

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL MAINTENANCE NAUTIQUE

**Session 2021**

**E.1 – ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**

UNITÉ CERTIFICATIVE U11

**ANALYSE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE**

## **DOSSIER RESSOURCES**

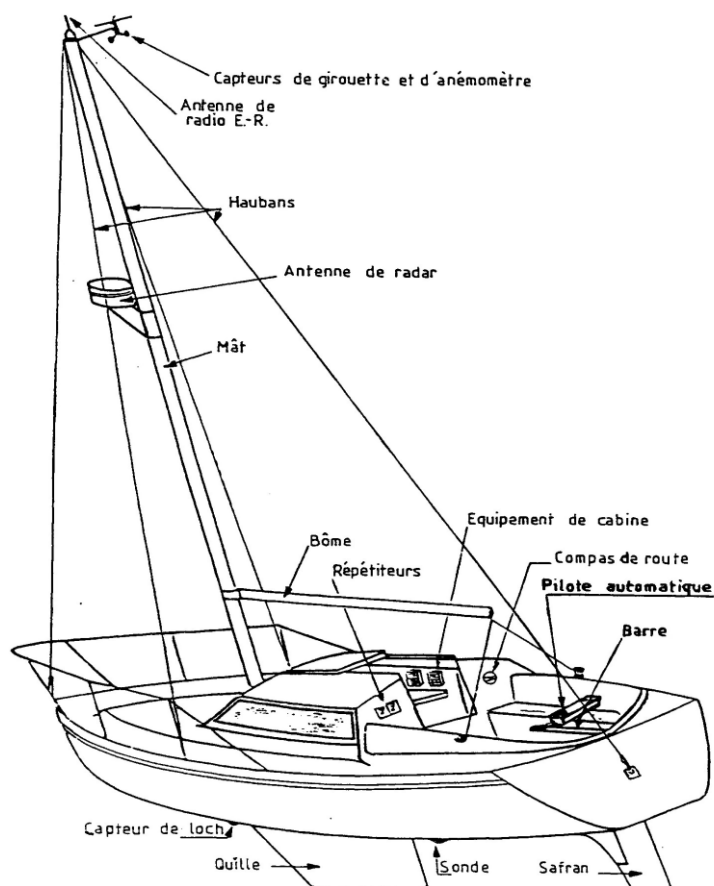
Ce dossier comprend 14 pages numérotées de DR 1/14 à DR 14/14.

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.

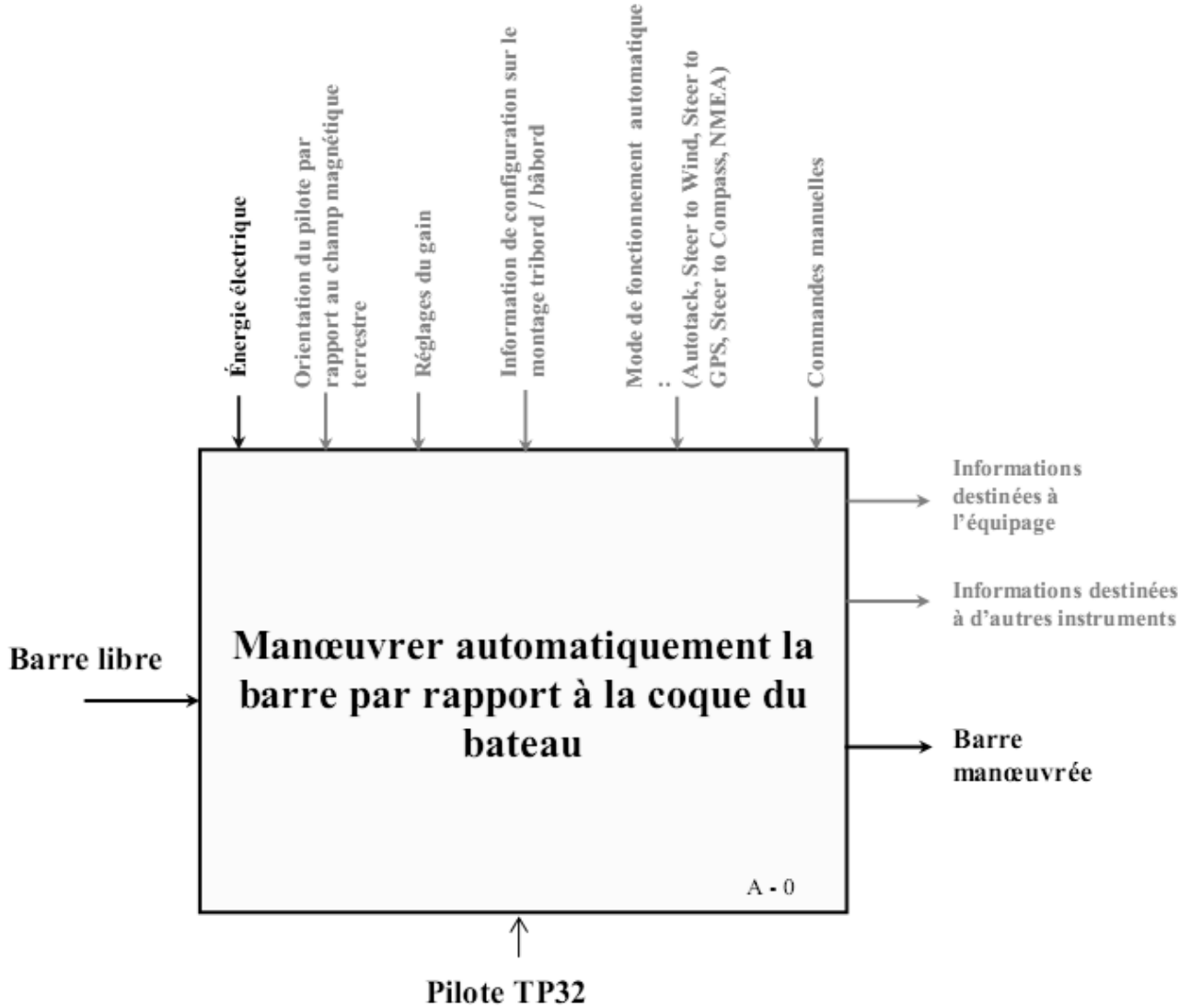
Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1	RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2
		DR 2/14

## 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

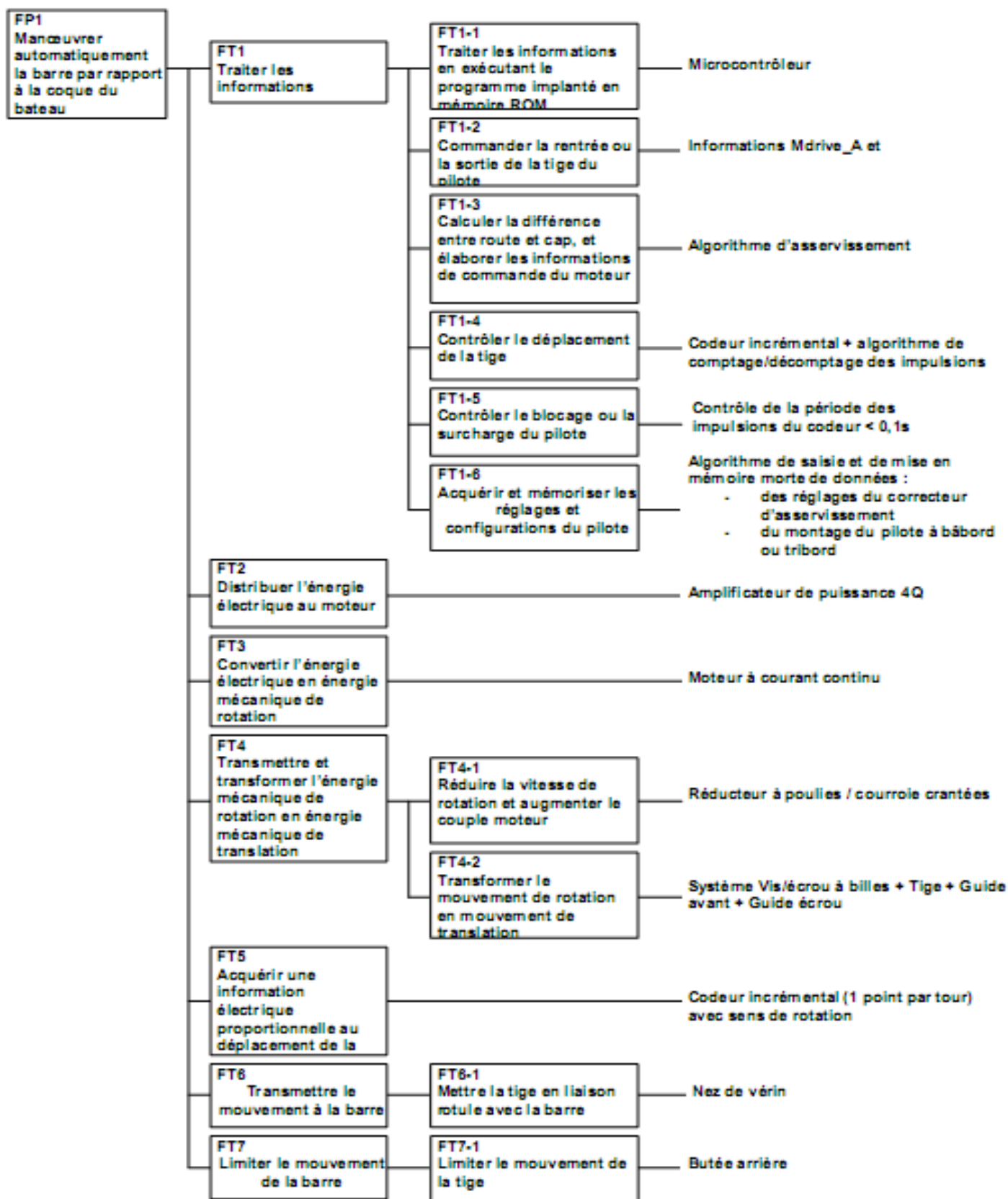
Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1		RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2	DR 3/14

## ANALYSE GLOBALE - diagramme SADT

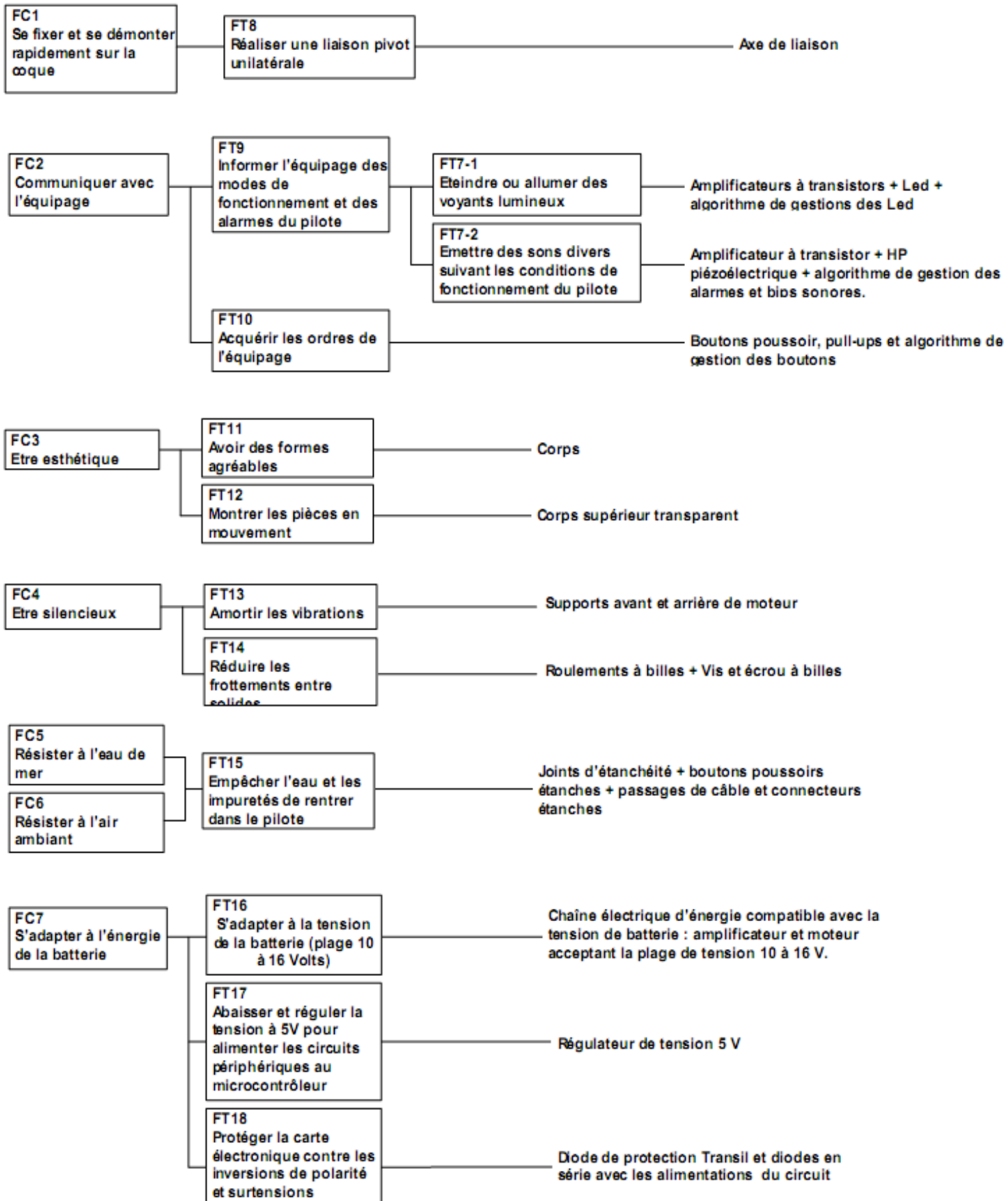


Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1		RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	Coefficient : 2	DR 4/14

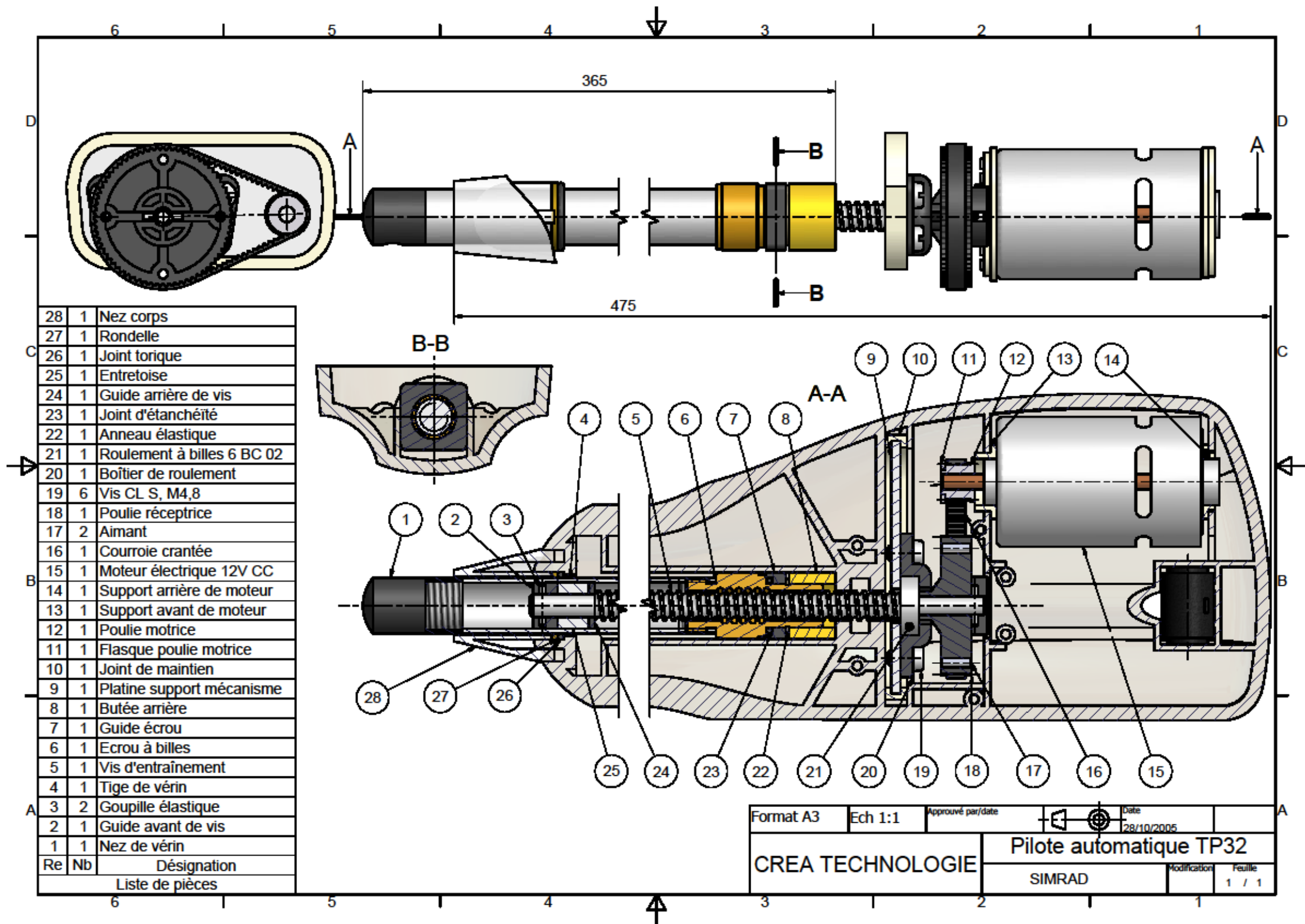
## ANALYSE FONCTIONNELLE - diagramme FAST



## Diagramme FAST (suite)



Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1	RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	DR 6/14



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 :

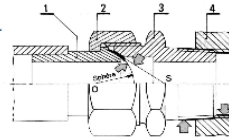
Mouvement relatif S1/S2	Type d'étanchéité à réaliser
Fixe	Etanchéité <b>STATIQUE</b>
Mobile en Rotation	Etanchéité <b>DYNAMIQUE</b>
Mobile en Translation	Etanchéité <b>DYNAMIQUE</b>

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

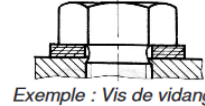
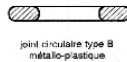
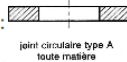


**CETTE SOLUTION EST ONEREUSE**

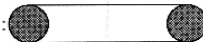
#### 2. PAR INTERPOSITION D'UN JOINT (ETANCHEITE INDIRECTE) :

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

- D'un **JOINT PLAT** :



- D'un **JOINT TORIQUE** :



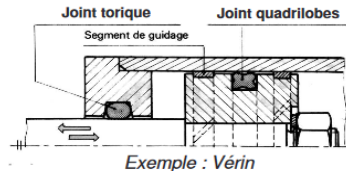
### ETANCHEITE DYNAMIQUE :

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 ») :



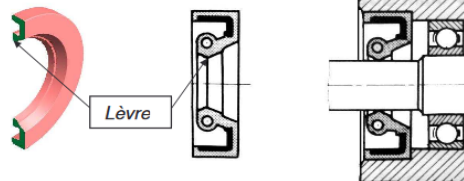
*Exemple : Vérin*

#### 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 lèvres :

- Joint à lèvres à frottement radial :



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



## CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES ACIERS ET FONTES

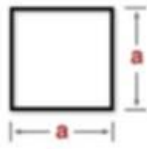
Nuances normalisées	Module d'élasticité E	Coefficient de Poisson	Masse volumique	Résistance à la rupture à la traction Rr	Limite élastique à la traction Re
	(Mpa)	(sans Dim)	(Kg/m <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)
<i>Aciers d'usage général - structures minces (tôles et profilés)</i>					
S 235	205000	0.3	7800	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

FONTES		ACIERS		SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS D'ALLIAGE																																																																																
<p><b>A) LES FONTES A GRAPHITE LAMELLAIRE :</b> Exemple de désignation symbolique :</p> <p style="text-align: center;"><b>EN-GJL-200</b></p> <p>Préfixe → Rr en Mpa Symbole du type de fonte</p> <p>* Rr = Limite à la rupture en Mpa (N/mm<sup>2</sup>)</p> <p><b>B) LES FONTES MALLEABLES :</b> Exemple de désignation symbolique :</p> <p style="text-align: center;"><b>EN-GJMB-450-6</b></p> <p>Préfixe → Rr en Mpa Symbole du type de fonte</p> <p>* A% = Pourcentage d'allongement après rupture</p> <p><b>C) LES FONTES GRAPHITE SPHEROIDAL :</b> Exemple de désignation symbolique :</p> <p style="text-align: center;"><b>EN-GJS-400-18</b></p> <p>Préfixe → Rr en Mpa Symbole du type de fonte</p>	<p style="text-align: center;"><b>ACIERS NON ALLIES</b></p> <p><b>A) LES ACIERS D'USAGE GENERAL : S</b></p> <p><b>B) LES ACIERS DE CONSTRUCTION MECANIQUE : E</b></p> <p>Exemple de désignation :</p> <p style="text-align: center;"><b>S 235</b> <b>E 335</b></p> <p>Symbole → Re en Mpa</p> <p>* Re = Limite minimal délasticlé en Mpa (N/mm<sup>2</sup>)</p> <p><b>C) LES ACIERS POUR TRAITEMENT THERMIQUE ET FORGEAGE :</b></p> <p>Exemple de désignation :</p> <p style="text-align: center;"><b>C 40</b></p> <p>Symbole → carbone</p> <p><b>Acier non allié – 0.4% de carbone</b></p> <p><b>D) LES ACIERS NON ALLIES MOULES :</b></p> <p>Si un acier est moulé, sa désignation est précédée de la lettre <b>G</b></p> <p>Exemples :</p> <p style="text-align: center;">GS 235 GS 335 GC 40</p>	<p style="text-align: center;"><b>ACIERS ALLIES</b></p> <p><b>A) LES ACIERS FAIBLEMENT ALLIES :</b> (Aucun élément d'alliage n'atteint 5%)</p> <p>Exemple de désignation :</p> <p style="text-align: center;"><b>30 Ni Cr Mo 8-6</b></p> <p>% de carbone x 100</p> <p>Symbole des éléments d'alliage par teneur décroissante</p> <p style="background-color: #e0ffe0; padding: 5px; text-align: center;">% 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</p> <p>16 Ni Cr Mo 8-6 : <b>0, 16 % de carbone – 2% de Nickel – 1,5% de Chrome – faible % de Molybdène</b></p> <p><b>B) LES ACIERS FORTEMENT ALLIES :</b> (Au moins un élément d'alliage atteint 5%)</p> <p>Exemple de désignation :</p> <p style="text-align: center;"><b>X.5 Cr Ni 18-10</b></p> <p>Symbole → % réel des éléments d'alliage % de carbone x 100</p> <p>Symbole des éléments d'alliage par teneur décroissante</p> <p>X 5 Cr Ni 18-10 : <b>0,05% carbone – 18% de Chrome – 10% de Nickel</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS D'ALLIAGE</b></p> <p>Elément d'alliage</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>Symbole</td><td>Al</td><td>Aluminium</td></tr> <tr><td></td><td>Sb</td><td>Antimoine</td></tr> <tr><td></td><td>Ag</td><td>Argent</td></tr> <tr><td></td><td>Be</td><td>Béryllium</td></tr> <tr><td></td><td>Bi</td><td>Bismuth</td></tr> <tr><td></td><td>B</td><td>Bore</td></tr> <tr><td></td><td>Cd</td><td>Cadmium</td></tr> <tr><td></td><td>Ce</td><td>Cérium</td></tr> <tr><td></td><td>Cr</td><td>Chrome</td></tr> <tr><td></td><td>Co</td><td>Cobalt</td></tr> <tr><td></td><td>Cu</td><td>Cuivre</td></tr> <tr><td></td><td>Sn</td><td>Etain</td></tr> <tr><td></td><td>Fe</td><td>Fer</td></tr> <tr><td></td><td>Ga</td><td>Gallium</td></tr> <tr><td></td><td>Li</td><td>Lithium</td></tr> <tr><td></td><td>Mg</td><td>Magnésium</td></tr> <tr><td></td><td>Mn</td><td>Manganèse</td></tr> <tr><td></td><td>Mo</td><td>Molybdène</td></tr> <tr><td></td><td>Ni</td><td>Nickel</td></tr> <tr><td></td><td>Nb</td><td>Niobium</td></tr> <tr><td></td><td>Pb</td><td>Plomb</td></tr> <tr><td></td><td>Si</td><td>Silicium</td></tr> <tr><td></td><td>Sr</td><td>Strontium</td></tr> <tr><td></td><td>Ti</td><td>Titane</td></tr> <tr><td></td><td>V</td><td>Vanadium</td></tr> <tr><td></td><td>Zn</td><td>Zinc</td></tr> <tr><td></td><td>Zr</td><td>Zirconium</td></tr> </table>	Symbole	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
Symbole	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

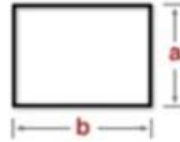
### Aires planes



#### **carré**

aire :  $A = a^2$

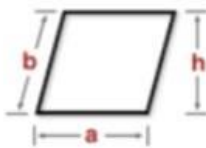
périmètre :  $P = 4a$



#### **rectangle**

aire :  $A = ab$

périmètre :  $P = 2(a + b)$



#### **parallélogramme** <sup>(1)</sup>

aire :  $A = a.h$

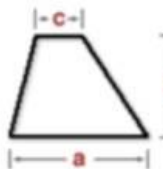
périmètre :  $P = 2(a + b)$



#### **triangle**

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

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



#### **trapèze**

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

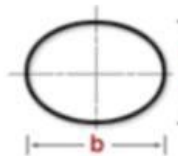
périmètre :  $P = \text{somme des côtés}$



#### **cercle** <sup>(2)</sup>

aire :  $A = \pi r^2$

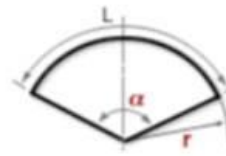
périmètre :  $P = 2\pi r$



#### **ellipse**

aire :  $A = \frac{\pi ab}{4}$

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

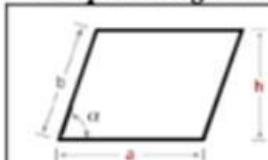


#### **arc de cercle**

longueur :  $L = r\alpha$   
( $\alpha$  en radian)

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

#### **(1)- INFOS parallélogramme**

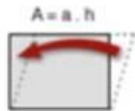


Beaucoup de calculs de surface peuvent se ramener à un ou plusieurs parallélogrammes.

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.

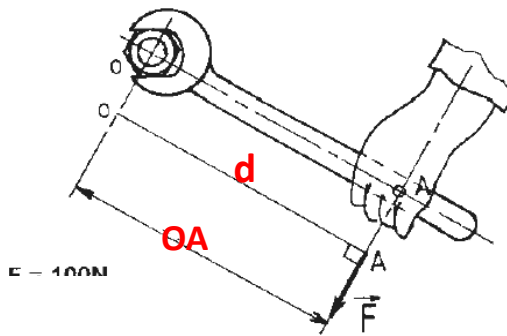
Le **triangle** et le **trapèze** sont des demi-parallélogrammes.



explication géométrique



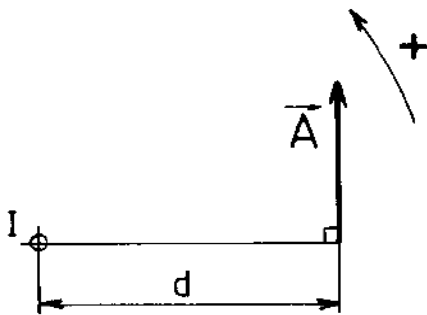
# Le moment d'une force



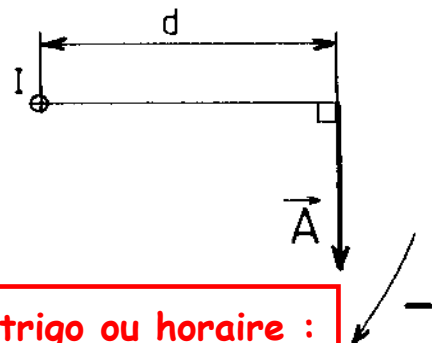
On appelle moment d'une force  $F$  par rapport à un point  $O$ , noté  $M_o(F)$  le produit de la force par la distance de la force au point (bras de levier)

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

Unité: N.m (Newton x mètre)



Sens trigo :  $M_I(A) > 0$



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

Baccalauréat professionnel Maintenance nautique	2021 AP 2106-MN ST 11 1	RESSOURCES
E11 – Analyse d'un système technique	Durée : 3 h	DR 13/14

<b>RDM : Formules cisaillement</b>	
<b>CONTRAINTE DE CISAILLEMENT <math>\tau</math> (tau)</b>	
$\tau = T / S$	$\tau$ : 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 <sup>2</sup> )
<b>CONDITION DE RESISTANCE</b>	
$\tau < R_{pg}$	$\tau$ : Contrainte de cisaillement en mégapascal (Mpa) R <sub>pg</sub> : Résistance pratique au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa)
<b>RESISTANCE PRATIQUE AU GLISSEMENT R<sub>pg</sub></b>	
$R_{pg} = R_g / k$	R <sub>pg</sub> : Résistance pratique au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa) R <sub>g</sub> : Résistance au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa) k: Coefficient de sécurité
<b>RESISTANCE AU GLISSEMENT R<sub>g</sub></b>	
$R_g = 0,5 \cdot R_e$ $R_g = 0,7 \cdot R_e$ $R_g = 0,8 \cdot R_e$	R <sub>g</sub> : Résistance au glissement du matériau utilisé en mégapascal (Mpa) R <sub>e</sub> : 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
<b>DEFORMATION ELASTIQUE</b>	
$\gamma = \frac{T}{G.S}$	$\gamma$ : Angle de déformation en radians (rad) T: Effort tranchant (parallèle à la surface) en Newton (N) S: Surface cisailée en millimètre carré (mm <sup>2</sup> ) G: Module d'élasticité transversal en MPa