

Partie 1 : analyse du contexte socio-économique

Objectif : Cette partie a pour objectif d'identifier les enjeux d'une agriculture robotisée

Question 1.1 DT1 | À partir des données de la figure 18 du DT1, **justifier** que la robotique agricole est un marché en pleine expansion.

Le graphe de la figure 18 montre une progression très importante du marché de la robotique agricole en passant d'environ 10 milliards de dollars en 2019 à 87,9 milliards de dollars d'ici 2025.

Question 1.2 DT1 | À partir de la figure 19 du DT1, **déterminer** le pourcentage de troubles musculo-squelettiques (TMS) que présente la viticulture par rapport aux TMS de l'ensemble du secteur agricole de 2008 à 2012.

Le pourcentage de TMS en viticulture représente 23,75% de l'ensemble du secteur agricole de 2008 à 2012.

Question 1.3 DT1 | **Expliquer** en quoi l'acquisition de données des robots utilisés dans les vignobles est intéressante pour le viticulteur.

Le comptage des manquants, la détection précoce de symptômes de maladies ou de carences et leur cartographie sont des données utiles pour la prise de décisions du viticulteur.

Question 1.4 DT1 | Pour chacune des trois dimensions interdépendantes du développement durable, **proposer** un argument sur l'intérêt d'utiliser des robots dans le secteur agricole, notamment en viticulture.

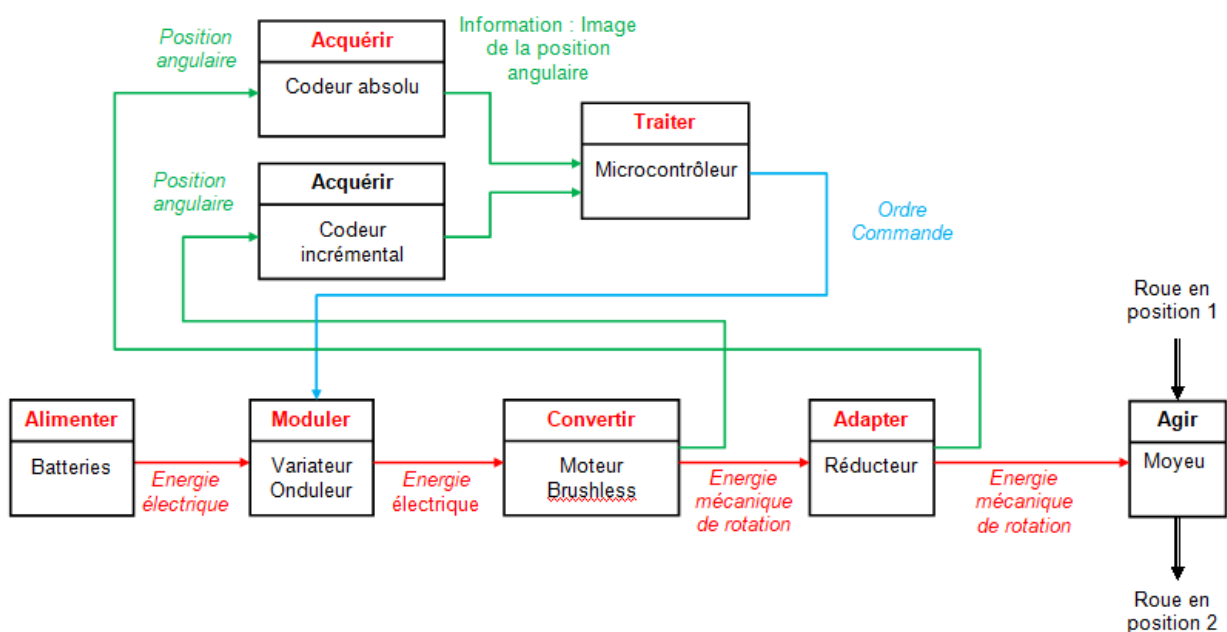
Dimension interdépendante du développement durable	Intérêt d'utiliser des robots en viticulture
Environnementale	Appliquer la bonne dose au bon endroit afin de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires et atteindre les objectifs du plan Ecophyto II.
Sociale	Réduire la pénibilité du travail dans ce secteur et les risques d'exposition aux produits phytosanitaires pour l'opérateur.
Économique	Augmenter le nombre de traitements phytosanitaires, afin de maintenir un niveau de production suffisant.

Partie 2 : étude du suivi de trajectoire

Objectif : Le suivi de trajectoire par le robot Adap2E impose le contrôle de plusieurs paramètres comme la rotation et l'orientation des roues. Dans cette partie, il s'agit de vérifier si les solutions techniques choisies permettent le suivi de la trajectoire comme spécifié dans le cahier des charges.

Braquage des roues

Question 2.1 | **Compléter** la chaîne d'information et de puissance du document réponse DR1 DT3
DR1 avec les termes suivants : Alimenter, Acquérir, Moduler, Convertir, Traiter, Adapter.



Question 2.2 | L'angle de braquage de chaque roue du robot par rapport au châssis est de $\pm 45^\circ$, **calculer** la valeur du rayon minimal R_{Mmin} du robot. **Conclure** sur la validation de l'exigence du cahier des charges.
DT2 DT4
DT5

On s'intéresse à la roue (avant ou arrière) intérieure au virage, car son braquage est le plus important.

Roue intérieure = roue gauche pour cette étude, donc il faut calculer R_{Mmin} pour $\theta_{1av} = 45^\circ$ et $R_M = \frac{1}{2} \left(a - 2b + \frac{L}{\tan \theta_{1av}} \right)$.

$$\text{A.N. : } R_{Mmin} = \frac{1}{2} \left(0,56 - 2 \times 0,14 + \frac{1,38}{\tan(45^\circ)} \right) = 0,83m$$

L'exigence du cahier des charges relative au demi-tour est validée, car $R_{Mmin} < 1m$.

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 2/16

Question 2.3 | **Justifier** succinctement que toutes les roues n'ont pas la même vitesse de rotation. **Préciser** quelles sont celles qui tournent le plus vite.
DT4 DT5

Lors du demi-tour, les roues gauches du robot (roues intérieures au virage) parcourent une distance plus faible que les roues droites (roues extérieures au virage).

Toutes les roues ont les mêmes dimensions donc les roues droites ont une vitesse de rotation supérieure aux roues gauche.

Question 2.4 | **Relever** la valeur N (résolution) du nombre de pas par tour des codeurs utilisés, en déduire sa précision $\Delta\theta_5$ en degrés.
DT6 DT7

À partir du DT7, on relève : $N = 4096 \text{ pas}(2^{12})$.

Donc la précision du codeur est : $\Delta\theta_5 = \frac{360^\circ}{N} = 0,088^\circ$

Question 2.5 | **Calculer** $\Delta\theta_3$ en degrés et **justifier** le respect de l'exigence.
DT6 DT2

$$\Delta\theta_3 = \frac{z_5}{z_3} \Delta\theta_5 = \frac{18}{36} \times 0,088^\circ = 0,044^\circ$$

L'exigence ESO du cahier des charges est validée, car $|\Delta\theta_3| < 0,1^\circ$.

Question 2.6 | **Indiquer** le débit de transmission sur l'interface de communication bus CAN.
DT7

CAN 125Kbits/s

Question 2.7 | En **déduire T**, la durée de transmission d'un bit sur le bus CAN ainsi configuré.
DT7

$$T = 1/125000 = 8 \times 10^{-6} \text{ s} = 8 \mu\text{s}$$

Question 2.8 | **Déterminer** le nombre d'octets nécessaires pour transmettre l'information issue d'un capteur multi-tours absolu (DATA) ?
DT7

1 octet = 8 bits

$$(1+12+6+16+2+7) = 44 \text{ bits} = 5,5 \text{ octets}$$

$$+ 8 \text{ octets data} \rightarrow 5,5 + 8 = 13,5 \text{ octets}$$

Question 2.9 | **Calculer** le temps nécessaire $T_{\text{TRAME_CAN}}$ pour transmettre la position d'un codeur.
DT7

$$1 \text{ bit} \rightarrow 8 \mu\text{s} ; 8 \text{ bits} = 1 \text{ octet} \rightarrow 64 \mu\text{s} ; 13,5 \text{ octets} = 864 \mu\text{s} = 0,864 \text{ ms}$$

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 3/16

Question 2.10
DT7

Calculer le rendement $\frac{\text{données utiles}}{\text{trame standard}}$ du protocole CAN lorsqu'il émet une trame de données complète (cas de la trame CANopen standard).

Rendement $8/13,5 = 0,59 = 59\%$

Question 2.11
DT2

Déterminer le temps nécessaire $T_{\text{TOT_TRAME_CAN}}$ pour transmettre la position des quatre codeurs. En justifiant la réponse, **vérifier** le respect du cahier des charges.

4 codeurs donc $4 \times 0,864 = 3,46 \text{ms} < 60 \text{ms}$ (exigence cahier des charges)

Question 2.12
DT8 DT2

À partir de la réponse indicielle simulée avec un correcteur proportionnel (DT8 figure 24), **justifier** le fait que ce correcteur proportionnel ne permet pas de satisfaire les performances attendues.

À partir de la réponse indicielle simulée avec un correcteur P, on constate que l'écart en régime permanent est non nul $\varepsilon(+\infty) = \theta_c - \theta_s(+\infty) = 0,4^\circ$.
Or l'exigence BP5 impose un écart nul, donc un correcteur proportionnel ne permet pas de satisfaire toutes les performances attendues, car celle de précision n'est pas vérifiée.

Question 2.13
DT8 DT2

En analysant la réponse indicielle avec un correcteur PID (DT8 figure 25), **déterminer** l'écart de position, le dépassement, le temps de réponse à 5% et conclure sur les performances attendues.

À partir de la réponse indicielle simulée avec un correcteur PID, on relève :

- aucun dépassement
- un écart de position nul en régime permanent : $\varepsilon(+\infty) = \theta_c - \theta_s(+\infty) = 0^\circ$
- un temps de réponse à 5% : $t_{5\%} = 46 \text{ms}$.

Bilan :

Performance attendue	Valeurs simulées	Vérification de la performance
Écart de position nul en régime permanent	$\varepsilon(+\infty) = 0^\circ$	Performance vérifiée
Temps de réponse à 5% inférieur ou égal à 60 ms	$t_{5\%} = 46 \text{ms}$	Performance vérifiée
Une réponse indicielle sans dépassement	Aucun dépassement	Performance vérifiée

Donc on constate que le réglage du PID dans le modèle de simulation permet de vérifier toutes les performances attendues.

Déplacement en ligne droite du robot

Question 2.14 | **Indiquer** la pente maximale sur laquelle doit pouvoir se déplacer Adap2E.
DT2 | **Déterminer** l'angle β en degrés correspondant à la pente maximale utile pour le modèle de simulation.

À partir du diagramme des exigences, on relève que la pente maximale est de 40%.
Donc $\tan(\beta) = 0,4$ soit $\beta = 21,8^\circ$.

Question 2.15 | À partir des résultats de simulation pour une pente de 30%, **déterminer**
DT9 | la vitesse maximale de déplacement du robot.

La vitesse maximale de déplacement du robot est d'environ $2,2 \text{ m.s}^{-1}$ (8 km/h).

Question 2.16 | **Relever** les paramètres externes pris en compte dans la simulation.
DT9

Les paramètres externes pris en compte dans la simulation sont l'inclinaison du sol et la vitesse du vent.

Acquisition de l'information « fréquence de rotation des roues »

Question 2.17 | **Déterminer** la sensibilité en $\text{kHz.tr}^{-1}.\text{s}$ du capteur de fréquence de rotation
DT10 | des roues.

Sensibilité = $10/22 = 0,45 \text{ KHz.tr}^{-1}.\text{s}$

Question 2.18 | **Déterminer** la période du signal de sortie du capteur de vitesse pour le
relevé ci-dessus.

$T = 400 \mu\text{s}$

Question 2.19 | **Calculer** la fréquence du signal de sortie du capteur de vitesse pour cet
essai.

$1/(400 \times 10^{-6}) = 2500 \text{ Hz} = 2,5 \text{ KHz}$

Question 2.20 | **Calculer** la fréquence de rotation n en tr.s^{-1} de la roue pour cet essai.

$n = 2,5 / 0,45 = 5,55 \text{ tr/s}$

Question 2.21 | Sachant que la roue du robot a un diamètre de 38,1 cm, **calculer** la vitesse
de déplacement v en km.h^{-1} du robot pour cet essai.

Périmètre = $0,381 \times 3,14 = 1,196 \text{ m}$; $v = 1,196 \times 5,5 = 6,58 \text{ m.s}^{-1} \rightarrow 23,7 \text{ km.h}^{-1}$

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 5/16

Question 2.22 | **Préciser** la partie du signal qu'il faudra éliminer et celle utile qu'il faudra conserver pour pouvoir mesurer la vitesse angulaire de la roue.

Éliminer la partie supérieure du signal (de 35000 à 50000Hz) les hautes fréquences

Question 2.23 | **Indiquer** et **justifier** le type de filtre à utiliser pour éliminer les fréquences DT11 inutiles.

Filtre passe bas qui laisse passer les basses fréquences

Question 2.24 | **Calculer** le quantum q du convertisseur analogique numérique. DT12

$$q = \frac{U_{ref}}{2^n} = 0,0012V = 1,2mV$$

Question 2.25 | **Calculer** la plus petite valeur de fréquence de rotation de la roue différente de 0 tr.s⁻¹ détectable avec cette chaîne de mesure.

$$U_{mini}=0,0012V ; F_{mini}=0,0012 \times 10000 / 5 = 2,44Hz ;$$
$$n_{mini} = 2,44 \times 22 / 10000 = 0,0054 \text{tr.s}^{-1}$$

Question 2.26 | En **déduire** la plus petite valeur de vitesse détectable avec cette chaîne de mesure en km.h⁻¹.

$$v_{min}=0,0054 \times 1,196 \times 3,6 = 0,024 \text{ km.h}^{-1}$$

Question 2.27 | En justifiant la réponse, **vérifier** si la chaîne de mesure répond aux exigences du cahier des charges. DT2

La précision est très grande compte tenu de la plage (3km/h -> 30 km/h) erreur minime

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 6/16

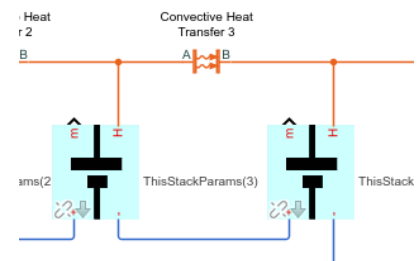
Partie 3 : étude du moyen de stockage et des conséquences mécaniques

Objectif : Le robot Adap2E doit être autonome pour assurer une journée de travail. Pour cela il doit embarquer une quantité d'énergie suffisante. Dans cette partie il s'agit dans un premier temps de caractériser la batterie utilisée, puis de dimensionner la capacité de cette batterie nécessaire pour que le robot puisse fonctionner sur une journée de travail en autonomie.

Structure des accumulateurs

Question 3.1 | En analysant la modélisation multiphysique des cellules LiFePO4, DT13 **déterminer** quelle interaction physique a aussi été modélisée.

Sur la figure ci-contre, les liens en bleu symbolisent les interactions électriques entre les cellules. Un bloc "Convective Heat" est aussi présent, ce modèle prend donc aussi en compte les échanges thermiques entre les cellules.



Question 3.2 | **Déterminer** la tension nominale résultant de l'association de toutes les cellules. DT13

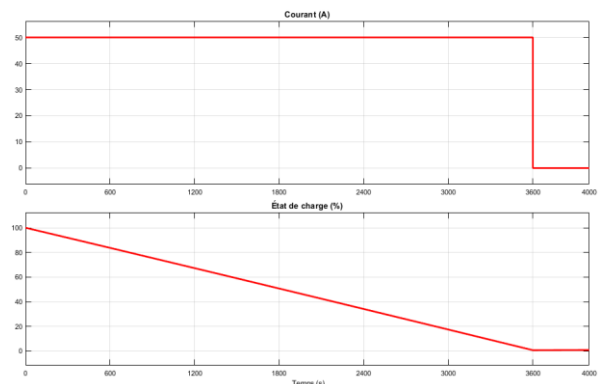
De la même façon, en se basant sur le DT13, les cellules sont associées en série les tensions s'ajoutent. La tension globale aux bornes de la borne élémentaire est donc seize fois plus élevée que la tension de la cellule. La tension nominale est donc de 51,2 V.

Afin de déterminer la capacité de la brique élémentaire en ampère-heure, une simulation de décharge complète a été faite. Le résultat est donné sur le DT14.

Question 3.3 | **Déterminer** la capacité de la brique élémentaire en ampère-heure. DT14

En se basant sur le DT14, la brique élémentaire est soumise à un courant de 50 A pendant 3600 secondes. L'état de charge de la brique passe pendant cet intervalle de 100 % à 0 %, elle subit donc une décharge complète.

Sa capacité est donc de 50 Ah.



Dimensionnement du bloc batterie

Question 3.4 | En tenant compte seulement de la phase de traitement, **déterminer** la quantité d'énergie nécessaire afin de traiter un hectare.

La quantité d'énergie nécessaire au traitement d'un hectare correspond à un courant I_V absorbé pendant neuf heures sous une tension de 51,2 V. Soit :

$$E_{\text{traitement}} = I_V * U_{\text{nom}} * \text{Duree}_{\text{traitement}}$$

$$E_{\text{traitement}} = \frac{10 * 51,2 * 4}{3} \approx 685,3Wh$$

Une exploitation viticole de production de bouteille de vin non biologique a en moyenne une surface agricole de 25 ha lorsque la répartition des rangs de vigne est large.

Question 3.5 | **Déterminer** le nombre d'hectares pouvant être traité sur une journée de travail (9h-18h). Conclure sur la possibilité d'effectuer le traitement des parcelles d'une exploitation entière en une journée.

Il y a 9h de travail, a une vitesse de $3km \cdot h^{-1}$. Le robot peut donc parcourir $27km$. Comme un hectare représente $4km$. Il est possible de traiter 6,75 ha en une journée.

Une exploitation comprenant 25 ha, il n'est pas possible de traiter toutes les parcelles en une journée.

Question 3.6 | **Déterminer** le courant absorbé moyen sur une journée de travail (8h-19h) en fonction de I_r et I_V .

D'après la répartition de la figure 8, le courant moyen vaut :

$$I_{\text{moy}} = \frac{80 + 10 * 9 + 80}{11} \approx 23A$$

Question 3.7 | **Expliquer** les variations de la courbe de température. **En déduire** la signification des chiffres sur l'axe des abscisses.

La simulation se déroule sur deux ans. Au cours d'une année, la température extérieure varie en fonction des saisons. L'abscisse correspond donc aux mois de l'année, par exemple trois pour mars.

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 8/16

Question 3.8 | En analysant les courbes de cyclage des batteries, **expliquer** l'impact des variations de l'état de charges (SOC) et de la température sur le vieillissement de la batterie.

D'après le DT14, plus la décharge est profonde plus la batterie vieillit rapidement, de même lorsque la température augmente. Il peut être intéressant de noter toutefois que la profondeur de décharge a un impact plus important sur le vieillissement que la température.

Question 3.9 | **Dimensionner** alors la capacité de la batterie en Ah dans les deux cas de figure :

- la batterie est vide à la fin de sa journée de travail ;
- la batterie est à moitié vide à la fin de sa journée de travail.

Une journée de travail est de 11h, le robot consomme en moyenne 23 A. Les deux cas de figure entraînent alors respectivement les capacités suivantes :

- 250 A.h
- 500 A.h

Question 3.10 | À partir des résultats de la question précédente, sachant que la tension nominale de la batterie est d'environ 51,2 V, en **déduire** l'énergie stockée dans la batterie en kWh pour les deux cas.

La tension nominale est de 51,2 V. Les deux cas de figure entraînent alors respectivement l'énergie stockée suivante :

- 12,8 kWh
- 25,6 kWh

Question 3.11 | Sachant que l'énergie massique d'une batterie LiFePO4 est de l'ordre de 12 kg.kWh⁻¹ **déterminer** la masse totale de la fonction stockage du robot dans les deux cas.

L'énergie massique étant de 12 kg.kWh⁻¹, les deux cas de figure entraînent alors respectivement l'énergie stockée suivante :

- 154 kg
- 307 kg

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 9/16

Partie 4 : non renversement et adhérence de Adap2E

Objectif La masse du bloc batteries, afin d'atteindre l'autonomie recherchée, est non négligeable devant la masse totale du robot. Le positionnement du bloc batteries a un impact important notamment lors des déplacements sur des terrains accidentés. Dans cette partie il s'agit de définir le bon positionnement du bloc batteries afin de limiter les risques tels que le renversement et le décrochage.

Aspect statique

Question 4.1 | **Déterminer** la relation entre α (angle de dévers du terrain [rad]), a (voie) et H (hauteur du centre de gravité par rapport au sol) pour valider la condition de non-renversement.

Le renversement du robot Adap2E se traduit par une rupture du contact en I_2 de la roue et du sol. Donc la condition de non-renversement s'écrit : $N_2 > 0$.

$$\text{Or } N_2 = m \cdot g \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \cos\alpha - \frac{H}{a} \cdot \sin\alpha \right)$$

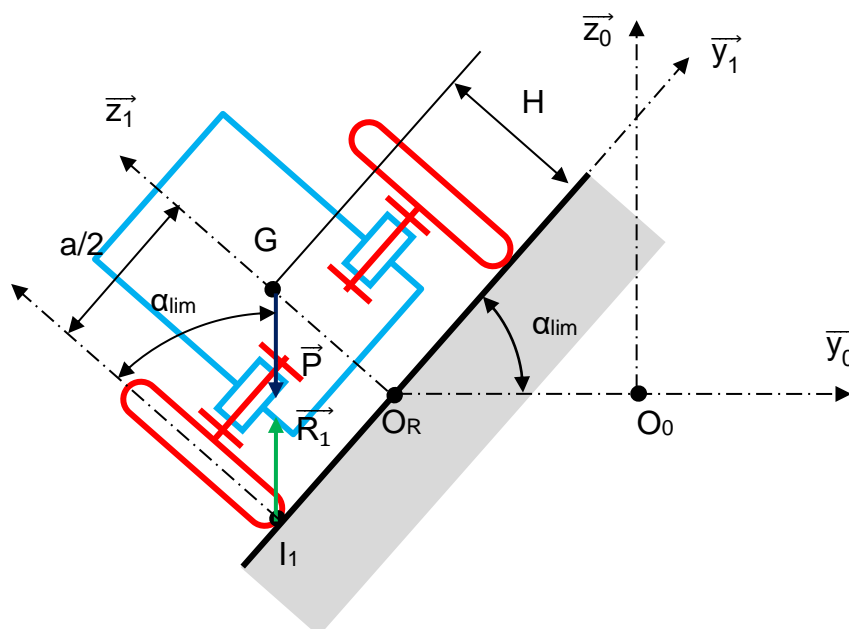
$$\text{Donc } \frac{1}{2} \cdot \cos\alpha - \frac{H}{a} \cdot \sin\alpha > 0$$

$$\text{soit } \tan(\alpha) < \frac{a}{2H} \text{ Condition de non-renversement en statique.}$$

Remarque :

On peut retrouver ce résultat en définissant une position limite d'équilibre (instable) du robot comme indiquée sur la figure ci-dessous avec $\vec{R}_2 = \vec{0}$ donc $\vec{R}_1 = -\vec{P}$.

Alors on peut définir l'angle de dévers limite : $\tan(\alpha_{lim}) = \frac{a}{2H}$.



La condition de non-renversement en statique est alors : $\alpha < \alpha_{lim}$ soit $\tan(\alpha) < \frac{a}{2H}$.

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 10/16

Question 4.2 | **Déterminer** la relation entre α et f (coefficient d'adhérence entre les roues et le sol) pour valider la condition de non-décrochage du robot sur le sol.

La condition d'adhérence pour chaque roue s'écrit : $|T_1| < f|N_1|$ et $|T_2| < f|N_2|$.
De plus $N_i > 0$ et $T_i > 0$ donc $T_1 < fN_1$ et $T_2 < fN_2$ soit $T_1 + T_2 < f(N_1 + N_2)$.

$$\text{Or } \begin{cases} T_1 + T_2 = m.g.\sin\alpha \\ N_1 + N_2 = m.g.\cos\alpha \end{cases}$$

Donc $m.g.\sin\alpha < f(m.g.\cos\alpha)$

Soit $\tan(\alpha) < f$ Condition d'adhérence en statique.

Remarque :

Pour cette question, il est possible d'écrire que la condition d'adhérence est vérifiée si les actions mécaniques \vec{R}_1 et \vec{R}_2 se situent à l'intérieur du cône d'adhérence de demi-angle au sommet φ .

Les trois actions mécaniques étant parallèles, la condition d'adhérence s'écrit alors :
 $\alpha < \varphi$ or $f = \tan(\varphi)$ donc $\tan(\alpha) < f$.

Question 4.3 | **Réaliser** l'application numérique pour un dévers de 25%. En justifiant la réponse, **préciser** si le Robot Adap2E vérifie la condition de non-renversement et celle d'adhérence.

A.N. :

- Hauteur maxi du centre de masse par rapport au sol : $H_{\max} = 0,9$ m
- Voie du robot : $a = 0,56$ m
- Coefficient d'adhérence entre les roues et le sol : $f = 0,4$.

Le dévers est de 25% donc $\tan(\alpha) = 0,25$.

$$\text{Et } \frac{a}{2H_{\max}} = \frac{0,56}{2 \times 0,9} = 0,31.$$

Donc on vérifie bien $\tan(\alpha) < \frac{a}{2H_{\max}}$ et $\tan(\alpha) < f$, les conditions de non-renversement et d'adhérence en statique sont vérifiées pour le robot Adap2E.

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 11/16

Aspect dynamique

Question 4.4 | En analysant les courbes du document technique DT15, **indiquer** pour DT15 | chaque valeur de H, la vitesse limite V_{lim} en $m.s^{-1}$ à partir de laquelle la condition de non-renversement du robot n'est plus vérifiée.

À partir des courbes du document technique DT15 on constate que :

- l'effort normal N_1 croît en fonction la vitesse V .
- l'effort normal N_2 décroît, s'annule pour une vitesse V_{lim} et devient négatif ensuite.

Rappel : la condition de non-renversement n'est plus vérifiée lorsque $N_2 = 0$.

Graphiquement, on trouve :

Pour $H = 0,9$ m, $V_{lim} = 0,7m.s^{-1}$

Pour $H = 0,7$ m, $V_{lim} = 1,08m.s^{-1}$

Question 4.5 | **Exprimer** cette vitesse V_{lim} en $km.h^{-1}$ et **conclure** vis-à-vis de l'exigence DT2 | de performance BP2 du diagramme des exigences.

Pour exprimer en $km.h^{-1}$ une vitesse donnée en $m.s^{-1}$, il suffit de multiplier par 3,6.

Pour $H = 0,9$ m, $V_{lim} = 0,7 \times 3,6 = 2,5km.h^{-1}$

Pour $H = 0,7$ m, $V_{lim} = 1,08 \times 3,6 = 3,9km.h^{-1}$

L'exigence BP2 impose une vitesse de déplacement du robot de $2km.h^{-1}$ sur un terrain avec un dévers de 25% donc sachant que $V_{lim-min} = 2,5km.h^{-1}$, le robot pourra évoluer sans risque de renversement.

Question 4.6 | **Préciser** l'influence de la hauteur H du centre de masse par rapport au sol sur le risque de renversement.

À partir des résultats précédents, on constate que le risque de renversement augmente lorsque la hauteur H du centre de masse augmente.

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 12/16

Position du bloc batteries sur le robot Adap2E

Question 4.7 | **Conclure** sur le meilleur positionnement du bloc batteries implanté sur le robot pour minimiser le risque de renversement. **Préciser** si ce positionnement est compatible avec la contrainte de garde au sol.

On sait qu'il faut minimiser la valeur de H pour limiter le risque de renversement du robot.

On suppose que m_1, m_2 et h_1 sont définis et $H = \frac{m_1 h_1 + m_2 h_2}{m}$ donc pour minimiser H , il faut minimiser h_2 . Cela signifie que le bloc batteries devra être positionné au plus bas du robot.

Ce n'est pas compatible, car un bloc batteries au plus près du sol limite la garde au sol du robot (h_{GS}).

Donc le concepteur devra agencer le bloc batteries pour diminuer H en garantissant la garde au sol (h_{GS}).

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 13/16

Partie 5 : étude du dispositif d'analyse vidéo

Objectif Pour effectuer le traitement ciblé des pieds de vigne malades, la plateforme robotisée a été équipée d'un dispositif d'analyse vidéo et d'une unité de traitement sélectif composé d'une rampe de pulvérisation à multi jets pilotables individuellement. Cette plateforme peut ainsi identifier les zones et effectuer un traitement ciblé. Dans cette partie, il s'agit de vérifier les exigences du cahier des charges liées à la détection vidéo et le traitement des données.

Détection des zones à traiter

Question 5.1 | **Déterminer** la portion horizontale de haie en mètre, filmée à chaque instant dans ces conditions.

Portion filmée = $(1 \text{ m} * \tan(30^\circ)) * 2 = \underline{1,154 \text{ m}}$

Question 5.2 | **Déterminer** la résolution en millimètre que l'on peut espérer atteindre avec ce capteur.

1024 pixels pour filmer cette distance donc résolution = $1154/1024 = \underline{1,1 \text{ mm par pixel}}$

Question 5.3 | Cette résolution est-elle compatible avec l'exigence liée à la détection ?
DT2 | **Justifier** votre réponse.

L'exigence BP10 impose une « Résolution de 2 mm par pixel ».

La configuration actuelle fait mieux donc elle est vérifiée.

Question 5.4 | Pour la parcelle décrite ci-dessus, **déterminer** la longueur totale de rang
DT2 | de vigne.

$9600 \text{ m}^2 / 200 \text{ m} = 48 \text{ m}.$

$48 \text{ m} / 3 = 16 \text{ intervalles}$ soit 15 rangs de 200 m soit 3000 m de rang.

Question 5.5 | **Déterminer** le temps nécessaire à cette acquisition.

$3000 * 2 = 6000 \text{ m}$ de distance à parcourir pour filmer les deux côtés.

À 3km/h cela fait deux heures.

On ajoute 40 secondes par rang soit $20 * 15 * 2 = 600 \text{ secondes}$ soit 10 minutes.

En tout on arrive à 2H10 pour 9600 m².

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 14/16

Question 5.6 | En justifiant la réponse, **vérifier** la compatibilité des résultats vis-à-vis des exigences liées à la détection.

L'exigence BP9 impose une durée de détection < 2 H/ha. Le calcul précédent montre que dans cette configuration BP9 n'est pas satisfaite.

Remarque : Une autre géométrie de champ à surface identique donnerait des durées d'acquisition variant sensiblement.

Question 5.7 | **Déterminer** l'écart en pourcentage entre le temps de mesure calculé et le temps défini par l'exigence de durée d'acquisition. En gardant à l'esprit qu'il s'agit actuellement d'un prototype, **proposer** une solution corrective qui pourrait être appliquée lors du développement des robots de production.

Temps estimé 2h10.

Temps défini par l'exigence 2H00

On a donc un écart en pourcentage de 5.5%

Solution corrective :

- mettre deux caméras pour filmer des deux côtés par exemple

Question 5.7 | **Proposer** deux méthodes qui pourraient permettre de diminuer la taille des données de cette acquisition sans trop altérer la qualité de la mesure.

On pourrait envisager un format de compression vidéo des données (JPEG par exemple).

On pourrait éventuellement réduire la cadence d'acquisition en passant de 15 à 10 img/s.

Passage en Niveau de gris

Question 5.8 | **Indiquer** le nombre de lignes et de colonnes de ce nouveau tableau.

1024 * 768

Question 5.9 | **Compléter** l'algorithme du document réponse DR2 réalisant cette fonction.

```
for i in range(768):
    for k in range(1024):
        l=3*k+1
        tableau_vert[i,k]=tableau_rvb[i,l]
```

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 15/16

Filtre de Contour

Question 5.10 | **Justifier** la présence de tableaux de résultats plus petits que le tableau DT16 d'origine.

Le calcul des gradients horizontaux et verticaux pour une case de coordonnée [i,j] fait appel aux valeurs indicées en i-1, i+1, j-1, j+1.

Si le tableau résultat avait la même taille que le tableau d'origine, le programme irait chercher des valeurs en dehors du tableau d'origine ce qui est impossible.

Le tableau résultat doit donc avoir 1022 colonnes et 766 lignes.

Question 5.11 | **Compléter** l'algorithme du DR3 permettant de remplir les deux tableaux DT16 DR3 de gradients.

```
#Calculs des gradients
for i in range(1,767):
    for j in range(1,1023):
        Tableau_grad_Horizontal[i-1,j-1]=
            (-1)*tableau_vert[i-1,j-1]+(-2)*tableau_vert[i,j-1]+(-1)*tableau_vert[i+1,j-1]
            +(1)*tableau_vert[i-1,j+1]+(2)*tableau_vert[i,j+1]+(1)*tableau_vert[i+1,j+1]

        Tableau_grad_Vertical[i-1,j-1]=
            (+1)*tableau_vert[i-1,j-1]+(+2)*tableau_vert[i-1,j]+(+1)*tableau_vert[i-1,j+1]
            +(-1)*tableau_vert[i+1,j-1]+(-2)*tableau_vert[i+1,j]+(-1)*tableau_vert[i+1,j+1]
```

Question 5.12 | **Compléter** l'algorithme du DR4 permettant de construire le tableau, DR4 *Tableau_Contour*.

```
for i in range(766):
    for k in range(1022):
        Tableau_Contour[i,k]=(Tableau_grad_Horizontal[i,k]**2+Tableau_grad_Vertical[i,k]**2)**0.5
```

Réglage des seuils de sensibilité

Question 5.13 | **Compléter** le code du document DR5 permettant d'effectuer ce traitement.

```
#Boucle de réglage de seuil
for k in range(766):
    for l in range(1022):
        if Tableau_Contour[k,l]<Seuil_Luminosite):
            Tableau_Contour[k,l]=0
```

Question 5.14 | La valeur du seuil dépendant de la luminosité ambiante, **proposer** une solution technique ou informatique permettant de la déterminer.

Une mesure de moyenne des niveaux de chaque pixel filmé permet de connaître cette valeur.

Un capteur de type photo électrique pourrait aussi être implanté en parallèle de la caméra.

Concours général des lycées	Session 2022
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	Page 16/16