

الصفحة		الامتحان التجريبي للبيكالوريا	
1 / XX		- ماي 201 - الموضوع	
3	المعامل:	علوم المهندس	المادة:
3 س	مدة الإنجاز:	العلوم الرياضية (ب)	الشعب (ة) أو المسلك:

Constitution de l'épreuve

Volet 1 :	Présentation de l'épreuve	Page 1/xx
Volet 2 :	Présentation du support	Pages 2/xx et 3/xx
Volet 3 :	Substrat du sujet	Pages 4/xx et 6/xx
	▶ Situation d'évaluation N°1	Page 4/xx
	▶ Situation d'évaluation N°2	Page 5/xx
	▶ Situation d'évaluation N°3	Page 6/xx
	▶ Situation d'évaluation N°4	À suivre
	▶ Documents Réponses (DR)	Pages 7/xx à 10/xx à rendre par le candidat
	▶ Documents Ressources (DRess)	Page 11/xx à 14/xx



VOLET 1 : PRÉSENTATION DE L'ÉPREUVE

▶ Système à étudier :

SILOS DE BLÉ;



- ▶ Durée de l'épreuve : 3 heures ;
- ▶ Coefficient : 3 ;
- ▶ Moyens de calcul autorisés : Calculatrices non programmables ;
- ▶ Documents autorisés : Aucun ;
- ▶ Les candidats rédigeront les réponses sur les documents réponses prévus à cet effet.

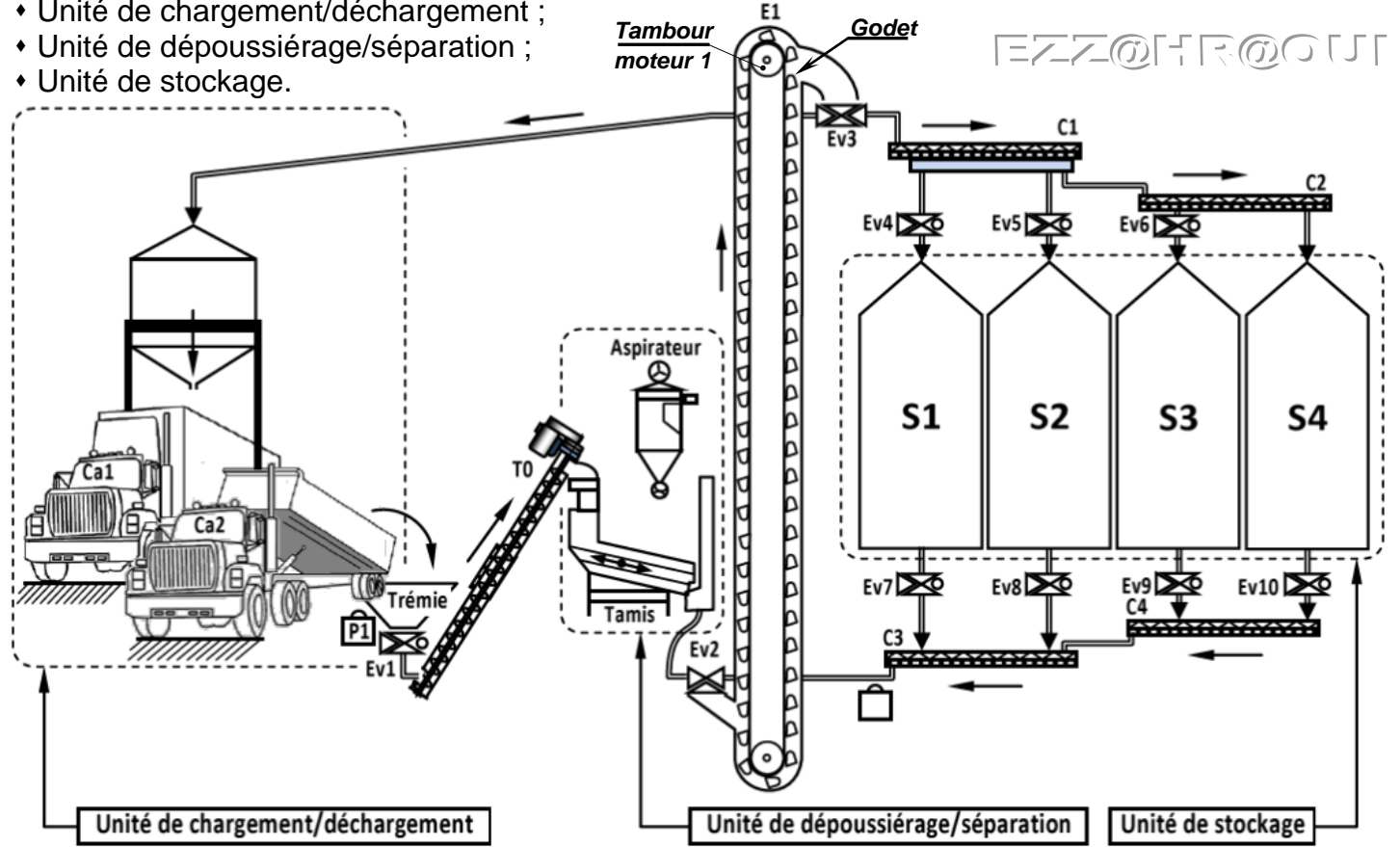
EZZ@HR@OUI

VOLET 2 : PRÉSENTATION DU SUPPORT:

L'installation de stockage, représentée ci-dessous, sert à stocker et à conserver le blé en préservant au maximum les qualités originales des grains demandés par les clients.

Cette installation de stockage est constituée principalement des unités suivantes :

- ♦ Unité de chargement/déchargement ;
- ♦ Unité de dépoussiérage/séparation ;
- ♦ Unité de stockage.



Le blé, transporté par le camion (Ca2) à l'unité de chargement / déchargement, est déchargé dans la trémie, puis acheminé vers le tamis de l'unité de dépoussiérage / séparation en passant par l'électrovanne (EV1) et la vis transporteuse (vis d'Archimède) (T0) inclinée à 45°.

Après avoir traversé l'électrovanne (EV2), Les grains dépoussiérés et séparés des impuretés sont amenés par l'élevateur à godets (E1) vers l'électrovanne (EV3) ; cette dernière sert à les diriger :

- ♦ Soit vers les silos (S1, S2, S3 et S4) de l'unité de stockage à l'aide des convoyeurs (C1 et C2) et les électrovannes (EV4, EV5 et EV6),
- ♦ Soit vers l'unité de chargement / déchargement pour charger le camion (Ca1).

Le chargement du camion (Ca1) peut se faire aussi à partir des silos à travers les électrovannes (EV7, EV8, EV9 et EV10), les convoyeurs (C3 et C4), l'électrovanne (EV2), l'élevateur à godets (E1) et l'électrovanne (EV3).

Lors des réunions périodiques des différents services gérant l'installation de stockage, des réclamations ont été déclarées par :

1- Les clients :

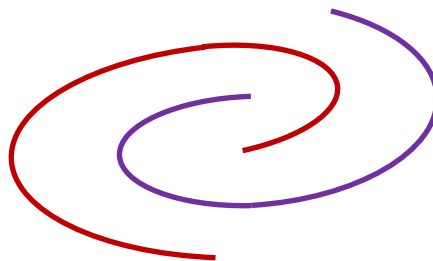
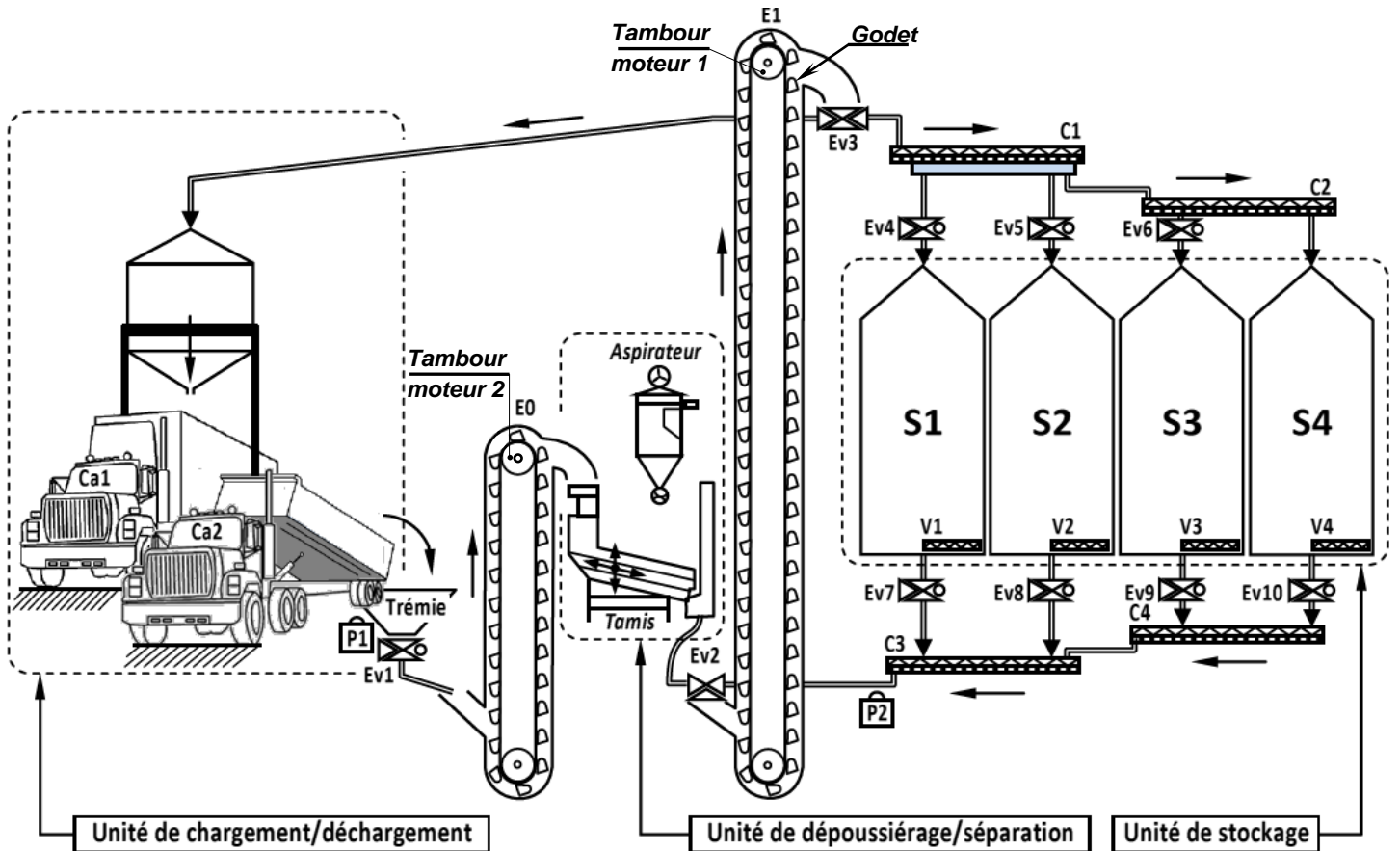
- a- Présence d'impuretés dans le produit livré (impuretés, poussières.) ;
- b- Retard dans la livraison du produit.

2- Le service de maintenance : problème d'évacuation du dépôt résiduel du blé au fond plat des silos.



Les services concernés interviennent pour identifier les causes des problèmes réclamés, et après étude, ils ont décidé d'apporter les solutions suivantes (*voir figure ci-dessous*) :

- a- Attribuer au tamis, qui est animé d'un mouvement plan, un mouvement vertical alternatif dans le but d'avoir plus de secousses donc moins d'impuretés et de poussières ;
- b- Remplacer le système de transfert à vis (T0) par un élévateur à godets (E0) qui permet d'augmenter le débit des grains transportés vers le tamis, donc réduire le temps de retard dans la livraison du produit.
- c- Installer au fond plat des silos (S1, S2, S3 et S4) des vis balayeuses (V1, V2, V3 et V4) à avance automatique pour évacuer le dépôt résiduel du blé.



VOLET 3 : SUBSTRAT DU SUJET :

EZZ@HR@OUI

SITUATION D'ÉVALUATION N°1

Les clients exigent la propreté du produit livré et la rapidité de chargement des camions. Afin de satisfaire le besoin des clients, les services concernés ont apporté les améliorations suivantes à :

- ◆ L'unité de dépoussiérage / séparation en attribuant au tamis, en plus du mouvement plan existant, un mouvement vertical de translation alternatif ;
- ◆ La chaîne de transport des grains en remplaçant le système de transfert à vis (T0) par un élévateur à godets (E0) DRess1 (Page 11) dont le tambour moteur est entraîné en rotation par un moteur asynchrone triphasé (M) et un système poulie courroie. La commande de la marche de ce moteur se fait par un capteur (S₂) qui détecte la présence du blé dans la trémie et par un capteur (S₁) qui détecte l'arrêt du convoyeur (C3).

Vous êtes membre de l'équipe chargée de l'étude partielle de l'installation de stockage, on vous demande d'effectuer les tâches suivantes :

Tâche 1.1 : Avant toute étude, il est nécessaire de comprendre le fonctionnement de l'installation de stockage. Pour cela, sur DR1 (Page 7) :

- 1- Compléter l'outil bête à cornes relatif à l'installation de stockage.
- 2- Compléter l'actigramme relatif à l'unité de dépoussiérage / séparation.
- 3- Compléter le FAST relatif au système élévateur à godets (E0) DRess1 (Page 11).
- 4- Identifier les repères ou le nom des éléments (capteurs, préactionneur, actionneur, adaptateur, effecteur) de la chaîne d'acquisition et de la chaîne d'action de l'élévateur à godets (E0).

Tâche 1.2 : A cause du retard de livraison (débit insuffisant du blé pour le remplissage des silos), les services concernés ont décidé de remplacer la vis transporteuse (T0) type VH 400, par un élévateur à godets (E0) DRess1 (Page 11), afin d'obtenir un débit suffisant. Pour les calculs, on assimile l'ensemble à un système de transmission poulies courroies. Sur DR2 (Page 8) :

- 5- Calculer la vitesse de translation V_s de la sangle en m/min.
- 6- Sachant que le remplissage des godets s'effectue par piochage direct à partir de la goulotte de chargement DRess1 (Page 11).
Calculer le nombre de godets G chargés en une minute. Prendre $V_s = 3$ m/s.
- 7- Calculer le débit Q_g de l'élévateur à godets en t/h ; (t : tonne) et comparer-le avec celui de la vis transporteuse type VH 400 DRess2 (Page 12). Prendre le nombre de godets chargés G en une minute = 1000.

Tâche 1.3 : Lorsque le blé est récolté, il y a souvent un mélange de variétés, c'est pourquoi il faut trier les grains et éliminer la paille et les autres débris. Le mouvement plan du tamis ne permet pas la séparation totale du blé des corps étrangers, ce qui ne satisfait pas les clients. Les différents services de l'entreprise ont décidé d'ajouter un système de transformation de mouvement à came DRess1 (Page 11) permettant au tamis d'avoir une translation verticale alternative à faible course (vibration). L'objectif de cette tâche est de tracer le profil de la came et de déterminer quelques-unes de ses caractéristiques. Sur DR2 (Page 8) :

- 8- Déterminer la levée de la came L_c (course du galet suiveur) DRess1 (Page 11).
- 9- Relever les espaces sur DRess1 (Page 11) et tracer le profil, à l'échelle 1/2, de la came.
- 10- Sachant que la vitesse de rotation de la came est $N_{came} = 100$ tr/min.
déterminer le nombre de coups par tour et en déduire le nombre de coups par minute.

EZZ@HR@OUI

SITUATION D'ÉVALUATION N°2

A la fin de l'opération de vidange par gravité, un dépôt résiduel se forme au fond plat des silos. L'intervention de balayage se fait manuellement de 3 à 5 fois par an, cette opération a les inconvénients suivants :

- ♦ Le travail dans un milieu poussiéreux ;
 - ♦ Le temps consacré à cette opération est élevé (il faut **16 heures** pour nettoyer un silo).
- C'est pourquoi l'équipe a adopté la solution technologique par vis balayeuse à avance automatique **DRess2 (Page 12)**. Lors de l'opération de vidange, la vis balayeuse possède deux mouvements : un mouvement de rotation autour de son axe \vec{x} et un mouvement de rotation autour de l'axe du silo \vec{z} .

Tâche 2.1 : Vu les effets néfastes sur le moteur en cas de blocage de la vis balayeuse, le couple transmis par cette vis doit être supérieur à 180 Nm. On vous demande l'engrenage droit à denture droite et l'engrenage conique à denture droite, afin de vérifier la validité du couple transmis à la vis. Sur DR3 (Page 9) :

- 11- Indiquer** par (✓) le sens de rotation la vis balayeuse et du pignon 1 du réducteur à engrenage droit à denture droite.
- 12- Calculer** le rapport r_{1-2} de la transmission entre le pignon 1 et la roue 2. (Engrenage droit)
- 13- Calculer** le rapport r_{3-4} de la transmission entre le pignon 3 et la roue 4. (Engrenage conique)
- 14- Calculer** le rapport global r_{1-4} de la transmission entre le moteur et la vis balayeuse.
- 15- En déduire** la fréquence de rotation de la vis balayeuse N_v .
- 16- Calculer** la puissance P_v de la vis (en kW).
- 17- Calculer** le couple C_v transmis à la vis (en N.m) et conclure. Prendre $P_v = 10$ kW.
- 18- Calculer** le rapport r_{r-c} de la transmission entre la roue et chaîne. Prendre $C_v = 228$ N.m.
- 19- En déduire** la fréquence de rotation de la roue à avance automatique N_{r-a} . Prendre $N_v = 420$ tr/min.

Tâche 2.2 : En fin de vidange par gravité, la vis balayeuse est mise en service. La vis ramène dans l'auget central les grains constituant le dépôt résiduel, Dress2 (Page 12), par le mouvement de rotation autour de son axe (x), assuré par l'ensemble {Moteur + Réducteurs}. Dès qu'il n'y a plus de grains devant la vis, celle-ci progresse grâce à la roue à avance automatique, placée en extrémité, entraînée par un système roues-chaîne et commandée par un embrayage électromagnétique. Ainsi, la vidange s'effectue régulièrement en une seule rotation autour de l'axe (z) du silo. Le but de cette tâche est de comparer le temps de balayage automatique avec celui effectué manuellement. Sur DR3 (Page 9) :

- 20- Compléter** la chaîne cinématique de la vis-balayeuse à avance automatique.
- 21- Calculer** le temps t_v mis par la vis pour balayer le fond du silo en une rotation autour de l'axe (z) du silo en absence du dépôt résiduel (test à vide) **Dress3 (Page 13)**.
- 22- En déduire** le temps t_r mis par la vis pour balayer le fond du silo en une rotation autour de l'axe (z) du silo dans les conditions réelles (présence du dépôt résiduel) sachant que $t_r = k.t_v$ avec $k = 45$, puis comparer le temps de balayage automatique t_r avec celui de balayage manuel. Prendre $t_v = 1$ min.

SITUATION D'ÉVALUATION N°3

Lors de son fonctionnement, la came subit des chocs répétitifs, ce qui entraîne l'usure de sa surface de contact avec le galet **Dress1 (Page 11)**. Le service de maintenance juge nécessaire de changer périodiquement la came et d'avoir un stock de rechange dans le magasin. Vous faites partie de l'équipe chargée de l'étude et de la fabrication de la came.

Tâche 3- L'objectif de cette tâche est de justifier l'adéquation du matériau 35 Cr Mo 4 de la came avec son emploi. La came doit avoir une bonne dureté* à la surface ainsi qu'une bonne résilience au noyau. Pour répondre aux exigences fonctionnelles de la came, le matériau choisi par l'équipe a subi une trempe localisée en surface. Pour cela un essai mécanique s'est avéré nécessaire pour vérifier la dureté de la came.**
D'après le document DRess3 (Page 13) et Dress4 (Page 14) et sur DR4 (Page 10) :

23- Le matériau de la came est un alliage faiblement allié de 0,35% de carbone, 1% de chrome et faible teneur de molybdène, possédant les caractéristiques suivantes : **Ténacité ; Fluidité ; Élasticité ; Inoxydabilité ; Conductibilité ; Dureté ; Endurance ; Dilatabilité ; Résistance au fluage ; Fusibilité ; Résilience ; Homogénéité.**
Classer ces caractéristiques dans le tableau des propriétés :

24- Compléter les deux tableaux en calculant la dureté Vickers (HV) à différentes positions (0,2 mm ; 0,8 mm ; 1,4 mm et 4 mm) relatives aux points 1, 2, 3 et 4 de la came.

25-
25.1- Tracer la courbe de la dureté HV en fonction des différentes positions.
26.2- Comparer la courbe tracée avec celles du **Dress4 (Page 14)** et conclure.

EZZ@HR@OUI

SITUATION D'ÉVALUATION N°4



SITUATION D'ÉVALUATION N°4

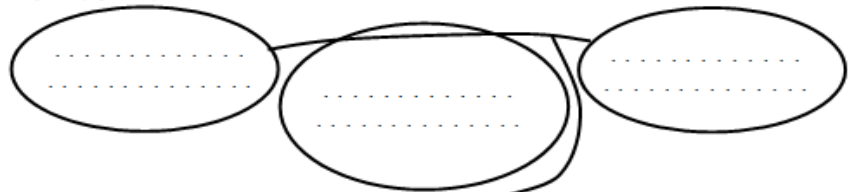
EN CONSTRUCTION

Tâche 1.1 :

1- Compléter l'outil bête à cornes relatif à l'installation de stockage.

A qui (quoi) rend-t-il service ?

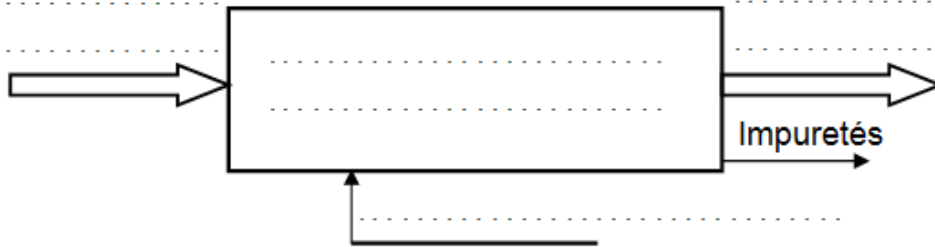
Sur quoi (quoi) agit-il ?



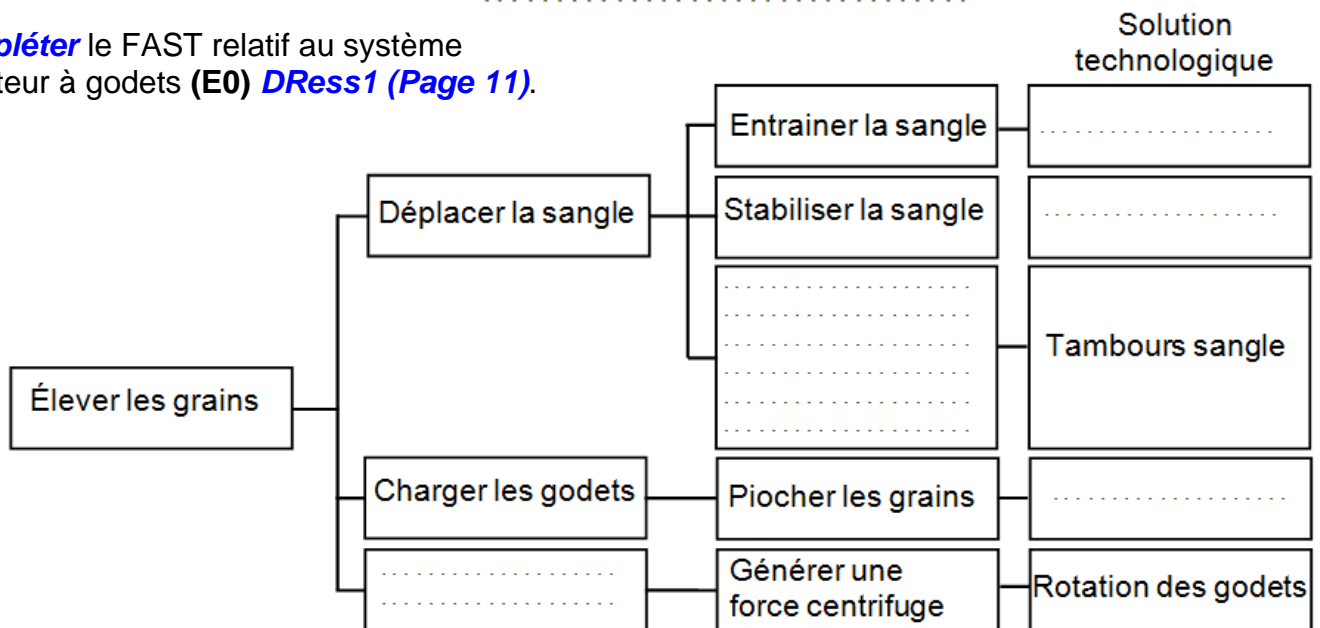
Dans quel but ?

.....
.....

2- Compléter l'actigramme relatif à l'unité de dépoussiérage / séparation.



3- Compléter le FAST relatif au système élévateur à godets (E0) **DRess1 (Page 11)**.



4- Identifier les repères ou le nom des éléments (capteurs, préactionneur, actionneur, adaptateur, effecteur) de la chaîne d'acquisition et de la chaîne d'action de l'élévateur à godets (E0).

Éléments	Repère	Éléments	Repère
Capteurs	Adaptateurs	..........
Préactionneur	Effecteur	..........
Actionneur	Partie opérative	..........

Tâche 1.2 :

5- **Calculer** la vitesse de translation V_s de la sangle en **m/min**.

6- Sachant que le remplissage des godets s'effectue par piochage direct à partir de la goulotte de chargement **DRess1 (Page 11)**.

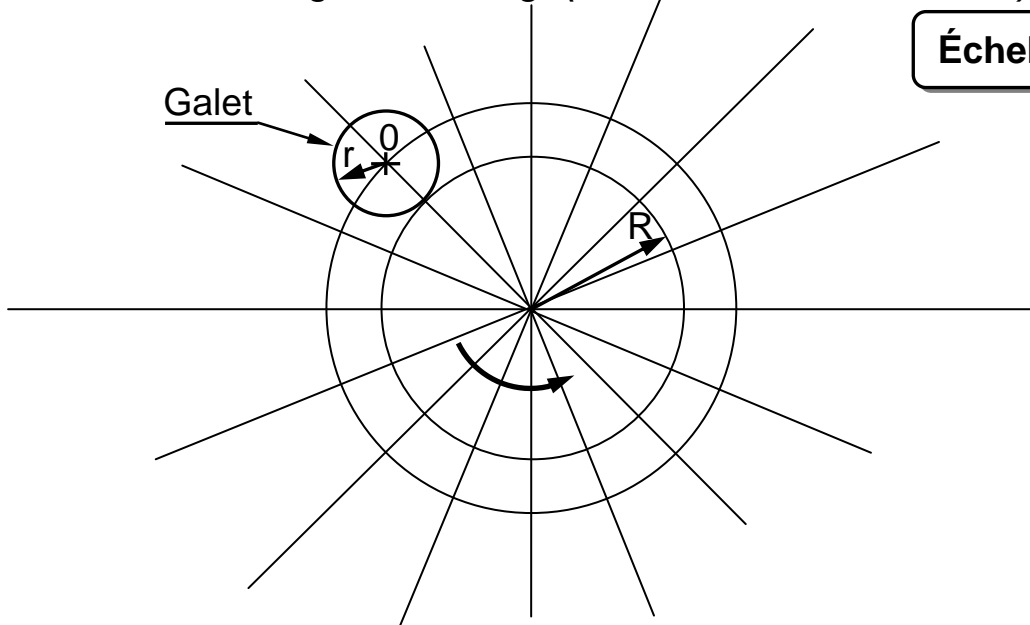
Calculer le nombre de godets **G** chargés en une minute. Prendre $V_s = 3 \text{ m/s}$.

7- **Calculer** le débit Q_g de l'élévateur à godets en **t/h** ; (t : tonne) et **comparer-le** avec celui de la vis transporteuse type **VH 400 DRess2 (Page 12)**. Prendre le nombre de godets chargés **G** en une minute = **1000**.

8- **Déterminer** la levée de la came **Lc** (course du galet suiveur) **DRess1 (Page 11)**.

9- **Relever** les espaces sur **DRess1 (Page 11)** et tracer le profil, à l'échelle **1/2**, de la came.

Nota : le rayon $(R + r)$ du cercle minimal est la plus petite distance entre le centre de la came et celui du galet lié à la tige (cercle minimal de levée nulle).



Échelle : 1 : 2

10- Sachant que la vitesse de rotation de la came est $N_{\text{came}} = 100 \text{ tr/mn}$.

déterminer le nombre de coups par tour et **en déduire** le nombre de coups par minute.

Tâche 2.1 :

DR3

11- **Indiquer** par (✓) le sens de rotation la vis balayeuse et du pignon 1 du réducteur à engrenage droit à denture droite.

Organe	Sens de rotation suivant					
	x	-x	y	-y	z	-z
vis balayeuse						
pignon 1						

12- **Calculer** le rapport r_{1-2} de la transmission entre le pignon 1 et la roue 2. (Engrenage droit)

13- **Calculer** le rapport r_{3-4} de la transmission entre le pignon 3 et la roue 4. (Engrenage conique)

14- **Calculer** le rapport global r_{1-4} de la transmission entre le moteur et la vis balayeuse.

15- **En déduire** la fréquence de rotation N_v de la vis balayeuse.

16- **Calculer** la puissance P_v de la vis (en kW).

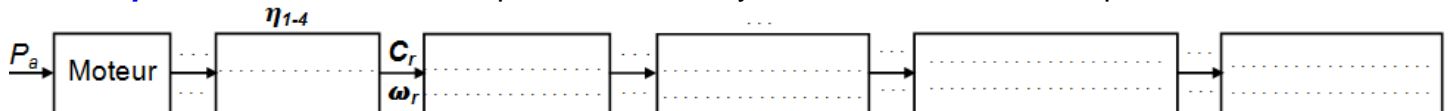
17- **Calculer** le couple C_v transmis à la vis (en N.m) et conclure. Prendre $P_v = 10$ kW.

18- **Calculer** le rapport r_{r-c} de la transmission entre la roue et chaîne. Prendre $C_v = 228$ N.m.

19- **En déduire** la fréquence de rotation de la roue à avance automatique N_{r-a} . Prendre $N_v = 420$ tr/min.

Tâche 2.2 :

20- **Compléter** la chaîne cinématique de la vis-balayeuse à avance automatique.



21- **Calculer** le temps t_v mis par la vis pour balayer le fond du silo en une rotation autour de l'axe (z) du silo en absence du dépôt résiduel (test à vide) **Dress3 (Page 13)**.

22- **En déduire** le temps t_r mis par la vis pour balayer le fond du silo en une rotation autour de l'axe (z) du silo dans les conditions réelles (présence du dépôt résiduel) sachant que $t_r = k.t_v$ avec $k = 45$, puis comparer le temps de balayage automatique t_r avec celui de balayage manuel. Prendre $t_v = 1$ min.

DR4

Tâche 3 :

23- Le matériau de la came est un alliage faiblement allié de 0,35% de carbone, 1% de chrome et faible teneur de molybdène, possédant les caractéristiques suivantes : **Ténacité** ; **Fluidité** ; **Élasticité** ; **Inoxydabilité** ; **Conductibilité** ; **Dureté** ; **Endurance** ; **Dilatabilité** ; **Résistance au fluage** ; **Fusibilité** ; **Résilience** ; **Homogénéité**.

Classer ces caractéristiques dans le tableau des propriétés :

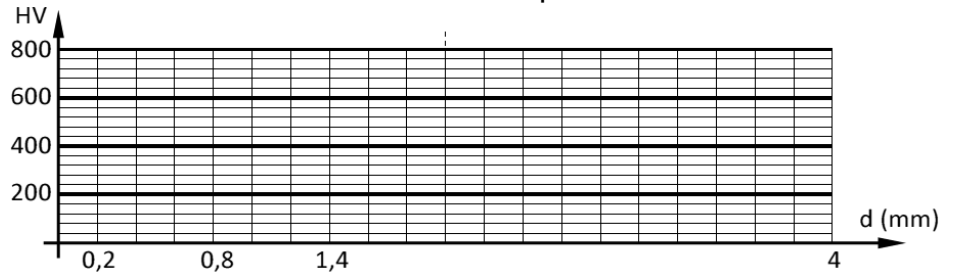
Propriétés physiques	Propriétés chimiques	Propriétés mécaniques
.....
.....
.....

24- Compléter les deux tableaux en calculant la dureté Vickers (**HV**) à différentes positions (**0,2 mm** ; **0,8 mm** ; **1,4 mm** et **4 mm**) relatives aux points **1, 2, 3** et **4** de la came. La charge d'essai est $F = 400 \text{ N}$; **se limiter à deux chiffres après la virgule**.

Point de mesure	Position/surface de came	d	HV	Point de mesure	Position/surface de came	d	HV
1	0,2	0,3334	.....	3	1,4	0,5196	.....
2	0,8	0,4145	.....	4	4	0,6148	.....

25- 25.1- Tracer la courbe de la dureté HV en fonction des différentes positions.

Position/surface de came	HV
0,2	680
0,8	440
1,4	280
4	200



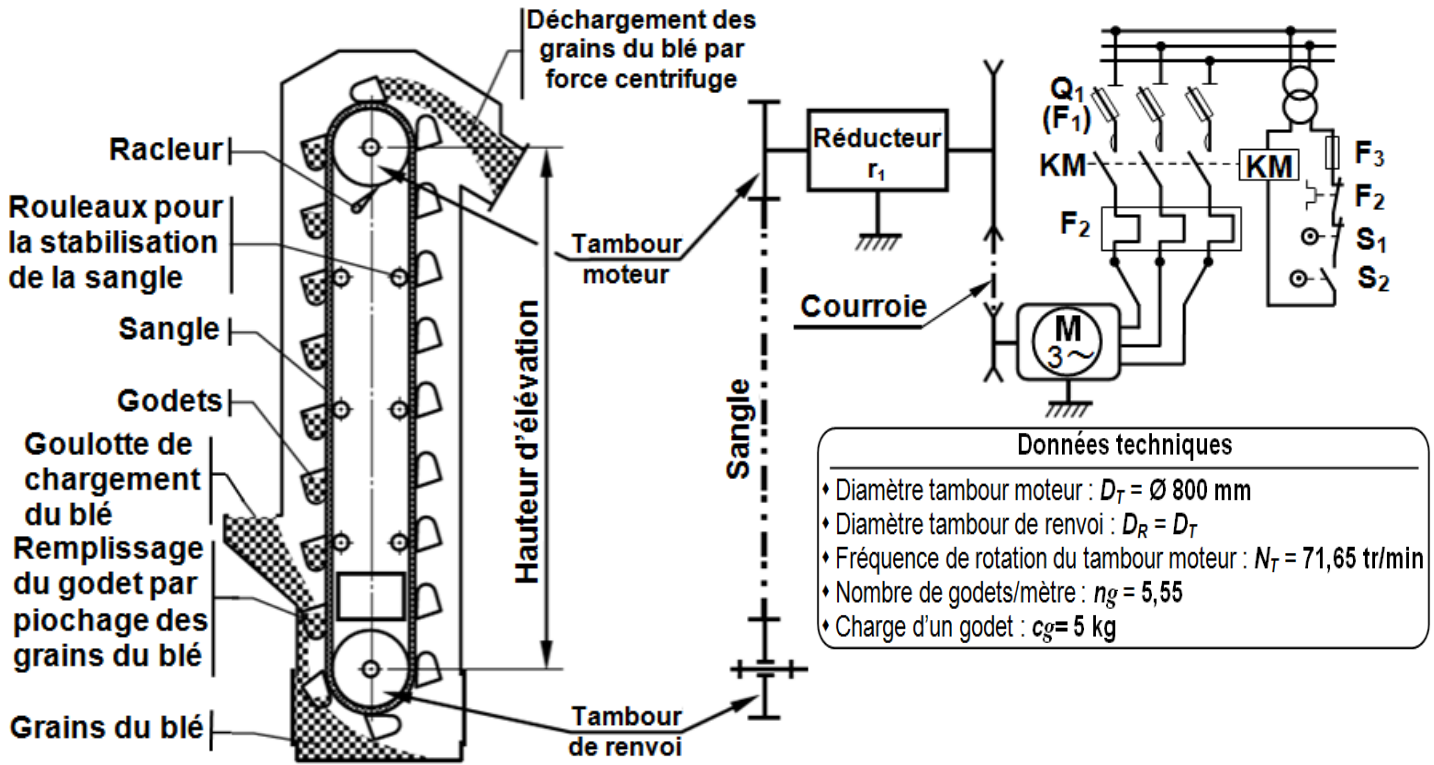
25.2- Comparer la courbe tracée avec celles du **DRess3 (Page 14)** et conclure.

.....
.....

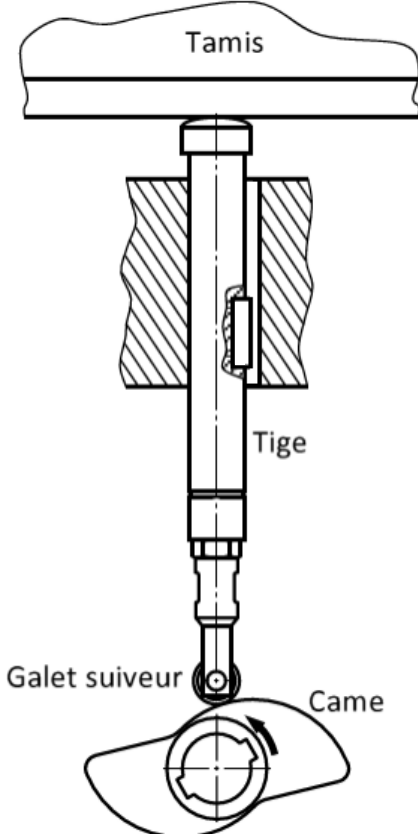
❖ SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'ÉLÉVATEUR À GODETS (E0)

Pour élever les grains à l'aide de l'élévateur à godets, il faut :

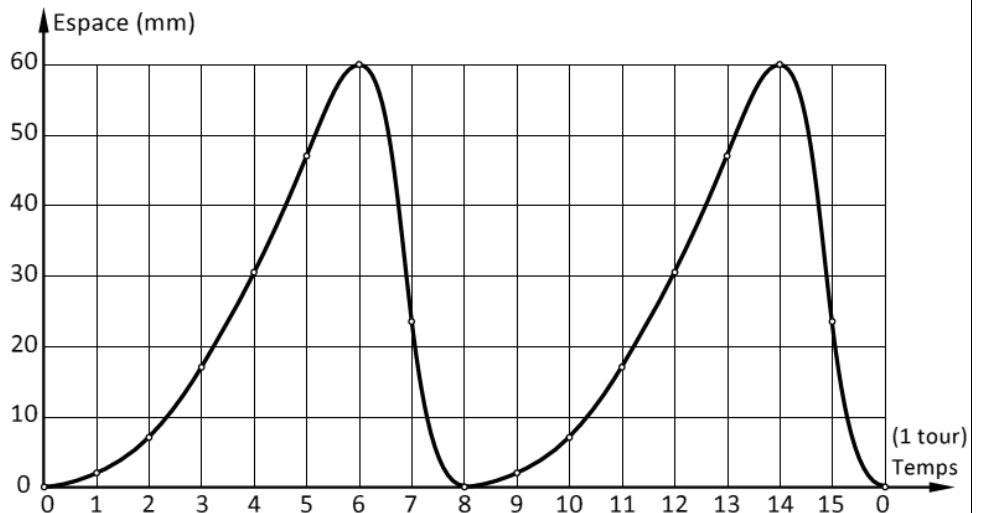
- a- Charger les grains par piochage à l'aide des godets.
- b- Déplacer les godets liés à la sangle. Ce déplacement est obtenu par transformation du mouvement de rotation du tambour moteur en translation de la sangle.
- c- Décharger les grains sous l'effet de la force centrifuge obtenue par la rotation du godet.



❖ CAME DANS SON ENVIRONNEMENT



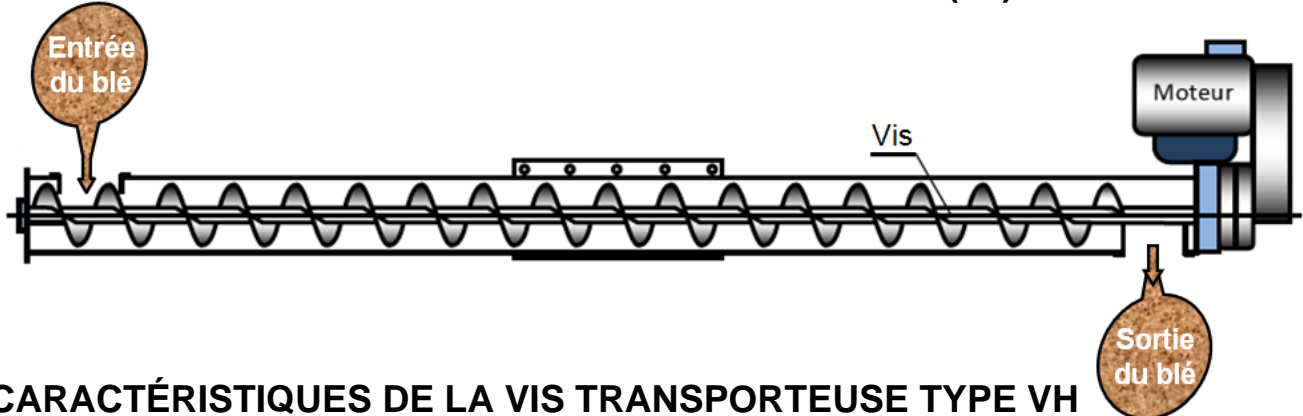
❖ DIAGRAMME ESPACE-TEMPS DE LA CAME



Points sur l'axe du temps	0	1	2	3	4	5	6	7
Espace correspondant	0	2	7	17	30,5	47	60	23,5

Points sur l'axe du temps	8	9	10	11	12	13	14	15
Espace correspondant	0	2	7	17	30,5	47	60	23,5

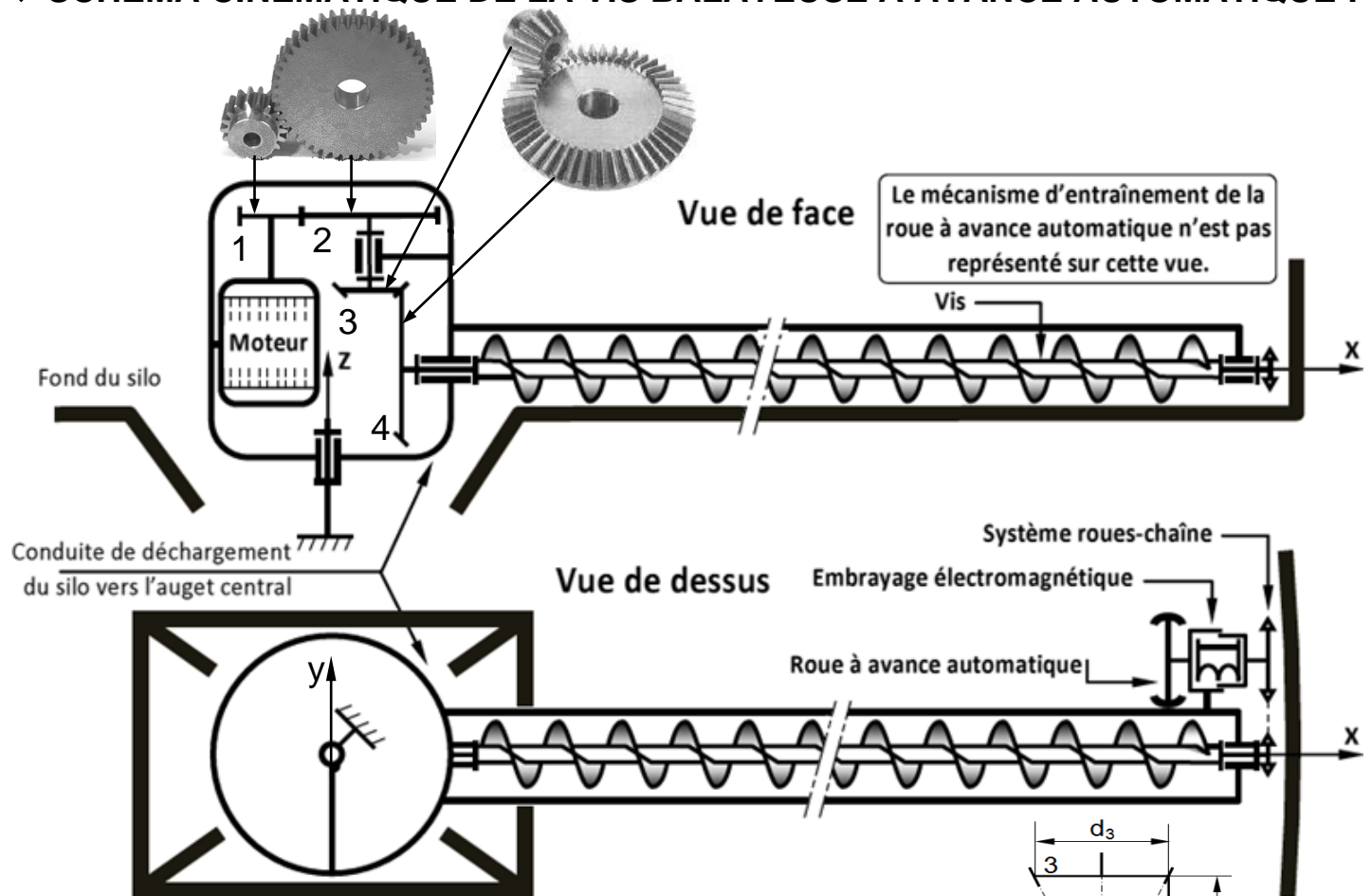
❖ **SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA VIS TRANSPORTEUSE (T0) TYPE VH :**



❖ **CARACTÉRISTIQUES DE LA VIS TRANSPORTEUSE TYPE VH**

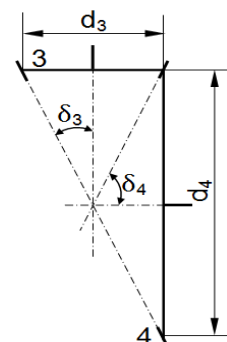
Type	VH 160				VH 200			VH 240			VH 300		VH 400		
	0° (horizontale)			45°	0°		45°	0°		45°	0°	45°	0°		
Débit (t/h)	15	20	30	20	30	40	35	30	40	60	50	100		100	
Fréquence de rotation (tr/min)	265	380	520	520	230	435	435	230	230	414	414	203	325	230	325

❖ **SCHÉMA CINÉMATIQUE DE LA VIS BALAYEUSE À AVANCE AUTOMATIQUE :**



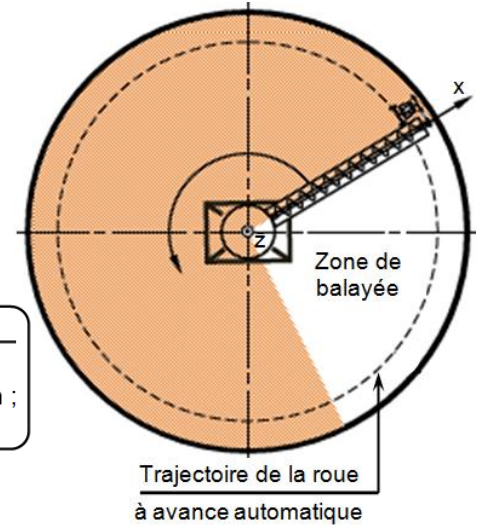
Données techniques relatives à la vis balayeuse

- $N_{\text{moteur}} = 1500 \text{ tr/min}$;
- Pignon 1 : $Z_1 = 42 \text{ dents}$;
- Roue 2 : $d_2 = 344 \text{ mm}$;
- Module $m_{1,2} = 4 \text{ mm}$;
- Pignon 3 : Angle au primitif $\delta_3 = 30^\circ$;
- Puissance du moteur : $P_M = 10,30 \text{ kW}$;
- Rendement de la transmission : $\eta_{1-4} = 0,97$;
- Rendement de la roue et chaîne : $\eta_{r-c} = 0,5$;
- Couple sur la roue à avance automatique : $C_{r-a} = 950 \text{ N.m}$



Dress3

❖ FOND PLAT DU SILO EN VUE DE DESSUS :



Données techniques relatives au fond plat du silo

- Périmètre de la roue à avance automatique $P_{r-a} = 1,25 \text{ m}$;
- Périmètre de la trajectoire de la roue à avance automatique dans le silo $P_s = 61,25 \text{ m}$;
- Fréquence de rotation de la roue à avance automatique $N_{r-a} = 50 \text{ tr/mn}$.

❖ LES PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX :

a- Ténacité : C'est la résistance à la rupture sous l'action d'un effort de traction.

b- Élasticité : C'est la propriété de revenir à la forme initiale après une déformation plus ou moins grande.

c- Dureté : C'est la résistance à la pénétration d'un corps par un autre en $\text{daN} / \text{cm}^2 = \text{bar}$.

d- Résilience : C'est la résistance aux chocs, et aux efforts brusques en daJ / cm^2 .

e- Endurance : Aptitude à subir des efforts variables en grandeur et en direction ; elle est déterminée par un certain nombre d'essais, et caractérisée par la limite d'endurance à "n" répétitions

f- Résistance au fluage : Aptitude à la résistance à la déformation sous l'action conjuguée d'une charge, d'une élévation de température et du temps.

g- Dilatabilité : C'est l'accroissement ou la réduction des dimensions d'un corps en fonction d'une variation de température.

h- Conductibilité ≠ Résistivité : Propriété de transmettre la chaleur, l'électricité.

i- Fusibilité : C'est le passage de l'état solide à l'état liquide sous l'action de la chaleur.

j- Malléabilité : Un métal est malléable lorsqu'il peut être réduit en feuilles plus mince (exemple : papier aluminium)

k- Ductilité : C'est la propriété qui permet à un métal d'être étiré ou tréfilé en fil de faible section (exemple : fils électrique...).

l- Fluidité : Propriété de certains métaux de pouvoir se mouler facilement.

m- Soudabilité : C'est des métaux qui peuvent se lier entre eux sous l'action de la chaleur par friction.

n- Action des agents chimiques : (acides, bases, sels, etc.)

Action très variable suivant les matériaux ; la plupart des métaux sont sensibles aux agents chimiques, les matières plastiques sont en général insensibles.

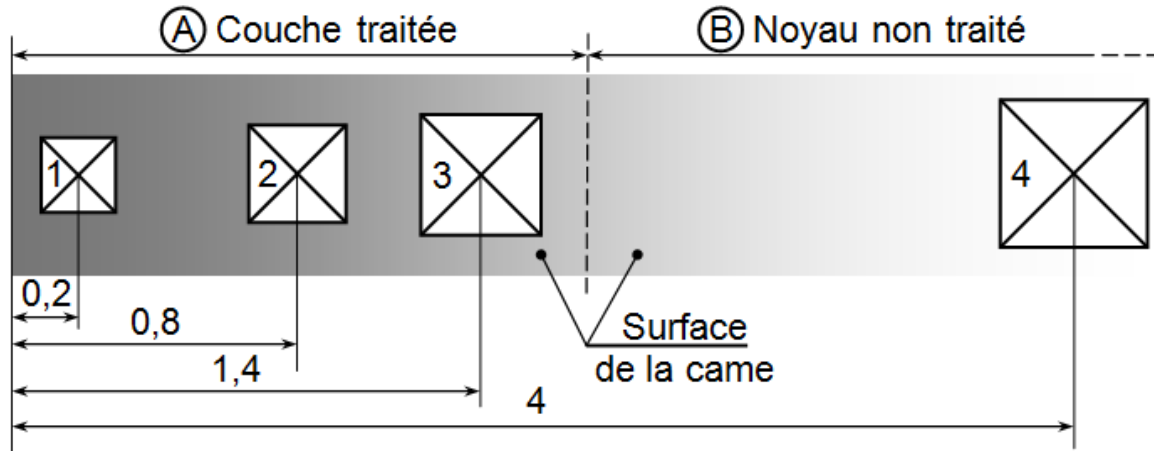
o- Inoxydabilité :

C'est la propriété de résistance à l'attaque de O_2 et H_2O , comme Nickel, Chrome, Étain....

p- Corrosion : Dégradation lente et progressive des métaux, due à différents facteurs : oxygène de l'air, agents atmosphériques (chaleur, humidité, etc.), contact avec un autre métal (cuivre et aluminium, par exemple).

q- Hétérogénéité : Qui est constitué d'éléments différents.

❖ Mesure de la dureté HV et types de courbes :



$$HV = 0,189 \cdot \frac{F}{d^2}$$

$$d = \frac{d1 + d2}{2}$$
 Avec : F en N
 $d1$ et $d2$ en mm

Pénétrateur
 Pyramide à base carrée
 Pièce
 Empreinte laissée par le pénétrateur sur la surface de la pièce

Variation brutale
 Durée de vie courte
 (risque de détachement de la couche superficielle)

Variation progressive
 Durée de vie normale

Légende
 (A) Couche traitée
 (B) Noyau non traité