



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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

MAINTENANCE NAUTIQUE

Session 2021

E.1 – ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

UNITÉ CERTIFICATIVE U11

ANALYSE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE

DOSSIER RESSOURCES

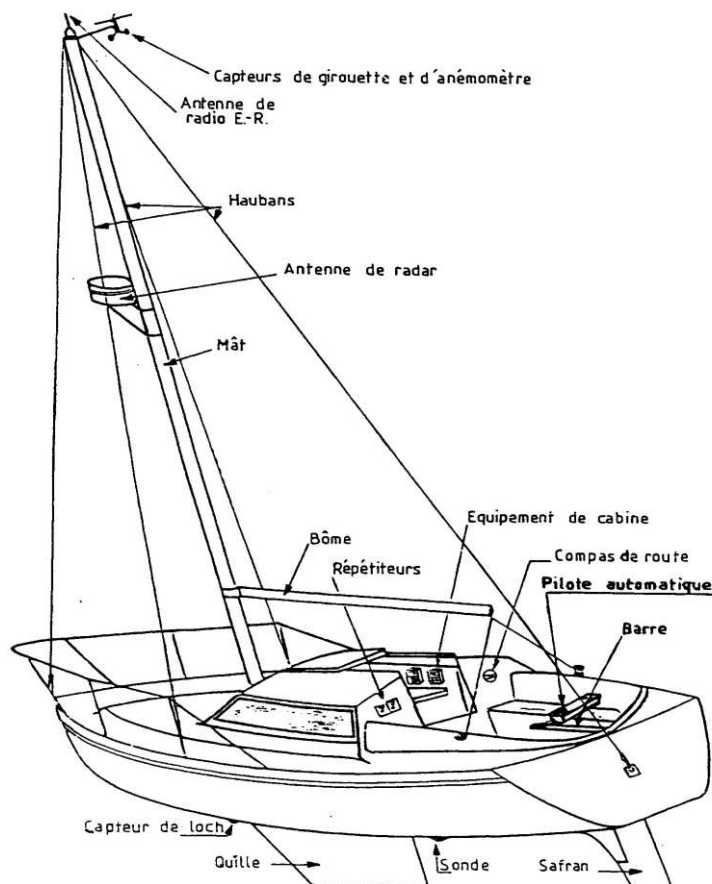
Ce dossier comprend 14 pages numérotées de DR 1/14 à DR 14/14.

Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1		RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2	DR 1/14

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.

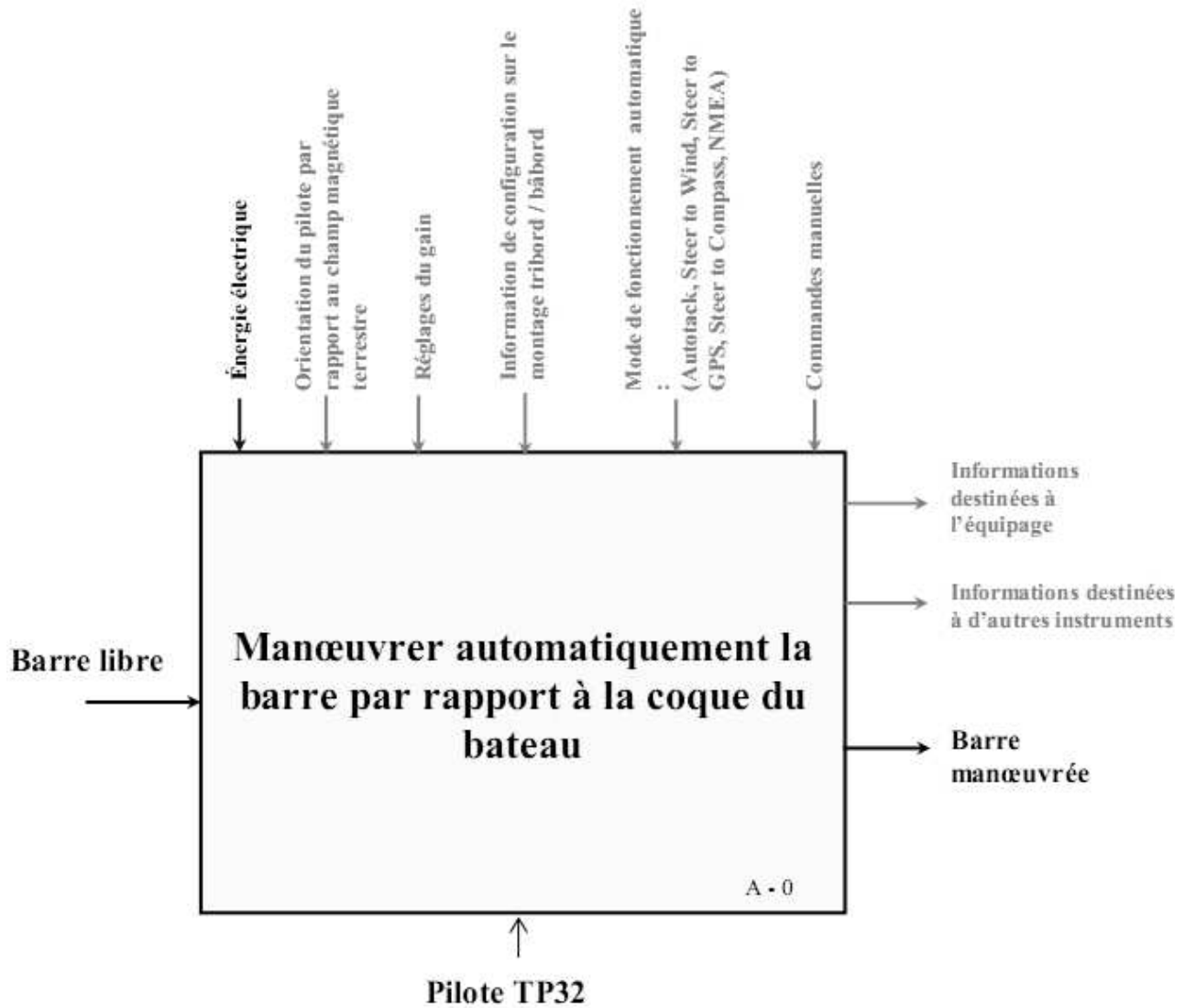
Ainsi, dès qu'un écart de cap est détecté, le bateau modifie sa direction pour « rattraper » l'erreur de cap.

Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1		RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2	DR 2/14

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU PILOTE TP32

Poussée sur la barre	Jusqu'à 850 N
Course	250 mm
Temps pour effectuer la course à vide	Au plus 4 s
Temps pour effectuer la course à 20 kg	Au plus 4,7 s
Temps pour effectuer la course à 40 kg	Au plus 6 s
Temps pour effectuer la course à 50 kg	Au plus 8 s
Type de liaison	Démontable
Type de montage	Bâbord ou Tribord
Réglages et configurations	5 boutons (NAV, TACKS, BABORD, TRIBORD, STBY AUTO)
Visualisation des informations	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	12 V continu (entre 10 V et 16 V)
Intensité en mode Stand By	0,06 A
Intensité typique en mode automatique	0,5 A
Type de liaison	Démontable
Type de montage	Bâbord ou Tribord
Protocole de communication	Protocole NMEA

ANALYSE GLOBALE - diagramme SADT



Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1		RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2	DR 4/14

ANALYSE FONCTIONNELLE - diagramme FAST

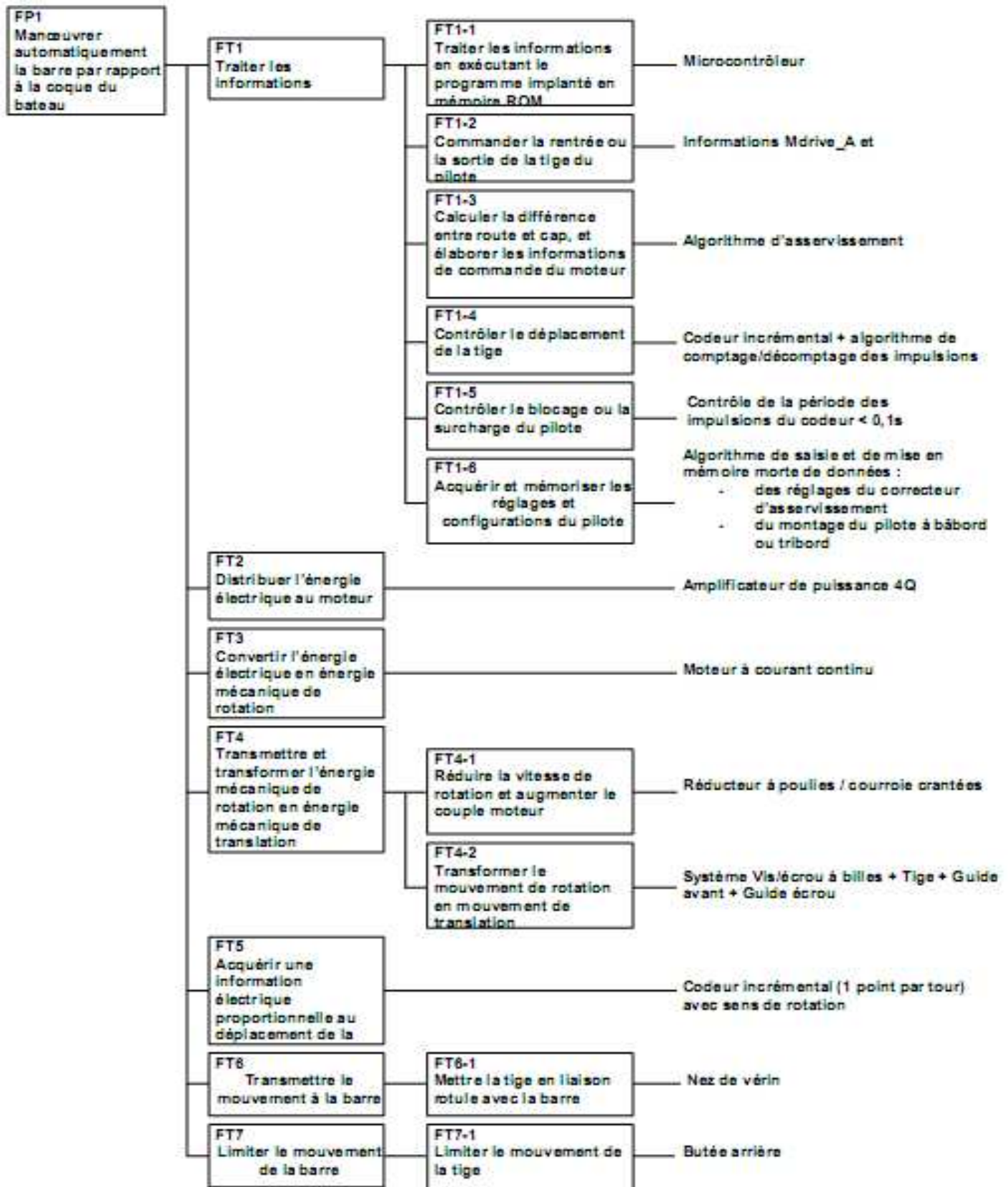
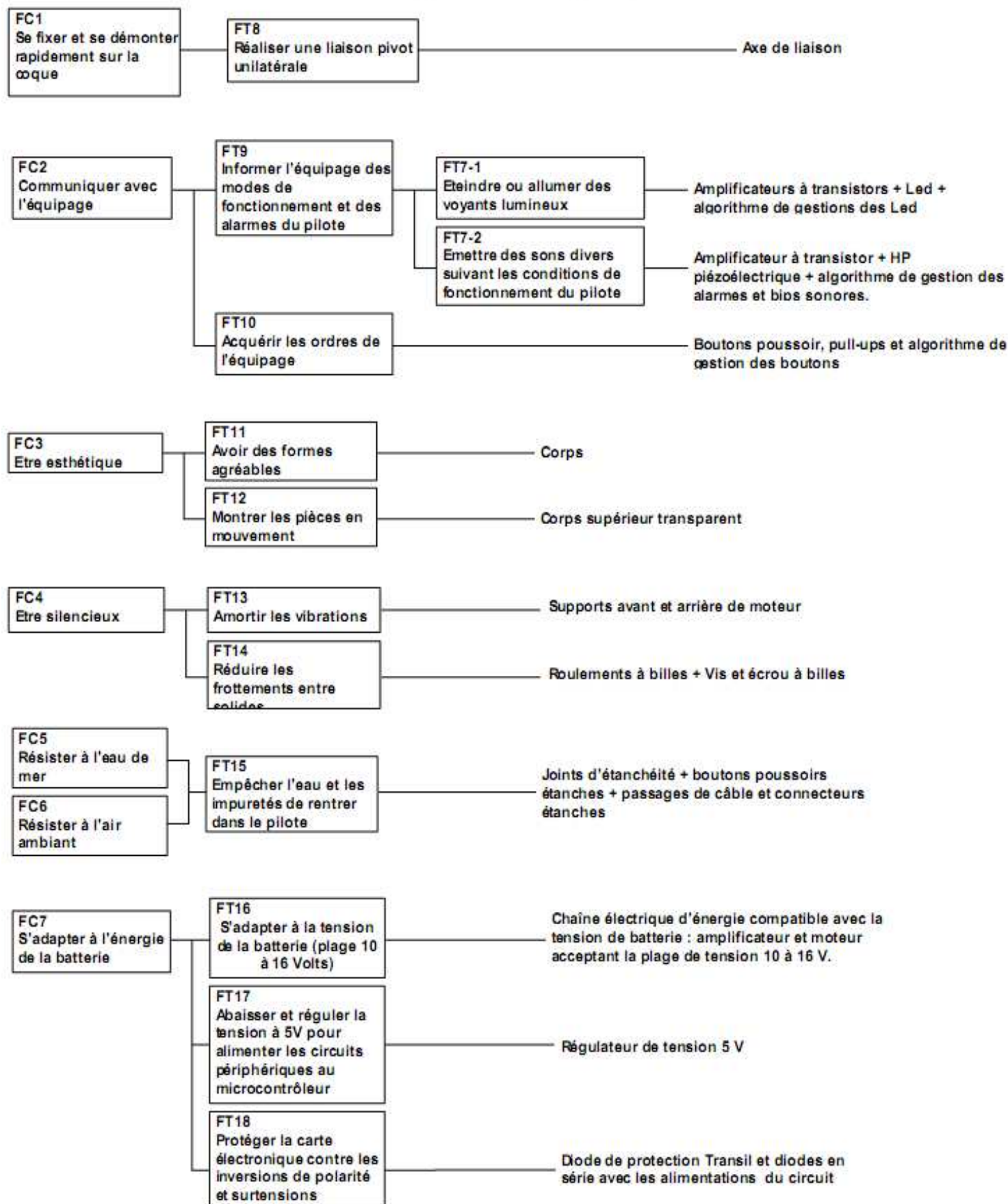
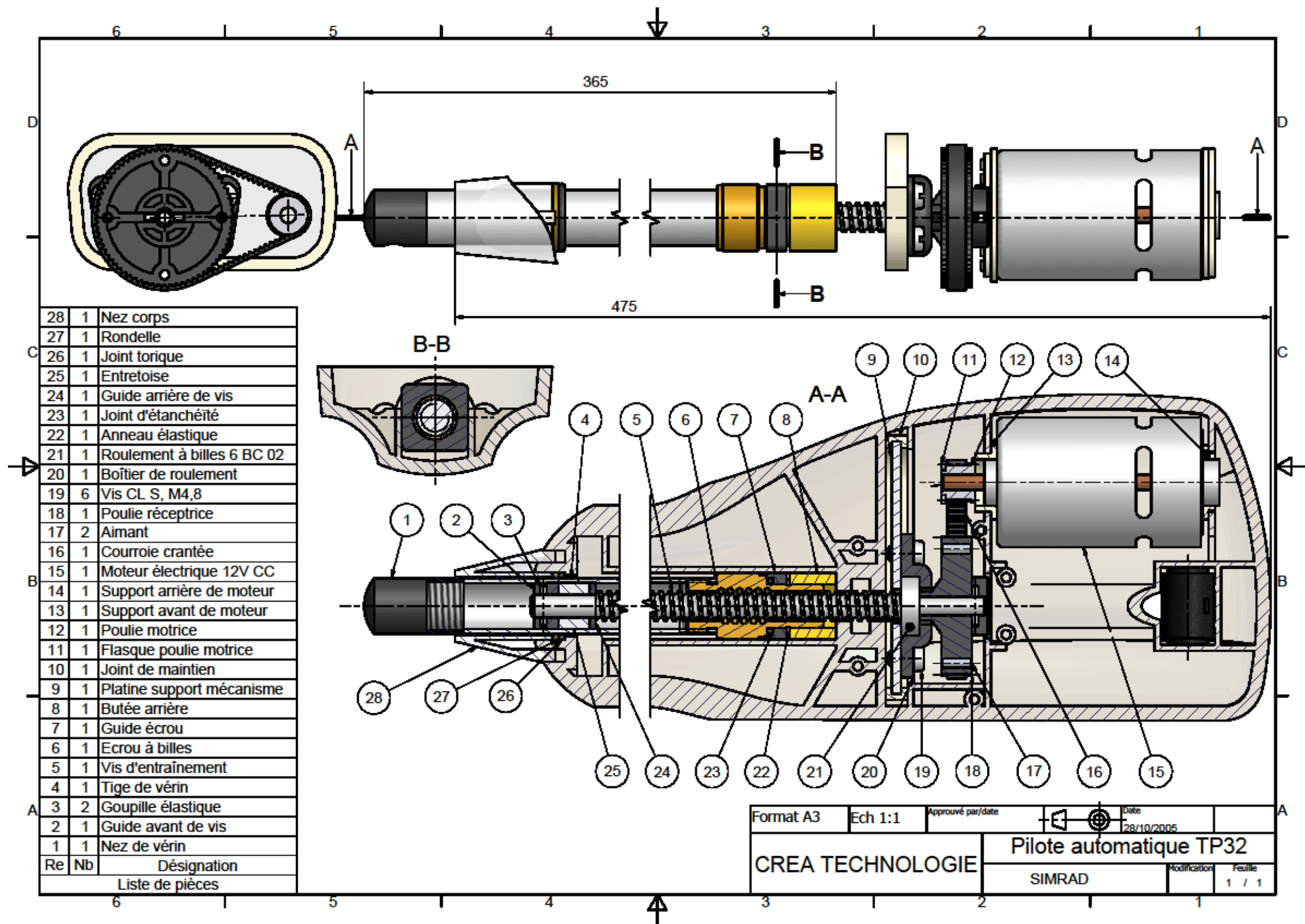


Diagramme FAST (suite)





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'ÉTANCHEITE :

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

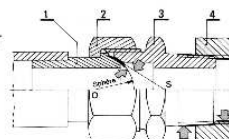
Mouvement relatif S1/S2	Type d'étanchéité à réaliser
Fixe	Etanchéité STATIQUE
Mobile en Rotation	Etanchéité DYNAMIQUE
Mobile en Translation	Etanchéité DYNAMIQUE

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

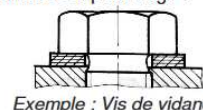
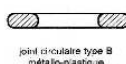
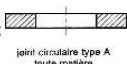


CETTE SOLUTION EST ONEREUSE

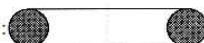
2. PAR INTERPOSITION D'UN JOINT (ÉTANCHEITE INDIRECTE) :

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

- D'un **JOINT PLAT** :



- D'un **JOINT TORIQUE** :



ÉTANCHEITE DYNAMIQUE :

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

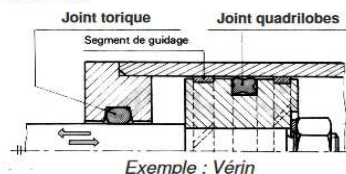
1. CAS D'UNE TRANSLATION :

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

- Joint torique à section circulaire :



- Joint quadrilobes (section « carrée ») :

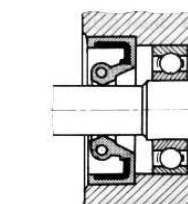
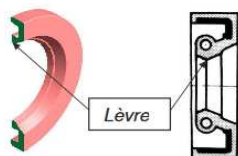


2. CAS D'UNE ROTATION :

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 lèvres :

- Joint à lèvres à frottement radial :



- Joint à lèvres à frottement axial (Joint V. RING) :



Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1	RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	DR 9/14

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES ACIERS ET FONTES

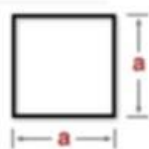
Nuances normalisées	Module d'élasticité E	Coefficient de Poisson	Masse volumique	Résistance à la rupture à la traction R _r	Limite élastique à la traction R _e
	(Mpa)	(sans Dim)	(Kg/m³)	(MPa)	(MPa)
<i>Aciers d'usage général - structures minces (tôles et profilés)</i>					
S 235	205000	0.3	7800	340	235
S335	205000	0.3	7800	490	355
<i>Aciers de construction mécanique</i>					
E295	205000	0.3	7800	470	295
S355	205000	0.3	7800	490	355
<i>Aciers faiblement alliés (aucun élément d'addition ne dépasse 5% en masse)</i>					
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
<i>Aciers fortement alliés (acier inoxydable)</i>					
X 2 Cr Ni 19-11	205000	0.3	7800	440 à 640	185
<i>Fonte à graphite sphéroïdal</i>					
FGS 400-15	165000	0.3	7200	400	250

ALLIAGES FERREUX				SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS D'ALLIAGE	
FONTES	ACIERS NON-ALLIES	ACIERS	ACIERS ALLIES	Symbole	Elément d'alliage
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 SPHEROIDAL : Exemple de désignation symbolique : EN-GJS-400-18 Préfixe A% Rr en Mpa Symbole du type de fonte	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 délasticlé 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 GC 40	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	Al Sb Ag Be Bi B Cd Ce Cr Co Cu Sn Fe Ga Li Mg Mn Mo Ni Nb Pb Si Sr Ti V Zn Zr	Aluminium Antimoine Argent Béryllium Bismuth Bore Cadmium Cérium Chrome Cobalt Cuivre Etain Fer Gallium Lithium Magnésium Manganèse Molybdène Nickel Niobium Plomb Silicium Strontium Titane Vanadium Zinc Zirconium	

Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1	RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2
		DR 11/14

Surfaces et volumes

Aires planes



carré

aire : $A = a^2$

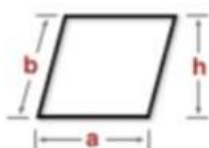
périmètre : $P = 4a$



rectangle

aire : $A = a \cdot b$

périmètre : $P = 2(a + b)$



parallélogramme ⁽¹⁾

aire : $A = a \cdot h$

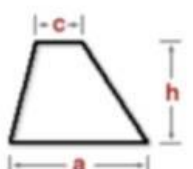
périmètre : $P = 2(a + b)$



triangle

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

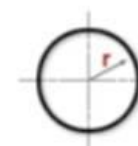
périmètre : $P = \text{somme des côtés}$



trapèze

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

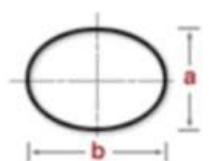
périmètre : $P = \text{somme des côtés}$



cercle ⁽²⁾

aire : $A = \pi r^2$

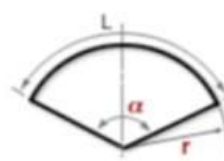
périmètre : $P = 2 \pi r$



ellipse

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

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



arc de cercle

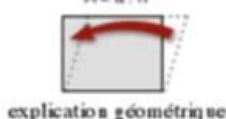
longueur : $L = r \alpha$
(α en radians)

aire : $P = \frac{L r}{2}$

(1)- INFOS parallélogramme



$A = a \cdot h$



explication géométrique

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

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

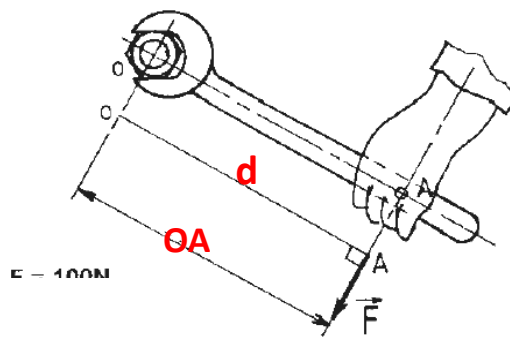
Le **losange** est un parallélogramme dont les 4 côtés sont égaux.

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



Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1	RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2
		DR 12/14

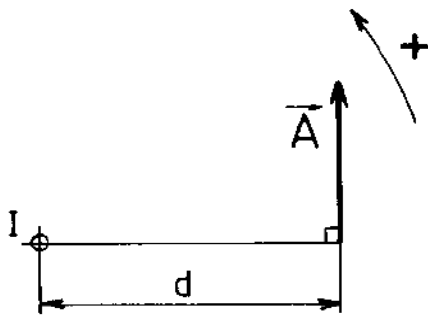
Le moment d'une force



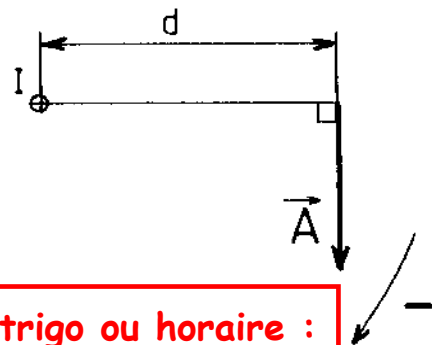
On appelle moment d'une force F par rapport à un point O , noté $M_o(F)$ le produit de la force par la distance de la force au point (bras de levier)

$$\vec{M_o(F)} = F \times OA = F \times d$$

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 (tau)	
$\tau = T / S$	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 (mm²)
CONDITION DE RESISTANCE	
$\tau < R_{pg}$	τ : Contrainte de cisaillement en mégapascal (Mpa) Rpg: Résistance pratique au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa)
RESISTANCE PRATIQUE AU GLISSEMENT R_{pg}	
$R_{pg} = R_g / k$	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 R_g	
$R_g = 0,5 \cdot R_e$ $R_g = 0,7 \cdot R_e$ $R_g = 0,8 \cdot R_e$	Rg: Résistance au glissement du matériau utilisé en mégapascal (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	
$\gamma = \frac{T}{G \cdot S}$	γ : Angle de déformation en radians (rad) T: Effort tranchant (parallèle à la surface) en Newton (N) S: Surface cisailée en millimètre carré (mm²) 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.