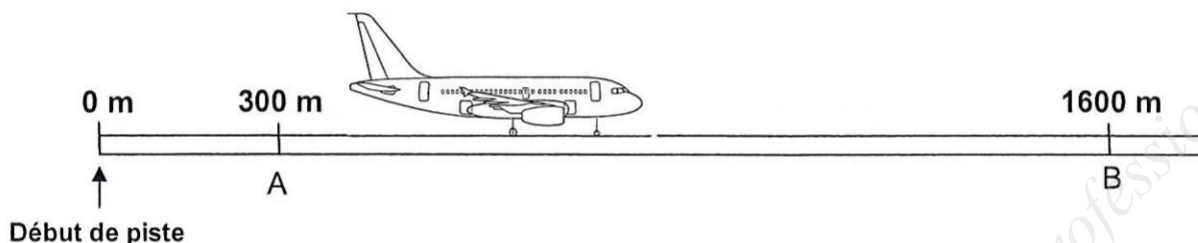


PARTIE 3 : ATERRISSAGE DE L'A320

3.1 - Bilan énergétique « mécanique » de l'atterrissage

Lors de l'atterrissage, et au moment où tous les trains d'atterrissage roulent sur la piste, le pilote effectue le freinage des trains d'atterrissage principaux de l'appareil sans utiliser l'inversion de poussée (cas d'un atterrissage avec défaillance des réacteurs).

Représentation schématique de la piste (figure non à l'échelle) :



Point A : Tous les trains d'atterrissage roulent sur le sol, début du freinage ; la vitesse au point A est $v_A = 248 \text{ km.h}^{-1}$.

Point B : Arrêt de l'appareil.

- La résistance au roulement des roues $\overline{F_R}$ est constante et évaluée à 2 % du poids de l'avion. Cette force est supposée dans le sens opposé au déplacement de l'avion.
- La résistance aérodynamique (ou traînée) $\overline{F_A}$ est négligée lors de l'atterrissage.

Données :

- masse de l'A320 à l'atterrissage : $m = 66,0 \text{ tonnes}$;
- accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

3.1.1 - Calculer l'intensité F_R de la force de résistance au roulement des roues $\overline{F_R}$.

3.1.2 - En déduire le travail résistant W_R de cette force entre A et B.

3.1.3 - Calculer la variation d'énergie cinétique ΔE_c lors du roulage sur la piste entre A et B.

3.1.4 - Appliquer le théorème de l'énergie cinétique, afin de déterminer l'énergie dissipée sous forme de chaleur au cours du freinage.

3.1.5 - Calculer la puissance globale du freinage P_F si le roulage sur la piste a une durée de $\Delta t = 23 \text{ s}$.

BTS AÉRONAUTIQUE		Session 2015
Nom de l'épreuve : Sciences physiques et chimiques appliquées	Code : AE3SCPC	Page : 6/10

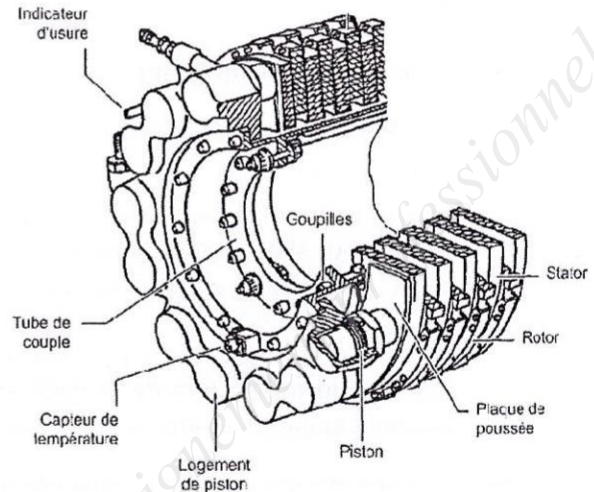
3.2 - Bilan énergétique des freins

Les disques de frein sont empilés les uns sur les autres, constituant ce qu'on appelle un "puits de chaleur" en raison de la température qu'ils peuvent atteindre.

La moitié de ces disques est solidaire de la roue (ou jante) et tourne avec elle, ce sont les rotors. L'autre moitié est solidaire de l'avion par l'intermédiaire de l'essieu et ne tourne pas, ce sont les stators. Ils sont montés en alternance. Ce sont ainsi les frottements des disques les uns sur les autres qui assurent le freinage.

Les disques de friction sont en carbone pour des critères de température de fonctionnement et de légèreté.

- L'énergie thermique dégagée par un frein lors de l'atterrissage précédent est de l'ordre de : $Q_{\text{frein}} = 70 \text{ MJ}$.
- La capacité thermique massique d'un frein est $c_{\text{frein}} = 1300 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- La masse d'un frein est $m = 55 \text{ kg}$.
- La température initiale avant le freinage est $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.



Déterminer la température finale θ_f d'un frein à l'issue de la procédure d'atterrissage.

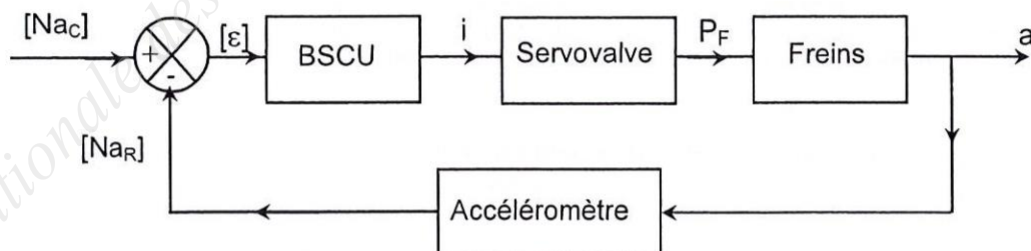
3.3 - Commande des freins

Le système de freinage peut se commander de plusieurs façons :

- soit manuellement par appui sur les pédales de frein ;
- soit automatiquement suivant 3 modes de décélération : LO, MED, MAX que le pilote sélectionne suivant la charge de l'avion, l'état de la piste, les conditions météo...

Dans tous les cas la pression sur les disques de frein est contrôlée par un calculateur (BSCU : Braking Steering Control Unit) pour éviter un dérapage des roues et assurer une décélération constante.

L'ensemble se résume à un système linéaire qui consiste à asservir en décélération (accélération négative) le freinage de l'avion. On en donne le schéma simplifié suivant :



Les 3 accélérations de consigne possibles sont :

- LO : $a_c = -1,7 \text{ m.s}^{-2}$
- MED : $a_c = -3 \text{ m.s}^{-2}$
- MAX : $a_c = -10 \text{ m.s}^{-2}$ (exclusivement sélectionnée lors de l'interruption d'un décollage)

- $[Na_c]$ est le nombre binaire proportionnel à a_c .
- La servovalve électrohydraulique est un appareil qui convertit une grandeur électrique (le courant i) en une grandeur hydraulique proportionnelle P_F (pression).
- L'accéléromètre mesure en permanence l'accélération $|a|$ de l'avion et produit un nombre binaire $[Na_R]$ proportionnel.

3.3.1 - Indiquer les éléments qui constituent la chaîne directe et ceux qui constituent la chaîne de retour.

3.3.2 - Donner l'expression de $[\varepsilon]$.

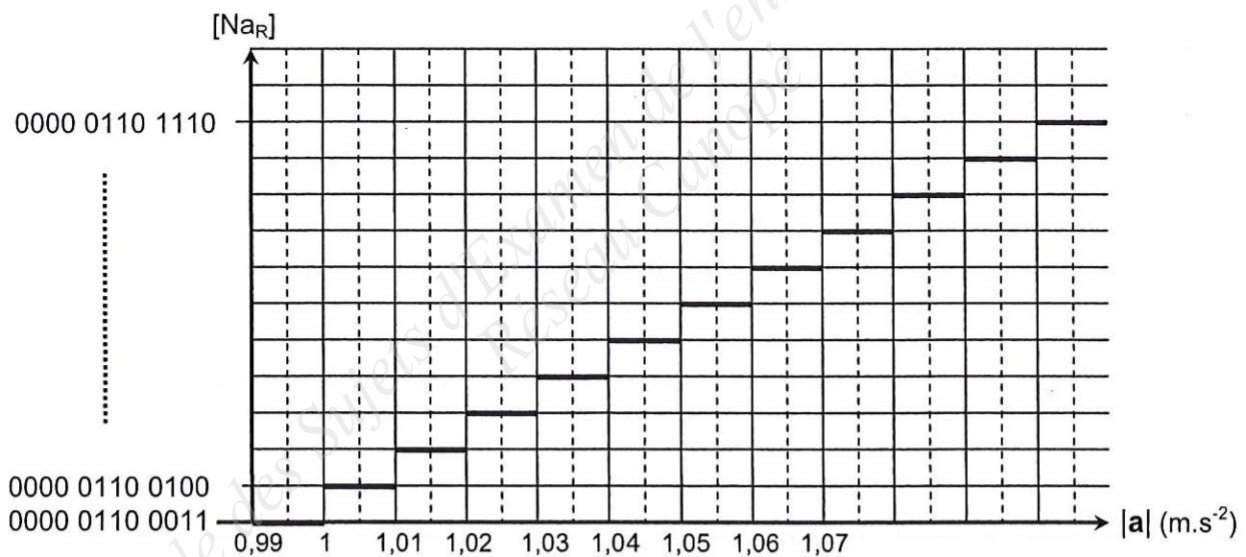
Le pilote a programmé une consigne $a_c = -3 \text{ m.s}^{-2}$. L'accélération ' a ' est négligeable au début du freinage.

3.3.3 - Décrire brièvement, sur votre copie, l'évolution des différentes grandeurs, $[\varepsilon]$, i , P_F , $|a|$ et $[Na_R]$. Pour simplifier, on pourra raisonner avec les valeurs absolues des accélérations.

Si on considère le système bouclé parfait, vers quelle valeur tend $[\varepsilon]$?

3.3.4 - On donne sur le **document réponse N° 2 page 10**, l'évolution de l'accélération $|a|$ en fonction du temps lors de la mise en service des freins. Déterminer graphiquement, en justifiant soigneusement, le temps de réponse t_R à 95 % du système de freinage.

L'accéléromètre délivre un mot binaire $[Na_R]$ sur 12 bits image de l'accélération $|a|$ mesurée. On donne ci-dessous une partie de la caractéristique de transfert de ce capteur.



3.3.5 - Mesurer sur la caractéristique la résolution R de ce capteur, c'est-à-dire la plus petite valeur de $|a|$ qu'il est possible de mesurer pour une variation $[\Delta Na_R] = 1$.

3.3.6 - Déterminer la valeur décimale maximale que peut prendre Na_R .

En déduire l'accélération maximale qu'il est théoriquement possible de mesurer.

3.3.7 - On donne $[Na_R] = 0001 0010 1100$; déterminer l'accélération $|a|$ mesurée.

DOCUMENT RÉPONSE N° 2
(à rendre avec la copie)

PARTIE 3 : ATERRISSAGE DE L'A320

