CAHIER DE SOUTIEN

NIVEAU : PREMIERE

SPECIALITE :

Sciences de l'Ingénieur

CAHIER DE SOUTIEN PREMIERE SI

SOMMAIRE

A1 : Signaux électriques - lecture d'un oscillogramme

A2 : Etude énergétique d'un drone

A3 : Amélioration de l'autonomie d'un scooter électrique

A4 : Skateboard

- Etude du démarrage
- Limitation de la vitesse maximale et de l'accélération
- Limitation de la distance d'arrêt
- Commande du feu stop

A5 : Transport et distribution de l'énergie électrique

A6 : Optimisation de l'emprunte carbone d'une serre automatisée

Enseignement : 1ere SI

Activité n° : 6 TD signaux électriques : Lecture d'un oscillogramme / Les grandeurs caractéristiques

Attendus

Être capable de lire un oscillogramme en donnant ses grandeurs caractéristiques.

Compétences abordées

- Prévoir l'ordre de grandeur de la mesure. Identifier les erreurs de mesures (Analyser - A1)
(Simuler - E1)
- Rendre compte de résultats (Communiquer - C2)

Situation

Séquence 3 - (semaine 8)

Activités

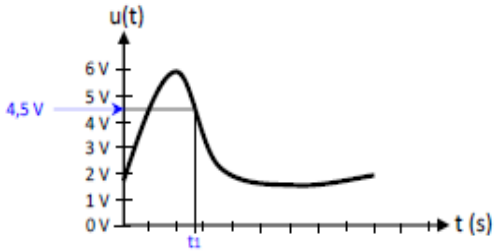
Travail dirigé sur la lecture d'oscillogrammes :
Signaux périodiques / Période, fréquence, pulsation / Rapport cyclique / Amplitudes / Valeur moyenne

1 ère partie - Lire les apports de connaissances sur la lecture des signaux électriques (page suivante)

1. Les signaux électriques (selon la nature de l'information transportée).

11 Les signaux analogiques.

Un **signal analogique** est un signal faisant l'objet de variations continues dans le temps.

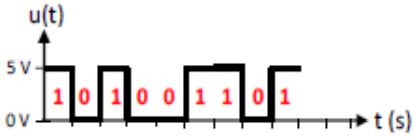


Exemple : signal électrique analogique délivré par un capteur de température.

À la date t1, la tension u(t) est égale à 4,5 V, ce qui correspond à une température de 38 °C.

12 Les signaux numériques.

Un **signal numérique** est un signal faisant l'objet de variations discontinues dans le temps.
En termes simples, cela signifie que c'est un signal qui ne prend qu'un nombre fini de valeurs.



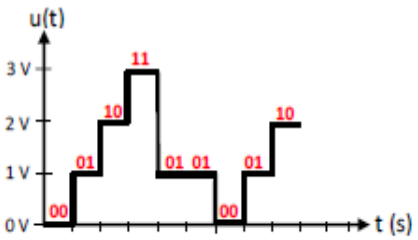
Exemple : signal électrique numérique traité par les ordinateurs.

Ce signal ne prend que deux valeurs **0 V** ou **5 V**.

En associant par convention **l'état logique 0** à la valeur **u(t) = 0 V** et **l'état logique 1** à la valeur **u(t) = 5 V**, ce signal électrique représente le code binaire 101001101 compréhensible par un ordinateur.

Remarque 1 : Un signal numérique qui ne peut prendre que deux états distincts est appelé **signal logique** ou **signal TOR** (Tout Ou Rien).

Remarque 2 : Le signal électrique représenté ci-dessous possède quatre états distincts, c'est un autre exemple de signal numérique.



Ce signal électrique numérique possède quatre états distincts :
- état 1 : u(t) = 0 V
- état 2 : u(t) = 1 V
- état 3 : u(t) = 2 V
- état 4 : u(t) = 3 V.

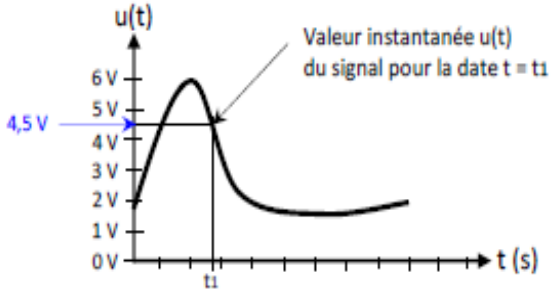
Par convention, en associant à chaque état les codes binaires suivants :
- état 1 : "00"
- état 2 : "01"
- état 3 : "10"
- état 4 : "11",

ce signal électrique représente alors le code binaire 000110110101000110.

2. Les signaux électriques (selon leur forme).

21 Les signaux variables.

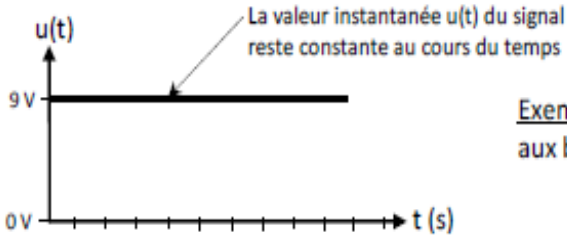
Un **signal variable** est un signal dont l'amplitude varie en fonction du temps.



Exemple : signal électrique cité au paragraphe 11.

22 Les signaux continus.

Un **signal continu** est un signal dont l'amplitude est constante sur un intervalle de temps donné.



Exemple : tension continue 9 V disponible aux bornes d'une pile électrique.

23 Les signaux périodiques.

231 Définition.

Un **signal périodique** est un signal qui se reproduit identique à lui-même à des intervalles de temps égaux appelés périodes.

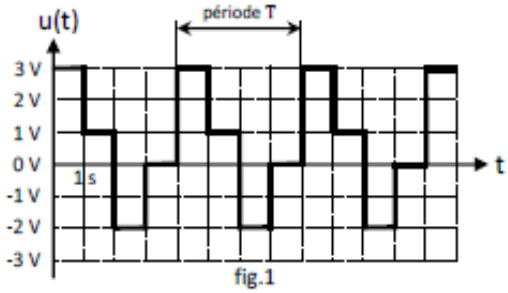


fig.1

Exemple : signal périodique
de période T = 4 s,
de valeur maximale Umax = 3 V,
de valeur minimale Umin = -2 V.

232 Les caractéristiques des signaux périodiques.

2321 La période.

La **période T** d'un signal est la plus petite durée au bout de laquelle le signal se reproduit identique à lui-même. Elle s'exprime en seconde (s).

2322 La fréquence.

La **fréquence f** d'un signal est le nombre de périodes qu'il y a en une seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz).

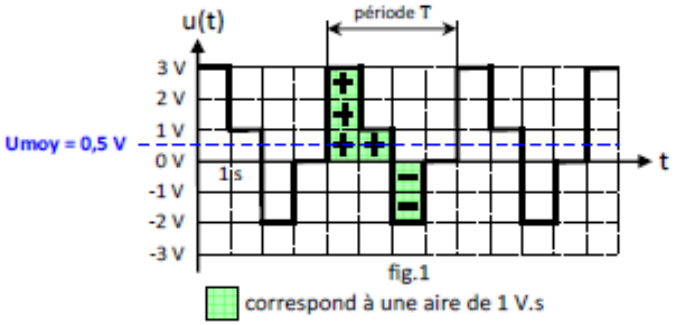
$$f = \frac{1}{T}$$

Dans le cas du signal périodique de la fig. 1 (voir ci-dessus), la fréquence f est égale à f = 1/4 = 0,25 Hz.

2323 La valeur moyenne.

La **valeur moyenne Umoy** d'un signal est égale à l'aire algébrique occupée par le signal durant une période, divisée par la période du signal.
Dans le cas où le signal u(t) est une tension, Umoy s'exprime en volt (V).

$$Umoy = \frac{\text{Aire algébrique du signal}}{T}$$



Dans le cas de la fig. 1 :
- Aire algébrique positive du signal = 4 x 1 V.s = 4 V.s
- Aire algébrique négative du signal = 2 x 1 V.s = 2 V.s
- Aire algébrique du signal = 4 - 2 = 2 V.s
- Période T = 4 s

On en déduit ici Umoy = 2/4 = 0,5 V.

2324 L'amplitude et l'amplitude crête à crête d'un signal.

- L'**amplitude A** d'un signal est la différence entre sa valeur maximale Vmax et sa valeur moyenne Vmoy.

$$A = Vmax - Vmoy$$

- **L'amplitude crête à crête Acc** d'un signal est la différence entre sa valeur maximale Vmax et sa valeur minimale Vmin.

$$Acc = Vmax - Vmin$$

Dans le cas de la fig. 1 :
- L'amplitude A = Vmax - Vmoy = 3 - 0,5 V = 2,5 V.
- L'amplitude crête à crête Acc = Vmax - Vmin = 3 - (-2) = 5 V.

2325 La valeur efficace.

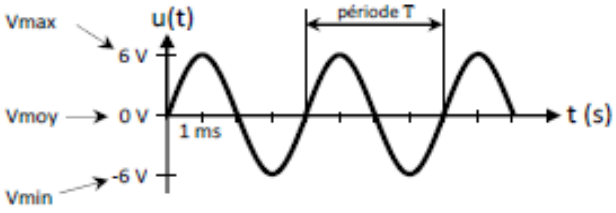
Les signaux électriques peuvent avoir une valeur moyenne nulle.
Néanmoins, ils peuvent transmettre de l'énergie. En effet, l'énergie associée à un signal u(t) est en général proportionnelle au carré $u(t)^2$ de celui-ci.
On définit la **valeur efficace Ueff** d'un signal u(t) comme étant la racine carrée de la valeur moyenne de $u(t)^2$.

$$Ueff = \sqrt{\text{valeur moyenne de } u(t)^2}$$

Dans le cas où le signal u(t) est une tension, Ueff s'exprime en volt (V).

233 Les formes de signaux les plus rencontrés en électronique.

2331 Le signal sinusoïdal.



Exemple : signal alternatif sinusoïdal ayant les caractéristiques suivantes :

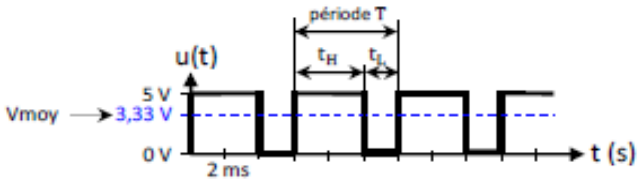
- Vmax = 6 V
- Vmin = -6 V
- Vmoy = 0 V
- T = 4 ms
- f = 250 Hz

Remarque :

Dans le cas d'un signal sinusoïdal, on définit la **pulsation ω** de ce signal telle que

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$ avec ω en $rad.s^{-1}$ et f en Hz.

2332 Le signal rectangulaire.



Exemple : signal rectangulaire ayant les caractéristiques suivantes :

- Vmax = 5 V
- Vmin = 0 V
- Vmoy = 3,33 V
- T = 6 ms
- f = 166,7 Hz
- durée à l'état haut t_H = 4 ms
- durée à l'état bas t_L = 2 ms

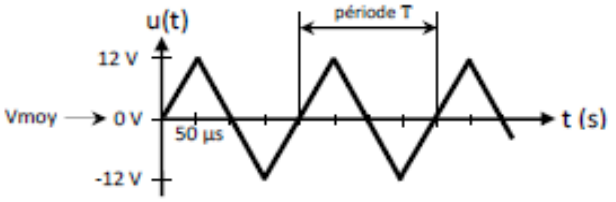
Remarque :

Dans le cas du signal rectangulaire, on définit le **rapport cyclique α** comme étant le rapport entre sa durée à l'état haut t_H et sa période T.

$$\alpha = \frac{t_H}{T}$$

Dans l'exemple ci-dessus : $\alpha = \frac{t_H}{T} = \frac{4.10^{-3}}{6.10^{-3}} = 0,67 = 67\ \%$.

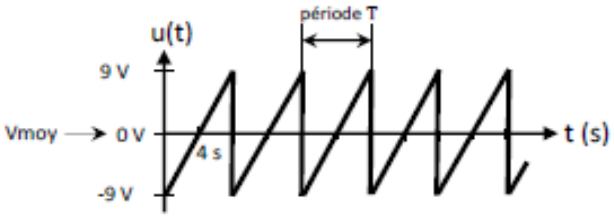
2333 Le signal triangulaire.



Exemple : signal triangulaire ayant les caractéristiques suivantes :

- Vmax = 12 V
- Vmin = -12 V
- Vmoy = 0 V
- T = 200 µs
- f = 5 kHz

2334 Le signal dent de scie.



Exemple : signal dent de scie
ayant les caractéristiques suivantes :

- Vmax = 9 V
- Vmin = -9 V
- Vmoy = 0 V
- T = 8 s
- f = 0,125 Hz

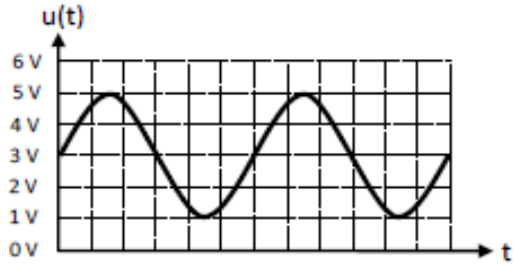
234 Décomposition d'un signal périodique.

Tout signal périodique u(t) peut se décomposer en la somme
d'une **composante continue Uc** et d'une **composante alternative $u_a(t)$**.

$$u(t) = Uc + u_a(t)$$

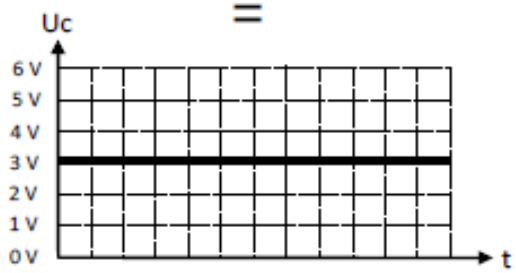
La composante continue Uc est égale à la valeur moyenne Umoy du signal u(t).
La composante alternative $u_a(t)$ a par définition une valeur moyenne égale à 0.

Exemple :



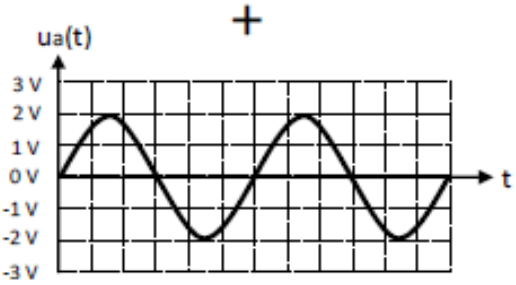
Signal périodique u(t) :
on utilise le couplage DC de l'oscilloscope pour l'observer.

=



Composante continue Uc :
c'est la valeur moyenne de u(t).

+

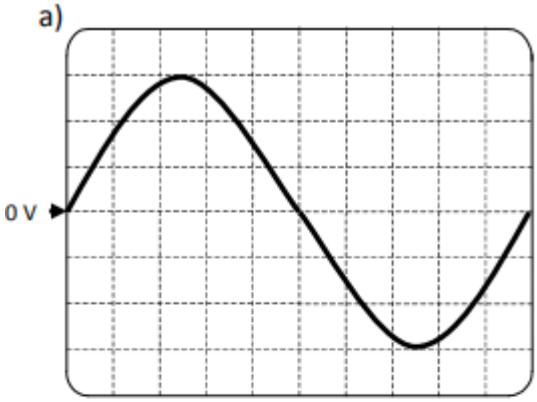


Composante alternative $u_a(t)$:
on utilise le couplage AC de l'oscilloscope pour l'observer.

2nde partie - TRAVAIL DEMANDE

Les oscillogrammes ci-dessous ont été relevés pour des signaux électriques périodiques. Pour chaque oscillogramme, indiquer où se trouve une période T du signal. Donner à droite de chaque oscillogramme, ses grandeurs caractéristiques

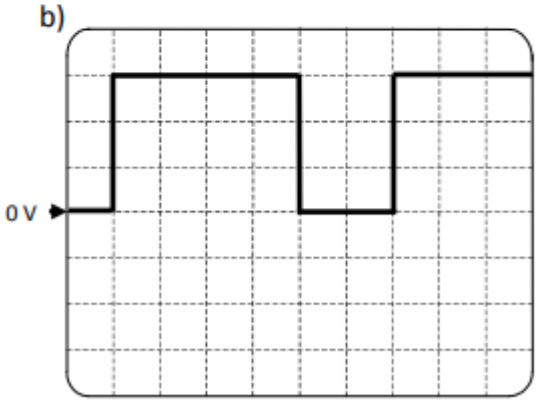
a)



- sensibilité verticale : **2 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **10 ms**

- T = ...
- f = ...
- pulsation ω = ...
- Vmax = ...
- Vmin = ...
- Vmoy = ...
- Amplitude = ...
- Amplitude crête à crête = ...

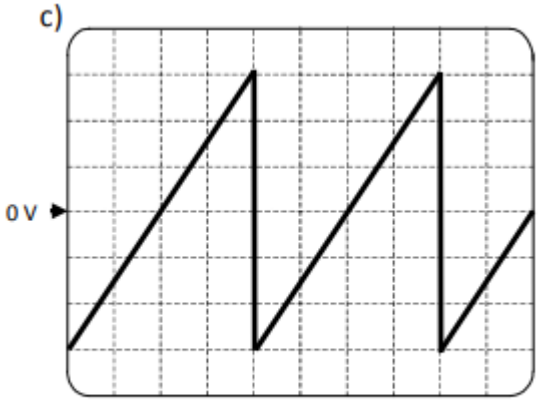
b)



- sensibilité verticale : **5 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **20 µs**

- T = ...
- f = ...
- rapport cyclique α = ...
- Vmax = ...
- Vmin = ...
- Vmoy = ...
- Amplitude = ...
- Amplitude crête à crête = ...

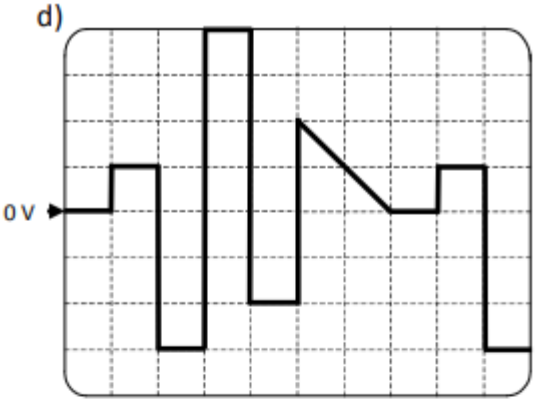
c)



- sensibilité verticale : **1 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **500 ms**

- T = ...
- f = ...
- Vmax = ...
- Vmin = ...
- Vmoy = ...
- Amplitude = ...
- Amplitude crête à crête = ...

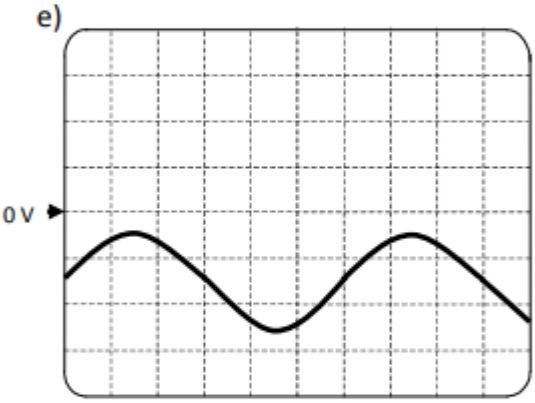
d)



- sensibilité verticale : **2 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **1 s**

- T = ...
- f = ...
- Vmax = ...
- Vmin = ...
- Vmoy = ...
- Amplitude = ...
- Amplitude crête à crête = ...

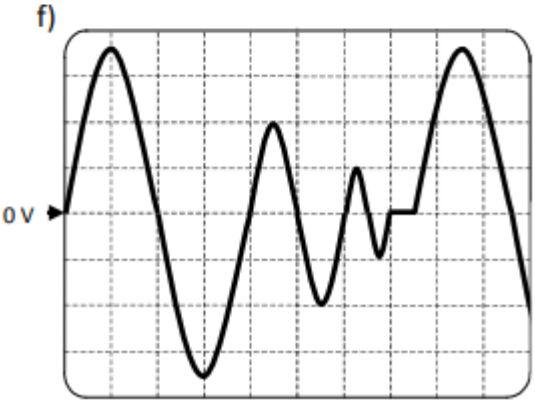
e)



- sensibilité verticale : **1 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **100 µs**

- T = ...
- f = ...
- pulsation ω = ...
- Vmax = ...
- Vmin = ...
- Vmoy = ...
- Amplitude = ...
- Amplitude crête à crête = ...

f)



- sensibilité verticale : **5 V**
- couplage : DC
- sensibilité horizontale : **200 µs**

- T = ...
- f = ...
- Vmax = ...
- Vmin = ...
- Vmoy = ...
- Amplitude = ...
- Amplitude crête à crête = ...

Enseignement : 1ere SI

Activité n° : 6 TD signaux électriques : Lecture d'un oscillogramme / Les grandeurs caractéristiques

Attendus

Être capable de lire un oscillogramme en donnant ses grandeurs caractéristiques.

Compétences abordées

- Prévoir l'ordre de grandeur de la mesure. Identifier les erreurs de mesures (Analyser - A1)
(Simuler - E1)
- Rendre compte de résultats (Communiquer - C2)

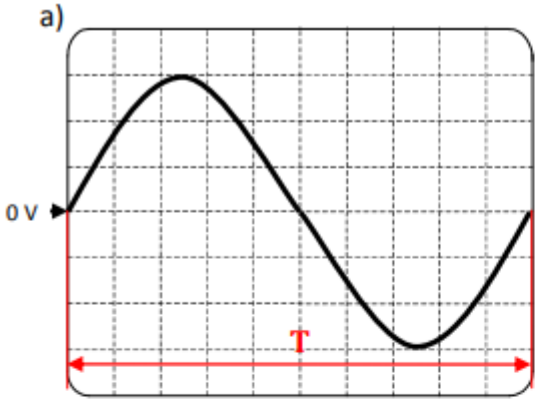
Situation

Séquence 3 - (semaine 8)

Activités

CORRIGE

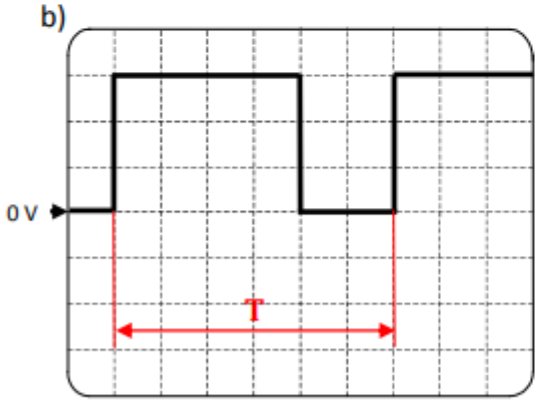
a)



- sensibilité verticale : **2 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **10 ms**

- T = 100 ms
- f = 10 Hz
- pulsation ω = 62,83 rad.s^{-1}
- Vmax = 6 V
- Vmin = -6 V
- Vmoy = 0 V
- Amplitude = 6 V
- Amplitude crête à crête = 12 V

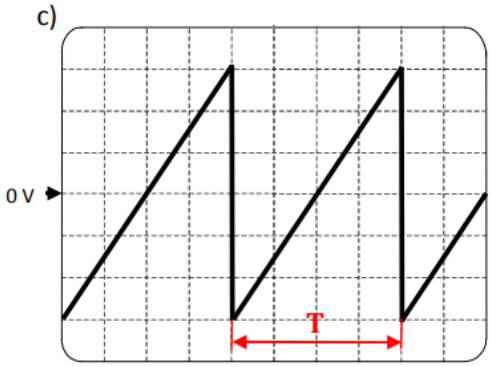
b)



- sensibilité verticale : **5 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **20 µs**

- T = 120 µs
- f = 8,33 kHz
- rapport cyclique α = 66,7 %
- Vmax = 15 V
- Vmin = 0 V
- Vmoy = α . Vmax = 10 V
- Amplitude = 5 V
- Amplitude crête à crête = 15 V

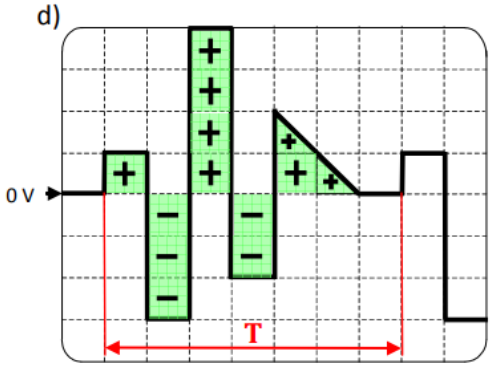
c)



- sensibilité verticale : **1 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **500 ms**

- T = 2 s
- f = 0, 5 Hz
- Vmax = 3 V
- Vmin = -3 V
- Vmoy = 0 V
- Amplitude = 3 V
- Amplitude crête à crête = 6 V

d)

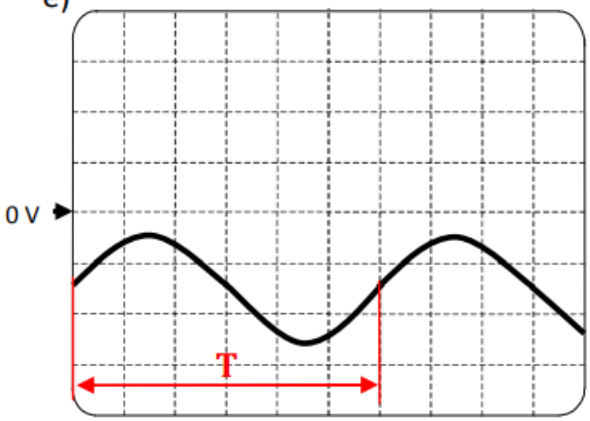


- sensibilité verticale : **2 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **1 ms**

correspond à une aire de 2 V.ms

- T = 7 ms
- f = 142,8 Hz
- Vmax = 8 V
- Vmin = -6 V
- Vmoy = (7 x 2 V.ms - 5 x 2 V.ms) / 7 ms = 0,571 V
- Amplitude = 7,43 V
- Amplitude crête à crête = 14 V

e)

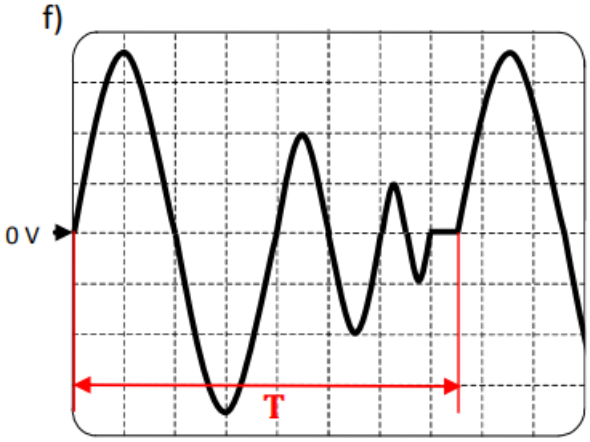


- sensibilité verticale : **1 V**
- couplage : **DC**
- sensibilité horizontale : **100 µs**

- T = 600 µs
- f = 1,67 kHz
- pulsation ω = 10493 rad.s^{-1}
- Vmax = -0,5 V
- Vmin = -2,5 V
- Vmoy = -1,5 V
- Amplitude = 1 V
- Amplitude crête à crête = 2 V

fig.1

f)



- sensibilité verticale : **5 V**
- couplage : DC
- sensibilité horizontale : **200 µs**

- T = 1,5 ms
- f = 666,7 Hz
- Vmax = 17,5 V
- Vmin = -17,5 V
- Vmoy = 0 V
- Amplitude = 17,5 V
- Amplitude crête à crête = 35 V

Enseignement : Spécialité Sciences de l'Ingénieur en Première

Etude énergétique du Drone Parrot

Attendus

- **Estimer** l'autonomie de la batterie si le drone est en vol stationnaire.

Compétences abordées

- **Caractériser** la puissance et l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un produit ou d'un système
- **Déterminer** la grandeur effort (force ou couple) lorsque le mouvement souhaité est imposé

Situation

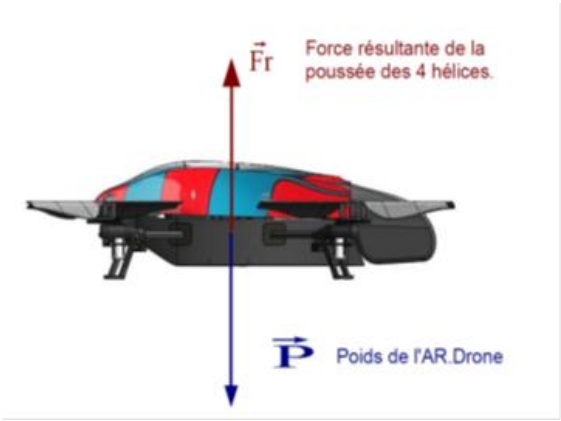
- Classe de première spécialité Sciences de l'Ingénieur

Activités

Consommation énergétique de l'AR-Drône

Problématique: Depuis quelques années, l'utilisation des drones est en constante évolution dans de nombreux domaines (loisirs, agriculture, armée, …). Pour pouvoir remplir correctement son rôle, il est absolument nécessaire que la **stabilité verticale** d'un drone soit assurée. Cette stabilité verticale peut se représenter par le modèle simplifié ci-dessous.





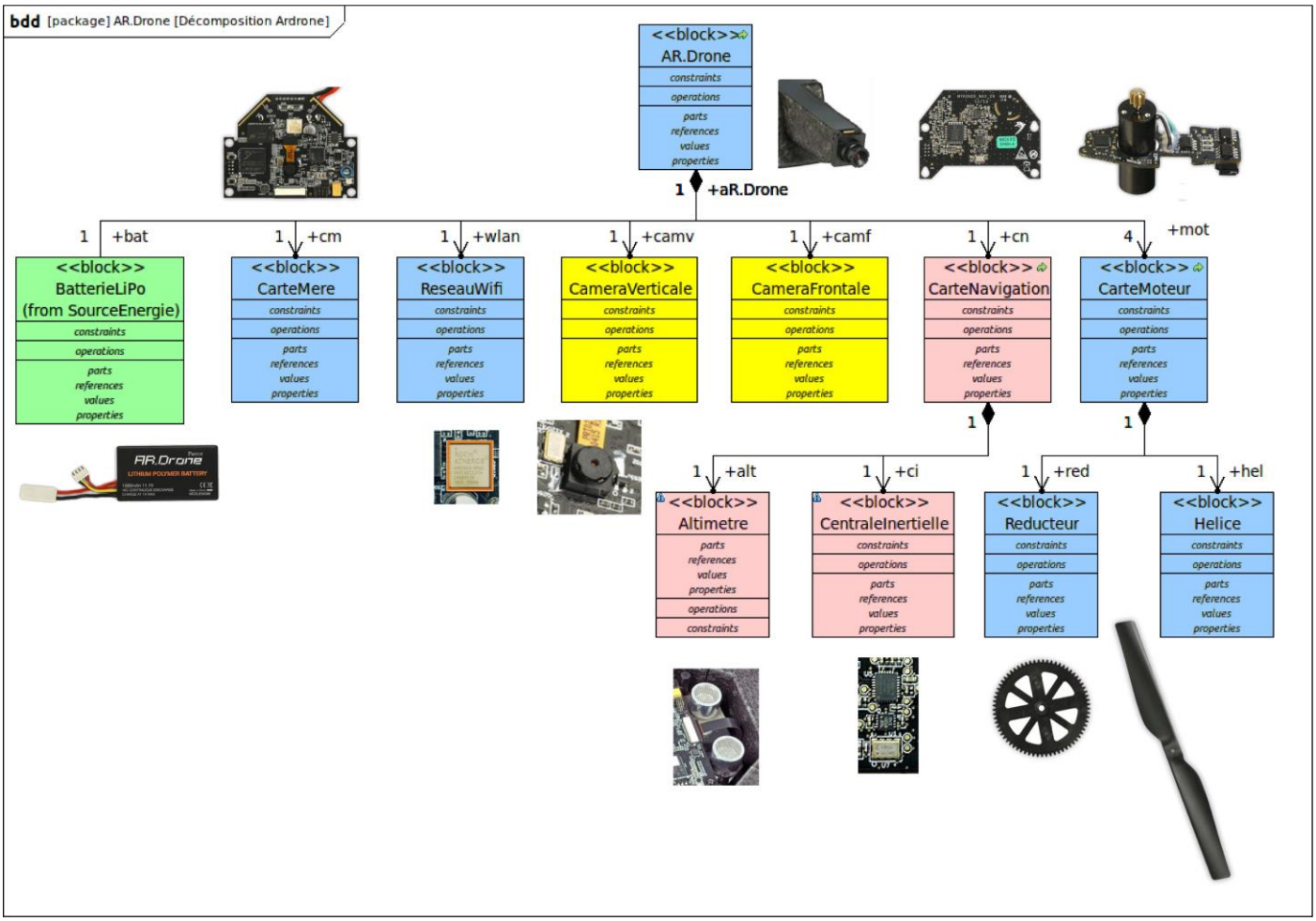
Si le drone reste stable, il est donc à l'équilibre donc on a

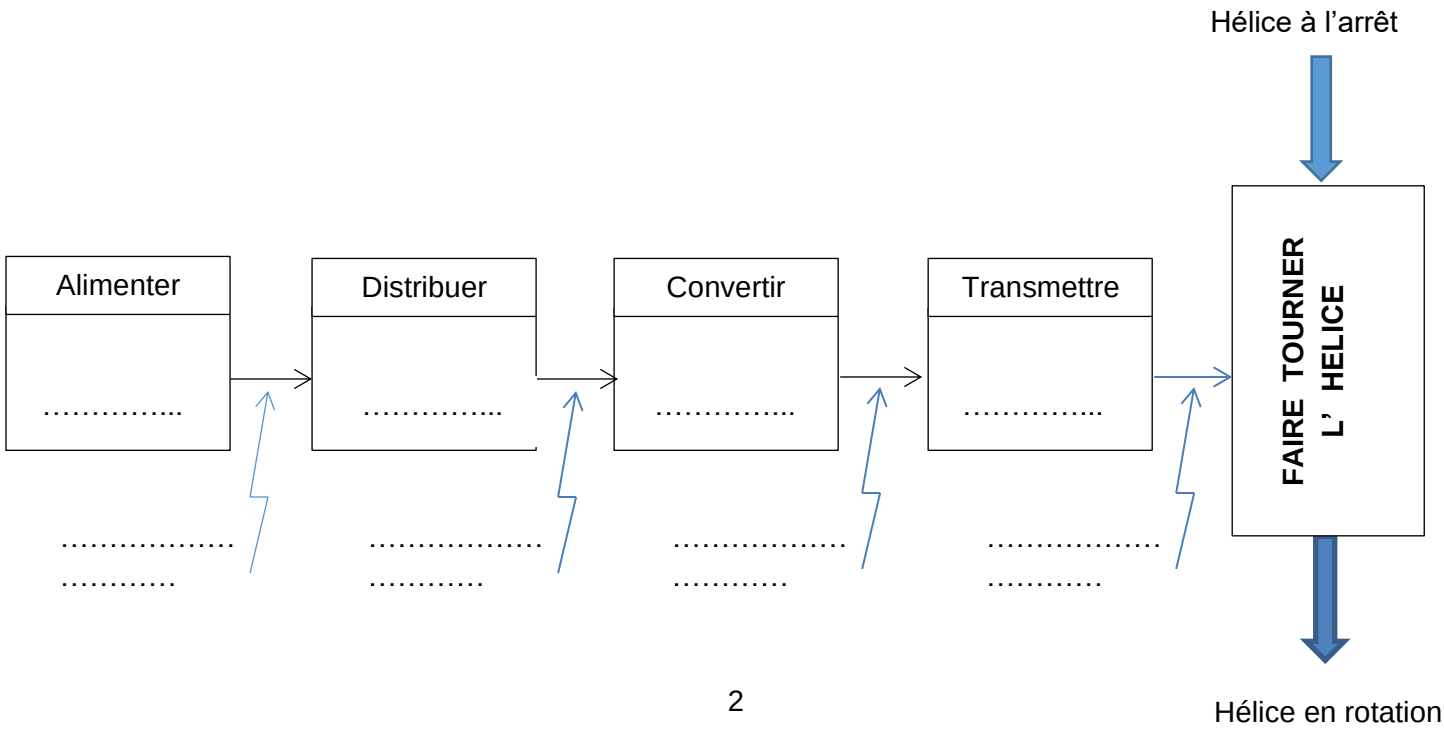
$$\overrightarrow{Fr} = -\vec{P}$$

Partie 1 : La chaine d'énergie

L'objectif de cette partie est d'identifier les principaux éléments constituant la chaine d'énergie d'une hélice et de calculer la quantité d'énergie disponible dans la batterie.

1-1) En vous aidant du Diagramme des blocs donné ci-dessous, complétez la chaine d'énergie donnée et donnez la nature de l'énergie entre chaque bloc :





On donne les caractéristiques de la batterie :

Type	Lithium Polymère
Nombre de cellules	3
Tension	11,1 V
Capacité	1000

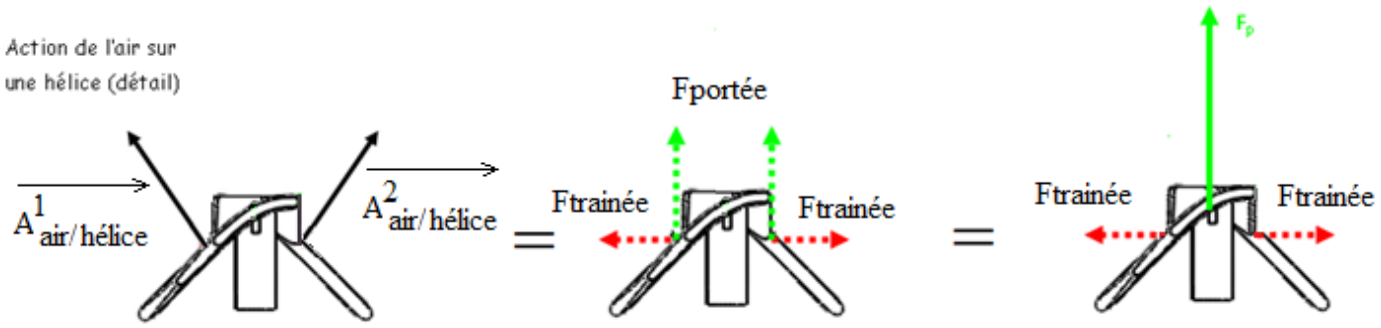
1-2) **Calculez** alors la quantité d'énergie disponible dans la batterie en Joules pour **un moteur** d'hélice (On notera E_{mh} cette énergie)

Rappel : E = P $\times t = U \times I \times t = U \times Q$ $(Q: \textit{capacité de la batterie})$

Partie 2 : Vérification des performances du drône en régime stationnaire

L'objectif de cette partie est de vérifier l'exigence relative à l'autonomie. Pour cela, vous allez déterminer la relation entre la vitesse de rotation des moteurs et la force de poussée afin de déterminer l'énergie nécessaire pour mettre le drone en position stationnaire (à l'équilibre à 1m du sol par exemple).

Les forces exercées par **l'air sur les hélices** peuvent se décomposer en deux composantes Fp (force de portée) et Ft (force de trainée) :



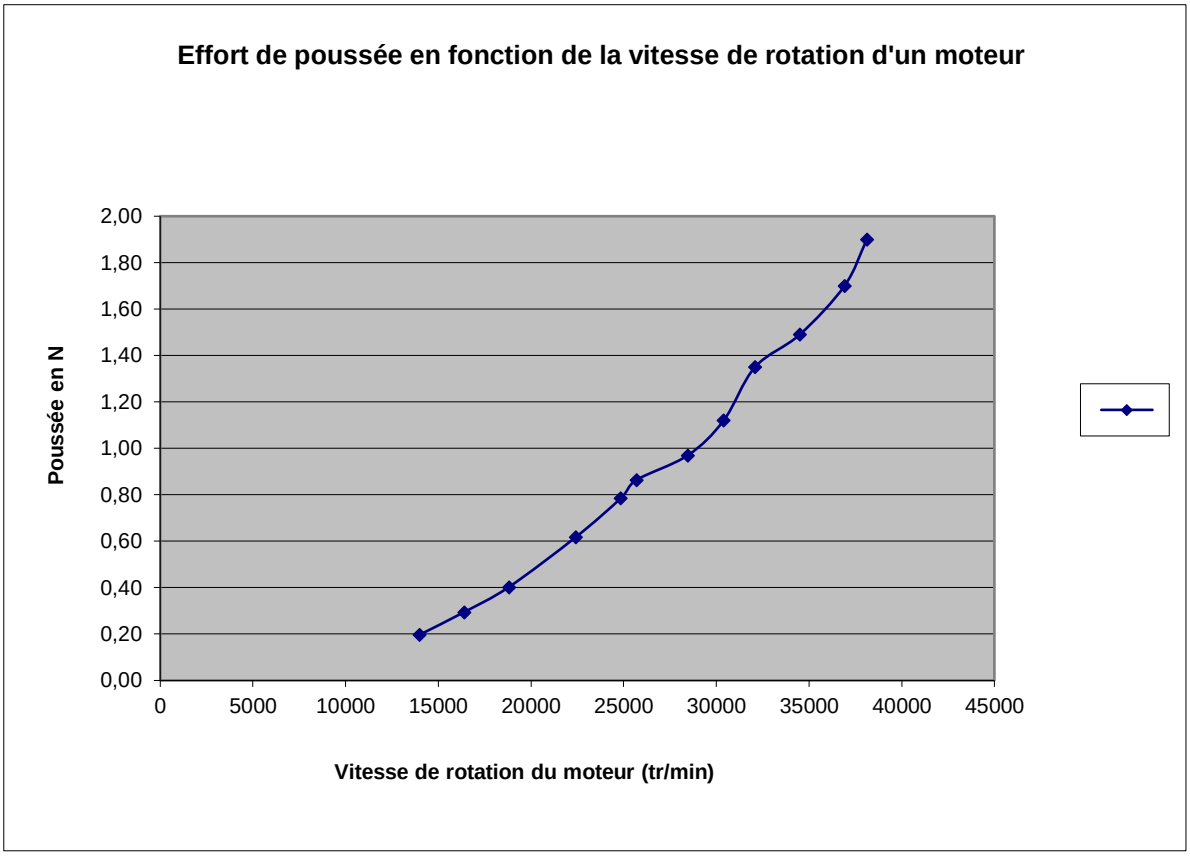
On définit La portance : « F_p » comme la somme des 2 actions verticales exercées sur les deux côtés d'une hélice.

2-1) La masse du drone avec la carène en mousse est m=0,4 kg, **calculez** le poids du drône P (Rappel : P=M × g , on prendra g=9.81m.s^{-2})

2-2) En phase **stationnaire** , en déduire alors la force de portance Fp à exercer par les 4 hélices sur le drône afin de le maintenir en équilibre à un mètre du sol :

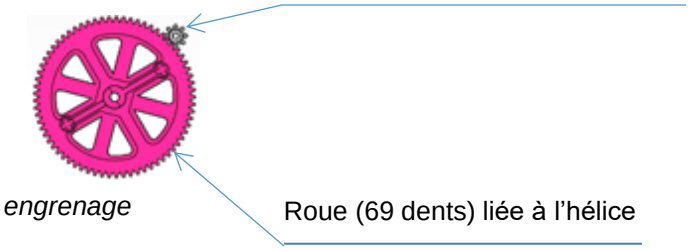
2-3) En déduire alors celle exercée par une seule hélice : Fh

Des essais ont permis de tracer la courbe liant la vitesse de rotation **d'un seul moteur** à la force de poussée développée **sur une hélice** du drône



2-4) A l'aide de la courbe donnée ci-dessus, **relevez** la vitesse de rotation d'un moteur qui va permettre de garder le drône en position stable à un mètre du sol : Nm

2-5) La fonction « Transmettre » de la chaine d'énergie reliant le moteur à l'hélice est réalisée par un engrenage (voir figure ci-dessous). Cela permet d'obtenir une **réduction de la vitesse** de rotation du moteur et, dans le même temps, d'augmenter le couple transmis. Les engrenages sont caractérisés par leur rapport de réduction noté k.

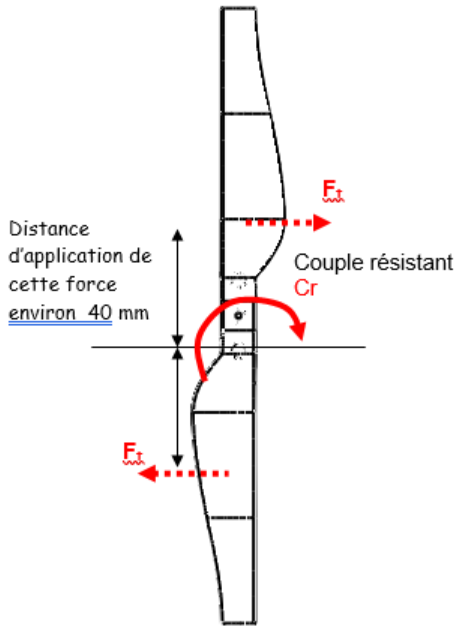


Sur le drône : $k = \frac{8}{69} = \frac{Nhélice}{Nmoteur}$

- **Calculez** la vitesse de rotation de l'hélice lorsque le drône est en vol stationnaire Nhélice

Partie 3 : Vérification des performances énergétiques en vol stationnaire

On considère que la force de trainée engendrée par l'air sur les flancs de chaque côté de l'hélice est égale à **0,2 N**. Ces deux forces vont engendrer un couple résistant Cr qui va s'opposer à la rotation de l'hélice. C'est ce couple résistant qu'il va falloir vaincre pour maintenir le drône en vol stationnaire et ainsi on pourra calculer la consommation énergétique des moteurs dans ce cas.



Le couple Cr se calcule grâce à cette formule :

Cr = 2 × Ft × d

Cr : couple résistant (N.m)

Ft : force de trainée (N)

d : distance entre le point d'application de l'effort de trainée et le point où on calcule le couple (m)

3-1) Calculez le couple résistant engendré par l'air sur une hélice en vol stationnaire : Cr

3-2) L'énergie consommée sert à vaincre le couple résistant Cr précédemment calculé. Elle se calcule, pendant un temps t, grâce à la formule qui suit :

E (joules) = couple (N.m) * angle parcouru durant le temps t (rad).

- En utilisant la vitesse de rotation de l'hélice calculée question 2-5, **calculez** l'énergie consommée par un moteur en vol stationnaire durant un temps **t** égale à **une minute**.

3-3) En utilisant le résultat de la question 1-2, **estimez** l'autonomie de la batterie si le drône est en vol stationnaire. **Commentez** votre résultat sachant que le constructeur annonce une autonomie de 12 minutes.

Éléments de réponse

1-1) Batterie (Eélec) Carte (Eélec) Moteur (Eméca) Réducteur (Eméca)

1-2) E= (11,1 × 1 × 3600)/4 = 10000 J pour un moteur

2-1)P= 0,4 × 9,81 = 3,924 N

2-2) Fp = P = 3,924 N

2-3) Fh = Fp/4 = 3924 / 4 = 0,981 N

2-4) Nm = 28800 tr/mn

2-5) Nhélice = 3339 tr/mn

3-1) Cr=0,016 N.m

3-2) E= 335,5 J

3-3) Autonomie : 10000/335,5 =29,8 mns

Conforme au CDCF, supérieure car en stationnaire donc logiquement la consommation sera supérieure en vol (montée, accélérations …)

Enseignement : S.I.

Activité n° : x **Scooter électrique**

Attendus

Valider (ou non) les modifications visant à améliorer l'autonomie.

Compétences abordées

Sélectionner des références et des ressources documentaires spécifiques.

Analyser les résultats obtenus.

Rendre compte sous forme écrite des résultats d'une analyse, d'une expérience et d'une réflexion.

Situation

Etude individuelle à partir d'un dossier.

Activités

Après lecture du dossier de présentation et en utilisant les documents ressources, répondre aux questions posées sous forme d'un document texte (converti en PDF) ou sous forme d'un diaporama (simple) que l'on pourra agrémenter d'image, de liens et/ou de vidéos.

Éléments de réponse

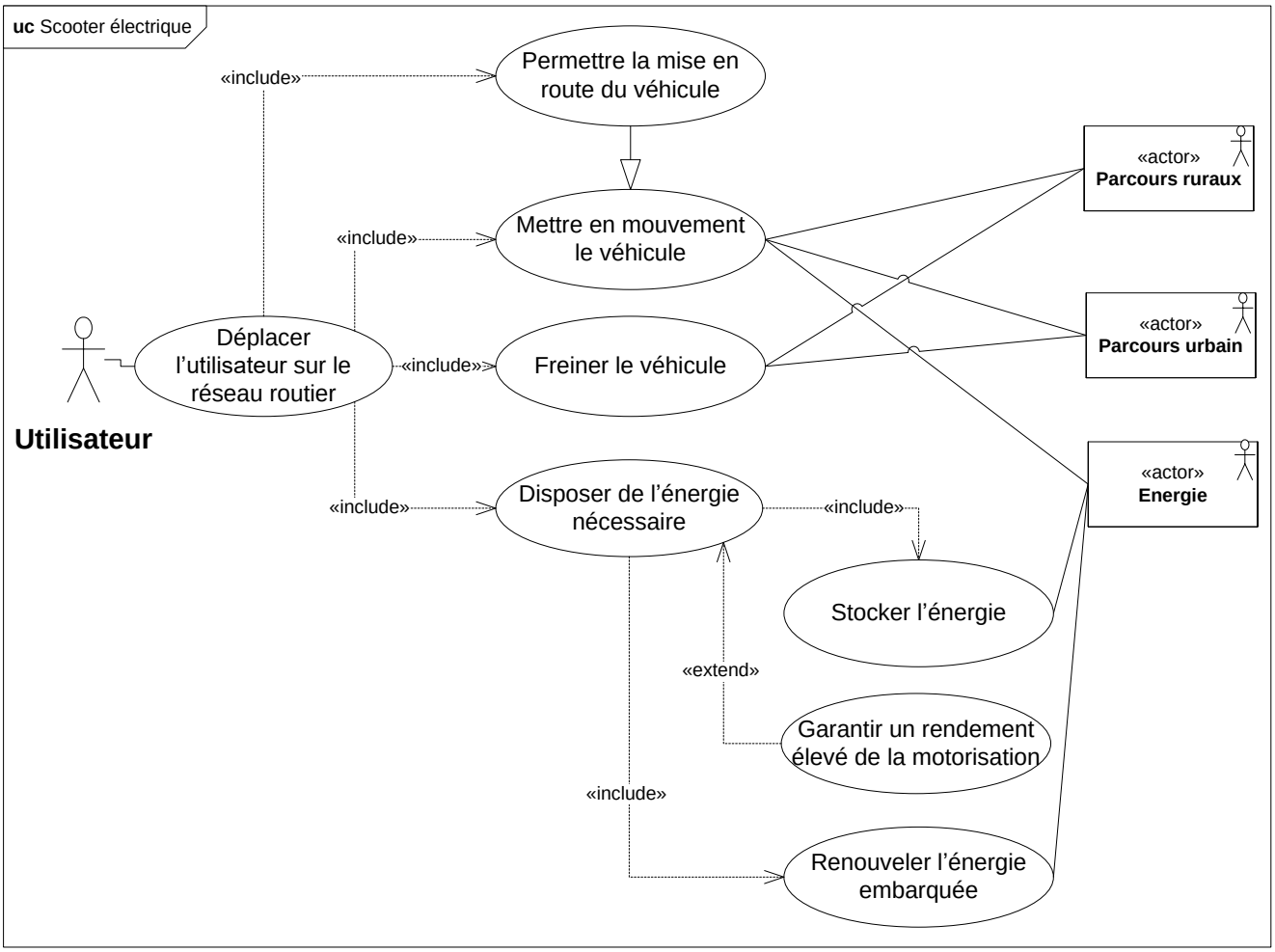
DOSSIER DE PRÉSENTATION

De quel type de véhicule s'agit-il ?

Un groupement d'industriels européens a développé (il y a quelques années) et produit un scooter électrique. Celui-ci, mu par un moteur brushless directement inséré dans la roue arrière, était initialement équipé de batteries de type NiCD et disposait d'une autonomie de 20 à 30 km.



Le scooter est largement utilisé pour les déplacements urbains. Les utilisateurs se déclarent intéressés par un modèle leur permettant des déplacements plus longs et vers des zones rurales.



Quel problème se pose au constructeur ?

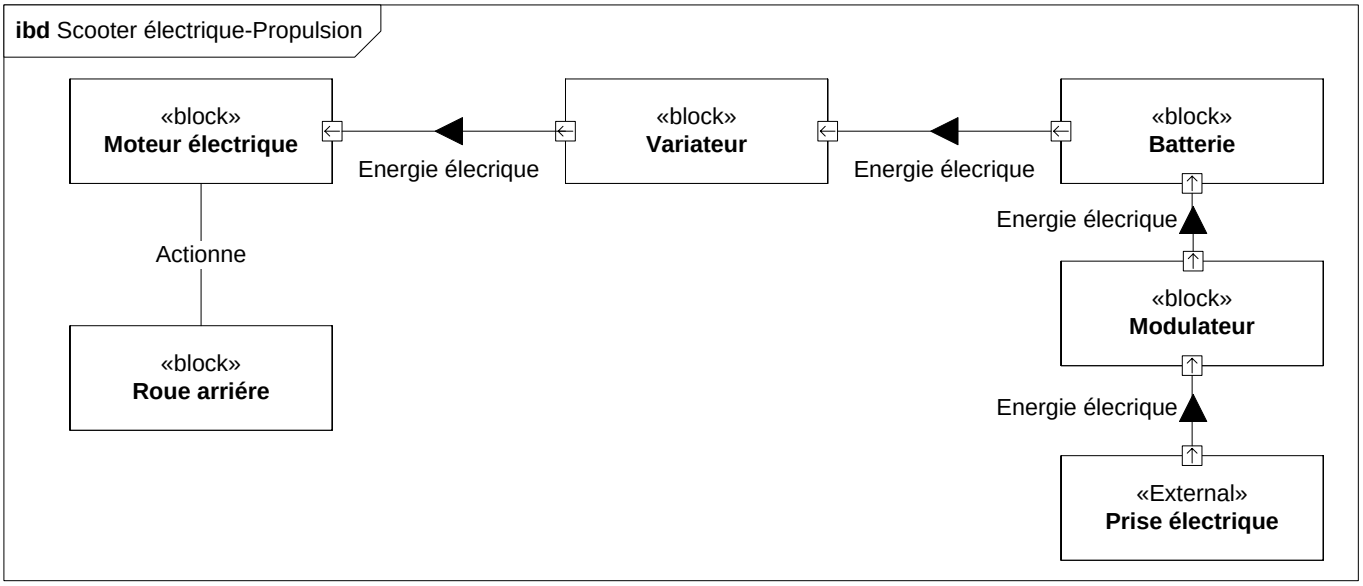
L'enjeu est de proposer le même scooter mais équipé de façon à augmenter l'autonomie (en kilomètre).

Dans un premier temps les constructeurs veulent améliorer la chaine d'énergie du scooter. Pour ce faire ils évaluent le rendement global de la chaine d'énergie, avant d'envisager le remplacement éventuel de ses composants (étude 1).

Dans un second temps, les constructeurs veulent effectivement améliorer la chaine d'énergie du scooter. Pour cela, les constructeurs étudient le remplacement de l'ensemble des 3 batteries (étude 2).

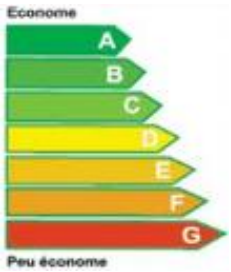


Un diagramme de blocs internes simplifiés décrit la chaine d'énergie.



DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Étude 1. Avant d'envisager de changer les composants de la chaine d'énergie, quel en est le rendement global ?

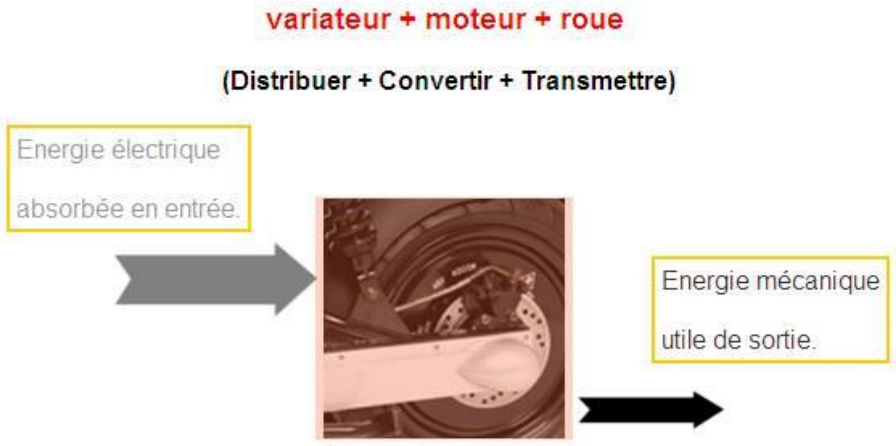


Rappel : dans un premier temps, les constructeurs envisagent d'améliorer la chaine d'énergie du scooter.
On mesure expérimentalement le rendement de l'ensemble variateur-moteur-roue (la chaine d'énergie sans le bloc *Alimenter*) pour estimer la marge d'amélioration possible.

Le scooter est installé sur un banc à rouleaux, sa vitesse est stabilisée.

La recherche du rendement de l'ensemble, variateur + moteur + roue, s'effectue en 3 temps :

- mesure/calcul de l'énergie utile de sortie du scooter (questions 1.1 et 1.2) ;
- mesure/calcul de l'énergie absorbée en entrée du variateur (question 1.3) ;
- calcul du rendement (question 1.4)



Afin de réaliser la mesure de la vitesse angulaire de la roue $\omega_{(roue\ /\ châssis)}$, une bande réfléchissante est collée sur le pneu.



La vitesse angulaire de la roue $\omega_{(roue\ /\ châssis)}$ est mesurée en pointant le faisceau lumineux du tachymètre, vers la bande. Pour chaque tour de roue, le faisceau lumineux est réfléchi. Le tachymètre affiche donc le nombre de tour par minute ($tr \cdot min^{-1}$).

Question 1.1 | Justifier, à partir de la valeur lue sur le tachymètre que $\omega_{(roue\ /\ châssis)}$ = 56 $rad \cdot s^{-1}$ (56 rad/s)

(1 tour = 2 π radians)

Le banc de mesure à rouleaux permet la mesure du couple exercé par la roue arrière :
C_{roue} = 51 N·m

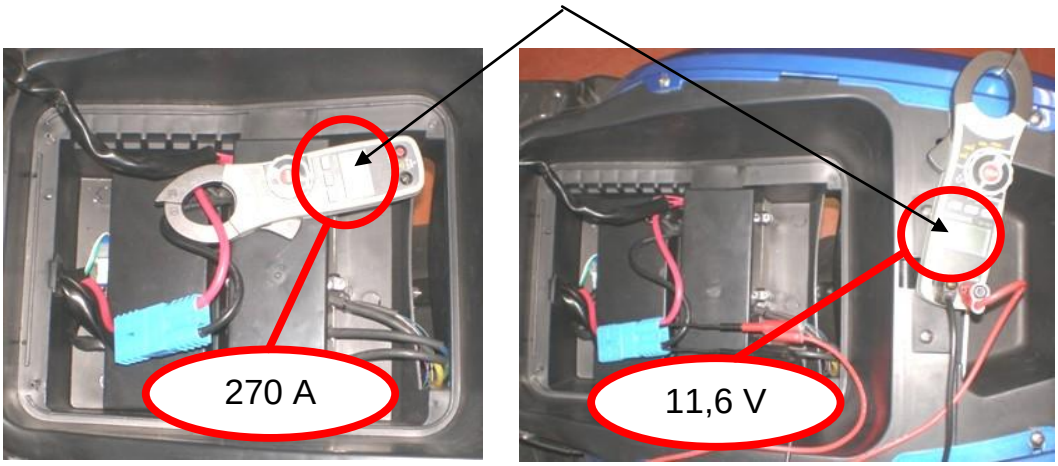
Le couple s'exprime en Newton mètre (N.m)

Question 1.2 | Calculer, à partir de C_{roue} et de $\omega_{(roue\ /\ châssis)}$, l'énergie utile de sortie du scooter (en W·h), en 1 heure de fonctionnement.

La puissance mécanique est égale au produit du couple par la vitesse (exprimée en rad/s).
L'énergie est égale au produit de la puissance par le temps.

Vous devriez trouver une valeur comprise entre 2500 et 3000 W.h.

Lors du fonctionnement du scooter sur son banc, l'intensité et la tension absorbées en entrée du variateur sont mesurées à l'aide d'une pince multifonction,



Question 1.3 | Calculer, à partir des valeurs mesurées, l'énergie absorbée en entrée du variateur (en W·h) en 1 heure de fonctionnement.

La puissance électrique est égale au produit de l'intensité (courant en ampères) par la tension (exprimée en Volts).
L'énergie est égale au produit de la puissance par le temps.

Vous devriez trouver une valeur comprise entre 3000 et 3500 W.h.

On vient de voir les résultats des mesures de l'énergie en entrée (énergie absorbée) et en sortie (énergie utile) de l'ensemble variateur-moteur-roue.

Question 1.4 | Montrer alors que le rendement énergétique de l'ensemble variateur-moteur-roue vaut 0,92.

<u>On distingue le "rendement" du "rendement énergétique":</u>

- ***Le rendement se calcule en faisant le rapport entre une puissance de sortie (puissance utile) et une puissance d'entrée (puissance absorbée)***
- ***Le rendement énergétique se calcule en faisant le rapport entre l'énergie en sortie (énergie utile ou restituée) et l'énergie en entrée (énergie consommée ou absorbée).***

Question 1.5 | Si on considère qu'avant le scooter était "thermique" et que la première version électrique était équipée d'un moteur à courant continu, conclure, à l'aide du tableau ci-dessous, sur l'intérêt d'avoir fait évoluer la motorisation du scooter.

Type de chaine d'énergie	*Rendement*
Moteur thermique à injection essence	0,35
Ensemble variateur et moteur électrique à courant continu	0,75
Ensemble variateur et moteur électrique brushless	0,95

Étude 2. Quel nouveau type de batterie choisir ?



Rappel : dans un second temps, les constructeurs veulent effectivement améliorer la chaine d'énergie du scooter.
Pour cela, une des pistes est le remplacement de l'ensemble des 3 batteries.

On rappelle aussi que le modèle initial était équipé de batteries de type NiCd.
Celles-ci sont aujourd'hui interdites mais le tableau du dossier ressource les mentionne toujours dans un seul but de comparaison.

Le critère de durée de vie peut guider le constructeur dans son choix. En effet, avant l'achat, l'utilisateur se demande combien d'année dureront les batteries du scooter.

Le nouveau modèle du scooter aura une autonomie de 80 km.
L'utilisateur se servira du scooter sur une période de 44 semaines chaque année :

- 5 jours par semaine pour son trajet domicile - travail, aller + retour = 20 km ;
- 1 déplacement le weekend de 80 km.

Question 2.1	Calculer le nombre de charges par année, que devra réaliser l'utilisateur. ***Vous devriez trouver une valeur comprise entre 95 et 105.***

Question 2.2	Comparer, à partir du résultat précédent et des 4 technologies présentées dans le tableau « Les différentes technologies de batteries » les durées de vie en année des batteries du scooter.

Le critère de la masse peut guider le constructeur dans son choix car le gain de masse améliorerait la consommation énergétique du scooter.

Le scooter devra stocker 4000 W·h pour garantir les 80 km d'autonomie.

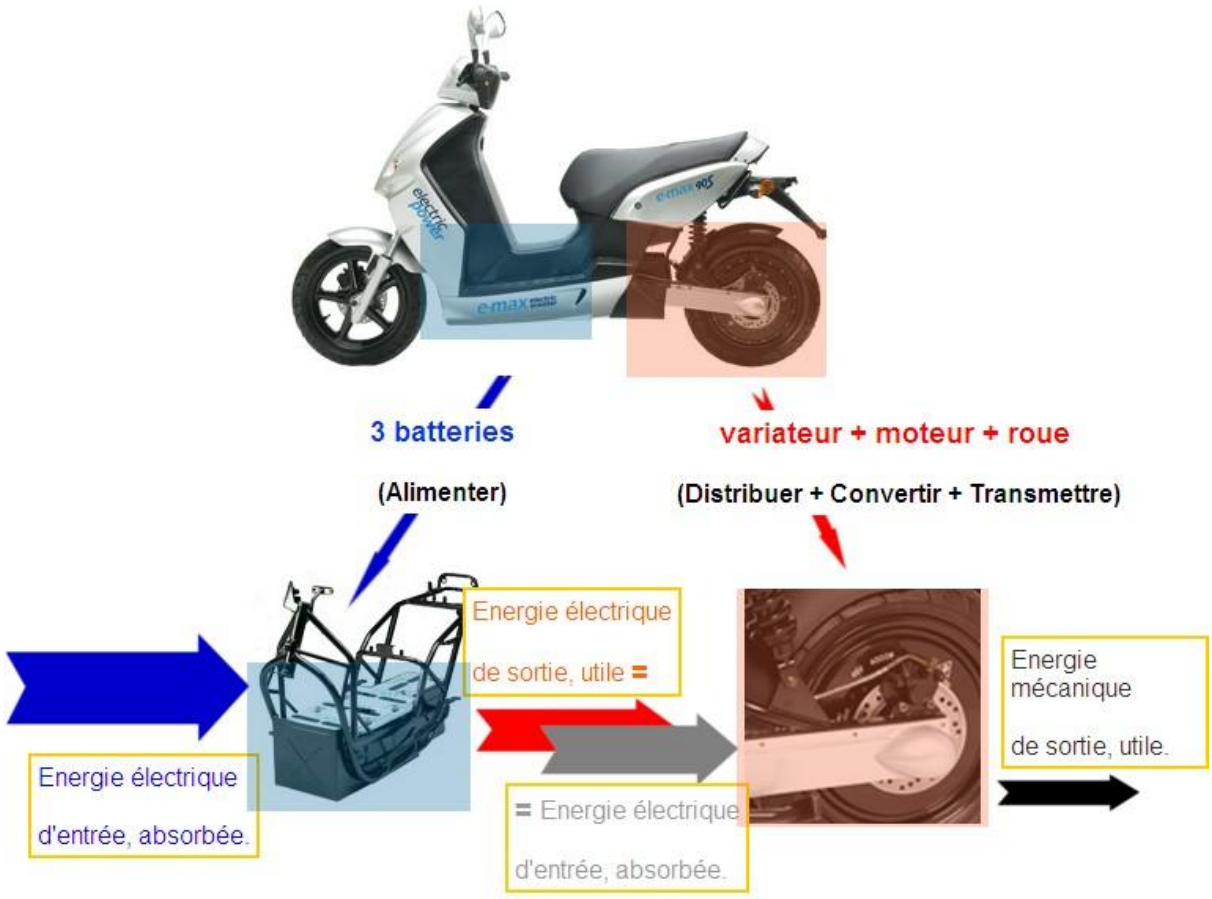
Question 2.3	Comparer, à partir de cette donnée et des 4 technologies présentées dans le tableau « Les différentes technologies de batteries », les masses des batteries du scooter.

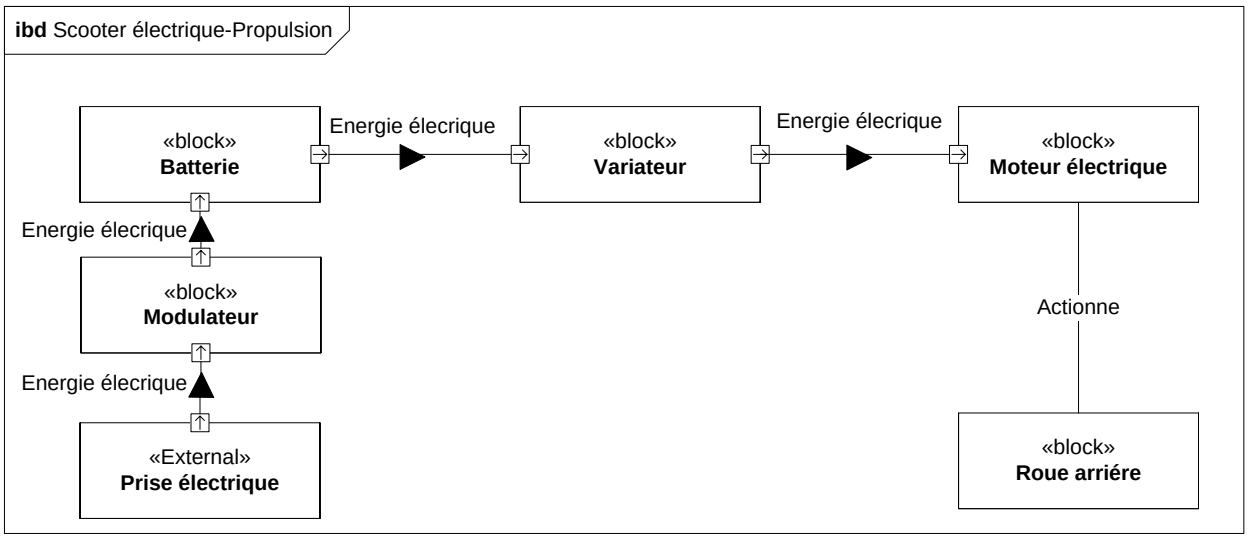
Question 2.4	Définir d'autres critères de choix qui peuvent rentrer en compte dans le choix de nouvelles batteries.

DOSSIER RESSOURCE

Ressource pour l'étude 1 :

La chaîne d'énergie du scooter.





Ressources pour l'étude 3 :

Les différentes technologies de batteries :

Type : / **Critère :**	Plomb (*1*)	Ni-Cd	Li-ion	Li-Po
Energie massique en $W \cdot h \cdot kg^{-1}$ (*2*)	50	60	150	190
Durée de vie (nombre de recharges)	400	2000	1000	2000
Auto-décharge (% par mois d'inutilisation)	5	20	10	10
Recyclage	entièrement recyclable (*3*)	compliqué à cause du cadmium (métal lourd, polluant)	-	-
Prix	faible	faible	élevé	élevé
Effet mémoire	sans (*4*)	oui	très faible	
Diffusion dans le commerce	très répandue	-	-	-
Autre	sensible aux températures négatives (perte d'autonomie jusqu'à -25% à -10°C)	supporte de grands courants de charge et décharge grâce à leurs faibles résistances internes.	risque d'explosion si toutes les conditions de sécurité ne sont pas remplies	peut prendre des formes fines et variées
			usure même en cas de non utilisation	charge soumise à des règles strictes (risque d'inflammation)

(*1*) • Plomb-Acide : utilisées surtout sur les automobiles (batteries de démarrage)
• Plomb-Gel : sans entretien, elles sont très utilisées dans le véhicule électrique
• Plomb-Silicone : elles commencent à faire leur apparition sur le marché et offrent plus de résistance que les batteries traditionnelles.

(*2*) Énergie massique appelée aussi densité massique.

(*3*) Ne pollue pas si bien recyclé (seul 1/3 des piles et batteries est mis au recyclage).

(*4*) La batterie peut être rechargée quand on veut, à n'importe quel niveau de décharge.

Enseignement :

Activité n° 1 : **Titre :** **Skateboard**

Attendus

Réponses avec justifications au questionnaire
Document réponse complété

Compétences abordées

Analyser l'organisation matérielle d'un produit par une démarche d'ingénierie système
Analyser l'organisation fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système
Proposer et justifier des hypothèses ou simplification en vue d'une modélisation
Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance
Modéliser les actions mécaniques
Calculer les actions mécaniques
Caractériser les échanges d'informations

Situation

Activités

Éléments de réponse

Moteur-Transmission poulies-courroie – Roue motrice

K = 0,1 V/rad·s^{-1} R= 5.2 Ω

$f_{p/c}$ = ,23

$\overrightarrow{A_{0\to1}}$ = **Y** $_{0>1}$**Ψ** $\overrightarrow{M_G(A_{0\to1})}$ = **a.Y** $_{0>1}$ **Z**

Y$_{0\to1}$ = 0 γ = 3,9 m/s^2

Dans la configuration donnée, il n'y a pas de soulèvement

PRÉSENTATION

Le déplacement individuel des personnes est un secteur très porteur dans notre société ces 5 dernières années.

Que cela soit dans un but de loisirs, de sport ou de solutions alternatives à un autre mode de déplacement, il existe à ce jour de très nombreux produits proposés à la vente, certains électriques, d'autres non (trottinette, skateboard, vélo …)

Le support d'étude de cette épreuve est un skateboard électrique permettant à son utilisateur, grâce à une télécommande, de se déplacer dans un milieu urbain.

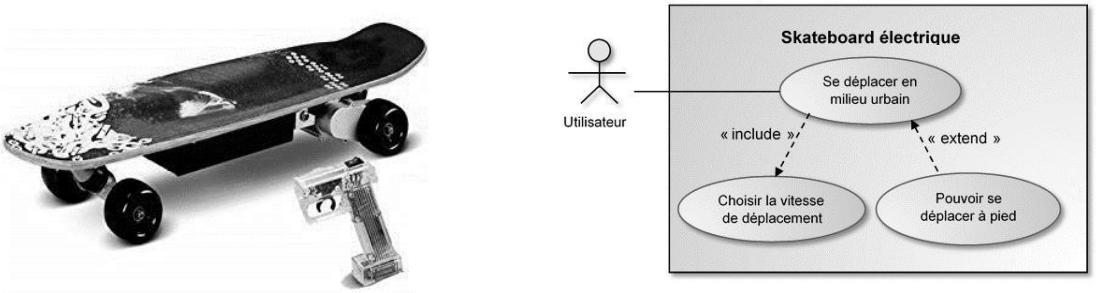


Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation du skateboard

ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DE L'ESKATE

Sous l'effet d'une pression brutale sur la gâchette de la télécommande, le skateboard risque de démarrer trop brusquement et de provoquer la chute de son utilisateur.

Problématique : dans le cas d'une accélération maximale du skateboard, la roue avant de celui-ci se soulève-t-elle, entraînant ainsi la chute de son utilisateur?

La figure 2 issue du modèle multiphysique du skateboard présente l'architecture matérielle du skateboard.

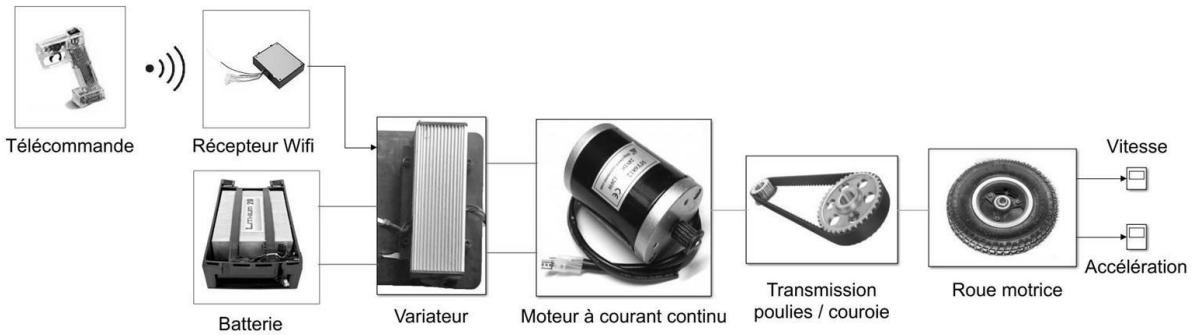


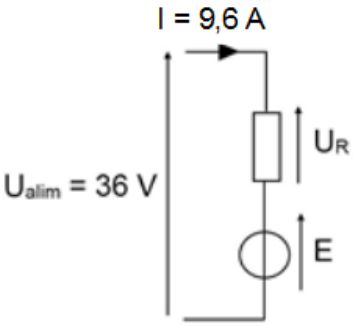
Figure 2 : Architecture matérielle du skateboard

Question 1) **Compléter** sur le document réponse DR1 le diagramme des blocs internes du skateboard en y indiquant les constituants manquants et les fonctions qu'ils remplissent.

Le modèle multiphysique présenté précédemment va permettre de déterminer la valeur de l'accélération maximale du skateboard. Afin de consolider le modèle une campagne de mesures est menée sur le skateboard pour déterminer les valeurs des paramètres à renseigner.

Paramétrage du moteur à courant continu

La figure 3 représente le modèle électrique retenu pour le moteur à courant continu à aimants permanents du skateboard.

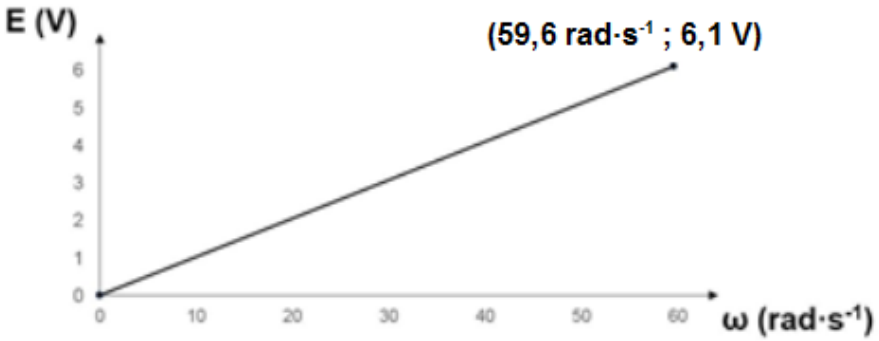


La mesure ayant été faite en régime stabilisé, on néglige l'influence de l'inductance L du moteur.

La valeur de la force contre électromotrice E est liée à la vitesse de rotation en sortie du moteur.

Figure 3 : Modèle électrique simplifié du moteur à courant continu

Afin de déterminer les valeurs des paramètres du modèle du moteur les deux essais suivants ont été réalisés :

Essai 1	Pour pouvoir évaluer la constante de force électromotrice K (V/rad·s^{-1}) du moteur, on a fait tourner le rotor du moteur (non alimenté) à différentes vitesses ω (rad·s^{-1}) en mesurant à ses bornes, à l'aide d'un voltmètre, la force contre électromotrice E. Les résultats obtenus donnent le graphique suivant : 

Essai 2	Après avoir alimenté le moteur à vide sous une tension U = 36 V, on a mesuré à l'aide d'un ampèremètre le courant I consommé par le moteur ainsi que sa vitesse de rotation ω (rad·s^{-1}) à l'aide d'un tachymètre. Les mesures effectuées donnent I = 0,5 A et ω = 334 rad·s^{-1}.

Question 2) A l'aide de l'essai 1, **calculer** la valeur de la constante de force électromotrice K en V.rad·s^{-1} du moteur du skateboard. À l'aide de l'essai 2, **calculer** la valeur de la résistance du modèle du moteur.

Paramétrage du système poulies / courroie

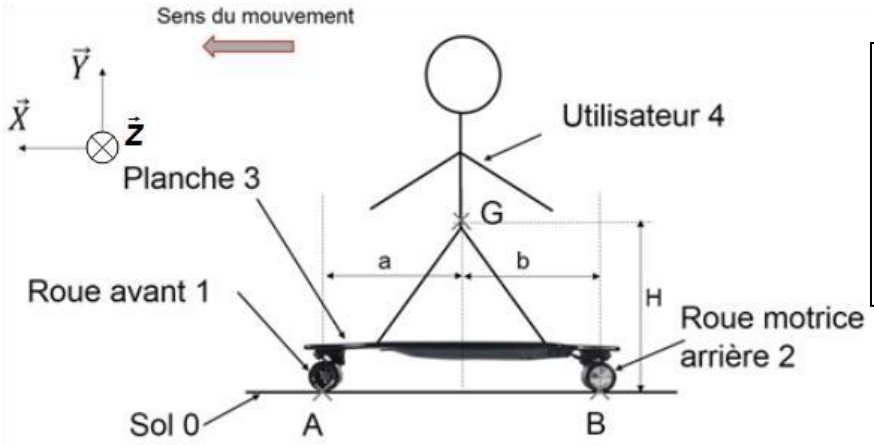
La figure 4 présente les caractéristiques du système poulies / courroie présent dans le skateboard.



Figure 4 : Caractéristiques du système poulies / courroie

Question 3) **Calculer** la valeur du rapport de transmission $r_{p/c}$ du système poulies / courroie. **Proposer** une modélisation de ce constituant pour le modèle multiphysique.

Une fois le modèle multiphysique paramétré la simulation donne une accélération maximale au démarrage du skateboard de $\gamma_{modèle}$ = 3,6 m·s^{-2}. Pour déterminer si le skateboard provoque le basculement de l'utilisateur au démarrage, il faut calculer l'accélération théorique minimale provoquant le soulèvement de la roue avant. La figure 5 présente le schéma du skateboard avec les points d'application des différentes actions mécaniques et la numérotation associée.



Données :

a = b = 0,4 m

H = 1 m

G = 9.81 m.s^{-2}

Figure 5 : Schéma du skateboard

Pour la suite de l'étude le système isolé est l'ensemble {1 ; 2 ; 3 ; 4} regroupant l'utilisateur, la planche ainsi que les deux roues. On notera m la masse de l'ensemble isolé et g l'accélération de la pesanteur. Dans la suite du sujet le repère $(\vec{X} ; \vec{Y} ; \vec{Z})$ sera noté R.

Hypothèses et données

Le problème est supposé plan dans le plan $(\vec{X} ; \vec{Y})$. L'action mécanique de pesanteur sur l'ensemble {1 ; 2 ; 3 ; 4} sera modélisée par le torseur :

$$\tau_g = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{P_{\{1;2;3;4\}}} = -(m \cdot g) \cdot \vec{Y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{G,R}$$

La liaison en B entre le sol 0 et la roue arrière motrice 2 est une liaison ponctuelle avec prise en compte de l'adhérence, l'action mécanique transmissible sera modélisée par le torseur :

$$\tau_{R2} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{B_{0\to 2}} = X_{0\to 2} \cdot \vec{X} + Y_{0\to 2} \cdot \vec{Y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{B,R}$$

La liaison en A entre le sol 0 et la roue avant 1 est une liaison ponctuelle de normale $(A, \vec{Y})$ supposée parfaite.

Question 4) **Modéliser** l'action mécanique $\overrightarrow{A_{0\to 1}}$ du sol 0 sur la roue avant 1 en A en suivant le formalisme utilisé pour l'action mécanique $\overrightarrow{B_{0\to 2}}$.

Déterminer l'expression du moment $\overrightarrow{M_G(\overrightarrow{A_{0\to 1}})}$ créé au point G par l'action mécanique $\overrightarrow{A_{0\to 1}}$.

La poursuite de l'étude des actions mécaniques permet d'aboutir à l'équation suivante :

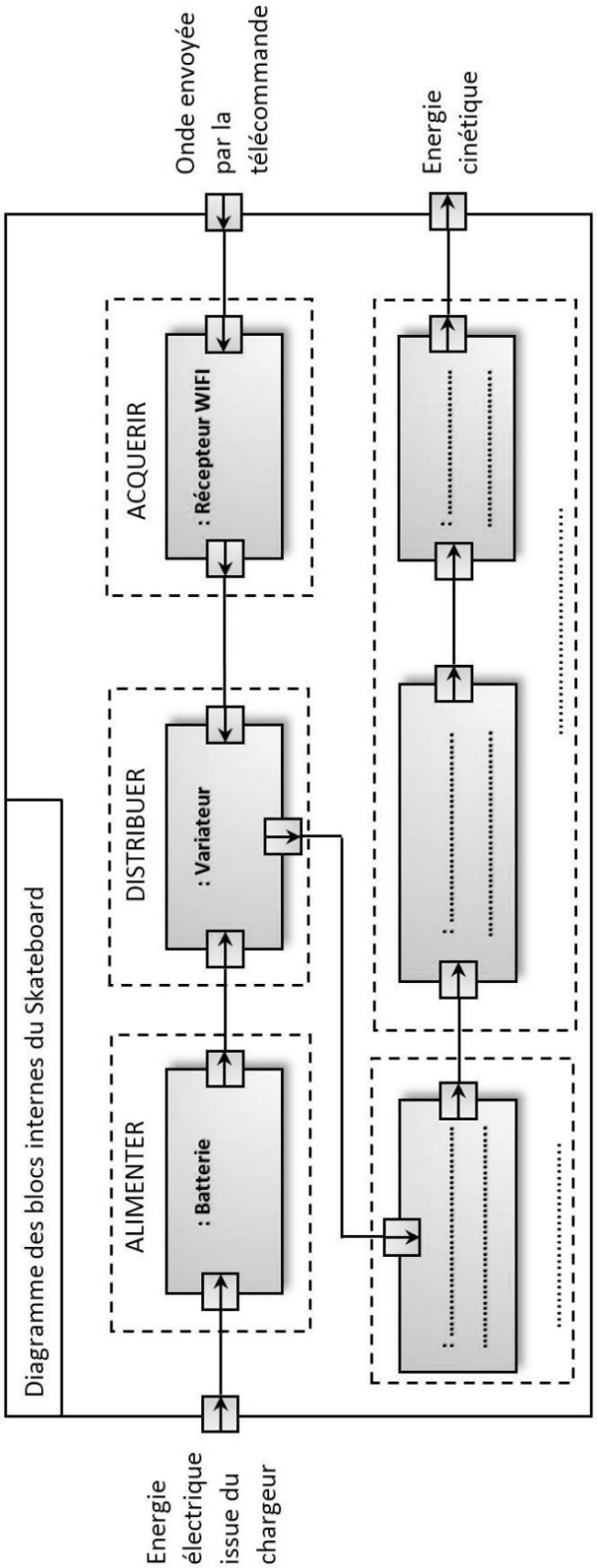
$$(a+b) \cdot Y_{0\to 1} - b \cdot m \cdot g + H \cdot m \cdot \gamma = 0$$

où γ est l'accélération du skateboard au démarrage

Question 6) **Indiquer** la valeur de $Y_{0\to 1}$ correspondant au soulèvement de la roue avant du sol. À l'aide de l'équation fournie **calculer** la valeur minimale de l'accélération γ provoquant le cabrage du skateboard.

Question 7) Comparer la valeur de l'accélération fournie par le modèle multiphysique et le résultat obtenu précédemment. **Conclure** quant au soulèvement potentiel de la roue avant du skateboard.

DOCUMENTS RÉPONSES



DR1, Question 1

Enseignement :

Activité n° 2 : **Titre :** **Skateboard**

Attendus

Réponses avec justifications au questionnaire

Compétences abordées

Quantifier les écarts de performance entre les valeurs attendues, mesurées, simulées
Déterminer les grandeurs flux (courant) et effort (tension) dans un circuit électrique
Déterminer les grandeurs géométriques et cinématiques d'un mécanisme
Proposer et justifier des hypothèses ou simplification en vue d'une modélisation
Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance
Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance

Situation

Activités

Éléments de réponse

$\Delta V = 55\ \%$ $\Delta a = 90\ \%$ *Ecarts trop importants*

Energie électrique $(V ; I)$ – *Energie mécanique* $(w ; C)$

$V_{moyen} = V_{maxi.} \cdot T_h / T.$

$Th = 0,63$ ms

$V_{delta.} = 0.876$

$a = 2$ m/s^2

PRÉSENTATION

Le déplacement individuel des personnes est un secteur très porteur dans notre société ces 5 dernières années.

Que cela soit dans un but de loisirs, de sport ou de solutions alternatives à un autre mode de déplacement, il existe à ce jour de très nombreux produits proposés à la vente, certains électriques, d'autres non (trottinette, skateboard, vélo …)

Le support d'étude de cette épreuve est un skateboard électrique permettant à son utilisateur, grâce à une télécommande, de se déplacer dans un milieu urbain.

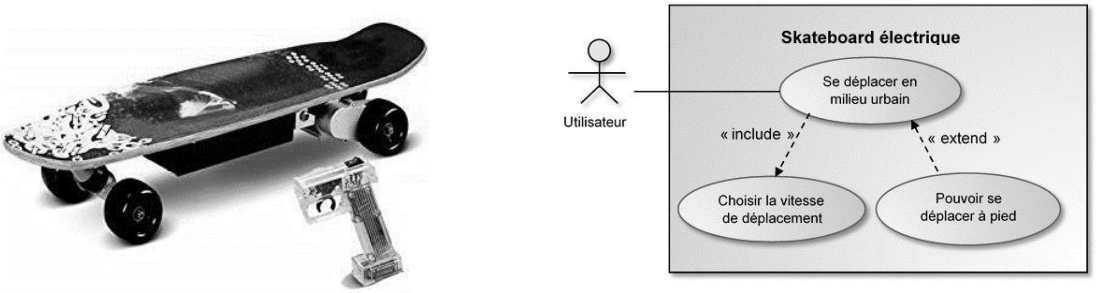


Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation du skateboard

COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DE L'ESKATE - MODIFICATION DE SON COMPORTEMENT

Le fabricant du skateboard électrique souhaite élargir son utilisation à un plus jeune public. Pour cela il souhaite s'assurer qu'il n'y a aucun risque de chute de l'utilisateur en cas d'utilisation à vitesse maximale ou de forte accélération lors du démarrage.

Problématique : Comment limiter la vitesse maximale et l'accélération du skateboard pour prévenir toute chute de l'utilisateur?

Le cahier des charges fixe la vitesse maximale souhaitée à 4 $m.s^{-1}$, et l'accélération maximale désirée à 2 $m.s^{-2}$. Les figures 6 et 7 montrent respectivement les courbes d'accélération et de vitesse du skateboard lorsque l'utilisateur demande au démarrage la plus forte montée en vitesse.

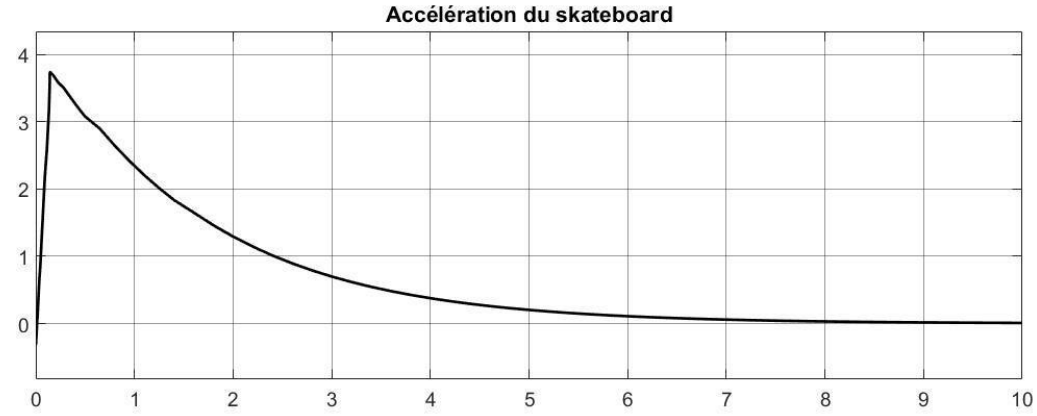


Figure 6 : Evolution de l'accélération du skateboard en m□s^{-2}

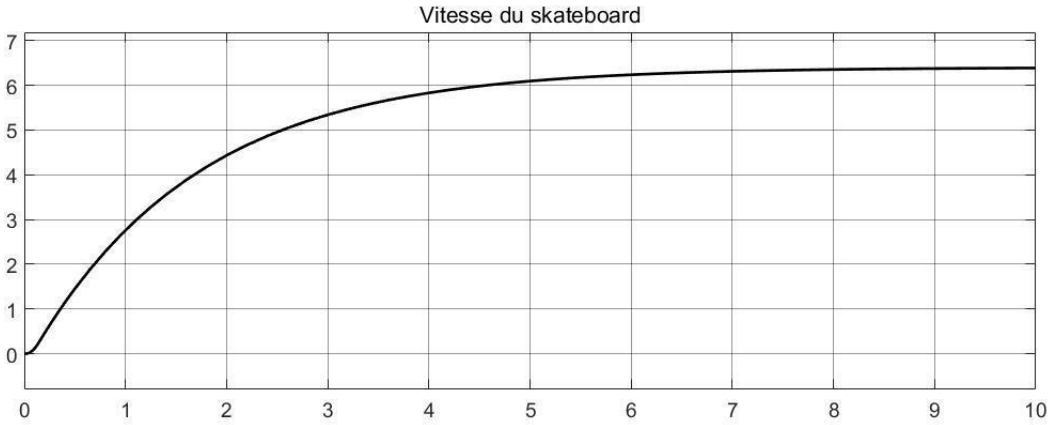


Figure 7 : Evolution de la vitesse du skateboard en m□s^{-1}

Question 1) À partir des figures 6 et 7 **quantifier** les écarts entre la vitesse et l'accélération maximales du skateboard actuel et les performances souhaitées par le cahier des charges. **Conclure** quant à la nécessité de modifier le skateboard actuel.

Une description schématique de la chaîne de puissance du skateboard est illustrée par la figure 8.

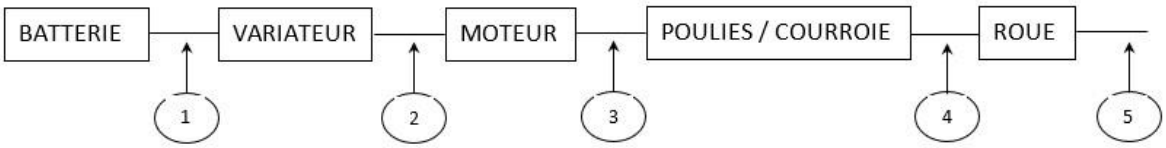


Figure 8 : Chaine de puissance du skateboard

Question 2) **Citer** les différents types d'énergies mobilisées le long de la chaîne de puissance pour tous les repères de 1 à 5. Pour chaque repère **préciser** les grandeurs de flux et d'efforts correspondantes.

La vitesse du skateboard évolue proportionnellement à la valeur moyenne de la tension de commande issue du variateur. On souhaite donc contrôler la tension V_{moteur} en sortie du variateur (repère 2 sur la figure 8). La figure 9 illustre l'allure temporelle de cette tension, il

s'agit d'un signal rectangulaire dont le rapport cyclique est variable selon la commande de l'utilisateur.

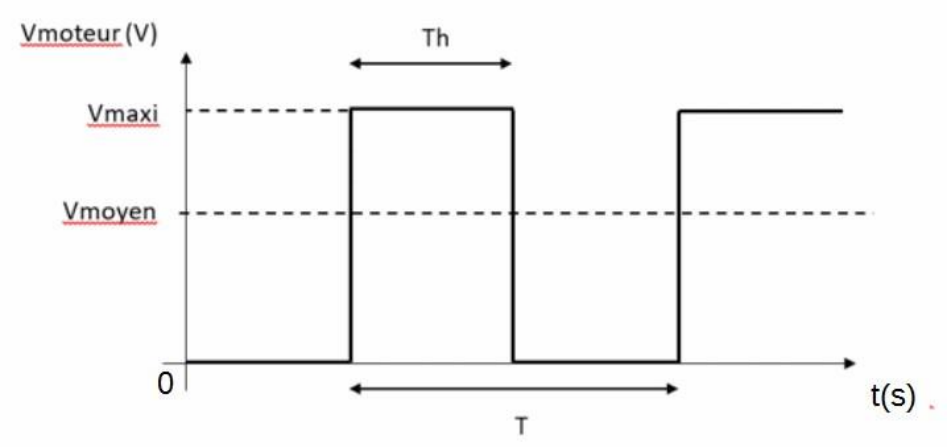


Figure 9 : Signal électrique de commande du moteur

Question 3) À partir des éléments de la figure 9, **exprimer** V_{moyen} en fonction de V_{maxi}, T_h et T.

Afin de paramétrer la tension issue du variateur des essais sont effectués sur le skateboard. Ces essais montrent que le skateboard atteint une vitesse maximale de 6,3 $m \cdot s^{-1}$ lorsque la tension V_{moteur} est une tension continue de 13,8 V (cas où $T_h = T$) directement issue de la batterie. La période de la tension V_{moteur} est fixée à 1 ms.

Question 3.4) Sachant que la vitesse du skateboard est directement proportionnelle à V_{moyen}, **calculer** la valeur de T_h permettant de limiter la vitesse de l'appareil à la valeur désirée.

Afin de réduire l'accélération à la valeur désirée on propose, au moment du démarrage, de faire évoluer progressivement la vitesse du skateboard jusqu'à sa valeur de croisière. C'est donc le variateur qui va imposer la limitation d'accélération en augmentant progressivement la valeur de V_{moyen} en 10 paliers identiques successifs. La figure 10 représente l'évolution temporelle souhaitée de V_{moyen}.

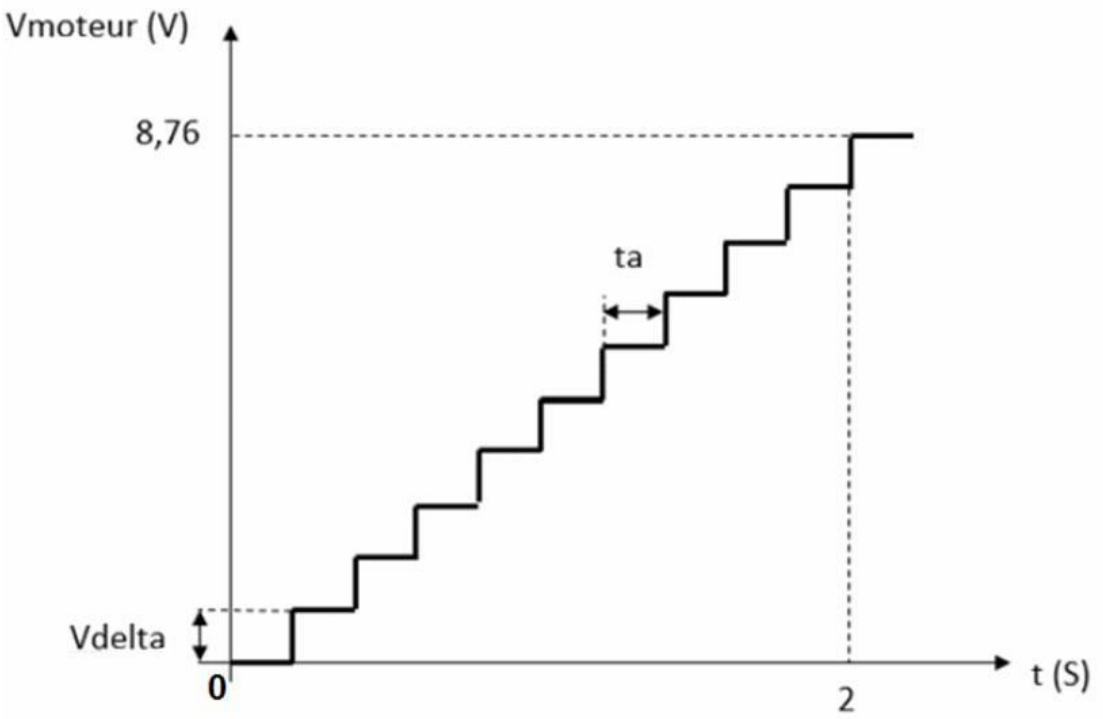


Figure 10 : Évolution progressive de la valeur moyenne de V_{moteur}

On rappelle que la tension de la batterie est de 13,8 V.

Question 5) **Justifier** la valeur de 8,76 V proposée comme valeur maximale de V_{moyen} puis **calculer**, à l'aide la figure 10, les valeurs de ta et de V_{delta}.

Question 6) A l'aide la figure 10, **déterminer** la valeur d'accélération imposée au skateboard. **Conclure** quant à la conformité de l'accélération obtenue vis-à-vis du cahier des charges.

Enseignement :

Activité n° 3 : **Titre :** **Skateboard**

Attendus

Réponses avec justifications au questionnaire

Compétences abordées

Quantifier les écarts de performance entre les valeurs attendues, mesurées, simulées
Déterminer les grandeurs géométriques et cinématiques d'un mécanisme
Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance
Proposer et justifier des hypothèses ou simplification en vue d'une modélisation
Déterminer les grandeurs flux (courant) et effort (tension) dans un circuit électrique

Situation

Activités

Éléments de réponse

D= 10 m >>> 2m
Par calcul V =R.w V 5.08 m/s
Graphiquement V= d/t V= 5 m/s
I = E/ (R + $R_{CHARGE.}$)
C=K.E / (R + $R_{CHARGE.}$)
R_{CHARGE} = 0,15

PRÉSENTATION

Le déplacement individuel des personnes est un secteur très porteur dans notre société ces 5 dernières années.

Que cela soit dans un but de loisirs, de sport ou de solutions alternatives à un autre mode de déplacement, il existe à ce jour de très nombreux produits proposés à la vente, certains électriques, d'autres non (trottinette, skateboard, vélo …)

Le support d'étude de cette épreuve est un skateboard électrique permettant à son utilisateur, grâce à une télécommande, de se déplacer dans un milieu urbain.

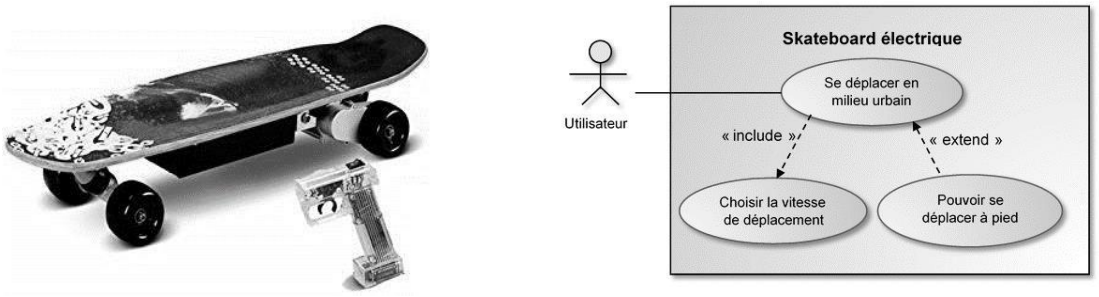


Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation du skateboard

ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DU SKATEBOARD

En cas de chute de l'utilisateur le leash (laisse en français) qui relie le skate à l'utilisateur coupe la commande, le skateboard s'éloigne encore de plusieurs mètres avant de s'arrêter.

Problématique : comment réduire la distance parcourue par le skateboard à moins de deux mètres suite à la chute de l'utilisateur?

La figure 2 illustre la distance parcourue par le skateboard lors d'une utilisation normale suivie d'une chute de l'utilisateur au bout de 10 s.

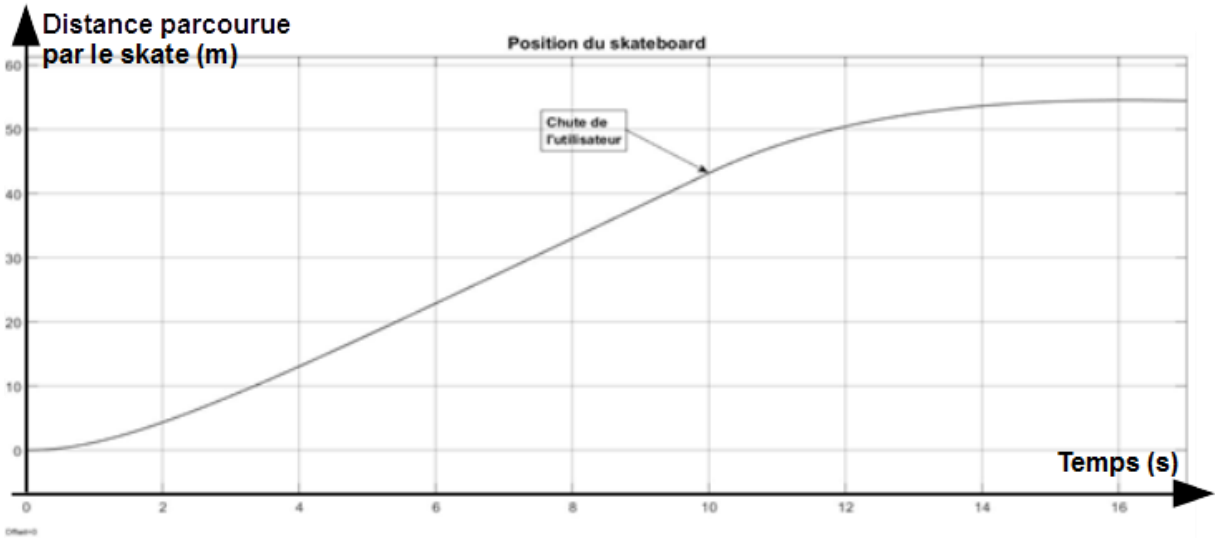


Figure 2 : Distance parcourue par le skateboard

Question 1) À l'aide de la figure 2 et sachant que l'utilisateur chute au bout de10 secondes, **montrer** que la course parcourue par le skate après la chute de son utilisateur est supérieure à celle mentionnée dans la problématique

Le moteur à courant continu du skate permet de convertir l'énergie électrique provenant de la batterie en une énergie mécanique de rotation. Un ensemble formé d'une courroie et de deux poulies permet de transmettre cette énergie à la roue motrice du skate. La figure 3 illustre la chaine de puissance du skateboard.

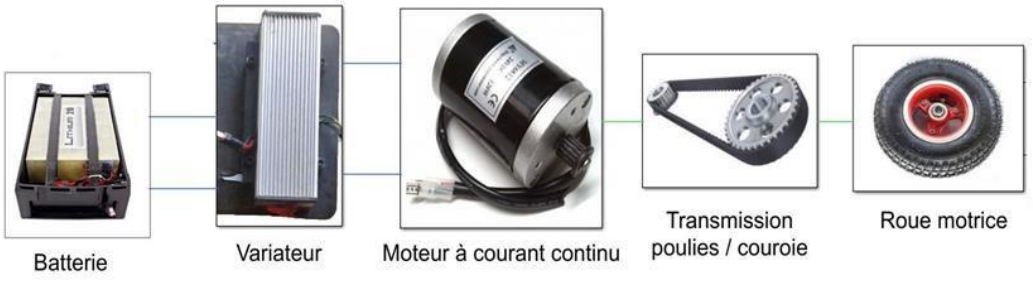
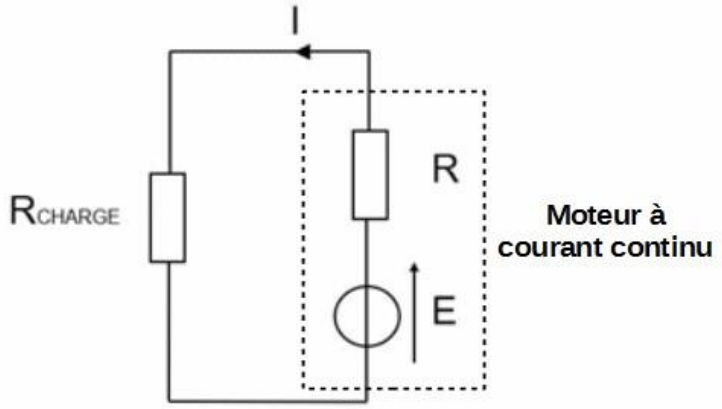


Figure 3 : Chaine de puissance du skateboard

Le diamètre de la roue motrice est de 19,6 cm et le rapport de réduction de l'ensemble poulies / courroie est de $\frac{15}{65}$. Le modèle multiphysique établi nous permet d'observer que, au moment de la chute de l'utilisateur, la vitesse de rotation de l'arbre moteur est de 225 rad.s^{-1}.

Question 2) A l'aide de la figure 2**, calculer** la vitesse du skateboard au moment de la chute de l'utilisateur. **Conclure** quant à la validité du modèle multiphysique établi.

Pour réduire la distance parcourue par le skate après la chute de son utilisateur on souhaite créer un couple de freinage permettant de le ralentir. Pour cela, dès que la chute de l'utilisateur est détectée, on connecte une résistance R_{CHARGE} aux bornes du moteur à courant continu. La figure 4 illustre le schéma électrique équivalent du moteur associé à la résistance R_{CHARGE}.



Hypothèse simplificatrice :

Dans ce schéma on néglige l'influence de l'inductance du moteur à courant continu.

Figure 4 : Schéma électrique équivalent au moteur associé R_{CHARGE}

Question 3) A l'aide de la figure 4, **déterminer** l'expression du courant I en fonction E, R et de R_{CHARGE}.

Le couple de freinage imposé sur l'arbre du moteur dépend du courant I circulant dans le moteur. On peut déterminer le couple de freinage à l'aide de la formule $I = \frac{C_{FREINAGE}}{k}$ où *I* est le courant traversant le moteur, $C_{FREINAGE}$ le couple de freinage provoqué par le moteur et *k* est la constante électromagnétique du moteur.

Question 4) A l'aide de la relation qui lie $C_{FREINAGE}$ à *I* et de votre réponse à la question précédente, **montrer** que le couple résistant augmente lorsque la valeur de R_{CHARGE} diminue.

La relation qui lie la position atteinte par le skate après la chute de son utilisateur avec la résistance R_{CHARGE} a été déterminée à l'aide de la modélisation du skateboard. La formule obtenue est la suivante :

$$P_F = a \times R_{CHARGE} + P_0$$

Où : a = 12,87 $m.\Omega^{-1}$;
P0 est la position du skateboard au moment de la chute l'utilisateur
P_F est la position finale atteinte par le skateboard une fois celui-ci immobilisé

Question 5) **Déterminer** la valeur maximale que devra prendre R_{CHARGE} pour pouvoir respecter le cahier des charges. Le choix de la valeur de R_{CHARGE} s'étant finalement portée vers la valeur normalisée de 0,15 Ω, **conclure** quant à la capacité du skateboard à respecter le cahier des charges.

eEnseignement :

Activité n° 4 : **Titre :** **Skateboard**

Attendus

Réponses avec justifications au questionnaire
Document réponse complété

Compétences abordées

Quantifier les écarts de performance entre les valeurs attendues, mesurées, simulées
Proposer et justifier des hypothèses ou simplification en vue d'une modélisation
Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance
Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance
Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet par une structure algorithmique

Situation

Activités

Éléments de réponse

γ_{Max} =4,6 m/s^2

Uacc = 30.10^{-3} . $\gamma_{Freinage}$ + 1,5

q = 0.005

0	1,5	3	614
-1	1,47	2,55	522
-2	1,44	2,1	430

B1B0 : 000,001,011,111

PRÉSENTATION

Le déplacement individuel des personnes est un secteur très porteur dans notre société ces 5 dernières années.

Que cela soit dans un but de loisirs, de sport ou de solutions alternatives à un autre mode de déplacement, il existe à ce jour de très nombreux produits proposés à la vente, certains électriques, d'autres non (trottinette, skateboard, vélo …)

Le support d'étude de cette épreuve est un skateboard électrique permettant à son utilisateur, grâce à une télécommande, de se déplacer dans un milieu urbain.

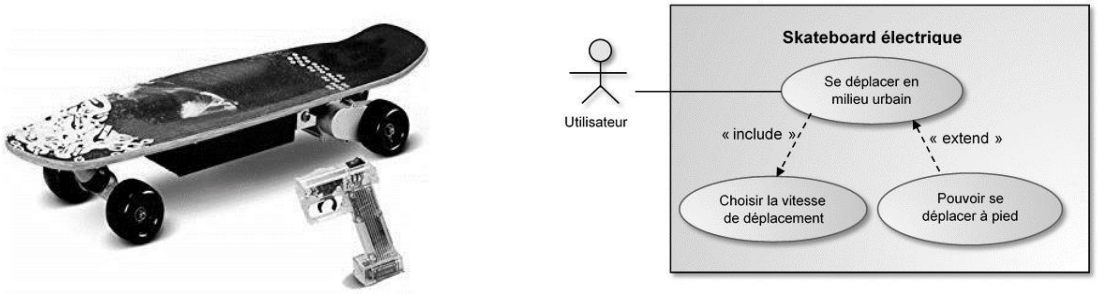


Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation du skateboard

COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DU SKATEBOARD - MODIFICATION DE SON COMPORTEMENT

Le nombre croissant de moyens de locomotion électriques individuels dans le flux de circulation urbain multiplie le risque d'accident. Ce risque peut notamment avoir lieu lors d'un freinage brutal du skateboard. Dans sa version actuelle, aucune solution n'est mise en place afin d'avertir les autres personnes de l'environnement de cette décélération.

Problématique : Comment prévenir un autre usager de la décélération du skateboard?

La structure retenue pour répondre à la problématique est illustrée par la figure 6. Le comportement souhaité consiste à allumer le feu arrière en cas de freinage.
L'importance de l'éclairage dépendra de l'intensité du freinage afin d'informer les autres usagers de l'urgence (ou non) de la situation.

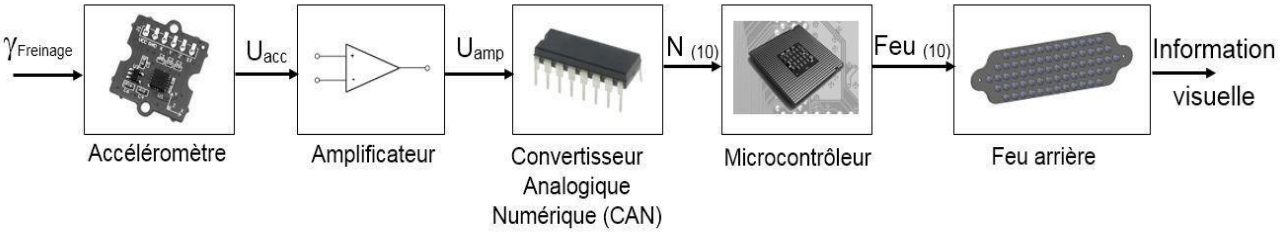


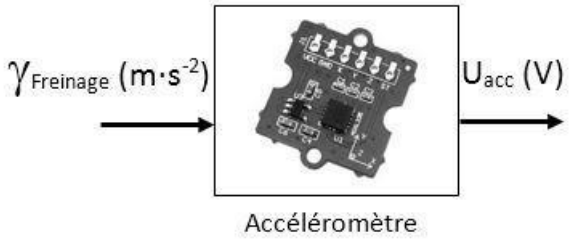
Figure 6 : Structure et notation des grandeurs de sortie des blocs fonctionnels

Les seuils intermédiaires fixant les différents degrés d'éclairage sont déterminés proportionnellement à la décélération maximale. Un essai est donc réalisé sur le skateboard pour déterminer celle-ci. Durant cet essai le skateboard est lancé à sa vitesse maximale puis l'utilisateur active le freinage à son niveau maximum. Les mesures effectuées pendant cet essai donnent :

- vitesse initiale avant freinage : 7 $m \cdot s^{-1}$;
- le skateboard met 1,5 s pour s'arrêter ;
- le mouvement est considéré comme uniformément décéléré.

Question 1) **Déterminer** à partir des résultats du modèle multiphysique ci-dessus la valeur maximale de la décélération du skateboard γ_{Max} en $m \cdot s^{-2}$.

L'accéléromètre permet de mesurer la valeur $\gamma_{Freinage}$ de la décélération du skateboard et fournit à sa sortie une tension U_{acc} image de cette décélération. La caractéristique entrée / sortie de ce capteur est illustrée par la figure 7.



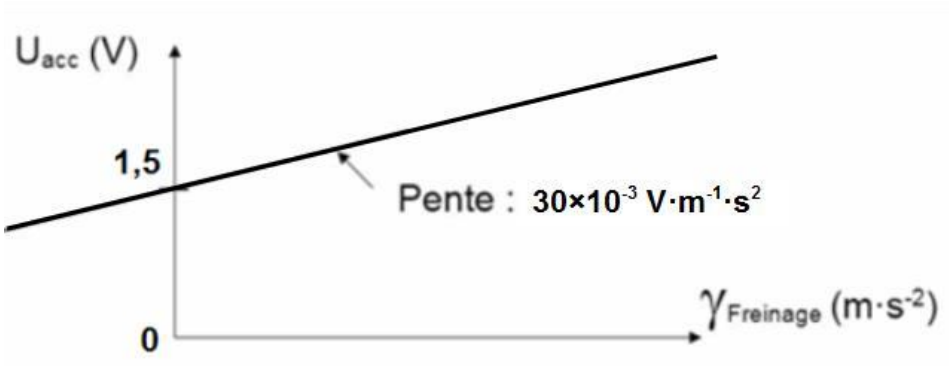
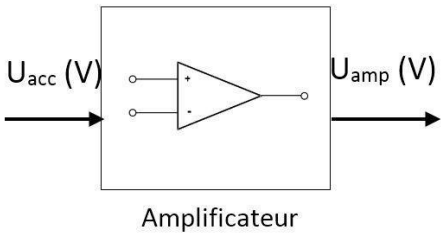


Figure 7 : Caractéristique Uacc = f ($\gamma_{Freinage}$) de l'accéléromètre

Question 2) Déterminer l'équation de la caractéristique Uacc = f ($\gamma_{Freinage}$). **Compléter** le document réponse DR1 en indiquant les valeurs de la tension U_{acc} pour les valeurs d'accélération 0 $m \cdot s^{-2}$, -1 $m \cdot s^{-2}$ et -2 $m \cdot s^{-2}$.

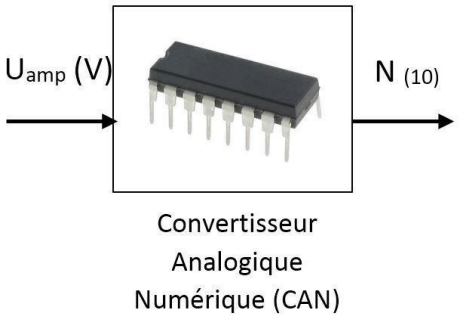
La variation de tension en sortie de l'accéléromètre étant faible, un amplificateur est inséré dans la chaîne d'information afin d'améliorer la précision de la mesure d'accélération. La relation entrée-sortie de l'amplificateur est définie par l'équation : $U_{amp} = (U_{acc} - 1{,}3) \times 15$.



Question 3) **Compléter** le document réponse DR1 en indiquant les valeurs de la tension U_{amp} pour les valeurs d'accélération 0 $m \cdot s^{-2}$, -1 $m \cdot s^{-2}$ et -2 $m \cdot s^{-2}$.

DR1

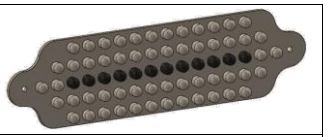
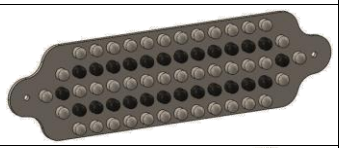
Le Convertisseur Analogique Numérique (CAN) transforme la sortie analogique U_{amp} de l'amplificateur en un mot numérique N codé sur 10 bits interprétable par le programme du microcontrôleur. La tension en entrée du CAN varie de 0 V à 5 V.



On rappelle que le quantum q (également appelé résolution) du CAN se calcule à l'aide de la formule $q = \frac{U_{REF}}{2^n}$ où U_{REF} est la tension de référence (ici 5 V) et n le nombre de bits sur lequel le mot numérique en sortie.

Question 4) **Calculer** le quantum q du CAN. **Compléter** le document réponse DR1 en indiquant les valeurs du nombre N en décimal (ne conserver que la partie entière) image des accélérations 0 $m \cdot s^{-2}$, -1 $m \cdot s^{-2}$ et -2 $m \cdot s^{-2}$.

Le feu arrière est composé de trois secteurs lumineux indépendants permettant ainsi de s'allumer progressivement dès qu'un seuil de décélération est dépassé. Pour contrôler l'allumage des différents secteurs le programme du microcontrôleur utilise une variable FEU codée sur 8 bits. Les 3 bits de poids les plus faibles de cette variable permettent de contrôler indépendamment chacun des 3 secteurs du feu :

Le bit B0 (bit de poids le plus faible) de la variable FEU correspond à la zone intérieure du feu. Si ce bit est au « 1 » logique la zone intérieure s'allume.	
Le bit B1 de la variable FEU correspond à la zone centrale du feu. Si ce bit est au « 1 » logique la zone centrale s'allume.	
Le bit B2 de la variable FEU correspond à la zone extérieure du feu. Si ce bit est au « 1 » logique la zone extérieure s'allume.	

Le comportement souhaité pour le feu est le suivant :

- Si le skateboard ne décélère pas, le feu est totalement éteint ;
- Si la décélération est comprise en -1 $m \cdot s^{-2} \leq \gamma_{freinage} < 0$ $m \cdot s^{-2}$, seule la zone intérieure est allumée ;
- Si la décélération est comprise en -2 $m \cdot s^{-2} \leq \gamma_{freinage} < -1$ $m \cdot s^{-2}$, les zones centrale et intérieure sont allumées ;
- Au-delà de -2 $m \cdot s^{-2}$, les trois zones sont allumées.

-

Question 5) **Calculer** la valeur en binaire puis en décimale de la variable FEU dans les 4 cas de figure décrit dans le comportement souhaité du feu arrière. **Reporter** les valeurs décimales dans le tableau du document réponse DR1

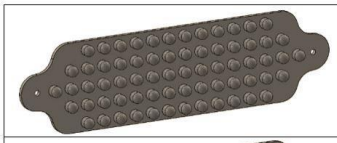
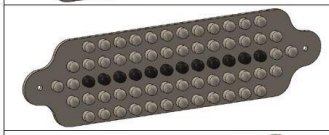
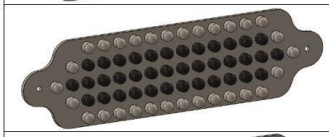
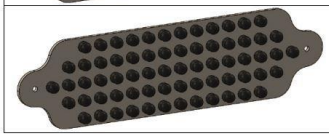
Question 6) **Compléter** l'algorigramme de contrôle du feu arrière du document réponse DR1 afin d'obtenir le comportement souhaité

DOCUMENTS RÉPONSES

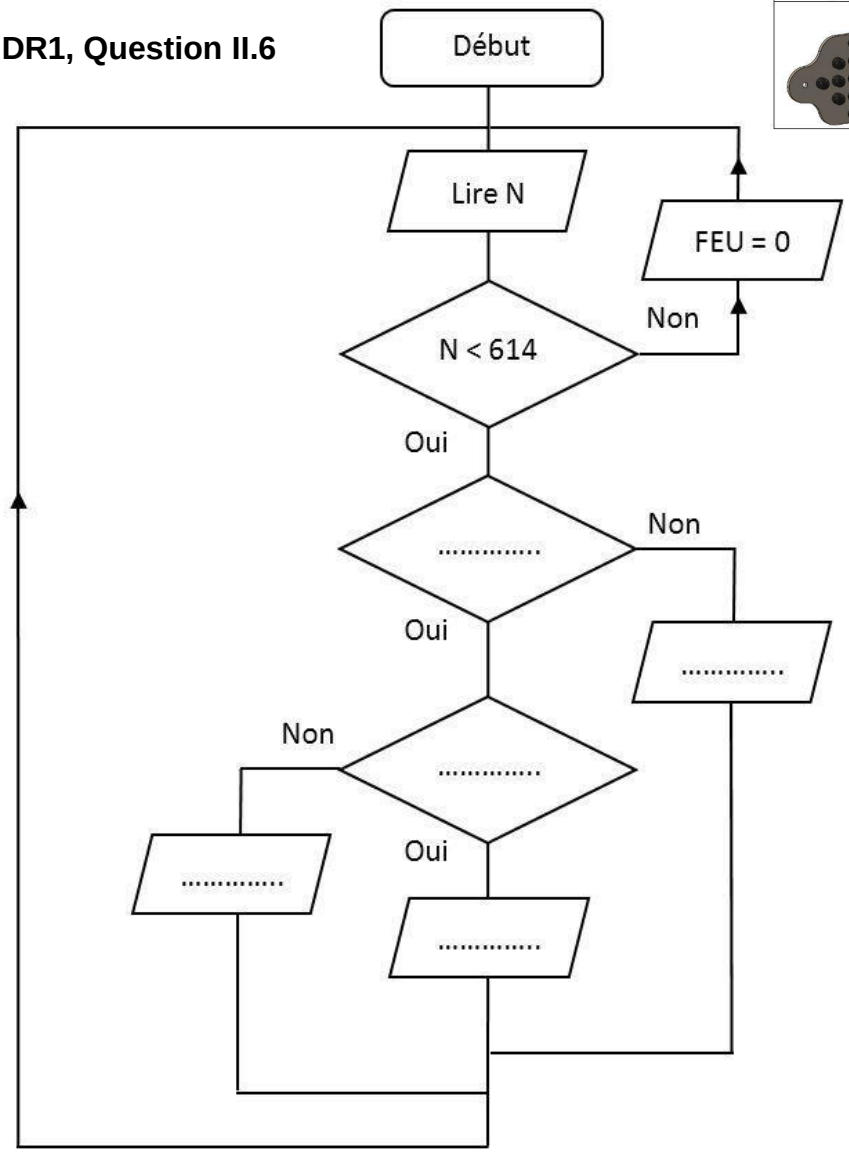
DR1, Question 4, 5 et 6

$\gamma_{Freinage}$ ($m \cdot s^{-2}$)	U_{acc} (V)	U_{amp} (V)	N (10)
0	.....	.....	.....
-1	.....	.....	.....
-2	.....	.....	.....

DR1, Question 5

	FEU (10)
	.....
	.....
	.....
	.....

DR1, Question II.6



Enseignement : Première Ingénierie et Développement Durable

Activité n°1 : **Titre : Transport et distribution de l'énergie électrique en France**

Attendus

Thématique : La chaîne d'énergie et de puissance

Approche fonctionnelle et structurelle des ossatures et des chaînes

Compétences abordées

2.1.1 : Notion de flux et de stock.

2.1.2 : Principaux flux de transfert de matière, d'énergie et d'information.

Situation

Justifier le choix de la haute tension pour le transport de l'énergie électrique

Etude comparative de deux niveaux de tensions pour le transport de l'énergie électrique et choisir la solution la plus pertinente.

Découvrir la structure du réseau de transport et de distribution du réseau électrique Français.

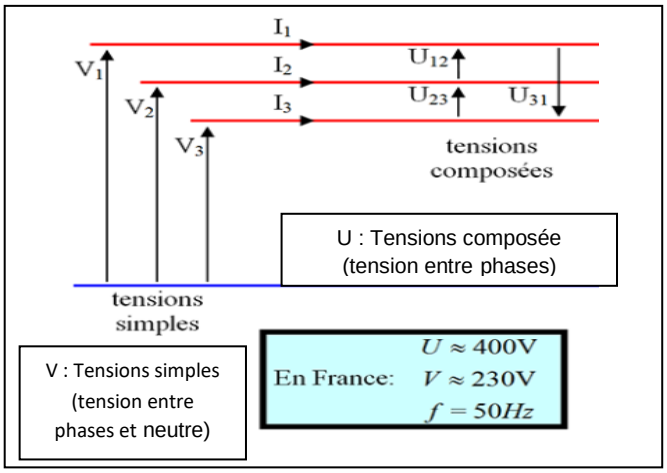
Activités

L'énergie électrique présente l'avantage de se transporter facilement et sur de longues distances entre les lieux de production et d'utilisation.

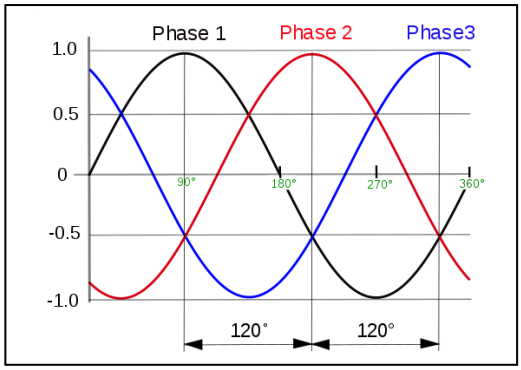
Les centrales de production ont des génératrices délivrant un **système de courant (ou de tension) triphasé**.

Définition d'un système triphasé tension :

Un système de **courant (ou tension) triphasé** est constitué de **trois courants (ou tensions) sinusoïdaux** de **même fréquence** de **même amplitude** qui sont **déphasés entre eux** de $^{2\pi}/_{3}$ radians (ou 120 degrés), si la fréquence est de 50 Hz.



U = V x √3



Graphique des 3 tensions de même fréquence / amplitude et déphasage de 120°

Exercice N°1 : Justification du choix de la haute tension pour le transport de l'énergie électrique

L'un des grands intérêts de l'énergie électrique est de se transporter seule et sans bruit. Toutefois, une partie de l'énergie transportée se dissipe en chaleur par effet joule dans la ligne qui se comporte comme une résistance.

Sachant qu'une centrale fournit une puissance de 900 MW avec une longueur de ligne de 1 Km en aluminium triphasé.

<u>Question n°1 :</u> Calculer l'intensité en ligne I1 dans une ligne de 20 KV puis de 400 KV

La relation suivante permet d'obtenir la puissance :

$$P = U \times I \times \sqrt{3} \times Fp$$

P (W) : Puissance transportée par la ligne
U (V) : tension de service (tension entre 2 phases)
I (A) : valeur du courant dans la ligne
Fp : Facteur de puissance de l'installation, ici Fp = 0,93

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV

<u>Question n°2 :</u> Commenter les résultats

<u>Question n°3 :</u> Calculer les pertes par effet Joule pour chaque ligne

Les pertes par effet Joule s'expriment par la relation suivante :

$$P_j = 3 \times r \times I^2$$

Pj (W) : pertes par effet joule
r (Ω) : résistance d'une phase
I (A) : valeur du courant dans la ligne

Sachant que la résistance d'une phase est de :

- 0,005 Ω pour la ligne de 20 KV
- 0,1 Ω pour la ligne de 400 KV

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV

<u>Question n°4 :</u> Commenter les résultats

<u>Question n°5 :</u> Calculer la section du câble pour chaque ligne

Vous utiliserez pour cette exercice la méthode simplifiée, la section d'une ligne est donnée par la relation :

$$S = \frac{I}{J}$$

S (mm²) : section du câble

j (A) : valeur du courant dans la ligne J (A.mm²) :
densité électrique, ici J= 5A.mm² (ligne en aluminium)

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV

<u>Question n°6 :</u> Commenter les résultats

<u>Question n°7 :</u> Calculer la masse du câble pour chaque ligne

La masse d'une ligne est donnée par la relation :

$$M = V * \rho$$

M (Kg) : masse de la ligne
V (m³) : volume de la ligne
ρ (Kg.m^{-3}) : masse volumique, pour l'aluminium
ρ = 2700 Kg.m^{-3}

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV

Question n°8 : Conclure sur l'étude réalisée

Exercice N°2 : Structure du réseau de transport et de distribution du réseau électrique en France

Les routes de l'électricité

L'électricité produite par les centrales est d'abord acheminée sur de longues distances dans des lignes à haute tension (HTB) gérées par **RTE (Réseau de Transport d'Électricité)**. Elle est ensuite transformée en électricité à la tension HTA (généralement 20 000 volts) pour pouvoir être acheminée par le réseau de distribution géré par **Enedis**. Cette transformation intervient dans les **postes sources**.
Une fois sur le réseau de distribution, l'électricité haute tension HTA alimente directement les clients industriels. Pour les autres clients (particuliers, commerçants, artisans...), elle est convertie en basse tension (BT) par des postes de transformation avant d'être livrée.
Au final, la qualité de l'alimentation en électricité des utilisateurs du réseau est donc le résultat de la qualité de tout ce parcours.

Structure du réseau électrique en France

Question n°1 :

En vous appuyant du croquis ci-dessous et de la vidéo de description des routes de l'électricité https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=0oCdc70QYjE, compléter la légende.



1
2
3
4
5
6
7

Les différents domaines et niveaux de tension

Domaine de tension	Niveau de Tension (alternative)
Haute Tension B (HTB)	> 50 KV
Haute Tension A (HTA)	1 KV < U < 50 KV
Base Tension B (BTB)	500 V < U < 1000 V
Base Tension A (BTA)	50 V < U < 500 V

Exercice N°3 : Utilité de transporter l'énergie électrique en HTB

La résistance ohmique des lignes entraîne des **pertes par effet joule** responsables d'échauffement et de chute de tension. Ces **pertes sont proportionnelles au carré du courant qui les traverse**.

Pour une puissance transportée donnée, le courant sera d'autant plus faible que la tension de service sera élevée. Utiliser une tension élevée permet de diminuer les pertes par effet joules ainsi que la section des conducteurs.

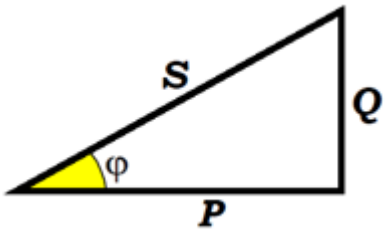
- La résistance d'un conducteur cylindrique est donnée par la relation :

$$R = \rho \times \frac{l}{S}$$

R (Ω) : résistance de la ligne
ρ (Ω.m) : résistivité du matériau
l (m) : longueur de la ligne
S (m²) : section du câble

- Le triangle des puissances

Relations entre P, Q et S en régime alternatif sinusoïdal triphasé équilibré en tensions et en courants.



- **Puissance active** $P = \sqrt{3} . U . I . \cos \varphi$ (φ = déphasage entre U et I)
  W (watts) V (volts) A (Ampère)
- **Puissance réactive** $Q = \sqrt{3} . U . I . \sin \varphi$ (φ = déphasage entre U et I)
  VAR (volt-ampère réactif) V (volts) A (Ampère)
- **Puissance apparente** $S = \sqrt{3} . U . I$ S en VA (voltampères)

<u>Question n°1 :</u> Donner les différentes relations du triangle des puissances ci-dessus

Cos φ = Tan φ =

Sin φ = S^2 =

<u>Question n°2 :</u> Calculer l'intensité du courant en ligne de chaque ligne

La ligne 1 est une ligne triphasée de 400 V, de fréquence 50 Hz, de longueur l = 200 m transporte dans trois conducteurs de sections 185 mm² une puissance apparente de S1 = 90 KVA.

La ligne 2 est une ligne triphasée de 20 KV, de fréquence 50 Hz, de longueur l = 200 m transporte dans trois conducteurs de sections 55 mm² une puissance apparente de S2 = 90 KVA.

Ligne 1	Ligne 2

<u>Question n°3 :</u> Calculer la résistance de chaque fil de ligne de la ligne 1 et de la ligne 2

Pour les lignes aériennes, le cuivre est trop lourd, des câbles en aluminium sont utilisés, plus léger, dont la résistivité est de l'ordre de 30×10^{-9} Ω.m.

Ligne 1	Ligne 2

<u>Question n°4 :</u> Déterminer les pertes par effet joule dans chaque ligne, sachant que ce sont des lignes triphasées.

Ligne 1	Ligne 2

<u>Question n°5 :</u> D'après les résultats, quelle ligne choisiriez-vous et pour quelles raisons ?

Éléments de réponse

Exercice n°1 :

Question n°1 :

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV
$I1 = \frac{P}{U12 * \sqrt{3} * Fp}$ $I1 = \frac{900 * 10^6}{20 * 10^3 * \sqrt{3} * 0{,}93}$ **I1 = 27936 A I1= 28 KA**	$I1 = \frac{P}{U12 * \sqrt{3} * Fp}$ $I1 = \frac{900 * 10^6}{28 * 10^3 * \sqrt{3} * 0{,}93}$ **I1 = 1396 A I1= 1,4 KA**

Question n°2 :

Nous constatons que l'intensité est plus faible avec une tension en ligne plus grande.

Question n°3 :

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV
$P_j = 3 \times r \times I^2 = 3 * 0{,}005 * (28*10^3)^2$ **P_j = 11 760 000 W** **P_j = 11,76 MW**	$P_j = 3 \times r \times I^2 = 3 * 0{,}1 * (1{,}4*10^3)^2$ **P_j = 588 000 W** **P_j = 0,588 MW**

Question n°4 :

Comme les pertes par effet joule sont proportionnelles au carré de l'intensité, cela justifie l'intérêt du choix de la haute tension pour le transport de l'énergie électrique puisque cela permet de diminuer l'intensité dans les lignes et donc les pertes.

Question n°5 :

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV
$S = \frac{I}{J}$ = $S = \frac{28*10^3}{5}$ **S = 5600 mm² = 0,0056 m²**	$S = \frac{I}{J}$ = $S = \frac{1{,}4*10^3}{5}$ **S = 280 mm² = 0,00028 m²**

Question n°6 :

En élevant la tension en ligne cela permet de diminuer la section des conducteurs constituant cette ligne.

Question n°7 :

Pour une ligne de 20 KV	Pour une ligne de 400 KV
V = S * L = 0,0056 * 1000 V = 5,6 m³ M = V * ρ = 5,6 * 2700 **M = 15,12 tonnes**	V = S * L = 0,00028 * 1000 V = 0,28 m³ M = V * ρ = 0,28 * 2700 **M = 0,756 tonnes**

Question n°8 :

Choisir la haute tension entraîne une réduction importante da le masse d'aluminium. Il en découle une économie de matière première, un allègement des structures et une simplification pour la mise en œuvre.

Exercice n°2 :

Question n°1 :

❶ Centrale de production

❷ Réseaux HTB (Haute Tension B)

❸ Poste source (transformation HTB / HTA)

❹ Réseaux HTA (Haute Tension A)
Réseau à moyenne tension

❺ Transformation HTA / BT

❻ Réseau BT

❼ Le client

Exercice n°3 :

Question n°1 :

Cos φ = $\frac{P}{S}$

Tan φ = $\frac{Q}{P}$

Sin φ = $\frac{Q}{S}$

$s^2 = P^2 + Q^2$

Question n°2 :

Ligne 1	Ligne 2
$S1 = U1 \times I1 \times \sqrt{3}$ $I1 = \frac{S1}{U1 \times \sqrt{3}} = \frac{90 \times 10^3}{400 \times \sqrt{3}}$ **I1 = 130 A**	$S2 = U2 \times I2 \times \sqrt{3}$ $I2 = \frac{S2}{U2 \times \sqrt{3}} = \frac{90 \times 10^3}{20 \times 10^3 \times \sqrt{3}}$ **I2 = 2,6 A**

Question n°3 :

Ligne 1	Ligne 2
$R1 = \rho \times \frac{l1}{S1} = 30 \times 10^{-9} \times \frac{200}{185 \times 10^{-6}}$ **R1 = 0,0324 Ω = 32,4 mΩ**	$R2 = \rho \times \frac{l2}{S2} = 30 \times 10^{-9} \times \frac{200}{55 \times 10^{-6}}$ **R1 = 0,109 Ω = 109 mΩ**

Question n°4 :

Ligne 1	Ligne 2
$P_{j1} = 3 \times r1 \times I1^2 = 3 \times 0{,}0324 \times 130^2$ **$P_{j1} = 1642\ W = 1{,}642\ KW$**	$P_{j2} = 3 \times r2 \times I2^2 = 3 \times 0{,}109 \times 2{,}6^2$ **$P_{j2} = 2{,}21\ W$**

Question n°5 :

J'opterai pour la ligne 2, en effet les pertes par effet joule sont plus petites que la ligne 1 car la tension de la ligne 2 est en haute tension ce qui permet de réduire l'intensité du courant dans chaque ligne.

De plus, la section du câble de la ligne 2 est plus petite car l'intensité qui transite dans le câble n'est pas importante, cela a aussi une incidence sur la structure du réseau, d'où l'intérêt de transporter l'énergie électrique en haute tension.

Enseignement :

Activité n° : **Titre : SERRE DE PRODUCTION DE GRAINES DE CYCLAMENS**

Attendus

Obtenir un label « **agriculture pour l'avenir** ».
L'étude qui suit a donc pour objectif de repérer les dispositifs mis en place dans les serres permettant d'optimiser l'élevage des graines de cyclamen dans une démarche d'agriculture durable.

Compétences abordées

ANALYSER

Caractériser la puissance et l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un produit ou d'un système	Grandeurs physiques (mécanique, électrique, thermique ...) mobilisées par le fonctionnement d'un produit
	Grandeurs d'effort et de flux liées à la nature des procédés
Repérer les échanges d'énergie sur un diagramme structurel	Rendements et pertes

Modéliser et résoudre

Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet	Comportement séquentiel
	Structures algorithmiques (variables, fonctions, structures séquentielles, itératives, répétitives, conditionnelles)
	Diagramme d'états-transitions

INNOVER

Rompre avec l'existant

Améliorer l'existant

Situation

L'étude sera menée sur une serre dans laquelle sont élevées des graines en phase de germination. La germination est la première phase du développement pendant laquelle le cyclamen passe de l'état de graine à l'état de jeune plan. Après la germination le plan est transféré dans une autre serre. Un système de supervision pilote l'ensemble de l'installation : les serres, le laboratoire, les bureaux, les extérieurs, la circulation des fluides et la sécurité.

Activités

Justification de l'utilisation d'écrans thermiques.

-calculs du rejet de carbone avec et sans écrans thermiques

Étalonnage du système d'arrosage.

Dimensionnement du système de régulation de température.

Synthèse.

Éléments de réponse

Q1.Gain=1470MWhQ2.Consommation économisée=34986Kg d'où masse de carbone économisée : 33.4 tonnes équivalent carbone

Q4.$m$dém=1100g et $m$arrêt=1240-;Q5.CdCF respecté car apport en eau fonction des besoins

Q6 h=3à 11- Q7. Non respect car termpérature reste supérieure à 30°C pendant 6h49min

Q8 Rendement=0.45- Q9. Liaison pivot-Q10 Prv=62.63W et PM=125.26W (choix validé car PMinf. A 0.37KW

1ère Générale option Sciences de l'ingénieur

Thèmes : Serre d'élevage de graines de cyclamens



1. Présentation

La société SCEA de Montourey, filiale de MOREL Diffusion, est implantée à Fréjus (83). Elle a développé des serres automatiques pour l'élevage de graines de cyclamen. Il s'agit d'un établissement de recherche avec une surface de 30 000 m^2 de serres.

L'étude sera menée sur une serre dans laquelle sont élevées des graines en phase de germination. La germination est la première phase du développement pendant laquelle le cyclamen passe de l'état de graine à l'état de jeune plan. Après la germination le plan est transféré dans une autre serre.

Un système de supervision pilote l'ensemble de l'installation : les serres, le laboratoire, les bureaux, les extérieurs, la circulation des fluides et la sécurité.

Les graines sont issues de mini-cyclamens. Afin de germer dans des conditions optimales, les graines de cyclamen doivent être plantées dans un substrat (mélange de terreau et de petits graviers) dont le taux d'humidité est contrôlé. Ce substrat est placé dans des caissettes alvéolées d'un diamètre de 2 cm en polystyrène expansé.

La température sous serre ne doit pas descendre sous une certaine valeur. De même, une température trop élevée est à proscrire.

La loi « Grenelle II » du 12 juillet 2010 porte un engagement national pour la préservation de l'environnement. Les serres installées à Fréjus doivent répondre aux normes imposées par cette dernière, ainsi qu'à la législation en vigueur quant à la protection du personnel.

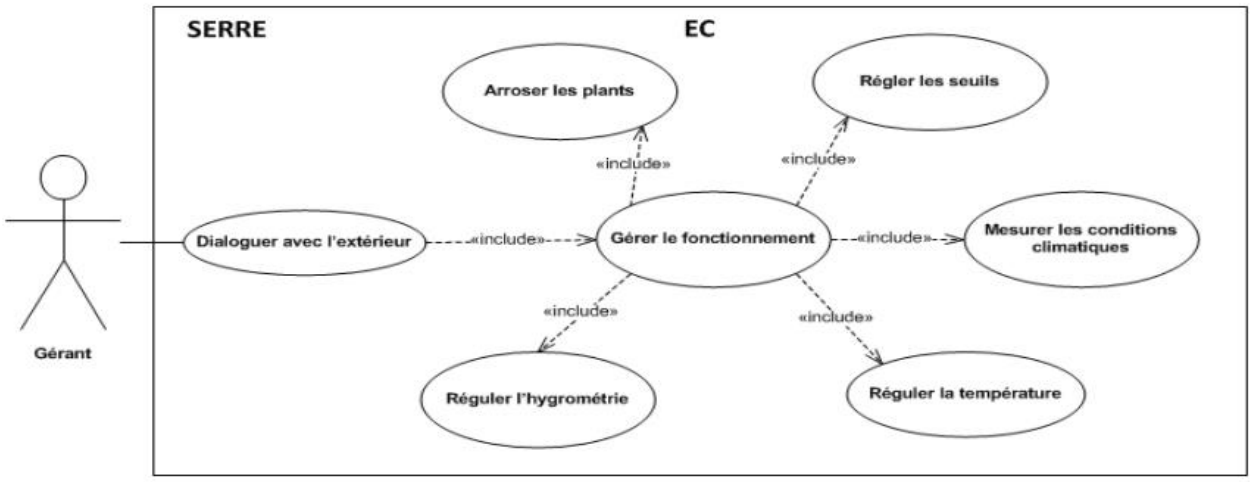
Le cahier des charges ci-dessous s'inscrit dans cette démarche (figure 1).

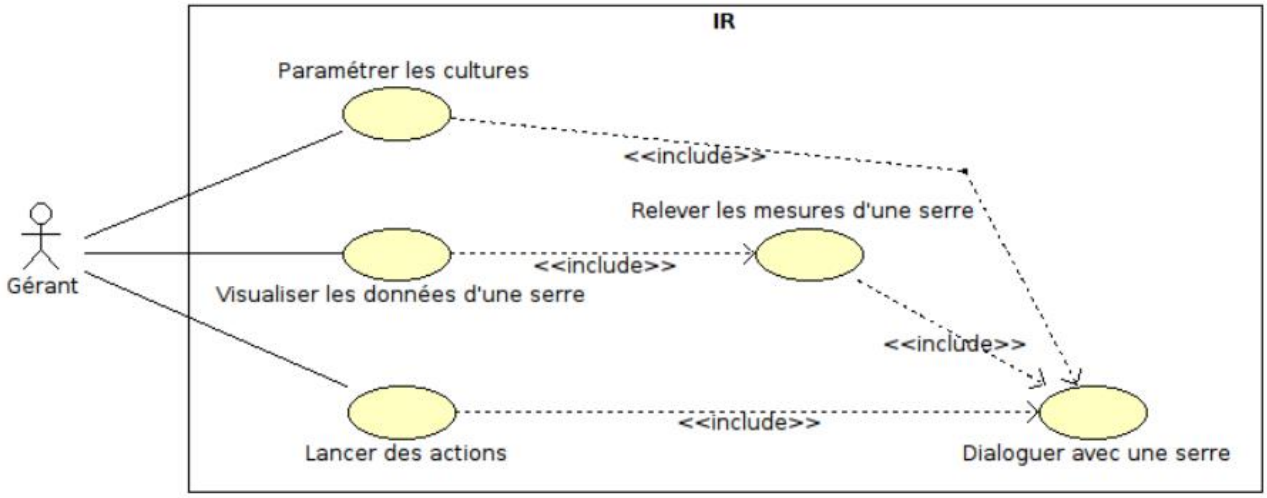
1ère Générale option Sciences de l'ingénieur

Contraintes liées à l'élevage de graines de cyclamen	
Fonctions à réaliser	**Critères**
Arroser de façon optimale et autonome	Arrosage raisonné afin d'éviter le développement de champignons mais suffisant pour assurer l'alimentation en eau de la graine. La masse du substrat doit être inférieure de 2 % à sa masse saturée en eau et supérieure de 20 % à sa masse à sec.
Contrôler la température et la luminosité	Température ambiante sous serre idéale d'élevage : 14 °C. Température ambiante minimale : 8 °C. Température maximale admissible : ne pas dépasser 30 °C pendant plus de 3 h.
Limiter les rejets de CO_2	Une baisse de 25 tonnes équivalent carbone du rejet carbone par rapport à une exploitation classique (l'équivalent carbone est la mesure des émissions de gaz à effet de serre)
Assurer la sécurité	Interdire toute fermeture intempestive des ouvrants en cas de défaillance de l'actionneur.

Figure 1 : extrait du cahier des charges

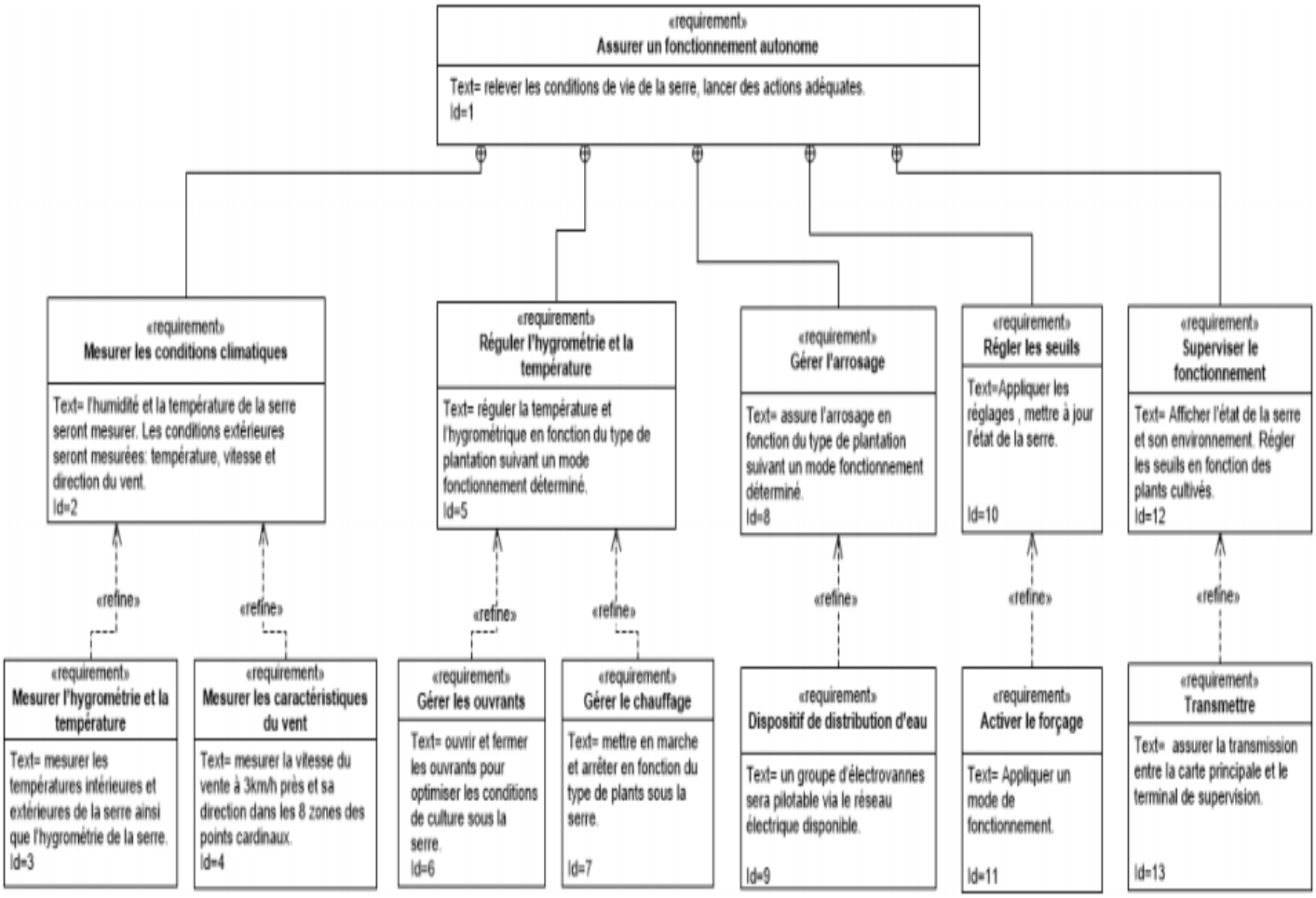
Cas d'utilisation





1ère Générale option Sciences de l'ingénieur

Diagramme des exigences



Le chef de l'entreprise souhaite obtenir un label « agriculture pour l'avenir ».

L'étude qui suit a donc pour objectif de repérer les dispositifs mis en place dans les serres permettant d'optimiser l'élevage des graines de cyclamen dans une démarche d'agriculture durable.

2. Justification de l'utilisation d'écrans thermiques

Objectif de cette partie : évaluer le gain énergétique et l'impact sur l'environnement induits par l'utilisation d'écrans thermiques sur l'exploitation.

Les serres protègent les cultures des aléas climatiques et exploitent le rayonnement solaire naturel. Cependant, la baisse de température durant la nuit impose l'utilisation d'un chauffage au gaz.

L'installation est équipée de deux chaudières à gaz. Sans écran thermique, la consommation énergétique d'une chaudière est de 350 $kW \cdot h \cdot m^{-2}$ par an.

Une chaudière consomme 23,8 kg de gaz pour fournir 1 MW·h.

La combustion d'une tonne de gaz correspond à un rejet dans l'atmosphère de 0,956 tonnes équivalent carbone.

Des écrans thermiques en fil de polyester ont été installés. La nuit, ils permettent une économie énergétique en limitant la déperdition de chaleur. Des relevés ont fait apparaître que la mise en place de cet équipement a permis de baisser de 7 % la consommation d'énergie liée au chauffage.



Q1.Calculer le gain en MW.h réalisé sur la consommation énergétique par la société par An (deux chaudières chauffant la surface donnée dans la présentation)

Réponse :

Q2.Calculer le rejet de carbone qui ne sera pas produit en utilisant les écrans pour une économie de consommation énergétique de 1470MW.h

Réponses

-Consommation de gaz économisée :

-Masse de carbone non rejetée :

-Respect du Cdcf ?:

Q3.Calcul du rejet de carbone produit

Réponses

- **Consommation de l'installation :**
- **Masse de carbone rejetée :**
- **Cette masse de carbone rejetée vous semble-t-elle correcte face à l'emballement du réchauffement climatique ?**

- **Que proposez vous comme solutions pour limiter l'impact environnemental des chaudières au gaz ?**

3. Étalonnage du système d'arrosage

Objectif de cette partie : vérifier le respect du cahier des charges concernant la fonction « arroser de façon optimale et autonome ».

Masses limites de l'ensemble caissette et substrat

Les graines germent dans un substrat placé dans les alvéoles d'une caissette. Plusieurs arrosages à l'eau sont nécessaires afin de conserver un taux d'humidité propice à l'élevage des plants.

Une référence, composée d'une caissette remplie de substrat, est placée sur une balance afin de suivre l'évolution de sa masse tout au long de l'élevage. L'arrosage de l'ensemble de la serre est déclenché en fonction de la masse de cette référence.

Hypothèse : la masse de la graine (puis du plant) est négligeable par rapport aux masses mises en jeu.

Données :

- masse de la caissette vide $m_c = 44$ g ;
- volume du substrat $V_s = 1{,}1 \times 10^{-3}$ m³ ;
- masse volumique du substrat saturé en eau $\rho_{eau} = 1\ 110$ kg·m^{-3} ;
- masse volumique du substrat sec $\rho_{sec} = 800$ kg·m^{-3} .

Le cahier des charges (voir figure 1) est rappelé ci-dessous :

- la masse du substrat doit être inférieure de 2 % à sa masse saturée en eau afin d'éviter le développement de champignons ;
- la masse du substrat doit être supérieure de 20 % à sa masse à sec afin d'assurer l'alimentation en eau de la graine.

Q4.Calculer la masse de démarrage à 20% et la masse d'arrêt à 2%

De la caissette de référence qui conditionnent la mise en route et l'arrêt

Du système d'arrosage de goutte à goutte à l'aide de la formule donnée

m*dém* (en grammes) =Masse volumique substrat sec *Volume substrat*(1+0.2)+masse caissette

(le 0.2 représente les 20%)

Réponse :

m*dém* (en grammes) =

m*arrêt* (en grammes) =

Validation du CdCf ?:

La figure ci-dessous représente l'évolution de la masse de la caissette de référence à partir de mesures effectuées en continu sur la balance pendant quatre jours

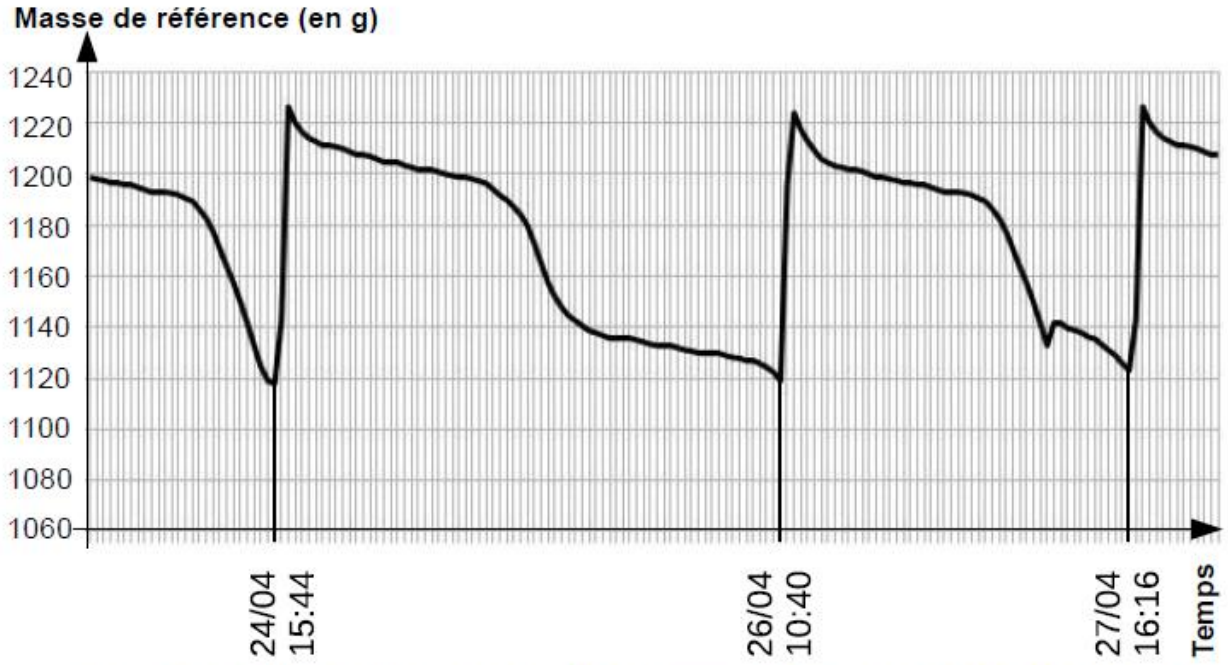


Figure 4 : évolution de la masse de la caissette de référence en fonction du temps

Q5. A partir de ce relevé (fig4) et de vos résultats en Q4, conclure quant au respect du CdCf

Réponse :

D'après ce relevé, l'apport en eau est-il bien en fonction des besoins des plants et sans gaspillage ?

Réponse :

4. Dimensionnement du système de régulation de température

Objectif de cette partie : justifier et **valider** l'implantation d'une ventilation naturelle. **Dimensionner** l'actionneur de l'installation. **Valider** des pistes d'amélioration du contrôle de la température dans la serre.

Modélisation d'une serre sans système d'ouverture

En première approche, l'étude portera sur une serre dépourvue de systèmes d'ouvrants. La période de l'année retenue est le mois d'avril, le printemps étant la saison d'élevage la plus intense. Le modèle multiphysique permettant de prédire la température de la serre est fourni sur le document technique DT1.

La conduction est le mode de transfert de chaleur existant dans un milieu donné qui se réalise sans déplacement de matière.

Le rayonnement est une transmission de chaleur provoquée par la différence de température entre deux corps sans contact physique, mais séparés par un milieu transparent tel que l'air ou le vide.

La convection désigne l'ensemble des mouvements qui animent un fluide. Elle est caractérisée par un coefficient, appelé « coefficient de convection », qui dépend de la nature du fluide, de sa température et de la manière dont il s'écoule.

L'inertie thermique d'un matériau peut être définie comme sa capacité à emmagasiner de la chaleur en un temps donné, pour la restituer ensuite.

Un schéma de principe des échanges thermiques dans la serre est fourni figure 5.

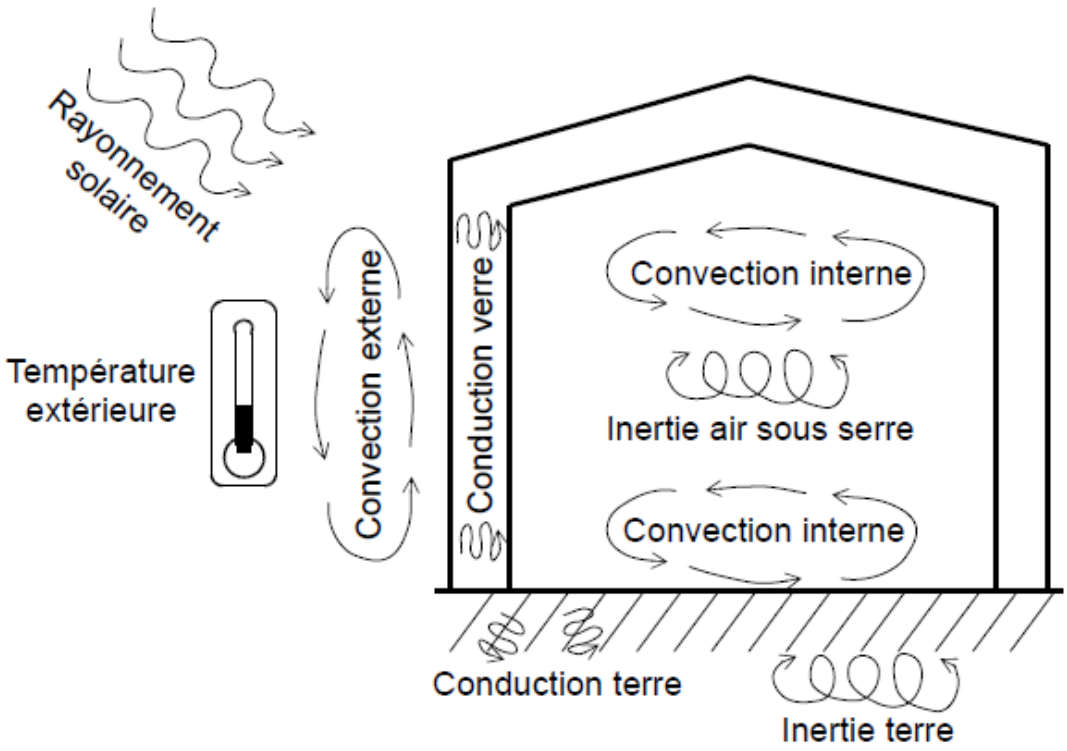


Figure 5 : schéma de principe des échanges thermiques

Des valeurs des coefficients de convection notés *h* sont indiquées figure 6.

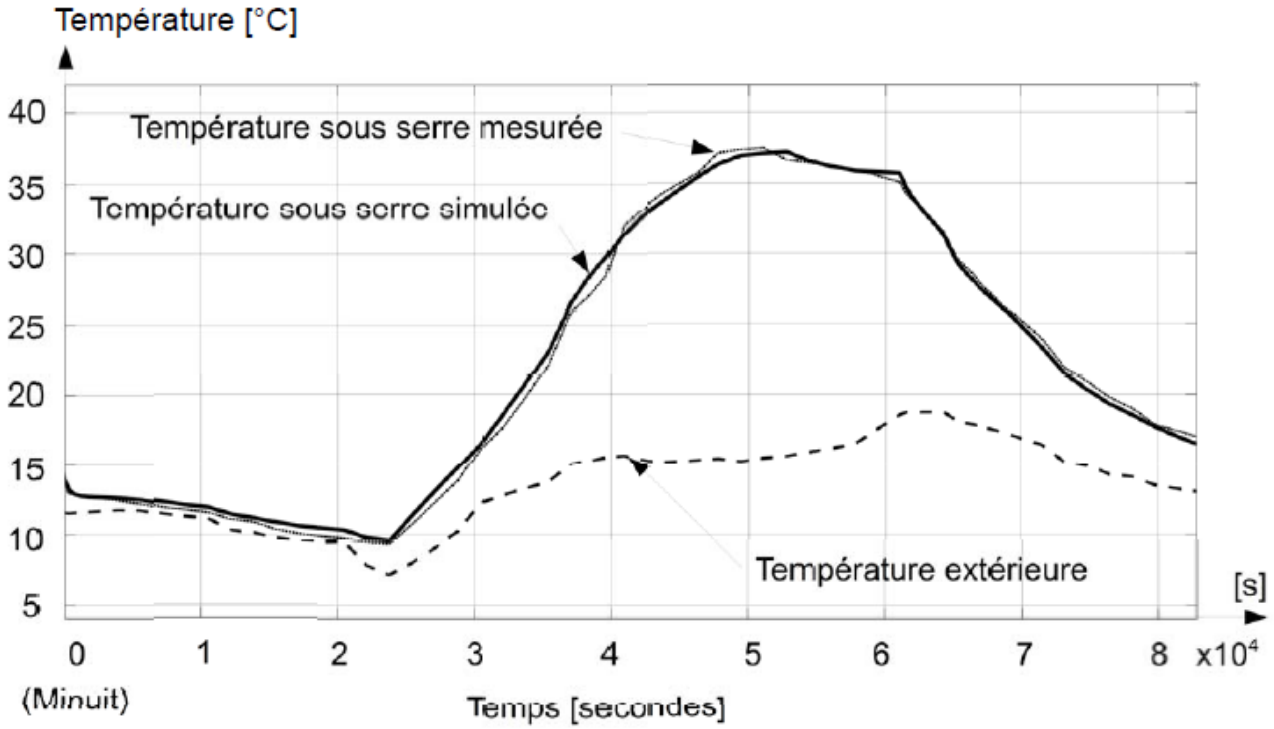
Type de fluide	Intervalle de h $[\frac{W}{(m^2 \cdot K)}]$
eau	250 à 1000
huile	100 à 1000
hydrogène	150 à 300
air comprimé	22 à 500
air atmosphérique	3 à 11
hydrocarbure	250 à 300
fréon	1500 à 3500

Figure 6 : valeurs typiques de coefficients de convection *h*

Q6.A partir des figures 5 et 6, choisir un intervalle de valeurs pour le coefficient de convection externe de la serre afin de renseigner le modèle multiphysique donné en DT1

Réponse :

À partir de relevés météorologiques effectués sur site, l'évolution de la température extérieure, le rayonnement solaire ainsi que la température sous serre réelle sont fournis en entrée du modèle multiphysique. Le résultat de la simulation est fourni figure 7.



Q7. En vous référant à la figure ci-dessus (fig.7), conclure quant au respect des critères énoncés dans le CdCf concernant la température maximale de 30°C

Réponses :

- **Temps pendant lequel la serre est à 30°C (diviser les secondes par 3600 pour avoir le temps en heures) :**
-
- **Le CdCf impose 30°C pendant 3h Maxi ; est-ce respecté ?**

1ère Générale option Sciences de l'ingénieur

Validation du critère de sécurité du cahier des charges et dimensionnement de l'actionneur en conditions idéales

Le volume d'air admis dans la serre est fonction du degré d'ouverture des ouvrants.

VAE (volume d'air entrant) égal à

V (vitesse de l'air entrant)*__Sp__ (surface entrée air)*__t__ (durée d'ouverture)

La manœuvre des ouvrants se fait au moyen d'un moteur électrique asynchrone associé à un réducteur roue et vis sans fin placé au milieu de l'ouvrant comme indiqué sur la figure 12. Ce système entraîne un axe tubulaire équipé de pignons qui engrènent sur une portion de couronne liée à l'ouvrant tous les 3 mètres (voir document technique DT3).

L'étude suivante va permettre de valider les choix technologiques de la chaîne d'énergie du dispositif de manœuvre des ouvrants. Cette étude portera sur l'ouvrant coté sud, celui non exposé au vent.

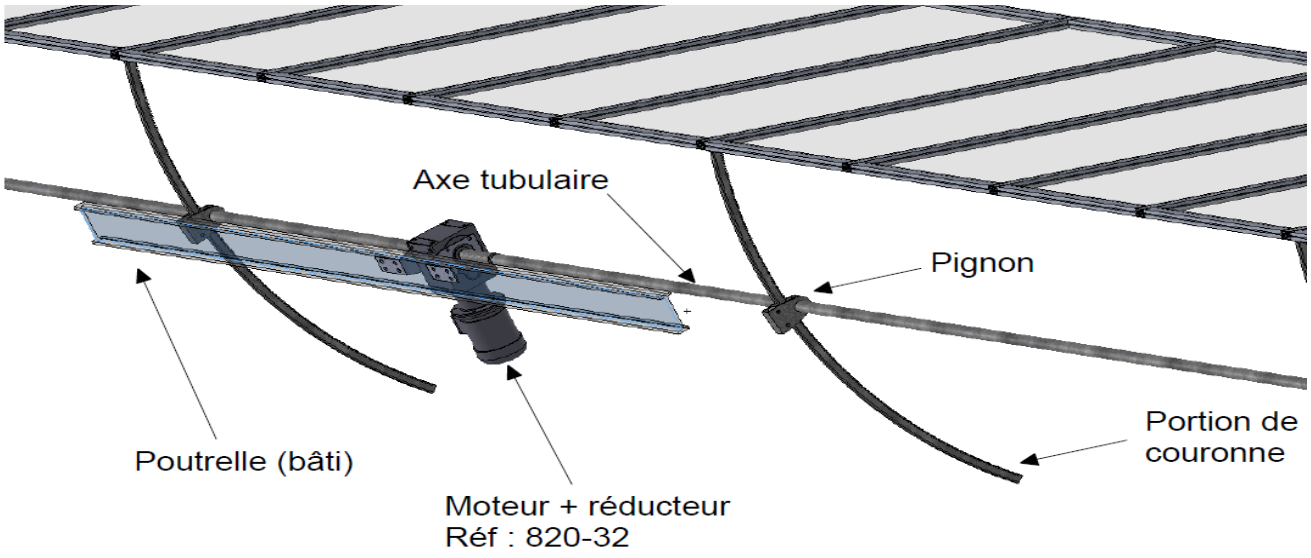


Figure 12 : détail de la motorisation de l'ouvrant

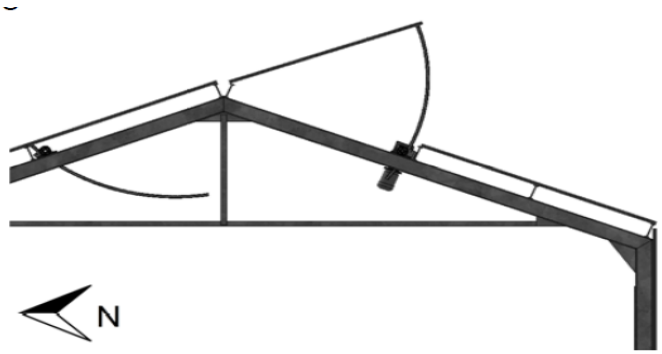


Figure 13 : vue de coté de la serre, ouvrant sud en position maximale d'ouverture

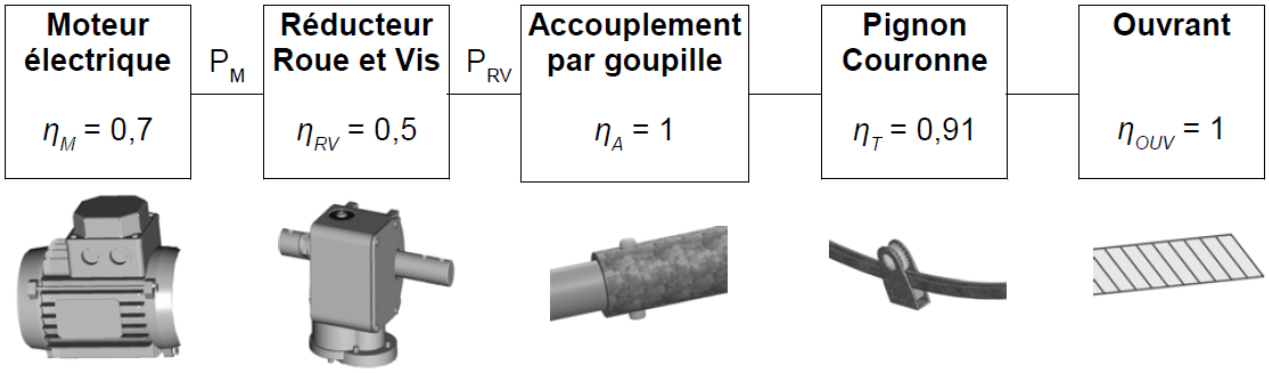


Figure 14 : architecture de transmission de puissance

Q8 A partir de la figure 14, déterminer le rendement de la chaîne de transmission mécanique

Réponse :

Q9.Proposer une liaison mécanique pour l'articulation entre l'ouvrant et le battant

Réponse :

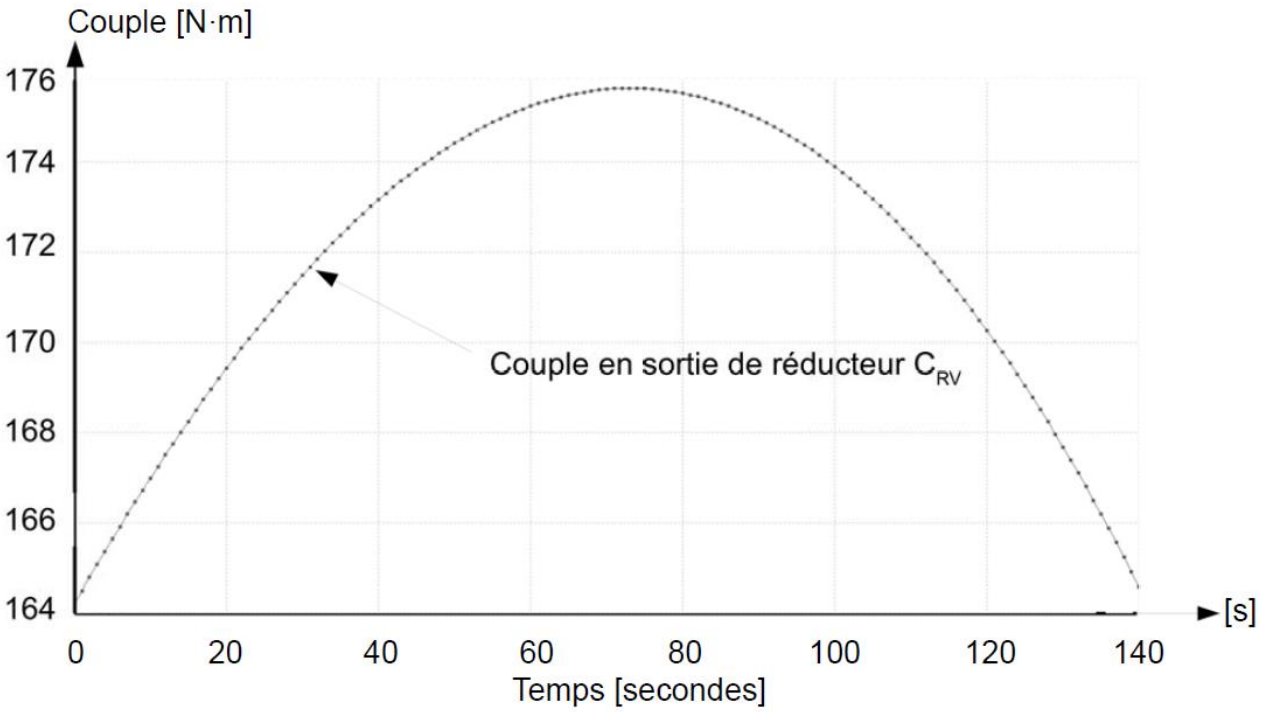
Q10. A l'aide de la courbe suivante , calculer la puissance Prv en Watts maximale utile à la manœuvre de l'ouvrant en sortie de réducteur avec Nréducteur=3.4tr/min puis la puissance en Watts en sortie du moteur Pm

Réponses :

Prv=

- **Pm=**

A l'aide de ces valeurs et du moteur donné en DT3, le choix du moteur est-il correct (justifier)?



Q11.Le tableau ci-dessous donne les valeurs en degrés des positions angulaires autorisées de l'ouvrant exposé au Nord en cas de vents faible, fort ou violent en sachant que l'angle d'ouverture maximal des ouvrants est de 45°

Vent faible	Vent fort	Vent violent
70% d'ouverture	50% d'ouverture	40% d'ouverture
31.5°	22.5°	18°

Compléter , sur le document réponse suivant, l'algorithme permettant de détecter les quatre positions angulaires des ouvrants

Synthèse : proposer des pistes ou des paramètres supplémentaires pour une gestion optimisée de la serre

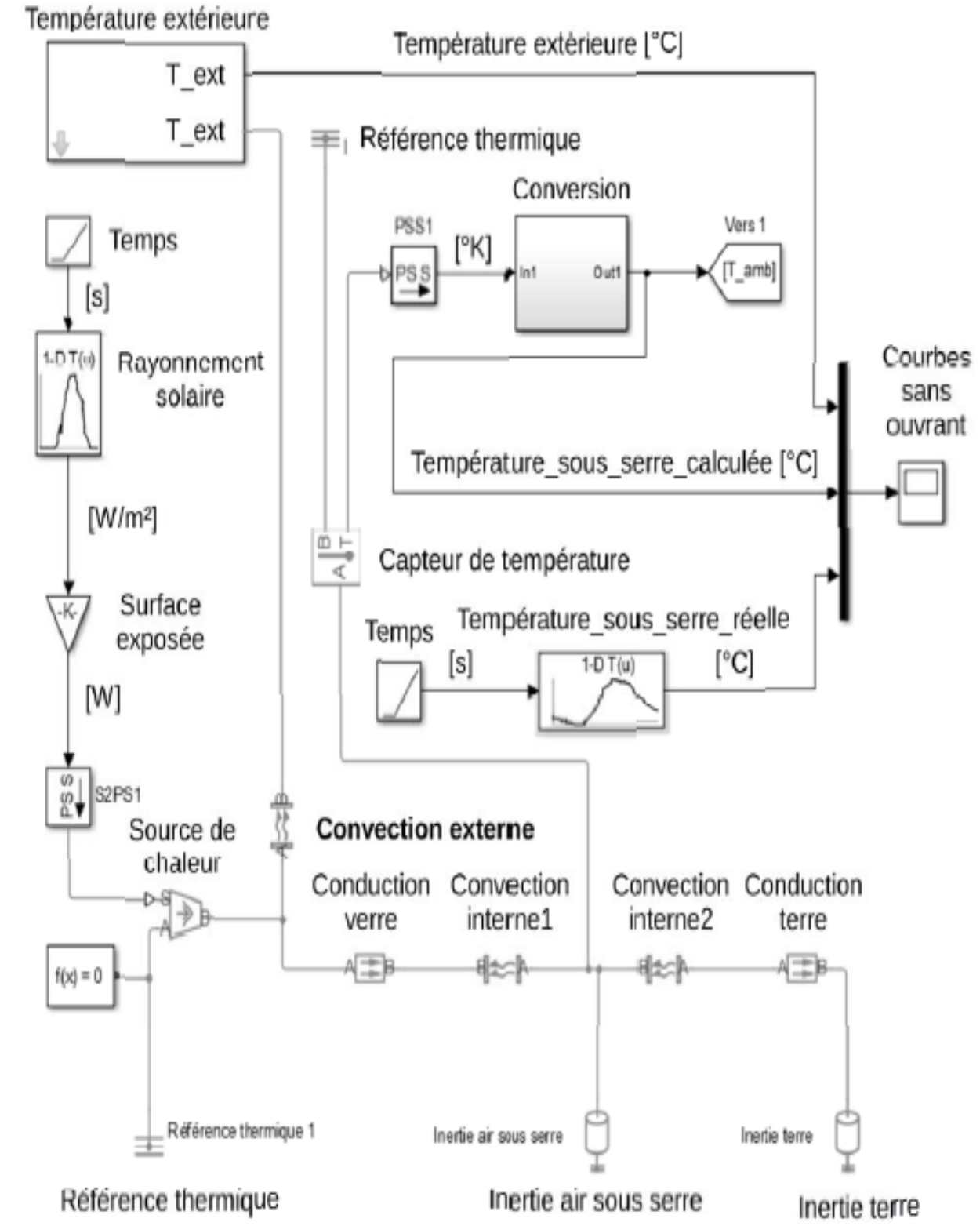
Réponses :

Document réponse Q11

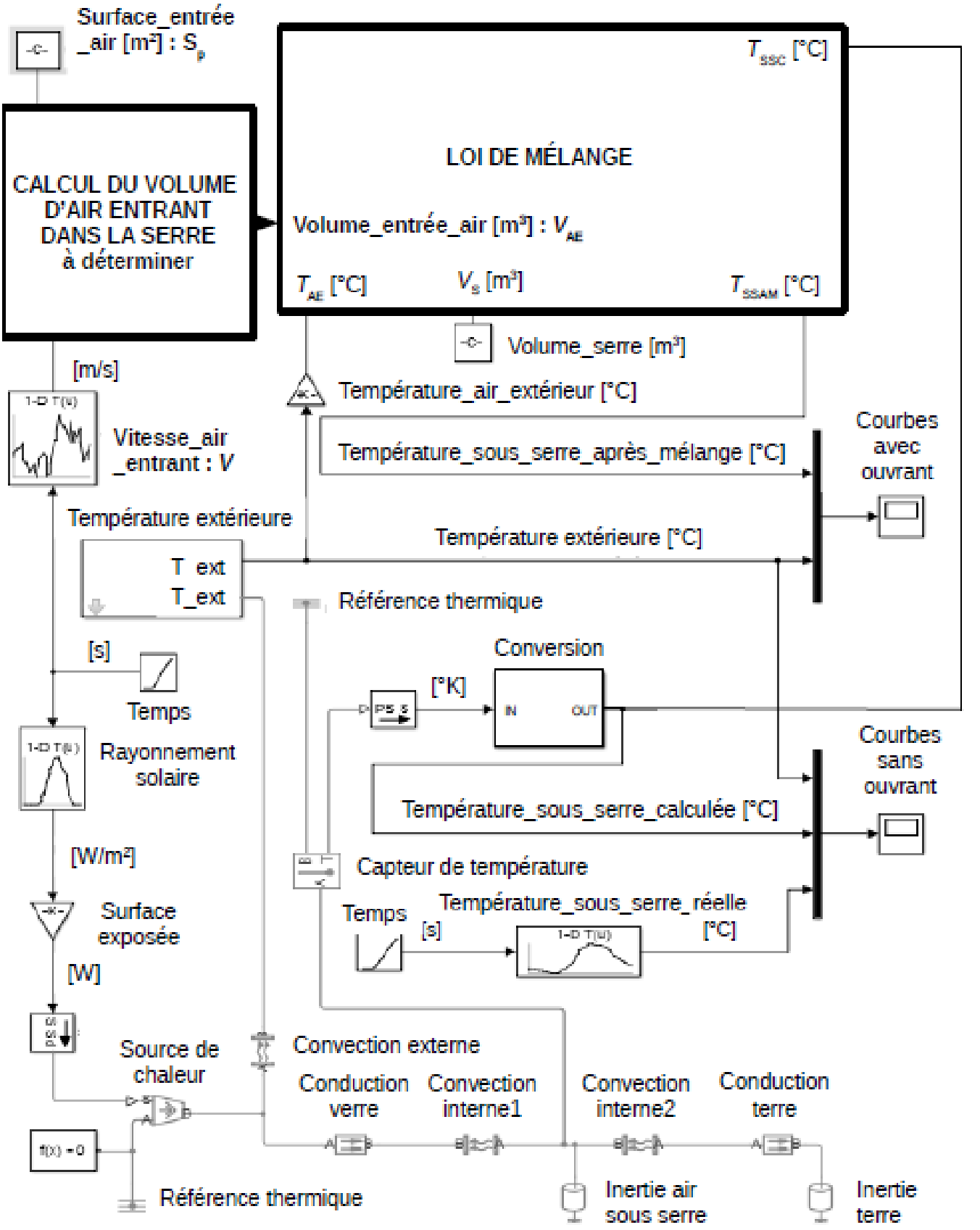
Document réponse DR2. ALGORITHME avec capteur angulaire

DÉBUT
position_maximale_ouvrant = ____
Lire la température T1 de la sonde 1 et T2 de la sonde 2
T différence = T1 – T2
SI *(T différence < 5 °c)* **ALORS**
SI (*T1 > 14 °c*) **ALORS**
Mesurer la position de l'ouvrant
Mesurer le vent
SI (————————) **ALORS**
position_maximale_ouvrant = _____
FIN SI
SI (————————) ET (————————) **ALORS**
position_maximale_ouvrant = _____
FIN SI
SI (————————) ET (————————) **ALORS**
position_maximale_ouvrant = _____
FIN SI
SI (————————) **ALORS**
position_maximale_ouvrant = _____
FIN SI
TANT QUE *position < position_maximale_ouvrant*
Ouvrir l'ouvrant
Mesurer la position
FIN TANT QUE
FIN SI
FIN SI
SI *(T différence ≥ 5 °c)* **ALORS**
Afficher « Défaut sondes de température »
FIN SI
FIN

Document technique DT1.
Pour information : modèle multiphysique de la serre sans système d'ouverture



Document technique DT2.
Pour information: modèle multiphysique de la serre entière avec système d'ouverture



Document technique DT3. Extrait du catalogue fabricant

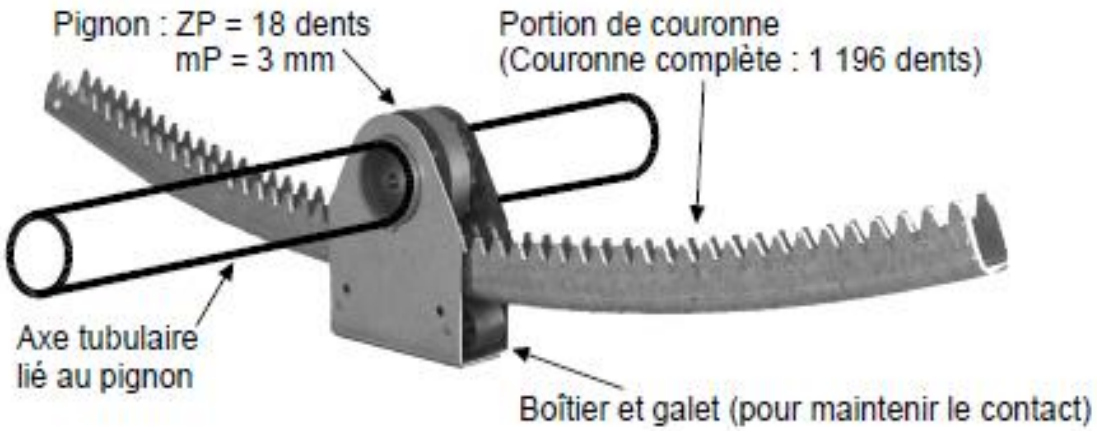




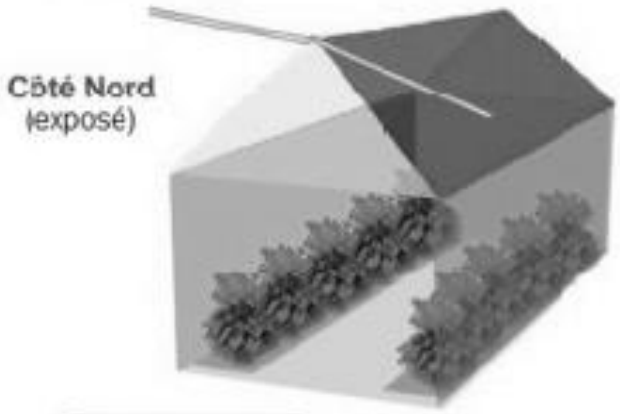


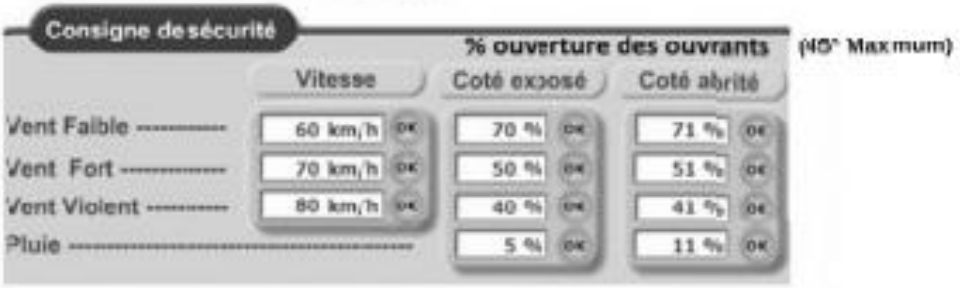


Série 820	820-32
Vitesse de rotation sortie réducteur (en tr·min^{-1}) $N_{réd}$	3,4
Puissance moteur (kW)	0,37
Rendement moteur	0,7
Rendement réducteur	0,5
Irréversibilité réducteur	OUI



Document technique DT4. Capture d'écran de la supervision des ouvrants

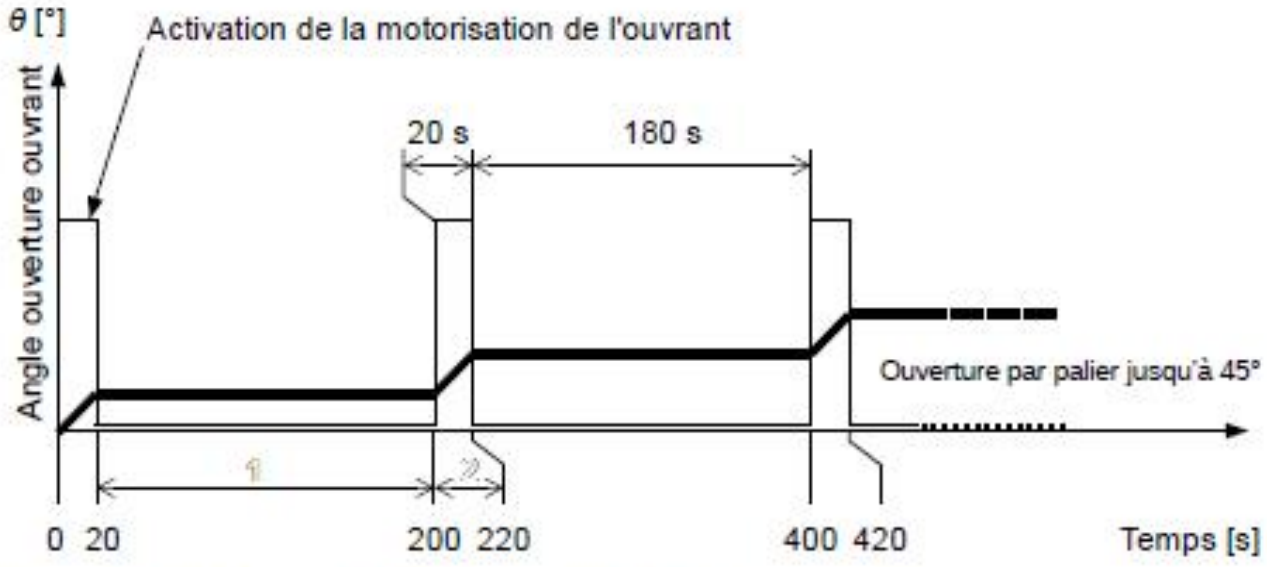








L'ouverture complète ($\theta = 45°$) correspond à un temps total de fonctionnement moteur de de 140 s. Il est obtenu en cumulant des temps d'ouverture de 20 secondes séparés de pauses de 180 secondes pour assurer l'échange thermique entre l'air extérieur et celui de la serre.



¶ : attente entre deux ouvertures afin d'assurer l'échange thermique

⁒ : paliers d'ouverture (20 s)