

Partie 1 : vérification de l'intégration du véhicule D'CLIK dans un environnement urbain

Dans un environnement urbain, la manœuvrabilité d'un véhicule est une capacité essentielle. Le véhicule D'CLIK est prévu pour s'insérer dans une rue piétonne afin d'effectuer des livraisons. L'une des caractéristiques de la manœuvrabilité d'un véhicule est la valeur de son rayon de braquage.

Objectif 1 : déterminer le rayon de braquage

Le document réponse DR1 représente le D'CLIK à l'amorce d'un virage à droite. Les roues sont braquées au maximum, la voiture débute son mouvement à allure modérée. Les points A, B, D et E sont les centres des roues.

Q1.	Tracer les supports des vecteurs vitesse $\vec{V}_{D \in D'CLIK/sol}$ et $\vec{V}_{E \in D'CLIK/sol}$.
DT5 DR1	
Q2.	Déterminer graphiquement la position du CIR (centre instantané de rotation) du mouvement du véhicule D'CLIK par rapport au sol. Nommer ce point $I_{D'CLIK/sol}$ sur le DR1.
DT5 DR1	
Q3.	Mesurer et donner la valeur réelle en mm du rayon de braquage R_{AVG} de la roue avant gauche.
DT5 DR1	
Q4.	Comparer l'orientation des roues avant l'une par rapport à l'autre. Identifier la roue limitant le rayon de braquage.
DT5 DR1	

Objectif 2 : améliorer le rayon de braquage

Pour améliorer le rayon de braquage, il faut déterminer sur quels paramètres agir. Pour cela, il est nécessaire d'exprimer ce rayon de braquage en fonction des caractéristiques du véhicule.

Q5.	Exprimer le rayon de braquage R_{AVG} de la roue avant gauche en fonction de E, L et R_{int} .
DT5 DR1	

En remarquant que $L + R_{int} = R_{AVG} \cdot \cos(\alpha_{ext})$, on montre que $R_{AVG} = \frac{E}{\sin(\alpha_{ext})}$.

Q6.	Relever la valeur de α_{ext} puis calculer R_{AVG} .
DT5 DR1	

Sachant que la largeur L du véhicule D'CLIK est imposée.

Q7.	Identifier les paramètres sur lesquels agir pour améliorer la manœuvrabilité du véhicule D'CLIK. Préciser si ceux-ci doivent être augmentés ou diminués et donner les facteurs limitants.
DT5 DR1	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 1/14

Q8.	Conclure sur la valeur du rayon de braquage au regard du cahier des charges.
DT3, DT5 DR1	

Objectif 3 : vérifier la manœuvrabilité du D'CLIK

On se place dans le cas où le véhicule D'CLIK arrive via une rue à sens unique (cas le plus défavorable). La rue piétonne qu'il doit emprunter est perpendiculaire à la rue d'arrivée et son entrée est réduite par des plots en fonte. Seul un passage de 1,4 m subsiste (norme d'accessibilité aux personnes à mobilité réduite).

Le véhicule D'CLIK est représenté dans cette configuration sur le document réponse DR2.

Q9.	Tracer l'arc de cercle décrit par le point B de la roue arrière. Dessiner l'encombrement du véhicule D'CLIK au niveau de la zone de franchissement (sous forme d'un rectangle). Conclure sur la possibilité du véhicule à s'insérer directement dans la rue piétonne.
DT5 DR2	

Partie 2 : étude critique de la direction du véhicule D'CLIK

La direction d'une automobile désigne l'ensemble des organes qui permettent de modifier l'orientation de sa trajectoire.

Lors d'un virage, les roues avant doivent suivre une cinématique particulière. Une solution pour s'assurer que cette cinématique soit correctement réalisée est que la géométrie de la direction respecte l'épure de Jeantaud.

Objectif 1 : analyser la direction

Sur le DR3, les points M_0 et N_0 désignent les centres des rotules, points d'attache des biellettes de direction sur l'excentrique de direction dans la position neutre (roues non braquées). Les points K_1 et L_1 désignent les centres des rotules de direction des roues dans la position roues braquées.

La longueur des biellettes de direction est donnée dans le plan de projection.

Q10.	Définir les points M_1 et N_1 correspondant aux nouvelles positions des points M_0 et N_0 dans la position roues braquées.
DT5, DT6 DR3	Tracer les deux biellettes dans cette configuration.
Q11.	Mesurer et comparer les angles de braquage, α_{int} et α_{ext} sachant que les deux biellettes de direction ont la même longueur.
DT5 DR3	

Dans la position neutre des roues, le D'CLIK se déplace en ligne droite.

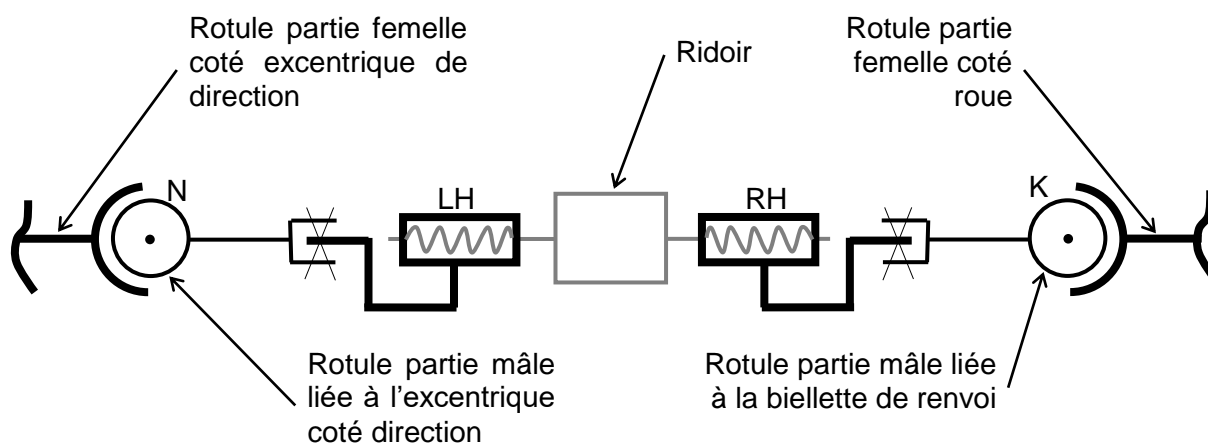
Q12.	Tracer K_0 et L_0 , les positions des rotules de direction, dans la position neutre.
DT5 DR3	Conclure sur le respect de l'épure de Jeantaud.

Objectif 2 : concevoir la biellette de direction

Les longueurs des deux biellettes de direction doivent pouvoir être réglées indépendamment l'une de l'autre, notamment pour permettre le réglage du parallélisme.

Chaque biellette doit relier la rotule femelle liée à l'excentrique de direction à la rotule femelle liée à la biellette de renvoi, elle-même liée au fuseau.

On donne ci-dessous le schéma technologique du principe retenu :



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 3/14

Les contraintes de conception sont données ci-dessous :

- la longueur de cette biellette doit permettre de régler le parallélisme des roues sur une plage totale de 30 mm ;
- le réglage doit pouvoir se faire sans accéder à l'intérieur du véhicule ;
- le réglage se fera par l'intermédiaire d'un ridoir. Un ridoir est un cylindre métallique, ouvert ou fermé, pénétré à ses deux extrémités par des tiges filetées à pas inversés. Les pas inversés seront des ISO M12 x 1,75.
- le réglage devra être bloqué en position ;
- des éléments visuels permettront de repérer la position des éléments les uns par rapport aux autres ;
- les deux extrémités des parties femelles des rotules sont terminées par un filetage ISO M10 x 1,5.

Q13.	Concevoir , sur la coupe A-A, la biellette de direction avant gauche et indiquer la cote de réglage.
DT6, DT7, DT8 DR4	

Partie 3 : validation de l'autonomie du véhicule D'CLIK

Le véhicule D'CLIK doit pouvoir assurer des livraisons dans le centre-ville à partir d'un entrepôt situé en périphérie. Un trajet de référence (aller-retour) simulant le déplacement entre l'entrepôt et le centre-ville est établi.

Le trajet peut être décomposé en 6 tronçons (T1 à T6), chacun aura des caractéristiques particulières (longueur, pente, vitesse de déplacement).

Objectif 1 : déterminer les besoins énergétiques du véhicule D'CLIK pour la configuration retenue

Données et hypothèses :

- masse du véhicule : 377 kg ;
- masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,225 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- coefficient de pénétration dans l'air : $C_x = 0,35$;
- maître couple (surface projetée du D'CLIK normale à l'axe de déplacement) : $S = 1,08 \text{ m}^2$;
- pente tronçon 1 : 1 % ;
- durée tronçon 1 : 40 s.

L'intensité de la résistance de l'air sur un objet en déplacement est donnée par la formule : $F_{\text{air}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot S \cdot C_x \cdot V^2$ avec F_{air} en N et V la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Dans un premier temps, l'étude se limite aux caractéristiques du tronçon 1.

Q14.	Rechercher la valeur de la vitesse pour le tronçon 1, l' exprimer en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
DT9 Feuille de copie	

Q15.	Déterminer F_{air} , effort généré par la résistance de l'air pour le tronçon 1.
Feuille de copie	

Q16.	Déterminer P_{air} , puissance dissipée par l'action de l'air, pour le tronçon 1.
Feuille de copie	

Q17.	Déterminer E_{air} , quantité d'énergie consommée par l'action de l'air pour le tronçon 1.
DT9 Feuille de copie	Exprimer ce résultat en J puis en Wh.

Q18.	Nommer les autres actions résistantes.
Feuille de copie	

En cas de pluie, le véhicule D'CLIK est équipé d'un essuie-glace. Le moteur de celui-ci a une puissance de 100 W.

Q19.	Déterminer la quantité d'énergie E_{eg} consommée par l'essuie-glace si celui-ci est actif pendant le parcours du tronçon 1.
DT9 Feuille de copie	Exprimer ce résultat en J puis en Wh.

Q20.	Nommer une autre fonction du D'CLIK qui consomme de l'énergie.
DT3 Feuille de copie	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 5/14

Les besoins énergétiques sont maintenant étudiés sur l'ensemble du trajet de référence (aller retour). Durant ce trajet, le véhicule D'CLIK est à son chargement maximal et tous les accessoires sont en action.

La quantité d'énergie E_{trajet} consommée est de : **$E_{\text{trajet}} = 2,84 \text{ MJ}$, soit **789 Wh**.**

Objectif 2 : déterminer l'apport principal en énergie

L'apport principal en énergie électrique est assuré par la batterie.

Q21.	Relever la quantité d'énergie nominale E_{bat} stockée par la batterie en Wh.
DT9 <i>Feuille de copie</i>	
Q22.	Conclure quant à la possibilité de réaliser le trajet de référence avec l'énergie fournie par la batterie. Si oui, donner le nombre de trajets aller-retour envisageable.
<i>Feuille de copie</i>	
Q23.	Relever dans le diagramme des exigences, la durée d'autonomie retenue pour le véhicule D'CLIK. Conclure quant à l'exigence du cahier des charges sur l'autonomie procurée au véhicule D'CLIK par la batterie.
DT3 <i>Feuille de copie</i>	

Objectif 3 : déterminer les apports en énergie de la génératrice à pédales (GAP)

Le véhicule D'CLIK, afin d'être plus autonome et indépendant d'un point de vue énergétique possède, en plus des panneaux solaires, un système d'apport en énergie via une génératrice à pédales (GAP).

Un utilisateur peut générer environ 80 W pour un effort léger (nous sommes dans une configuration de travail et non sportive, l'effort doit être peu soutenu mais effectué sur une longue durée).

Le rendement de la génératrice et de la chaîne de traitement (boîtier électronique) est d'environ 70 %.

Q24.	Calculer la puissance électrique utile P_{gap} à la sortie de la génératrice à pédales.
<i>Feuille de copie</i>	

Le retour à vide est effectué en 344 s.

Q25.	Calculer le temps total de pédalage pour effectuer le trajet de référence (aller + retour). Calculer la quantité d'énergie E_{gap} fournie par la génératrice à pédales en Wh.
DT9 <i>Feuille de copie</i>	
Q26.	Calculer le pourcentage de l'apport d'énergie E_{gap} par rapport à la quantité d'énergie E_{trajet} et conclure au regard des exigences du cahier des charges. Proposer une solution de remédiation.
DT3 <i>Feuille de copie</i>	

Partie 4 : validation de la génératrice à pédales (GAP)

La génératrice à pédales (GAP) est l'élément innovant du véhicule D'CLIK.

Elle a pour rôle de :

- produire de l'énergie électrique ;
- donner l'information : marche avant, marche arrière, consigne de vitesse des roues (proportionnelle à la vitesse de pédalage).

On s'intéresse à la production d'énergie.

L'utilisateur pédale et, via une transmission par engrenages, entraîne une génératrice. Celle-ci produit de l'électricité qui est utilisée directement par le véhicule ou stockée dans la batterie.

Données :

- chaque engrenage a un rendement de 0,98 ;
- les pertes dans les guidages en rotation sont négligées.

Objectif 1 : étudier la transmission actuelle

À l'aide des plans et de la nomenclature :

Q27.	Tracer le schéma cinématique de la transmission par engrenages et reporter les repères des pignons.
DT10, DT11, DT12 DR5	

Q28.	Compléter le schéma bloc. Compléter l'expression littérale de chaque rapport de transmission. Indiquer la valeur des rendements de chacun des étages.
DT10, DT11, DT12 DR5	

Q29.	Exprimer puis déterminer la valeur du rapport de transmission global r_g et du rendement global η_g de la transmission par engrenages.
DR5	

Par la suite on prendra $r_g = -76$ et $\eta_g = 0,94$.

Q30.	Relever la valeur du rendement maximal de la génératrice $\eta_{\text{génératrice}}$.
DT13 DR5	

Q31.	Relever la vitesse de rotation $N_{\text{génératrice}}$ et le couple $C_{\text{génératrice}}$ appliqués en entrée de la génératrice et correspondant à ce point de fonctionnement, pour un rendement maximal.
DT13 DR5	

Q32.	À partir des données relevées ci-dessus, compléter le schéma bloc et calculer la puissance électrique P_s en sortie de la génératrice.
DR5	

Q33.	Calculer la vitesse de pédalage N_p , le couple de pédalage C_p et la puissance P_p que doit générer l'utilisateur.
DR5	

Le code du travail définit les efforts maximums que ne doit pas dépasser un travailleur. Dans notre cas, cela donne un couple de pédalage maximal de 20,8 N·m.

Q34.	Déterminer le couple $C_{\text{génératrice}}$ pour ce couple de pédalage maximal.
DT13 <i>Feuille de copie</i>	Relever les valeurs correspondantes de $N_{\text{génératrice}}$ et $\eta_{\text{génératrice}}$. En déduire P_p pour ce point de fonctionnement.

Q35.	Déterminer la vitesse de pédalage N_p correspondante.
<i>Feuille de copie</i>	

Il faut aussi prendre en compte la vitesse de pédalage d'un travailleur. On considère qu'une valeur de 60 tr·min⁻¹ est un bon compromis. La puissance maximale recommandée est de 80 à 100 W.

Q36.	Conclure quant à l'adéquation entre le point de fonctionnement optimal de la génératrice et le « point de fonctionnement » de l'utilisateur.
<i>Feuille de copie</i>	

Objectif 2 : faire évoluer la transmission actuelle

Afin d'optimiser l'encombrement, on envisage de changer le type de transmission par engrenages.

Une solution classique pour réduire significativement l'encombrement tout en ayant un rapport de réduction élevé est d'utiliser un train épicycloïdal.

Ce changement de solution technique provoque une augmentation du coût (qui serait amortissable lors d'une production en série).

Deux solutions peuvent être envisagées pour optimiser l'encombrement de la transmission :

- un réducteur à trains épicycloïdaux (à deux étages de mêmes caractéristiques) ;
- un réducteur carré (réducteur actuel avec des axes non alignés).

Données pour l'analyse du réducteur à trains épicycloïdaux :

- rapport de transmission total : -76 ;
- on prendra un module $m = 0,75$ mm ;
- l'axe du pédalier est traversant ;
- nombre de dents minimal d'un pignon : 18 (pas de déport de denture). $Z_1 = 18$ dents ;
- Z_i et d_i : désignent respectivement le nombre de dents et le diamètre primitif du pignon i ;
- le rapport de transmission d'un étage est égal à 8,7 ($\sqrt{76}$) et est donné par la formule :

$$r = \frac{Z_1 + Z_3}{Z_1} ;$$
- l'encombrement diamétral est donné par la relation : $Z_3 = Z_1 + 2 \cdot Z_2$.

Q37.	Déterminer Z_1 , Z_2 et Z_3 pour le réducteur à trains épicycloïdaux.
DR6	

Q38.	Déterminer par calcul, pour le réducteur à trains épicycloïdaux et le réducteur actuel, les encombrements demandés (on raisonnera à partir des diamètres primitifs).
DT10, DT11, DT12 DR6 <i>Feuille de copie</i>	

Q39.	Pour chacun des critères, attribuer une note de 1 à 5 (du plus négatif au plus positif).
DR7	Choisir une solution et conclure au regard de l'objectif fixé.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 8/14

Partie 5 : choix d'un amortisseur et analyse de son implantation

Un amortisseur est un élément important de l'interface entre le sol et le véhicule. Il intervient sur le confort des passagers et sur la sécurité en optimisant le contact entre la roue et le sol. L'ensemble amortisseur (S2 + S3 + S5) représenté sur le DT14 composent la jambe de force.

Objectif 1 : déterminer la nouvelle position du point d'attache G de la jambe de force dans le cas d'une oscillation de la roue avec un angle de braquage nul.

Q40.	Relever sur le diagramme des exigences la valeur du débattement vertical maximal de la roue avant.
DT3 DR8	

Q41.	Donner la nature du mouvement du triangle avant par rapport au bâti.
DT14 DR8	

Q42.	Donner la nature de la trajectoire du point G, centre de la rotule appartenant au triangle avant par rapport au bâti. Tracer cette trajectoire.
DT14 DR8	

Q43.	Tracer la position du point G_1 pour la valeur du débattement vertical attendu.
DT14 DR8	

Q44.	En déduire la variation de longueur de l'amortisseur dans cette configuration.
DT14 DR8	

Objectif 2 : analyser l'influence de l'angle de braquage sur la position du point d'attache G de la jambe de force dans le cas d'une roue qui n'oscille pas.

Q45.	Tracer l'axe de l'amortisseur et conclure quant à l'influence de l'angle de braquage sur la position du point d'attache de la jambe de force.
DR8	

Pour la suite, nous supposons que la position du point G ne dépend que de l'oscillation verticale de la roue.

Q46.	Comparer avec les caractéristiques de l'amortisseur retenu, conclure .
DT16 DR8	

Objectif 3 : analyser l'implantation de l'amortisseur avant.

On s'intéresse au mécanisme de suspension seul, indépendamment du mécanisme de direction.

Q47.	Identifier le type de composants assurant les liaisons entre le châssis S0 et le triangle avant S4. Faire le schéma architectural correspondant.
DT14, DT15 <i>Feuille de copie</i>	

Le degré d'hyperstatisme h se détermine à l'aide la formule suivante :

$$h = \sum N_s - 6 \cdot (p - 1) + m_u + m_i$$

avec :

- N_s : nombre d'inconnues statiques dans chacune des liaisons ;
- p : nombre total de pièces constituant le mécanisme ;
- m_u : nombre de mobilités utiles ;
- m_i : nombre de mobilités internes.

Q48.	Déterminer le degré d'hyperstatisme de la solution retenue pour la liaison entre S0 et S4.
DT14, DT15 <i>Feuille de copie</i>	

On montre que cette liaison est hyperstatique d'ordre 1. Il existe trois solutions classiques (permettre un réglage, autoriser un jeu, changer de liaison) pour avoir un montage isostatique.

Q49.	Critiquer , en argumentant, l'adaptation de chacune de ces solutions dans le contexte et justifier la meilleure solution dans ce cas d'étude. <i>Au besoin vous pouvez illustrer vos propos par un croquis à main levée correspondant à chaque proposition.</i>
<i>Feuille de copie, DR9</i>	

On s'intéresse à présent à l'ensemble du mécanisme de suspension. On considère que la liaison entre S0 et S4 a été rendue isostatique et que cette liaison est assimilable à une liaison pivot d'axe \vec{y} .

L'objectif est de déterminer la liaison à placer en I pour permettre le bon fonctionnement du mécanisme de suspension. Le choix se fera entre une liaison pivot et une liaison rotule. Ces deux configurations sont modélisées selon les schémas cinématiques donnés sur le DR9.

Q50.	Calculer le degré d'hyperstatisme pour ces deux configurations.
<i>DR9</i>	

Q51.	Conclure quant au choix de la liaison en I.
<i>DR9</i>	

Q52.	Analyser la fixation de l'amortisseur sur le châssis. Conclure , en argumentant, sur la cohérence entre la modélisation et la réalisation réelle.
DT16 <i>DR9</i>	

Objectif 4 : vérifier les caractéristiques de l'amortisseur choisi pour la réalisation du prototype du véhicule D'CLIK

Une étude statique permet de déterminer l'action du sol sur une roue avant due au poids de l'ensemble véhicule + conducteur + charge maximale.

Cette action, appliquée au point F suivant l'axe \vec{z} , a pour valeur $||\overrightarrow{F_{sol \rightarrow roue}}|| = 518 \text{ N}$.

Objectif 4.1 : déterminer l'influence du poids (véhicule + conducteur + charge maximale) sur la course de l'amortisseur.

Hypothèses :

- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
- le poids des pièces est négligé ;
- l'étude est réalisée dans le plan (H, \vec{x}, \vec{z}) ;
- l'étude est menée graphiquement ;
- les actions en H' et H'' sont considérées comme étant une seule force appliquée en H.

On isole le triangle avant S4.

Q53.	Sur feuille de copie, faire le bilan des actions mécaniques extérieures agissant sur le triangle avant S4.
DT14 Feuille de copie, DR10	Étudier son équilibre et tracer sur le DR10 la direction de l'action du châssis S0 sur le triangle avant S4.

On isole l'ensemble $S = \{S1 + S2 + S3 + S4 + S5\}$.

En première approximation, l'étude est faite dans la position à vide.

Q54.	Sur feuille de copie, faire le bilan des actions mécaniques extérieures agissant sur l'ensemble S.
Feuille de copie, DR10	Sur le DR10, appliquer le principe fondamental de la statique et en déduire l'action en I de S0 sur S3.

Q55.	Sur DR10, projeter cette action sur l'axe de l'amortisseur et donner sa valeur sur feuille de copie.
Feuille de copie, DR10	

Q56.	Relever la valeur de la raideur du ressort.
DT16 Feuille de copie	En déduire la variation de longueur de compression du ressort.

Objectif 4.2 : déterminer l'influence des effets dynamiques, lors d'un freinage, sur la course de l'amortisseur.

La course de la tige de l'amortisseur a été simulée avec un logiciel.

Q57.	Déterminer la course de l'amortisseur sous les effets dynamiques dus au freinage maximal.
DT16 Feuille de copie	

Objectif 4.3 : conclure sur le choix de l'amortisseur.

Q58.	Déterminer la course totale de l'amortisseur et conclure quant au choix de l'amortisseur.
DT17 Feuille de copie	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 11/14

Partie 6 : validation du prototype du triangle avant

Le triangle avant de la suspension est l'élément le plus sollicité dans le cas d'un freinage d'urgence en descente. L'objectif est de déterminer les actions mécaniques qui agissent sur le triangle avant, d'analyser sa résistance et d'adapter sa conception.

Au moment du freinage, le véhicule D'CLIK se trouve dans la situation la plus défavorable, à savoir :

- un déplacement à une vitesse de $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$;
- une pente de 25 % ;
- une charge maximale, donc une masse totale : $M = 377 \text{ kg}$.

Hypothèses et données :

- problème plan (H, \vec{y}, \vec{z}) ;
- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
- les coordonnées des différents points sont à relever sur le DR11 ;
- le coefficient maximum de frottement pneumatique – asphalte $f_{\text{maxi}} = 0,6$;
- le freinage est réparti sur les 4 roues ;
- la résistance au roulement est négligée.

Objectif 1 : déterminer l'action en F du sol sur la roue avant et en H du sol sur la roue arrière dans le cas d'un freinage d'urgence.

La décélération minimale pour assurer le freinage a pour valeur $\|\overrightarrow{A_{G,D'CLIK/R}}\| = 2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Q59.	Tracer qualitativement ce vecteur.
DR11	

Par la suite, nous prendrons une valeur de l'accélération $a = -3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
Pour une pente de 25 %, l'angle est de 14° .

En isolant le véhicule D'CLIK, on obtient le bilan des actions mécaniques extérieures suivant :

$$\text{Action en G de la pesanteur sur D'CLIK : } \{\tau_{pes \rightarrow D'CLIK}\} = \begin{Bmatrix} \vec{P} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ M \cdot g \cdot \sin \alpha & 0 \\ -M \cdot g \cdot \cos \alpha & 0 \end{Bmatrix}_R$$

$$\text{Action en F du sol sur la roue avant : } \{\tau_{sol \rightarrow roue Av}\} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{F_{sol \rightarrow roue Av}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_F = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ T_F & 0 \\ N_F & 0 \end{Bmatrix}_R$$

$$\text{Action en H du sol sur la roue arrière : } \{\tau_{sol \rightarrow roue Ar}\} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{H_{sol \rightarrow roue Ar}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_H = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ T_H & 0 \\ N_H & 0 \end{Bmatrix}_R$$

Nota Bene :

Les forces sont dans le plan (H, \vec{y}, \vec{z}) du repère R $(H, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 12/14

Le véhicule D'CLIK est en translation rectiligne suivant \vec{y} .

Q60.	Tracer les vecteurs de ces 3 actions mécaniques et nommer ces vecteurs forces conformément aux torseurs.
DR11	

Q61.	Donner le signe de T_F , N_F , T_H , N_H dans le repère donné.
DR11	

Q62.	Appliquer le théorème de la résultante dynamique au véhicule D'CLIK. Exprimer les deux équations en projection sur \vec{y} et \vec{z} .
DR11	

On applique le théorème du moment dynamique au véhicule D'CLIK au point H.

On obtient l'équation suivante :

$$-0,659 \cdot M \cdot a \cdot \vec{x} = \vec{M}_{H,pes \rightarrow D'CLICK} + \vec{M}_{H,sol \rightarrow D'CLICK}.$$

Q63.	Calculer les moments $\vec{M}_{H,pes \rightarrow D'CLICK}$ et $\vec{M}_{H,sol \rightarrow D'CLICK}$ et exprimer l'équation en projection sur \vec{x} . En déduire la valeur de N_F .
Feuille de copie	

On se place à la limite du glissement au point F (contact roue avant – sol).

Q64.	Exprimer la relation entre T_F , N_F et f qui traduit cette situation.
Feuille de copie	

Rappel : $\sqrt{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = 1$.

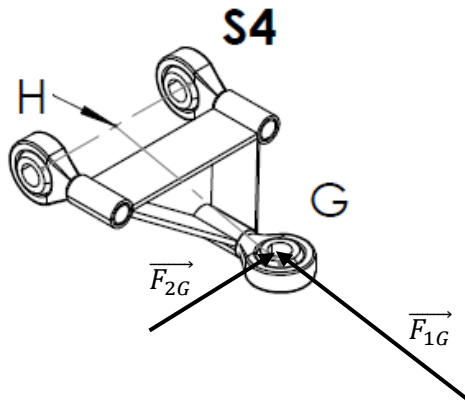
Q65.	Déterminer T_F , T_H et N_H en fonction de M , a , α et des coordonnées géométriques. Calculer les valeurs numériques et en déduire les efforts sur une seule roue aux points F et H.
Feuille de copie	

Q66.	Exprimer la condition d'adhérence en H. Faire la vérification numérique. Conclure , en déterminant si le phénomène de glissement est présent au point H.
Feuille de copie	

Objectif 2 : analyser la résistance du triangle avant S4

La résolution se fait avantageusement à l'aide d'un logiciel. La détermination des efforts agissants sur le triangle avant S4 se poursuit en isolant S4, puis S2.

L'étude dynamique a été menée jusqu'à son terme et on obtient l'action appliquée en G sur le triangle avant S4, dans le cas d'une sollicitation extrême définie par la norme.



\vec{F}_{1G} : effort dû à l'écrasement de l'amortisseur de direction (GH)

\vec{F}_{2G} : effort dû au freinage de direction perpendiculaire à (GH)

La détermination des contraintes et déformations subies par le triangle avant ne peuvent pas, de par sa forme, être faites en utilisant la théorie des poutres. Une analyse en utilisant la méthode des éléments finis s'impose.

Données :

- le triangle avant est en acier S460 de limite élastique $R_e = 460 \text{ MPa}$;
- le triangle avant testé est un assemblage mécano-soudé.

Pour mener la simulation, il faut préciser au logiciel les conditions aux limites en déplacement et en charge.

Q67.	Analyser les deux propositions de simulation et choisir , en argumentant, celle qui est adaptée à la situation.
DT17 Feuille de copie	

La simulation est réalisée et les résultats sont présentés sur le DT17.

Q68.	Calculer le coefficient de sécurité C_s .
DT17 Feuille de copie	

Un coefficient de sécurité minimum $C_{s\min} = 3$ est préconisé pour les organes de sécurité.

Q69.	Analyser les résultats obtenus et conclure .
DT17 Feuille de copie	

Objectif 3 : analyser l'évolution du triangle avant S4

Le triangle avant a été reconçu pour aligner au mieux la matière sur l'axe des efforts afin de limiter les déformations. La rotule de direction a été changée par un modèle de dimensions supérieures ($d = 14 \text{ mm}$). Une nouvelle simulation est donnée DT18.

Q70.	Analyser les résultats obtenus et conclure .
DT18 Feuille de copie	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2025
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	25CP42CP	Page 14/14