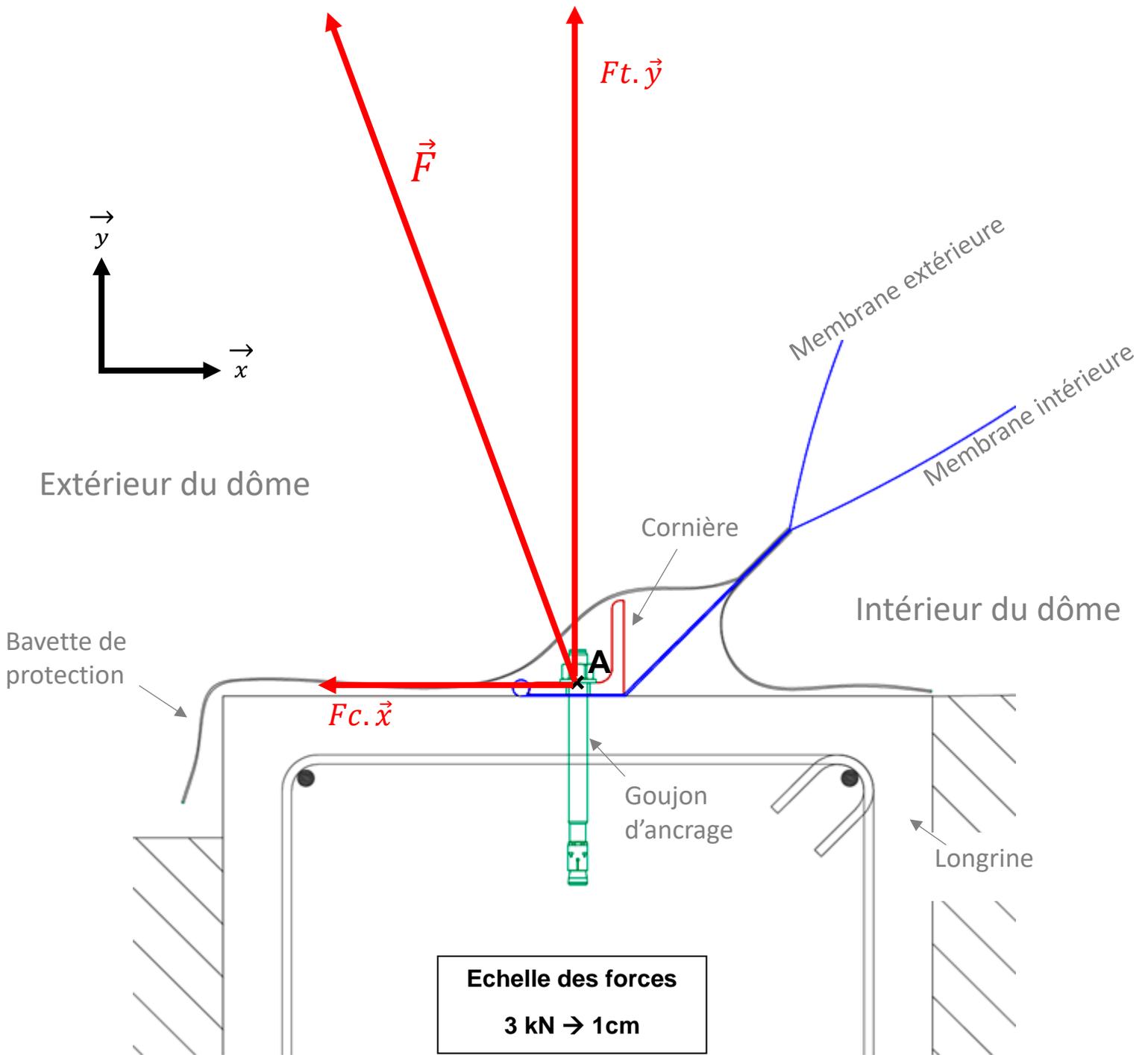
Ci-après le schéma simplifié de la transmission du flux lumineux Φ à travers la double membrane :



Document réponses DRS2 : Bilan des déperditions thermiques du vélodrome

	Résistance thermique R_{totale} en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Transmission thermique U en $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ $U = \frac{1}{R_{totale}}$	ΔT en $^{\circ}C$	Surface en m^2	Déperditions thermiques en kW
Dôme (double membrane)					53
Sol (piste en béton)					248
Murs en béton (entrées)	0,26	3,85	21	150	12
Ponts thermiques (= 30 % des déperditions par la double membrane)	$D_{\text{ponts thermiques}} =$				16
Air neuf	$D_{\text{air neuf}} =$				182
TOTAL					511

Document réponses DRS3 : Actions d'une cornière sur un goujon d'ancrage de la longrine périphérique



Document réponses DRS4 : Calcul de l'aire d'absorption équivalente pour la bande d'octave 250 Hz

Élément	Surface en m ²	Coefficient d'absorption α (250 Hz)	S x α
Piste principale en béton	2 742	0,02	55
Piste secondaire en béton	600	0,02	12
Enrobés	3 858	0,08	309
Murs béton + Gradins	250	0,02	5
Membrane intérieure	11 158	0,7	7811
Public de 250 personnes			100
Aire d'absorption équivalente A en m² (250 Hz)			8 292