

La chaîne d'énergie

Etude cinématique



Objectif	Utilisation des relations cinématiques fondamentales dans le cas de mouvements simples : translation et rotation autour d'un axe fixe, en vue de déterminer certaines grandeurs physiques nécessaires au dimensionnement de composants de la transmission.
Prérequis	Cours sur la cinématique du point
Documentation et matériel	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Système pilote automatique AT50 + alimentation électrique. ◆ Un chronomètre + un régllet. ◆
Programme	<p style="text-align: center;">C – 1 La chaîne d'énergie</p> <p style="text-align: center;">C1.1. Comportement mécanique des structures et des mécanismes</p>
Compétences intermédiaires à acquérir :	<ul style="list-style-type: none"> ◆ C1e : déterminer les grandeurs cinématiques caractéristiques associées à la fonction réalisée (vitesse linéaire ou/et angulaire d'entrée et de sortie) ;

NOM : Prénom :

1. Mise en situation.

La course au large à la voile, sportive ou pour le plaisir, oblige à une totale autonomie.

Les points à rallier, la longueur de la course, et les conditions climatiques (prévisions) permettent de calculer, la durée de la croisière, **les caps successifs à suivre** et les quantités de vivres et d'énergie nécessaires.

Ainsi, le voilier doit garder impérativement le cap fixé, pour rester dans des limites acceptables de sécurité ce qui impose une maîtrise permanente de la barre.

Toute erreur de cap peut s'avérer **dramatique**.

En effet, une erreur de cap de **3°** sur une course de **400 milles** nautiques (770km, ex: Marseille-Alger)), génère **21 milles** (39km) de décalage par rapport à la prévision d'arrivée !

Pour soulager l'équipage de la corvée monotone du maintien de la barre le "**pilote automatique**", automate capable de maintenir un cap sans surveillance humaine, est l'outil idéal.

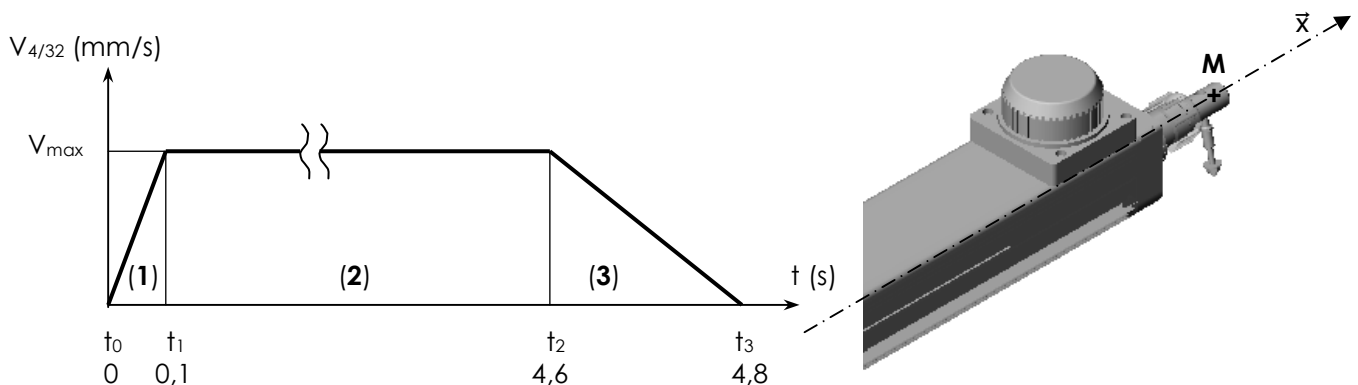
Son étude et sa réalisation requièrent une qualité apte à garantir une fiabilité de fonctionnement dans les conditions particulièrement agressives du milieu marin.

De la gestion du mouvement et de la vitesse d'action du pilote sur le safran dépend la qualité du cap. L'étude proposée ci-après portera sur certaines caractéristiques mécaniques ayant un effet sur la vitesse d'exécution des manœuvres du pilote automatique.

2. Données et hypothèses.

Un essai à vide du système a permis de relever une courbe donnant la variation de vitesse de la tige coulissante **4** du vérin en fonction du temps (mouvement supposé rectiligne d'axe \vec{x}).

On retrouve les caractéristiques simplifiées de ce mouvement, sur le graphe des vitesses qui comporte 3 phases repérées **1, 2 et 3**.



Le mouvement de la tige coulissante **4** du vérin a été repéré au cours du temps par la position d'un point M lui appartenant par rapport à un repère $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ lié au corps **32**.

La position du point M est définie par $\overrightarrow{OM} = x(t) \cdot \vec{x}$

A L'instant initial $t_0 = 0$, le point M est en O, origine du repère, tel que $x(t_0) = x_0 = 0$.

3. Travail demandé.

Q1. En actionnant le pilote manuellement, mesurer la vitesse de sortie de tige V_{\max} avec le tachymètre équipé pour mesurer la vitesse linéaire (avec la roue) : Répéter la mesure 3 fois, puis faire la moyenne des mesures effectuées.

Q2. Pour chacune des trois phases du mouvement de **4/32** décrites sur la graphique de la page précédente, déterminez les équations de déplacement suivant l'axe \vec{x} , de vitesse et d'accélération d'un point M de la tige.

Q3. Quelle est la valeur de la course parcourue par la tige **4** sur la totalité des 3 phases décrites sur le graphique ?

Q4. Quelle est alors la vitesse moyenne de la tige pour ce déplacement ?

Pour les calculs suivants, on étudie la phase **(2)** du mouvement, pendant laquelle la tige **4** se déplace à la vitesse constante V_{\max} .

Q5. Déterminer à quelle fréquence doit tourner la vis **5**.

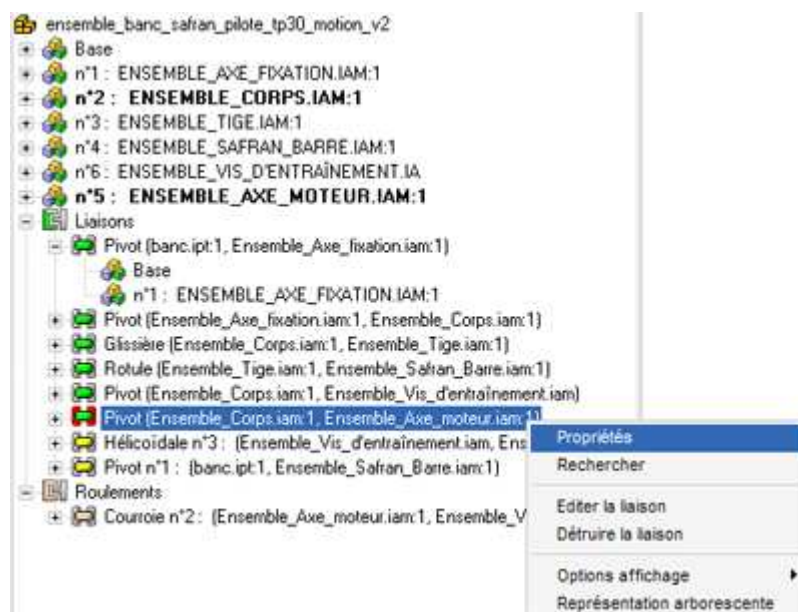
Q6. Déterminer le rapport de réduction r de l'étage poulie/courroie **{12 ; 16 ; 18}**

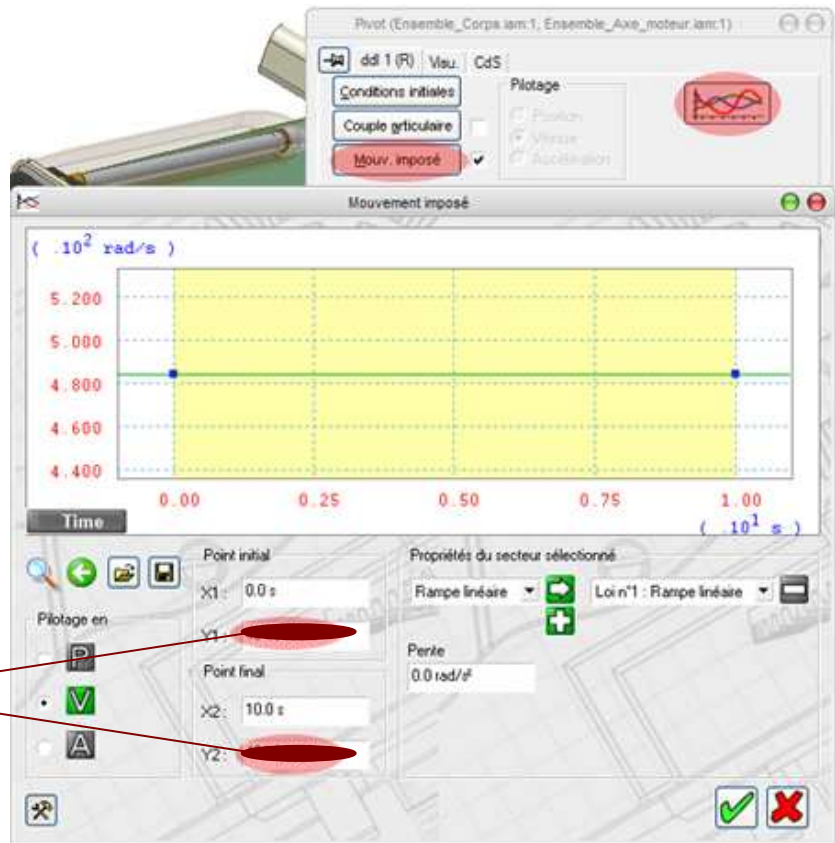
Q7. En déduire la fréquence de rotation de l'arbre moteur **29** ω_{29} .

Q8. A l'aide du tachymètre, mesurer la fréquence de rotation de la poulie motrice ω_{12} . On fera trois mesures dont on déduira la valeur moyenne.

Q9. Comparer la valeur mesurée ω_{12} et la valeur calculée ω_{29} . Expliquer les éventuels écarts.

Q10. Ouvrir le modèle numérique du pilote sous le logiciel de simulation mécanique et paramétrer la vitesse de rotation de la liaison pivot entre la poulie motrice et le corps du pilote (saisir la valeur calculée en rad/s).

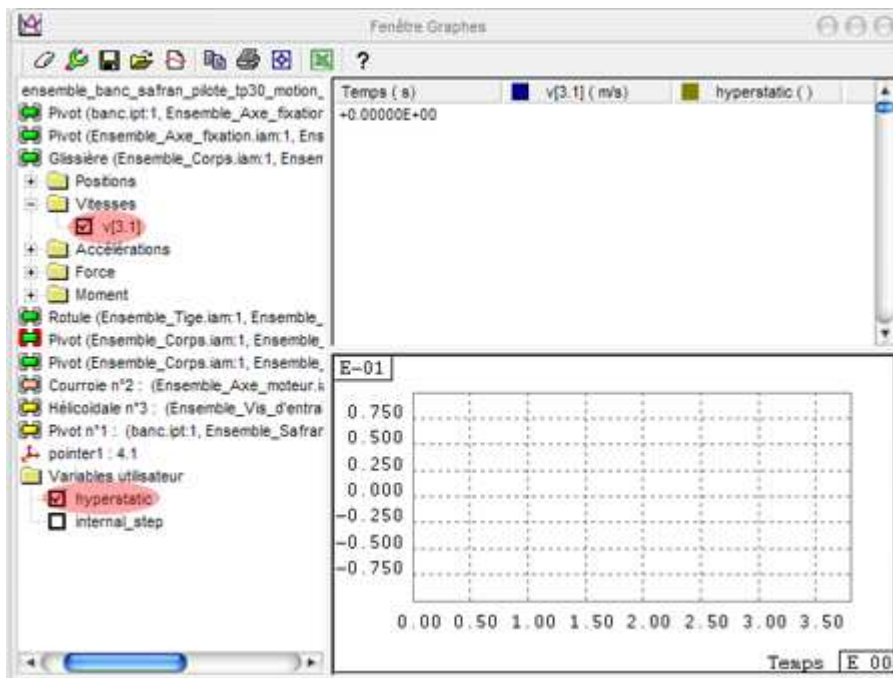




Saisir la valeur de la vitesse en rad/s dans ces deux champs

☞ Lancer la simulation.

☞ Editer dans le grapheur la courbe de la vitesse de la tige par rapport au corps.

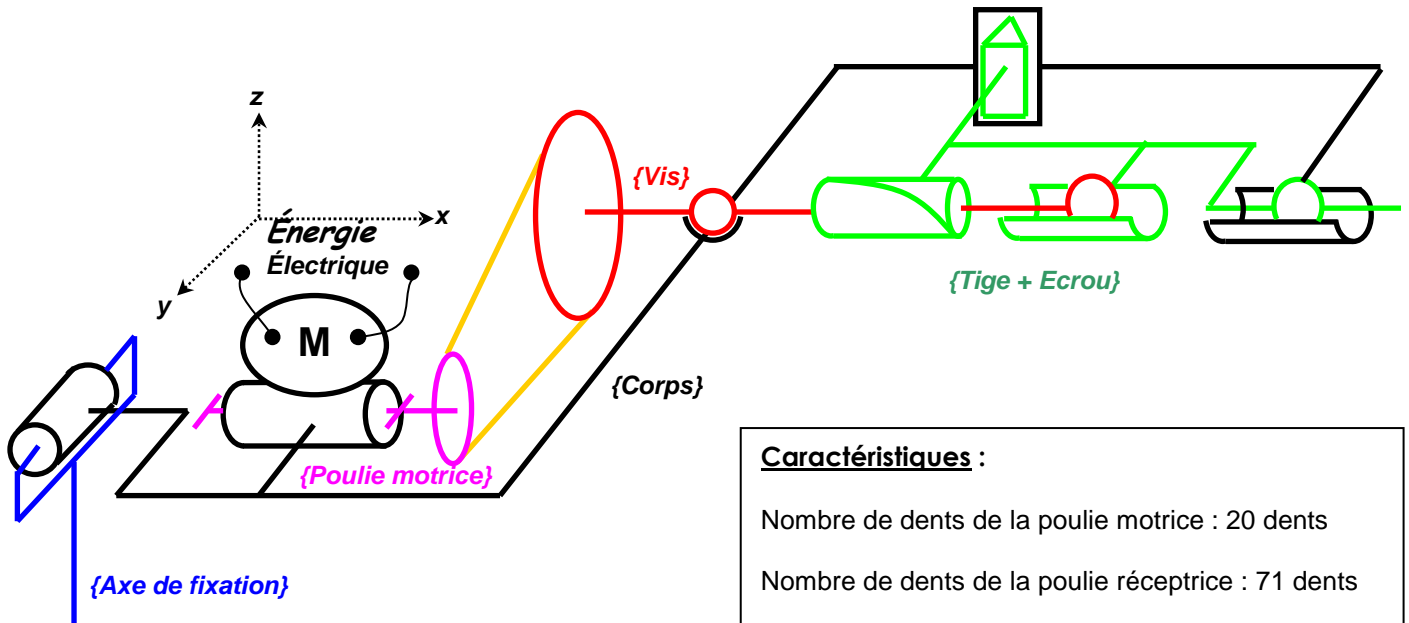


☞ Vérifier que la valeur de cette vitesse est en adéquation avec la valeur calculée.

☞ Observer le comportement du pilote lorsque la tige arrive en fin de course et justifier l'emploi des élastomères sur la tige du pilote.

Q11. On désire diminuer de 20 % le temps d'exécution d'une telle manœuvre par le pilote automatique. Quel est à votre avis le paramètre sur lequel il faut intervenir ?
A l'aide du schéma cinématique fourni, donnez une piste possible de modification constructive pouvant permettre un tel gain de temps d'exécution.

Schéma cinématique simplifié



NOM : _____

Prénom : _____

Document réponse I

Q1. $V_{\max} = 4,03 \text{ m/min}$, soit $V_{\max} = 0,067 \text{ m/s}$

Q2. Phase 1 : $0 \leq t \leq 0,1$

$$a(t) = a_0 = 0,67 \text{ m/s}^2$$

$$v(t) = a_0 \cdot t$$

$$x(t) = 0,5 \cdot a_0 \cdot t^2$$

Phase 2 : $0,1 \leq t \leq 4,6$

$$a(t) = 0$$

$$v(t) = V_{\max}$$

$$x(t) = V_{\max} \cdot (t - t_1) + x_1$$

Phase 3 : $4,6 \leq t \leq 4,8$

$$a(t) = a_2 = -0,336 \text{ m/s}^2$$

$$v(t) = a_2 \cdot (t - t_2) + V_{\max}$$

$$x(t) = 0,5 \cdot a_2 \cdot (t - t_2)^2 + V_{\max} \cdot (t - t_2) + x_2$$

Q3. $x_1 = x(t_1) = 3,35 \text{ mm}$; $x_2 = 303,35 \text{ mm}$; $x_3 = 310 \text{ mm}$ \Rightarrow Course totale = 310 mm

Q4. $V_{\text{moy}} = 310/4,8 = 64,6 \text{ mm/s}$

Q5. $\Omega_5 = V_{\max}/\text{pas} = 22,2 \text{ tr/s}$, soit $\omega_5 = 139,48 \text{ rad/s}$

Q6. $r = Z_{\{\text{moteur}\}}/Z_{\{\text{vis}\}} = 20/71 = 0,28$

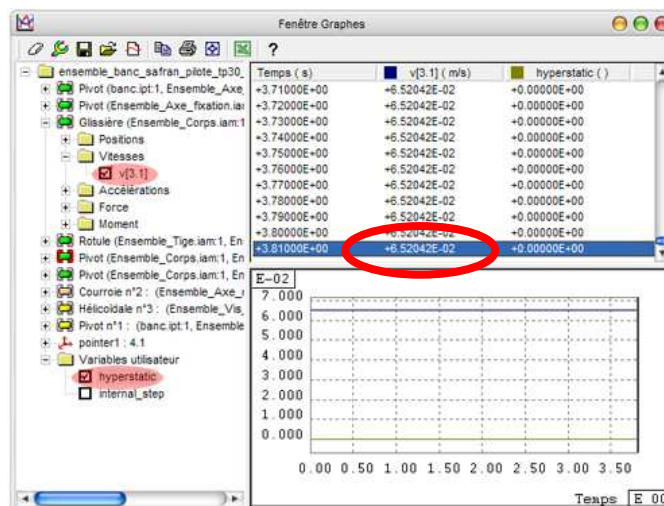
Q7. $\omega_{29} = \omega_5/r = 495 \text{ rad/s}$

Q8. Mesure : $N = 4650 \text{ tr/min}$ $\Rightarrow \omega_{12} = 487 \text{ rad/s}$

Q9. $\text{écart} = (\omega_{29} - \omega_{12})/\omega_{29} = 0,016$

Soit un écart mesure/calcul de 1,6%. Cela s'explique par les incertitudes de mesure.

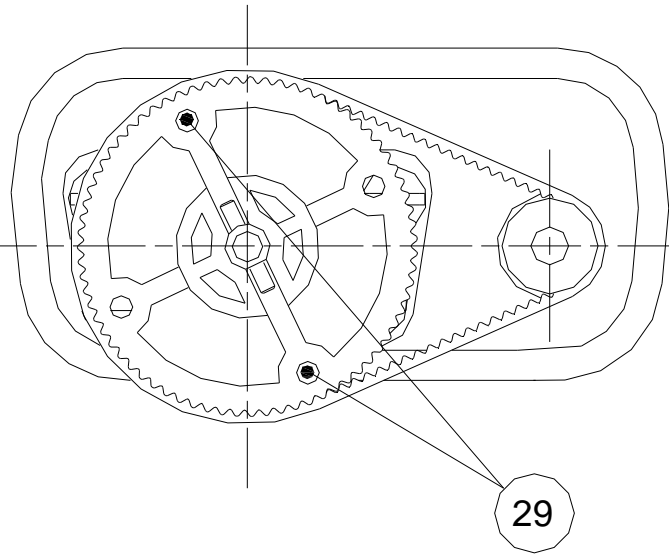
Q10.



$$V_{\text{motion}} = 6,52 \text{ m/s} = 3,81 \text{ m/min}$$

Les élastomères sont nécessaires pour amortir la tige en fin de course ; ce matériau déformable permet d'amortir les chocs.

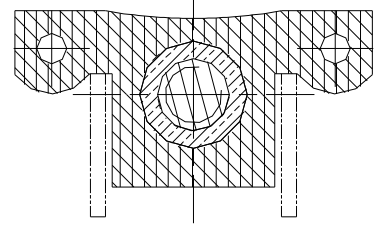
Q11. Il faudrait modifier les poulies : par exemple, diminuer le nombre de dents de la poulie {vis} de 20%.
 $Z_{\{\text{vis}\}} = 59$ dents.



29

A

B-B



365

B

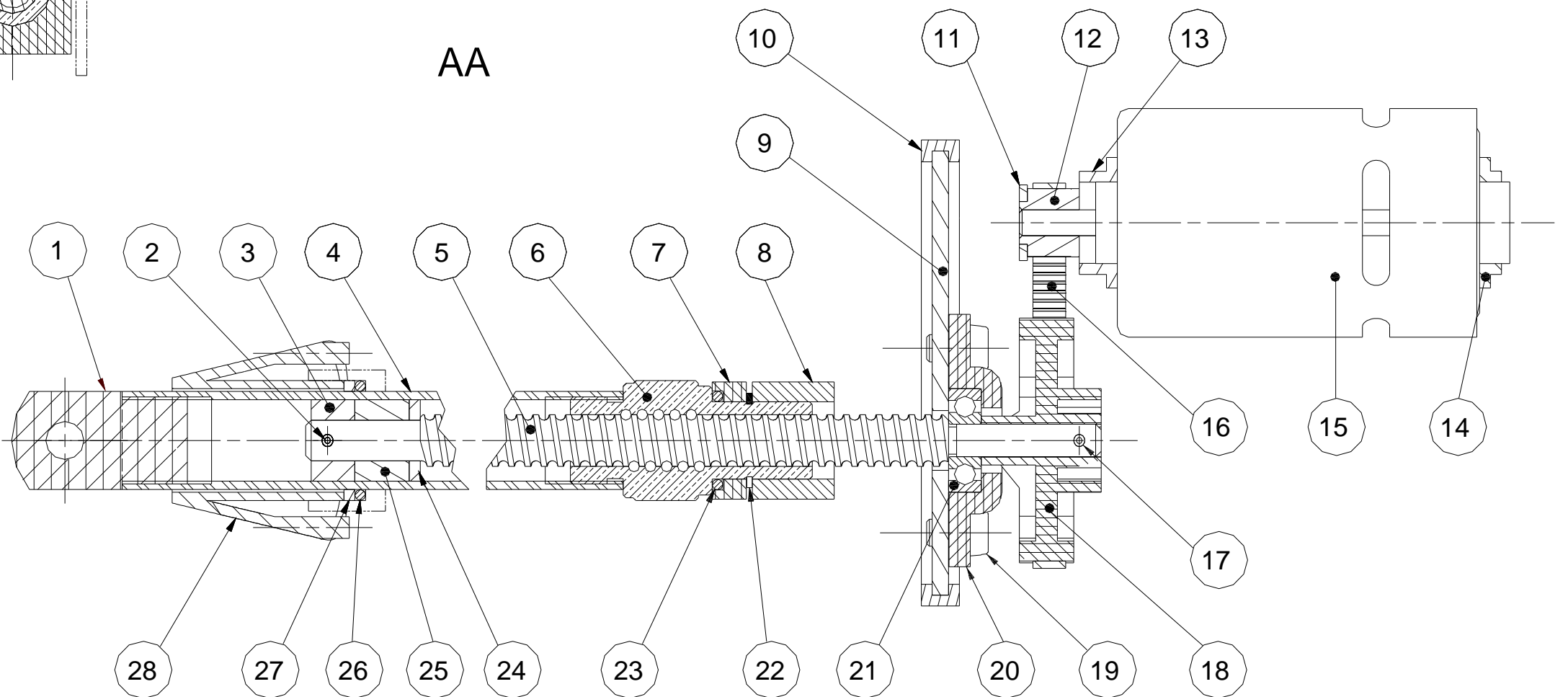
345

B

A

31	1	Corps inférieur	
30	1	Axe de liaison	Z 2 CN 18-10
29	2	Aimant	
28	1	Nez corps	
27	1	Rondelle	
26	1	Joint torique	Perbunan
25	1	Entretoise	Butadiène
24	1	Guide arrière de vis	Perbunan
23	1	Joint d'étanchéité	Silicone
22	1	Anneau élastique	Cu Be 2
21	1	Roulement à billes 6 BC 02	
20	1	Boîtier de roulement	Nylon
19	4	Vis CL S, M4-8	Z 6 CN 18-09
18	1	Poulie réceptrice	Polyamide
17	1	Goupille élastique	Z 30 C 13
16	1	Courroie crantée	Polychloroprène
15	1	Moteur électrique 12V CC	Mabuchi
14	1	Support arrière de moteur	Santoprène
13	1	Support avant de moteur	Santoprène
12	1	Poulie motrice	Zamak 3
11	1	Flasque poulie motrice	Zamak 3
10	1	Joint de maintien	Santoprène
9	1	Platine support mécanisme	Z 2 CN 18-10
8	1	Butée arrière	Santoprène
7	1	Guide écrou	Nylon
6	1	Ecrou à billes	Z 6 CND 17-11
5	1	Vis d'entraînement	pas = 3 mm.
4	1	Tige de vérin	Anodisation grise
3	1	Guide avant de vis	Perbunan
2	1	Goupille élastique	Z 30 C 13
1	1	Nez de vérin	POM gris
Rep	Nbre	Désignation	Observation

AA



Conçu par SIMRAD	Vérifié par	Approuvé par/date	Date 25/05/2004
Echelle 1:1		Ensemble_Pilote_TP30	
Format A3		Modification	Feuille 1 / 1