

# Pilote automatique

Pour barre franche



Pour barre à roue



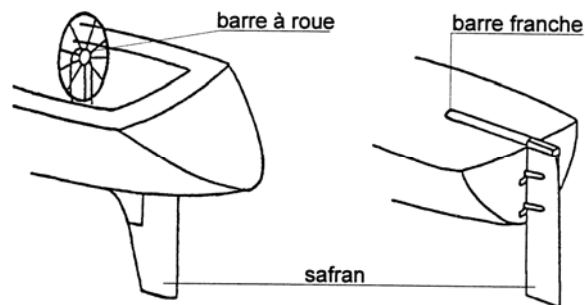
<b>1) MISE EN SITUATION.....</b>	<b>2</b>
11) CONSTITUTION D'UN GOUVERNAIL.....	2
12) NOTION DE ROUTE SUIVANT UN CAP.....	2
13) INTERET D'UN PILOTE AUTOMATIQUE.....	2
14) NOTION DE ROUTE AVEC CONSERVATION DE L'ALLURE.....	2
<b>2) ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE.....</b>	<b>3</b>
21) EXPRESSION DU BESOIN.....	3
22) MILIEUX ENVIRONNANTS ET FONCTIONS DE SERVICE.....	3
<b>3) ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE : SADT.....</b>	<b>4</b>
31) SYSTEME POUR BARRE FRANCHE (TP1800 - TP5000 - TP5500).....	4
32) SYSTEME POUR BARRE A ROUE (PI8000).....	4
<b>4) SYSTEME POUR BARRE FRANCHE (TP1800 - TP5000 - TP5500).....</b>	<b>5</b>
41) IMPLANTATION ET CONSTITUTION DU SYSTEME REEL.....	5
42) CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PILOTES UTILISES.....	5
43) MAQUETTE POUR BARRE FRANCHE.....	5
431) <i>Description</i> .....	5
432) <i>Maquette pour l'étude cinématique</i> .....	5
433) <i>Mise en service</i> .....	6
44) ÉCLATÉ DES PILOTES TP1800 - TP5000 - TP5500.....	7
441) <i>Éclaté général du pilote TP5000 - TP5500</i> .....	7
442) <i>Éclaté du mécanisme d'entraînement du pilote TP5000 - TP5500</i> .....	8
443) <i>Éclaté général du pilote TP1800</i> .....	9
444) <i>Éclaté du mécanisme d'entraînement du pilote TP1800</i> .....	10
<b>5) SYSTEME POUR BARRE A ROUE (PI8000).....</b>	<b>11</b>
51) IMPLANTATION ET CONSTITUTION DU SYSTEME REEL.....	11
52) PRESENTATION DU GROUPE HYDRAULIQUE.....	11
53) CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PILOTES UTILISES.....	12
54) MAQUETTE POUR BARRE A ROUE.....	12
541) <i>Description</i> .....	12
542) <i>Principe de fonctionnement du débitmètre à engrenages : Débit moyen – Débit instantané</i> .....	13
543) <i>Mise en service</i> .....	13
55) CARACTERISTIQUES DU MOTEUR A COURANT CONTINU.....	14
56) POMPE HYDRAULIQUE A PISTONS AXIAUX.....	15
561) <i>Dessin d'ensemble</i> .....	15
562) <i>Nomenclature</i> .....	16

## 1) Mise en situation.

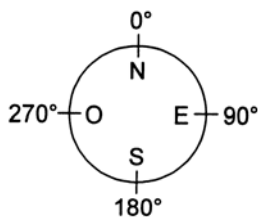
### 11) Constitution d'un gouvernail.

Un bateau est dirigé à l'aide d'un gouvernail constitué :

- du safran au contact de l'eau,
- de la mèche qui est l'axe du gouvernail,
- d'une barre :
  - à roue, utilisée comme un volant,
  - ou franche manœuvrée en poussant ou en tirant.



### 12) Notion de route suivant un cap.



Pour aller d'un point à un autre, le barreur doit suivre sur le compas de route, un cap qu'il a auparavant déterminé à l'aide d'un rapporteur, sur une carte marine.

Le cap est l'angle mesuré entre la direction du Nord magnétique et la route du bateau.

Par convention le Nord magnétique correspond à 0°, l'Est à 90°, le Sud à 180° et l'Ouest à 270° avec toutes les valeurs intermédiaires possibles entre 0° et 360°.

Sur les cartes, la direction du Nord parallèle aux méridiens correspond au Nord géographique. Il existe entre le Nord magnétique et le Nord géographique un angle de correction, variable d'une année sur l'autre.

### 13) Intérêt d'un pilote automatique.

**Visionner la vidéo (pour un pilote à barre franche) située dans le répertoire Groupe SI / Dossier technique.**

Un bateau et en particulier un voilier est plus difficile à diriger en ligne droite qu'une voiture car des perturbations (courants, vagues, variations de la force du vent) le font dévier de sa route.

Optimiser l'interaction entre la barre, le vent et la mer est l'essence même de la pratique de la voile. Contrôler et maintenir le cap avec précision et efficacité, demande une attention extrêmement soutenue, difficile à maintenir :

- lors de longue distance (un barreur, ne peut respecter un cap, à plus ou moins 5°, seulement pendant un temps d'1 à 2 heures),
- lors de mauvais temps,
- avec un équipage fatigué, ou en solitaire,
- ...

Le pilote automatique (relié au safran) est capable d'analyser et d'interpréter un maximum d'informations extérieures, pour répondre rapidement et avec précision aux besoins du bateau et du navigateur.

C'est un **système automatique** dont le but est de maintenir le cap du bateau. Il contient une carte électronique à microcontrôleur et un programme de gestion qui lui donne une certaine forme d'intelligence.

Il présente les avantages suivants :

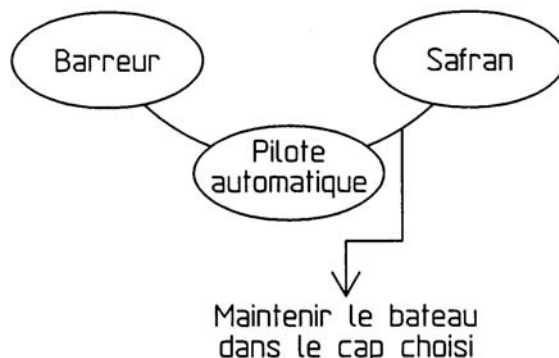
- libérer le barreur qui peut effectuer d'autres tâches,
- améliorer la route suivie, le pilote automatique étant plus précis qu'un barreur moyen.

### 14) Notion de route avec conservation de l'allure.

Afin de maintenir l'allure de navigation, il est possible de relier le pilote à une girouette placée en tête de mat. Le pilote suivra alors un cap de telle façon que l'angle entre la direction du bateau et celle du vent soit maintenu constant.

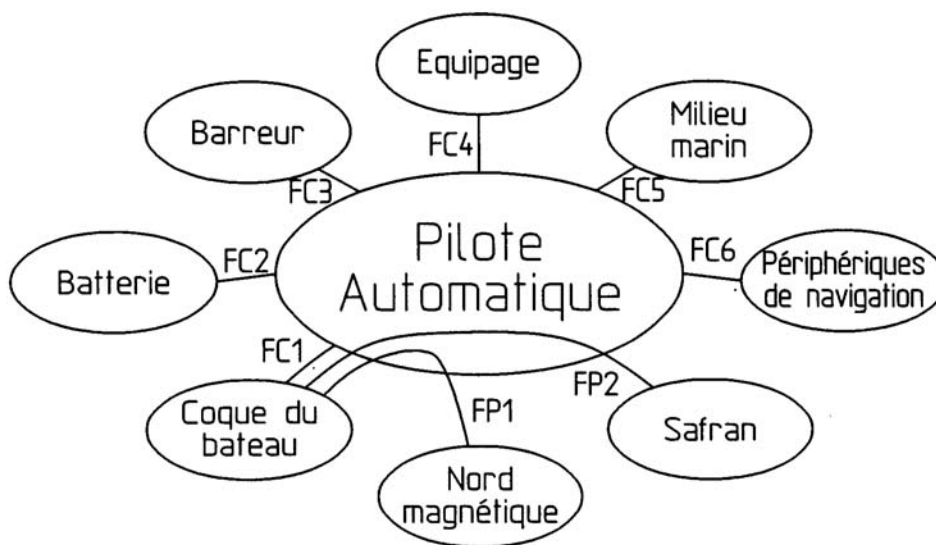
## 2) Analyse fonctionnelle externe.

### 21) Expression du besoin.



### 22) Milieux environnants et fonctions de service.

Le diagramme des interacteurs ci-dessous permet de visualiser les relations (ou interactions) entre le système étudié et son environnement. A ces relations correspondent des fonctions de service que doit satisfaire le système.



FP1 : analyser la direction du bateau par rapport au nord magnétique et au cap choisi afin d'ajuster la position du safran

FP2 : manoeuvrer le safran

FC1 : s'intégrer au bateau

FC2 : puiser son énergie d'une batterie

FC3 : permettre au barreur de sélectionner les divers modes de marche

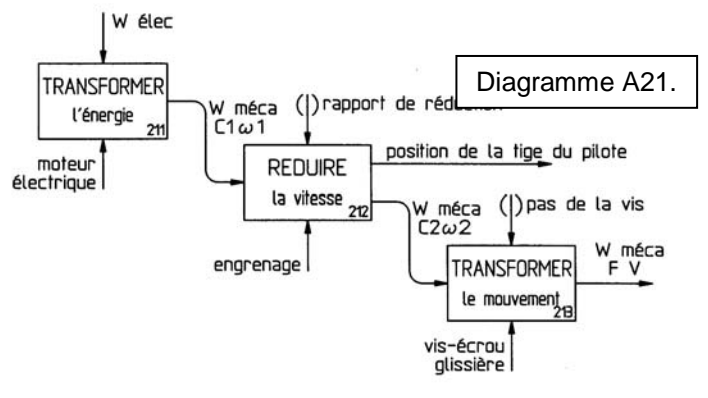
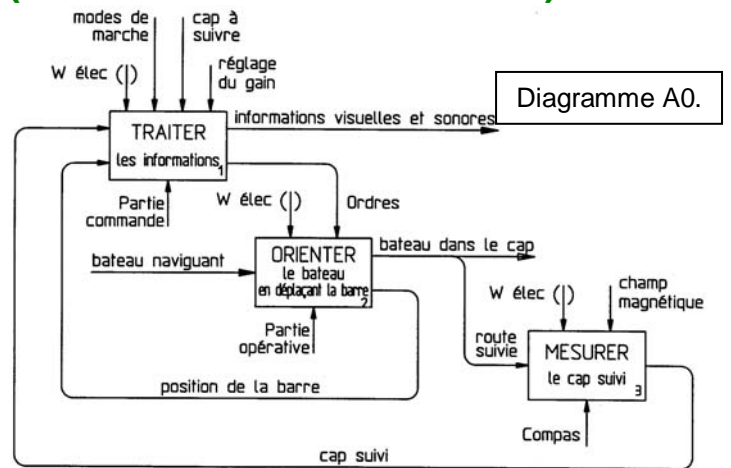
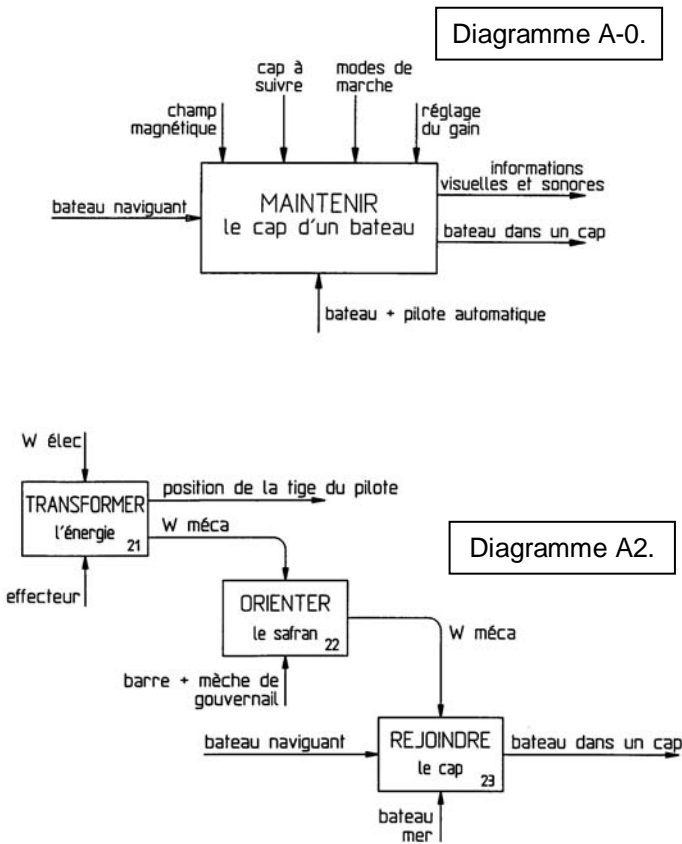
FC4 : être accepté par les membres de l'équipage (encombrement, bruit, aspect...)

FC5 : résister au milieu extérieur (soleil, température, embruns...)

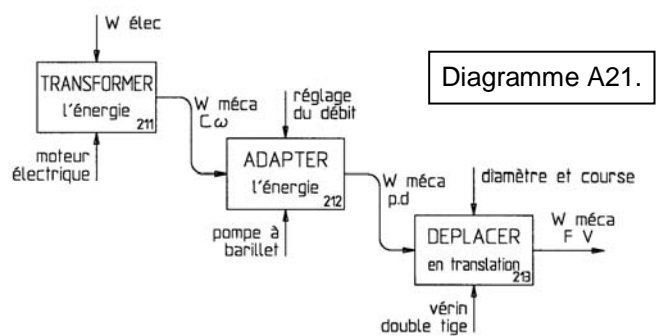
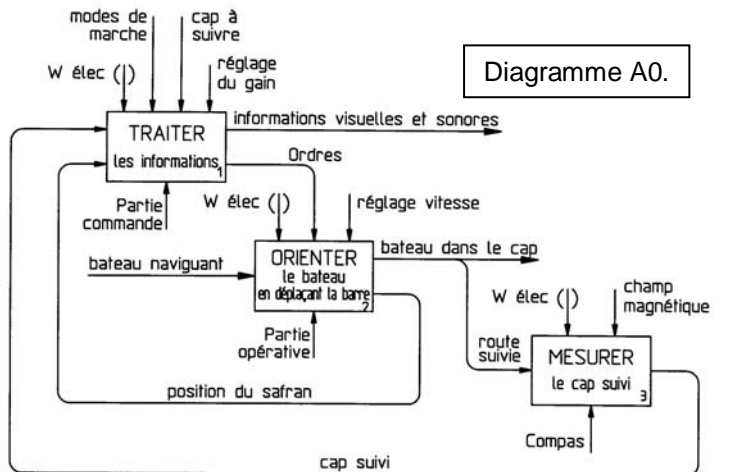
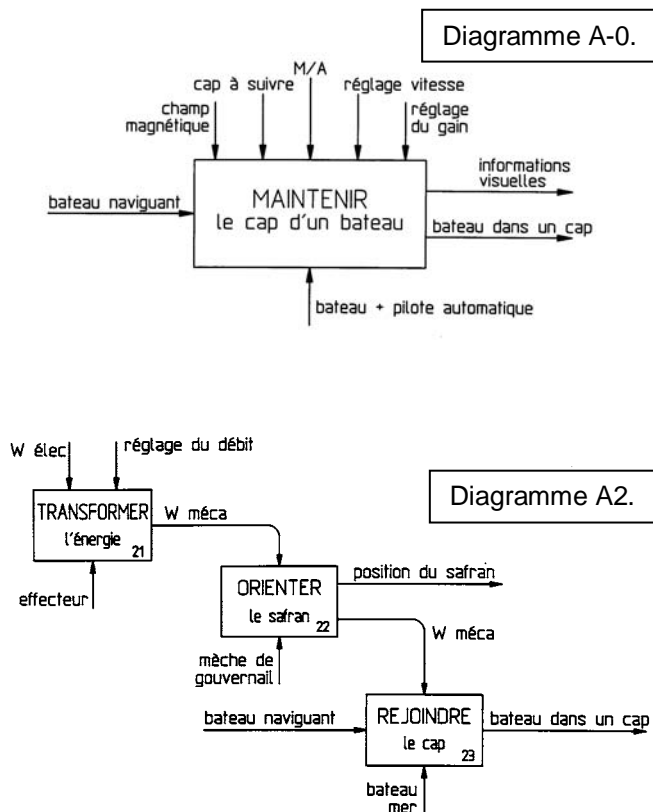
FC6 : permettre de raccorder éventuellement le pilote automatique aux périphériques de navigation

### 3) Analyse fonctionnelle interne : SADT.

#### 31) Système pour barre franche (TP1800 - TP5000 - TP5500).



#### 32) Système pour barre à roue (PI8000).



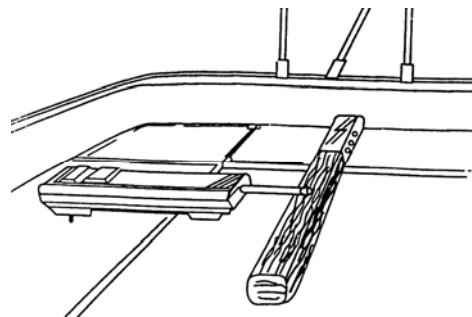
## 4) Système pour barre franche (TP1800 - TP5000 - TP5500).

### 41) Implantation et constitution du système réel.

Le système pour barre franche, de la société Navico, se compose principalement :

- d'un **capteur compas "fluxgate"**,
- d'une **électronique de commande**,
- d'un **vérin électrique à vis** qui manœuvre la barre.

Il se fixe sur le banc ou sur le dossier du banc. La tige de vérin est liée à la barre par dessus (voir illustration) ou par dessous. Il doit être installé éloigné de toutes sources d'interférences magnétiques (y compris du compas de route).

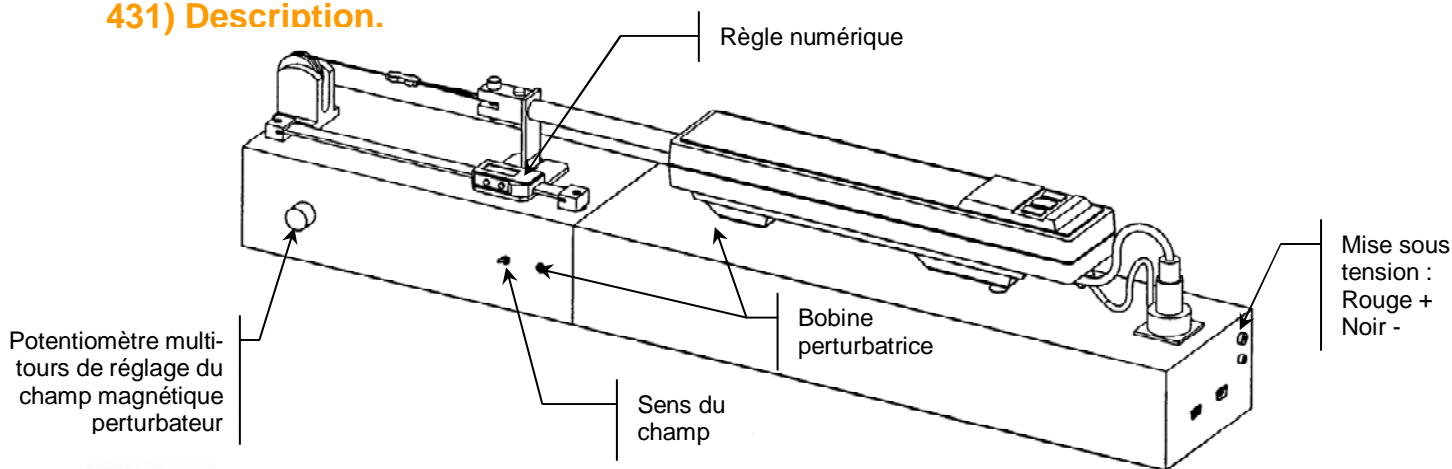


### 42) Caractéristiques techniques des pilotes utilisés.

	TP1800	TP5000	TP5500
Alimentation	12 V	12 V	12 V
Consommation moyenne	180 mA	180 mA	180 mA
Butée à butée (avec effort de tirage nul)	12,5 s	9 s	5 s
Effort de tirage	250 N	300 N	450 N
Effort de poussée	360 N	450 N	650 N
Course du vérin	240 mm	240 mm	240 mm

### 43) Maquette pour barre franche.

#### 431) Description.

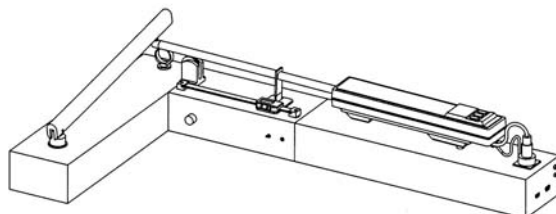


Si l'afficheur est éteint, une impulsion sur le bouton de droite l'allume. Vérifier que l'unité utilisée est le mm.

La mise à zéro de l'afficheur se fait par une impulsion du bouton de droite. L'extinction de l'afficheur se fait par un appui prolongé sur le bouton de droite.

#### 432) Maquette pour l'étude cinématique.

Elle permet de relever l'angle de rotation de la barre en fonction du déplacement de la tige du pilote.

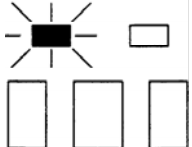
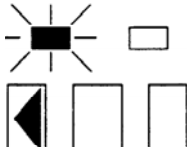
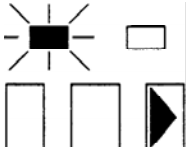
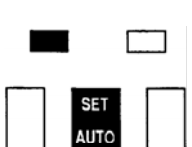
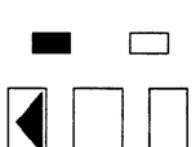
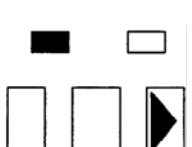
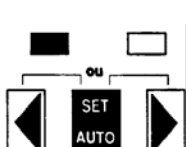
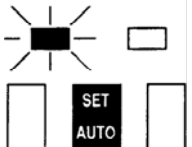


### 433) Mise en service.

#### Mise en route du pilote

La mise en route du pilote se fait simplement en branchant le pilote sur une source d'énergie de tension de 12 volts continu (ici une batterie plutôt qu'un générateur afin d'éviter les perturbations magnétiques dues à celui-ci). Ne pas se tromper de polarité (Rouge +, Noir -).

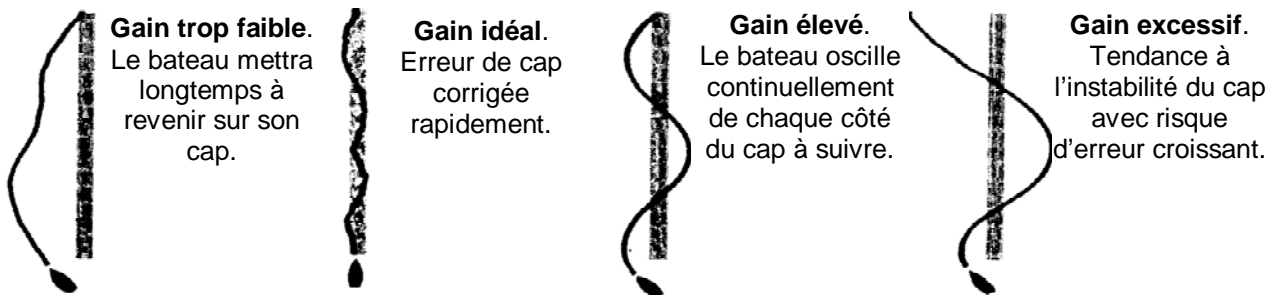
#### Mode manuel, mode automatique.

<p>1) A la mise sous tension, le pilote se trouve en mode manuel (la LED clignote).</p>	<p>2) Un appui sur la touche rouge modifie le cap à suivre vers bâbord (gauche).</p>	<p>3) Idem du côté tribord (droite).</p>	<p>4) Une simple pression sur « SET AUTO » bloque le pilote sur le cap suivi par le bateau. Le pilote est alors en mode automatique. La LED reste allumée.</p>
			
<p>5) Un appui sur la touche rouge modifie le cap à suivre de 1° bâbord. Si la touche est maintenue enfoncée, au double bip la modification sera de 10° bâbord.</p>	<p>6) Idem du côté tribord.</p>	<p>7) En appuyant ensemble sur « SET AUTO » et l'une des 2 touches, le pilote commande un virement de 100° bâbord (rouge) ou tribord (vert).</p>	<p>8) L'appui sur « SET AUTO » ramène le pilote en attente (mode manuel).</p>
			

En mode automatique, changer l'orientation de la platine support du pilote d'une dizaine de degrés dans un sens puis dans l'autre et observer son effet.


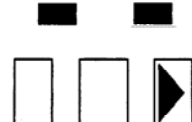

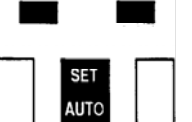
#### Réglage du gain.

Il ne faut pas confondre le « gain » au sens de l'entreprise NAVICO avec le gain rencontré dans un amplificateur ou celui d'un asservissement. Les schémas ci-dessous représentent les effets des différentes valeurs du « gain ».



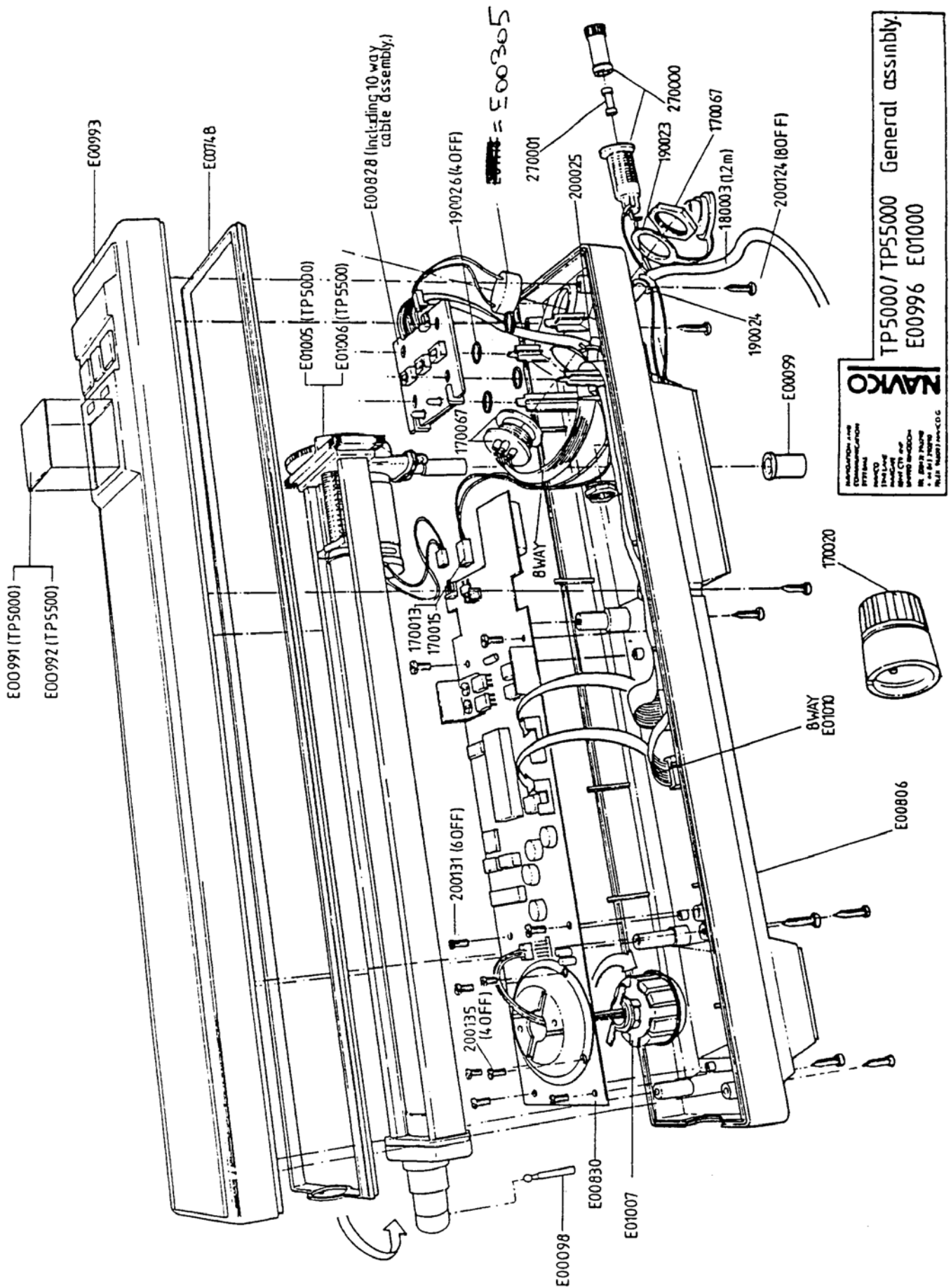
Le « gain » peut prendre les valeurs de 1 à 9. Le réglage par défaut est de 5.

Dans un premier temps, pour les premières mesures vérifier, que le « gain » est bien de 5. Pour cela suivre la procédure suivante :

<p>Appuyer simultanément sur les 2 touches extérieures tout en mettant le pilote sous tension. Le nombre de bip (de 1 à 9) indique la valeur du gain</p>	<p>Pour augmenter le gain appuyer sur la touche tribord. Chaque impulsion augmente de 1 la valeur du gain</p>	<p>Idem pour diminuer avec la touche bâbord</p>	<p>Pour confirmer la valeur choisie, appuyer sur « SET AUTO » La valeur de 5 est la valeur à prendre par défaut.</p>
			

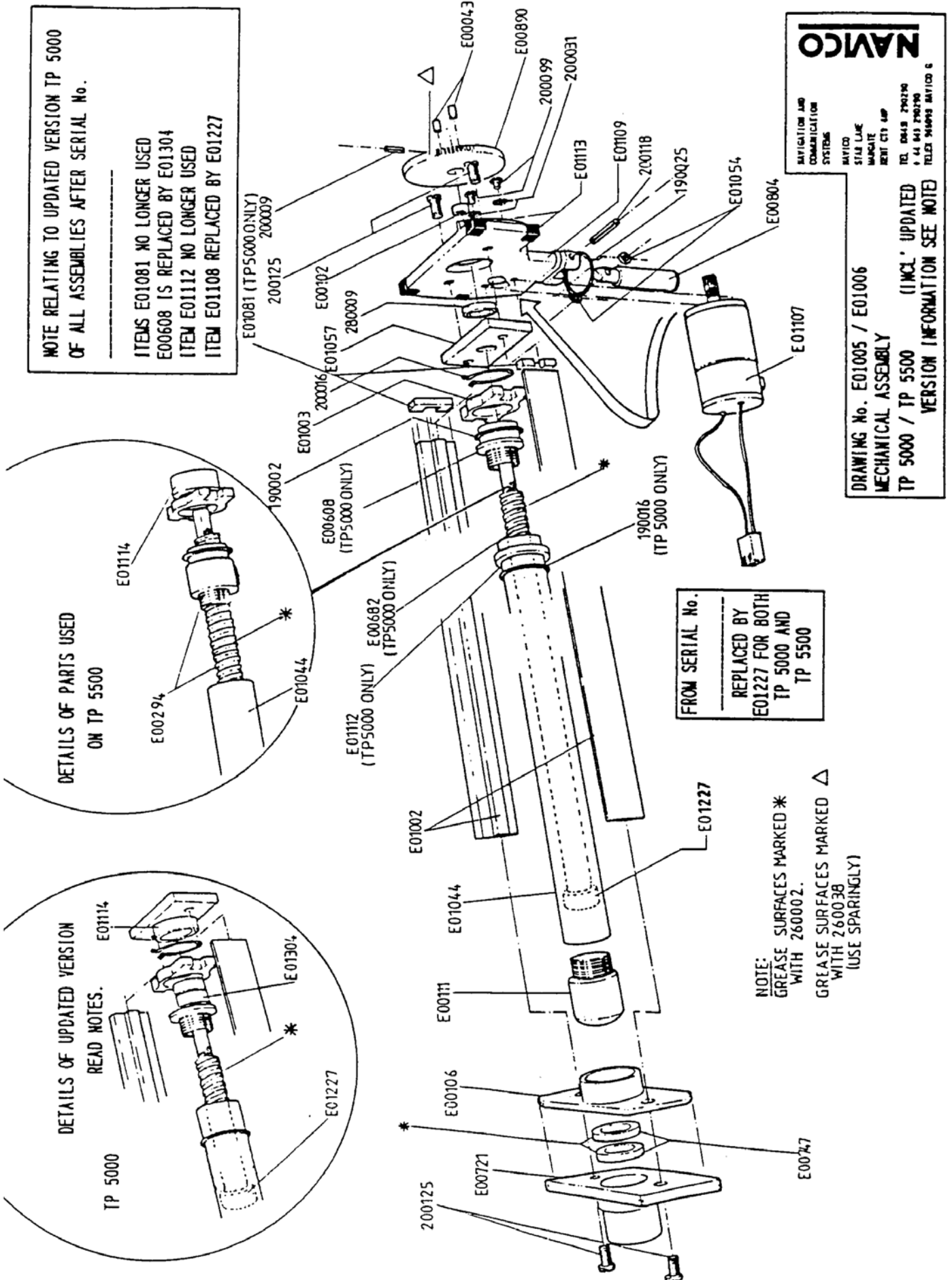
## 44) Éclaté des pilotes TP1800 - TP5000 - TP5500.

### 441) Éclaté général du pilote TP5000 - TP5500.

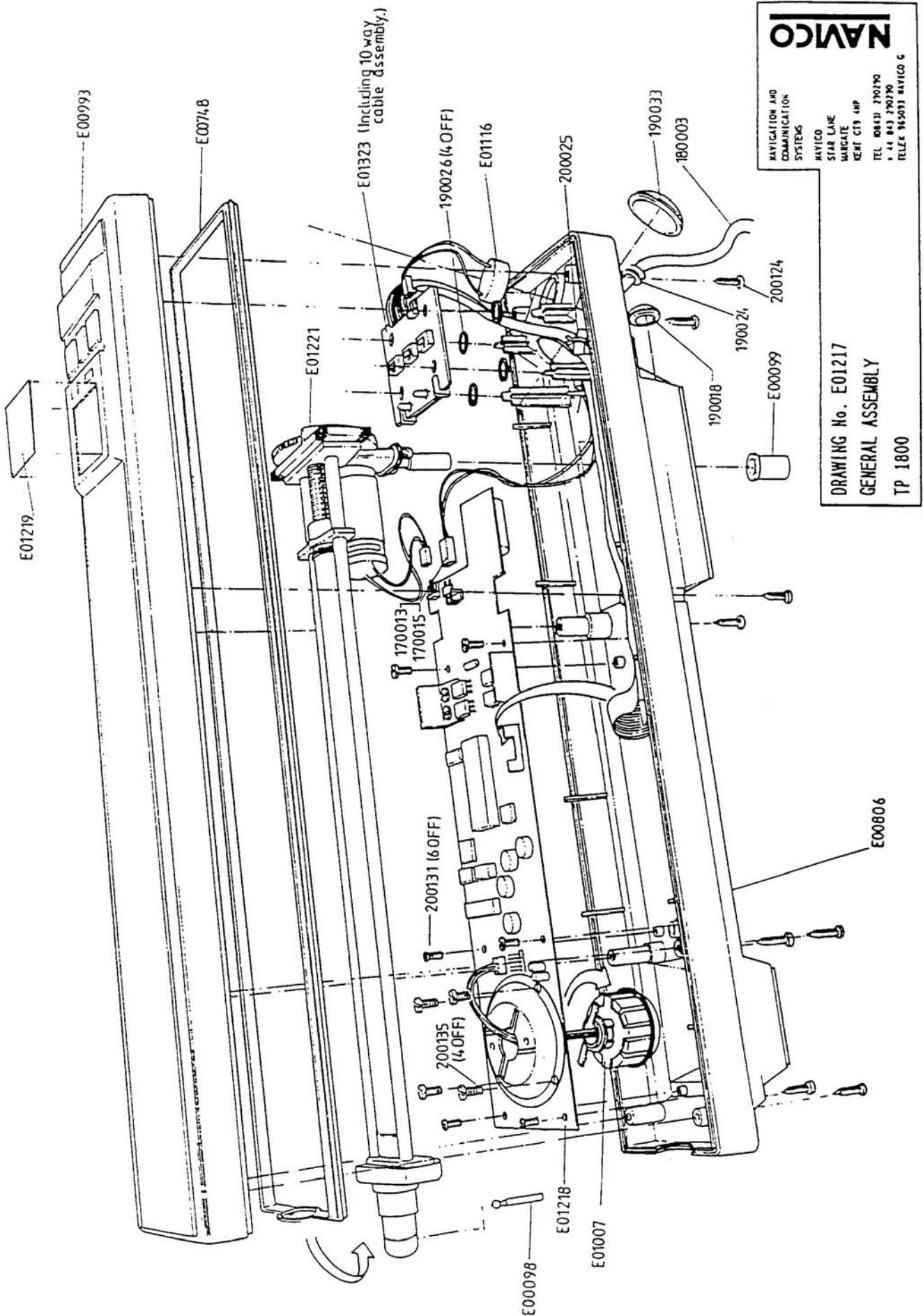




442) Éclaté du mécanisme d'entraînement du pilote TP5000 - TP5500.



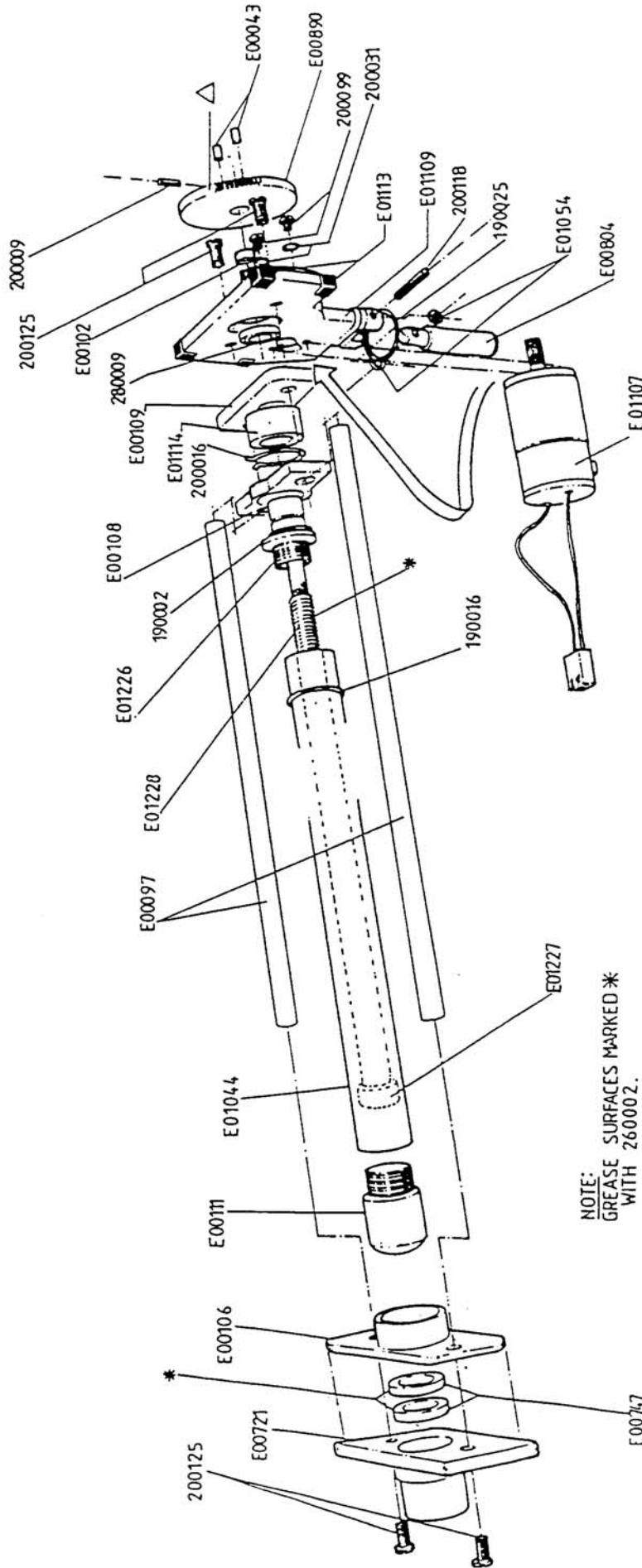
443) Éclaté général du pilote TP1800.



**NAVICO**  
NAVIGATION AND  
COMMUNICATION  
SYSTEMS  
NAVICO  
STAR LAKE  
MARGATE  
KENT CT19 4HP  
TEL 0843 290190  
FAX 843 290190  
TELEX 965003 NAVICO G

DRAWING No. E01217  
GENERAL ASSEMBLY  
TP 1800

444) Éclaté du mécanisme d'entraînement du pilote TP1800.



NOTE:  
 GREASE SURFACES MARKED \*  
 WITH 260002.  
 GREASE SURFACES MARKED △  
 WITH 260038  
 (USE SPARINGLY)

**NAVCO**

NAVIGATION AND  
 COMMUNICATION  
 SYSTEMS

NAVICO  
 STAR LANE  
 MARGATE  
 REEF CT9 4HP

TEL 08843 290290  
 F 44 843 290290  
 TELEX 965093 NAVICO G

---

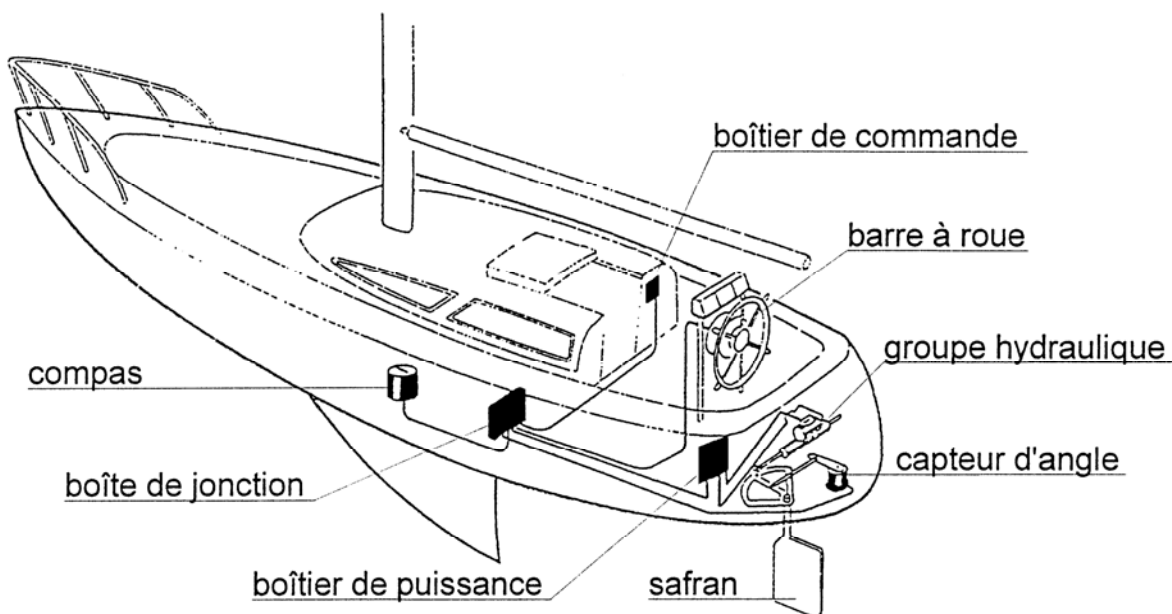
DRAWING No. E01221  
 MECHANICAL ASSEMBLY  
 TP 1800

## 5) Système pour barre à roue (PI8000).

### 51) Implantation et constitution du système réel.

Le système pour barre à roue, de la société Navico, se compose principalement :

- d'un **capteur compas** HS 8000 qui est placé à proximité du centre de gravité du bateau (sous réserve de ne pas être perturbé par des champs magnétiques parasites) et permet de connaître le cap suivi par le bateau,
- d'une **boîte de jonction** JB 8000 qui assure la commande du système,
- d'un **boîtier de commande** qui permet le contrôle par le barreur et la visualisation des informations,
- d'un **groupe hydraulique**, constitué d'un moteur électrique, d'une pompe hydraulique et d'un vérin hydraulique, qui actionne le safran,
- d'un **capteur d'angle** de barre qui détecte les mouvements du safran,
- d'un **boîtier de puissance** PAU1 qui fournit l'énergie nécessaire au groupe hydraulique.



### 52) Présentation du groupe hydraulique.

La société Navico France propose des groupes hydrauliques Lecomble et Schmitt pour équiper les pilotes automatiques de bateaux de taille importante.

La manœuvre d'un safran de bateau requiert un "couple" important, mais se fait à une vitesse modérée. L'énergie disponible sur un voilier, outre celle fantasque du vent, provient de batteries ou d'un alternateur. C'est de l'énergie électrique basse tension.

La chaîne d'énergie nécessaire pour manipuler le safran de voiliers conséquents comportera donc :

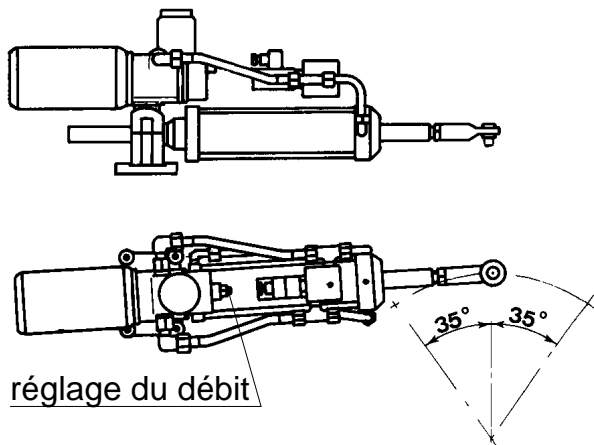
- un moteur électrique à courant continu, 12 V ou 24 V, qui tourne à 2000 tr/mn,
- une pompe hydraulique à barillet 6 pistons axiaux à débit réglable entre 0,2 et 2 l/mn sous 25 bars,
- un vérin hydraulique double effet double tige dont le diamètre du piston est de 40 ou 50 mm,
- un mécanisme permettant de transformer le mouvement de translation en mouvement de rotation.

Ce système a les avantages :

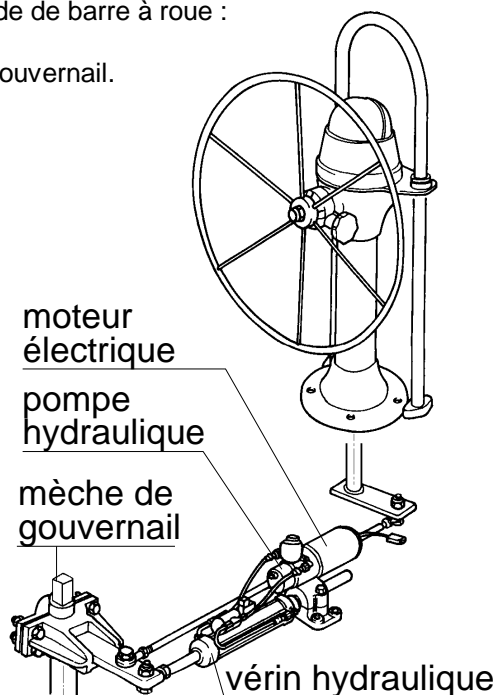
- d'être irréversible (lorsque les deux chambres du vérin sont isolées, le mécanisme reste immobile),
- d'autoriser une commande manuelle de la barre (hors énergie un distributeur 2/2 permet de mettre en communication les chambres avant et arrière du vérin double tige),
- d'adapter la vitesse de déplacement du safran selon la taille du bateau, et surtout son comportement sous barre (en ajustant le débit de la pompe hydraulique).

Le groupe hydraulique se monte en parallèle avec la commande de barre à roue :

- le support du groupe se fixe sur le bateau,
- l'extrémité du vérin hydraulique est reliée à la mèche du gouvernail.



réglage du débit



moteur électrique

pompe hydraulique

mèche de gouvernail

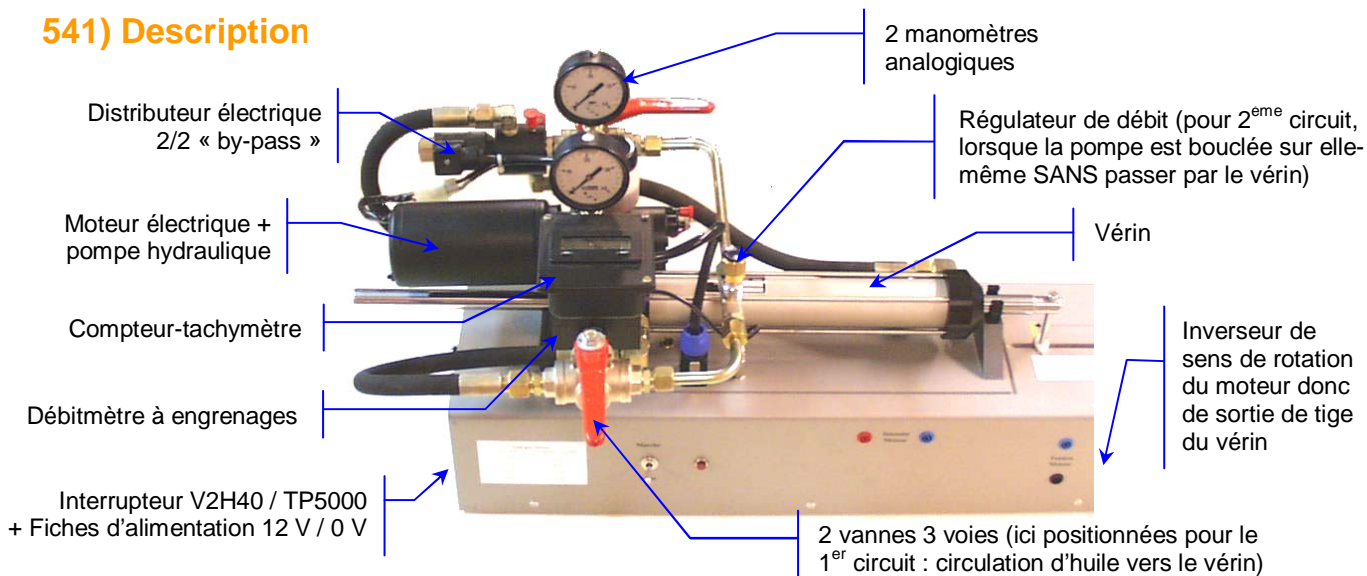
vérin hydraulique

### 53) Caractéristiques techniques des pilotes utilisés.

		H40	H50	H50
Piston de diamètre	D en mm	40	50	50
Tige de diamètre	d en mm	20	23	23
Surface	S en cm <sup>2</sup>	9,4	15,5	15,5
Bras	B en mm	210	200	260
Pression maxi	p en bar	25	25	25
Poussée réelle	en N	2360	3870	3870
Couple réel	en m.kg	49	77	101
Pression maxi pour vérin	en bar	50	50	50
Poussée maxi pour vérin	en N	4710	7740	7740
Couple	en m.kg	100	150	200

### 54) Maquette pour barre à roue.

#### 541) Description



2 manomètres analogiques

Distributeur électrique 2/2 « by-pass »

Régulateur de débit (pour 2<sup>ème</sup> circuit, lorsque la pompe est bouclée sur elle-même SANS passer par le vérin)

Moteur électrique + pompe hydraulique

Vérin

Compteur-tachymètre

Inverseur de sens de rotation du moteur donc de sortie de tige du vérin

Débitmètre à engrenages

2 vannes 3 voies (ici positionnées pour le 1<sup>er</sup> circuit : circulation d'huile vers le vérin)

Interrupteur V2H40 / TP5000 + Fiches d'alimentation 12 V / 0 V

## 542) Principe de fonctionnement du débitmètre à engrenages : Débit moyen – Débit instantané.

Le débit moyen ne représente pas exactement la même chose que le débit instantané. Le premier représente le débit mesuré sur une grande période (au moins aussi grande que la durée d'un cycle), alors que le deuxième est différent à chaque instant : il dépend de la technologie utilisée et en particulier du nombre de pistons. On préfère que le débit instantané ne varie pas trop.







Le débitmètre du banc permet de mesurer le débit moyen. C'est ce qui nous intéresse actuellement. Le débit est mesuré par le comptage électronique des tours effectués par deux engrenages de précision : à chaque fois qu'une dent passe au niveau du *détecteur de proximité*, une impulsion électrique est générée.

Ce débit est affiché sur le compteur tachymètre.

## 543) Mise en service.

### Recommandations :

**Il est interdit de manipuler les deux vannes pendant le fonctionnement, et surtout, il est interdit de les aligner (c'est à dire que les 2 vannes soient en même temps perpendiculaires à l'axe du vérin).**

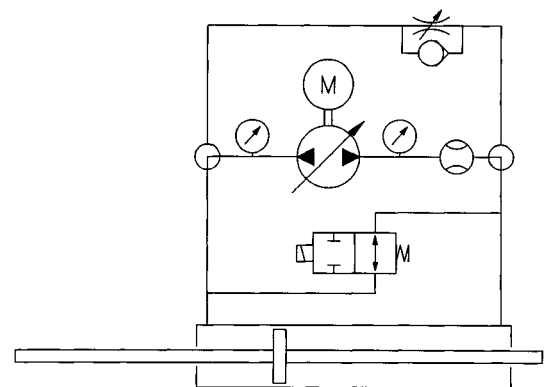
-  Placer l'interrupteur Marche/Arrêt sur la position Arrêt.
-  Placer l'interrupteur V2H40/TP5000 sur la position V2H40.
-  Positionner les robinets 3 voies selon le sens de circulation d'huile désirée (les flèches noires sur l'axe de rotation des poignés indique le sens de circulation...) :
  - 1<sup>er</sup> circuit : bouclage de la pompe sur elle-même **EN PASSANT** par le vérin.
  - 2<sup>ème</sup> circuit : bouclage de la pompe sur elle-même **SANS PASSER** par le vérin.
-  Le moteur ne peut tourner que si un ampèremètre (ou un fil de court circuit) est branché entre les deux douilles (rouge et bleu) de la face avant, marquées « Intensité moteur ».
-  Alimenter le groupe en 12V / 0V.
-  Placer l'interrupteur Marche/Arrêt sur la position Marche.

### Fonctionnement.

Le distributeur électrique 2/2 « by-pass » n'a pas pour fonction de distribuer le fluide vers l'une ou l'autre des chambres avant ou arrière du vérin.

En effet, dès que le groupe n'est plus sous tension, ce distributeur permet de mettre en communication les chambres avant et arrière du vérin double tige. Ainsi vous pouvez déplacer manuellement la tige du vérin, ce qui autorise donc une commande manuelle de la barre... quand le pilote n'est pas branché.

Pour changer l'alimentation des chambres (avant ou arrière), il est nécessaire de changer le sens de rotation de la pompe donc du moteur (avec l'interrupteur en façade).



### Réglage de la vitesse de sortie ou de rentrée de tige du vérin.

Pour changer cette vitesse, il est nécessaire de modifier le débit du fluide rentrant dans le vérin, donc de modifier le fluide sortant de la pompe.

Ce réglage s'effectue à l'aide de la vis 13 de la pompe :

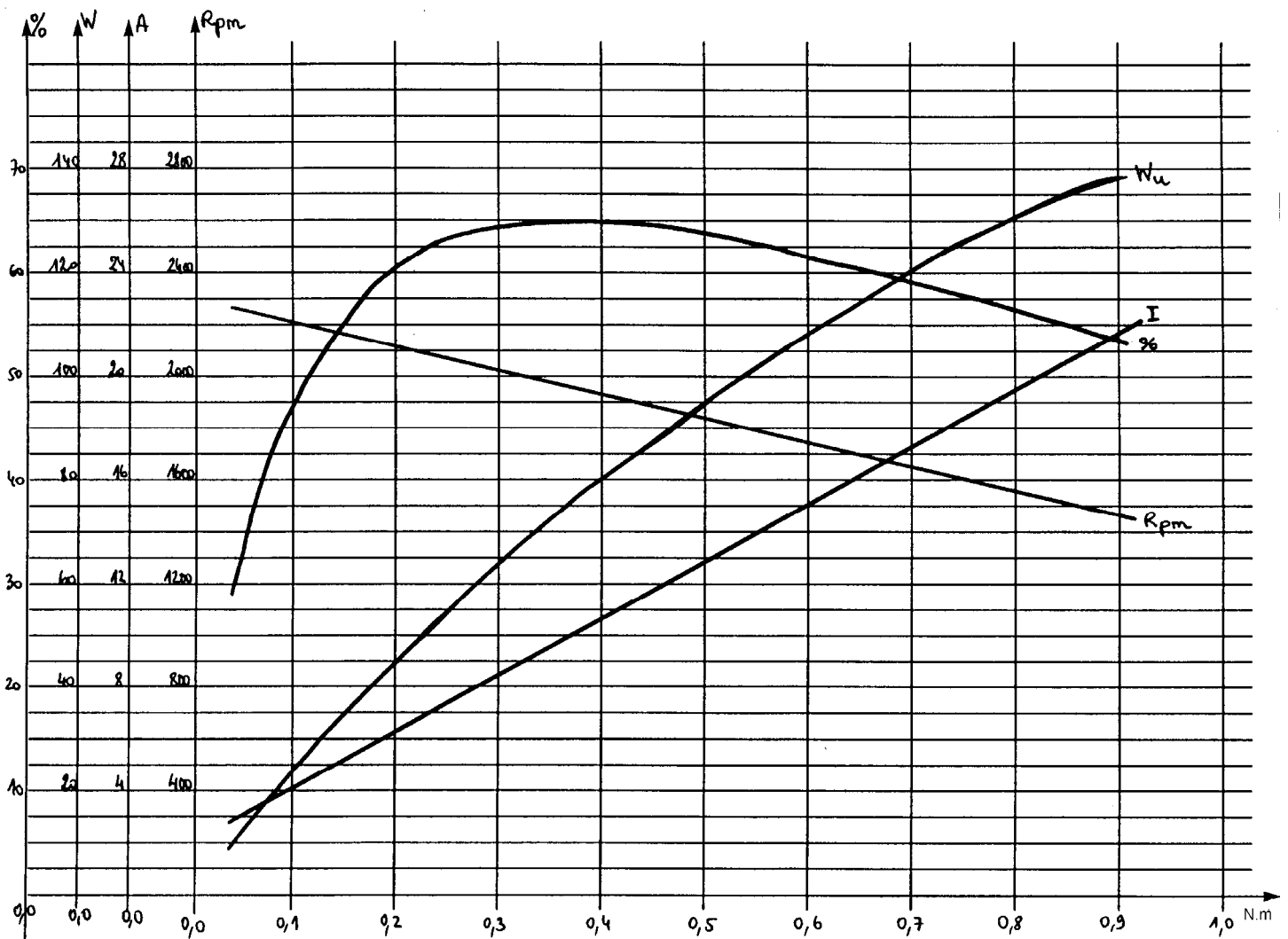
- Augmentation de la vitesse : tourner la vis dans le sens anti-horaire.
- Diminution de la vitesse : tourner la vis dans le sens horaire.

## 55) Caractéristiques du moteur à courant continu.

Vous disposez sur votre table (en plus du système réel comprenant l'ensemble du groupe hydraulique), d'une maquette « écorchée » comprenant le moteur + la pompe hydraulique.

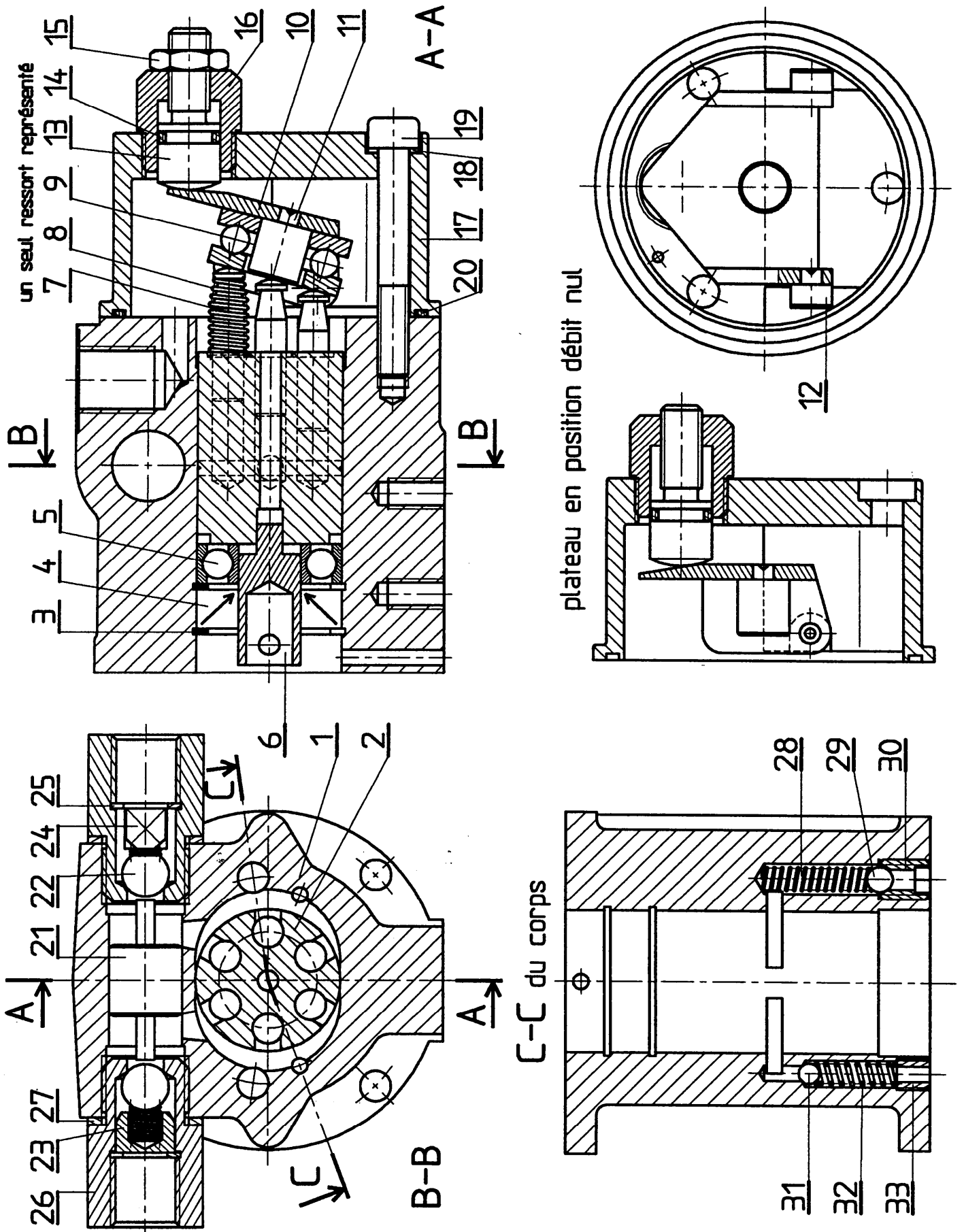
👉 Tourner manuellement le rotor du moteur, pour visualiser les mouvements de la pompe.

Tension nominale	12 V
Courant nominal	15 A
Couple nominal	0,6 N.m
Vitesse nominale	2000 tr/mn
Puissance absorbée	180 W
Puissance utile	110 W
Rendement maximum approximatif	61 %
Couple de démarrage	3 N.m
Courant de démarrage	64 A
Vitesse à vide	2300 tr/mn
Courant maximal à vide	2,2 A



## 56) Pompe hydraulique à pistons axiaux.

### 561) Dessin d'ensemble.





La pompe à pistons axiaux est principalement constituée :

- d'un corps 1,
- d'un barillet 2,
- et de six pistons  $7i$  ( $i \in [1, 6]$ ) dont les axes sont répartis sur un cylindre de révolution.

La rotation du barillet 2 (lié au moteur) entraîne le déplacement des pistons et l'aspiration ou le refoulement du fluide hydraulique.

## 562) Nomenclature.

33	2	Vis clapet surpression
32	2	Ressort clapet de surpression
31	2	Bille Ø 4
30	2	Vis clapet d'aspiration
29	2	Bille Ø5
28	2	Ressort clapet d'aspiration
27	2	Joint plat G3/8
26	2	Siège clapet anti-retour
25	2	Anneau élastique pour alésage 12 x 1
24	2	Butée
23	2	Ressort clapet anti-retour
22	2	Bille Ø9
21	1	Tiroir
20	1	Joint OR 56,87 x 1 78
19	2	Vis CHC M6 - 45
18	2	Rondelle plate Ø 6
17	1	Carter
16	1	Adaptateur
15	1	Ecrou HM M8
14	1	Joint OR 7
13	1	Vis de réglage de débit
12	2	Axe d'articulation
11	1	Centreur
10	1	Basculeur
9	1	Butée à billes 51200
8	6	Ressort de piston
7	6	Piston
6	1	Entraineur
5	1	Roulement 6001
4	1	Joint à lèvres 12 x 28 x 7
3	2	Anneau élastique pour alésage 28 x 1,2
2	1	Barillet
1	1	Corps
<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>