

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE  
ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

**SESSION 2023**

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

**Ingénierie, innovation et développement durable  
INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION**

**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 39 pages numérotées de 1/39 à 39/39 dans la version originale et **74 pages numérotées de 1/74 à 74/74 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.**

## **VÉLODROME RAYMOND POULIDOR**



### **Pages agrandies**

Présentation de l'étude et questionnement .....	3 à 19
Documents techniques DT1 à DT8 .....	20 à 34
Documents réponses DR1 à DR6 .....	35 à 41

## 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.

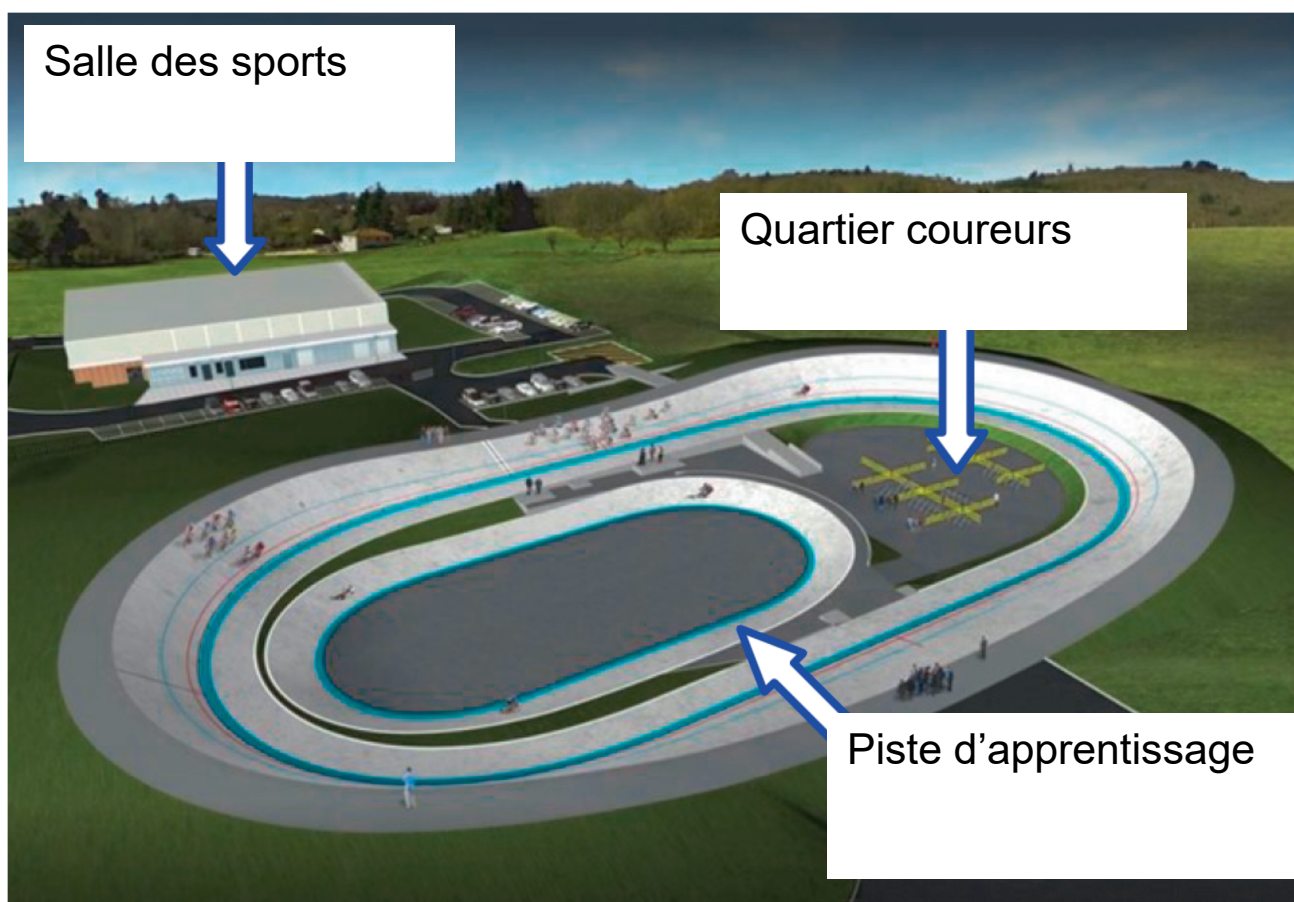
Ce vélodrome couvert avec une piste en béton est unique en France. Il répond à la demande des différentes associations sportives et clubs du territoire, voire au-delà.

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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>, a pour vocation de couvrir l'ensemble des existants du vélodrome dans un seul volume, comme sur l'image ci-dessous.

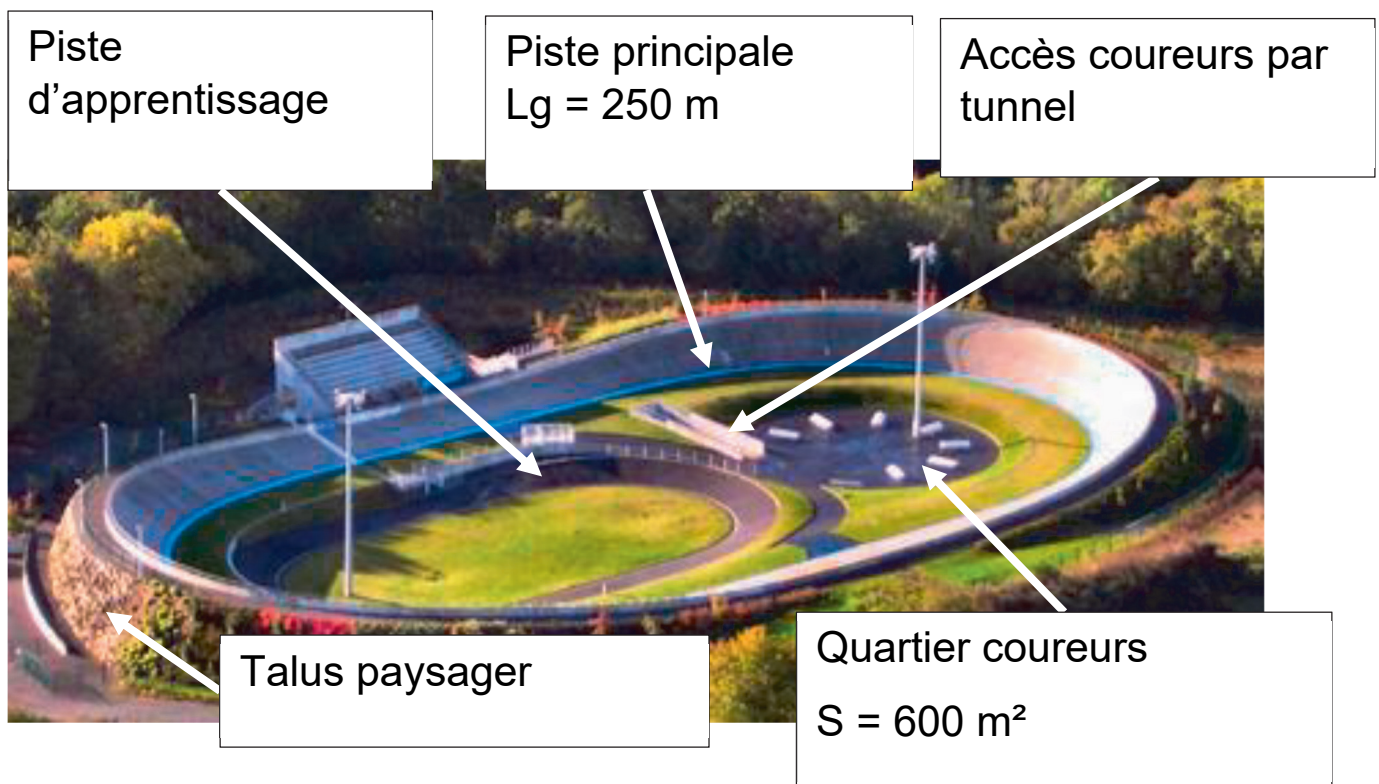


Le site peut accueillir jusqu'à 1 636 spectateurs, répartis dans les tribunes, autour de la piste et dans le quartier des coureurs.

## 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.**

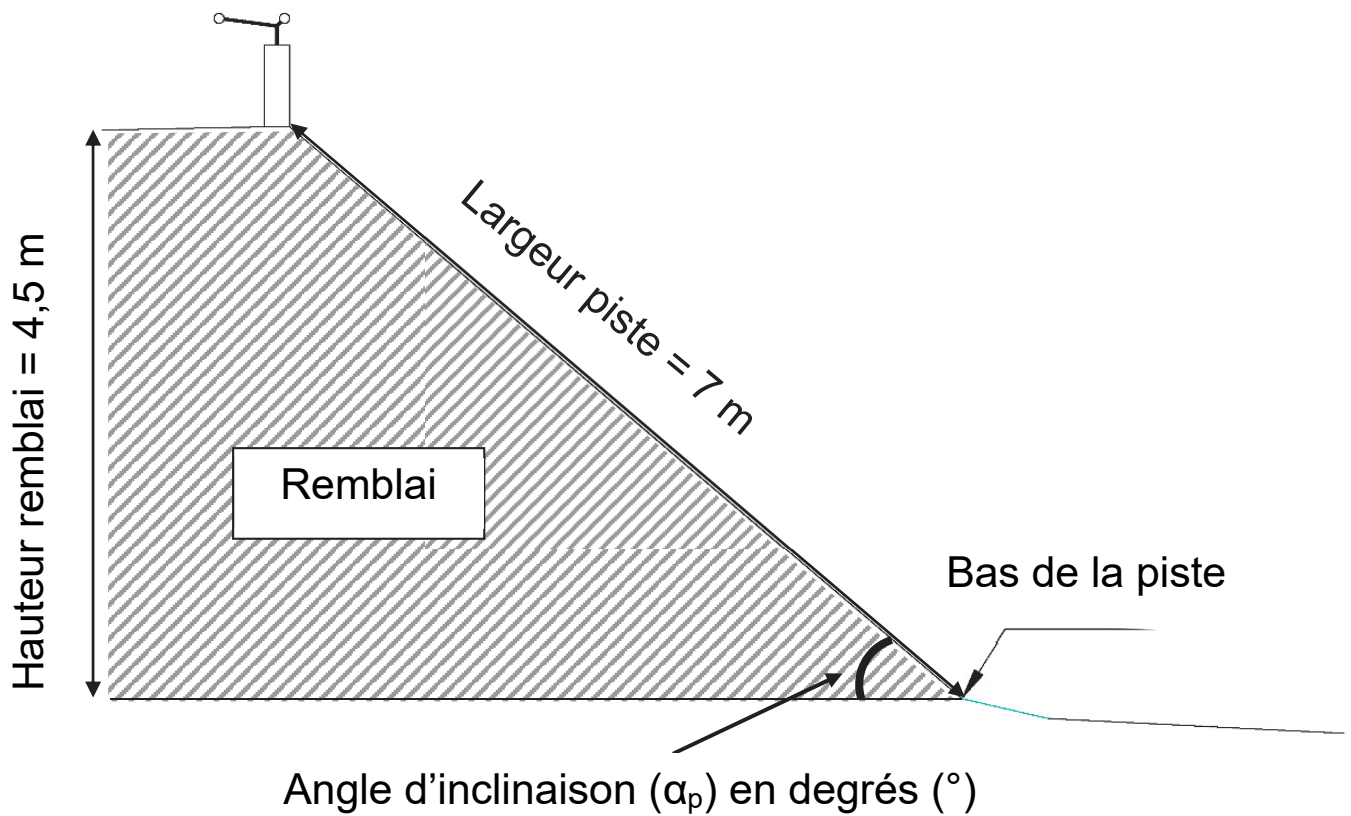
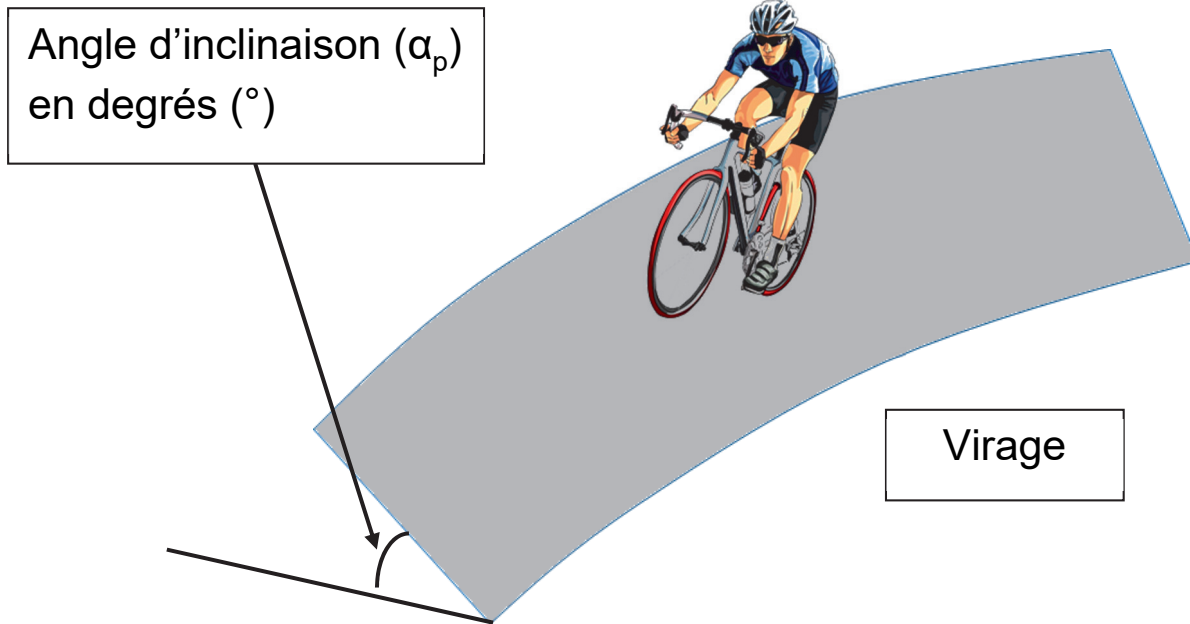
Dans les virages sur la piste principale, le cycliste est en mouvement circulaire autour du point O (voir DR2), avec une vitesse maximale de  $85 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

### 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  $\alpha_p$ .



### **Question 1.5 (DT2)**

**Calculer** l'angle d'inclinaison ( $\alpha_p$ ) de la piste dans un virage.

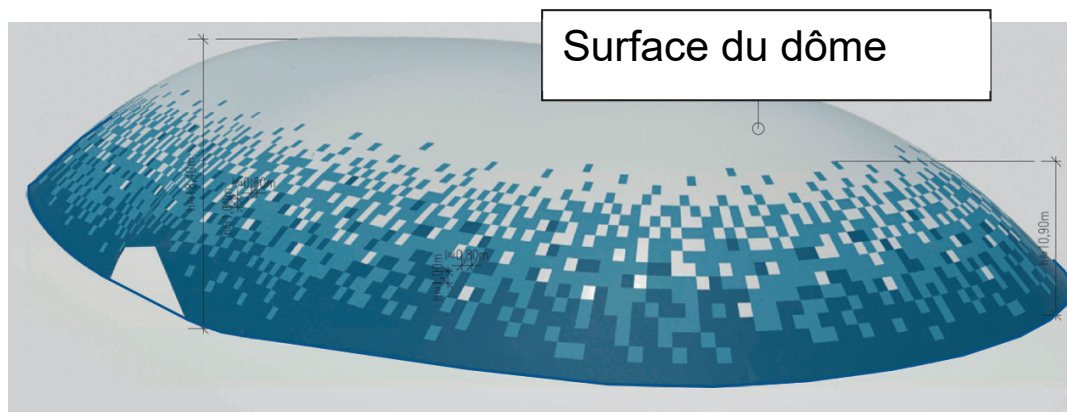
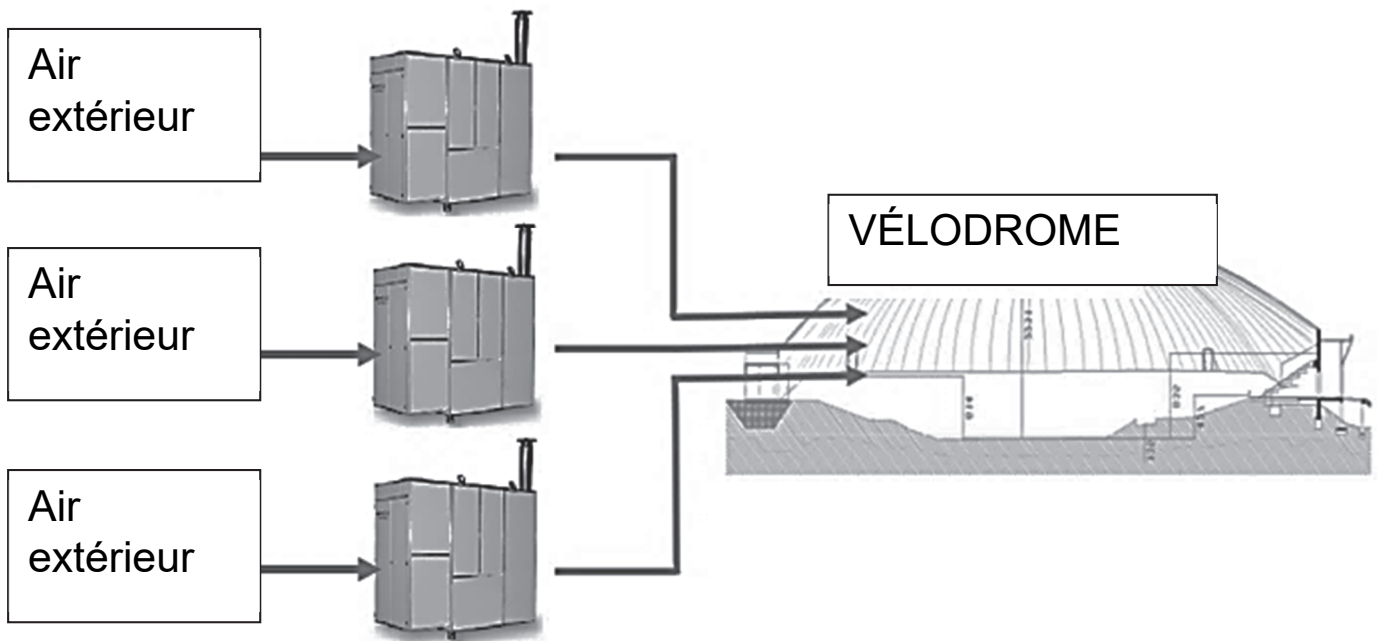
**Justifier** la conformité de cette inclinaison.

### **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.

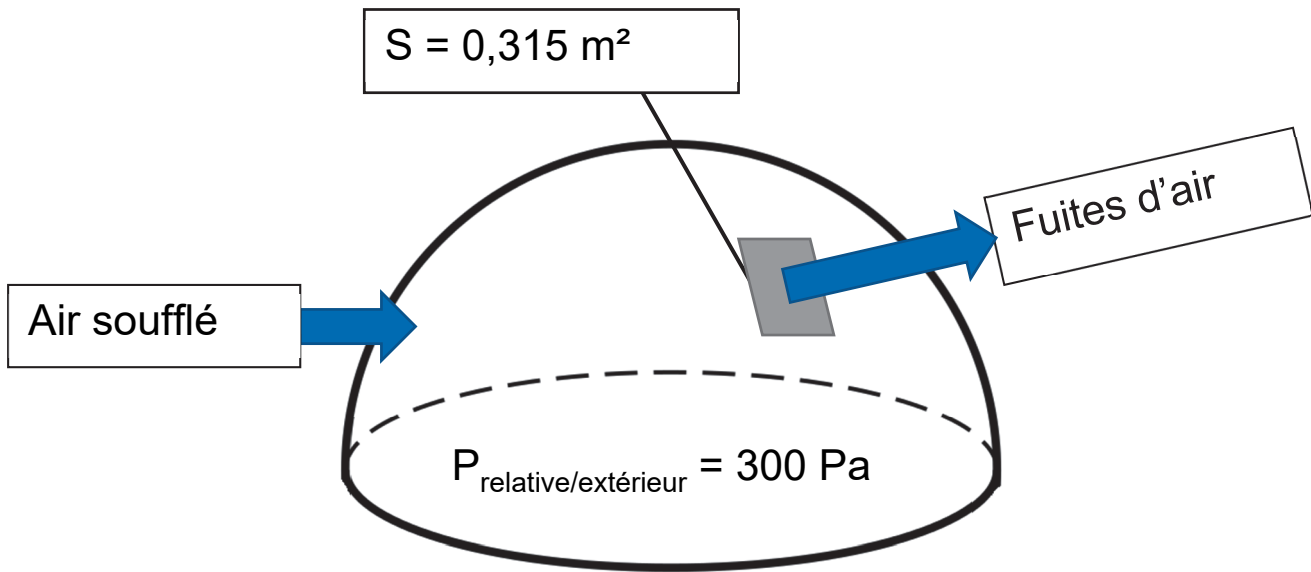
## **Partie 3 : comment sélectionner les générateurs d'air chaud ?**

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 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)
- $\rho_{\text{air}}$  : 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.

- $Q_{\text{fuites}} = V \times S$
- $Q_{\text{fuites}}$  : 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  $\text{m}^2$

### 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.

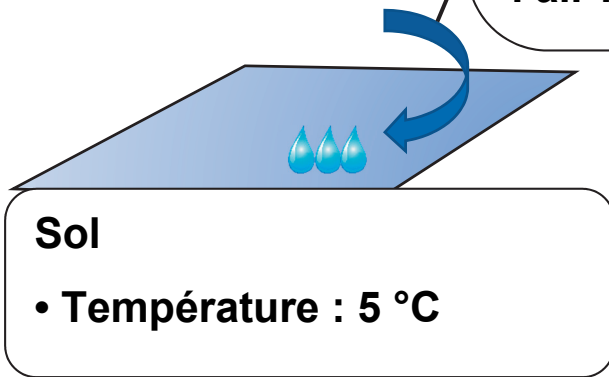
## Partie 4 : comment évaluer le risque de condensation sur la piste ?

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**



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

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

- $\theta$  : température mesurée en °C
- R : résistance de la sonde de température Pt100 en  $\Omega$

#### **Question 4.1 (DR4)**

**Calculer** les températures du sol  $\theta$  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**

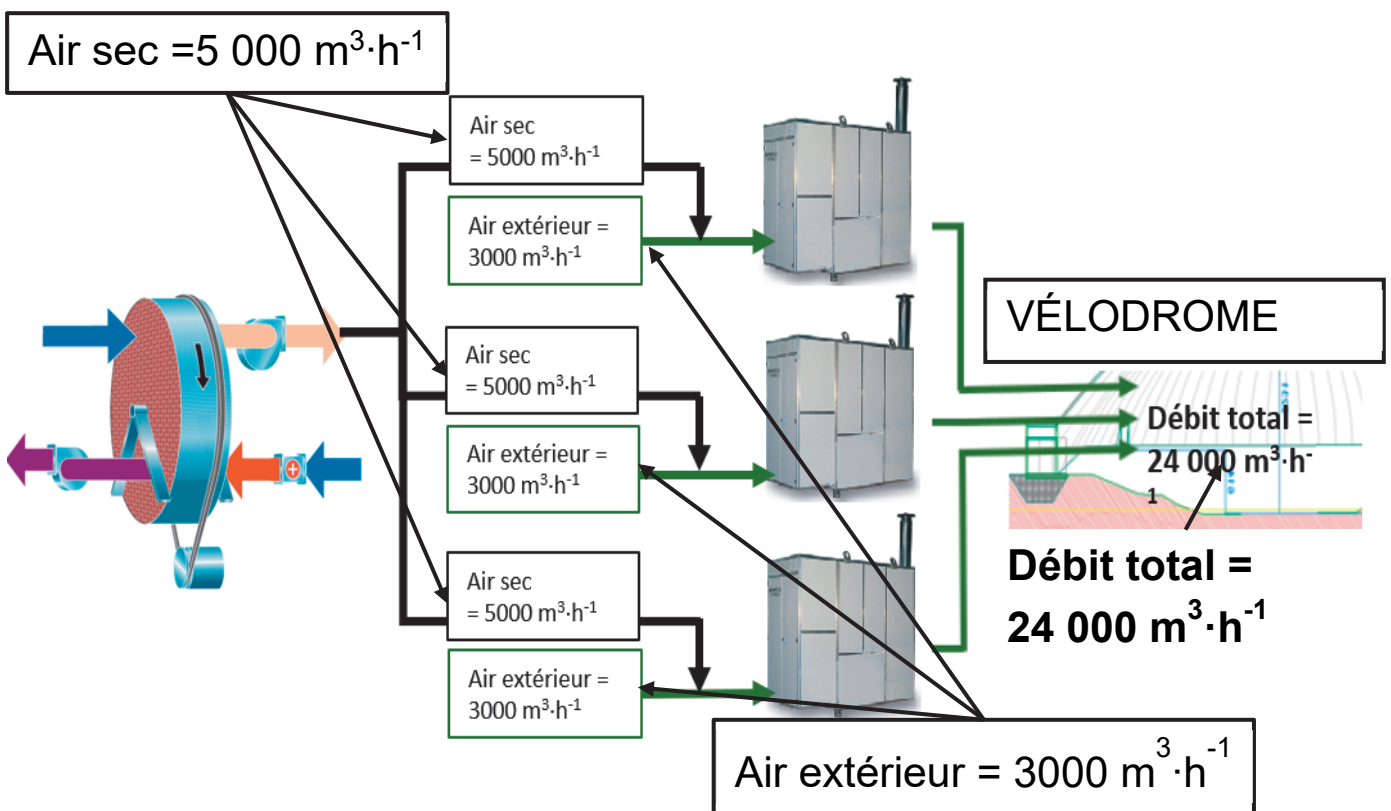
**Conclure** sur la nécessité d'avoir plusieurs zones de mesures pour évaluer le risque de condensation sur la piste.

## 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.

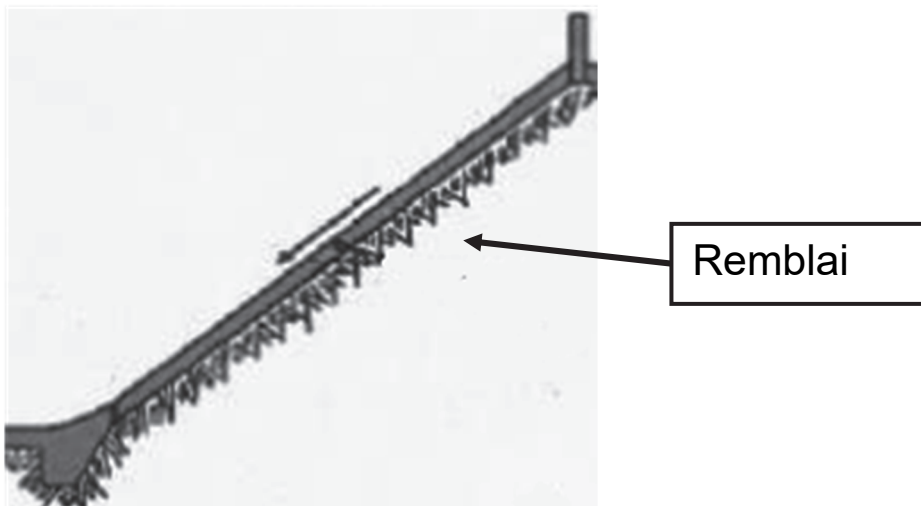
### **Question 5.3 (DR6)**

**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.

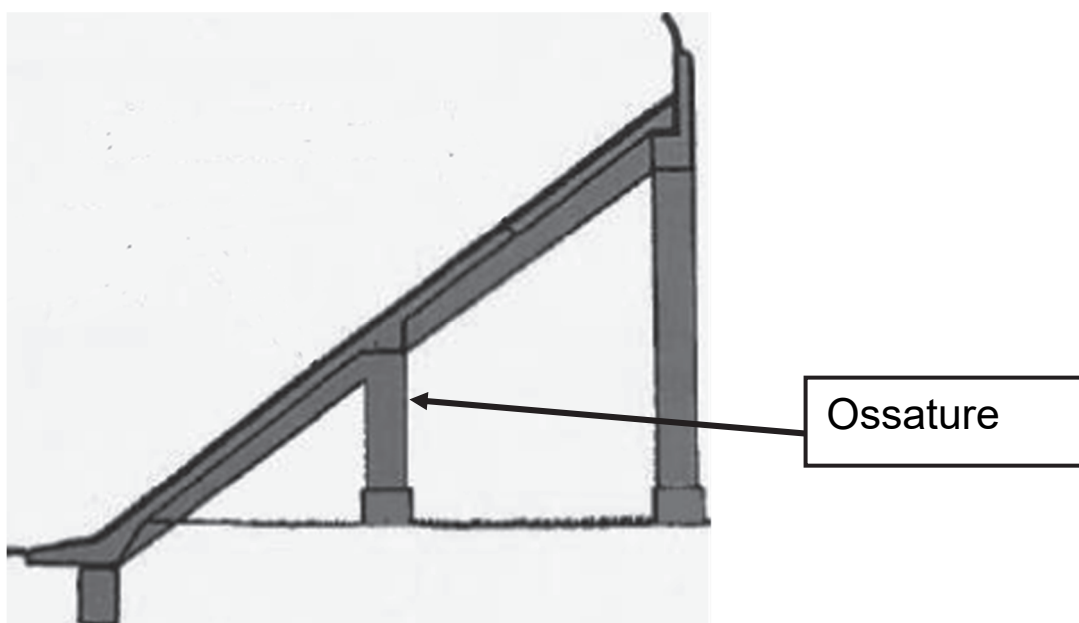
Plus économique, la solution du remblai est cependant rendue complexe par l'opération de compactage de la terre. Mal compacté, le remblai risque de se tasser provoquant fissures et affaissements.





### 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.

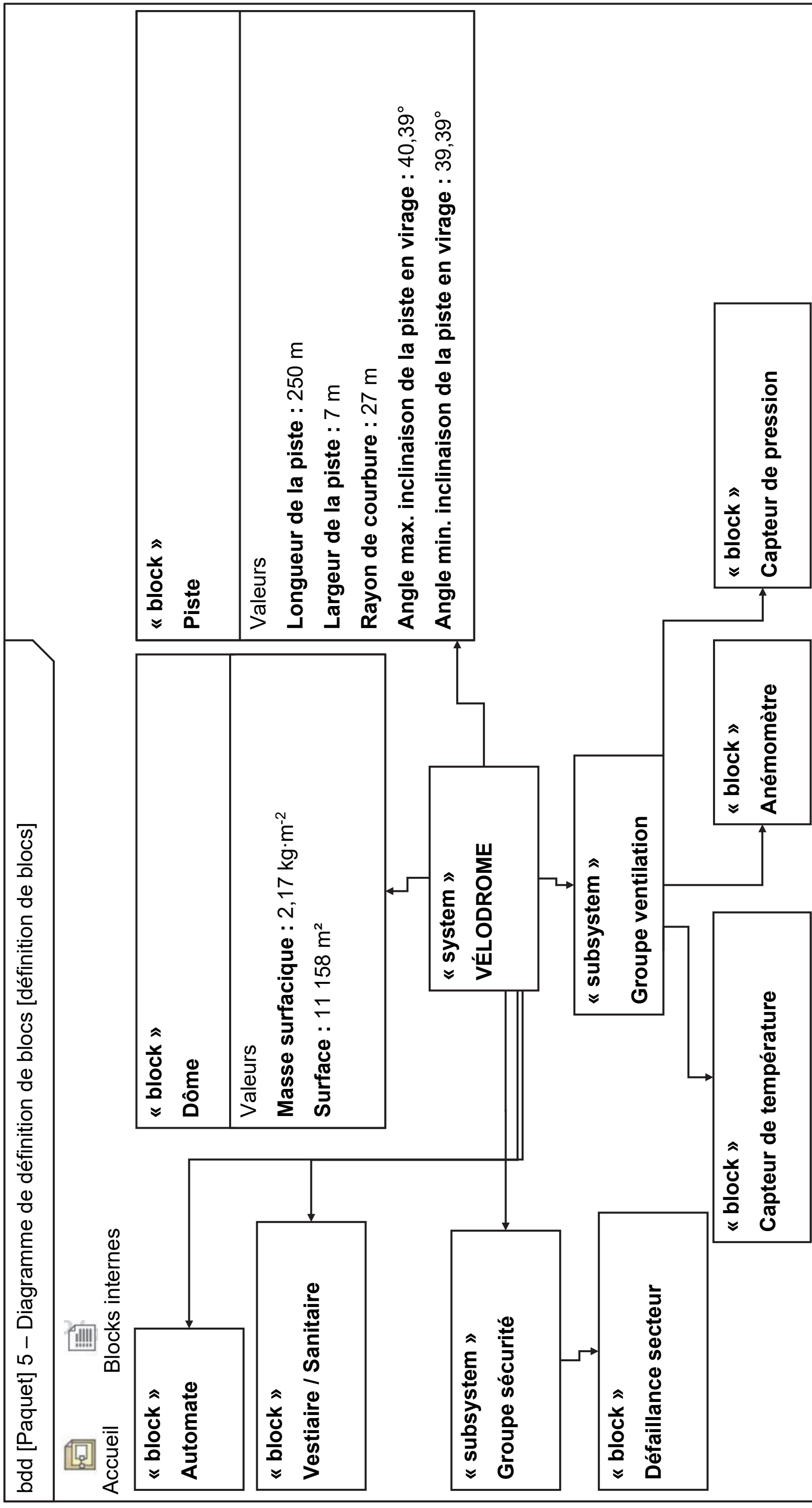


L'avantage de ce choix réside dans la mise à disposition d'espaces sous l'ossature, espaces qui peuvent alors être utilisés pour les vestiaires, les sanitaires et autres locaux de stockage vélos.

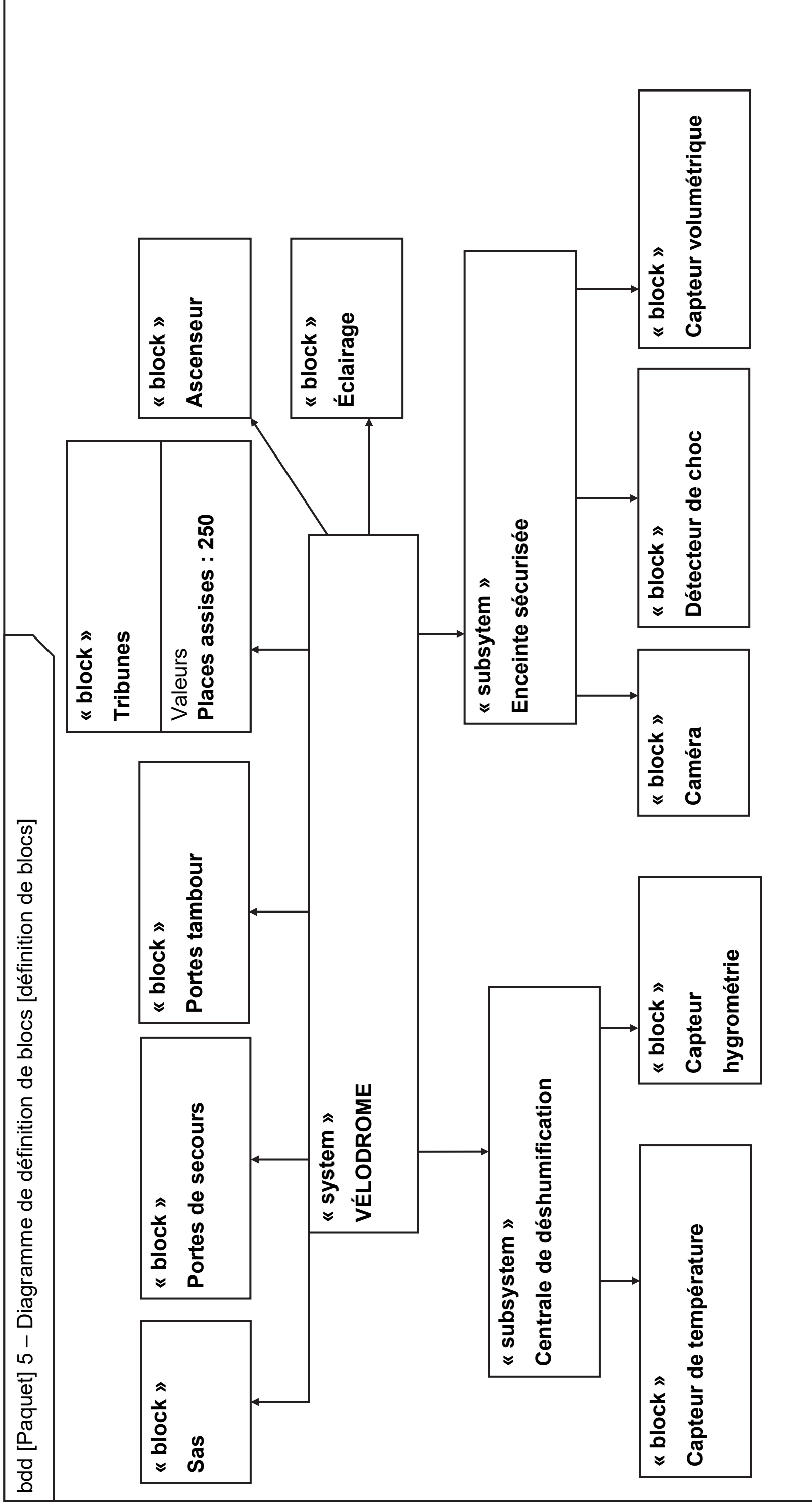
A contrario, l'impact visuel de l'ossature pose la question de son insertion dans son environnement immédiat, qui peut gêner le confort de vie des riverains. De plus ce type de piste nécessite davantage de béton (matériau fort émetteur en gaz à effet de serre).



Partie 1/2

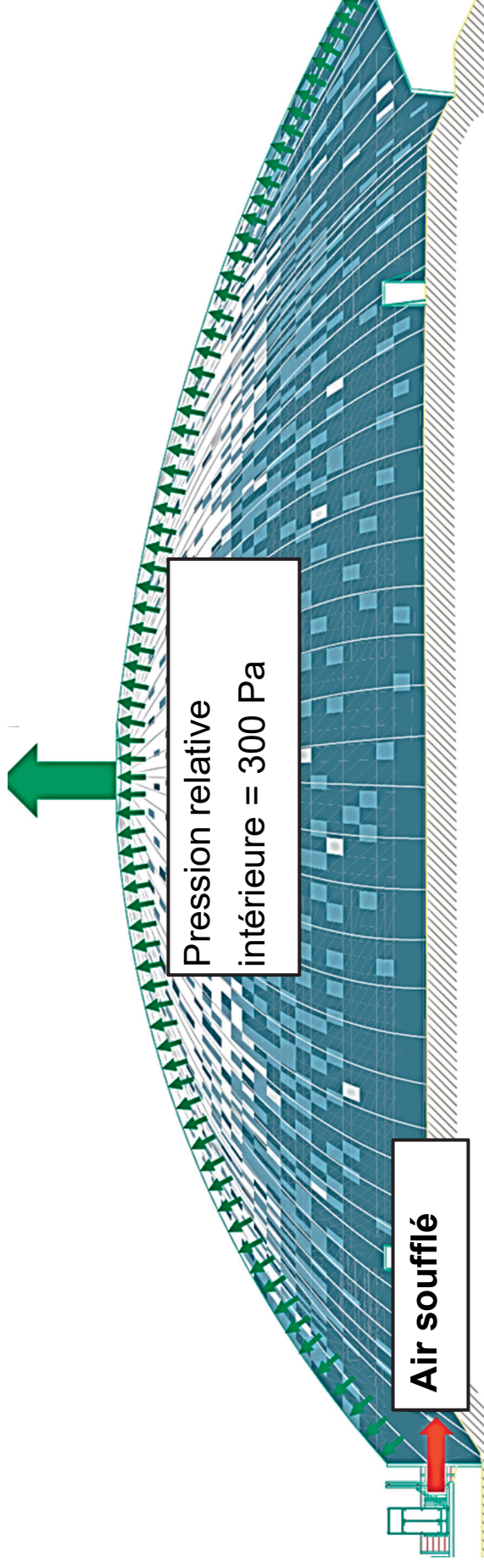


bdd [Paquet] 5 – Diagramme de définition de blocs [définition de blocs]



### DT3 : résultante des forces de pression

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



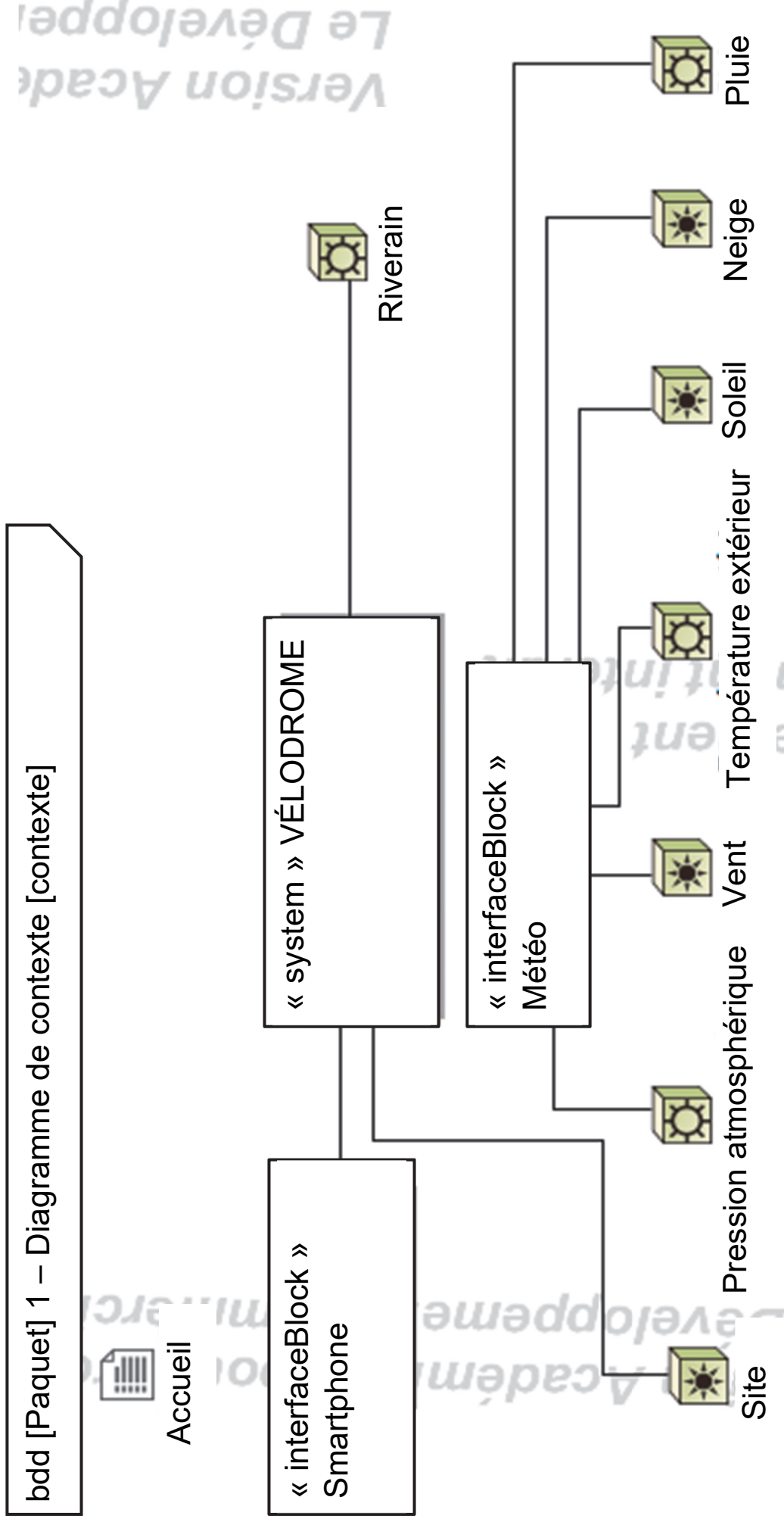
**On donne :**

- 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  $\text{m}^2$





## 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	P00	P00	P00	P00	P00	P00
Débit d'air		m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	7 000	9 800	13 400	18 200	21 800	30 000	35 000					
Pression relative		Pa	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300



## Partie 2/3

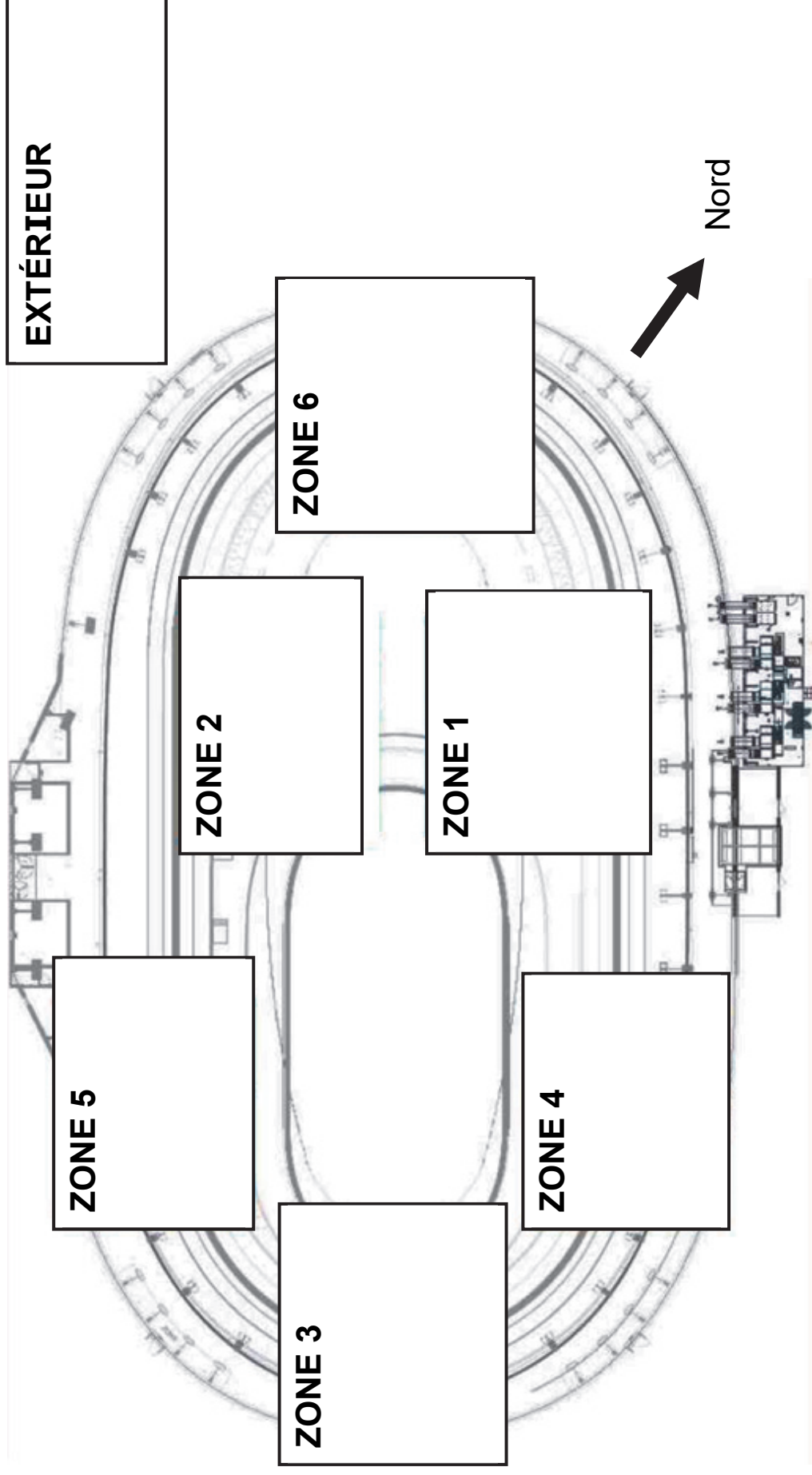
Modèle	PKE 100K	PKE 140K	PKE 190K	PKE 250K	PKE 320K	PKE 420K	PKE 550K
Saut de température Min et Max	°K 10,9 - 46,7	11,1 - 44,5	10,3 - 42,8	9,6 - 42,5	9,7 - 45,6	7,9 - 43,5	7,8 - 48,7
Alimentation électrique	V 400 triphasé						
Fréquence	Hz 50						
Puissance utile moteur Max	kW 3,0	4,0	4,0	7,5	7,5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

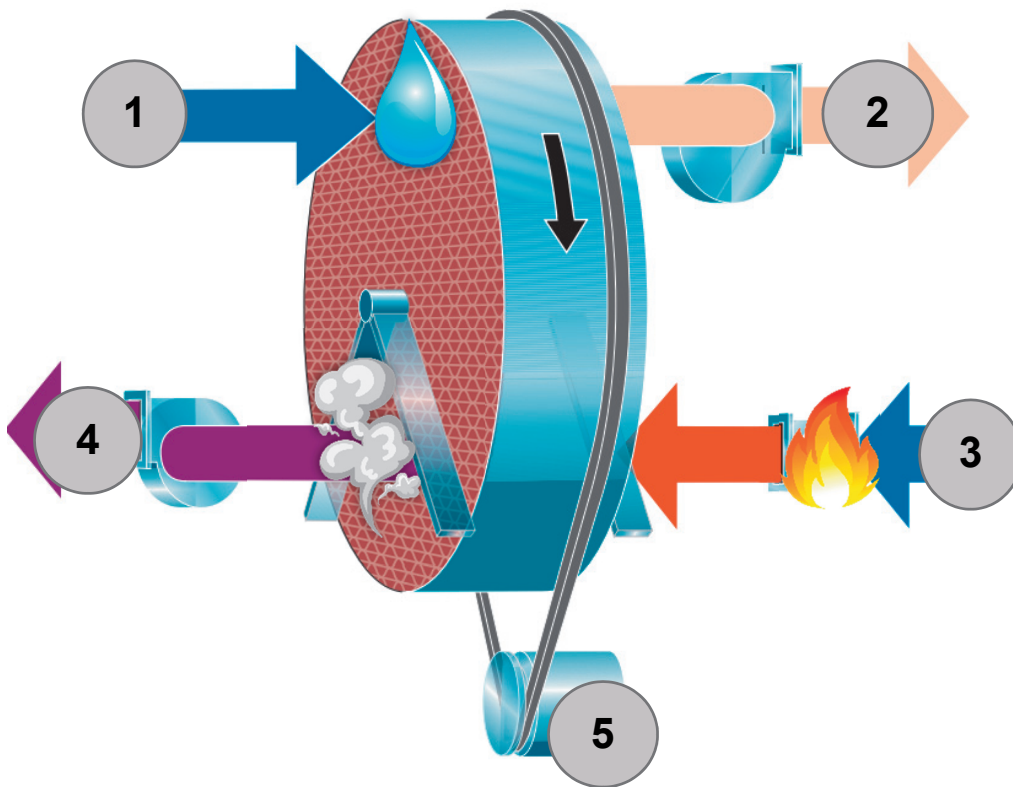
## DT7 : température de condensation en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air

**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.

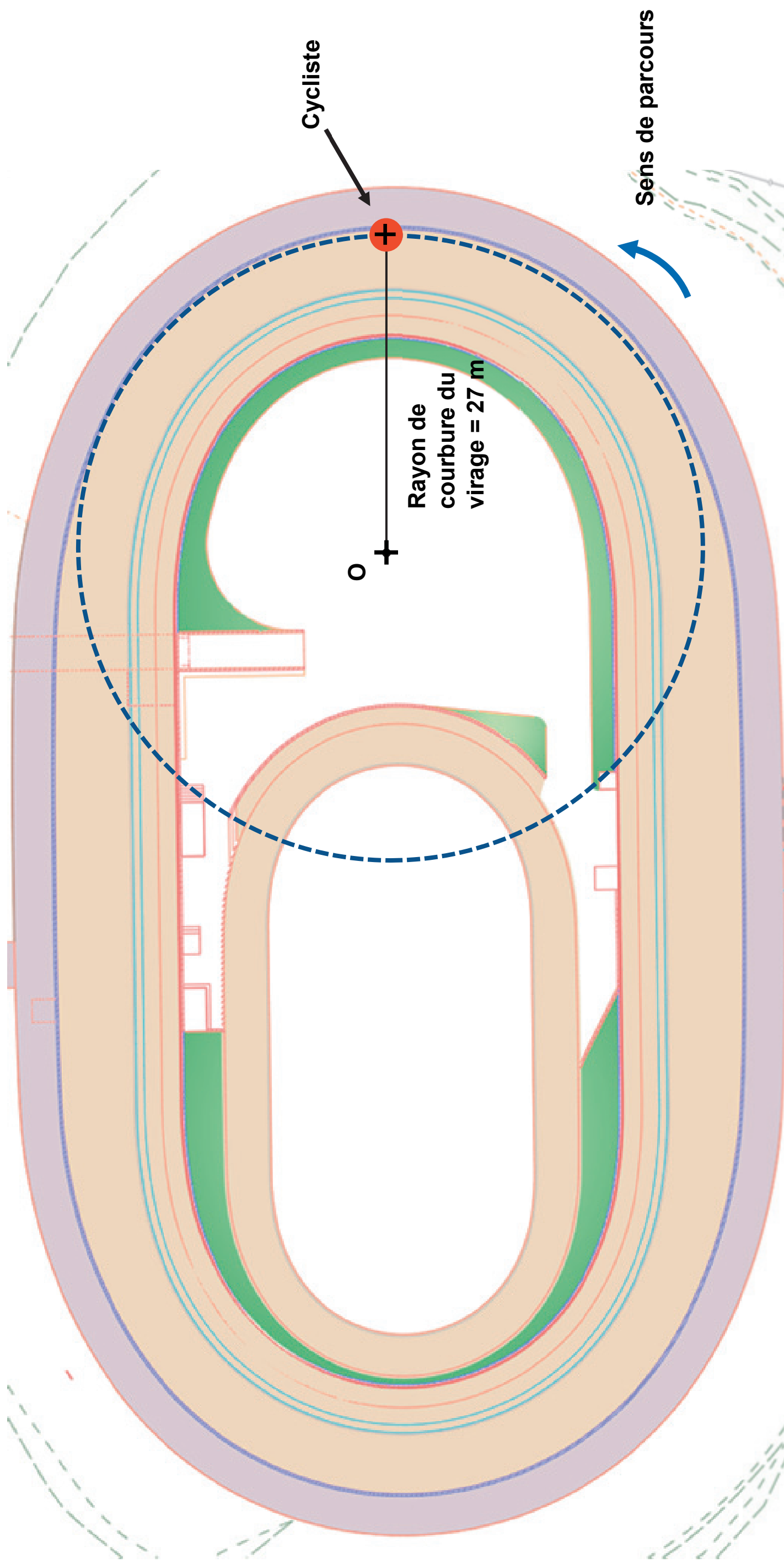
Un moteur avec une transmission poulie-courroie fait tourner la roue (**étape 5**) : la partie humide de la roue est séchée, le cycle recommence.

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 + ..... .....






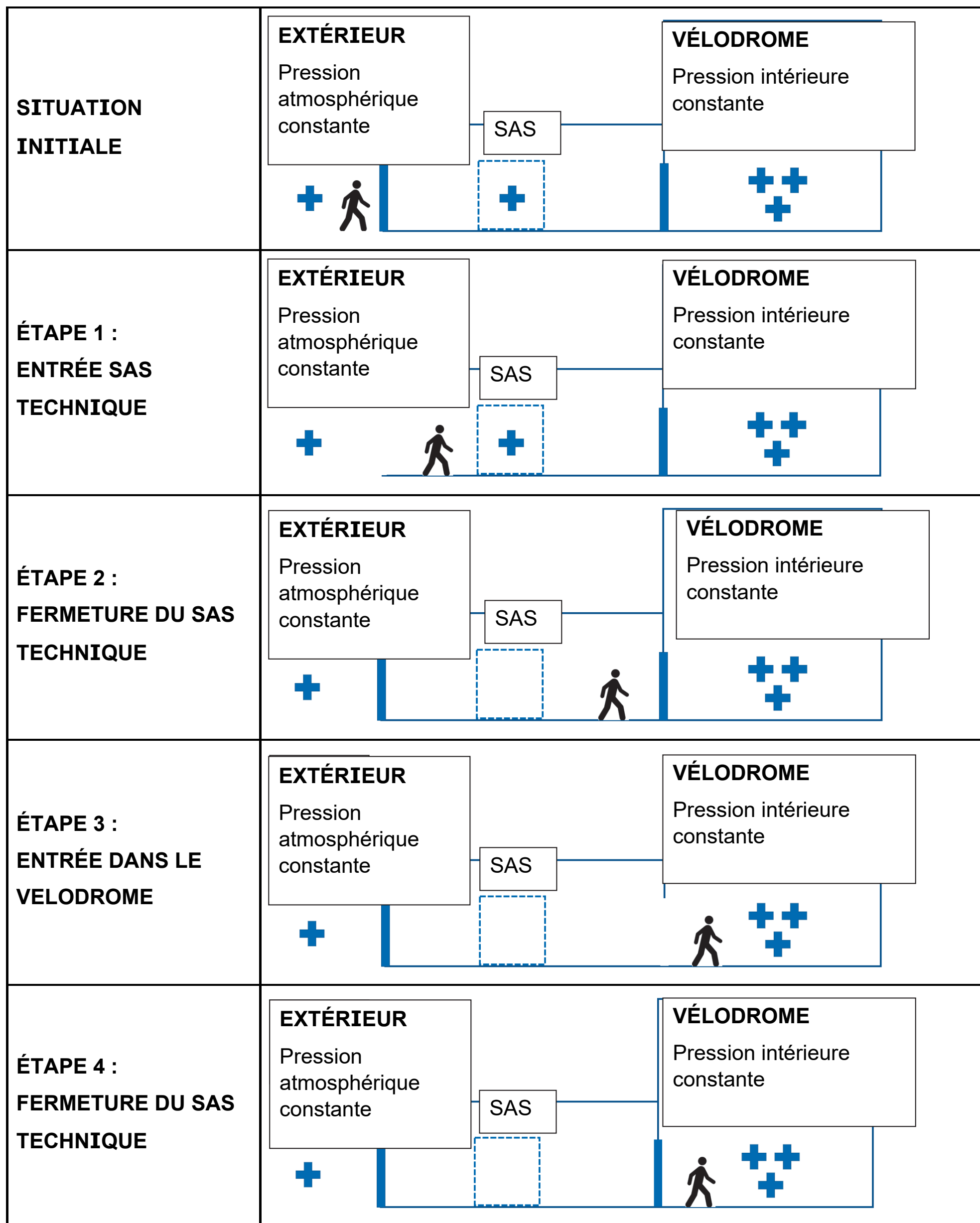


Échelle des vitesses : 1 cm → 20 km·h<sup>-1</sup>



Document réponses DR3 : fonctionnement d'un sas technique

Légende :  Pression extérieure  Pression intérieure dôme



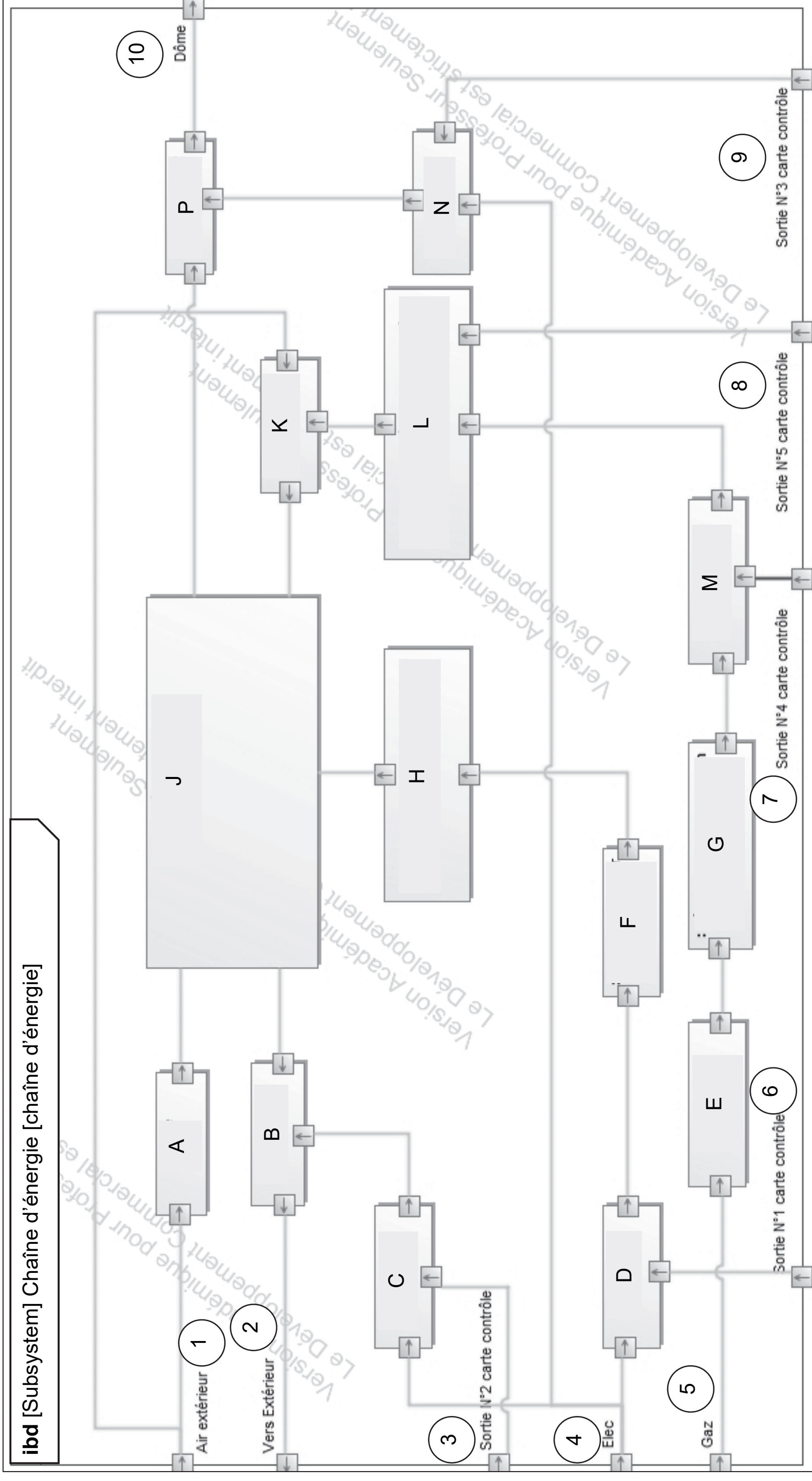


Document réponses DR4 : sondes de température

	Questions	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6
Résistance sol Pt100 en $\Omega$		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		.....	.....	.....	.....	.....	.....



Note de transcripteur : légende des blocs listée page agrandie suivante





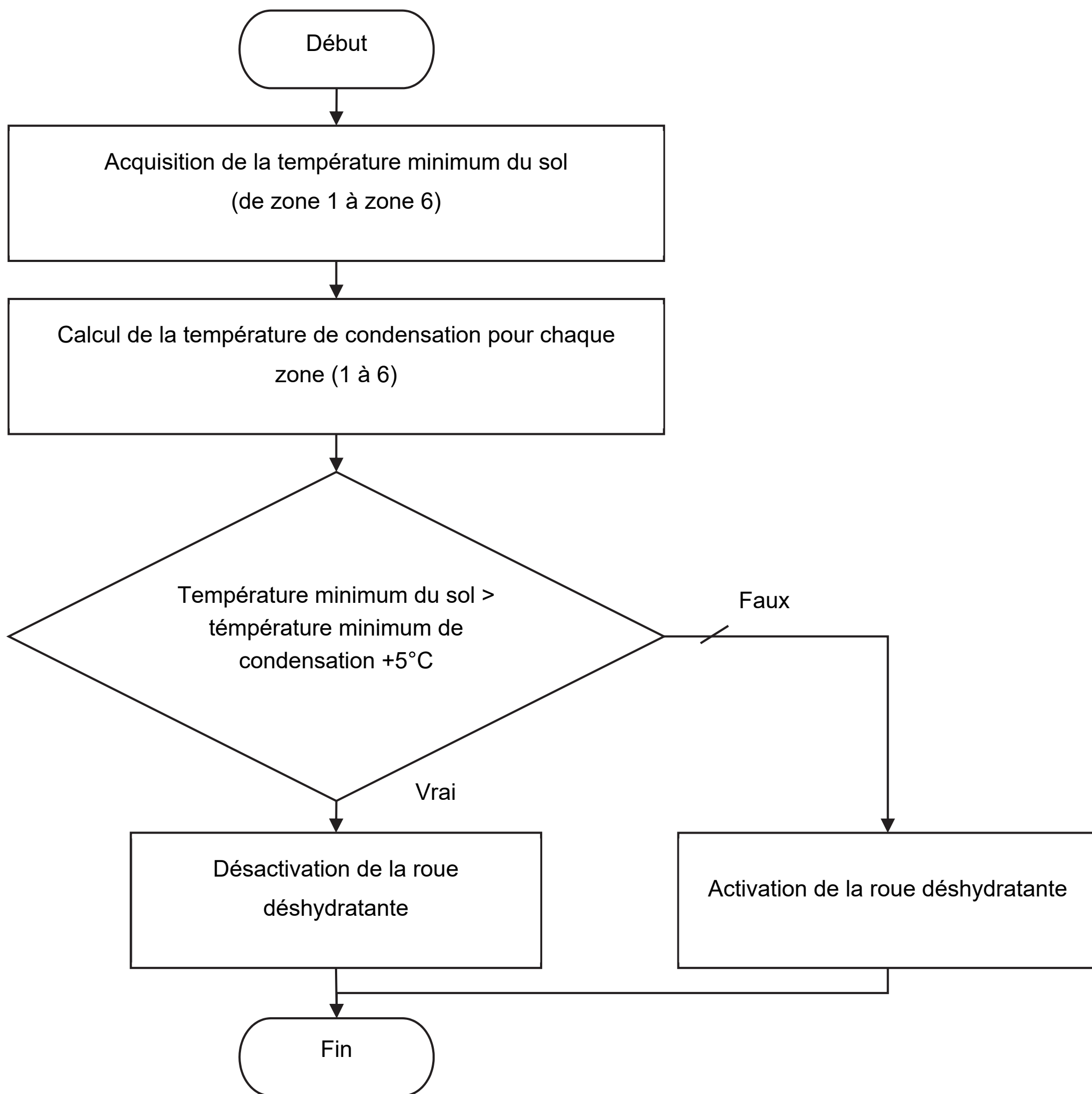


**1** : Air extérieur  
**2** : Vers extérieur  
**3** : Sortie N°2 carte contrôle  
**4** : Elec  
**5** : Gaz  
**6** : Sortie N°1 carte contrôle  
**7** : Sortie N°4 carte contrôle  
**8** : Sortie N°5 carte contrôle  
**9** : Sortie N°3 carte contrôle  
**10** : Dôme

**A** : Filtre  
**B** : Ventilateur1  
**C** : Variateur1  
**D** : Variateur  
**E** : Filtre à gaz  
**F** : Moto-réducteur  
**G** : Régulateur de pression  
**H** : Transmission poulie courroie  
**J** : Roue déshydratante  
**K** : Réchauffeur  
**L** : Électrovannérégulateur 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 (1,50 h)..... 8 points**

## **INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION**

### **VÉLODROME : Raymond Poulidor**



#### **Pages agrandies**

Présentation de l'étude et questionnaire.....	42 à 53
Documents techniques DTS1 à DTS10 .....	54 à 70
Documents réponses DRS1 à DRS3 .....	71 et 74

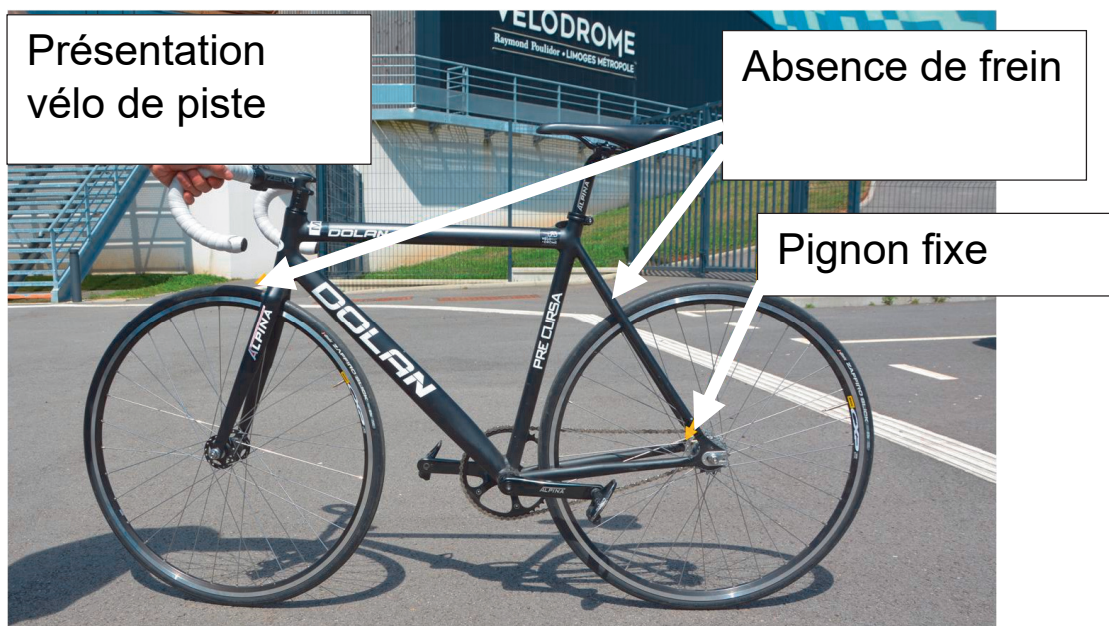
## Mise en situation

Les trois parties sont indépendantes et sont chacune introduites par une mise en situation.

## Travail demandé

### Partie A : pourquoi relever les virages ?

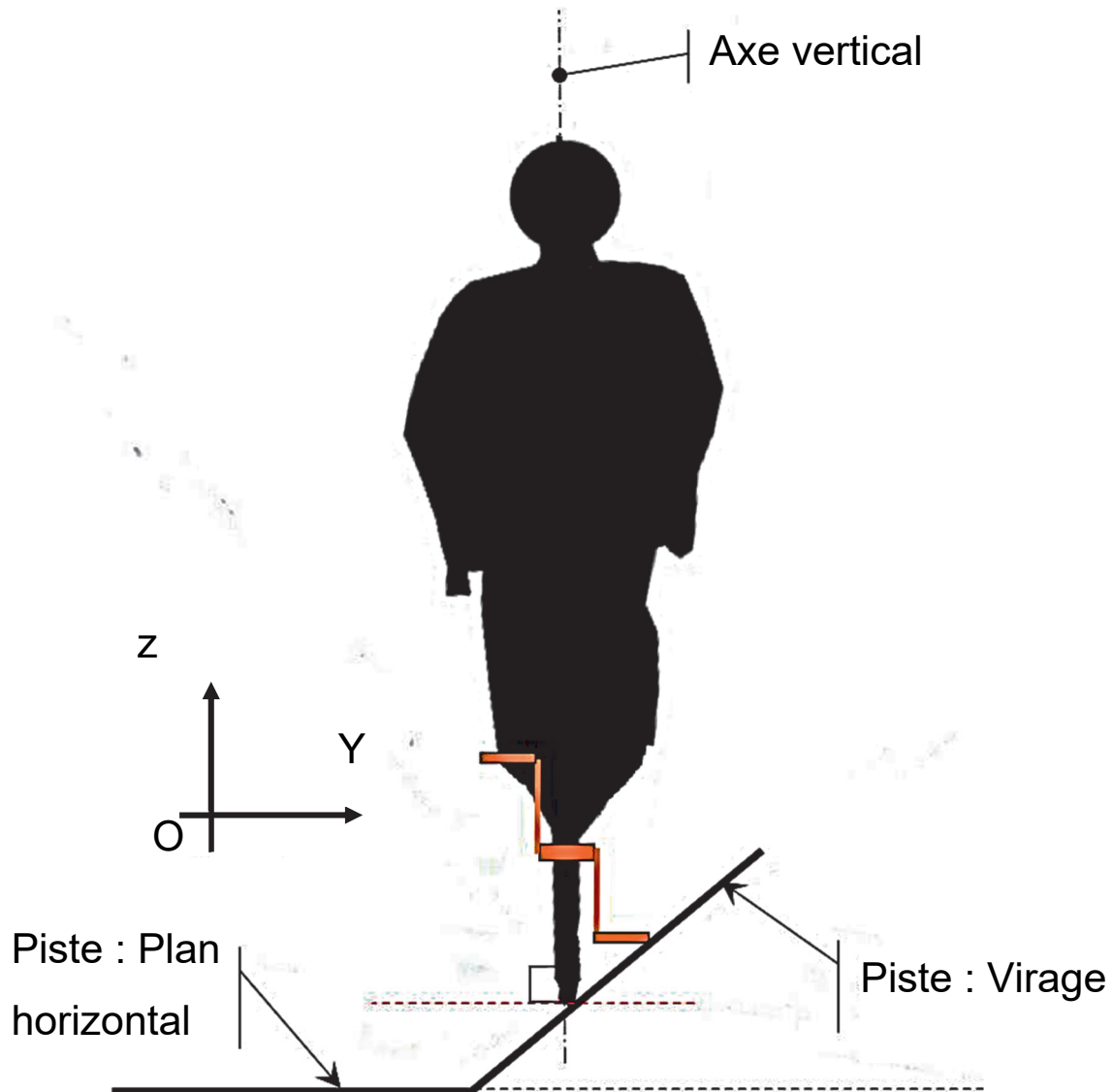
À la différence d'un vélo conventionnel, un vélo de piste dispose d'une transmission composée d'un pignon fixe (pas de roue libre). Cela lui confère un meilleur rendement, permet de se passer de dispositif de frein, facilite la pratique du « sur-place » (maintien du vélo à l'équilibre à l'arrêt) et au bilan permet un gain de masse significatif.



En situation de course, le cycliste peut décider de faire du « sur-place » dans un virage au point le plus prononcé de la pente. Pour cela deux conditions sont à vérifier :

- que la pédale en position basse ne touche pas la piste ;
- que l'adhérence des pneus sur la piste est suffisante.

Les dimensions du vélo sont définies sur DTS1.



### Question A.1 (DTS1, DRS1)

**Relever** les dimensions  $L_{gp y}$  et  $L_{gp z}$ , encombrement du pédalier respectivement sur l'axe  $\vec{Y}$  et l'axe  $\vec{Z}$ .

**Reporter** ces dimensions sur le DRS1.

### Question A.2 (DRS1)

**Calculer** l'angle  $\beta$  entre la droite limite de contact et l'horizontal.

La piste a un dévers de virage  $\alpha_p = 40,39^\circ$ .

**Conclure** sur le risque de contact entre la pédale et la piste.

La piste du vélodrome est en béton, les pneumatiques sont en élastomère (caoutchouc synthétique).

### Question A.3 (DTS2)

**Relever** la valeur du coefficient de frottement correspondant à ce couple de matériaux.

**Calculer** l'angle de frottement correspondant.

### Question A.4 (DRS2)

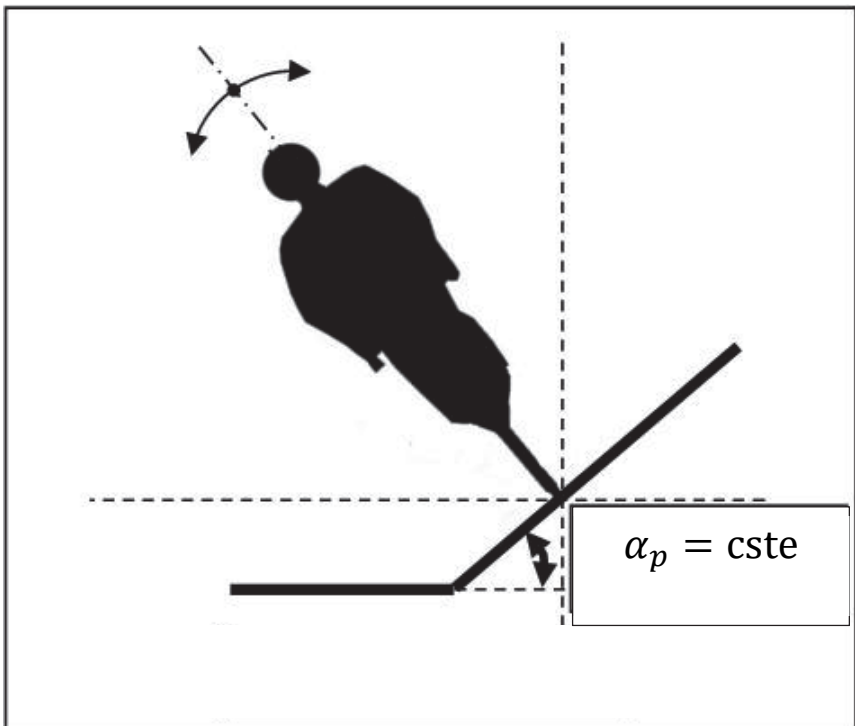
**Tracer** le cône de frottement sur le document DRS2.

**Conclure** sur la possibilité du cycliste à rester en équilibre dans cette situation.

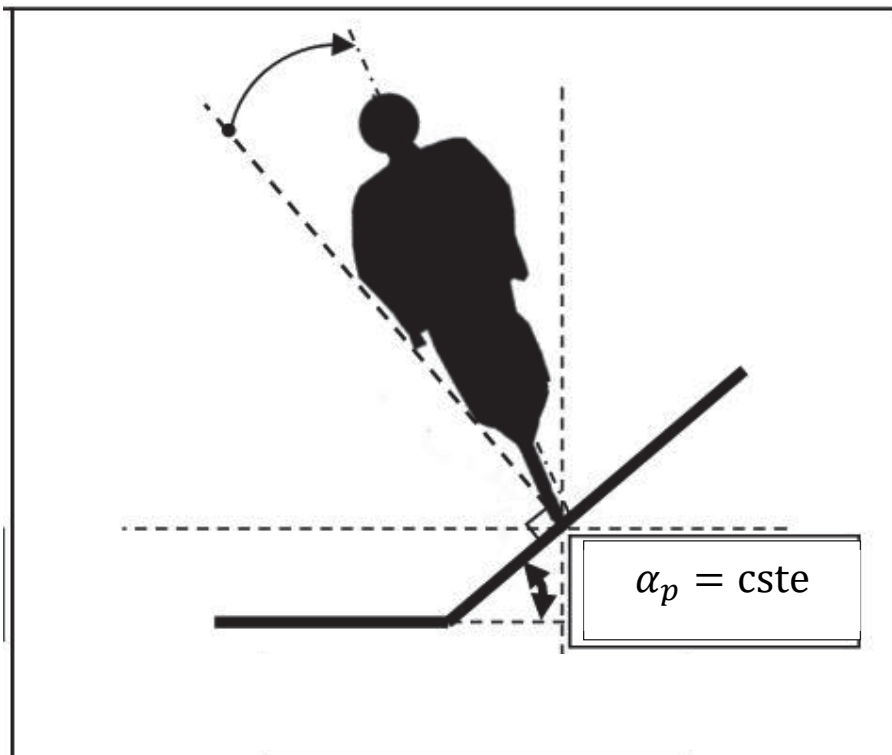
Lorsque le cycliste roule, pour lutter contre l'effet centrifuge, il doit plus ou moins se pencher vers l'intérieur du virage en fonction de sa vitesse.



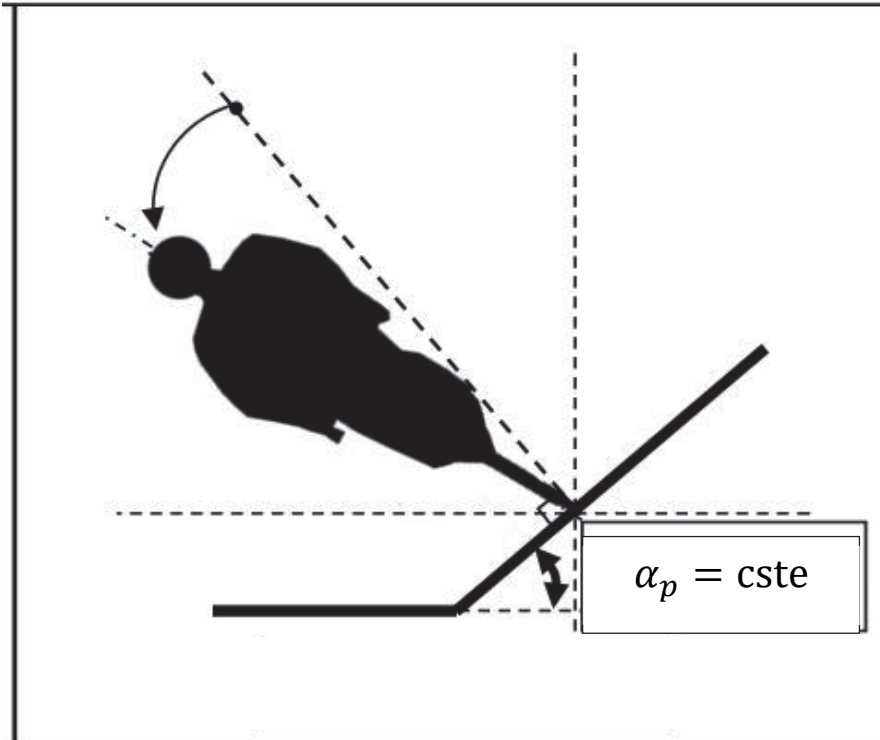
## Position 1



## Position 2



### Position 3



### Question A.5

**Indiquer** quelle position correspond à la vitesse la plus grande et quelle position correspond à la vitesse la plus petite.

L'angle d'équilibre  $P$  se calcule par  $\tan (P) = \frac{v_e^2}{g \cdot r}$  avec :

- $P$  angle d'inclinaison du cycliste par rapport à la verticale ;
- $V_e$  vitesse d'équilibre en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  ;
- $g$  accélération de la pesanteur en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$  ;
- $r$  rayon de courbure des virages en m.

La piste est de type allongée, son rayon de courbure des virages est  $r = 19 \text{ m}$ .

### **Question A.6**

**Calculer** à quelle vitesse  $V_e$  le cycliste doit adopter une inclinaison de  $45^\circ$ , correspondant à la limite du cône de frottement. **Convertir** cette valeur en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

**Expliquer** l'intérêt de relever (incliner) les virages.

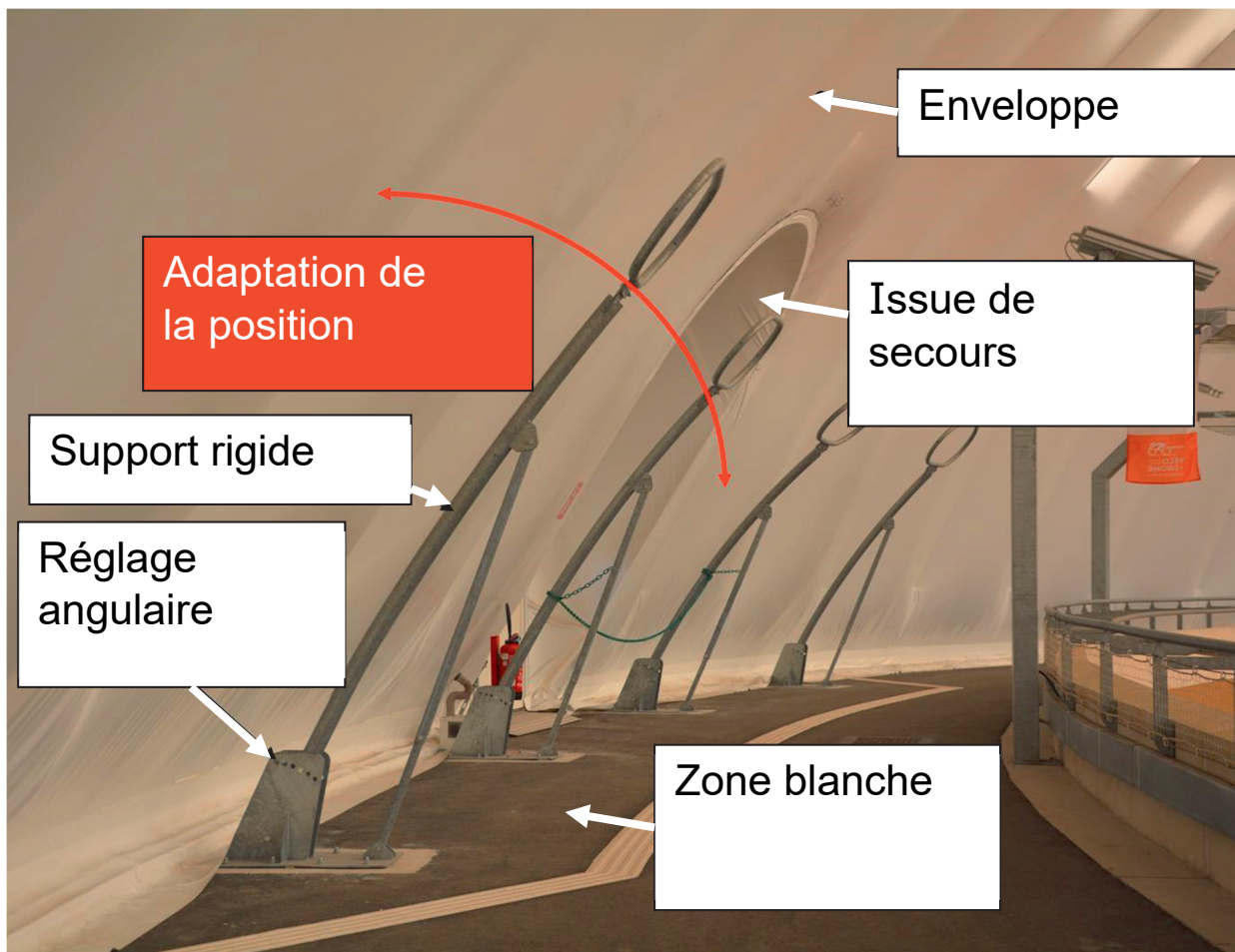
### **Partie B : la solution utilisée pour soutenir la couverture est-elle optimale ?**

Une zone protégée, appelée « zone blanche », de  $30 \text{ m}^2$  est aménagée devant chaque sortie (côté intérieur du vélodrome) afin de préserver le public d'un affaissement éventuel de l'enveloppe, permettant ainsi son évacuation en cas de défaillance. Voir DTS3.

### **Question B.1**

**Indiquer** les risques encourus par les spectateurs en cas de défaillance du système de pressurisation de la couverture.

Des supports rigides permettent ainsi de maintenir la couverture, ils sont mécano-soudés et composés de 4 pièces (voir DTS4) : l'arceau, le pilier, le contrevent et une platine support. Chaque support est réglable angulairement, en fonction de la position et de l'écartement demandé pour la zone blanche.



Lors des études préliminaires une autre technologie de construction a été envisagée : une structure en bois lamellé-collé (voir DTS5). Une première étude comparative des deux technologies est présentée sur le DTS6.

### Question B.2 (DTS6)

**Indiquer** la solution optimale au regard de cette première étude ;  
**justifier.**

Une deuxième étude comparative s'appuie sur des données environnementales : réchauffement climatique et besoin en eau. Voir DTS7 et DTS8.

L'unité de référence est le m<sup>3</sup>.

Les matériaux retenus pour les études sont :

- la structure métallique : acier, nuance S235 ;
- la structure bois : résineux type sapin « Douglas ».

### **Question B.3 (DTS7, DTS8)**

**Comparer** les impacts des deux structures ; **indiquer** la solution la plus optimale au regard de cette deuxième étude.

Une troisième étude mécanique de structure par simulation est présentée sur DTS10.

### **Question B.4 (DTS10)**

**Indiquer** les valeurs des contraintes maximales subies pour la structure acier et pour la structure bois.

**Comparer** les coefficients de sécurité des deux structures et **indiquer** la solution la plus optimale au regard de cette troisième étude.

### **Question B.5**

**Conclure** quant au choix des structures.

## Partie C : le monte-personne répond-il aux exigences du cahier des charges ?

Conformément à la réglementation des ERP (Établissement Recevant du Public), un dispositif permettant l'accès aux PMR a été mis en place.

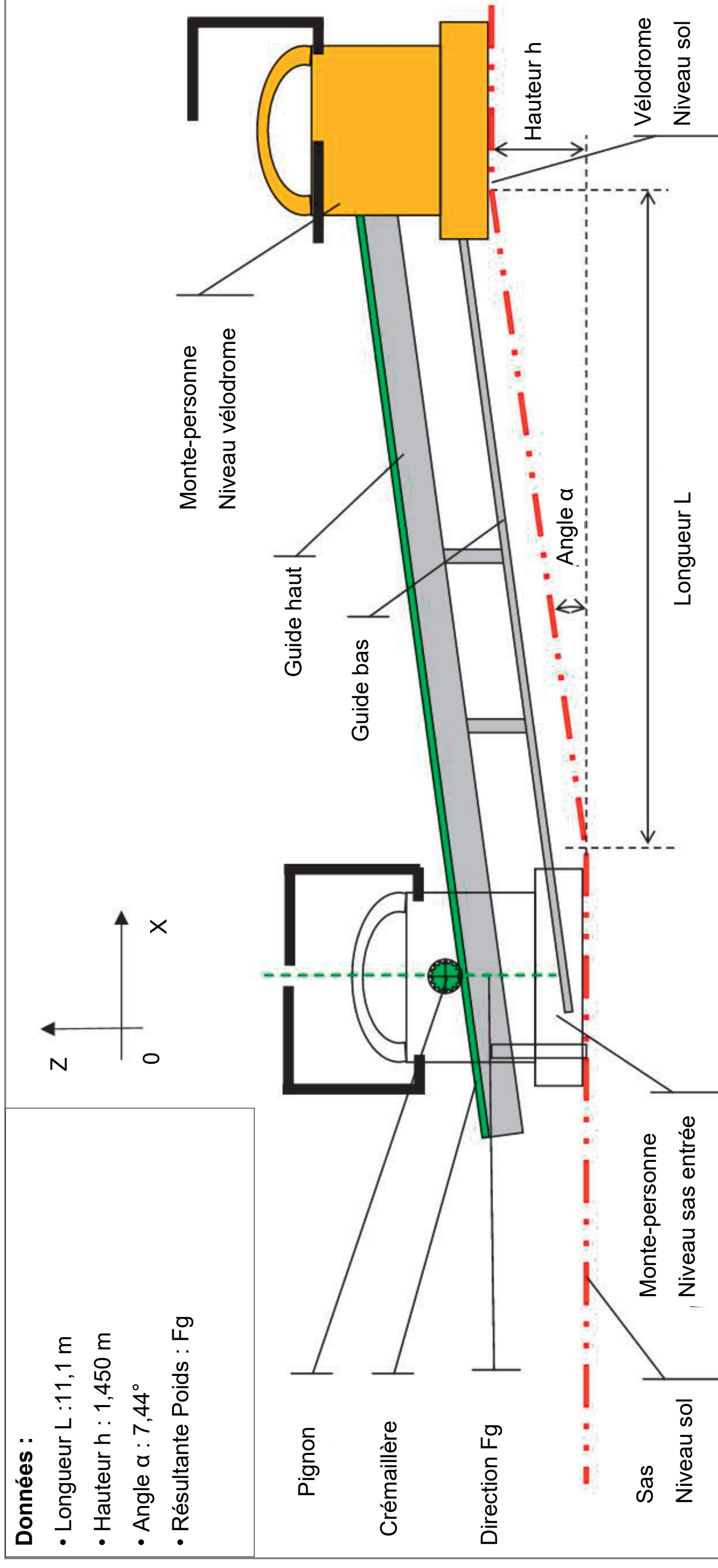




### Rampe intérieure

**Données :**

- Longueur  $L$  : 11,1 m
- Hauteur  $h$  : 1,450 m
- Angle  $\alpha$  :  $7,44^\circ$
- Résultante Poids :  $F_g$



### Question C.1

**Indiquer** la nature du mouvement entre le monte personne et le sol.

**Justifier** le choix d'un système « pignon – crémaillère ».

### Question C.2 (DRS3)

L'IBD représenté en DRS3 représente la chaîne de puissance du monte-personnes. **Indiquer** les fonctions des différents blocs en utilisant les termes définis sous l'IBD. **Indiquer** la nature des mouvements entre blocs.

Le document DRS3 donne des caractéristiques de la chaîne d'énergie utiles aux question suivantes.

### Question C.3

**Calculer** la vitesse de rotation en  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$  de la sortie du réducteur.

Les caractéristiques pignon-crémaillère sont : pas = 12 mm ; nombre de dents du pignon  $Z_{\text{pignon}} = 15$ .

### Question C.4 (DTS9)

**Calculer** le rayon primitif du pignon  $r_{\text{pignon}}$ .

### Question C.5 (DTS9)

**Calculer** la vitesse de déplacement du monte-personne.

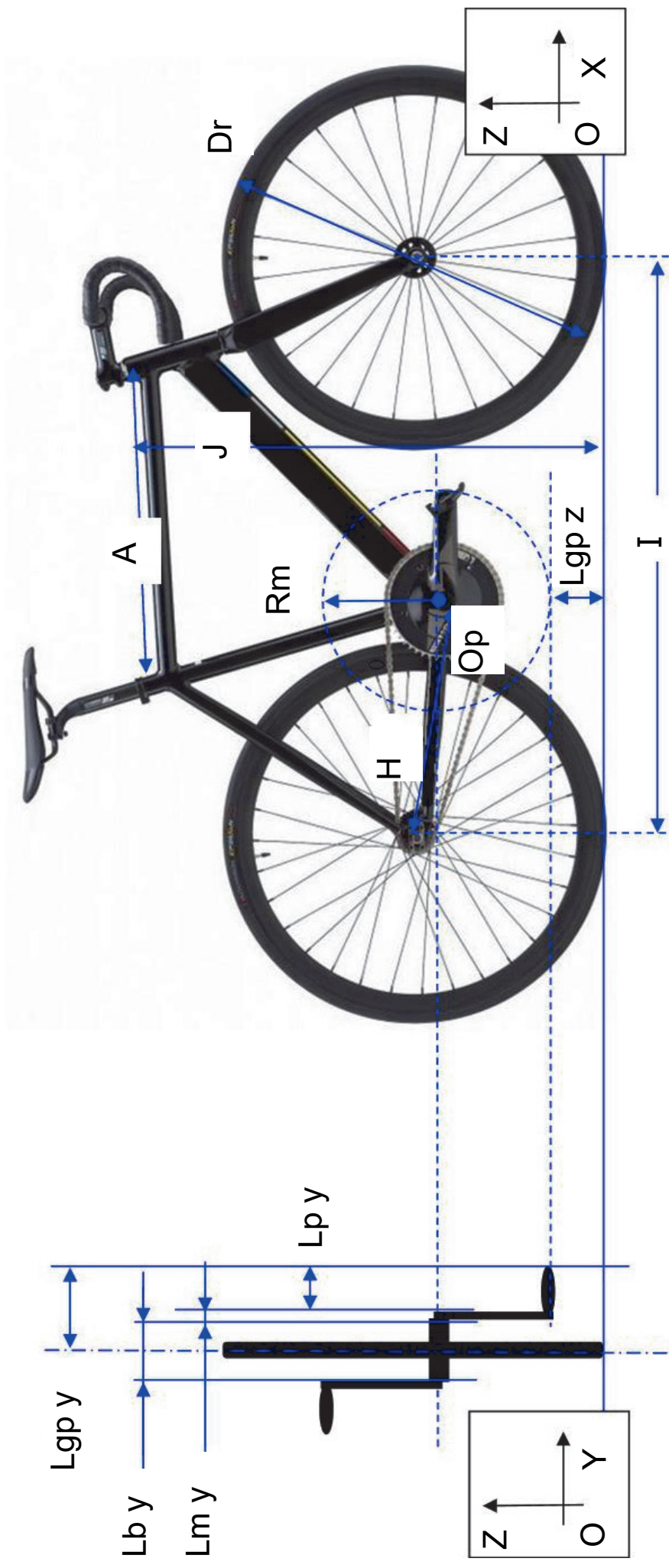
Le cahier des charges impose une exigence maximale de vitesse de déplacement du monte-personne de  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### Question C.6

**Conclure** sur le choix de la transmission par rapport à cette exigence du cahier des charges.



# Document technique DTS1 : caractéristiques des vélos de piste



Partie 1/2

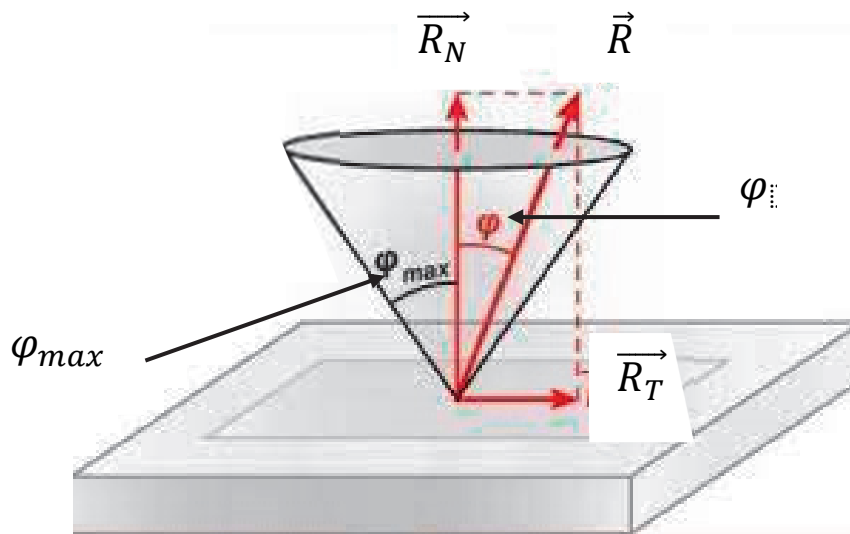
<b>Référence</b>	<b>Désignation (en mm)</b>	<b>taille 1</b>	<b>taille 2</b>	<b>taille 3</b>	<b>taille 4</b>	<b>taille 5</b>	<b>taille 6</b>
<b>Dr</b>	Diamètre roue Avant et Arrière	700	700	700	700	700	700
<b>A</b>	Top Tube efficace	518	532	548	563	575	590
<b>Lb y</b>	Décalage boîtier de pédalier	70	70	70	70	70	70
<b>H</b>	Hauban inférieur	410	410	415	415	415	415
<b>I</b>	Entraxe	975	981	993	996	1008	1018
<b>J</b>	Hauteur totale	735	753	774	795	815	835

Partie 2/2

<b>Référence</b>	<b>Désignation (en mm)</b>	<b>taille 1</b>	<b>taille 2</b>	<b>taille 3</b>	<b>taille 4</b>	<b>taille 5</b>	<b>taille 6</b>
<b>Lm y</b>	Largeur manivelle	20	20	20	20	20	20
<b>Rm</b>	Longueur manivelle	165	165	165	165	165	165
<b>Lp y</b>	Longueur pédale	80	80	80	80	80	80
<b>Lgp y</b>	Encombrement global sur y	135	135	135	135	135	135
<b>Lgp z</b>	Encombrement global sur z	175	175	175	175	175	175

# Document technique DTS2 : tableau de coefficients de frottement

## Cône de frottement



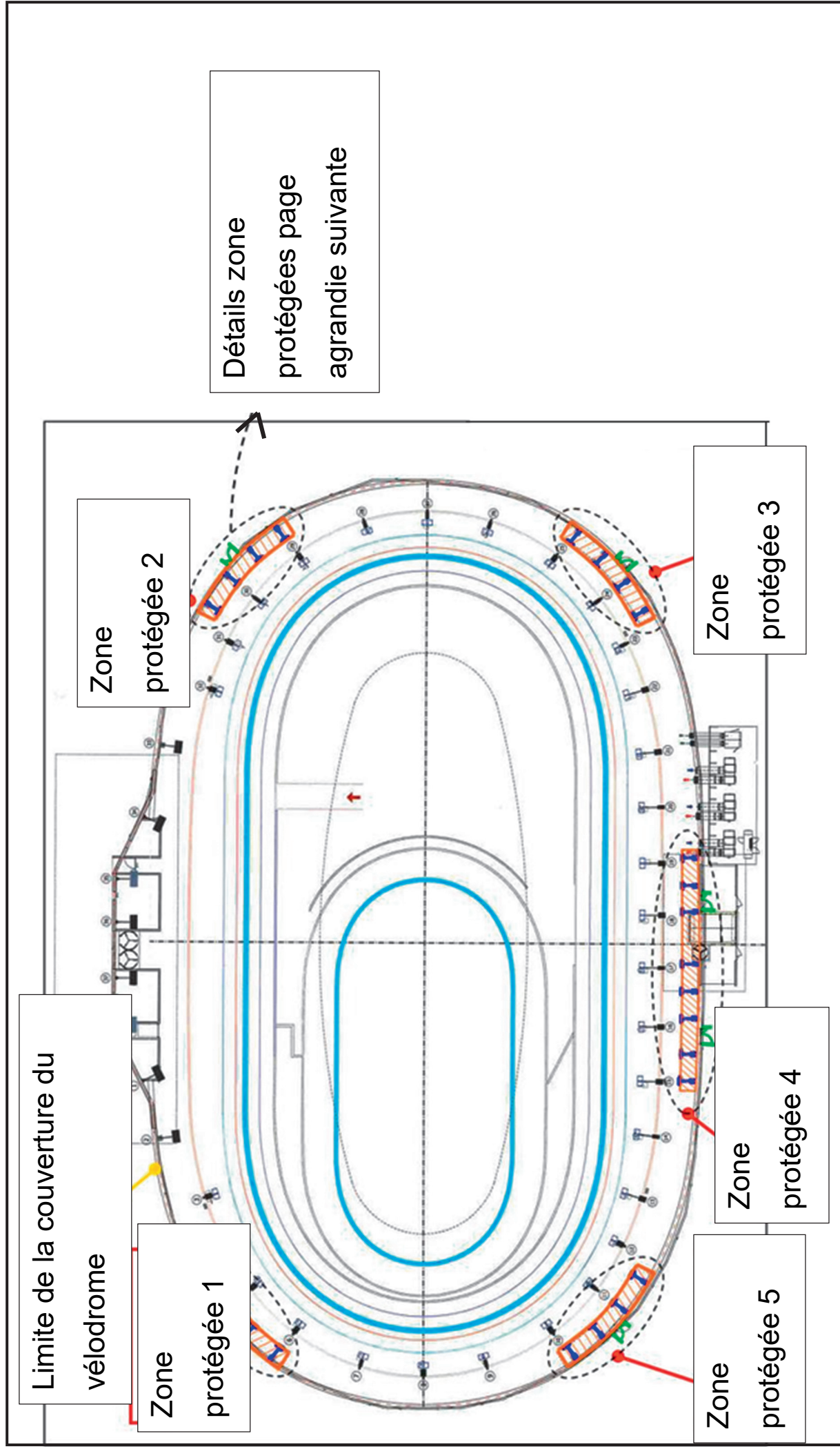
Substance en contact	Coefficient de frottement : f
Élastomère sur asphalte sec	1,2
Élastomère sur asphalte mouillé	0,6
Élastomère sur béton sec	1
Élastomère sur béton mouillé	0,65
Élastomère sur glace	0,006

Le coefficient de frottement est défini par  $f = \text{tg}(\varphi)$  où  $\varphi$  est l'angle de frottement

## **Document technique DTS3 : présentation des zones protégées pour évacuation de la piste du vélodrome.**

Une « zone protégée » sera aménagée devant chaque sortie (côté intérieur) afin de préserver le public d'un affaissement éventuel de l'enveloppe et permettre ainsi son évacuation, évitant tout mouvement de panique.

Le projet comportera quatre portiques (dispositif porteur) par unité de passage, exceptée la « zone protégée 4 ».



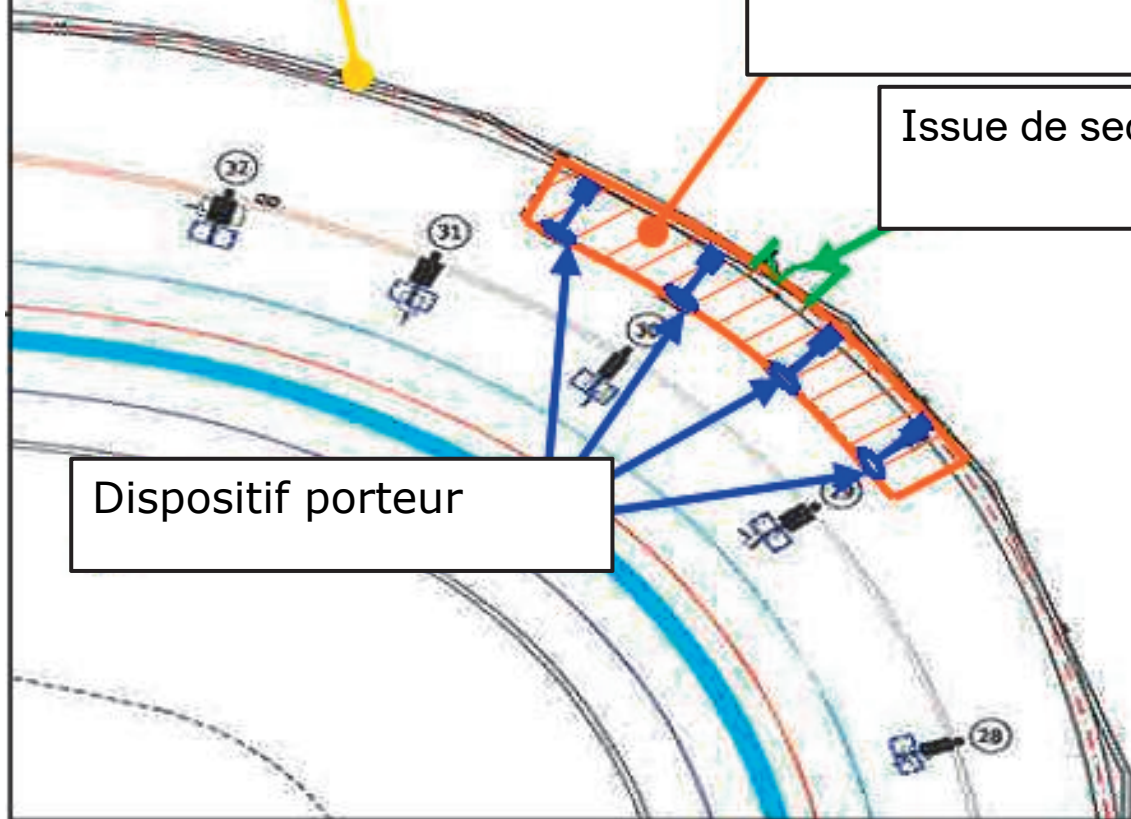
## Détails « zone protégée »

Limite de la couverture du vélodrome

Surface sécurisée

Issue de secours

Dispositif porteur

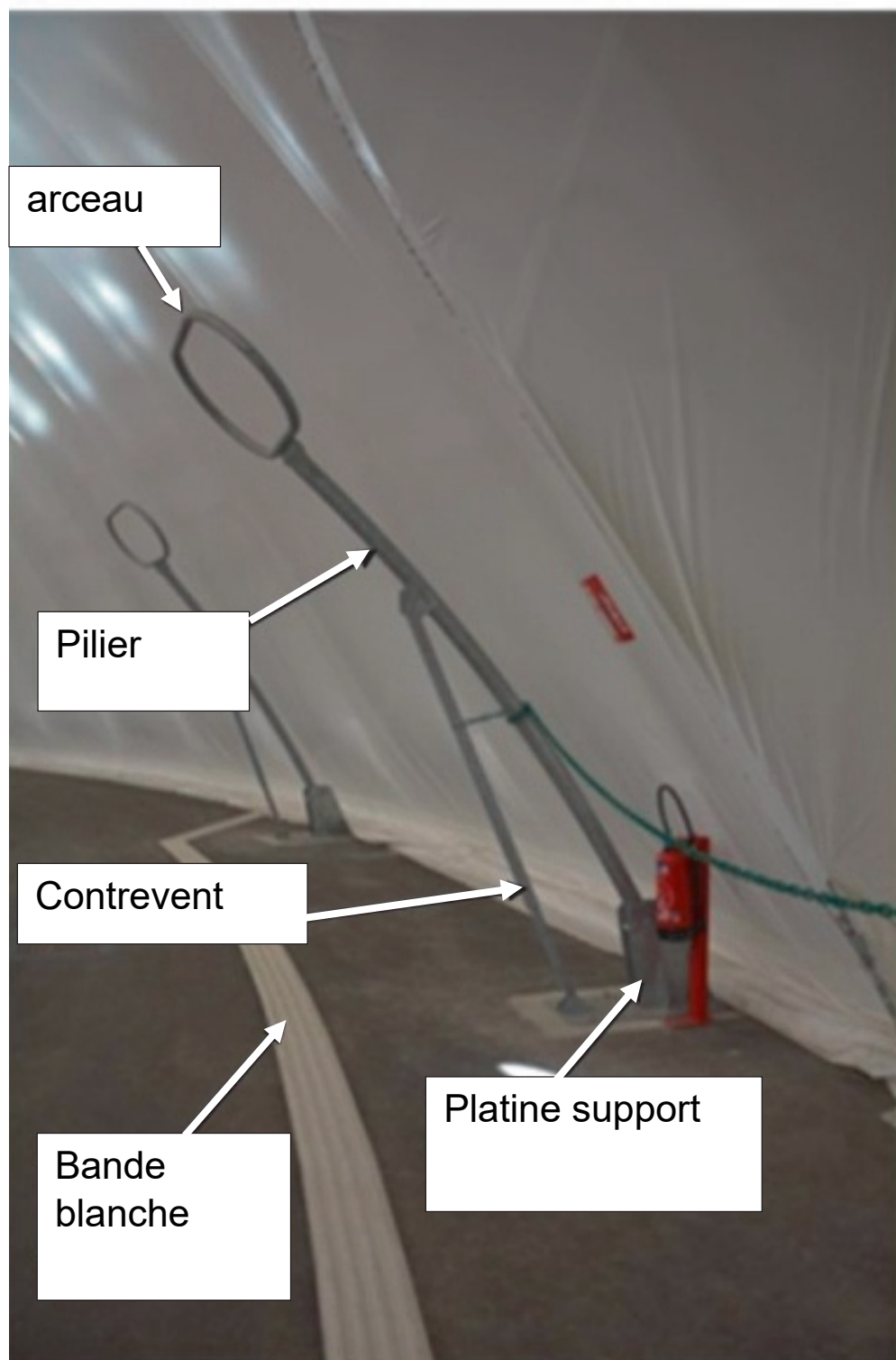


### Les caractéristiques de cette zone sont les suivantes :

- surface égale à  $30 \text{ m}^2$  par unité de passage de la sortie (SG12) ;
- hauteur au moins égale à celle des portes ;
- supports rigides calculés avec une surcharge de  $25 \text{ daN}\cdot\text{m}^{-2}$ .



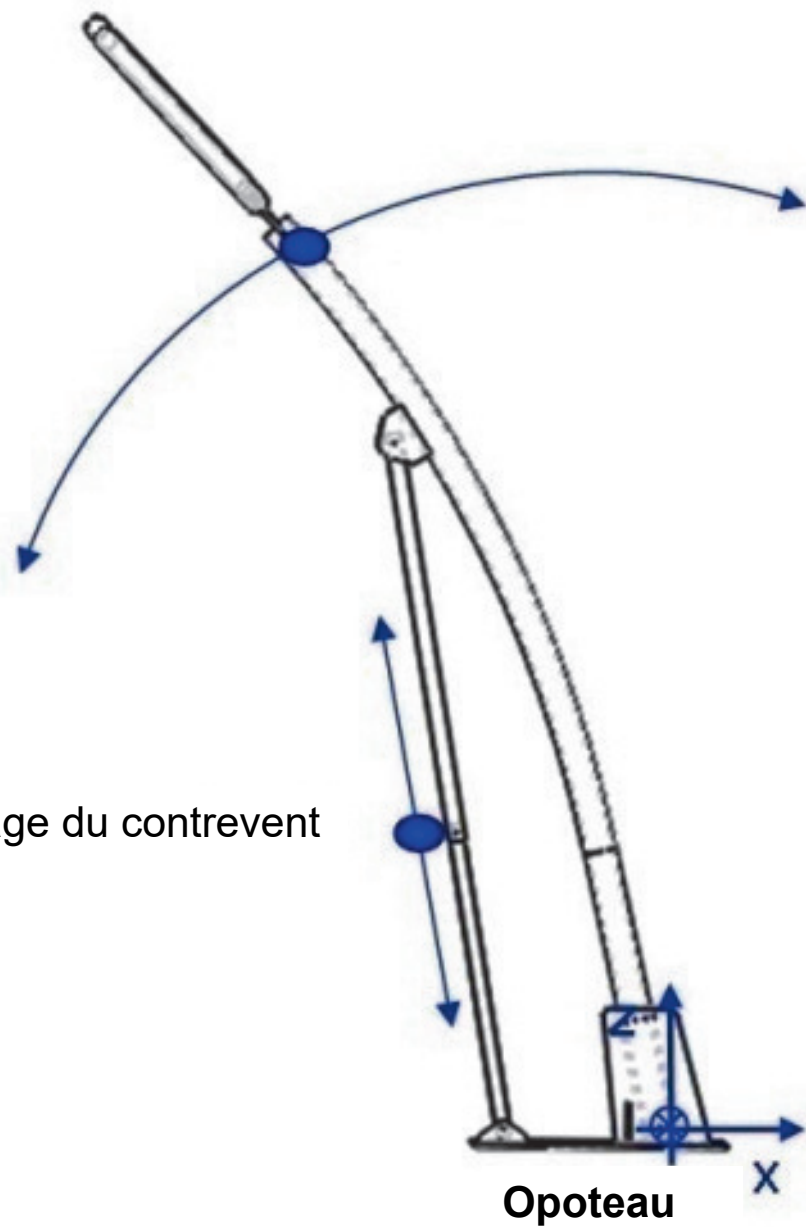
## Document technique DTS4 : description de la structure mécano-soudée





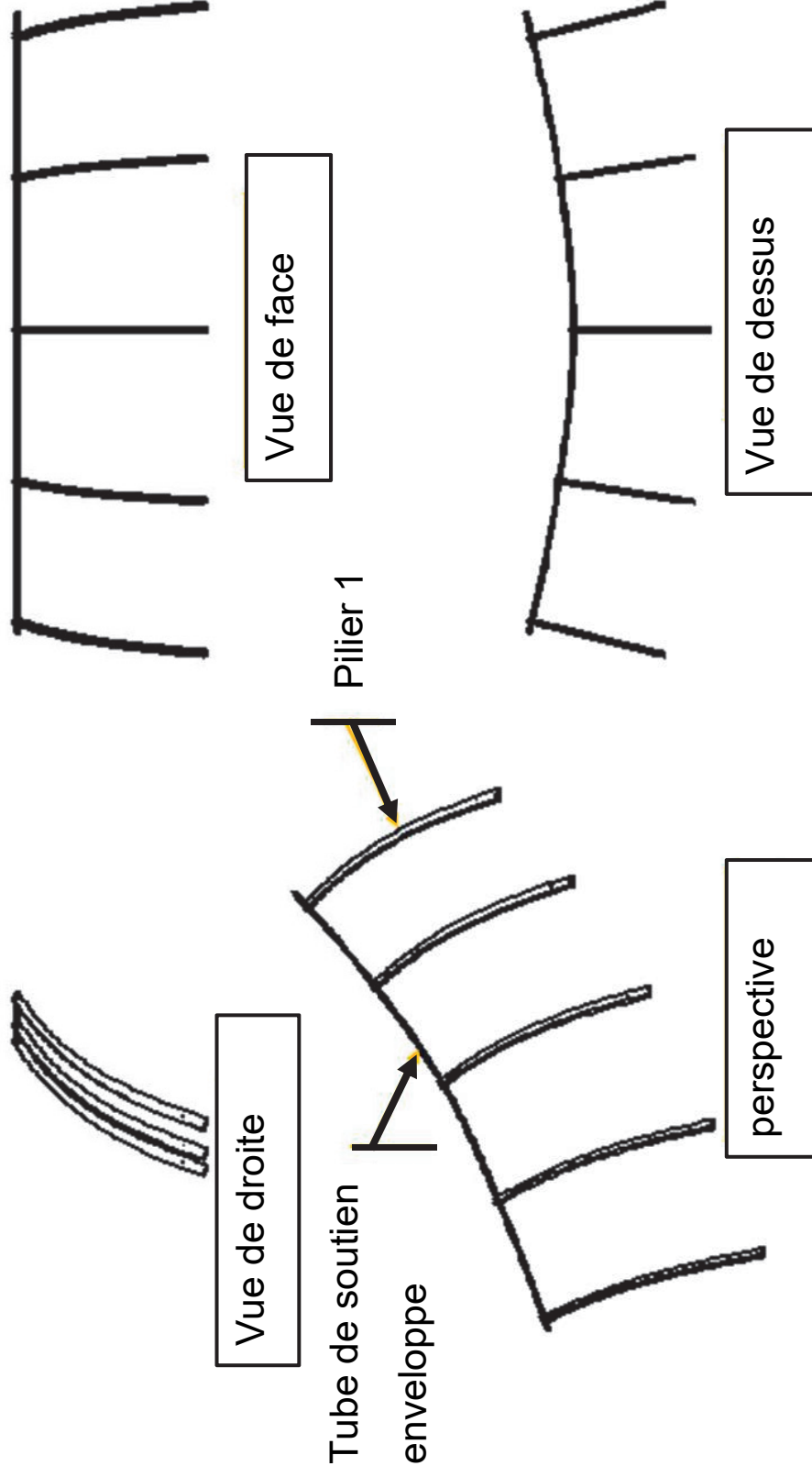
Mouvement du poteau

Mouvement de réglage du contrevent



Opoteau : Point origine de liaison pivot

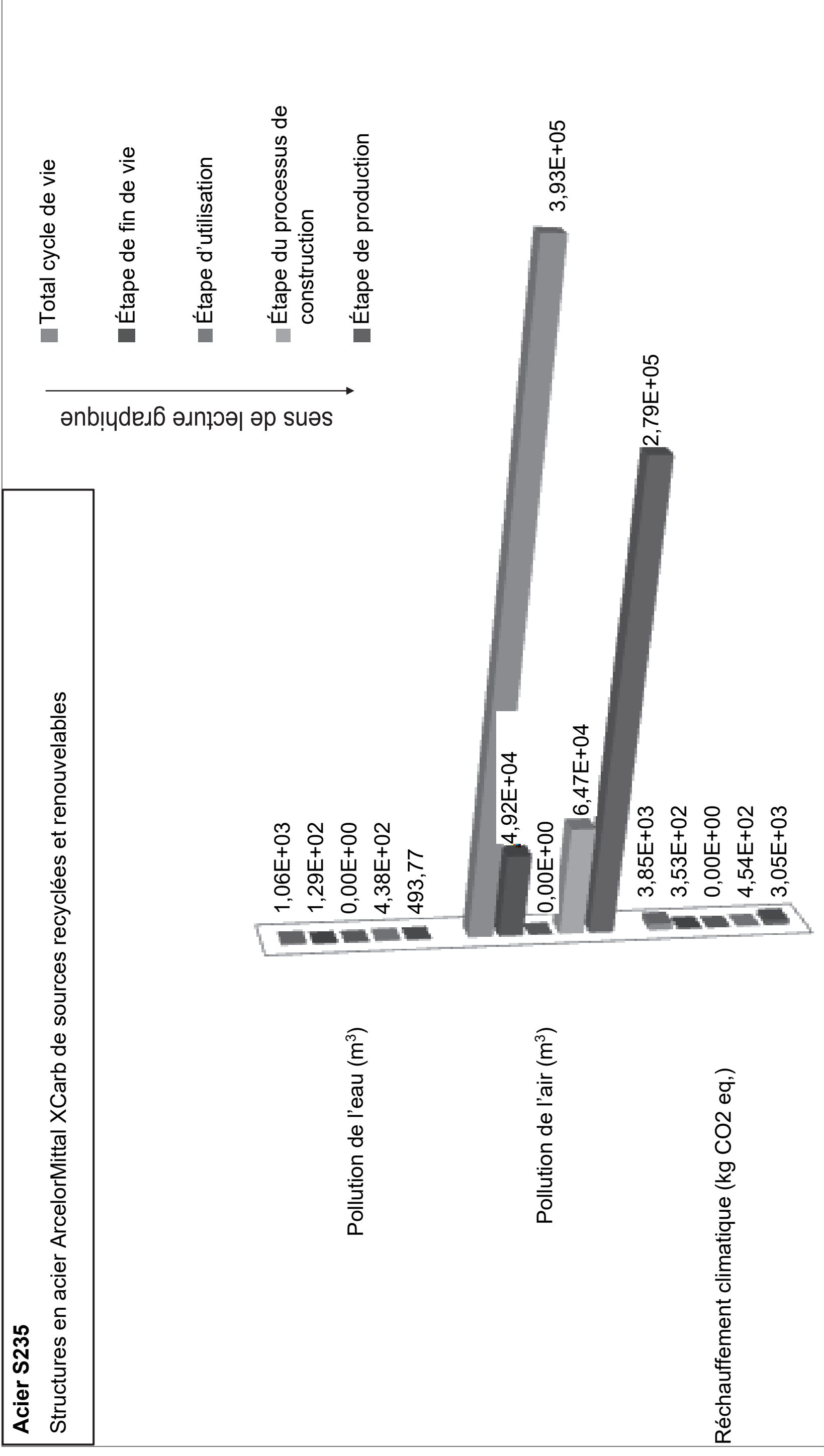
Document technique DTS5 : description de la structure bois lamellé-collé.



**Document technique DTS6 : tableau comparatif des technologies**

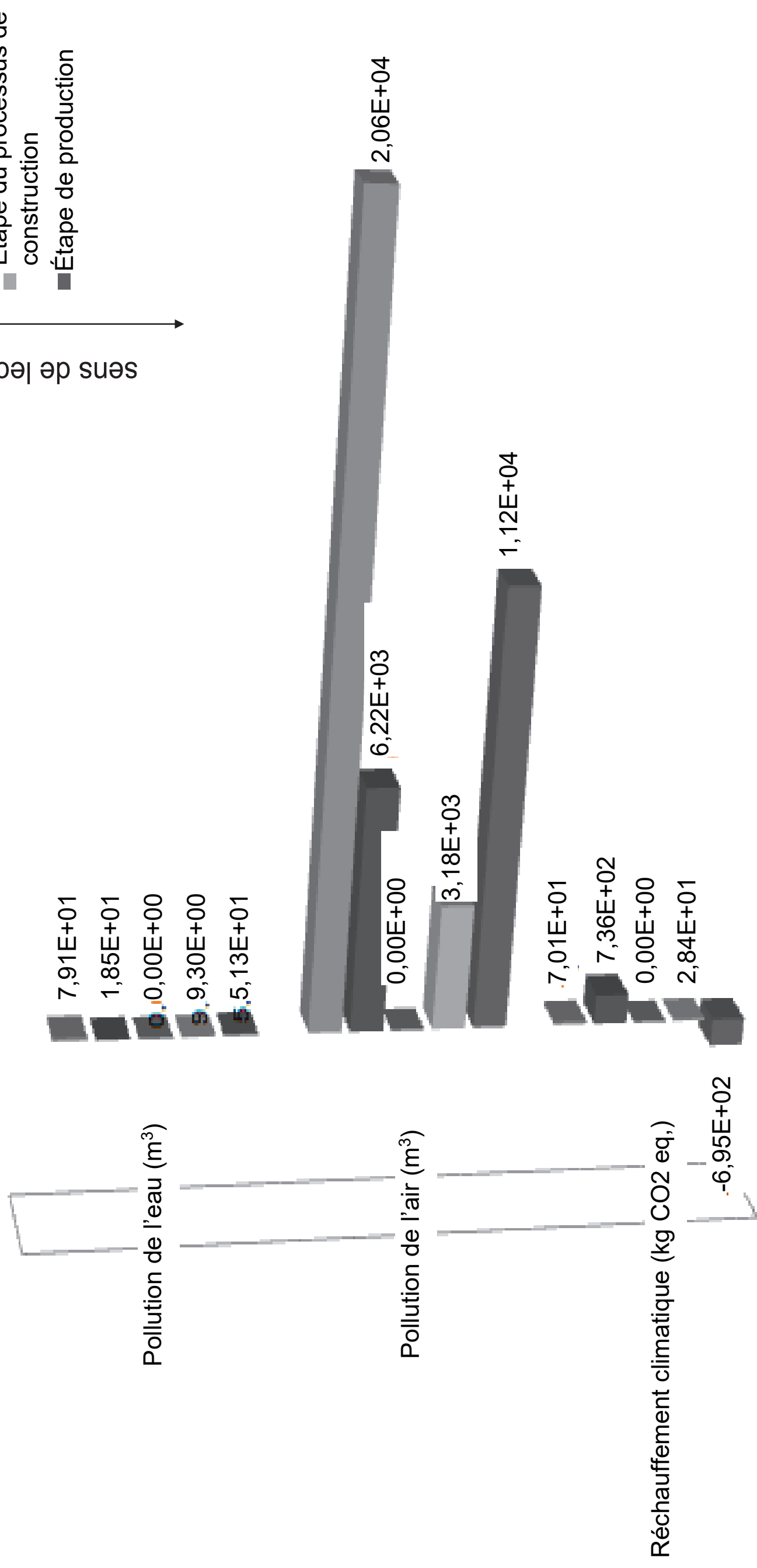
<b>Désignation</b>	<b>Série</b>	<b>Précision procédé</b>	<b>Facilité de mise en œuvre</b>	<b>Délai de réalisation</b>	<b>Coût</b>	<b>Réglage</b>
<b>Mécano- soudure</b>	- Prototype - Unitaire - Petite à grande	Faible	- Outillage propre au métier	- Court - Pas d'outillage spécifique	Faible	Possible
<b>Lamellé- collé</b>	- Unitaire - Petite	Moyenne	- Outillage propre au métier - Réalisation de matrice	Matrice à réaliser	Élevé si série non adaptée	Impossible

Comparatif 1

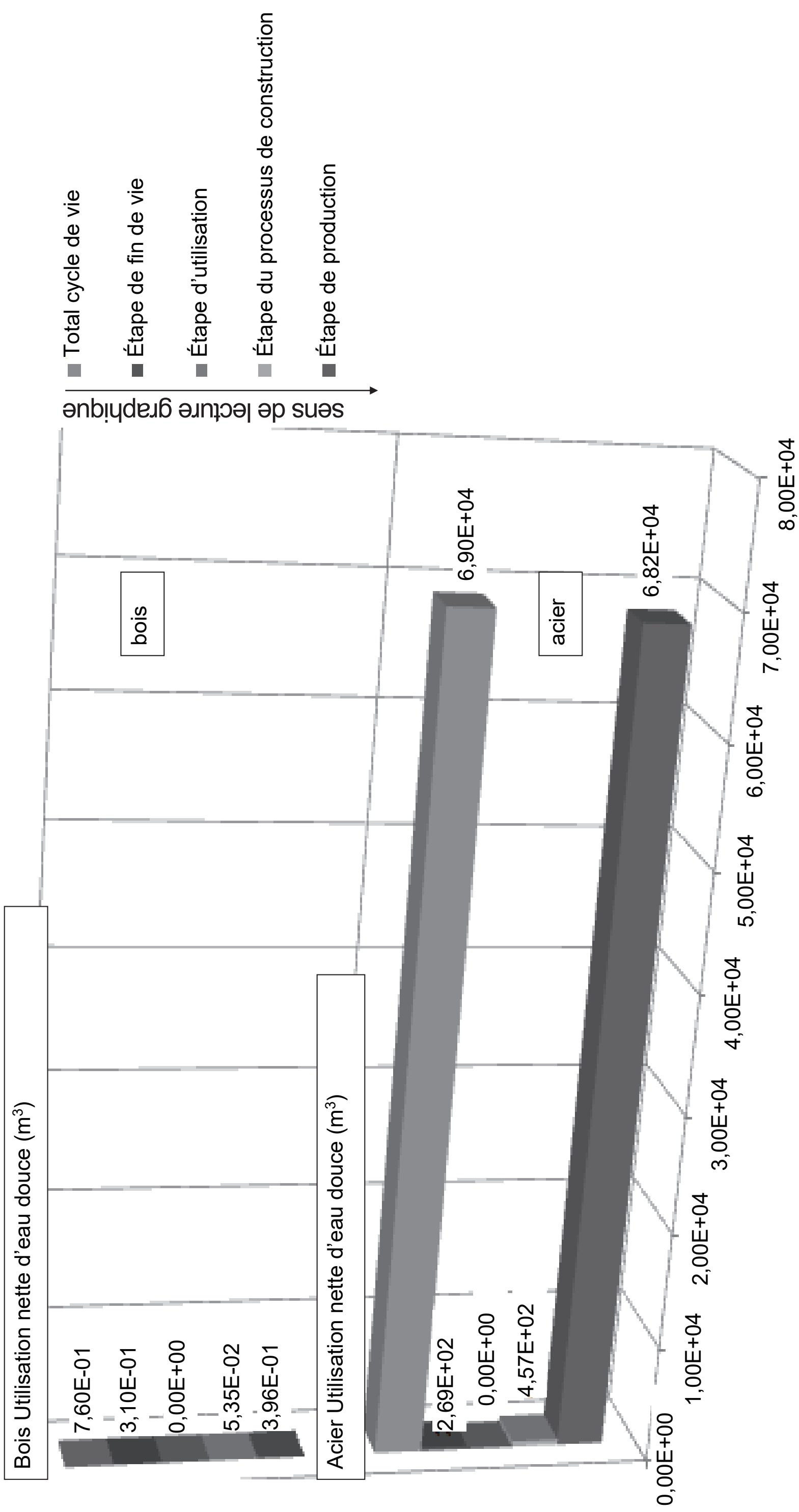


## Bois résineux

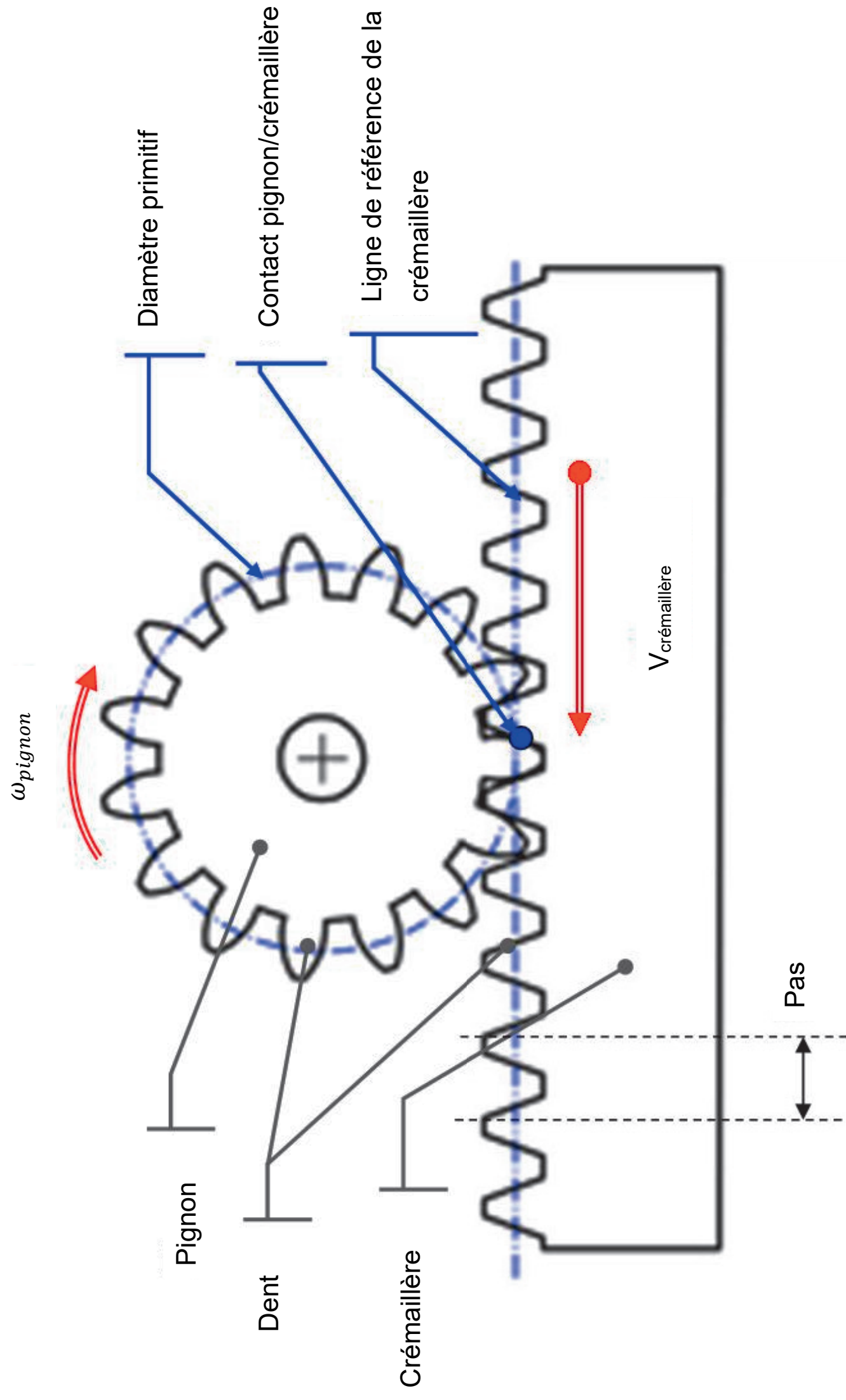
France Fédération Nationale du Bois



**Comparatif 2**



## Description pignon – crémaillère



**Légende :**

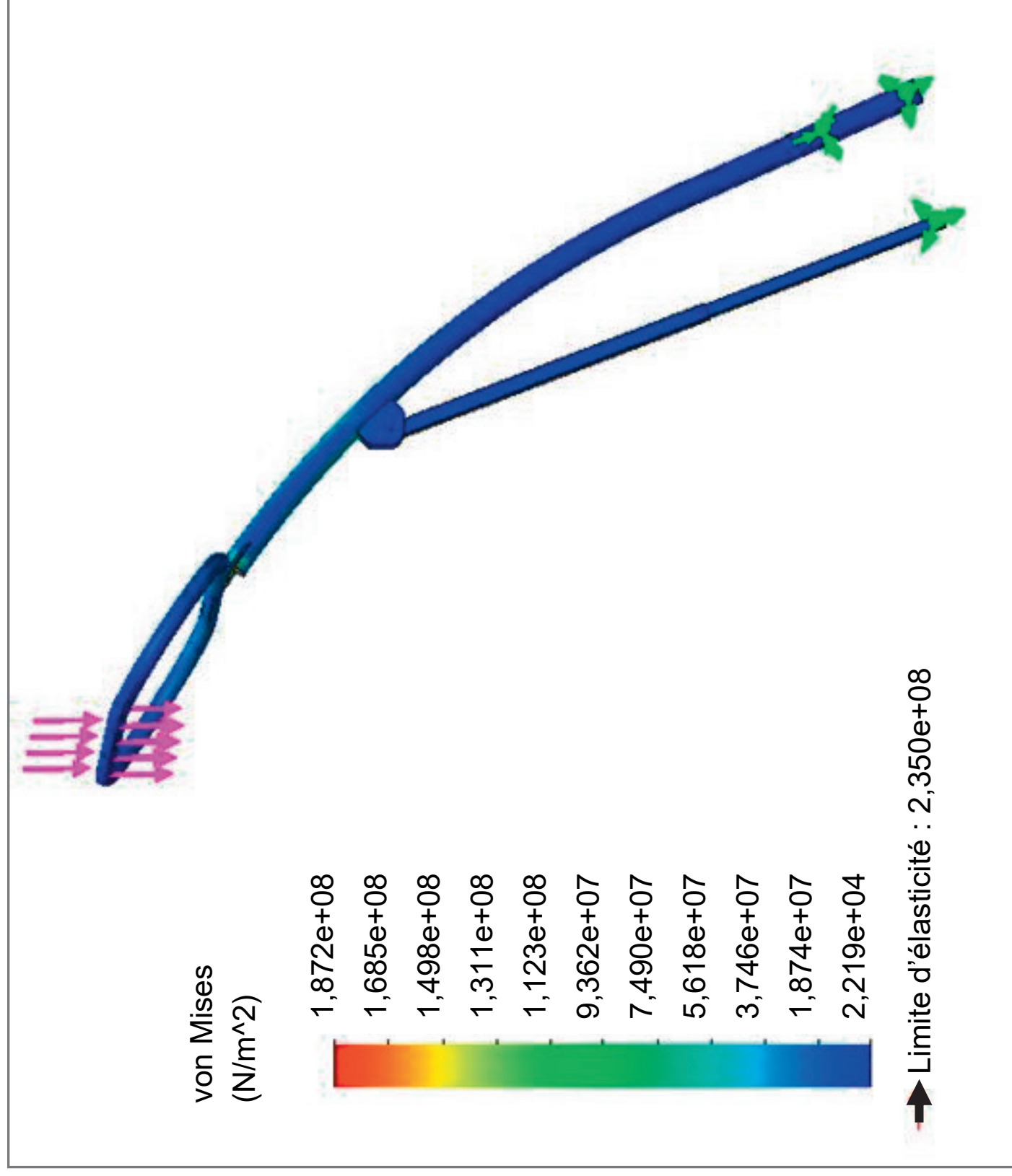
Module =  $m$  en mm

$Z_{\text{pignon}}$  = nombre de dents

Pas en mm :  $p = \pi \cdot m$

Diamètre primitif en mm =  $D_p = m \cdot Z$

Support matériau : acier





### Support matériau : bois

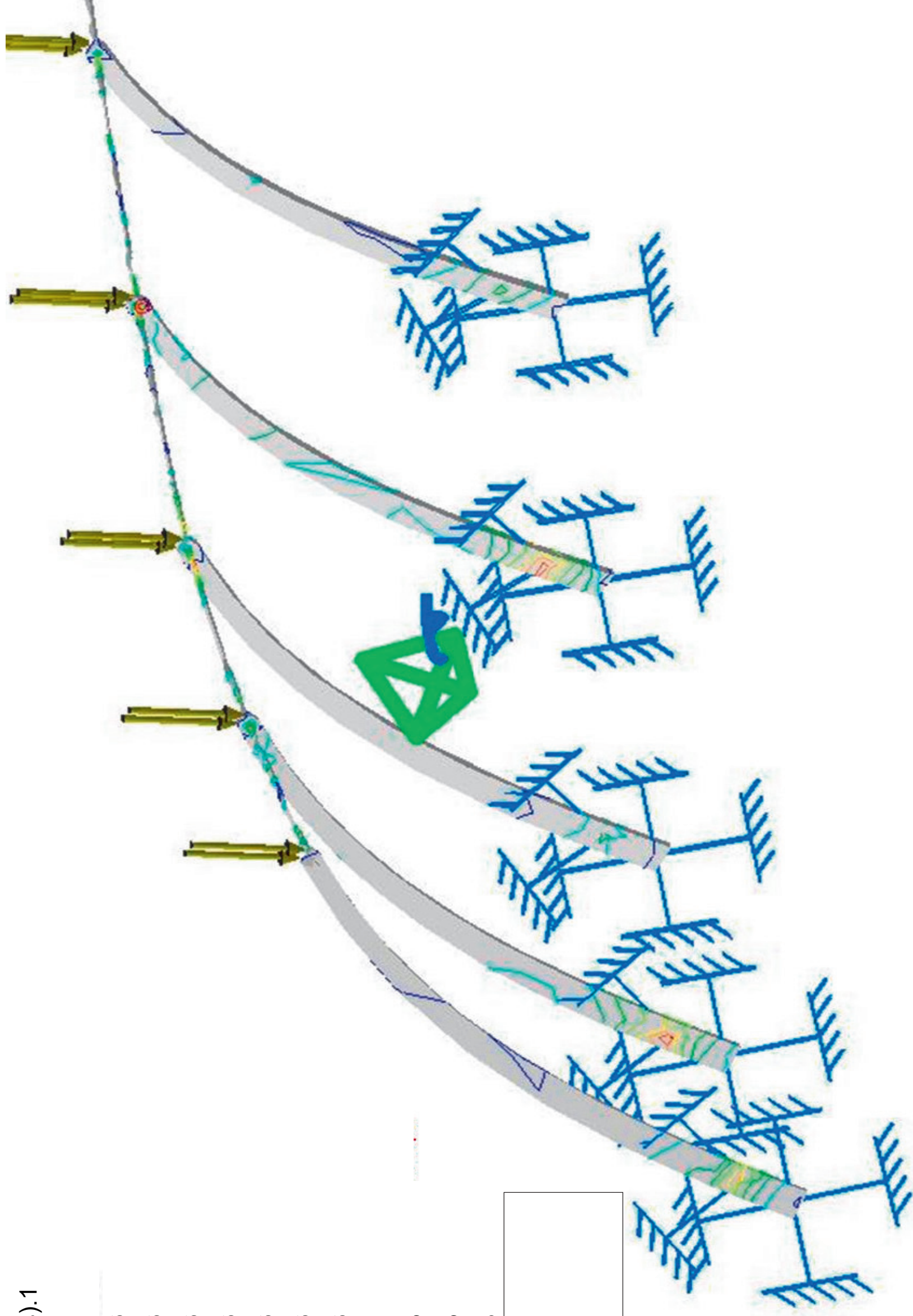
Critère de Von Mises (aux nœuds).1

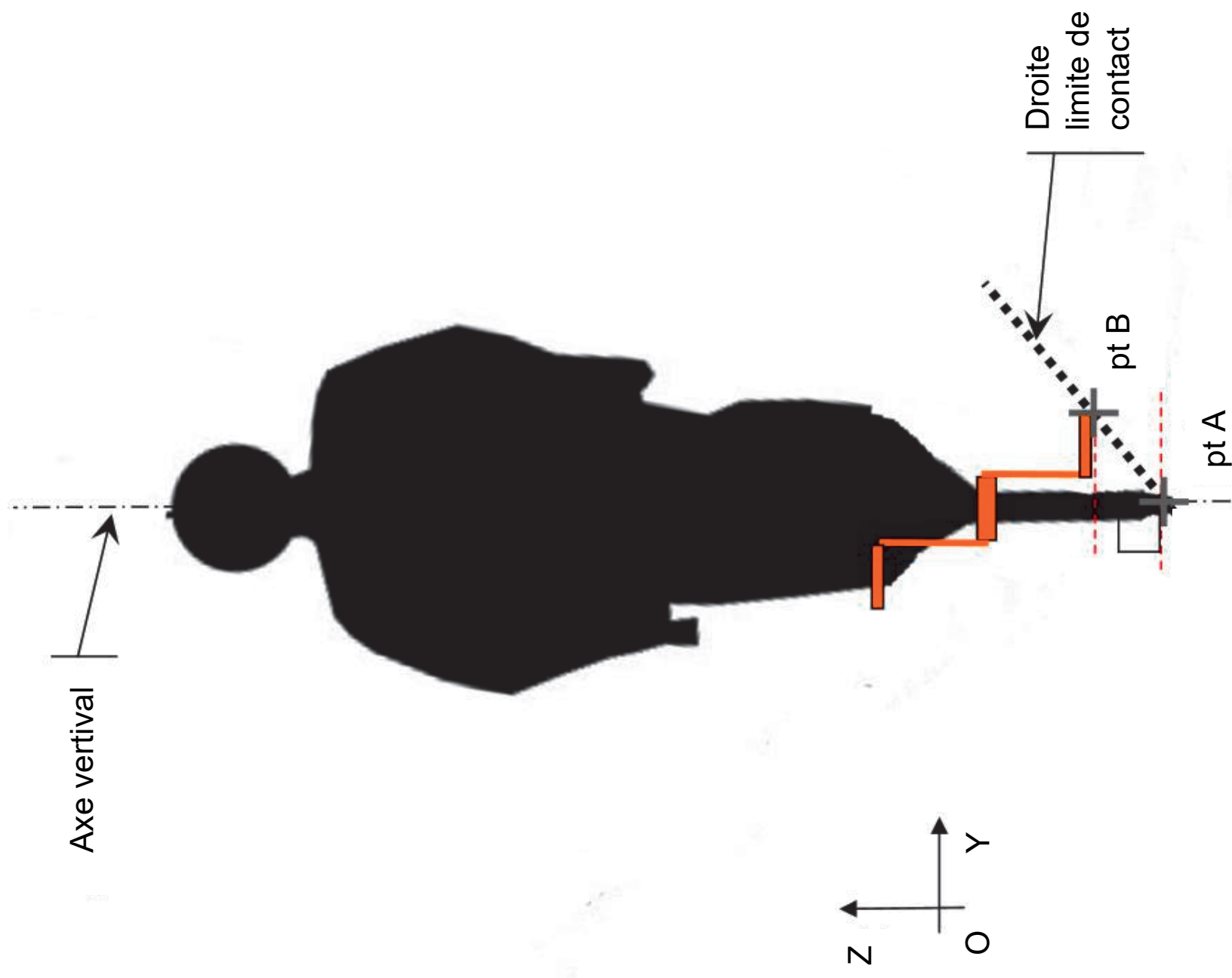
N\_m2



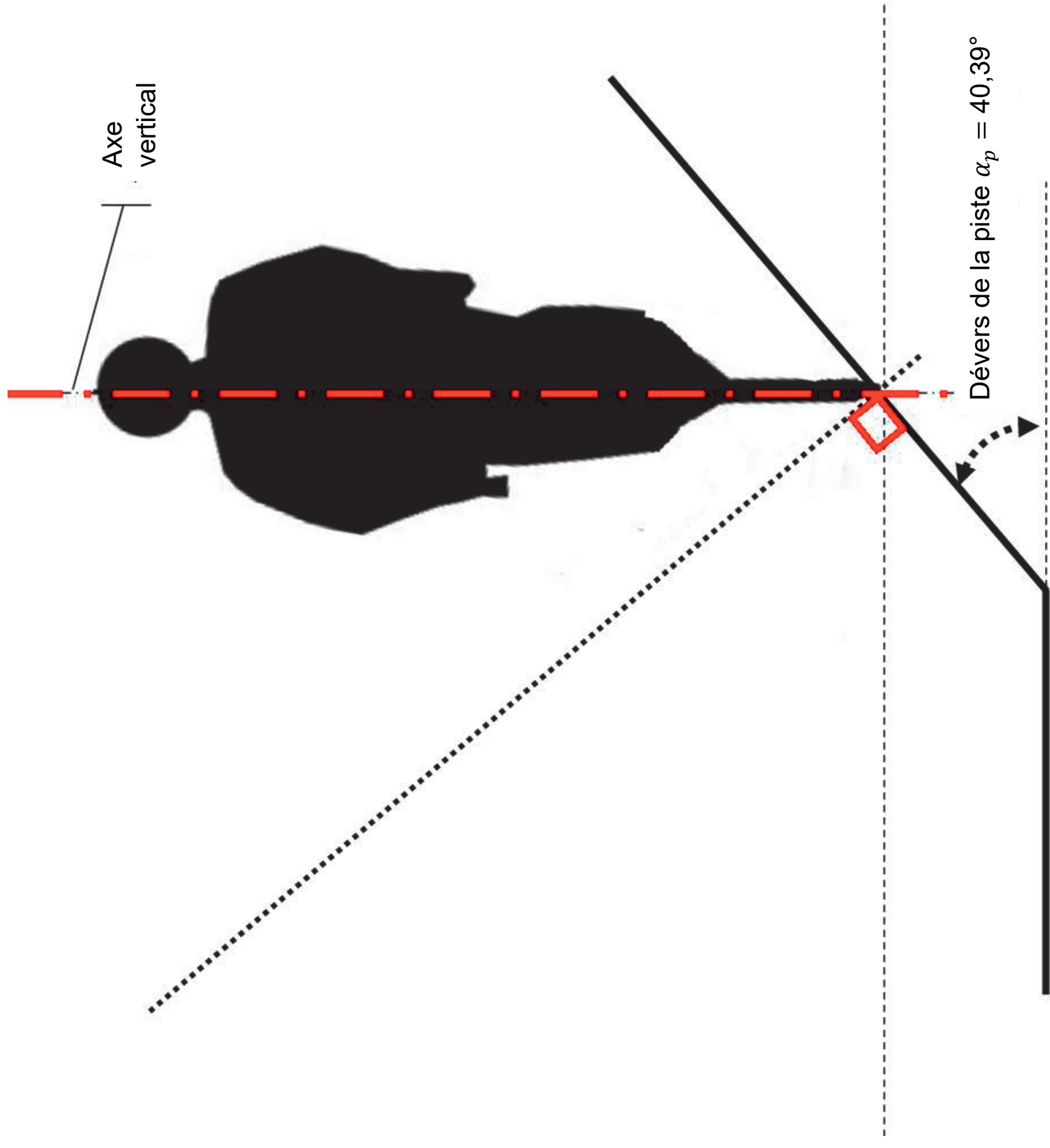
Uniquement sur la peau

→ Limite élasticité : 24 Mpa

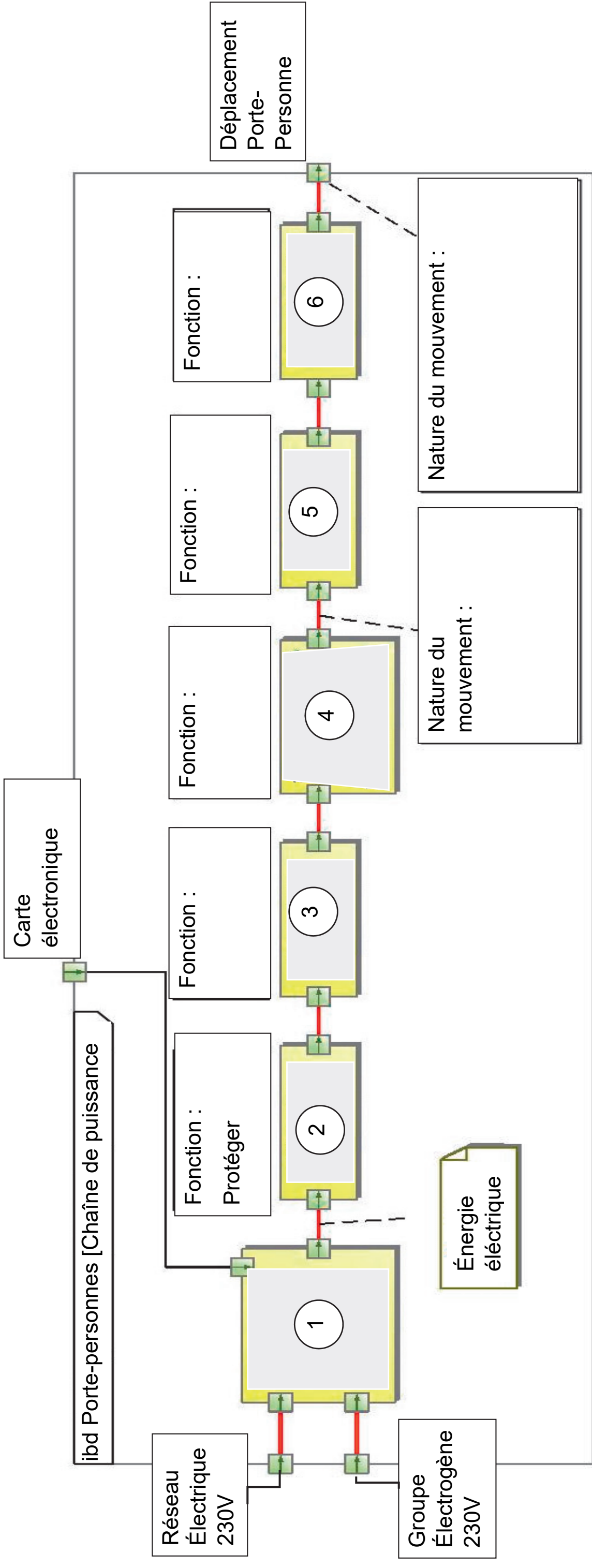












Désignation fonctions	Adapter	Convertir	Transmettre	Distribuer



- 1** : Commutateur
- 2** : Disjoncteur sectionneur
- 3** : Contacteur
- 4** : Moteur monophasé
  - Tension : 230 V
  - Puissance : 0,55 kW
  - N moteur : 1370 tr.min<sup>-1</sup>
- 5** : Réducteur
  - Rapport : 0,019
- 6** : Pignon crémaillère



