

DEVALKART



SOMMAIRE

DOSSIER TECHNIQUE.

Document [DT1]	Présentation du produit	2 pages format A4
Document [DT2]	Plan d'ensemble	1 page format A3
Document [DT3]	Nomenclature partielle	1 page format A4
Document [DT4]	Schéma partiel du DEVALKART	1 page format A3
Document [DT5]	Résultats de l'étude du tube [12]	1 page format A4
Document [DT6]	Plan du guidage d'une roue arrière	1 page format A3

DOSSIER SUJET.

10 pages

Lecture sujet :	Temps conseillé :	20minutes
Partie A	Temps conseillé :	1 heure
Partie B	Temps conseillé :	50 minutes
Partie C	Temps conseillé :	40 minutes
Partie D	Temps conseillé :	40 minutes

DOSSIER « RESSOURCES ».

4 pages (nécessaires pour les parties C et D)

DOSSIER « REPONSES ».

Document [DR 1]	question A-2	1page format A4.
Document [DR 2]	questions A-5 et A-6	1page format A4.
Document [DR 3]	questions A-7, et A-8	1page format A3.
Document [DR 4]	questions B-6 et B-7	1page format A4.
Document [DR 5]	questions B9, B10, B11, et B12	1page format A3.
Document [DR 6]	questions C1 et C2	1page format A3.

Toutes les calculatrices de poche y compris celles programmables, alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante, sont autorisées.

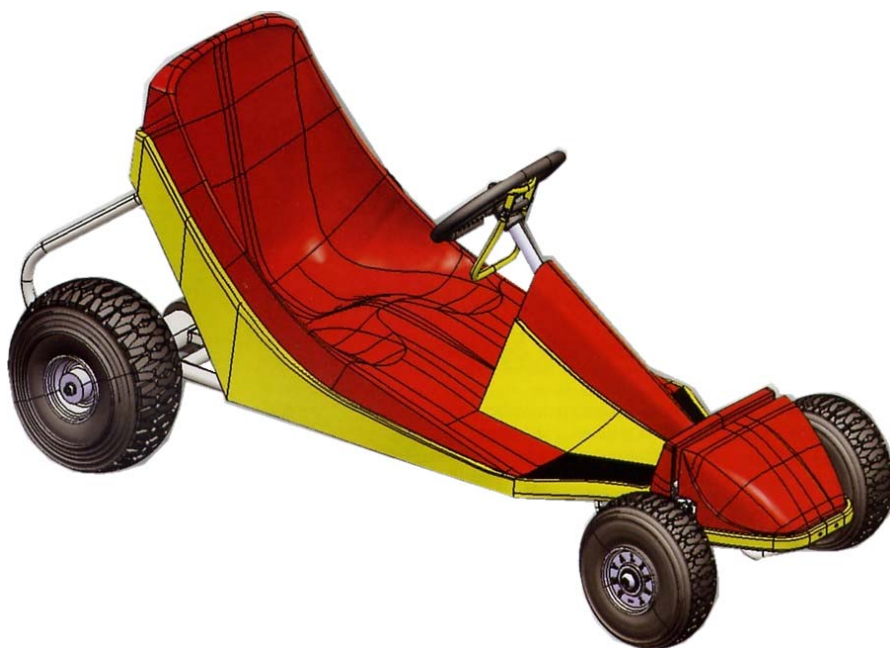
DOSSIER

TECHNIQUE

Présentation du DEVALKART

Voir documents techniques :

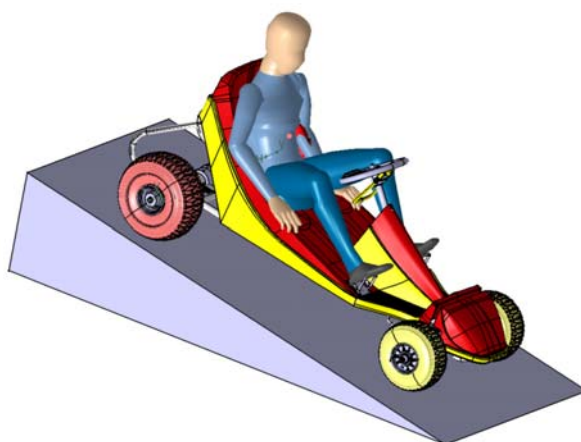
- DT2 : plan du DEVALKART coque enlevée (format A3),
- DT3 : nomenclature partielle, (format A4),
- DT4 : schéma partiel du DEVALKART (format A4).



Le DEVALKART est un petit karting sans moteur, au châssis mécano-soudé et à coque en polyester rigide, monté sur des roues en caoutchouc à basse pression pour le confort de l'utilisateur (véhicule sans suspension). Ce karting est destiné aux stations de ski et aux parcs de loisirs. Il peut être utilisé sur les pistes lors des périodes de faible enneigement ou pour des animations d'été tout en bénéficiant des remontées mécaniques en place : un système d'accrochage au remonte-pente permet de le ramener en haut de la piste.

Des systèmes de remontée plus spécifiques ont été étudiés par le constructeur si le site d'exploitation est dépourvu de tout équipement.

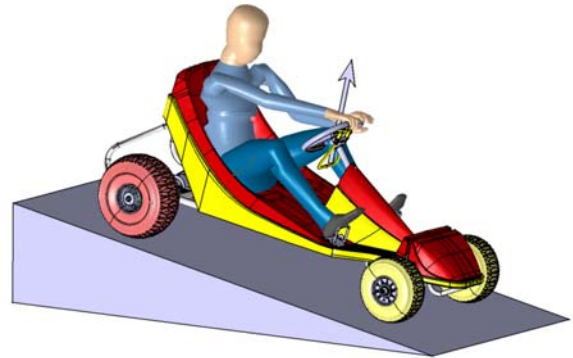
Description du fonctionnement – Le DEVALKART est équipé d'un frein à bande agissant sur les roues arrière.



DEVALKART au repos, en position d'attente, sous l'effet du frein à bande.

Lorsque l'utilisateur désire descendre la pente en roue libre, il lève légèrement le volant de direction (*figure 1*) supprimant ainsi l'action du frein. Il peut alors diriger le DEVALKART à l'aide du volant relevé (effort faible).

Figure 1.



Si, volontairement ou par inattention, l'utilisateur relâche son action sur le volant, ce dernier reprend sa position initiale sous l'effet du ressort [15] et agit sur le frein à bande (action insuffisante pour freiner efficacement le DEVALKART si celui-ci a pris de la vitesse). Pour amplifier le couple de freinage, le pilote devra exercer une action « appuyée » (*figure 2*) sur le volant.

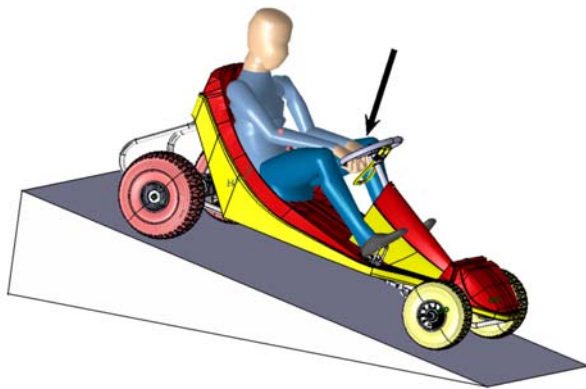
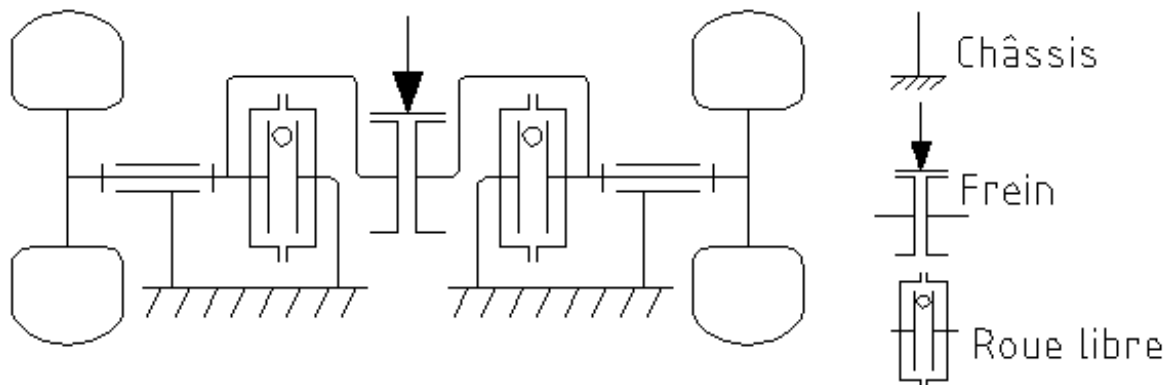
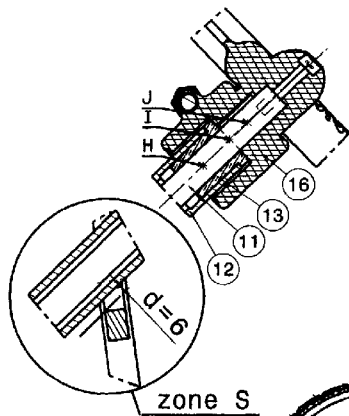
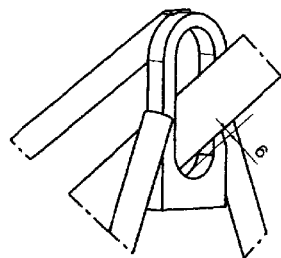
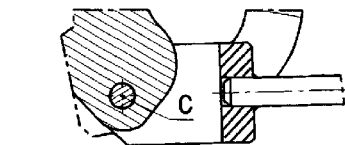
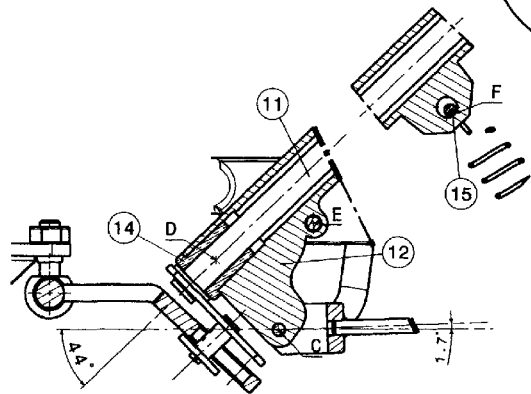
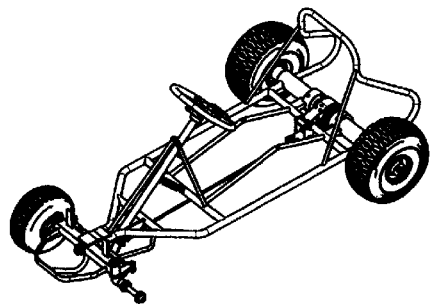


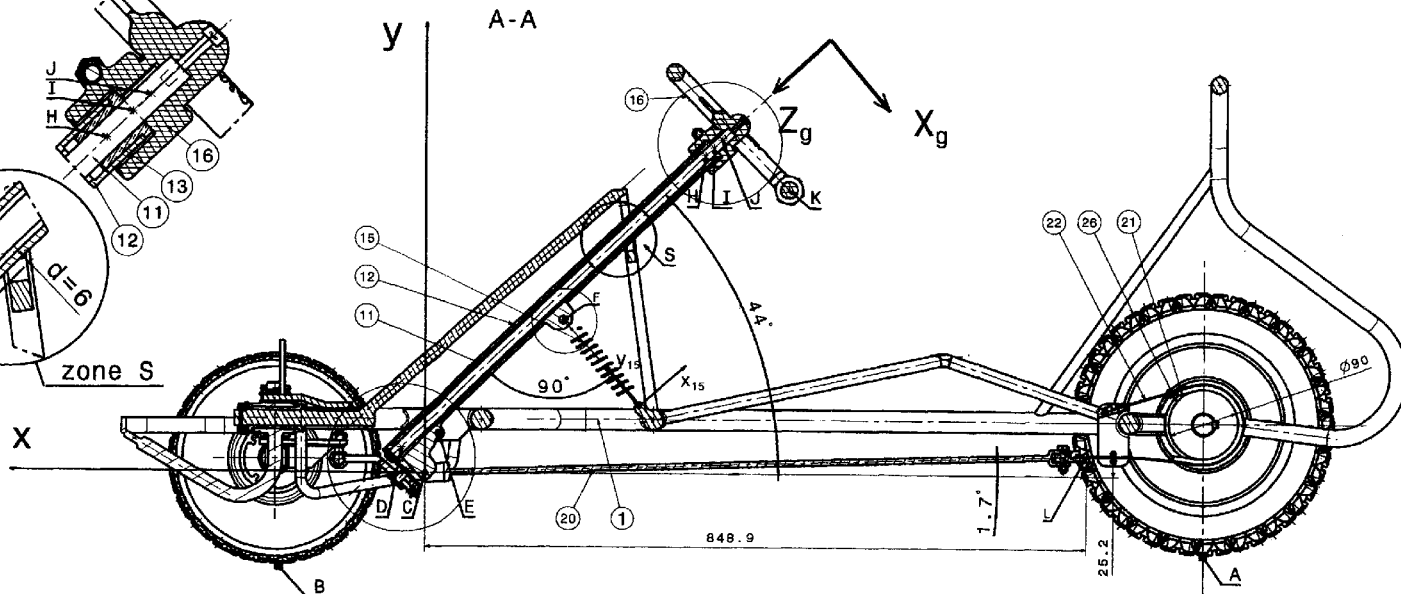
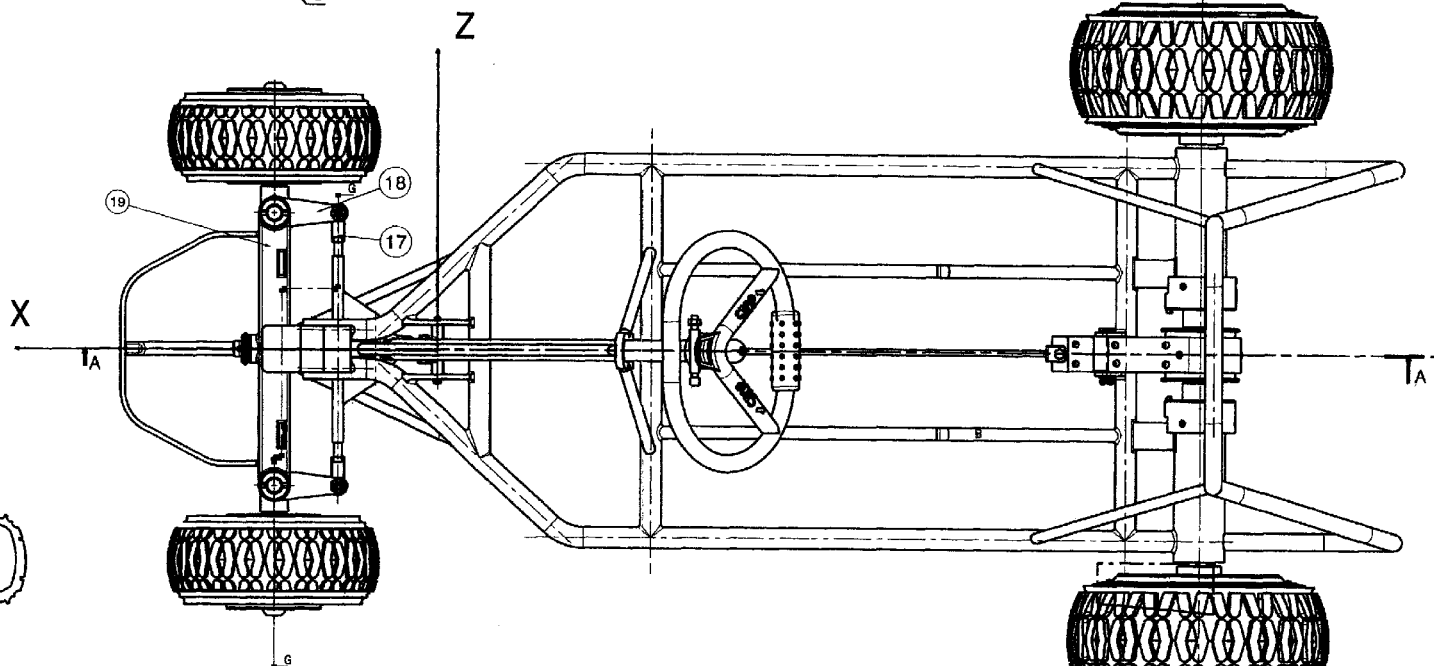
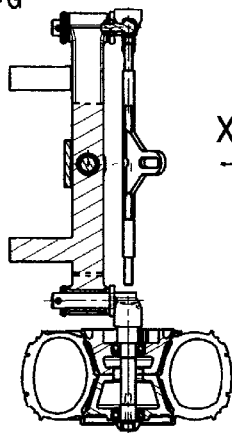
Figure 2.

Comme le montre le schéma ci-dessous, les roues arrières sont indépendantes et le frein à bande agit sur chacune d'entre elle. Par sécurité, deux roues libres, dont le moyeu est lié au châssis, interdisent tout mouvement de recul du DEVALKART $\Rightarrow$ blocage des roues arrières par rapport au châssis.





G-G



CPE4ECP

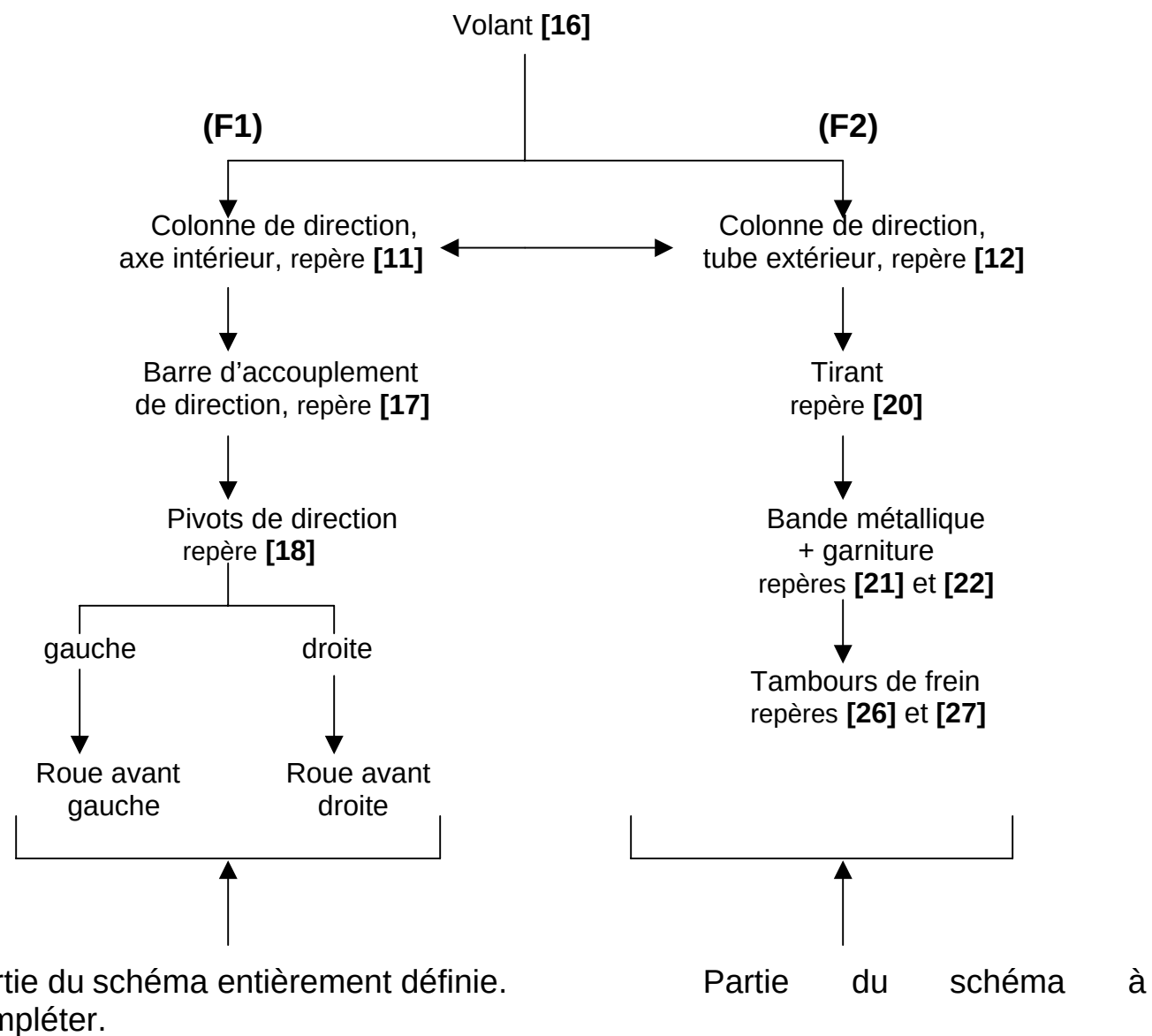
DOCUMENT TECHNIQUE DT2

30	1			
29	1			
28	2	roue libre		A GALETS
27	1	tambour gauche	S235	
26	1	tambour droit	S235	
25	1	boulon		M8*40-5.8
24	1	support de bande	S235	
23	2	rivet aveugle pour perçage $\phi 5$	acier	résistance au cisaillement 7602 N
22	1	bande de frein	APS-10 M4	INOX
21	11	garniture		
20	1	tirant		
19	1	palonnier avant	S235	
18	1	pivot de direction	S235	
17	1	barre d'accouplement de direction	S235	
16	1	volant		
15	1	ressort		
14	1	palier lisse inférieur		GLYCODUR F
13	1	palier lisse supérieur.		GLYCODUR F
12	1	tube extérieur de la colonne de direction.	S355	
11	1	axe intérieur de la colonne de direction.	S235	
10	1			
9	1			
8	1			
7	2	demi-moyeu de roue intérieur.	EN-GJL-100	fonte
6	2	demi-moyeu de roue extérieur.	EN-GJL-100	fonte
5	2	arbre de roue.	S235	
4	2	roulement droit.		SKF 6006-2RZ
3	2	roulement gauche.		SKF 6006-2RZ
2	2	pneu arrière .		basse pression
1	1	châssis..	S235	
REP	NB	DESIGNATIONS	MATIERES	REFERENCES

Chaîne cinématique.

Elle définit les deux fonctions du volant :

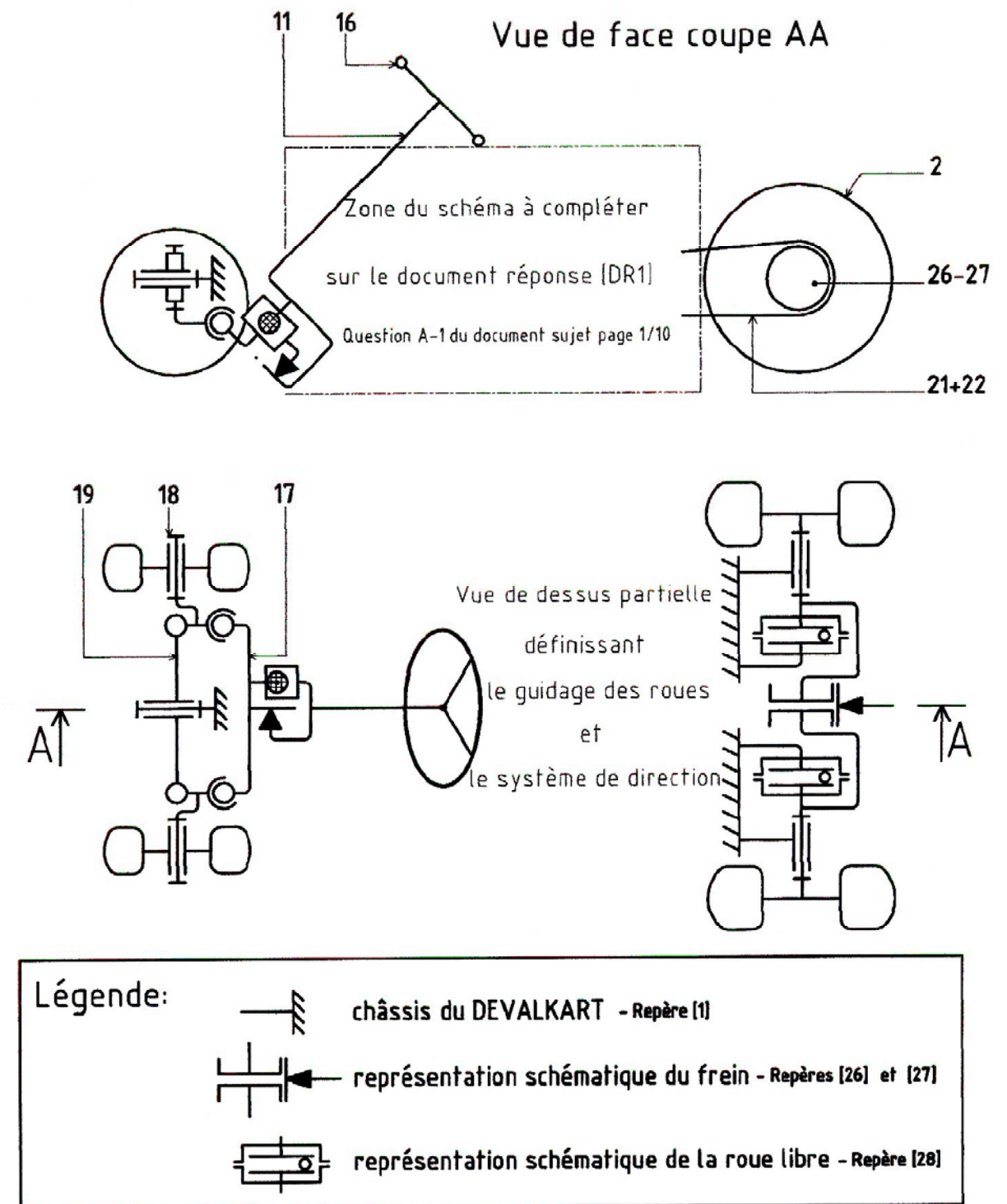
- **(F1)** : diriger le DEVALKART
- **(F2)** : freiner le DEVALKART

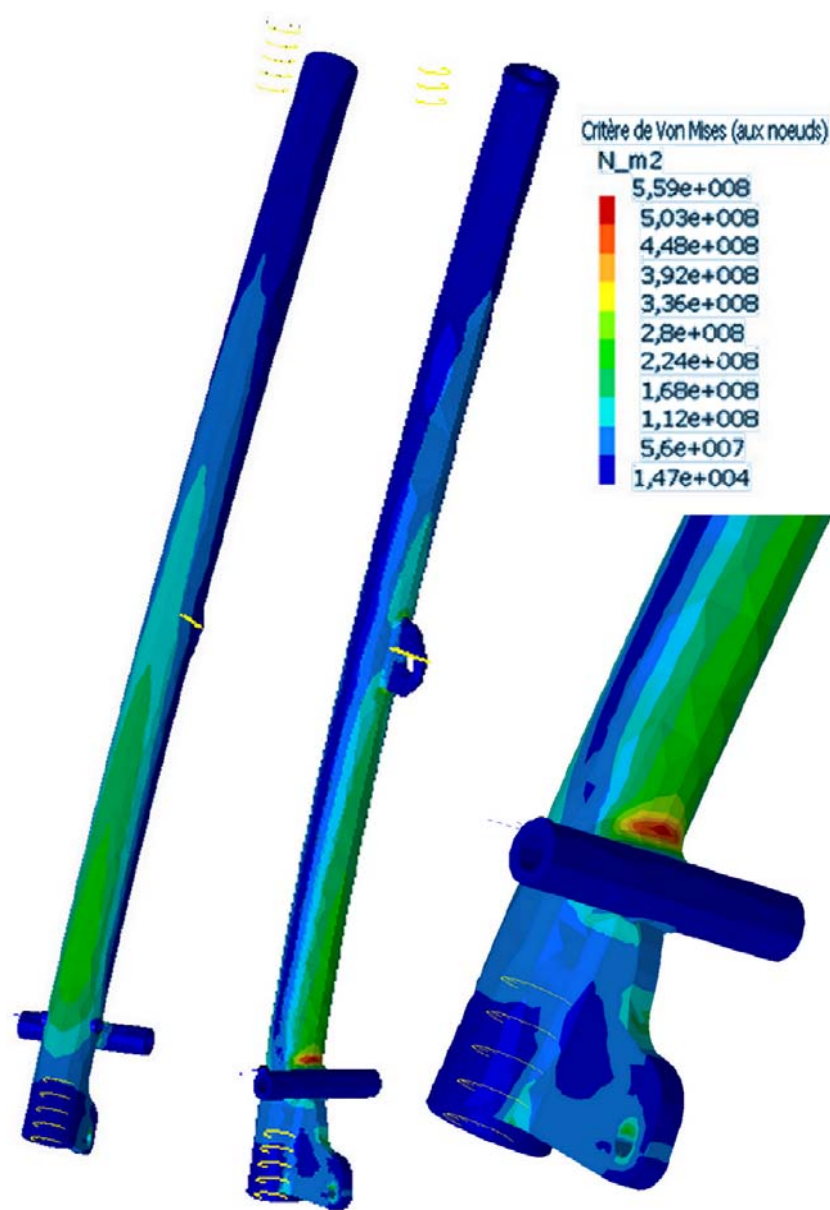


Remarque :

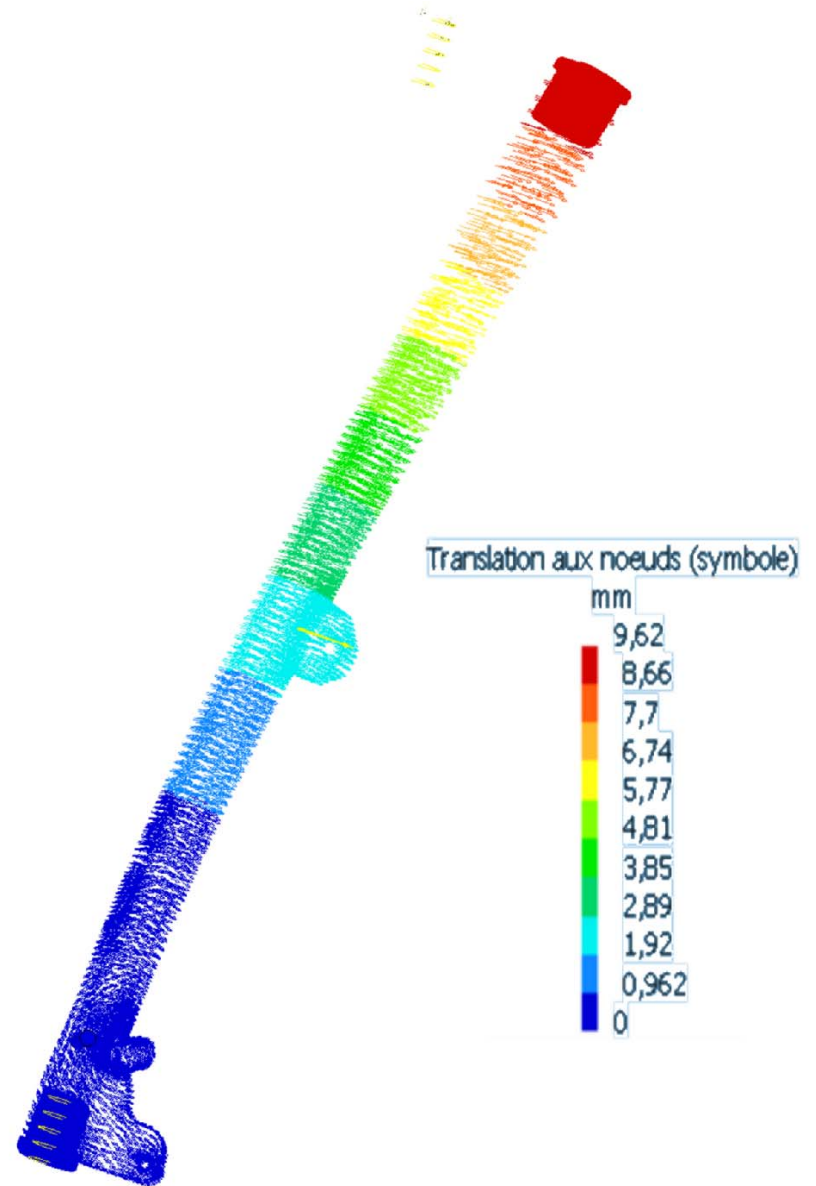
La fonction **(F1)** est entièrement représentée sur le schéma ci-contre, afin d'aider le candidat à mieux comprendre le plan d'ensemble (format A1, document technique [DT2]).

Le schéma est à compléter pour la fonction **(F2)** en vue de face coupe AA uniquement (voir document réponse [DR1]), en s'aidant de la chaîne cinématique et des documents techniques [DT2], [DT3] et [DT4].





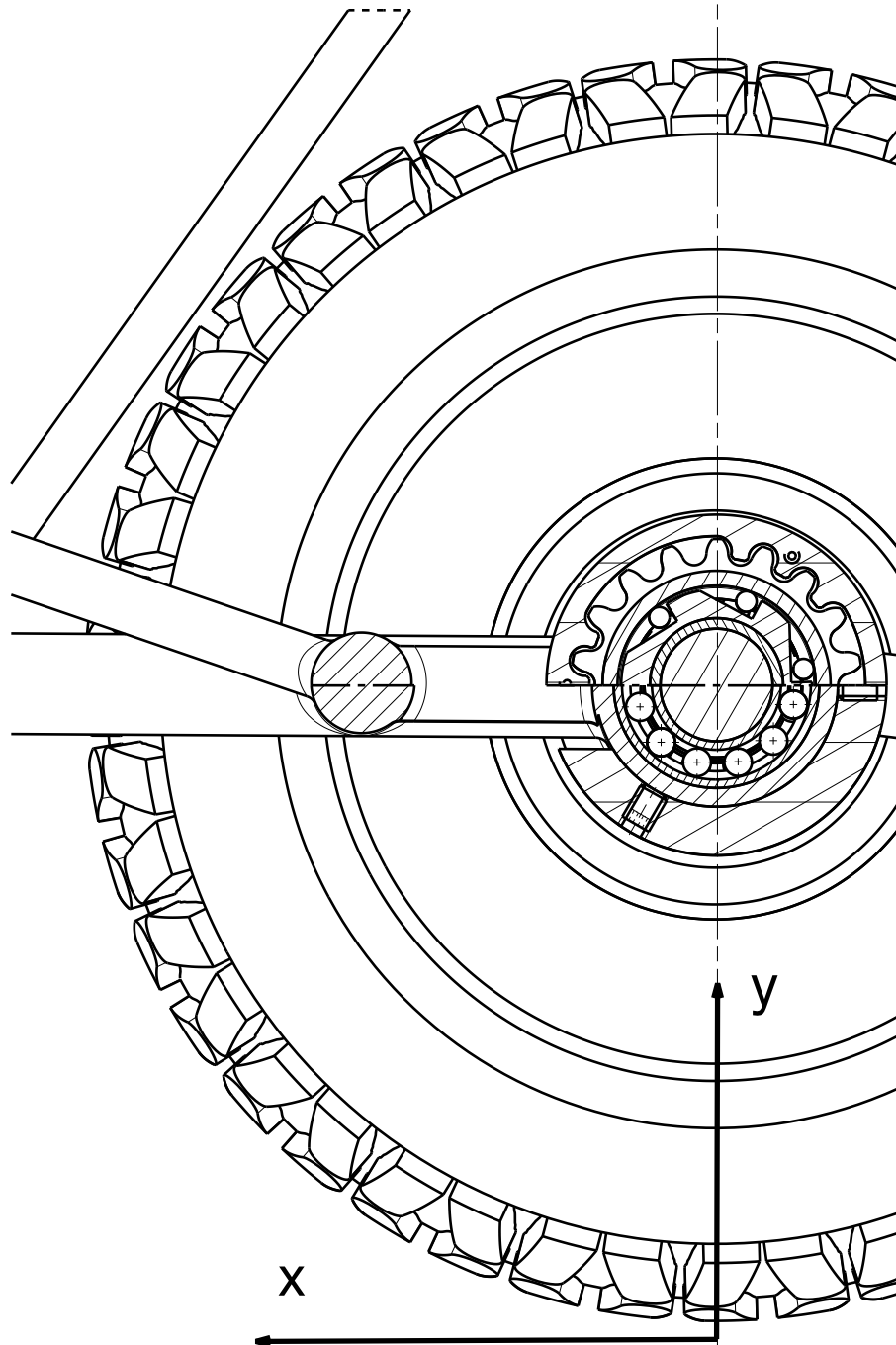
Contraintes de Von Mises dans le tube12



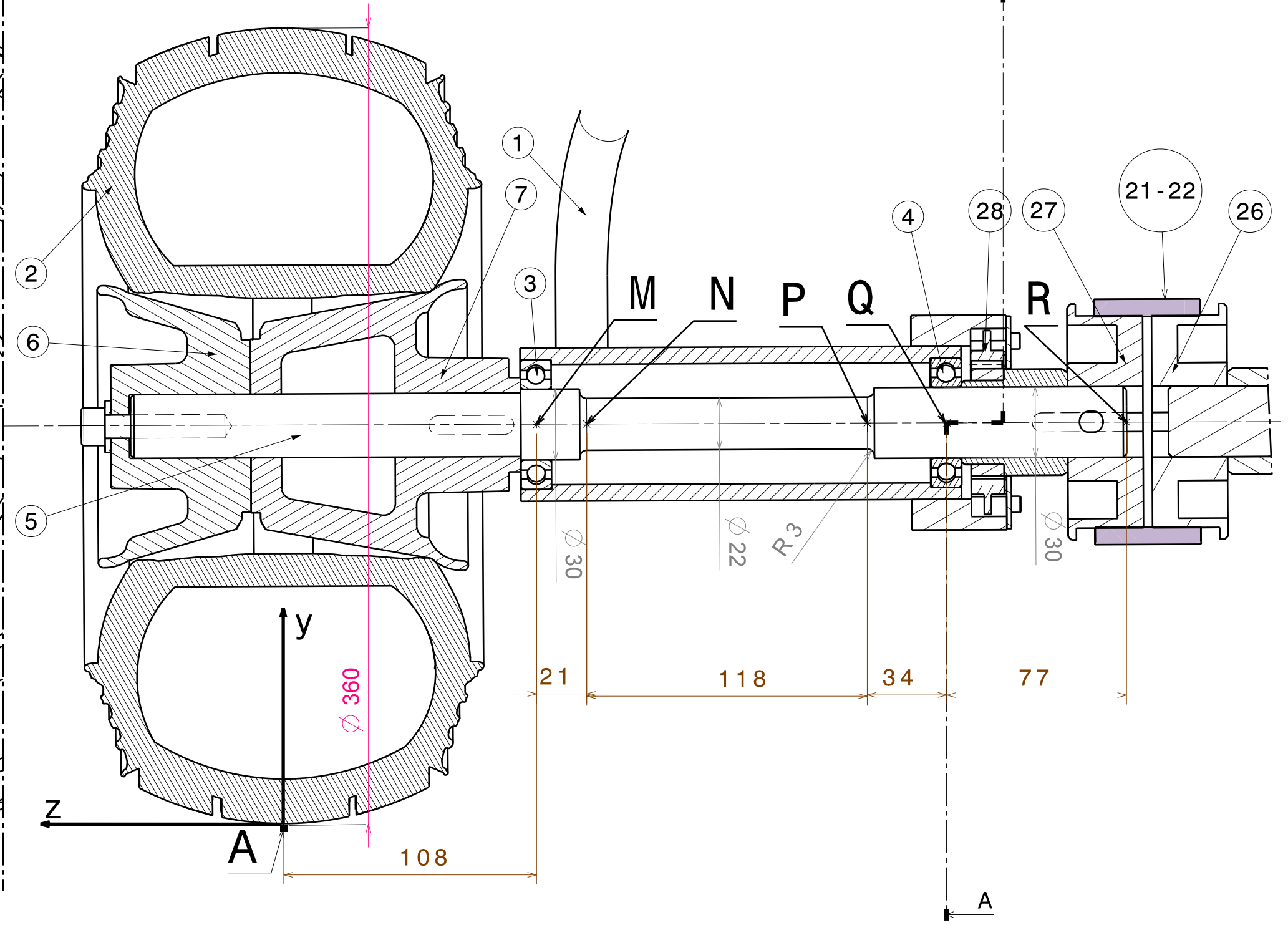
Déformée du tube 12

H G F E D C B A

4
3
2
1



B - B



4
3
2
1

H G B A

DOSSIER

SUJET

A – Etude du véhicule à l'arrêt.

Objectif : vérifier que l'effort à exercer pour libérer le frein est acceptable par l'utilisateur.

♦ Le DEVALKART est utilisé indifféremment par des adolescents ou des adultes de poids différents. La tension initiale du ressort [15] agissant sur le frein à bande ne pouvant pas être modifiée à chaque changement d'utilisateur, deux conditions sont alors nécessaires :

- tant que l'utilisateur ne lève pas le volant, l'effort exercé par le ressort est suffisant pour maintenir le DEVALKART et son passager immobiles (face à la pente, quelquesoit son poids),
- l'effort à exercer pour lever le volant et le maintenir levé, afin de permettre au DEVALKART de descendre la pente en roue libre, doit rester dans une limite acceptable quelque soit l'utilisateur : **inférieur à 100N.**

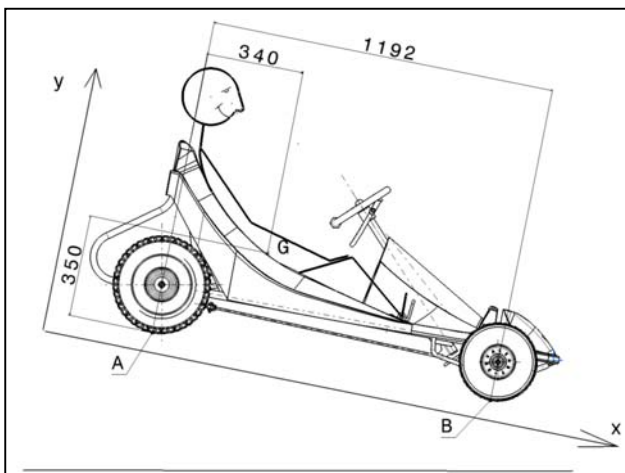
Question A-1 : document réponse [DR1] et document technique [DT4].

Compléter le schéma cinématique du DEVALKART.

Evaluation du couple de freinage nécessaire au maintien du véhicule à l'arrêt.

Le conducteur s'installe au volant du DEVALKART orienté dans le sens de la descente. Tant qu'il ne lève pas le volant, le véhicule doit rester immobile sous le seul effet du frein agissant sur les roues arrières.

DEVALKART à l'arrêt, face à la pente.



Données : Seules les roues arrières sont freinées.
roues AR : ϕ 360 mm, roues AV : ϕ 270 mm.

G : centre de gravité de l'ensemble
« conducteur + DEVALKART »,

masse du DEVALKART : 40 kg ;

masse du conducteur : 80 kg ;

pente maxi : 20%, angle Ox/horizontale $\approx 11,5^\circ$;

accélération de la pesanteur : $g \approx 10 \text{ m/s}^2$;

coefficient d'adhérence minimum « pneu-sol » :
 f ou $\mu \geq 0,5$.

Hypothèses :

- le plan [Oxy], plan médian du DEVALKART, est le plan de symétrie du point de vue géométrique et de celui des efforts.

- dans une première approche du problème et malgré le type de pneu, on considérera que le contact des roues sur le sol est ponctuel, une hypothèse acceptable pour cette première partie de l'étude.

Question A-2 : document réponse [DR2].

Représenter les différentes actions mécaniques agissant sur l'ensemble « conducteur + DEVALKART ».

Question A-3 : document réponse [DR2].

Sachant que seules les roues arrières sont freinées, déterminer **graphiquement** l'action $A_{\text{sol} \rightarrow \text{roues AR}}$ par ses composantes tangentielle et normales (X_A et Y_A).

Question A-4 : réponse sur feuille de copie.

L'hypothèse de « non glissement » est-elle acceptable pour une pente de 20% ?

Justifier votre réponse à l'aide de la réponse à la question A-3.

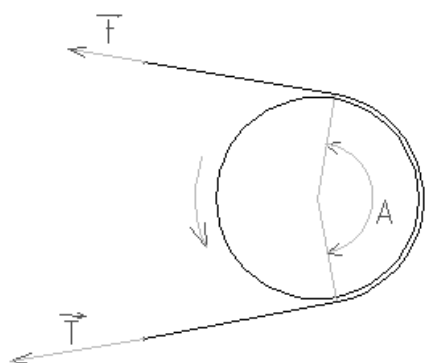
Question A-5 : réponse sur feuille de copie.

En déduire le couple de freinage minimum nécessaire sur l'ensemble des deux roues arrières.

Pour la suite du problème et vu les conditions réelles d'utilisation (types de pneumatiques, pente < 20%, irrégularité du terrain et nature du sol), **prendre Cf_{max}** (couple de freinage maximum dû au ressort seul) = **20 N.m** (valeur très inférieure à celle trouvée précédemment, vu les hypothèses faites).

Action nécessaire du tirant [20] sur la bande de frein [22].

• **Frein à bande, rappel de technologie :**

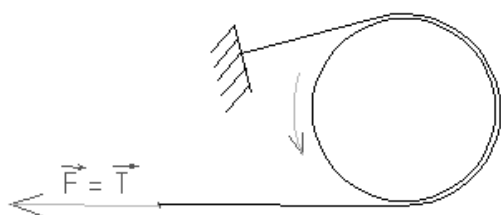


Pour notre application : $T = 3,9 \cdot t$

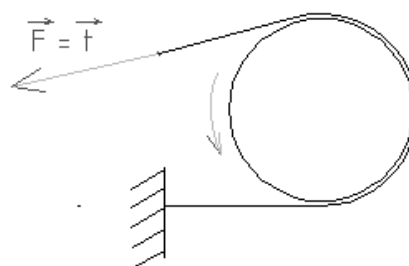
Avec T et t : tensions dans les brins de la sangle.

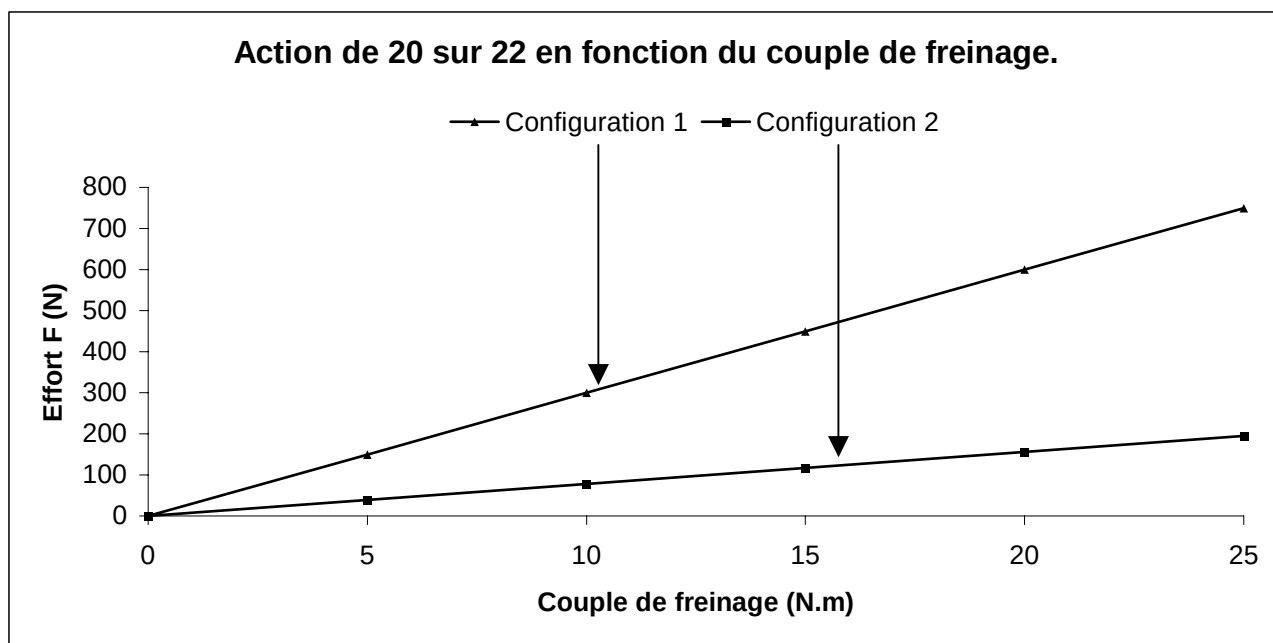
• **Deux dispositions constructives étaient possibles pour notre application :**

Configuration 1 : $(\vec{F}_{20 \rightarrow 22}) = \vec{T}$



Configuration 2 : $(\vec{F}_{20 \rightarrow 22}) = \vec{t}$





Question A-6 : sur feuille de copie.

A l'aide de l'abaque ci-dessus, expliquer pourquoi le choix de la configuration 1 permet une meilleure progressivité de l'action de freinage afin d'éviter un freinage trop brutal.

Action nécessaire du ressort [15] sur la colonne de direction [12] pour maintenir le DEVALKART en position arrêtée.

Hypothèses :

L'axe du ressort est perpendiculaire à celui de la colonne de direction [12].

Le poids des pièces sera négligé à l'exception de celui de la colonne de direction.

Le frottement dans les articulations est négligeable.

L'action de la barre d'accouplement [17] (système de direction) sur l'axe intérieur de la colonne de direction [11] est négligée.

Il n'y a pas contact entre la colonne de direction [12] et son appui possible sur le châssis [1], voir détail « S » du plan d'ensemble (document technique [DT2]). C'est une condition nécessaire au freinage.

Données :

Pour $C_f = 20 \text{ N.m}$, prendre $F_{20 \rightarrow 22} \approx 600 \text{ N}$.

Colonne de direction, masse : 5 kg, centre de gravité : G_2 .

Le pilote n'exerce aucune action sur le volant.

Question A-7 : document réponse [DR3] et feuille de copie.

Déterminer l'action du ressort [15] sur la colonne de direction [12].

Effort à exercer par le conducteur lorsqu'il lève le volant pour libérer le frein.

Hypothèse supplémentaire :

On considérera que la direction de cette action (conducteur sur volant) est perpendiculaire à l'axe de la colonne de direction et passe par le point K.

Question A-8 : document réponse [DR3] et feuille de copie.

Déterminer l'action que doit exercer le conducteur pour « lever » le volant et libérer le frein.

CONCLUSION de cette première partie de l'étude :

Question A-9 : sur feuille de copie.

Vérifier que cet effort est acceptable (inférieur à 100N quelquesoit l'utilisateur), c'est à dire conforme au cahier des charges.

B – Etude du véhicule en mouvement.

Objectif : vérifier que le conducteur est capable de s'arrêter.

Lorsque le conducteur lève le volant, il libère le frein. Le DEVALKART prend alors de la vitesse.

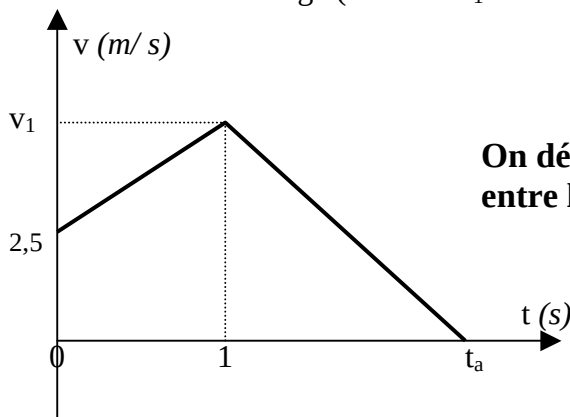
Si le conducteur estime qu'il prend trop de vitesse ou s'il aperçoit un obstacle, il doit relâcher le volant $\Rightarrow$ freinage sous l'effet du ressort [15]. Ce freinage, sous l'effet du ressort seul, sera insuffisant dans la plupart des cas pour arrêter le DEVALKART sur une distance acceptable. Pour amplifier le couple de freinage, le pilote devra exercer une action « appuyée » sur le volant (voir la **figure2** page 2/2 du chapitre "**Présentation**", document technique [DT1]).

D'où l'objectif de la deuxième partie de l'étude : vérifier que la norme de l'effort $\vec{F}_{\text{homme} \rightarrow \text{volant}}$ nécessaire au freinage du DEVALKART en mouvement ne dépasse pas la limite imposée par le cahier des charges. Cette norme doit être inférieure au cinquième du poids du conducteur.

Etude de la phase de freinage.

Le DEVALKART descend la pente en roue libre et prend de la vitesse (mouvement uniformément accéléré). Lorsqu'il atteint la vitesse de 9 km/h (2,5 m/s), le conducteur souhaite arrêter son véhicule.

On estime que le temps de réaction d'une personne est égal à 1 seconde. Une seconde est donc le temps qui s'écoule entre l'instant où le conducteur décide de freiner ($t = 0$ et $v_0 = 9$ km/h) et celui du début réel de freinage ($t = 1$ s et $v_1 = 15$ km/h).

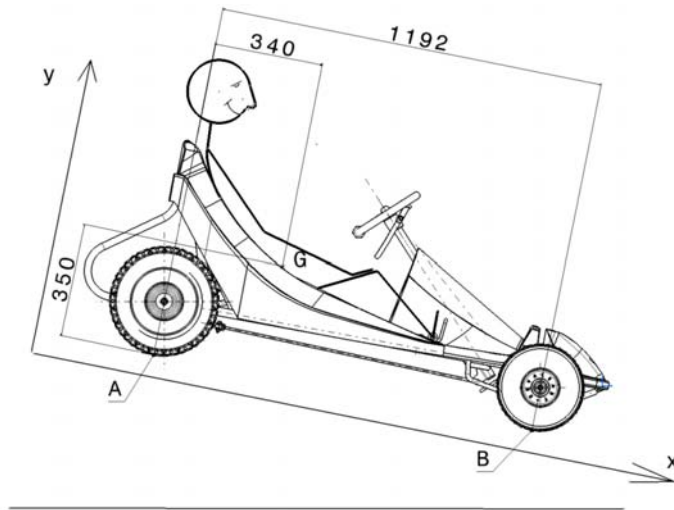


**On désire alors que la distance de freinage réelle ,
entre les instant $t = 1$ s et l'arrêt, soit de 5m.**

Question B-1 : sur feuille de copie.

Déterminer la décélération et la durée du freinage à partir de l'instant $t = 1$ seconde.

Couple de freinage nécessaire.



Données :

Seules les roues arrières sont freinées.

roues AR : ϕ 360 mm, roues AV : ϕ 270 mm.

G : centre de gravité de l'ensemble « conducteur + DEVALKART »,

masse du DEVALKART : 40 kg ;

masse du conducteur : 80 kg ;

pente : 20%, angle Ox/horizontale $\approx 11,5^\circ$;

accélération de la pesanteur : $g \approx 10 \text{ m/s}^2$;

Hypothèses :

Le frottement des paliers est négligeable.

Il y a roulement sans glissement des roues sur le sol.

Dans une première approche du problème et malgré le type de pneu, on considère à nouveau que le contact des roues sur le sol est ponctuel et qu'il n'y a donc pas de résistance au roulement.

Question B-2 : sur feuille de copie.

Déterminer la variation d'énergie cinétique entre les instants $t = 1$ s et l'arrêt (période de freinage).

Question B-3 : sur feuille de copie.

Déterminer le travail du poids (DEVALKART + CONDUCTEUR) durant ce même intervalle de temps.

Question B-4 : sur feuille de copie.

Appliquer le théorème de l'énergie cinétique et en déduire le travail du couple de freinage nécessaire pour arrêter le DEVALKART.

Question B-5 : sur feuille de copie.

Déterminer ce couple de freinage.

Analyse qualitative des résultats, étude du modèle avec résistance au roulement.

Le type de pneus employé (basse pression) pour le confort du conducteur (absence d'amortisseurs) a pour conséquence un écrasement important des pneumatiques. Cela induit une résistance au roulement non négligeable dont les coefficients sont:

$$\delta_{A \text{ roues AR}} = 30 \text{ mm.}$$

$$\delta_{B \text{ roues AV}} = 20 \text{ mm.}$$

Hypothèses : pendant la période de freinage, les roues arrières sont en limite d'adhérence.

Question B-6 : document réponse [DR4].

Représenter qualitativement (*) le vecteur accélération $\vec{A}_G$ (conducteur + dévalkart) .

Représenter qualitativement le cône de frottement et les actions réelles du sol sur les roues :

- dans le cas correspondant à la période de roue libre : $t \in [0 ; 1] \Rightarrow$ figure 1
- dans le cas correspondant à la période de freinage : $t \in [1 ; t_a] \Rightarrow$ figure 2

(*): Qualitativement signifie que l'on ne tient pas compte des valeurs numériques.

Question B-7 : document réponse [DR4].

Quelle sera la conséquence de la résistance au roulement sur le mouvement ?

Analyse des résultats obtenus après résolution du modèle avec résistance au roulement.

La résolution du problème à partir du modèle réel (avec résistance au roulement) a permis d'établir les trois graphes proposés sur le document réponse [DR5]. L'objet de l'étude est de vérifier les conditions d'un freinage efficace en fonction des vitesses initiales du DEVALKART et la capacité du conducteur à exercer l'effort nécessaire. L'étude a été faite pour une pente de terrain de 20%.

Le graphe 1 exprime la décélération nécessaire du DEVALKART durant la phase de freinage (en ordonnées) en fonction des distances de freinage souhaitées (en abscisses). Quatre valeurs de vitesse initiale (au début du freinage) ont été envisagées ($V_1=12 ; 15 ; 18 ; 21$ km/h).

Pour qu'il n'y ait pas glissement des pneus sur le sol (éviter le dérapage et le blocage des roues), la norme de l'accélération ne doit pas dépasser $1,6 \text{ m/s}^2$.

Question B-8 : document réponse [DR5].

A l'aide du graphe 1, déterminer les distances de freinage minimales admissibles pour chaque vitesse initiale étudiée (laisser le tracé apparent).

Les graphes 2 et 3 expriment l'effort K que doit exercer un conducteur sur le volant (en ordonnées) en fonction des distances de freinage souhaitées (en abscisses). Les mêmes quatre valeurs de vitesse initiale (au début du freinage) ont été envisagées ($V_1=12 ; 15 ; 18 ; 21$ km/h).

Question B-9 : document réponse [DR5].

Sur le graphe 2, déterminer l'effort K que doit exercer un conducteur de 40 kg pour respecter la distance de freinage précédemment déterminée (pour chaque courbe de vitesse initiale étudiée).

Question B-10 : document réponse [DR5].

Que se passera-t-il si le conducteur exerce un effort supérieur ou inférieur à celui trouvé ?

Question B-11 : document réponse [DR5].

Sur le graphe 3, déterminer l'effort K que doit exercer un conducteur de 80 kg pour respecter la distance de freinage précédemment déterminée (pour chaque courbe de vitesse initiale étudiée).

Question B-12 : document réponse [DR5].

Les efforts trouvés sont-ils compatibles avec les exigences du cahier des charges (inférieurs au cinquième du poids des conducteurs) ?

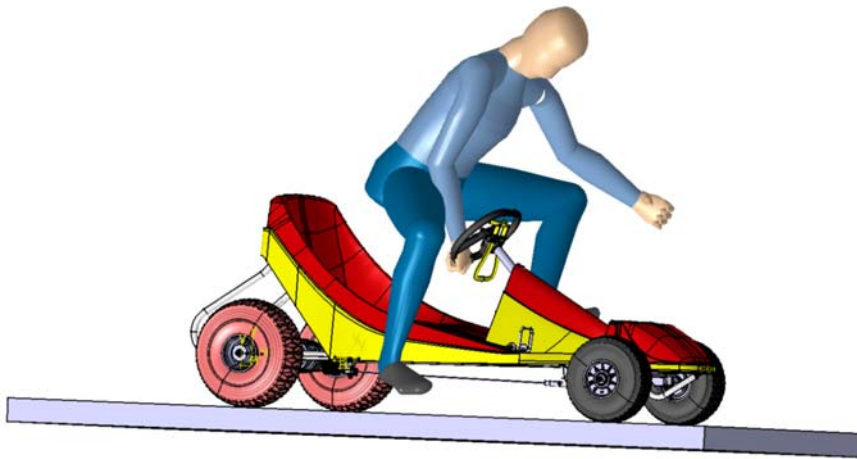
C – Influence de la distance « d » dans la zone S .

Objectif : Montrer la nécessité de régler « d » entre [12] et [1] pour optimiser les dimensions de [12]

L'utilisation du document ressource est nécessaire pour cette partie

Moyens utilisés :

- Un logiciel de statique.
- Un logiciel de RDM



Pour monter ou descendre du Dévalkart, on peut estimer qu'une personne exerce une force de **800 N** en **K** sur le volant, vers le bas.

Description de la colonne de direction.

La colonne de direction est constituée d'un tube [12] dans lequel est guidé en rotation un axe [11]. Le volant [16] est monté sur la partie supérieure de l'axe [11] avec une liaison complète en J, et il est en appui plan en I sur le coussinet [13]. La partie inférieure de l'axe a la forme d'une manivelle servant à transmettre le mouvement à la bielle de direction [17]. Le tube [12] est lié en E au châssis [1], en C à la pièce [20] reliée au frein, et en F au ressort [15]. L'axe [11] est guidé en rotation dans le tube par deux paliers lisses [13] en H et [14] en D montés serrés dans le tube [12].

Hypothèses :

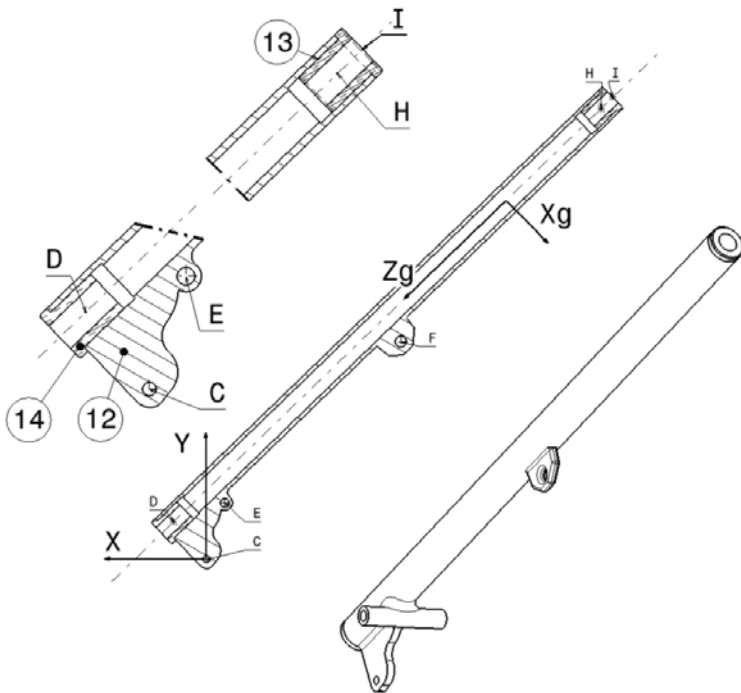
Les liaisons sont considérées comme parfaites.
Le plan médian du DEVALKART est un plan de symétrie géométrique et mécanique.
Il n'y a pas de contact du tube [12] sur le châssis [1] au niveau de la zone « S ».

Données :

Action exercée par le ressort [15] sur le tube [12] dans le repère (x_{15}, y_{15}, z) lié au ressort [15] et défini sur le document technique DT 2.

$$\left\{ \tau_{\text{ressort} \rightarrow 12} \right\}_F = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -100 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x_{15}, y_{15}, z)}$$

Une étude de l'équilibre de l'ensemble {colonne [11], volant [16]} sur logiciel de statique donne les résultats suivants dans le repère (x, y, z) lié au châssis [1] et défini sur le document technique [DT2].



Action		Résultante	moment
$H_{11/13}$	x	-510.581	0
	y	-528.727	0
	z	0	0
$D_{11/14}$	x	+110.825	0
	y	+114.763	0
	z	0	0
$I_{16/13}$	x	+399.756	0
	y	-386.037	0
	z	0	0

Modélisation sur logiciel de RDM pour déterminer les contraintes et les déformations de [12]

Pour créer le modèle de calcul le concepteur doit choisir : des **fixations**, des **chargements** et paramétrer ces différents éléments. Voir le document [ressource].

On choisit :

- d'exprimer les paramètres dans le repère global (Xg,Yg,Zg).
- de modéliser des chargements
 - sur la bague [14] en D,
 - sur la bague [13] en H et I
 - ainsi qu'à l'attache du ressort sur [12] en F.
- de modéliser des fixations en E et C.

Question C-1 : document réponse [DR6]

Indiquer le type de chargement choisi en H, I et F et les paramètres qui s'y rattachent.

Question C-2 : document réponse [DR6]

Le modèle de fixation en C doit tenir compte du mode d'action de la pièce [20]. Il est conseillé d'utiliser une pièce virtuelle. Indiquer le type de fixation choisi en E et C et les paramètres qui s'y rattachent.

Question C-3 : feuille de copie

- Le tube [12] est en acier S355 de résistance : $R_r = 490 \text{ Mpa}$ et $R_e = 355 \text{ Mpa}$.
Le résultat de l'étude est donné dans le document technique [DT5].
- Conclure quant à la résistance du tube.

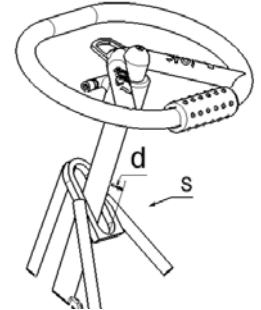
Question C-4 : feuille de copie

En utilisant les résultats des déformations, document technique [DT5], déterminer si l'hypothèse de non-contact en S est vérifiée.

Question C-5 : feuille de copie

Pour abaisser la valeur de la contrainte dans [12], sans modifier sa forme, on utilisera sa déformation qui l'amènera en contact avec [1] dans la zone "S". La distance « d » doit pouvoir être réglée pour pouvoir permettre ce contact tout en ne perturbant pas le freinage.

Proposer, sous forme de croquis à main levée, une solution technique permettant le réglage de la distance « d ».



D : Choix du matériau des arbres de roue arrière.

Objectif : Vérifier le choix du matériau de l'arbre.

L'utilisation du document ressource est nécessaire pour cette partie

Cette détermination se fait pendant la phase de freinage.

Hypothèse :

L'action de la roue libre [28] sur l'arbre [5] est négligeable.

Données :

L'arbre est en acier S235. de résistance $R_e = 235 \text{ MPa}$.

Les pneus « basse pression » s'écrasent beaucoup, ce qui engendre un moment de résistance au roulement de 11 N.m entre la roue [2] et le sol.

Les forces sont exprimées en N et les moments en N.m.

$$\left\{ \tau_{\text{sol} \rightarrow \text{roue2}} \right\}_A = \begin{Bmatrix} -216 & 0 \\ 368 & 0 \\ 0 & 11 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)} ; \quad \left\{ \tau_{\text{bande21} \rightarrow \text{tambour27}} \right\}_R = \begin{Bmatrix} 1746 & 0 \\ -148 & 0 \\ 0 & 27.89 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)} ;$$
$$\left\{ \tau_{\text{roulementgauche3} \rightarrow \text{arbre2}} \right\}_M = \begin{Bmatrix} 1127 & 0 \\ -664 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)} ; \quad \left\{ \tau_{\text{roulementdroite4} \rightarrow \text{arbre2}} \right\}_Q = \begin{Bmatrix} -2657 & 0 \\ 444 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)}$$

Question D-1 :feuille de copie

Déterminer le torseur de cohésion dans l'arbre au niveau de la section droite passant par **N**. En déduire le type de sollicitation dans cette section.

Question D-2 : feuille de copie

Le torseur de cohésion dans l'arbre au niveau de la section droite passant par **P** est

$$\left\{ \tau_{\text{cohésion} - \text{en} - P} \right\}_P = \left\{ \begin{array}{cc} -911 & -69 \\ 296 & -112 \\ 0 & -38.8 \end{array} \right\}_{(x, y, z)}$$

Montrer que la contrainte sera plus grande en **P** qu'en **N**.

Question D-3 : feuille de copie

Calculer la contrainte normale maxi de flexion dans la section **P**.

Question D-4 : feuille de copie

Calculer la contrainte tangentielle maxi de torsion dans la section **P**.

Question D-5 : feuille de copie

On négligera la contrainte tangentielle due à l'effort tranchant, calculer la contrainte normale équivalente de Von-Mises dans la section **P**.

Question D-6 : feuille de copie

En déduire le coefficient de sécurité et concluez quant au choix du matériau.

DOSSIER

« *RESSOURCE* »

Logiciel de RDM.

CHARGEMENT

Les chargements sont les actions de l'extérieur sur le système isolé.

Systèmes de forces distribuées



Création de forces distribuées

Générer un système de forces distribuées équivalent à une force pure à un point donné (résultante d'une force et résultante d'un moment nul).



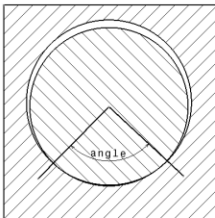
Création d'un moment distribué

Générer un système de forces distribuées équivalent à un couple pur (résultante d'un moment et résultante d'une force zéro).



Création de chargements de type palier

Simuler les chargements de contact appliqués aux pièces cylindriques.



- **X,Y,Z** sont les valeurs algébriques des paramètres en Newton ou en Newton.mètre.

- Ces paramètres sont exprimés dans le repère global.

- Le paramètre **angle**, du chargement type palier, définit l'amplitude du contact

Force distribuée

Nom: Force distribuée.1

Supports: 1 Face

Système d'axe: Type: Global

☒ Afficher localement

Paramètres à renseigner

Vecteur force

X: N

Y: N

Z: N

OK Annuler

Moment

Nom: Moment.1

Supports: 1 Face

Système d'axe: Type: Global

☐ Afficher localement

Paramètres à renseigner

Vecteur moment

X: Nxm

Y: Nxm

Z: Nxm

OK Annuler

Chargement de type palier

Nom: Chargement de type palier.1

Supports: 1 Face

Système d'axe: Type: Global

☐ Afficher localement

Paramètres à renseigner

X: N

Y: N

Z: N

Angle:

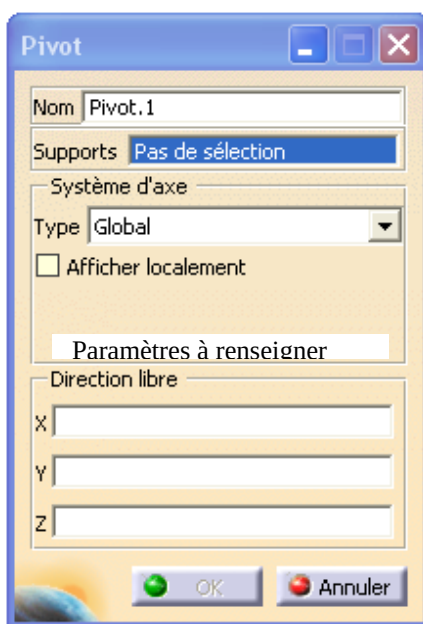
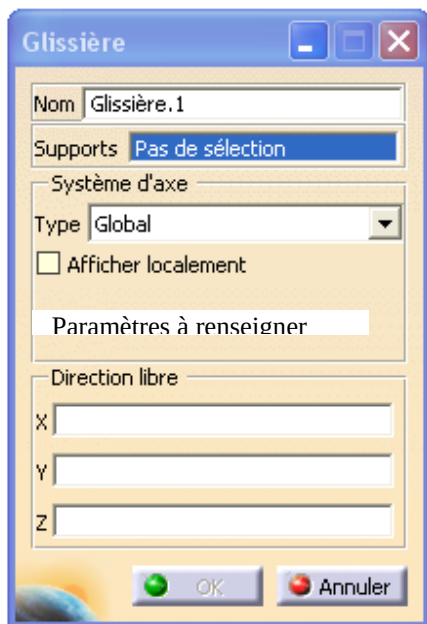
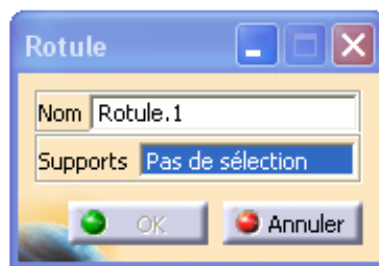
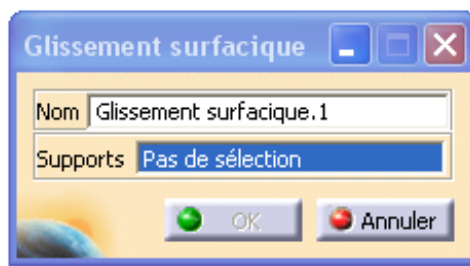
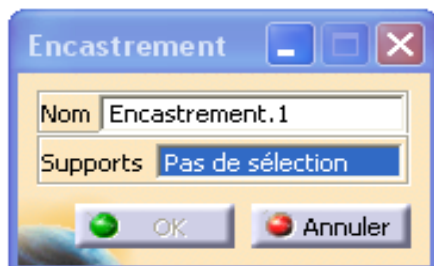
Orientation: Radiale

Profil: Parabolique

OK Annuler

FIXATION

Une fixation est une liaison avec un support extérieur à l'ensemble étudié tel un bâti par exemple.



Création d'encastrements

Fixer tous les degrés de liberté sur une sélection de géométrie

Fixations technologiques



Création de glissières surfaciques

Générer des liaisons de fixations surfaciques permettant aux points d'une surface de glisser le long d'une surface rigide coïncidente (fixe le degré de liberté de translation pour une surface dans la direction de la normale locale)



Création de rotules

Générer des liaisons sphériques (rotules) permettant à un corps rigide de tourner autour d'un point donné (fixe tous les degrés de liberté de translation d'un point)



Création de glissières

Générer des liaisons prismatiques (glissières) permettant à un corps rigide d'être translaté le long d'un axe donné (fixe tous les degrés de liberté d'un point, à l'exception de la translation)



Création de pivots

Générer des liaisons coniques (charnières) permettant à un corps rigide de tourner autour d'un axe donné (fixe tous les degrés de liberté d'un point, à l'exception de la rotation)

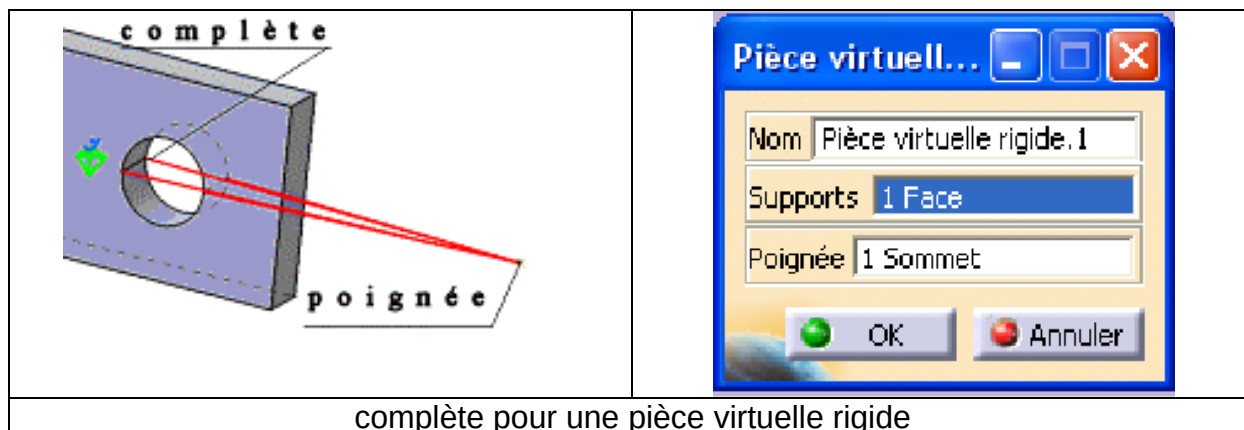


Création de pivots glissants

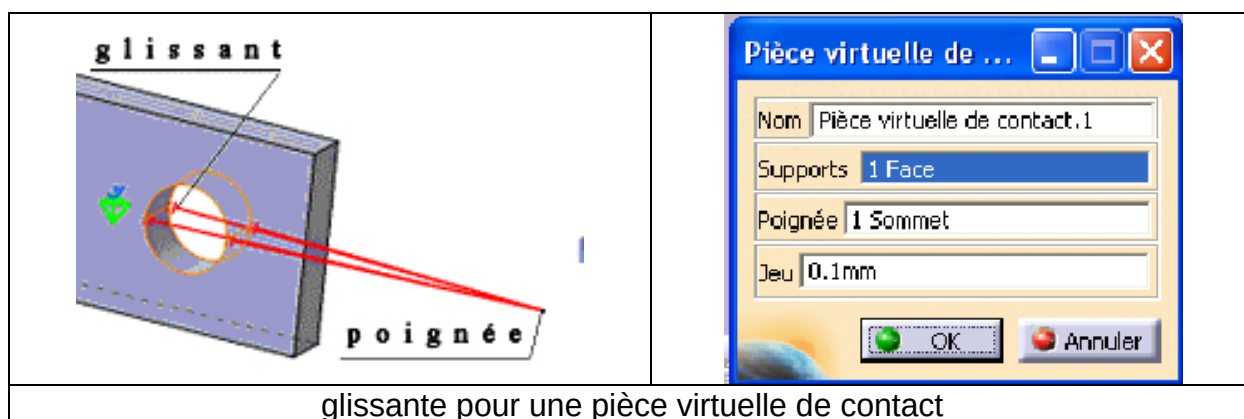
Générer des liaisons cylindriques (actionneurs) permettant à un corps rigide d'être translaté autour d'un axe donné (fixe tous les degrés de liberté d'un point, à l'exception de la translation et de la rotation)

NOTIONS DE PIÈCES VIRTUELLES

Une pièce virtuelle relie une entité géométrique réelle, une surface cylindrique par exemple, à une poignée virtuelle. La liaison avec l'entité géométrique, , peut être :



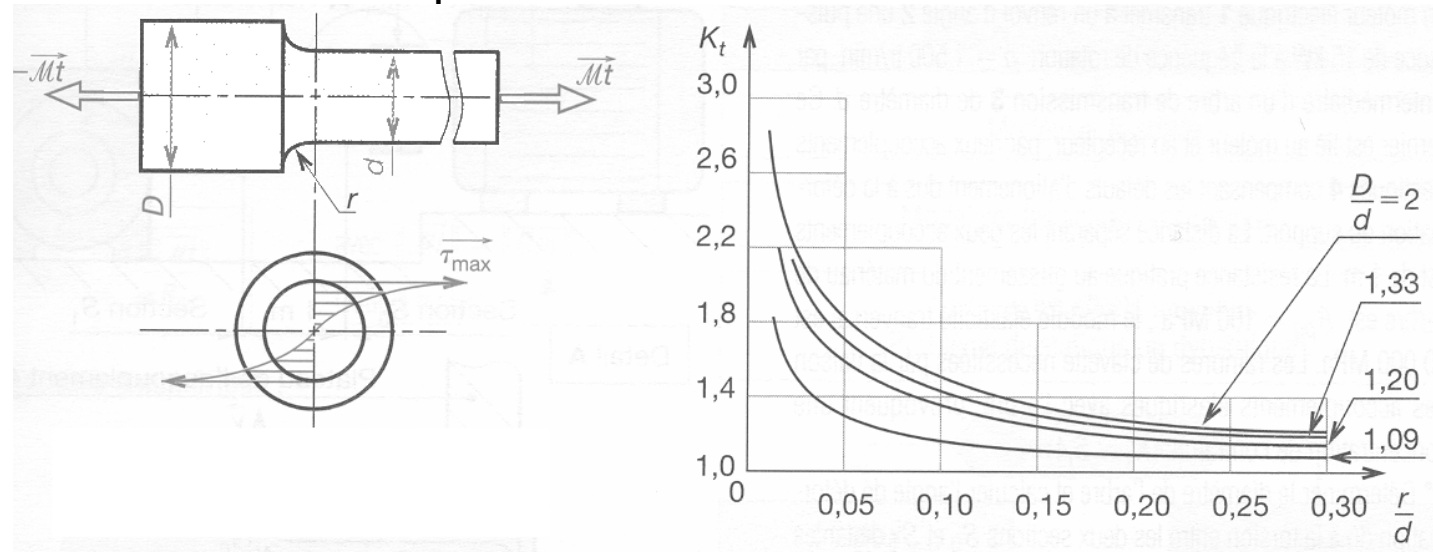
complète pour une pièce virtuelle rigide



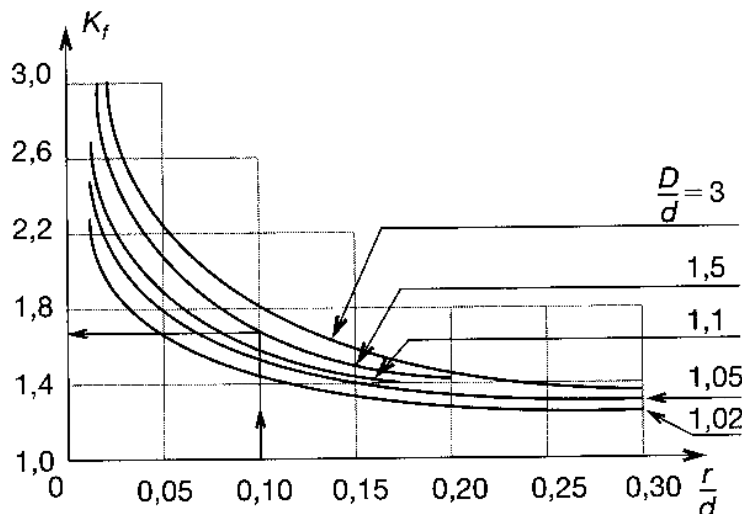
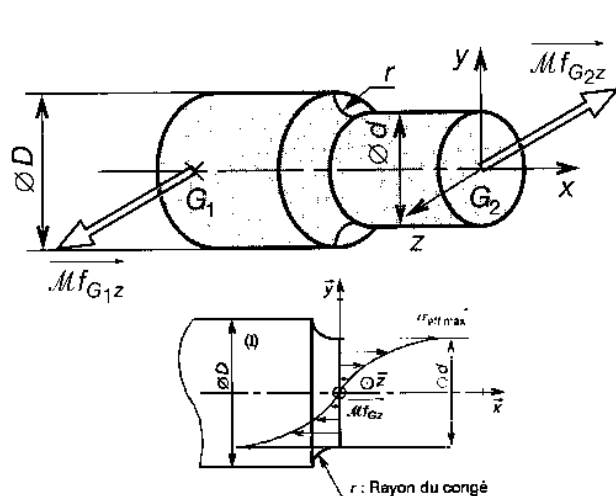
glissante pour une pièce virtuelle de contact

La poignée peut être reliée à un chargement ou à une fixation.

Concentration de contrainte en torsion : arbre de section circulaire épaulé



Concentration de contrainte en flexion : arbre de section circulaire épaulé



Critère de Von Mises

Contrainte équivalente dans un arbre.

Ce critère est utilisé pour l'ensemble des matériaux métalliques.

Pour pouvoir calculer un arbre, la méthode consiste à utiliser une contrainte fictive, appelée

contrainte de comparaison ou contrainte équivalente notée σ_{eq} .

La contrainte équivalente est la contrainte de traction pure qui conduit au même coefficient de sécurité que le système réel. Elle doit être calculée au point le plus chargé de la section étudiée.

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\sigma_{tx} + \sigma_{fx}\right)^2 + 3\left(\tau_{to}^2 + \tau_{tr}^2\right)}$$

σ_{tx} Contrainte normale de traction. S'il y a concentration de contrainte elle doit être multipliée par le coefficient de concentration de contrainte K_{tt} .

σ_{fx} contrainte normale de flexion. S'il y a concentration de contrainte elle doit être multipliée par le coefficient de concentration de contrainte K_f

τ_{to} contrainte tangentielle de torsion. S'il y a concentration de contrainte elle doit être multipliée par le coefficient de concentration de contrainte K_t

τ_{tr} contrainte tangentielle due à l'effort tranchant. S'il y a concentration de contrainte elle doit être multipliée par le coefficient de concentration de contrainte K_{tr}

Condition de résistance :

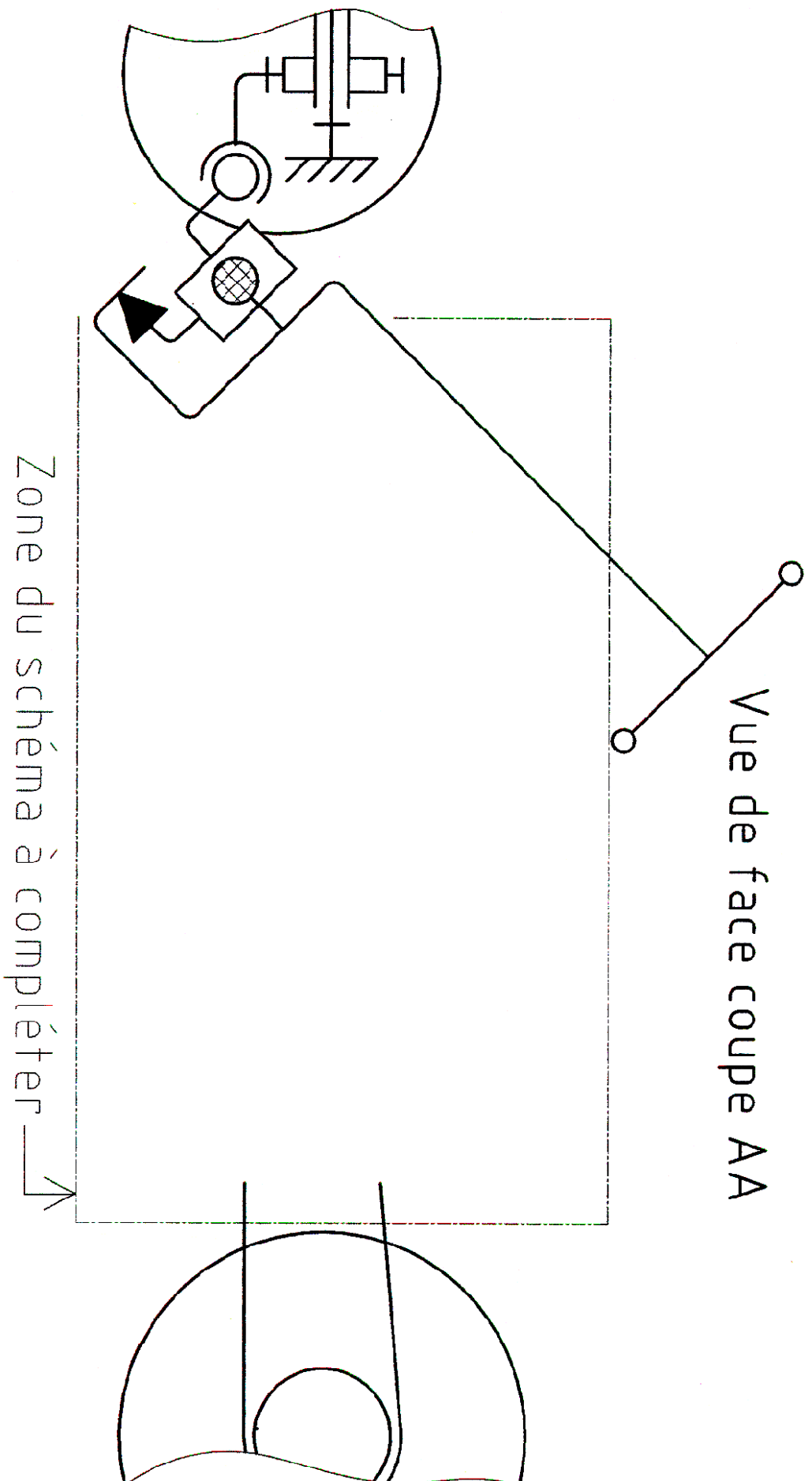
Il y a résistance de la pièce si la condition suivante est vérifiée:

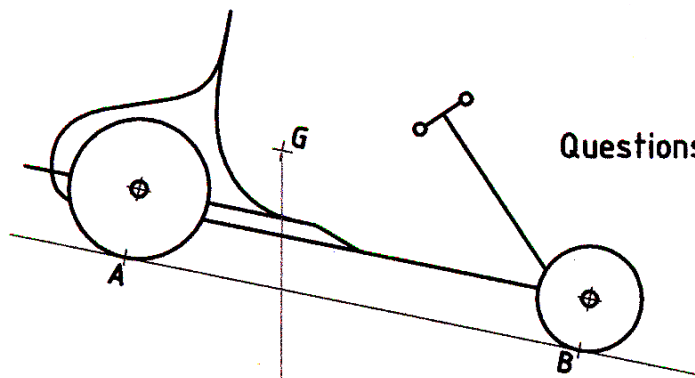
$$\sigma_{eq} \leq \frac{Re}{s} \quad \text{avec : } Re \text{ résistance élastique et } s \text{ coefficient de sécurité.}$$

DOSSIER

« *DOCUMENTS REPONSE* »

Question A-1: compléter le schéma



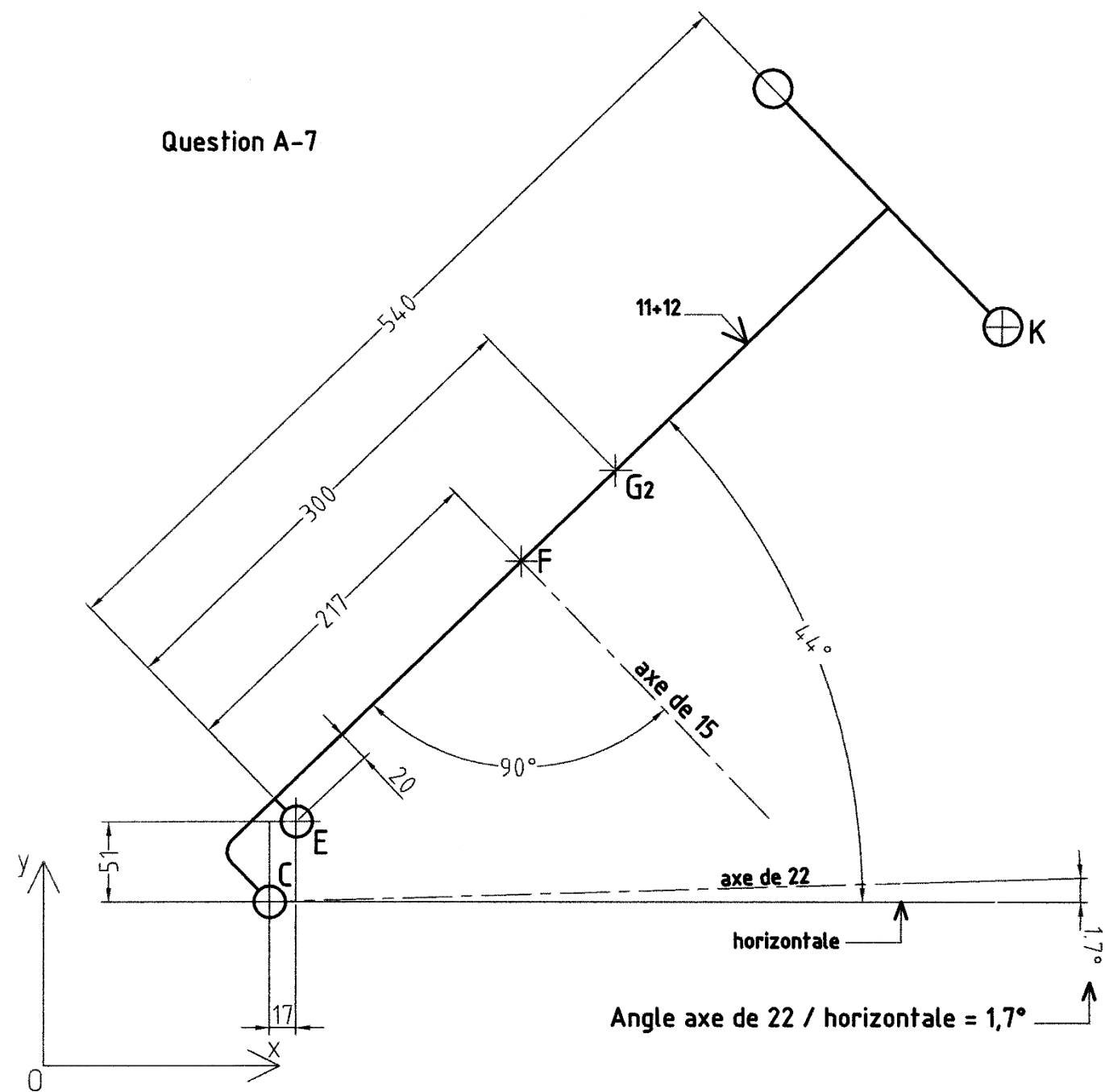


Questions A-2 et A-3 pour résolution graphique

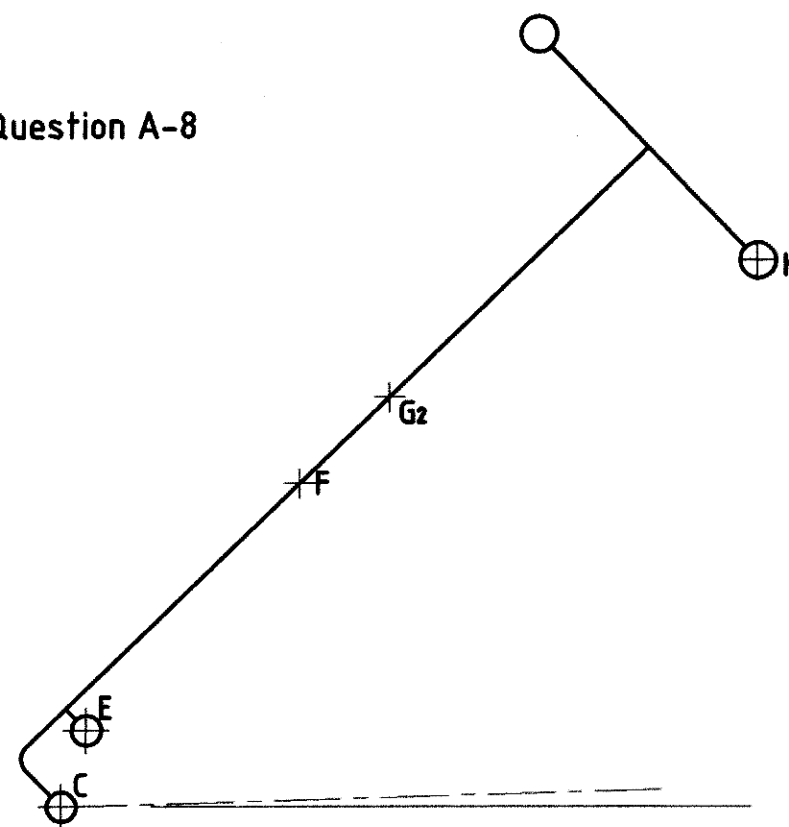
schéma échelle 1:18
(homme non dessiné)

verticale

Question A-7

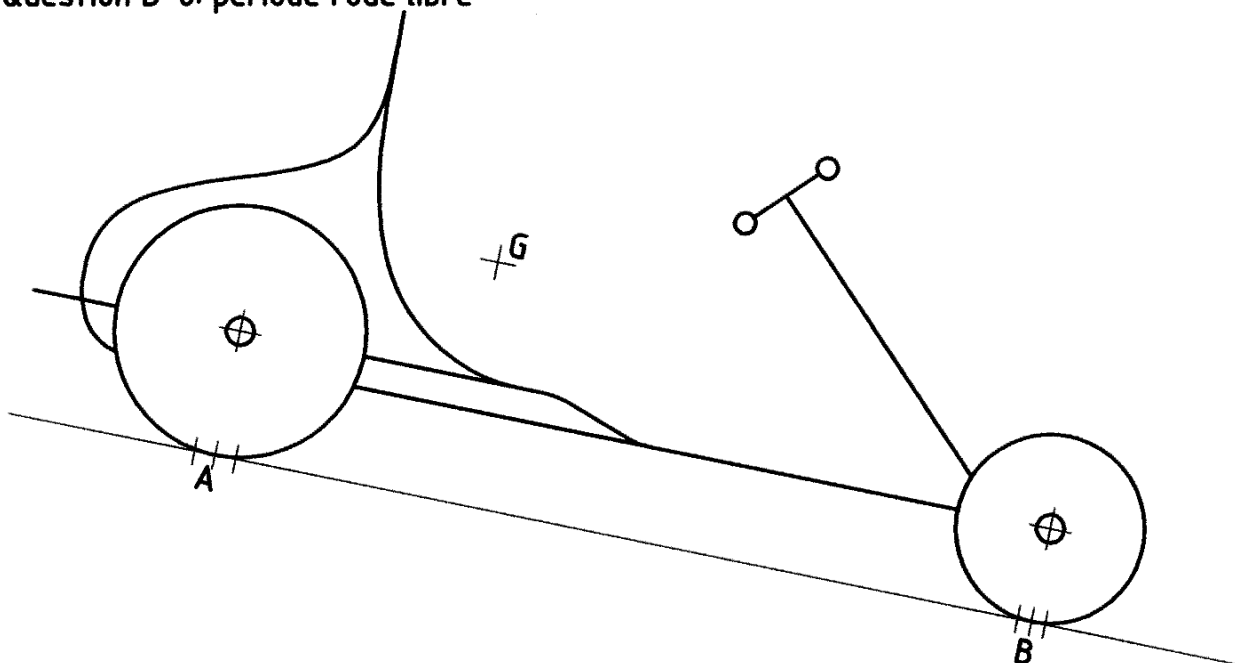


Question A-8

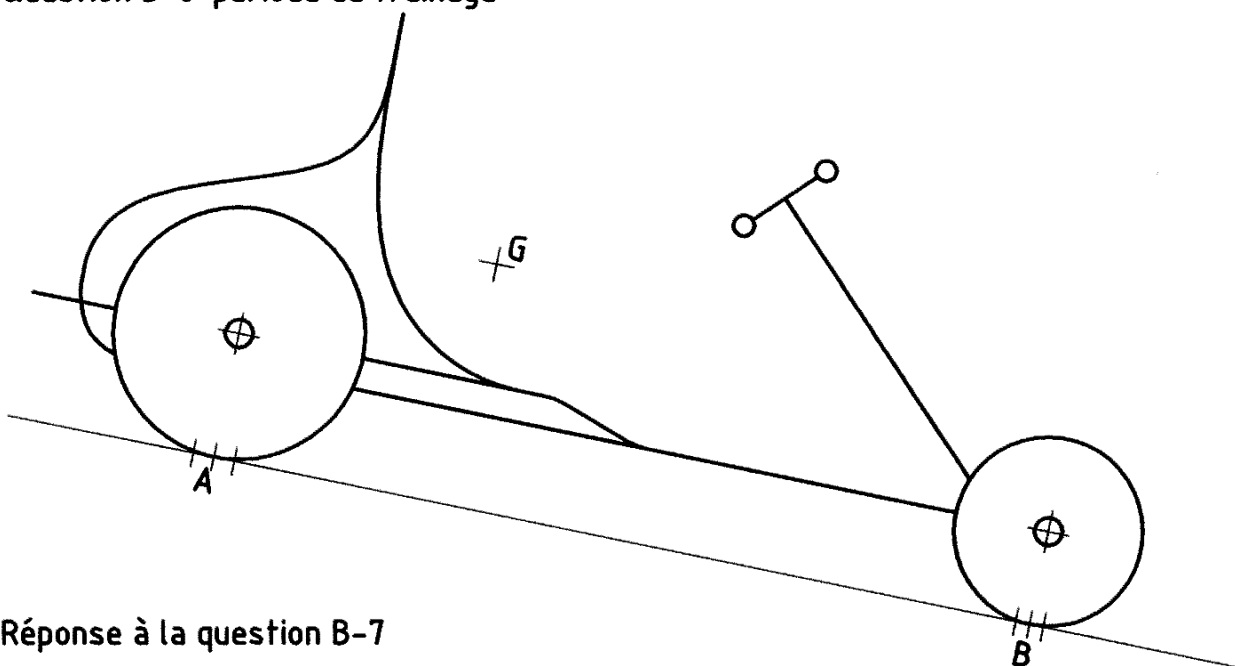


Schémas échelle 1:10 (homme non dessiné)

Question B-6: période roue libre

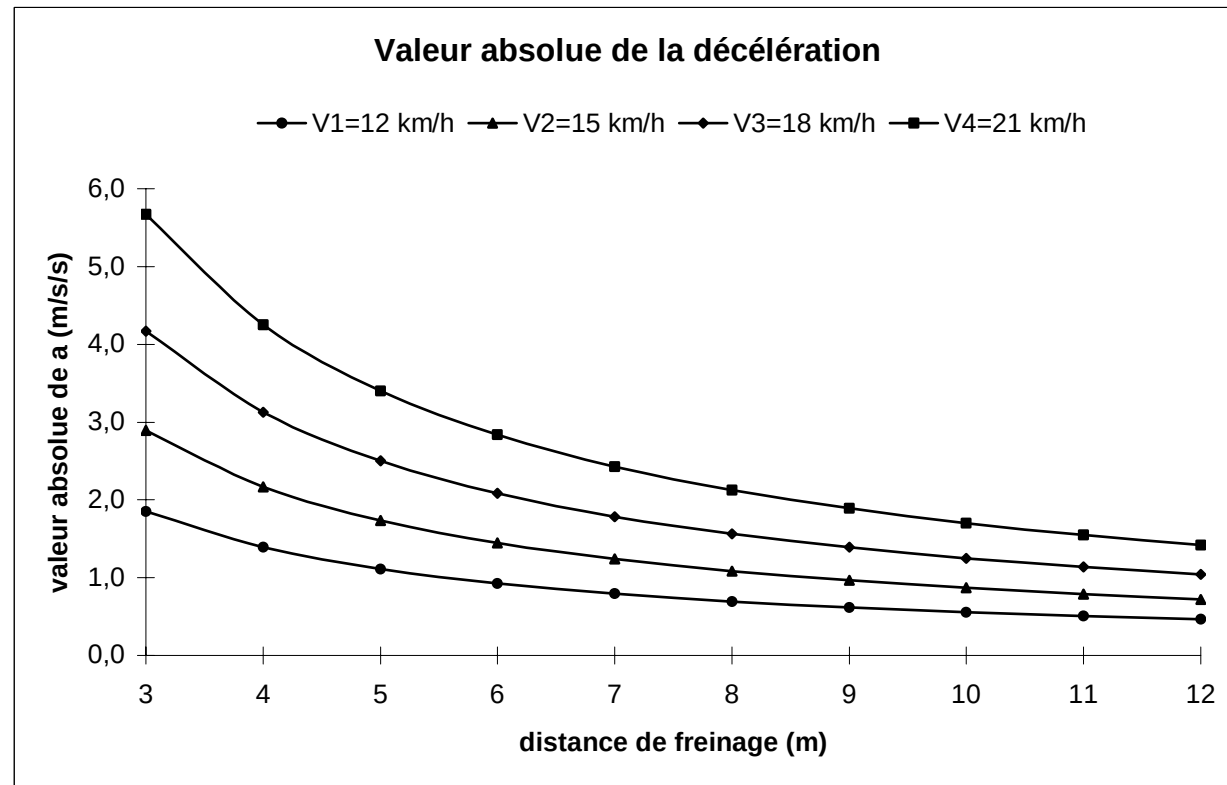


Question B-6: période de freinage

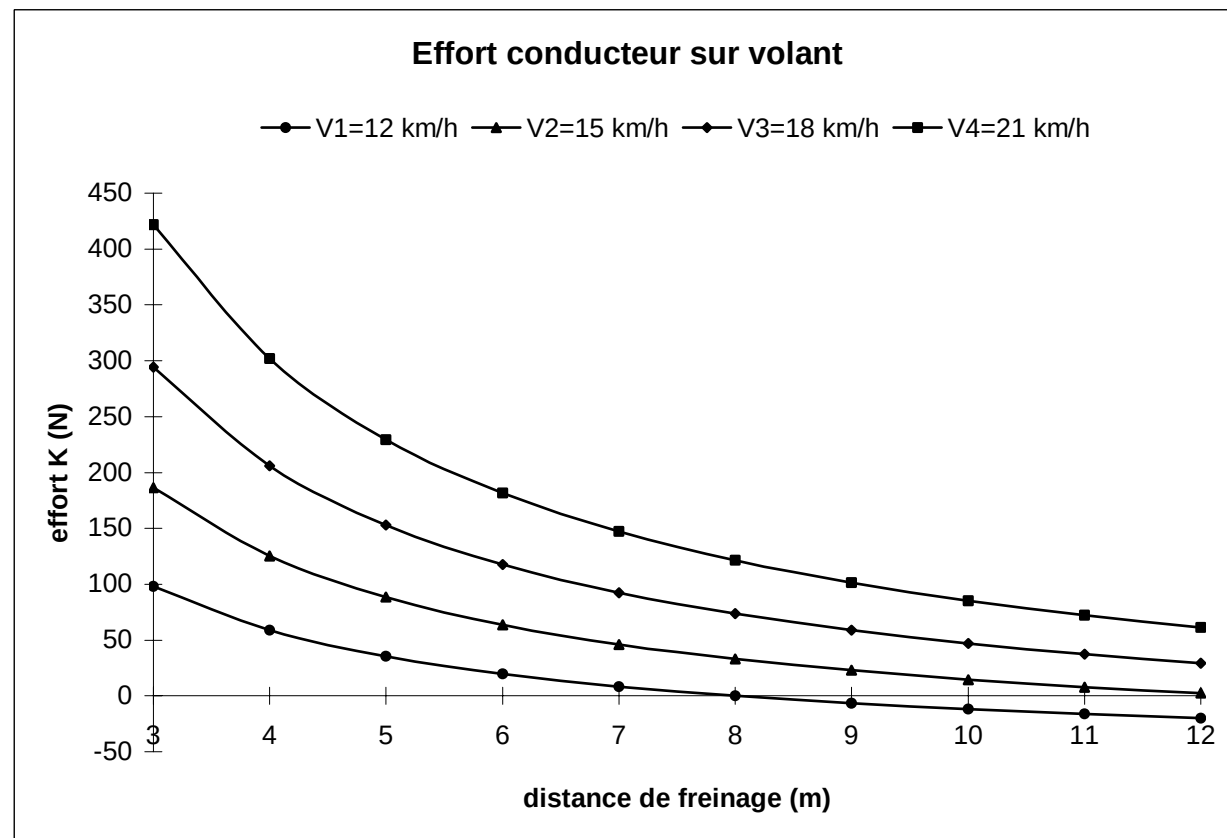


Réponse à la question B-7

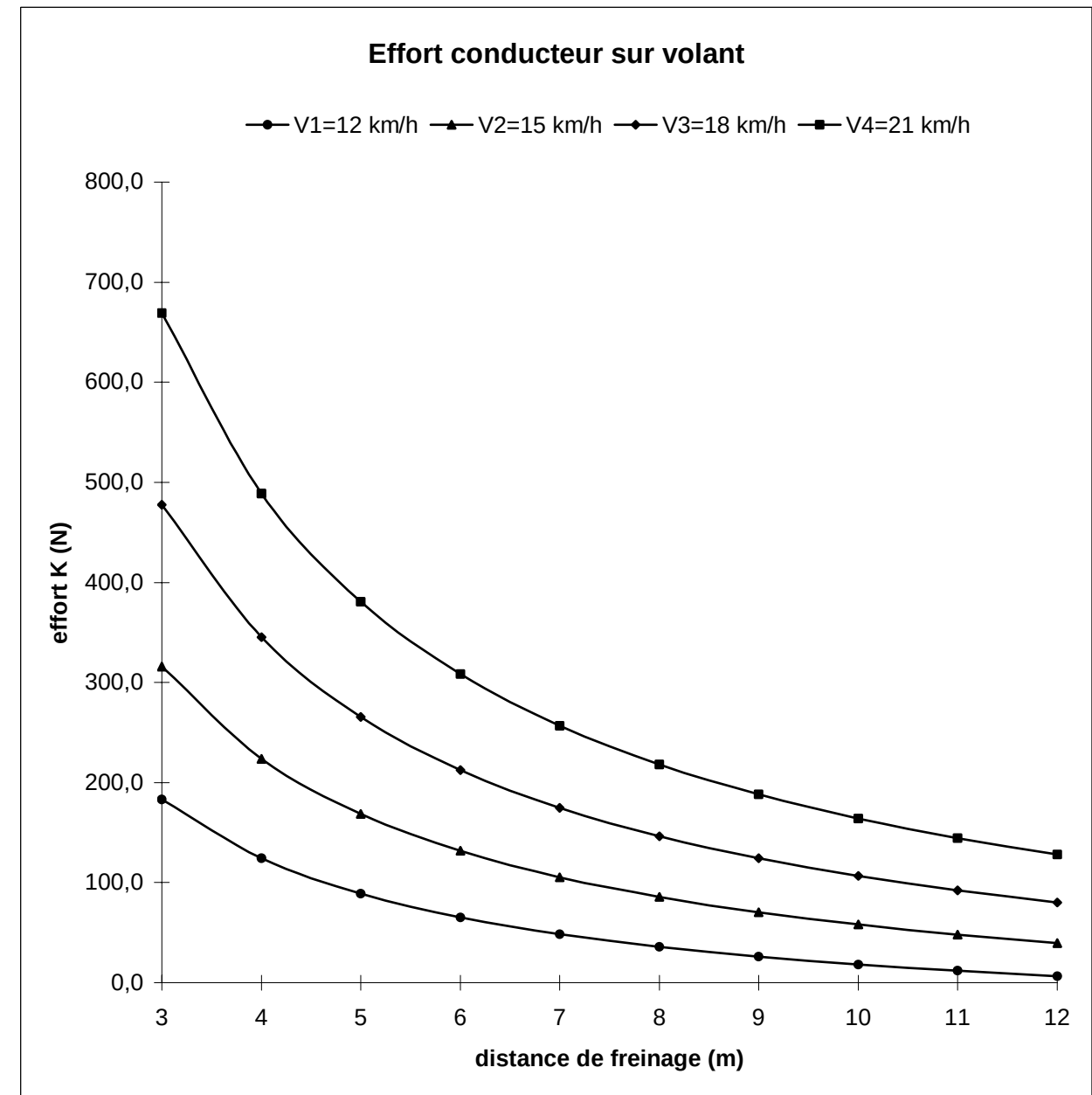
Graphe 1.



Graphe 2 (conducteur de 40kg).



Grphe 3 (conducteur de 80kg).



Question **B-10** :

.....

.....

.....

.....

.....

Question **B-12** :

.....

.....

.....

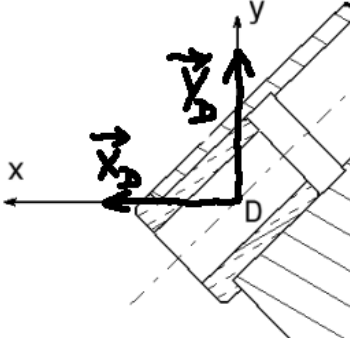
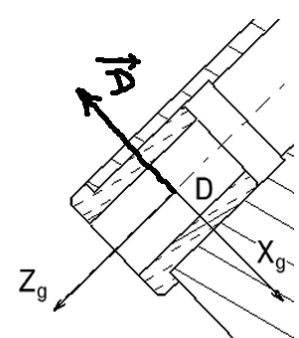
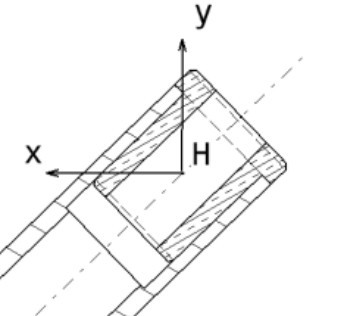
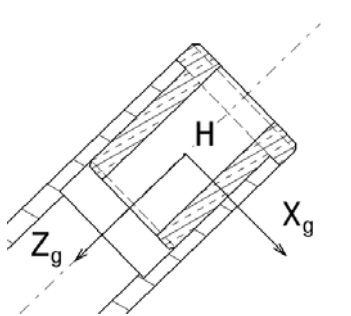
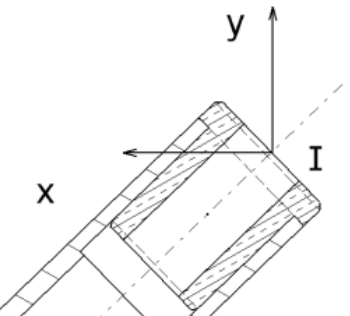
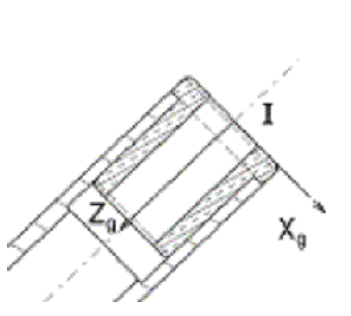
.....

.....

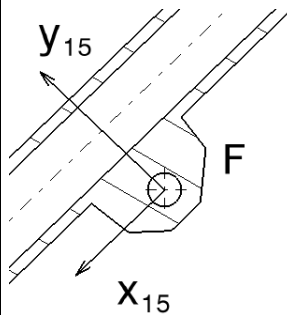
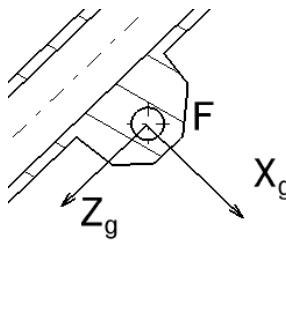
Question C-1.

Modélisation des chargements en D, H, I.

Le chargement en D a été traité comme exemple.

Représentation de l'action dans le repère de calcul (x,y,z)	Représentation de l'action dans le repère global (Xg,Yg,Zg)	Modèle choisi et paramètres qui s'y rattachent
$\vec{D}_{11 \rightarrow 14} = \begin{vmatrix} 110.8 \\ 114.8 \\ 0 \end{vmatrix}$ 	$\vec{D}_{11 \rightarrow 14} = \begin{vmatrix} -160 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ 	Chargement : type palier $\ \vec{D}\ = \sqrt{110.8^2 + 114.8^2}$ $\ \vec{D}\ = 160 \text{ N}$ Paramètres X=-160 Y= 0 Z= 0 Angle= 180°
		
		

Modélisation du chargement en F.

Représentation de l'action dans le repère de calcul (x15,y15,z)	Représentation de l'action dans le repère global (Xg,Yg,Zg)	Modèle choisi et paramètres qui s'y rattachent
		

QuestionC-2

Modélisation des fixations en E et C .

