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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro MN, veuillez visiter :
bacpromn.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
MAINTENANCE NAUTIQUE

Session 2021

E.1 – ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

UNITÉ CERTIFICATIVE U11

ANALYSE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE

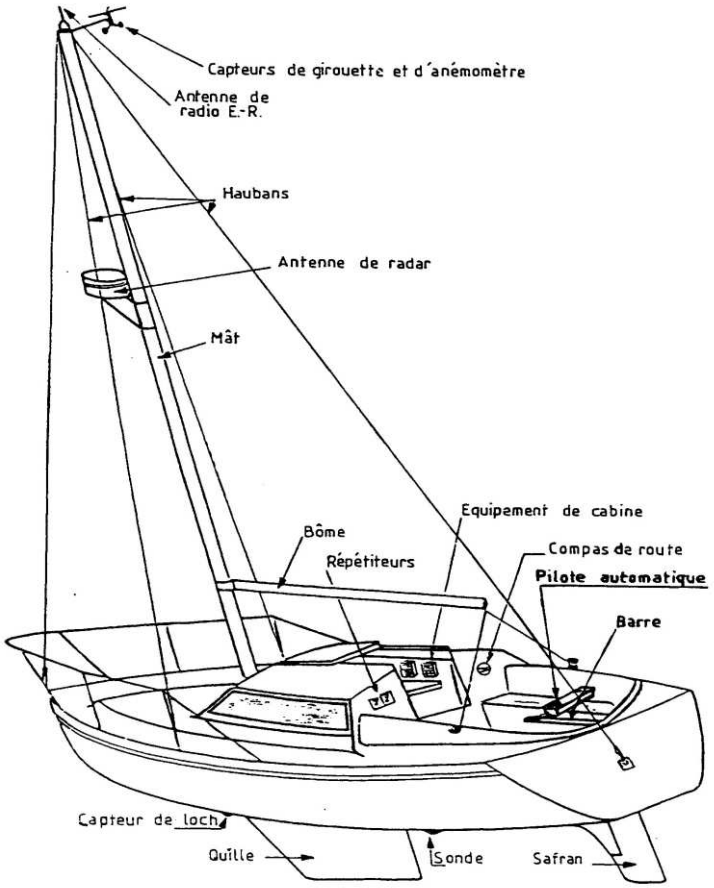
DOSSIER RESSOURCES

Ce dossier comprend 14 pages numérotées de DR 1/14 à DR 14/14.

Le pilote automatique de bateau est un système permettant de diriger automatiquement la barre d'un voilier pour que celui-ci conserve un cap précis.

L'objectif du système est de soulager le barreur qui n'a plus à se concentrer sur le cap à suivre pendant toute la durée de la navigation. De plus, cela lui permet d'avoir les mains libres pour effectuer d'autres tâches sur le bateau.

Le pilote automatique s'installe entre la coque du bateau et la barre.



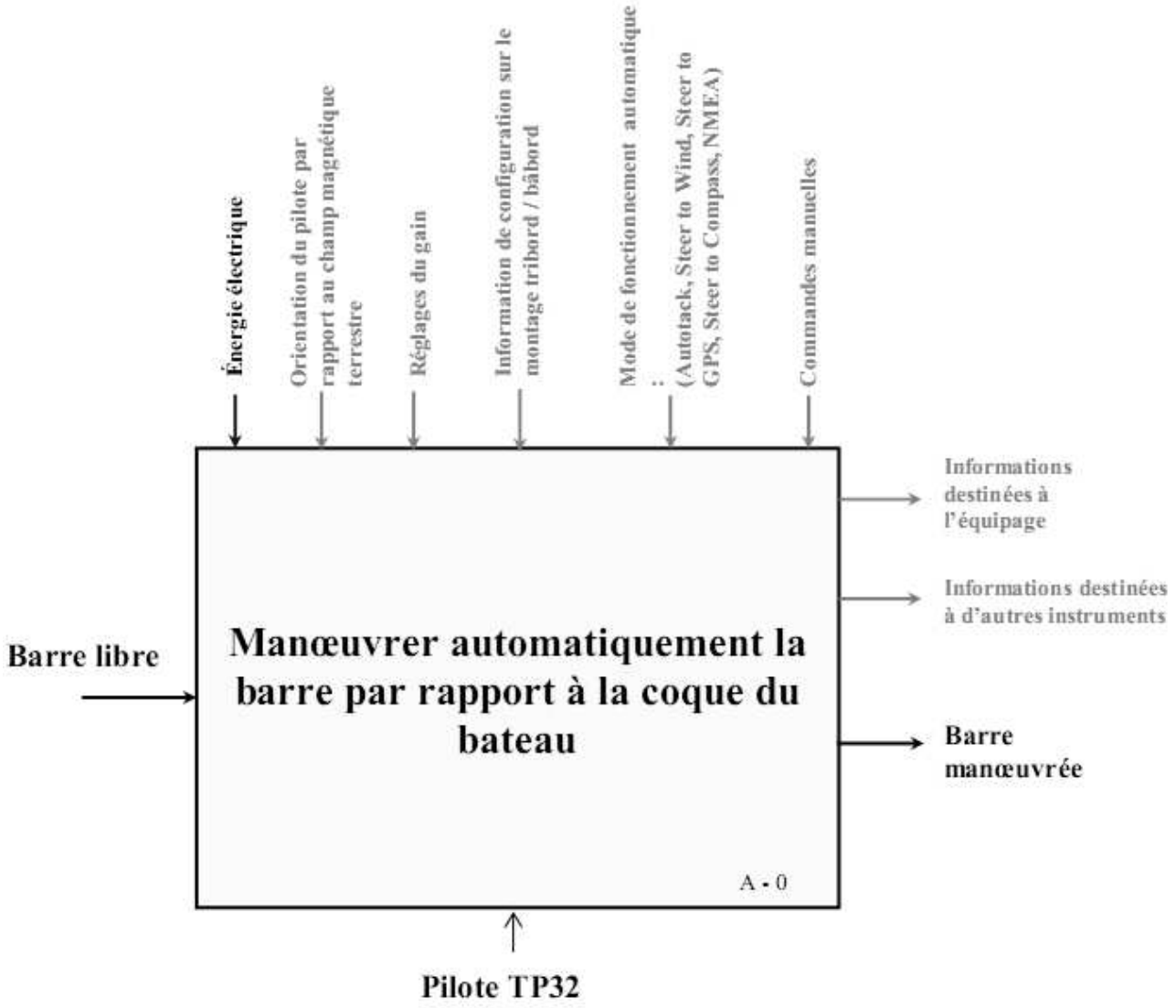
Le pilote comporte un compas intégré. C'est en comparant la valeur de cap donnée par ce compas à une valeur programmée par l'utilisateur que le pilote décide d'agir sur la barre reliée au safran.

Ainsi, dès qu'un écart de cap est détecté, le bateau modifie sa direction pour « rattraper » l'erreur de cap.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU PILOTE TP32

Poussée sur la barre Course Temps pour effectuer la course à vide Temps pour effectuer la course à 20 kg Temps pour effectuer la course à 40 kg Temps pour effectuer la course à 50 kg	Jusqu'à 850 N 250 mm Au plus 4 s Au plus 4,7 s Au plus 6 s Au plus 8 s
Type de liaison Type de montage	Démontable Bâbord ou Tribord
Réglages et configurations Visualisation des informations	5 boutons (NAV, TACKS, BABORD, TRIBORD, STBY AUTO) 4 voyants (NAV, BABORD, TRIBORD, STBY AUTO)
Formes et couleurs	Agréables
Nombre de décibels	Au plus 40 décibels
Hauteur d'eau	Projections d'eau de mer
Matériaux	Inoxydable Résistant aux ultraviolets
Orientation du pilote par rapport au champ magnétique terrestre	
Tension Intensité en mode Stand By Intensité typique en mode automatique	12 V continu (entre 10 V et 16 V) 0,06 A 0,5 A
Type de liaison Type de montage	Démontable Bâbord ou Tribord
Protocole de communication	Protocole NMEA

ANALYSE GLOBALE - diagramme SADT



ANALYSE FONCTIONNELLE - diagramme FAST

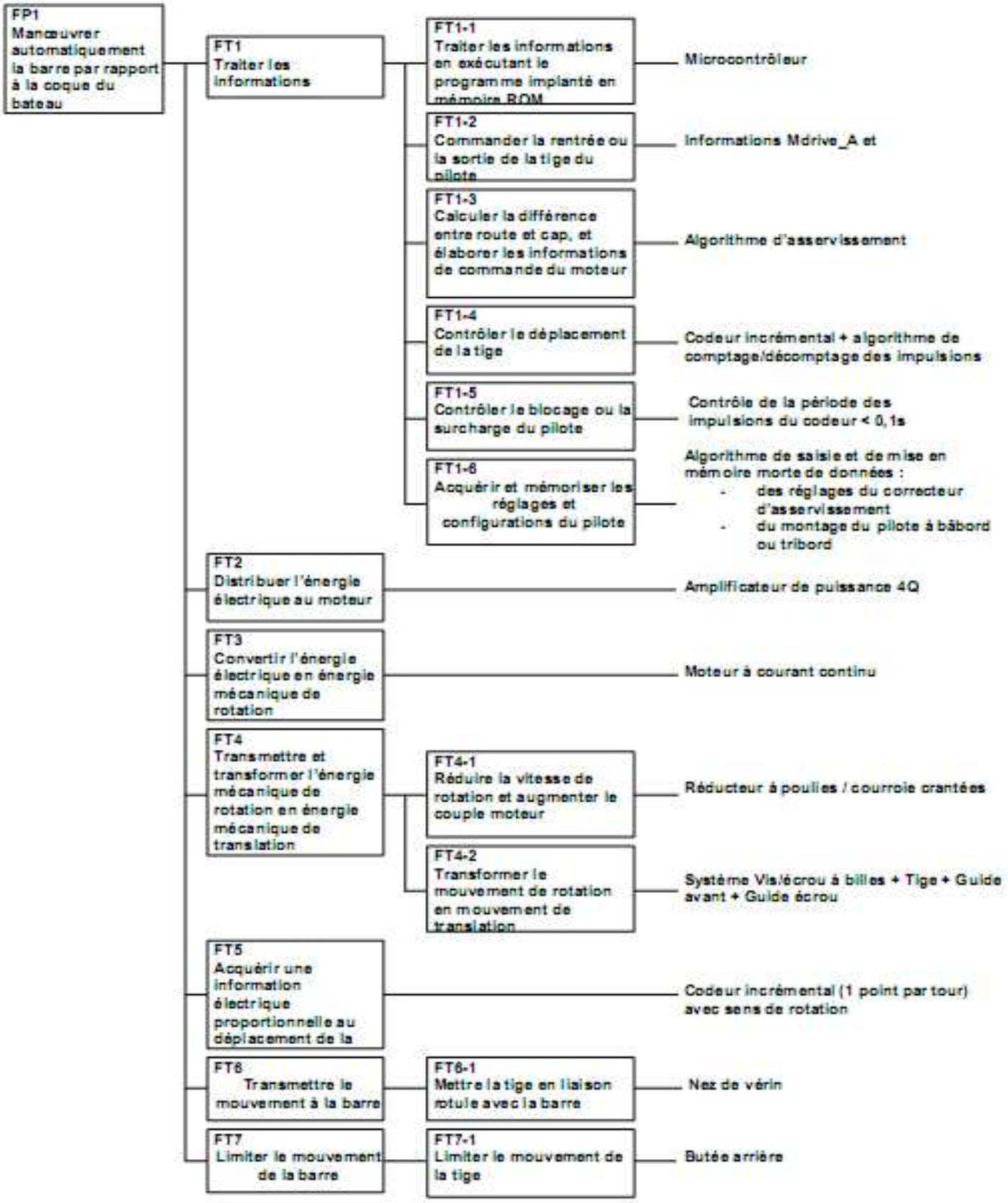
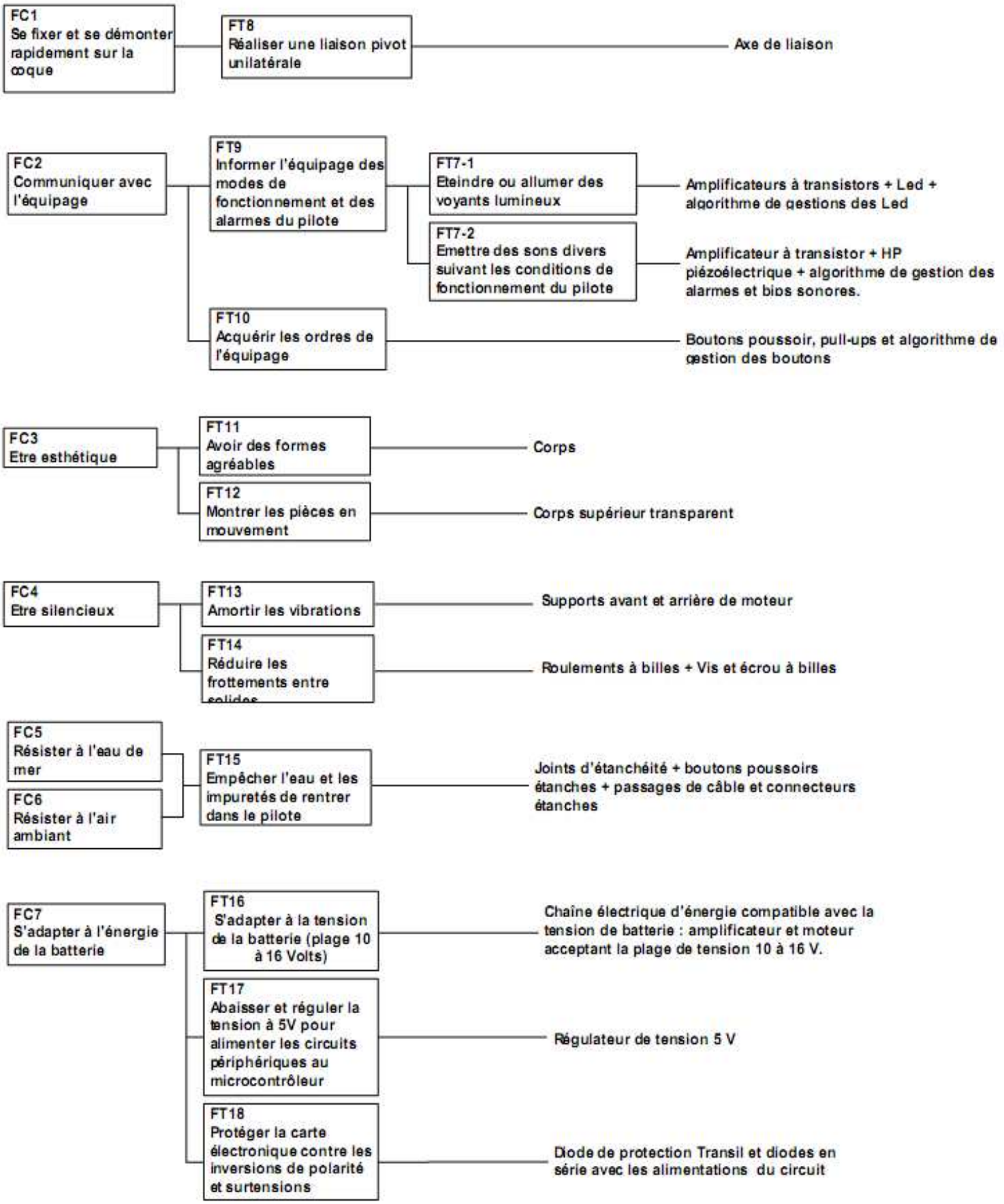
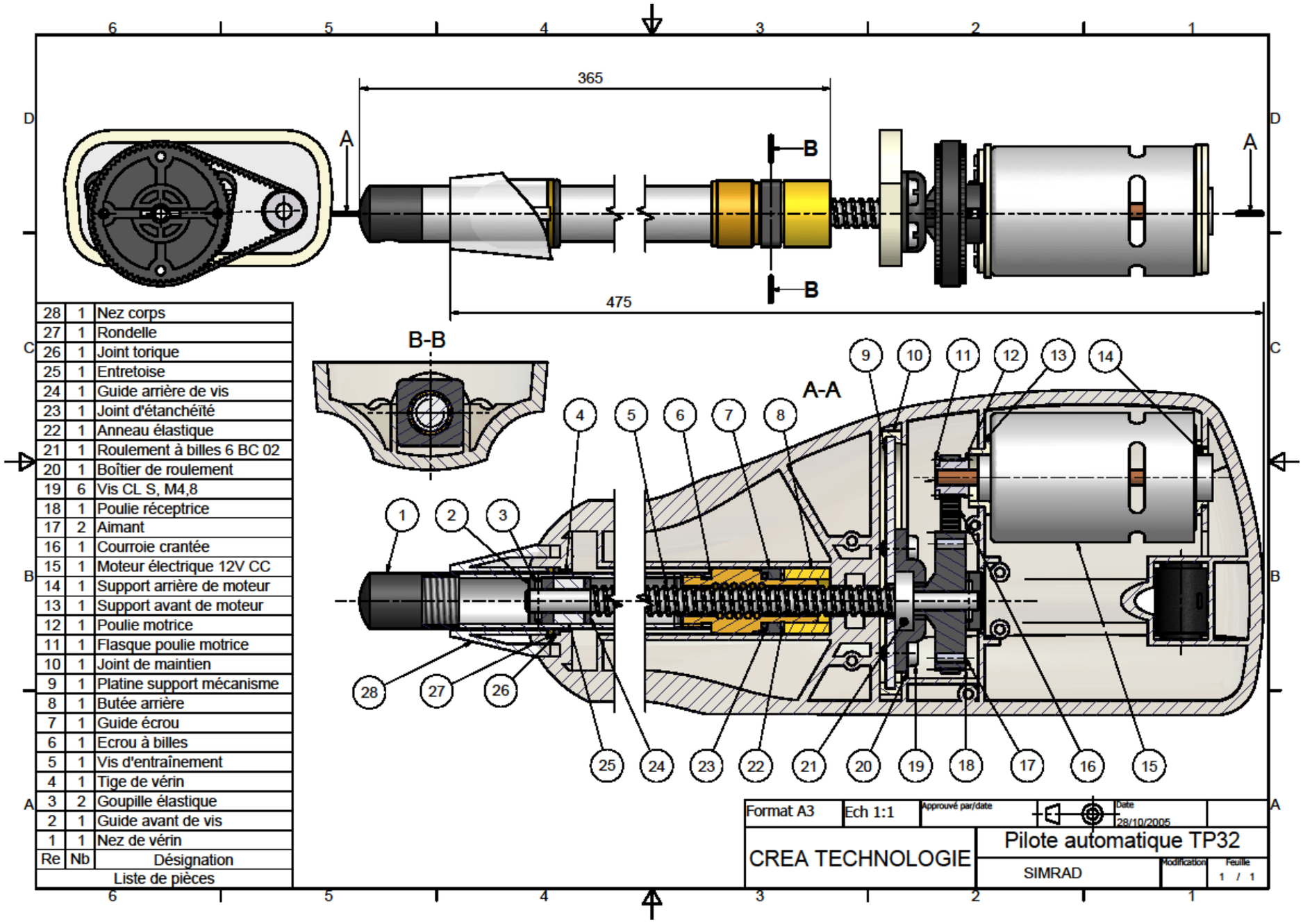


Diagramme FAST (suite)





Re	Nb	Désignation
28	1	Nez corps
27	1	Rondelle
26	1	Joint torique
25	1	Entretoise
24	1	Guide arrière de vis
23	1	Joint d'étanchéïté
22	1	Anneau élastique
21	1	Roulement à billes 6 BC 02
20	1	Boîtier de roulement
19	6	Vis CL S, M4,8
18	1	Poulie réceptrice
17	2	Aimant
16	1	Courroie crantée
15	1	Moteur électrique 12V CC
14	1	Support arrière de moteur
13	1	Support avant de moteur
12	1	Poulie motrice
11	1	Flasque poulie motrice
10	1	Joint de maintien
9	1	Platine support mécanisme
8	1	Butée arrière
7	1	Guide écrou
6	1	Ecrou à billes
5	1	Vis d'entraînement
4	1	Tige de vérin
3	2	Goupille élastique
2	1	Guide avant de vis
1	1	Nez de vérin

Liste de pièces

ARBRES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
a 11	−270 −330	−270 −345	−280 −370	−290 −400	−300 −430	−320 −470	−360 −530	−410 −600	−580 −710	−820 −950	−1050 −1240	−1350 −1560	−1650 −1900
c 11	− 60 −120	− 70 −145	− 80 −170	− 95 −205	−110 −240	−130 −280	−150 −330	−180 −390	−230 −450	−280 −530	− 330 − 620	− 400 − 720	− 480 − 840
d 9	− 20 − 45	− 30 − 60	− 40 − 75	− 50 − 93	− 65 −117	− 80 −142	−100 −174	−120 −207	−145 −245	−170 −285	− 190 − 320	− 210 − 350	− 230 − 385
d 10	− 20 − 60	− 30 − 78	− 40 − 98	− 50 −120	− 65 −149	− 80 −180	−100 −220	−120 −250	−145 −305	−170 −355	− 190 − 400	− 210 − 440	− 230 − 480
d 11	− 20 − 80	− 30 −105	− 40 −130	− 50 −160	− 65 −195	− 80 −240	−100 −290	−120 −340	−145 −395	−170 −460	− 190 − 510	− 210 − 570	− 230 − 630
e 7	− 14 − 24	− 20 − 32	− 25 − 40	− 32 − 50	− 40 − 61	− 50 − 75	− 60 − 90	− 72 −107	− 85 −125	−100 −146	− 110 − 162	− 125 − 182	− 135 − 198
e 8	− 14 − 28	− 20 − 38	− 25 − 47	− 32 − 59	− 40 − 73	− 50 − 89	− 60 −106	− 72 −126	− 85 −148	−100 −172	− 110 − 191	− 125 − 214	− 135 − 232
e 9	− 14 − 39	− 20 − 50	− 25 − 61	− 32 − 75	− 40 − 92	− 50 −112	− 60 −134	− 72 −159	− 85 −185	−100 −215	− 110 − 240	− 125 − 265	− 135 − 290
f 6	− 6 − 12	− 10 − 18	− 13 − 22	− 16 − 27	− 20 − 33	− 25 − 41	− 30 − 49	− 36 − 58	− 43 − 68	− 50 − 79	− 56 − 88	− 62 − 98	− 68 − 108
f 7	− 6 − 16	− 10 − 22	− 13 − 28	− 16 − 34	− 20 − 41	− 25 − 50	− 30 − 60	− 36 − 71	− 43 − 83	− 50 − 96	− 56 − 106	− 62 − 119	− 68 − 131
f 8	− 6 − 20	− 10 − 28	− 13 − 35	− 16 − 43	− 20 − 53	− 25 − 64	− 30 − 76	− 36 − 90	− 43 −106	− 50 −122	− 56 − 137	− 62 − 151	− 68 − 165
g 5	− 2 − 6	− 4 − 9	− 5 − 11	− 6 − 14	− 7 − 16	− 9 − 20	− 10 − 23	− 12 − 27	− 14 − 32	− 15 − 35	− 17 − 40	− 18 − 43	− 20 − 47
g 6	− 2 − 8	− 4 − 12	− 5 − 14	− 6 − 17	− 7 − 20	− 9 − 25	− 10 − 29	− 12 − 34	− 14 − 39	− 15 − 44	− 17 − 49	− 18 − 54	− 20 − 60
h 5	0 − 4	0 − 5	0 − 6	0 − 8	0 − 9	0 − 11	0 − 13	0 − 15	0 − 18	0 − 20	0 − 23	0 − 25	0 − 27

14 ■ 26 PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMETRES — Température de référence : 20 °C

ALÉSAGES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 68
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0

TYPES D'ETANCHEITE :

Selon la liaison (fixe ou mobile) entre les deux solides S1 et S2, on distingue les types d'étanchéités suivantes :

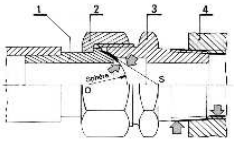
Mouvement relatif S1/S2	Type d'étanchéité à réaliser
Fixe	Etanchéité **STATIQUE**
Mobile en Rotation	Etanchéité **DYNAMIQUE**
Mobile en Translation	Etanchéité **DYNAMIQUE**

ETANCHEITE STATIQUE :

1. PAR CONTACT DIRECT :

Etanchéité **assurée** uniquement **par l'état des surfaces en contact** entre S1 et S2, sans élément d'étanchéité supplémentaire (sans joint). Cette étanchéité peut être réalisée soit :

- En **rodant** les **surfaces de contact** à lier l'une sur l'autre afin d'obtenir des états de surfaces parfaits. *Exemple : Raccord à joint cônique*



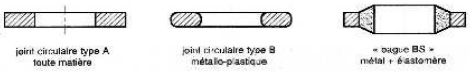
- En utilisant un **produit de collage et d'étanchéité**.

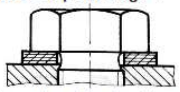
CETTE SOLUTION EST ONEREUSE

2. PAR INTERPOSITION D'UN JOINT (ETANCHEITE INDIRECTE) :

Etanchéité réalisée en **interposant** entre les deux surfaces à étancher **un joint de commerce.** Il peut s'agir :

- D'un **JOINT PLAT** :





Exemple : Vis de vidang

- D'un **JOINT TORIQUE** :



ETANCHEITE DYNAMIQUE :

Les technologies mises en œuvre dépendent des mouvements relatifs entre les deux pièces.

1. CAS D'UNE TRANSLATION :

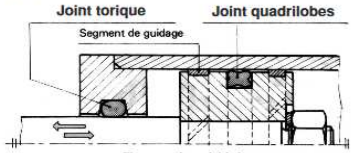
Dans ce cas, on utilise des **joints toriques** ou de section sensiblement **carrée** :

- **Joint torique à section circulaire :**



- **Joint quadrilobes (section « carrée ») :**





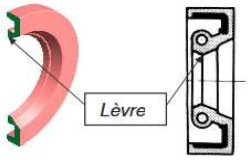
Exemple : Vérin

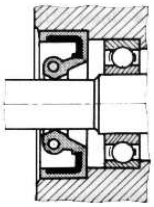
2. CAS D'UNE ROTATION :

On peut utiliser un **joint torique** lorsque la **vitesse de rotation** reste **faible**.

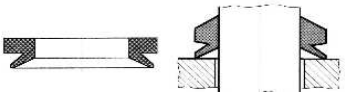
Lorsque la vitesse de **rotation est importante**, on utilise un **joint à lèvre** :

- **Joint à lèvre à frottement radial :**





- **Joint à lèvre à frottement axial (Joint V. RING) :**



CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES ACIERS ET FONTES

Nuances normalisées	Module d'élasticité E	Coeficient de Poisson	Masse volumique	Résistance à la rupture à la traction Rr	Limite élastique à la traction Re
	(Mpa)	(sans Dim)	(Kg/m3)	(MPa)	(MPa)
Aciers d'usage général - structures minces (tôles et profilés)					
S 235	*205000*	*0.3*	*7800*	*340*	*235*
S335	*205000*	*0.3*	*7800*	*490*	*355*
Aciers de constrution mécanique					
E295	*205000*	*0.3*	*7800*	*470*	*295*
S355	*205000*	*0.3*	*7800*	*490*	*355*
Aciers faiblement alliés (aucun élément d'addition ne dépasse 5% en masse)					
34 Cr Mo 4	*205000*	*0.3*	*7800*	*700 à 1100*	*450 à 750*
36 Ni Cr Mo 16	*205000*	*0.3*	*7800*	*1000 à 1750*	*800 à 1250*
Aciers fortement alliés (acier inoxidable)					
X 2 Cr Ni 19-11	*205000*	*0.3*	*7800*	*440 à 640*	*185*
Fonte à graphite sphéroidal					
FGS 400-15	*165000*	*0.3*	*7200*	*400*	*250*

ALLIAGES FERREUX

FONTES

A) LES FONTES A GRAPHITE LAMELLAIRE :

Exemple de désignation symbolique :

EN-GJL-200

Préfixe — Rr en Mpa — Symbole du type de fonte

* *Rr = Limite à la rupture en Mpa (N/mm²)*

B) LES FONTES MALLEABLES :

Exemple de désignation symbolique :

EN-GJMB-450-6

Préfixe — A% — Rr en Mpa — Symbole du type de fonte

* *A% = Pourcentage d'allongement après rupture*

C) LES FONTES GRAPHITE SPHEROÏDAL :

Exemple de désignation symbolique :

EN-GJS-400-18

Préfixe — A% — Rr en Mpa — Symbole du type de fonte

ACIERS

ACIERS NON ALLIES

A) LES ACIERS D'USAGE GENERAL : S

B) LES ACIERS DE CONSTRUCTION

MECANIQUE : E

Exemple de désignation :

S 235
E 335

Symbole — Re en Mpa

* *Re = Limite minimal élasticité en Mpa (N/mm²)*

C) LES ACIERS POUR TRAITEMENT THERMIQUE ET FORGEAGE :

Exemple de désignation :

C 40

Symbole — carbone

✍ *Acier non allié – 0,4% de carbone*

D) LES ACIERS NON ALLIES MOULES :

Si un acier est moulé, sa désignation est précédée de la lettre

G

Exemples :

GS 235
GS 335
GC40

ACIERS ALLIES

A) LES ACIERS FAIBLEMENT ALLIES :
(Aucun élément d'alliage n'atteint 5%)

Exemple de désignation :

30 Ni Cr Mo 8-6

% de carbone x 100 — Symbole des éléments d'alliage par teneur décroissante

% **des éléments d'alliage**
x4 pour Cr, Co, Mn, Ni, Si, W
x10 pour Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta Ti V Zr
x100 pour Ce, N, P, S
x1000 pour B

✍ 16 Ni Cr Mo 8-6 : *0,16 % de carbone – 2% de Nickel – 1,5% de Chrome – faible % de Molybdène*

B) LES ACIERS FORTEMENT ALLIES :
(Au moins un élément d'alliage atteint 5%)

Exemple de désignation :

X 5 Cr Ni 18-10

Symbole — % de carbone x 100 — % **réel** des éléments d'alliage — Symbole des éléments d'alliage par teneur décroissante

✍ X 5 Cr Ni 18-10 : *0,05% carbone – 18% de Chrome – 10% de Nickel*

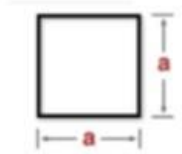
SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS D'ALLIAGE

Symbole	Elément d'alliage
Al	Aluminium
Sb	Antimoine
Ag	Argent
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
B	Bore
Cd	Cadmium
Ce	Cérium
Cr	Chrome
Co	Cobalt
Cu	Cuivre
Sn	Etain
Fe	Fer
Ga	Gallium
Li	Lithium
Mg	Magnésium
Mn	Manganèse
Mo	Molybdène
Ni	Nickel
Nb	Niobium
Pb	Plomb
Si	Silicium
Sr	Strontium
Ti	Titane
V	Vanadium
Zn	Zinc
Zr	Zirconium

Surfaces et volumes

Aires planes

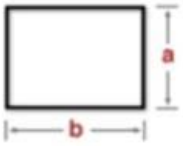
carré



aire : $A = a^2$

périmètre : $P = 4a$

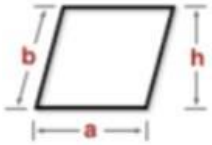
rectangle



aire : $A = ab$

périmètre: $P = 2(a+b)$

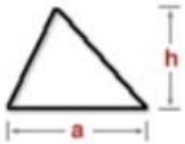
parallélogramme (1)



aire : $A = a.h$

périmètre : $P = 2(a+b)$

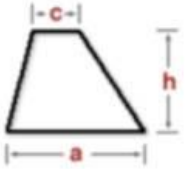
triangle



aire : $A = \frac{a.h}{2}$

périmètre : P = *somme des côtés*

trapèze



aire : $A = \frac{h(a+c)}{2}$

périmètre : P = *somme des côtés*

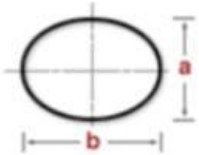
cercle (2)



aire : $A = \pi r^2$

périmètre : $P = 2\pi r$

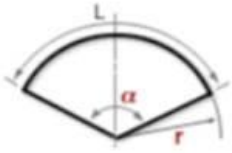
ellipse



aire : $A = \frac{\pi a.b}{4}$

périmètre : $P = \pi\sqrt{\frac{(a^2+b^2)}{2}}$

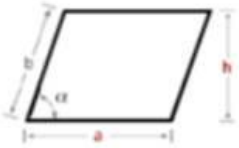
arc de cercle



longueur : $L = r\alpha$ (α en radia

aire: $P = \frac{Lr}{2}$

(1)- INFOS parallélogramme

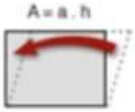


Beaucoup de calculs de surface peuvent se ramener à un ou plusieur parallélogrammes.

Le **rectangle** est un cas particulier du parallélogramme dont $\alpha = 90°$ e $b = h$. Si de plus $a = b$, on a affaire à un carré.

Le **losange** est un parallélogramme dont les 4 côtés sont égaux.

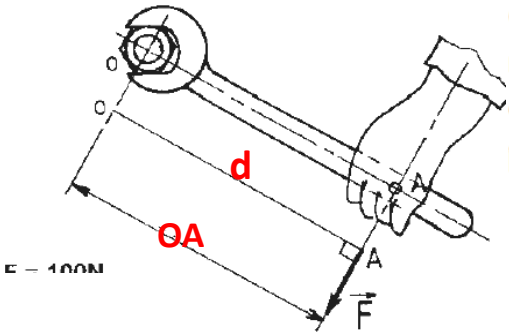
Le **triangle** et le **trapèze** sont des demi-parallélogrammes.



explication géométrique



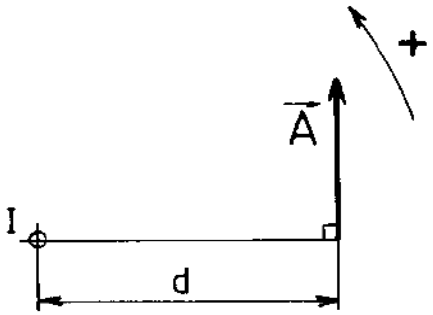
Le moment d'une force



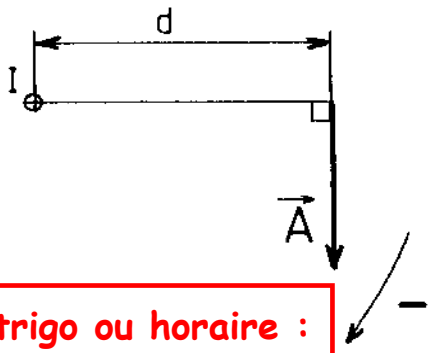
On appelle moment d'une force F par rapport à un point O, noté Mo(F) le produit de la force par la distance de la force au point (bras de levier)

$$\overrightarrow{Mo(F)} = F \times OA = F \times d$$

Unité: N.m (Newton x mètre)



Sens trigo : $M_I(A) > 0$



Sens anti trigo ou horaire : $M_I(A) < 0$

RDM : Formules cisaillement

CONTRAINTE DE CISAILLEMENT τ (τau)

$$\tau = T / S$$

τ: Contrainte de cisaillement en mégapascal (Mpa)
T: Effort tranchant (parallèle à la surface) en Newton (N)
S: Surface résistante à l'effort en millimètre carré (mm^2)

CONDITION DE RESISTANCE

$$\tau < Rpg$$

τ: Contrainte de cisaillement en mégapascal (Mpa)
Rpg: Résistance pratique au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa)

RESISTANCE PRATIQUE AU GLISSEMENT Rpg

$$Rpg = Rg / k$$

Rpg: Résistance pratique au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa)
Rg: Résistance au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa)
k: Coefficient de sécurité

RESISTANCE AU GLISSEMENT Rg

$$Rg = 0,5 . Re$$
$$Rg = 0,7 . Re$$
$$Rg = 0,8 . Re$$

Rg: Résistance au glissement du matériau utilisé en mégapasca (Mpa)
Re: Résistance à la rupture ou résistance d'élasticité par extension du matériau utilisé en mégapascal (Mpa)
0,5 ; 0,7 ; 0,9: Coefficient multiplicateur dépendant du matériau utilisé

DEFORMATION ELASTIQUE

$$\gamma = \frac{T}{G.S}$$

γ: Angle de déformation en radians (rad)
T: Effort tranchant (parallèle à la surface) en Newton (N)
S: Surface cisaillée en millimètre carré (mm^2)
G: Module d'élasticité transversal en MPa

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.