



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

www.formav.co/explorer

Nous vous proposons d'étudier le dispositif d'acheminement et d'analyse du minerai extrait à une profondeur de 1 250 m.

A) PARTIE ÉLECTRICITÉ (11 points)

La société d'exploitation propose le cahiers des charges suivant :

Masse maximale acheminée par le convoyeur vertical : $M_{max} = 50$ tonnes

Masse répartie du câble sur la poulie : $M_c = 600$ tonnes

Vitesse linéaire de montée/descente : $v = 2$ m/s

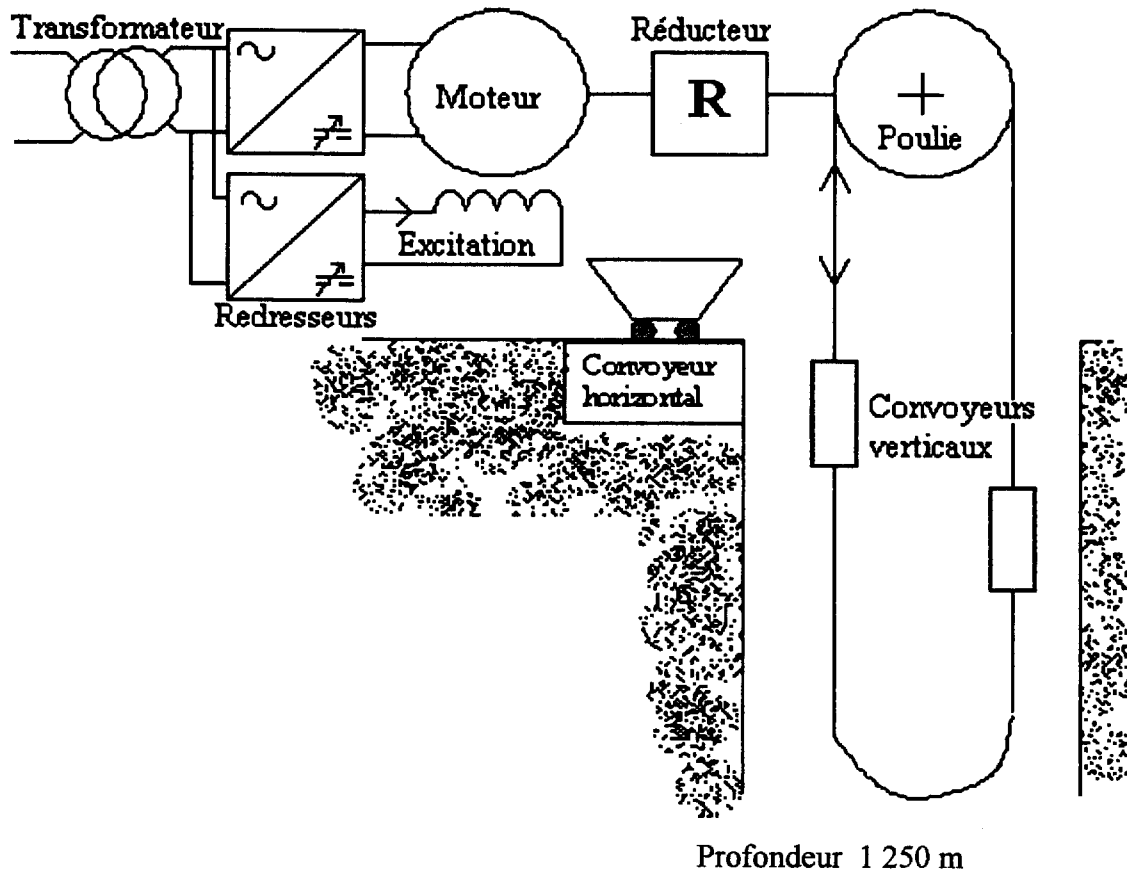
Diamètre de la poulie : $d = 12$ m

Alimentation du réseau de distribution électrique : 5 000 V 50 Hz

Le concepteur du projet propose le dispositif suivant :

- Transformateur monophasé : 5 000 V/500 V 50 Hz 5 000 kVA
- Moteur à courant continu à excitation indépendante
Induit : 500 V - 3 500 kW - 50 tr/min - $\eta = 85\%$
Inducteur : 150 A - 500 V
- Réducteur de rapport $R = 1/10$ et de rendement 100 %
- Ralentisseur électrique et freinage hydraulique
- L'ensemble du système et les dispositifs de sécurité sont pilotés par un réseau informatique à plusieurs terminaux.

Nous vous proposons d'étudier la faisabilité du projet (Rappel $g = 9,81$ m/s²)



1°- Étude du dispositif de montée / descente du convoyeur

- Déterminer le poids p_{\max} de matériaux acheminables.
- Déterminer la vitesse angulaire Ω_p (en rad/s) puis la fréquence de rotation n_p de la poulie (en tr/min).

2°- Étude du réducteur

On supposera que la fréquence de rotation est $n_p = 3$ tr/min et le couple de la poulie $C_p = 3\text{MN.m}$

- Calculer la puissance P_p nécessaire à la poulie dans ces conditions.
- En déduire la puissance utile maximale du moteur $P_{u_{\max}}$.
- Quelle est alors la fréquence n_m de rotation du moteur ?

3°- Étude du moteur à courant continu (On supposera que $P_{u_{\max}} = 1\text{MW}$)

- Déterminer la puissance absorbée maximale de l'induit $P_{a_{\max}}$ (en MW) du moteur.
- En déduire l'intensité du courant électrique absorbée I (en kA) sous une tension d'induit réglée à $U = 300\text{ V}$.
- Un dispositif complexe de sécurité a été prévu pour déclencher le freinage hydraulique en cas de coupure du circuit inductif du moteur. Justifier ce choix.

4°- Étude du transformateur supposé parfait 5 000 V / 500 V 50 Hz

On supposera que l'intensité du courant électrique efficace du secondaire est $I_2 = 4\text{ kA}$

- Déterminer la puissance apparente S_2 (en kVA) du secondaire.
- En déduire la valeur de l'intensité du courant efficace I_1 du primaire (en kA).
- Calculer le rapport de transformation, noté m , du transformateur choisi.

B) MESURE DE LA DENSITÉ DU MINERAI EN CONTINU (9 points)

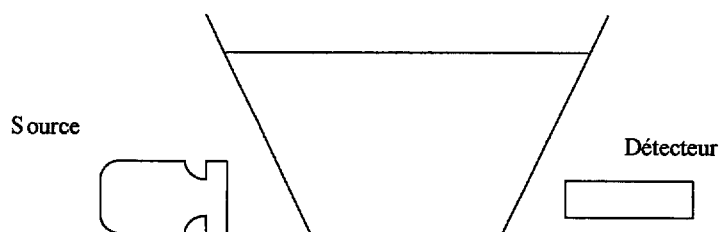
La masse de minerai déplacée par le convoyeur est déterminée par une mesure instantanée de sa densité.

À cet effet, on soumet le minerai au rayonnement d'une source radioactive, le césium 137.

Conformément au schéma, on place un détecteur de l'autre côté du convoyeur.

Schéma :

Vue transversale du convoyeur horizontal



GAPHYS

Suite à un étalonnage préalable, on établit une relation du type :

$$d = -k \cdot A + k'$$

Avec : d : densité du minerai et A : activité relevée par le détecteur
 k et k' sont des constantes positives déterminées lors de l'étalonnage.

Données : $M(^{137}\text{Cs}) = 136,9 \text{ g/mol}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

1^{ère} partie : étude de la source radioactive

1) L'isotope 137 du césium est radioactif β^- . À la suite d'une désintégration, un noyau peut être soit dans l'état fondamental, soit dans un état excité à la suite duquel il reviendra dans l'état fondamental.

a) Déterminer la composition du noyau $^{137}_{55}\text{Cs}$.

b) Sachant que la radioactivité est du type β^- , quelle est la nature des particules ionisantes émises ?

c) En rappelant les lois utilisées, écrire l'équation de la désintégration.

On donne :

Élément	Z	A
Xénon (Xe)	54	132
Césium (Cs)	55	137
Baryum (Ba)	56	132
Baruym (Ba)	56	137

2) La constante de désintégration du césium 137 est $\lambda = 8,4 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$.

a) Rappeler la définition de la durée de demie-vie d'un nucléide radioactif.

b) Calculer $t_{1/2}$ en années pour le césium 137.

3) La source radioactive est constituée initialement de 0,10 mg de césium 137.

a) Calculer le nombre de noyaux radioactifs à l'état initial.

b) En déduire son activité initiale A_0 .

c) Calculer son activité au bout de 52 ans.

2^{ème} partie : expression de la masse déplacée

Le convoyeur horizontal se déplace à une vitesse moyenne v_c déterminé par un tachymètre ; sa section droite est notée S .

a) Exprimer littéralement la distance AB parcourue par le minerai pendant une courte durée Δt .

b) Donner l'expression du volume V de minerai déplacé pendant cette même durée.

c) À chaque instant, le détecteur nous permet de déterminer la densité d du minerai.

On note ρ_{eau} , la masse volumique de l'eau.

Exprimer la masse m de minerai déplacée par le convoyeur pendant la durée de Δt en fonction de d , S , v_c et ρ_{eau} .