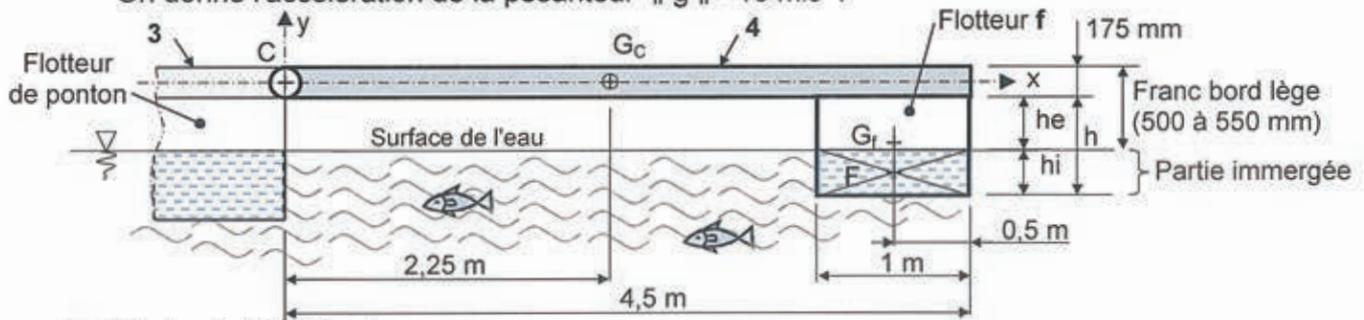


## Dimensionnement du flotteur (questions 3.1 à 3.8)

### Données et hypothèses :

- Le schéma ci-dessous représente un catway de 4,5 m x 0,75 m lège (sans charge d'exploitation) ; le catway 4 est alors horizontal en prolongement du ponton 3 ;
- Le catway, assimilé à une poutre, est articulé en C sur le ponton 3 (considéré fixe) ; on définit un repère supposé fixe  $(C, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  lié au ponton 3 ;
- La charge d'exploitation maximale admissible sur le catway est de  $100 \text{ kg.m}^{-2}$  ;
- La masse d'un flotteur est de  $25 \text{ kg}$  ; son centre de gravité est noté  $G_f$  ;
- La masse du catway sans flotteur est supposée répartie de façon homogène le long de la ligne moyenne ( $40 \text{ kg/mètre linéaire}$ ) ; son centre de gravité est noté  $G_c$ .
- On donne l'accélération de la pesanteur  $\|\vec{g}\| = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .



### Etude à vide (lège)

Une étude statique lège (sans charge d'exploitation) montre que :

- l'eau exerce sur le flotteur  $f$  une action mécanique (appelée portance) modélisable par une force verticale (poussée d'Archimède) appliquée au centre de carène  $F$  du flotteur (centre géométrique de la partie immergée) et d'intensité  $\|\vec{F}_{\text{eau} \rightarrow f}\| = 1265 \text{ N}$  ;
- l'action de contact du ponton 3 sur le catway 4 (dans l'articulation d'axe  $(C, \vec{z})$ ) est modélisable en C par une force notée  $\vec{C}_{3 \rightarrow 4}$ .

L'ensemble catway avec flotteur est isolé (voir DR10), les charges agissant sur celui-ci en situation lège (sans charge d'exploitation) sont définies par l'inventaire suivant :

- l'effort résultant correspondant au poids du catway,
- la résultante du poids du flotteur,
- la résultante de la poussée d'Archimède sur le flotteur,
- l'action de contact du ponton 3 sur le catway 4.

**Question 3.1** | En appliquant le principe fondamental de la statique, **déterminer** l'intensité de l'action du ponton 3 sur le catway 4.

**Question 3.2** | Sur DR10, **représenter**, avec l'échelle indiquée, l'ensemble de ces actions (échelle de représentation des forces :  $1 \text{ mm} \rightarrow 40 \text{ N}$ ).

**Question 3.3** | Sachant qu'un flotteur a une portance de  $65 \text{ N par cm d'enfoncement}$  dans l'eau, **déterminer** la hauteur  $h_i$  de la partie immergée du flotteur lorsque le catway n'est pas chargé ( $h_i$  défini sur le schéma ci-dessus). **Choisir** le flotteur (voir DT29 et schéma ci-dessus) permettant de satisfaire l'exigence de franc bord compris entre 500 et 550 mm.

## ☞ ETUDE EN CHARGE

Sous l'action de la charge d'exploitation maximale admissible par le catway ( $100 \text{ kg.m}^{-2}$ ), l'effort en  $F$  exercé par l'eau sur le flotteur  $f$  augmente en intensité et vaut  $\|\vec{F}_{\text{eau} \rightarrow f}\| = 3160 \text{ N}$ .

Question 3.4

**Déterminer** la nouvelle valeur  $h_i$  de la hauteur immergée et **vérifier** qu'avec le flotteur choisi précédemment le catway n'est pas submergé. **Conclure** quant à la pertinence du choix du flotteur.

## Vérification de la résistance des profilés

### Données et hypothèses :

- Le catway est constitué de deux profilés principaux de section constante en alliage d'aluminium 6005 T6 dont la limite élastique à l'extension est  $\sigma_{ee} = 230 \text{ MPa}$  (voir DT30).
- Ces deux profilés assurent ensemble la reprise des efforts agissant sur le catway.
- Le module de flexion de l'ensemble de ces deux profilés vaut :  $\frac{I_{Gz}}{v} = 132 \text{ 700 mm}^3$ .
- La figure du document DR11 modélise les charges s'appliquant sur le catway (sans flotteur) : le poids propre du catway et la charge d'exploitation sont modélisés par des charges uniformément réparties sur la ligne moyenne ; la poussée du flotteur est modélisée par une charge uniformément répartie sur la zone de contact.

Question 3.5

*voir DT30  
sur DR11*

**Indiquer**, sur les diagrammes (DR11) de l'effort tranchant et moment fléchissant, les valeurs limites.

Question 3.6

*sur DR11*

**Identifier** la nature des sollicitations agissant sur les profilés.

**Déterminer** l'abscisse  $x$  de la section la plus sollicitée si on néglige l'effet de l'effort tranchant.

Question 3.7

*voir DT30  
sur DR11*

**Calculer** la contrainte normale maximale dans cette section (voir DT30), en prenant, pour le moment fléchissant, la valeur suivante :

$$M_{fz} = 2230 \text{ N.m à } x = 2 \text{ m}$$

Pour la question suivante on considérera que  $\sigma_M = 20 \text{ MPa}$

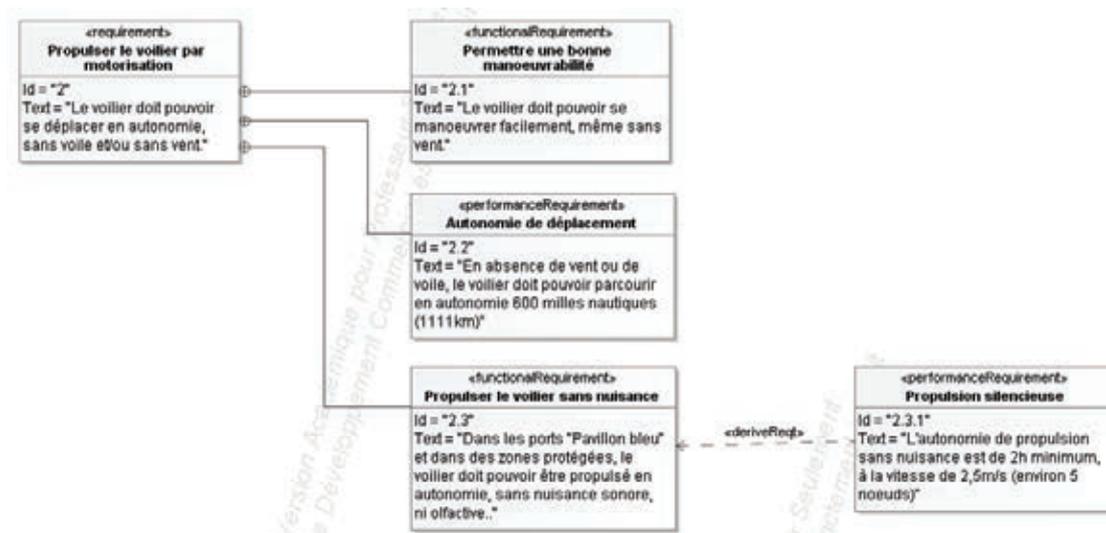
Question 3.8

*voir DT30  
sur DR10 et DR11*

→ **Justifier** l'écart constaté entre  $\sigma_{ee}$  et  $\sigma_M$  en identifiant, sans les évaluer, les charges qui n'ont pas été prises en compte dans cette étude mais qui sont susceptibles d'agir sur les catways.

→ **Conclure** quant au choix des profilés.

## DT1 - Diagramme d'exigences « propulser le voilier par motorisation »



## DT2 - Moteur électrique type ST 74



Moteur ST 74	
Type	Brushless
Puissance de sortie	9 kW
Vitesse nominale	860 tr.min <sup>-1</sup>
Couple nominal	100 N.m
Tension	144 Vdc
Courant nominal	64 A
Masse	65 kg

## DT3 - Pack de batteries



Caractéristiques du Pack de batteries	
Tension nominale	144 Volts
Capacité nominale	23kWh

Le pack est constitué de 45 cellules LiFePO4 Lithium-Fer-Phosphate type **IB-B-FHE-160**, associées en série. Un circuit électronique gère la charge et la décharge en surveillant l'état de chaque cellule.

LiFePO4 Packaged Cells		
Specification	Condition	IB-B-FHE-160
Nominal Voltage	(C/3)	3.2 Volts
Nominal Capacity	(C/3)	160 Ah
Nominal Energy	(C/3)	512 Wh
Specific Energy	(C/3)	94 Wh/Kg
Self-Discharge Rate	Monthly, RT	<3%
Cycle Life @ 25 °C	100% DOD	>2000 Cycles
Cycle Life @ 55 °C	100% DOD, 1C, Active Cooling	>1000 Cycles
Cell Weight	Integrated Cell	5.4 Kg
Recommended Cutoff Voltages	Charge	3.6 Volts
	Discharge	2.5 Volts
Max Continuous Charge Current	100% DOD	80 A (C/2)
Max Continuous Charge Current	100% DOD, Active Cooling	160 A (C)
Max Continuous Discharge Current	10% to 90% DOD	160 A (C)
Max Continuous Discharge Current	10% to 90% DOD, Active Cooling	480 A (3C)
Charging Efficiency	100% DOC @ C/3	90%
(Ratio of charge/discharge time)	10% to 90% DOC @ C/3	98%
Operating Temperature	Charge	0°C to 50°C
	Discharge	-20°C to 55°C

## DT4 - Variateur de vitesse AVB125A200

Contrôleur réversible 4 quadrants pour moteur brushless.



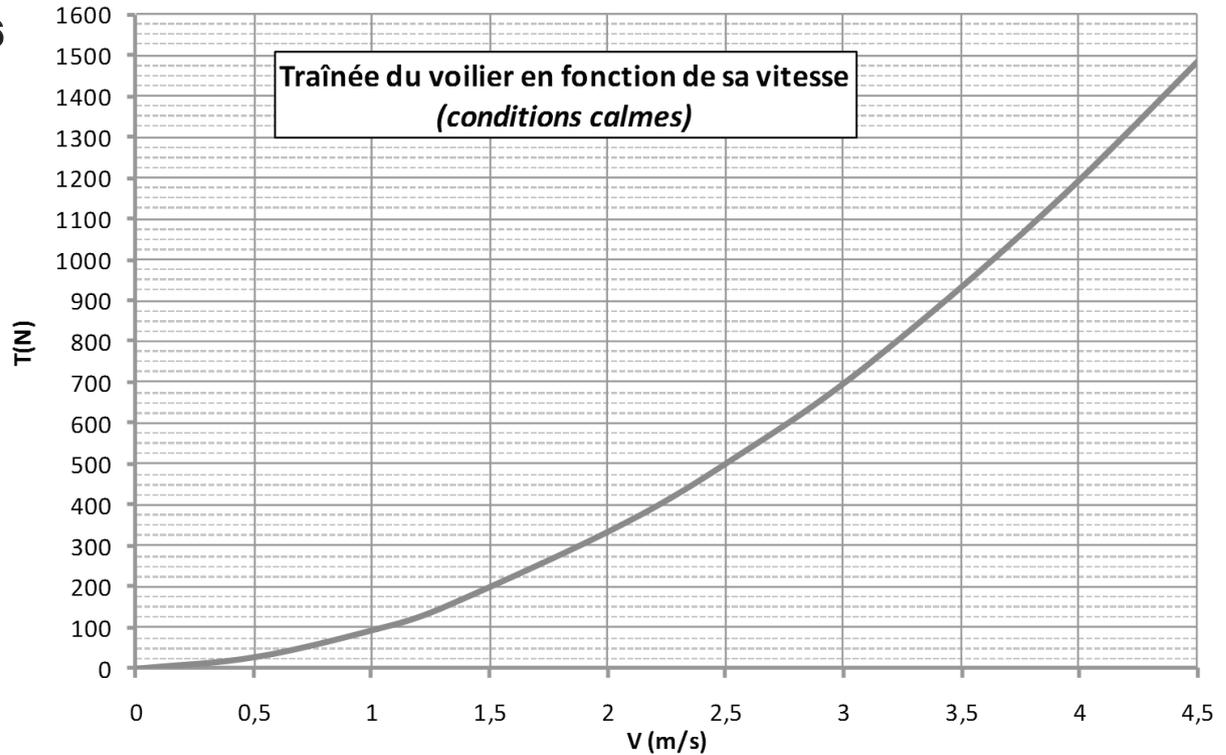
Caractéristiques de puissance	
Gamme de tension d'alimentation	40 – 175 Vdc
Seuil de surtension	190 V
Seuil de sous-tension	36 V
Courant max en crête	125 A
Courant max permanent	80 A
Caractéristiques de commande	
Information de commande	0 – 5 V ou 0 - 5 kΩ

## DT5 - Le groupe électrogène PDC 8220VP-30

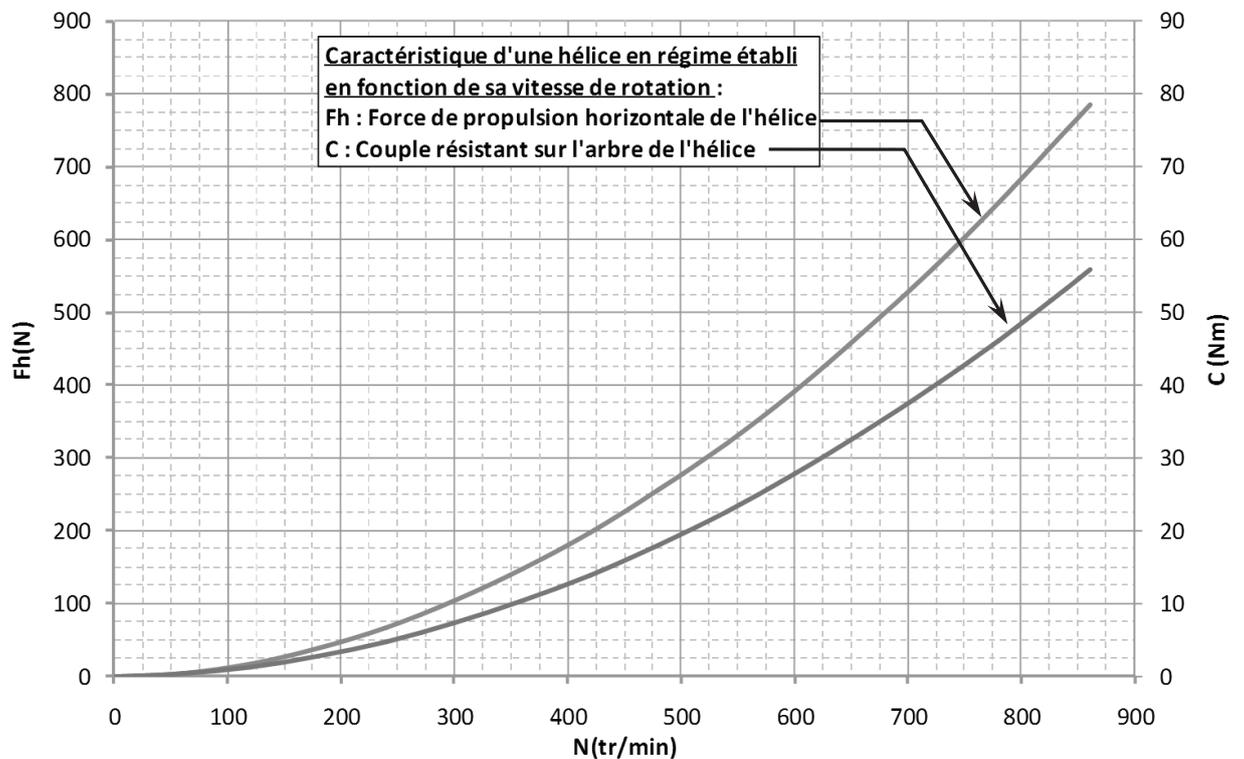


<b>PDC 8220VP-30</b>	
<b>Ratings kW (continuous)</b>	14kw
<b>Output DC Voltage</b>	48 - 144V
<b>Engine RPM</b>	2900
<b>Cylinders</b>	3
<b>Cylinder Volume</b>	1.13 Liters
<b>Weight</b>	153kg/337lbs
<b>Operating Temperature</b>	-20°C to 72°C
<b>Fuel Consumption</b>	0.34L/kWhr (calculated)
<b>Hard Enclosure Dimensions</b>	Length: 700mm/27.6" Width: 535mm/21" Height: 650mm/25.6"

## DT6



## DT7



## DT8 - Caractéristiques pour différents types de batteries

Type de batterie	Plomb (Pb)	NiMH	Li-ion	
			Cobalt LiCoO <sub>2</sub>	Phosphate LiFePO <sub>4</sub>
Energie massique (Wh.kg <sup>-1</sup> )	30 - 50	60 - 120	150 - 190	90-120
Nombre de cycle charge/décharge	100 – 1000 (selon profondeur de décharge)	300 - 800	1000	2000
Coût	< 100 €·kWh <sup>-1</sup>	~ 1000 €·kWh <sup>-1</sup>	500 – 1000 €·kWh <sup>-1</sup>	500 – 1000 €·kWh <sup>-1</sup>
Sécurité (risque d'emballement thermique)	Version AGM : Pas de risque de fuite ou d'explosion	Pas de risque	Risque potentiel d'emballement thermique	Pas de risque

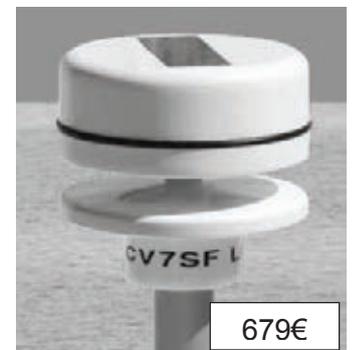
## DT9 - Documentation du WSM : Marine Wind Sensor

Le WSM utilise une girouette très sensible pour la direction du vent de l'ordre de 5° ainsi qu'un anémomètre précis pour la vitesse du vent de 1,5 à 99 nœuds avec une précision de 0.5 nœuds. Il recalcule des données du vent 10 fois par seconde. Le WSM a été conçu pour fonctionner avec tout appareil compatible NMEA2000. Livré avec 30m de câble NMEA2000.



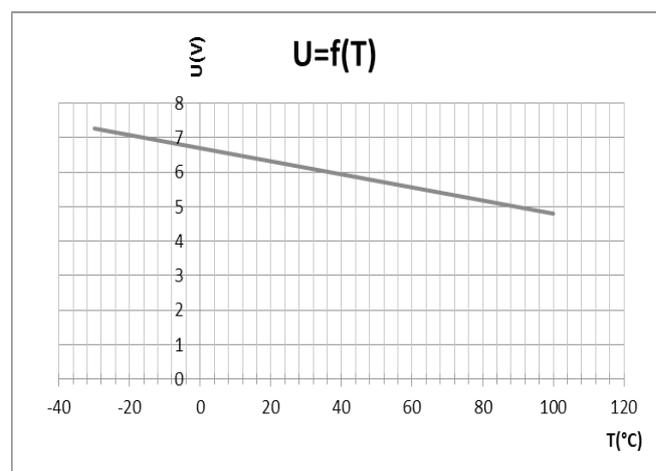
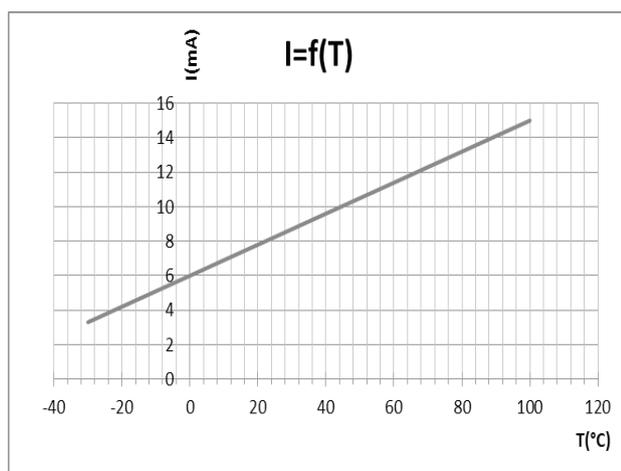
## DT10 - Documentation du CV7SF

Sur les navires, il supprime le poids du câble dans le mât. CV7SF allie les technologies de pointe : mesures ultrasons, alimentation par cellules solaires (XOB17), transmissions numériques sans fil, stockage électrique à super condensateur.

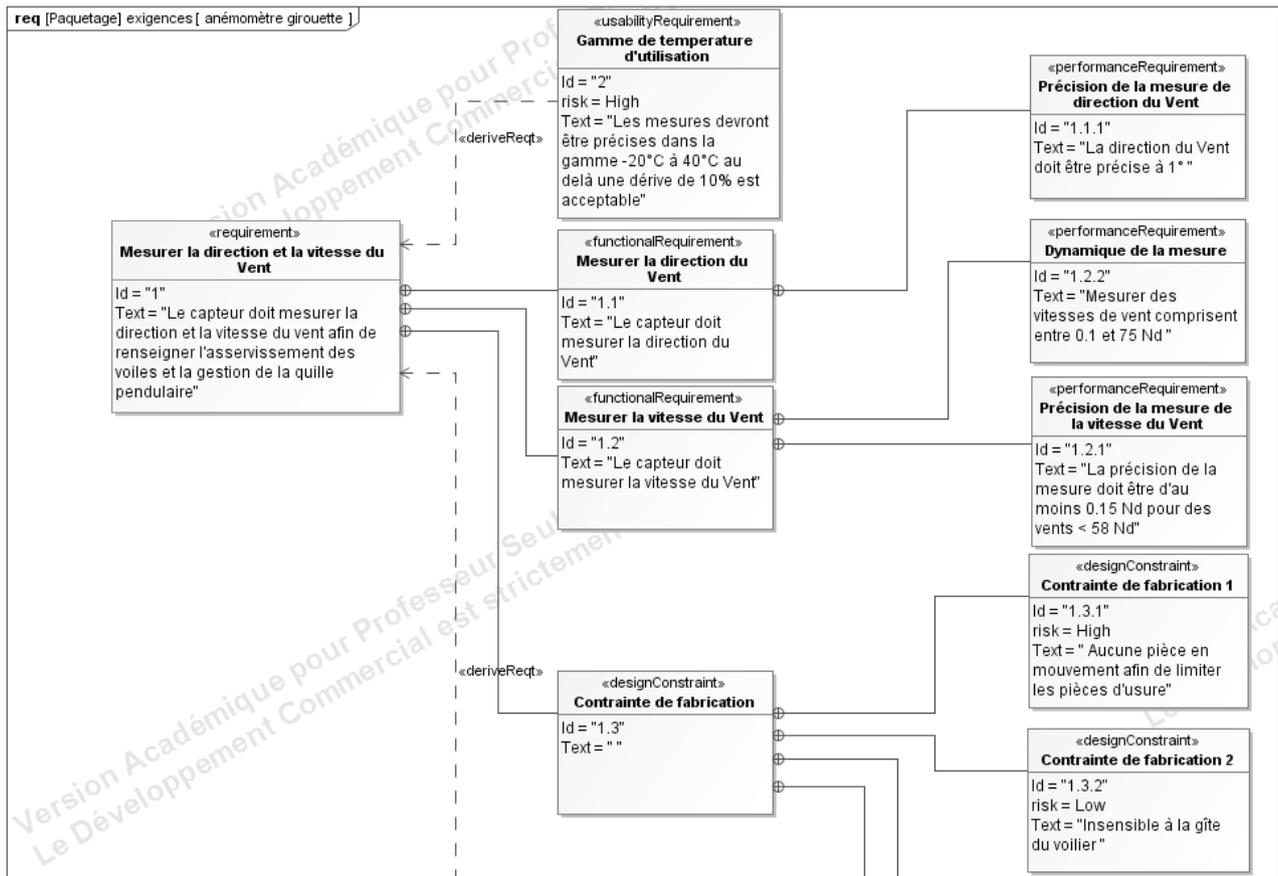


## DT11 - Gamme de températures des composants

- Composants électroniques : série I "Industriel" -40°C à +85°C,
- Supercondensateurs -30°C à +60°C,
- Emetteur récepteur ultrason -40°C à 85°C,
- Support en matière plastique : grande rigidité, solidité et dureté - faible absorption de l'humidité et très bonne tenue dimensionnelle dans la gamme de températures -100°C à +80°C ; de plus, le traitement anti-UV permet une bonne tenue dans le temps,
- Les cellules solaires (XOB17 de IXYS) intégrées au capteur ont les caractéristiques suivantes : tension et courant délivrés par les cellules photoélectriques en fonction de la température



# DT12 : Diagramme d'exigences (partiel)



## DT13 : Norme NMEA tableaux des champs d'une trame

Start of frame	Champ d'arbitrage	Champ de contrôle	Champ de données	Champ CRC	Champ d'acquiescement	End of frame
1 bit	32 bits	6 bits	8 octets	16 bits	2 bits	7 bits

Poids fort de l'identificateur	SRR	IDE	Poids faible de l'identificateur	RTR
11 bits	1 bit	1 bit	18 bits	1 bit

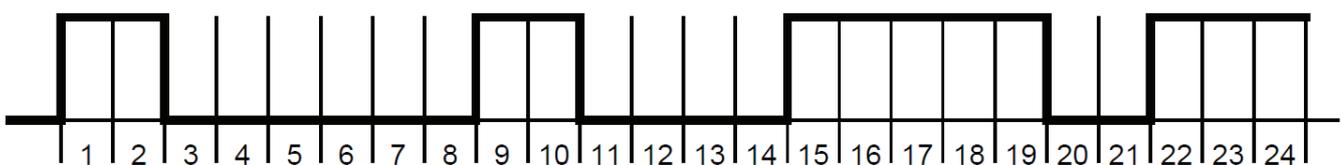
DATA8	DATA7	DATA6	DATA5	DATA4	DATA3	DATA2	DATA1
FFh	Vitesse du vent (octet de poids faible)	Vitesse du vent (octet de poids fort)	Angle de vent (octet de poids faible)	Angle de vent (octet de poids fort)	Drapeaux de référence	FFh	FFh

- Vitesse du vent : la résolution est de  $0,01 \text{ m.s}^{-1}$ .
- Angle de vent : la résolution est de  $5,493 \times 10^{-3}$  degrés. La gamme utilisée s'étend de  $0^\circ$  (0000h) à  $360^\circ$  (ffffh).
- Drapeaux de référence : indiquent si le vent mesuré est réel ou relatif (DATA3 = FAh pour un vent relatif. DATA3 = FBh pour un vent réel).

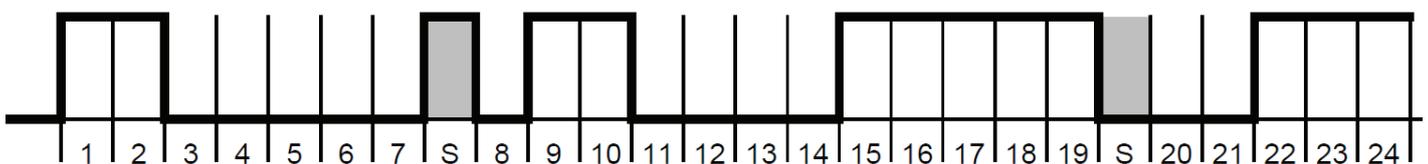
### Particularité d'une trame NMEA

Une des caractéristiques du codage NRZ (Non Retour à Zéro), comme celui utilisé dans la trame NMEA, est que le niveau du bit est maintenu pendant toute sa durée. Cela pose des problèmes de fiabilité si un grand nombre de bits identiques se succèdent. La technique du Bit Stuffing impose au transmetteur d'ajouter automatiquement un bit de valeur opposée lorsqu'il détecte 5 bits consécutifs dans les valeurs à transmettre.

### Trame à l'émission avant la mise en place des bits de stuffing



### Trame avec bits de stuffing (S)



# DT14 : Eclaté et schéma cinématique en perspective du mécanisme de quille pendulaire

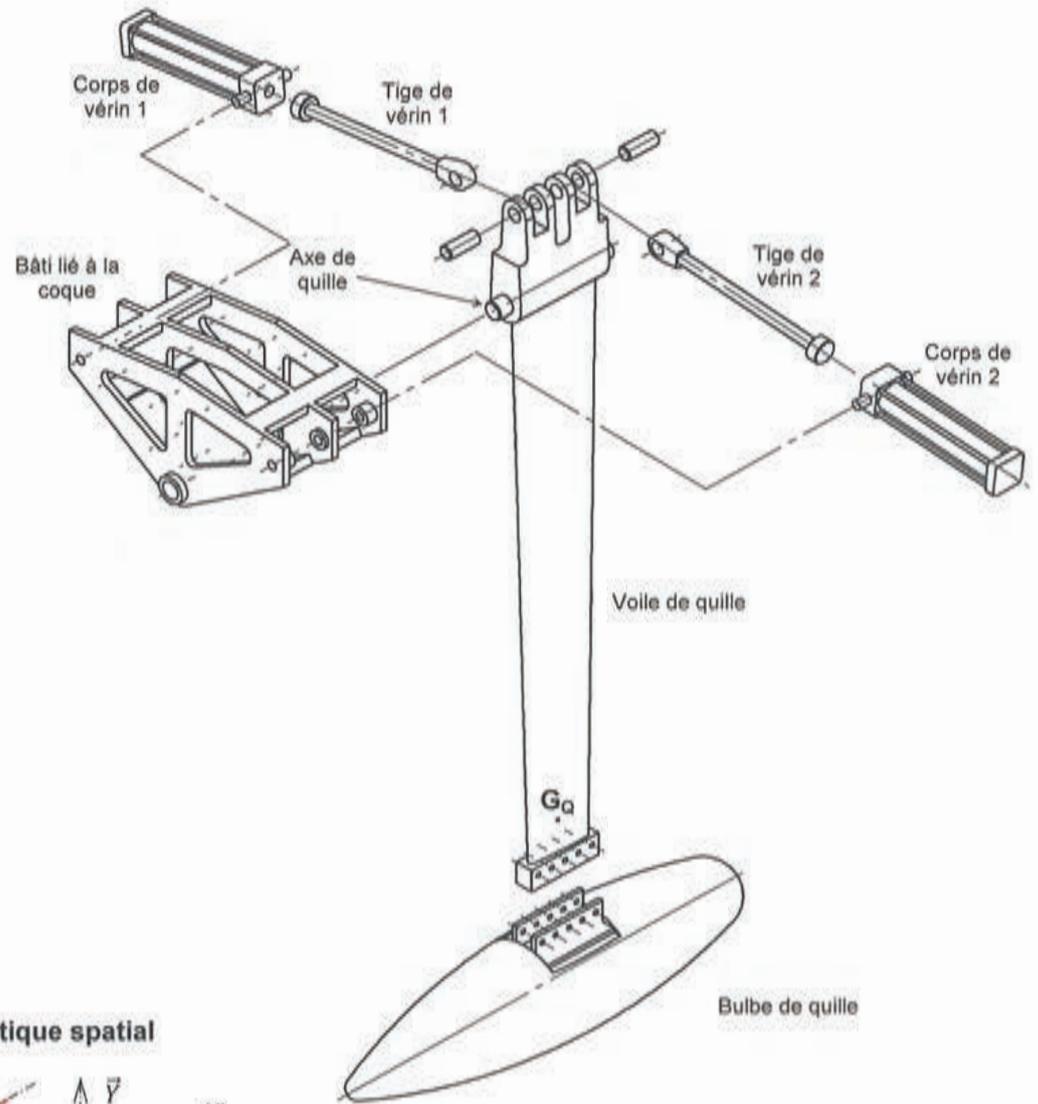
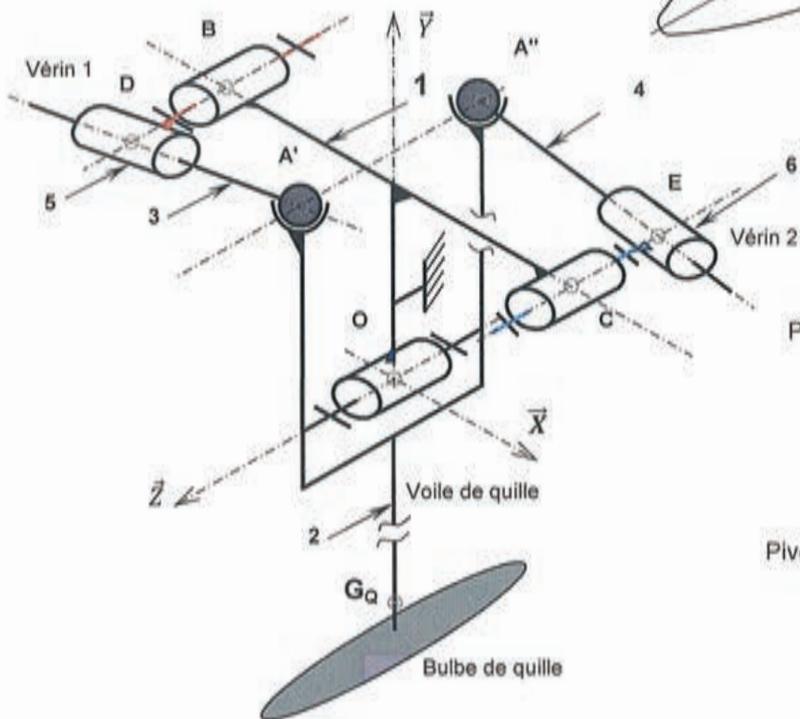
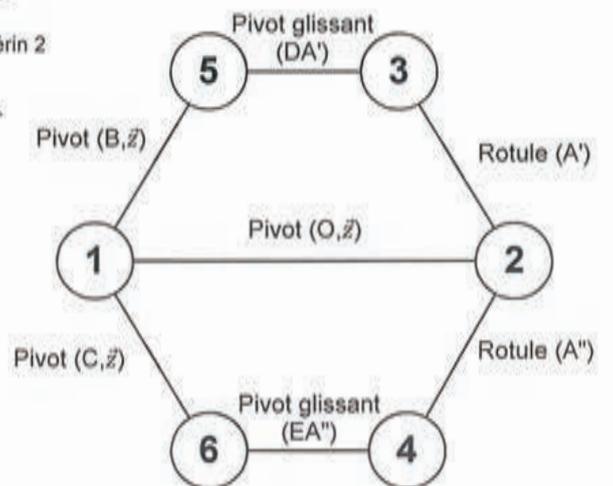


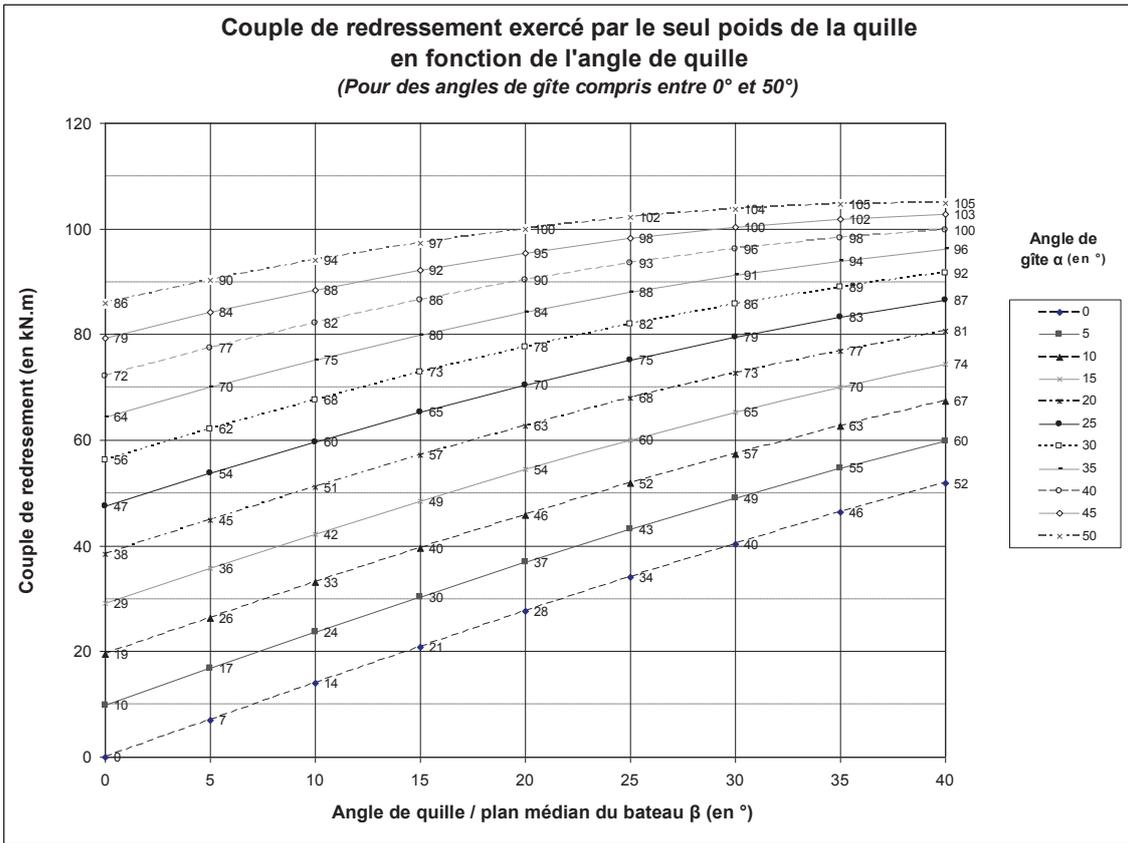
Schéma cinématique spatial



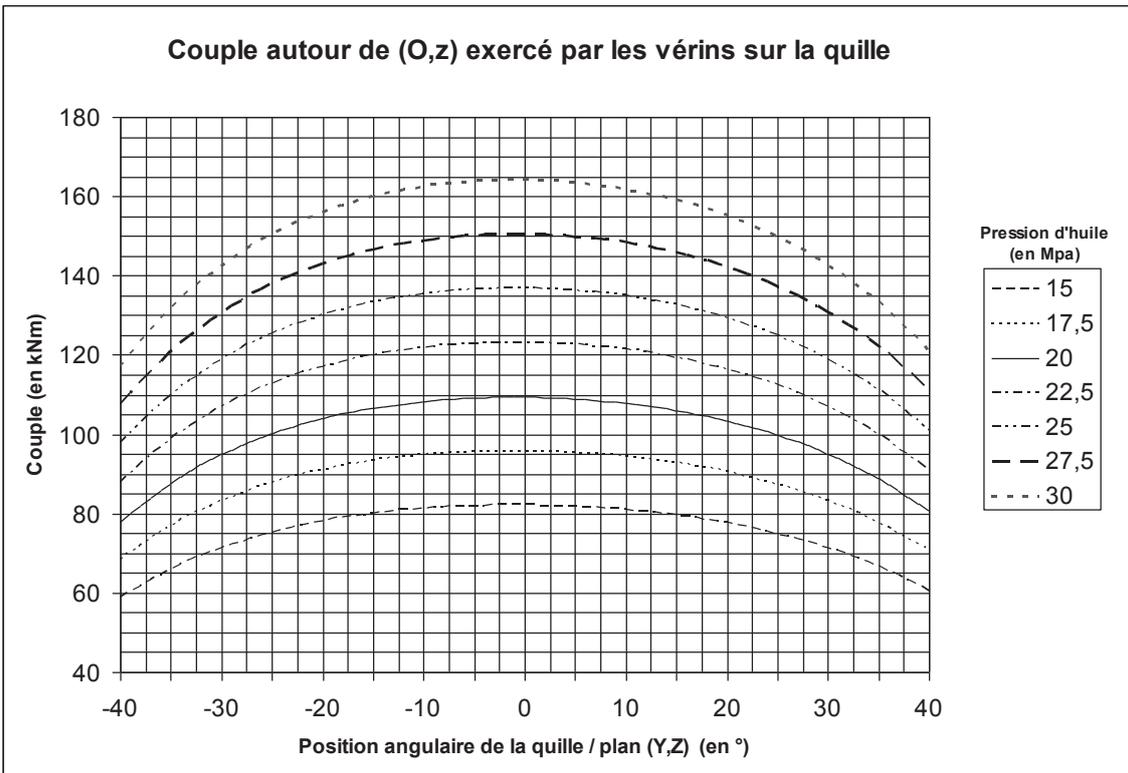
Graphe de structure



# DT15



# DT16



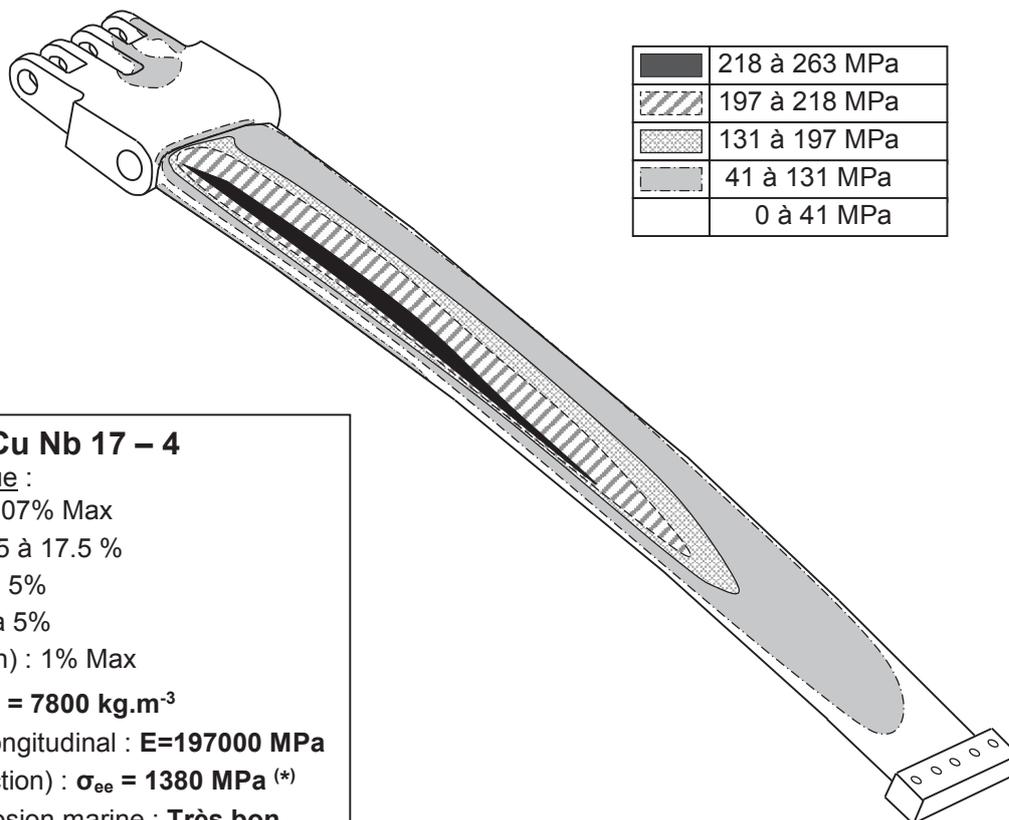
## DT17 - Caractéristiques des pompes hydrauliques

Modèle	Puis. (*)	Tension	Débit Maxi		Pression Maxi		Dimensions (hors tout)	Poids kg
	Watt	Volt	cm <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	l.min <sup>-1</sup>	MPa	psi		
1x2000	2000	24	60	3.6	28	4000	314x128	10
1x2500	2500	12	38.3	2.3	28	4000	130x342	13
2x2500	2500	12	140	8.4	30	4285	130x424	13.8
1x3000	3000	24	100	6	30	4285	130x342	13
2x3000	3000	24	205	12.3	30	4285	130x424	14.5
1x4500	4500	24	16.7	10	28	4000	161x472	27.5
2x4500	4500	24	287	17.2	30	4285	161x472	29
3x4500	4500	24	437	26.2	30	4285	161x572	33
3x6000	6000	24	797	47.8	30	4285	191x672	53
1x6000	6000	24	560	33.6	35	5000	191x858	60

(\*) Puissance du moteur électrique

## DT18 - Répartition des contraintes (simulation informatique) dans le voile de quille

Contrainte normale en MPa



### Acier X 5 Cr Ni Cu Nb 17 – 4

#### Composition chimique :

- carbone (C) : 0.07% Max
- chrome (Cr) : 15 à 17.5 %
- nickel (Ni) : 3 à 5%
- cuivre (Cu) : 3 à 5%
- manganèse (Mn) : 1% Max

Masse volumique :  $\rho = 7800 \text{ kg.m}^{-3}$

Module d'élasticité longitudinal :  $E = 197000 \text{ MPa}$

Limite élastique (traction) :  $\sigma_{ee} = 1380 \text{ MPa}$  (\*)

Résistance à la corrosion marine : **Très bon**

Résistance à la fatigue : **Très bon**

(\*) après traitement thermique (4 h à 925 °C suivi d'un refroidissement à l'air).

## DT19 - Batterie marine, servitude, traction ou démarrage

### Batterie de démarrage :

Ce type de batterie privilégie le rapport intensité maximale disponible par rapport au volume. Une batterie de démarrage comme celles vendues pour les voitures est conçue pour délivrer un courant important pendant un court instant (le CCA est calculé pendant une durée de 30s, durée considérée comme maximale pour démarrer un moteur). Lorsqu'il s'agit d'une batterie à électrolyte liquide, elle ne peut pas être déchargée de plus de 20% au risque de déformer les plaques minces de façon irréversible.

### Batterie de servitude (ou décharge lente) :

Ce type de batterie alimente des systèmes électriques soumis à des sollicitations répétées, et est donc conçue pour une utilisation en décharge profonde (80%) et un nombre de cycles de charge décharge important (jusque 1200 cycles pour une batterie de qualité en fonction de la profondeur de décharge).

Ce sont les batteries à électrolyte AGM ou gélifié qui sont le mieux adaptées même si certaines batteries liquides répondent à ce besoin.

### Batterie de traction :

C'est une batterie capable de délivrer de fortes intensités pendant une longue durée. Elle est utilisée par exemple pour des chariots élévateurs. Les batteries AGM et gel répondent à ce besoin, des batteries liquides à entretien (possibilité de rajouter de l'eau) sont aussi conçues pour cet usage.

### Batterie marine :

Une batterie marine est conçue pour prendre en compte toutes les contraintes de la navigation. C'est une batterie de servitude qui peut être aussi utilisée pour le démarrage (même si pour des raisons de sécurité, il est préférable de dédier une batterie au démarrage). Une batterie marine doit de plus être étanche et avoir un niveau d'électrolyte suffisant pour que les électrodes soient toujours immergées, ceci quelle que soit la gîte du bateau. Elle doit de plus avoir une bonne résistance mécanique et être conçue pour limiter les dégagements gazeux pour des raisons de sécurité et de longévité.

Les batteries à électrolyte gélifié (AGM ou gel) sont par leur technologie les mieux adaptées à une utilisation marine.

## DT20 - Performance typique en fonction de la technologie de batterie

Technologie		Utilisation				
Types de plaques	Types d'électrolyte	Servitude	Démarrage	Décharge profonde (50%)	Décharge profonde (80%)	Décharge complète (100%)
Plaques minces	Liquide	---	+++	---	---	---
Plaques épaisses	Liquide	++	+-	350 cycles	---	---
Plaques épaisses	AGM	+++	++	450 cycles	275 cycles	200
Plaques épaisses	Gel	+++	+	650 cycles	420 cycles	350

Nota : la décharge complète à 100% est à éviter. Les cas positifs apparaissant dans ce tableau signifient qu'en cas de décharge totale de la batterie celle-ci est récupérable. La décharge à 80% est tolérée sans détérioration de la batterie mais le nombre de cycles s'en trouve réduit

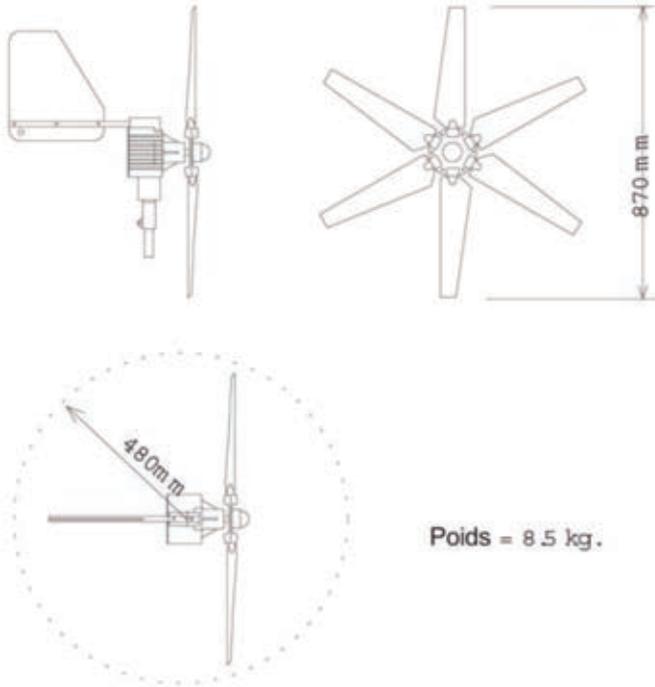
## DT21 - Effet de la température sur la capacité d'une batterie au plomb

La température est un catalyseur des réactions chimiques : une augmentation de 10°C double les cinétiques des réactions. Ainsi, l'augmentation de la température permet une amélioration de la capacité réelle de la batterie. On introduit donc un coefficient de température  $K_T(C)$  lié à l'évolution de la capacité réelle en fonction de la température de la batterie. Comme les fabricants indiquent la capacité pour une température de 20°C, le coefficient  $K_T(C)$  est pris égal à 1 pour cette température. Les valeurs des coefficients de température de la capacité sont données ci-dessous à titre indicatif :

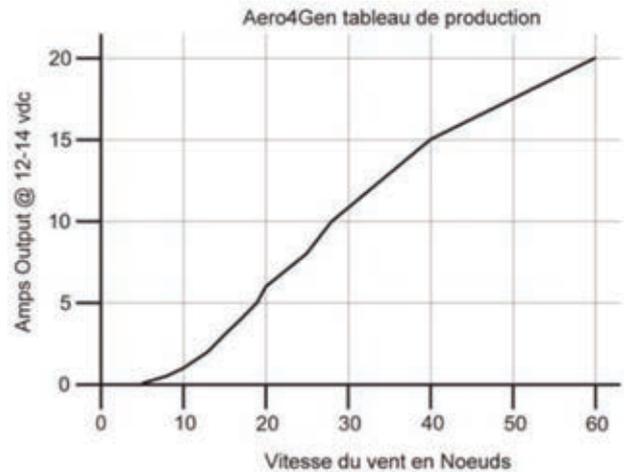
Température :	-20 °C	-10 °C	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
Coefficient $K_T$ (appliqué à $C_{20}$ )	0.8	0.85	0.85	0.95	1	1.04	1.1	1.13

$$C_{\text{réel}} = C_{20} * K_T$$

## DT22 : Caractéristiques de l'éolienne et conditions de montage



Poids = 8.5 kg.



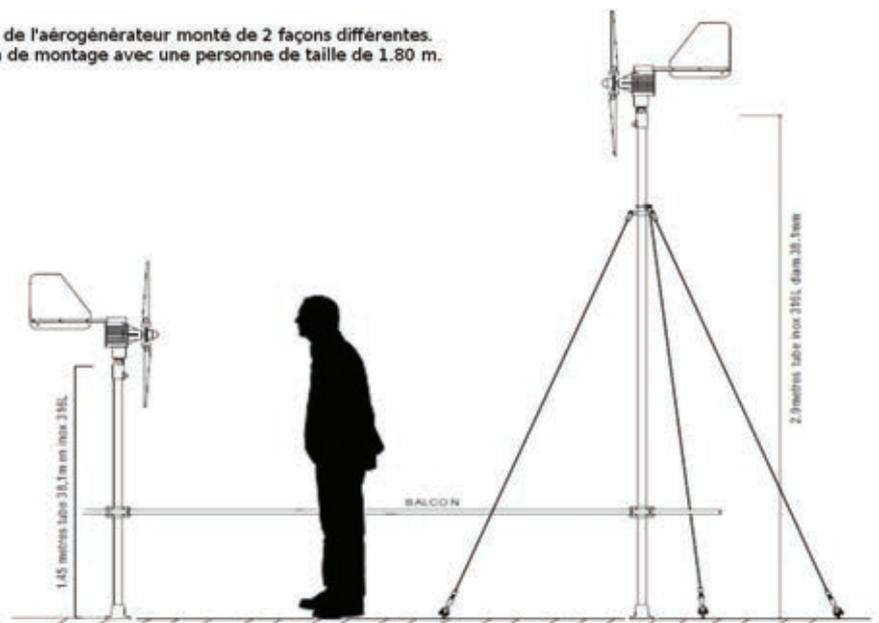
La position de l'éolienne est déterminante pour éviter tout risque de blessures graves dues à la rotation des pales. Lors de la conception du système de fixation, celui-ci doit être prévu pour accepter le poids de l'éolienne additionnée avec la force du vent telle que décrit dans le tableau ci-dessous.

Type des vents	Petite brise	Brise modéré	Bonne brise	Forte brise	Coup de vent	Bon coup de vent	Fort coup de vent	Tempête	Forte tempête
Vitesse (Noeuds)	9	13	19	24	30	37	44	52	60
Force (N)	6	14	30	50	75	112	160	220	290

Des précautions supplémentaires doivent être observées pour limiter les vibrations magnétiques et électriques lors de la rotation et de la charge de l'éolienne. Le bruit et les vibrations seront amplifiés dans le cas d'un montage sur un tube de faible diamètre ou sur une structure du bateau de faible section. Si le montage est effectué au dessus des couchettes, il pourrait être nécessaire de stopper l'éolienne pour la nuit.

Pour éviter des interférences avec les appareils de navigation, l'aérogénérateur doit être placé à moins des 2 mètres de ces matériels. Les câbles de raccordements doivent être placés à plus d'un mètre des câbles des appareils de navigation.

Présentation de l'aérogénérateur monté de 2 façons différentes. Comparaison de montage avec une personne de taille de 1.80 m.



Concours général des lycées	2016
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable STI2D	Page 33 / 49

# DT23 - Extrait du tableau TRIZ : contradictions et principes (Folio 1/2)

Matrice des Contradictions TRIZ - Technology		Matrice des Contradictions																		
		Poids d'un Objet Mobile	Poids d'un Objet Fixe	Longueur d'un Objet Mobile	Longueur d'un Objet Fixe	Surface d'un Objet Mobile	Surface d'un Objet Fixe	Volume d'un Objet Mobile	Volume d'un Objet Fixe	Vitesse	Force - Intensité	Tension - Pression	Forme	Stabilité (de la composition) de l'Objet	Force - Résistance	Stabilité (de la composition) de l'Objet	Durabilité - Durée d'Action d'un Objet Immobilable	Température	Clarté - Illu-	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	Poids d'un Objet Mobile			15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28		2, 6, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35		6, 29, 4, 38	19, 1, 32	
2	Poids d'un Objet Fixe				10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2		8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 26, 39, 29, 14	28, 2, 10, 27			2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	
3	Longueur d'un Objet Mobile	8, 15, 29, 34				15, 17, 4		7, 17, 4, 35			13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	29, 34	19	10, 15, 19	32	
4	Longueur d'un Objet Fixe		35, 28, 40, 29				17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14			28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26		1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25
5	Surface d'un Objet Mobile	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4				7, 14, 17, 4			29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3		2, 15, 16	15, 32, 19, 13	
6	Surface d'un Objet Fixe		30, 2, 14, 16		26, 7, 9, 39						1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	2, 38	40			2, 10, 19, 30	35, 39, 38	2, 13, 10	
7	Volume d'un Objet Mobile	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17				29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 1, 39	1, 15, 29, 4	28, 10, 9, 14, 15, 7	9, 14, 17, 15	6, 35, 4		34, 39, 10, 18	2, 13, 10	
8	Volume d'un Objet Fixe		35, 10, 19, 14		35, 8, 2, 14						2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 9, 14, 17, 15		35, 34, 38	35, 6, 4			
9	Vitesse	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34		7, 29, 34			13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 16	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5		28, 30, 36, 2	10, 13, 19, 3	
10	Force - Intensité	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 14, 27	35, 10, 14, 27	19, 2		35, 10, 21			
11	Tension - Pression	37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 18	10, 15, 38, 28	10, 15, 38, 28	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36, 21	35, 35, 21	35, 4	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 27	19, 3, 27		35, 39, 19, 2			
12	Forme	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10		14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14		33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 28, 9, 25		22, 14, 13, 15, 19, 32	32	
13	Stabilité (de la composition) de l'Objet	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23		35, 1, 32, 7	32, 3, 27, 16	
14	Force - Résistance	4, 18, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 28	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	8, 13, 3, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 13, 17	13, 17, 27, 3, 26			30, 10, 40	35, 19		
15	Durabilité - Durée d'Action d'un Objet Mobile	19, 5, 34, 31		2, 19, 9		3, 17, 19		10, 2, 19, 30		3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35, 10	27, 3, 10			19, 35, 39	2, 19, 4, 35	
16	Durabilité - Durée d'Action d'un Objet Immobilable		6, 27, 19, 16		1, 40, 35					35, 34, 38				39, 3, 35, 23				19, 18, 36, 40		
17	Température	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 22, 40	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40		32, 30, 21, 16	
18	Clarté - Illumination - Brilliance	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16		19, 32, 26		2, 13, 10		10, 13, 19	26, 19, 6		32, 30, 27	32, 3, 35, 19	2, 19, 6			32, 35, 19		
19	Utilisation d'Energie par un Objet Mobile - en Mouvement	12, 18, 2, 8, 31		12, 28		15, 19, 25		35, 13, 18		8, 35, 35, 21	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 9, 35	5, 19, 28, 35, 6, 18			19, 24, 3, 14	2, 15, 19	
20	Utilisation d'Energie par un Objet Stationnaire - Fixe		19, 9, 6, 27								36, 37			27, 4, 29, 18	35			19, 2, 35, 32		
21	Puissance	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37		19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 32, 15, 31	26, 10, 28, 10, 38	19, 35, 16	2, 14, 17, 25	16, 6, 19		
22	Perte d'Energie	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 18, 23	7, 16, 35, 38		16, 35, 36			14, 2, 39, 6	26				19, 38, 7	1, 13, 32, 15	
23	Perte de Matière - Substance	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 38	3, 39, 18, 31	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	31, 40	3, 18	18, 38	1, 6, 13		
24	Perte d'Information	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16		2, 22	28, 32						10	10		19	
25	Perte de Temps	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18		10, 37, 35, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 18	28, 20, 10, 16	1, 19, 26, 17		
26	Quantité de Matière - Substance	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18		15, 14, 29	2, 18, 40, 4, 29	15, 20, 29		35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 38, 14, 3	35, 14, 17, 40	15, 2, 34, 10	14, 35, 10, 40	3, 35, 31	3, 35, 3, 17, 3, 38			
27	Fiabilité	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	2, 35, 21, 35, 8, 28, 10, 24, 24	
28	Précision de Mesure	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 28, 5, 16	32, 28, 3, 16	28, 28, 32, 3	28, 28, 32, 3	28, 13, 6		28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32	6, 28, 32
29	Précision de Fabrication - Réalisation	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 26, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 23, 2	25, 10, 35	10, 28, 28, 19, 34, 36	3, 35, 32	32, 30, 40	30, 18, 3, 27, 40	3, 27, 40				19, 26, 3, 32		
30	Effet ou Facteur Nocif - Négatif affectant l'objet	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	36, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 40, 33	17, 1, 33, 28	22, 33, 35, 2	1, 19, 1, 1	
31	Effet ou Facteur Nocif - Négatif généré par l'objet	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22		17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	36, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2, 33, 31	15, 22, 33, 1	21, 39, 16, 22	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	
32	Facilité de Fabrication - Réalisation	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 40	13, 29, 1, 40	35	35, 13, 8, 1	35, 12, 1, 37	35, 19, 1, 37	11, 13, 1, 32	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 19	27, 26, 18	28, 24, 27, 1		
33	Facilité d'Opération - Usage	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12		1, 17, 13, 16	1, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 39, 31	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 40, 3, 28	32, 40, 8, 25	29, 3, 25	1, 16, 13	26, 27, 13, 17, 1, 24		
34	Facilité de Réparation	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 13, 32	16, 25	25, 2, 35, 11	1	34, 9, 10	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35, 11, 1, 2, 9	11, 1, 2, 9	11, 29, 28, 27	1	4, 10, 15, 1, 13		
35	Adaptabilité - Polyvalence	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 16	1, 35, 29, 7	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29		35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 32, 6	35, 3, 13, 1, 35	2, 16	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1		
36	Complexité (de l'objet)	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16	34, 10, 26	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 2, 2, 13, 28, 15	10, 4, 28, 15		2, 17, 13	24, 17, 13, 2		
37	Difficulté de Détection et de Mesure (contrôle)	27, 26, 28, 13	8, 13, 28, 1	16, 17, 25, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 28, 31	3, 4, 16, 35	30, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 39, 25	25, 34, 6, 35	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	
38	Degré d'Automatisation	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 17, 28	23	17, 14, 13		35, 13, 16		28, 10	2, 35	13, 35	18, 1, 1, 13	18, 1, 25, 13	6, 9		26, 2, 19	8, 32, 19		
39	Productivité	35, 28, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	14, 28	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	35, 37, 10, 2	28, 15, 10, 38	10, 37, 14	14, 34, 40	35, 3, 22, 39	29, 28, 35, 10, 18	2, 18		20, 10, 16, 38	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	

## **DT23 - Extrait du tableau TRIZ : contradictions et principes (Folio 2/2)**

### **1) Segmentation**

- Diviser un objet en parties indépendantes (ex : remplacer un gros ordinateur par plusieurs PCs.)
- Réaliser un objet démontable (faciliter le démontage) (ex : meuble modulaire)
- Accroître le degré de segmentation (fragmentation) (ex : remplacer des stores par des stores vénitiens)

### **4) Asymétrie**

- Remplacer la forme symétrique d'un objet en une forme asymétrique
- Si l'objet est déjà asymétrique, renforcer son asymétrie

### **6) Multifonctions**

- Rendre apte une partie de l'objet à réaliser plusieurs fonctions pour remplacer les fonctions des autres parties de l'objet (ex : siège enfant de voiture qui sert de poussette)

### **7) Inclusion (poupées russes)**

- Placer successivement les objets les uns dans les autres
- Emboîter une partie de l'objet dans une partie creuse de l'autre

### **8) Contrepoids**

- Compenser la masse d'un objet par combinaison avec un ou d'autres objets possédant une force ascensionnelle (ex : utiliser un ballon d'hélium pour supporter un panneau publicitaire)
- Compenser la masse d'un objet grâce à des interactions avec l'environnement (force aérodynamique, hydrodynamique, de flottabilité...)(ex : hydrofoils qui soulèvent le bateau de l'eau pour réduire le tirant)

### **13) Inversion**

- Inverser l'action utilisée normalement pour résoudre le problème
- Retourner l'objet ou inverser le processus

### **15) Mobilité**

- Permettre ou prévoir l'ajustement des caractéristiques d'un objet (d'un processus, ou de l'environnement) pour rendre son action optimale ou pour se placer dans les meilleures conditions opératoires (ex : volant réglable ou rétroviseur.)
- Diviser un objet en éléments pouvant se déplacer les uns par rapport aux autres (ex : le camion et sa remorque)
- Rendre flexible ou adaptable l'objet (ou le process) rigide ou non flexible

### **17) Autre dimension**

- Utiliser une autre face que celle utilisée
- Utiliser des flux optiques dirigés sur une surface voisine ou sur la face opposée à celle utilisée

### **20) Continuité**

- Travailler en continu, privilégier les actions ou toutes les parties de l'objet travaillent à plein régime en permanence
- Éliminer les temps morts, les marches à vide, les actions intermittentes

### **21) Vitesse élevée**

- Conduire le procédé ou certaines de ses étapes (celles néfastes, dangereuses, hasardeuses) à grande vitesse

### **22) Conversion**

- Utiliser les effets nuisibles (notamment ceux de l'environnement) pour obtenir une action positive
- Éliminer un facteur nuisible en le combinant avec d'autres effets néfastes
- Amplifier un effet nuisible jusqu'à ce qu'il cesse d'être néfaste

### **27) Ephémère et bon marché**

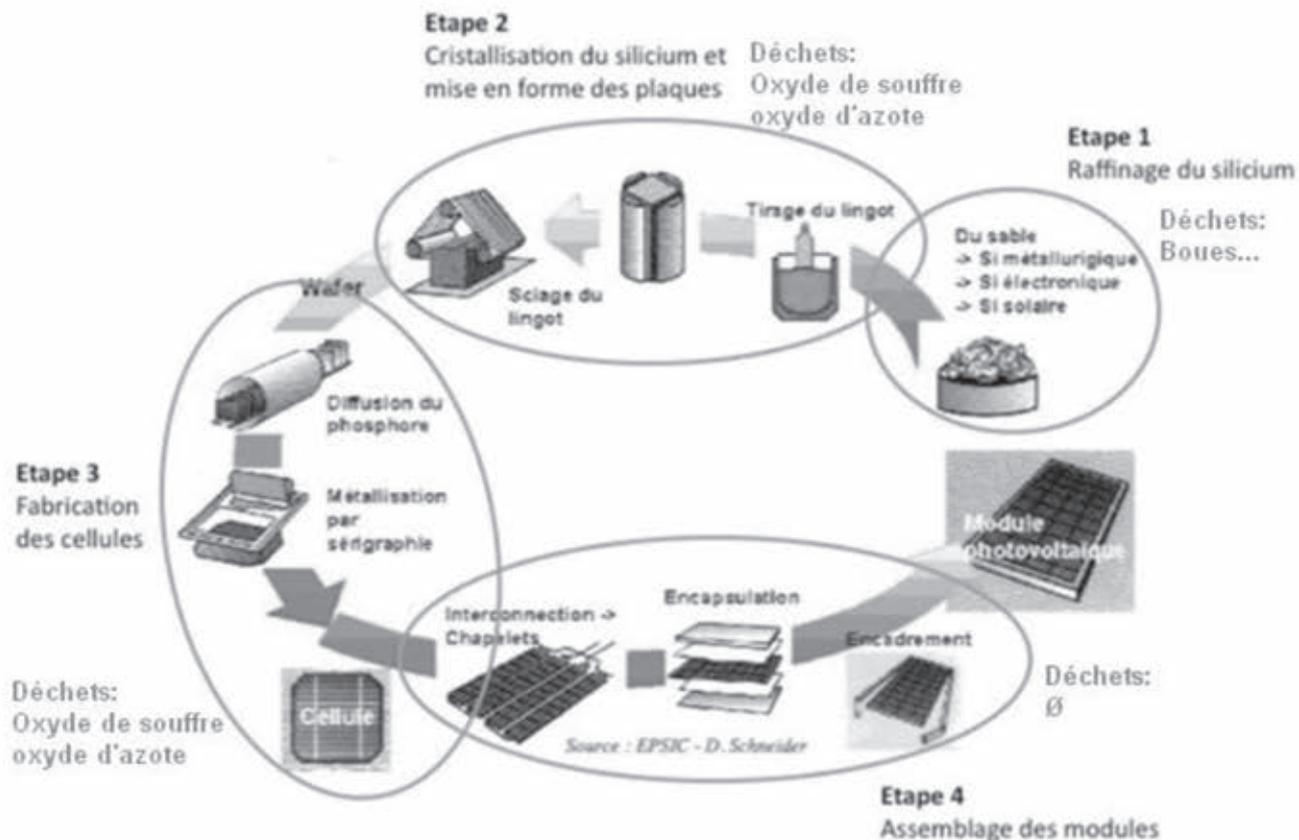
- Remplacer un objet cher par de nombreux objets bon marché, en renonçant à certaines propriétés (comme la durée de vie)

### **29) Fluide**

- Remplacer les parties solides d'un objet par du gaz ou du liquide : objets gonflables (à air ou eau), coussin d'air, hydrostatiques et hydroréactif.

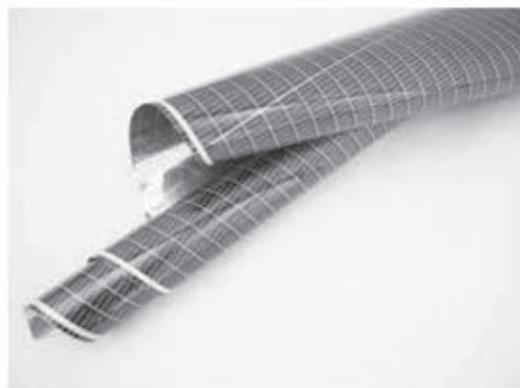
Concours général des lycées	2016
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable STI2D	Page <b>35 / 49</b>

## DT24 - Procédés de fabrication panneaux photovoltaïques (Folio 1/2)



### Fabrication cellules souples

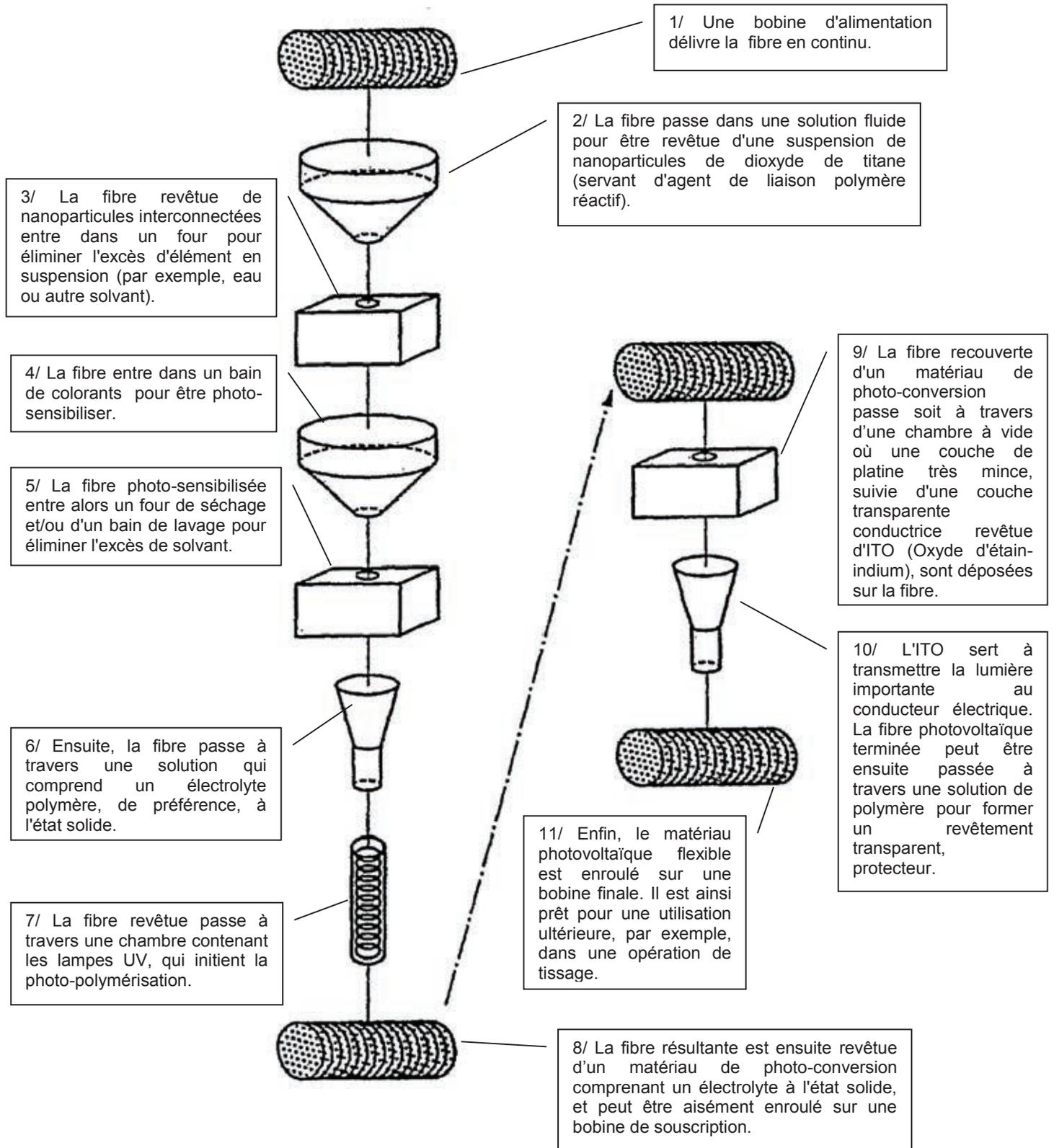
Pour la fabrication de ce type de cellules photovoltaïques, on utilise **des cristaux de silicium sous forme monocristalline ou polycristalline**. Les processus de fabrication de ces cellules photovoltaïques sont similaires. Cependant, les procédés d'obtention des matériaux de base (silicium monocristallin ou polycristallin) sont différents.



## DT24 - Procédés de fabrication panneaux photovoltaïques (Folio 2/2)

Procédé de fabrication d'une fibre photovoltaïque polymère extrait du brevet n° WO 2007/047190 A2

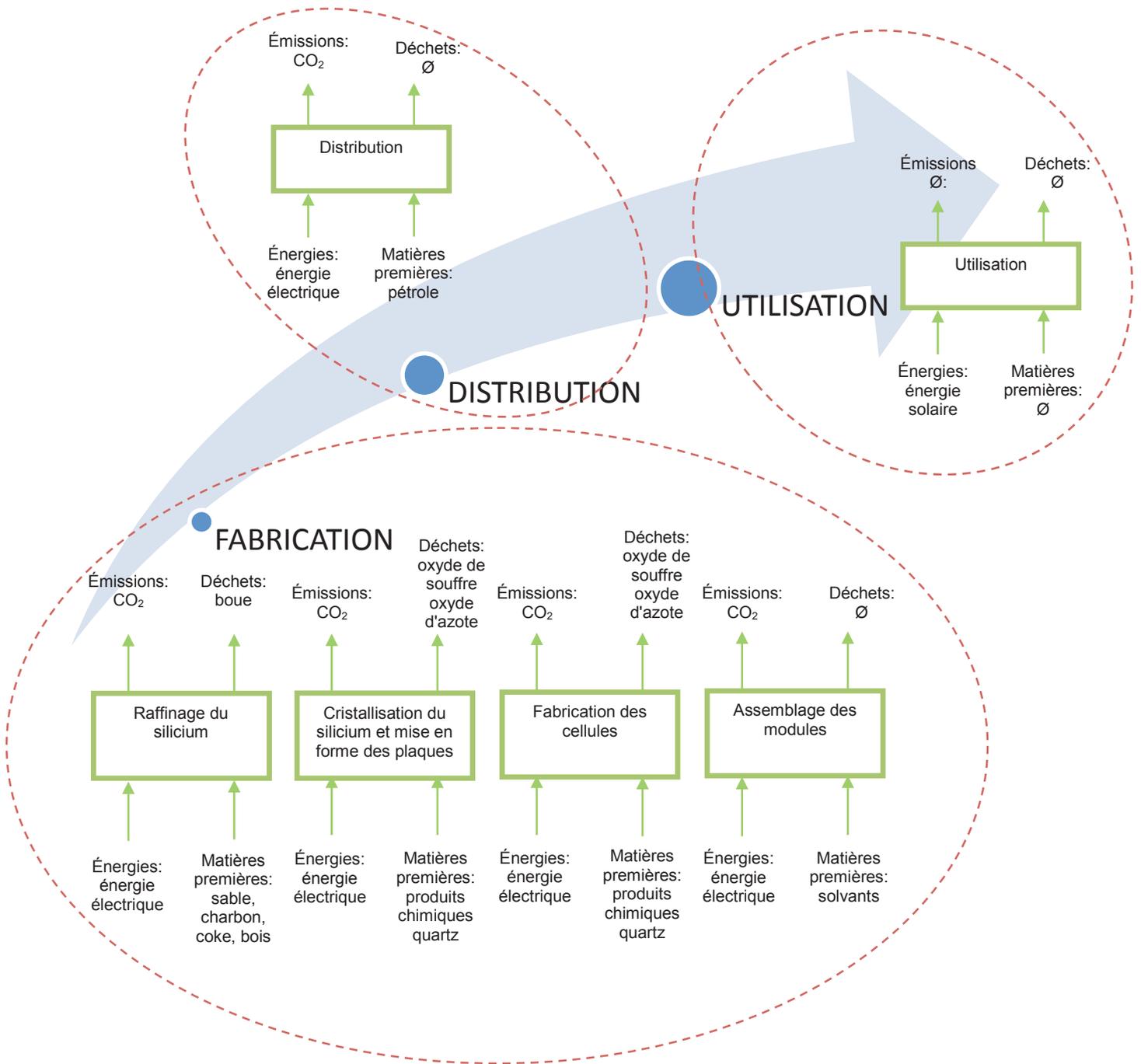
La figure ci-dessous montre un procédé de fabrication de fibre photovoltaïque en utilisant une méthode de fabrication en continu.



Concours général des lycées	2016
Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable STI2D	Page 37 / 49

# DT25 - Différentes étapes du cycle de vie d'un produit

## Panneau rigide au silicium monocristallin / Panneau en couche mince au silicium amorphe



## DT26 - Données d'irradiation solaires en France

Carte irradiation solaire en France (source : TecSol.fr) :



Valeurs moyennes annuelles en kWh.m<sup>-2</sup> par jour

Irradiations mensuelles moyennes sur quelques villes en Wh.m<sup>-2</sup> par jour :

Brest		Calais		La Rochelle	
Mois	$H_h$	Mois	$H_h$	Mois	$H_h$
Jan	1370	Jan	1150	Jan	1290
Fev	2370	Fev	2140	Fev	2320
Mar	3490	Mar	2880	Mar	3890
Avr	4860	Avr	4230	Avr	5320
Mai	5230	Mai	4680	Mai	6130
Juin	5430	Juin	4790	Juin	6860
Jui	5440	Jui	5000	Jui	6790
Aug	4950	Aug	4600	Aug	5840
Sep	4220	Sep	3570	Sep	4580
Oct	2780	Oct	2550	Oct	2750
Nov	1950	Nov	1560	Nov	1590
Dec	1220	Dec	896	Dec	1150
<b>Année</b>	<b>3620</b>	<b>Année</b>	<b>3180</b>	<b>Année</b>	<b>4050</b>

# DT27 - Documentation technique de la toile photovoltaïque

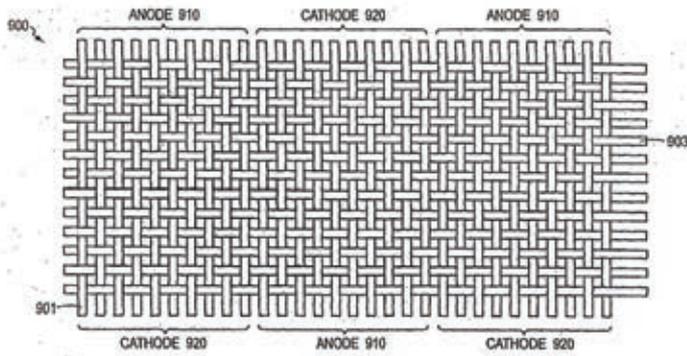


Figure : cellules photovoltaïques tissées

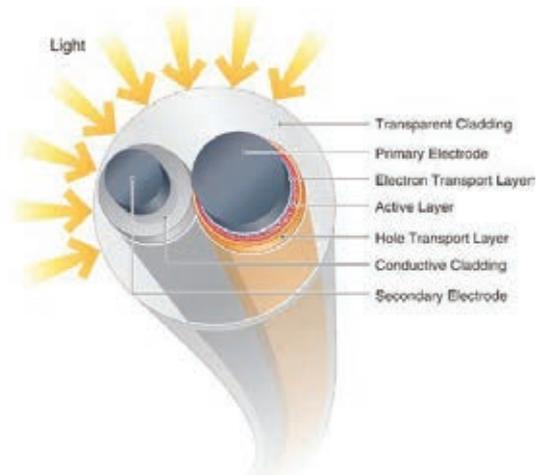
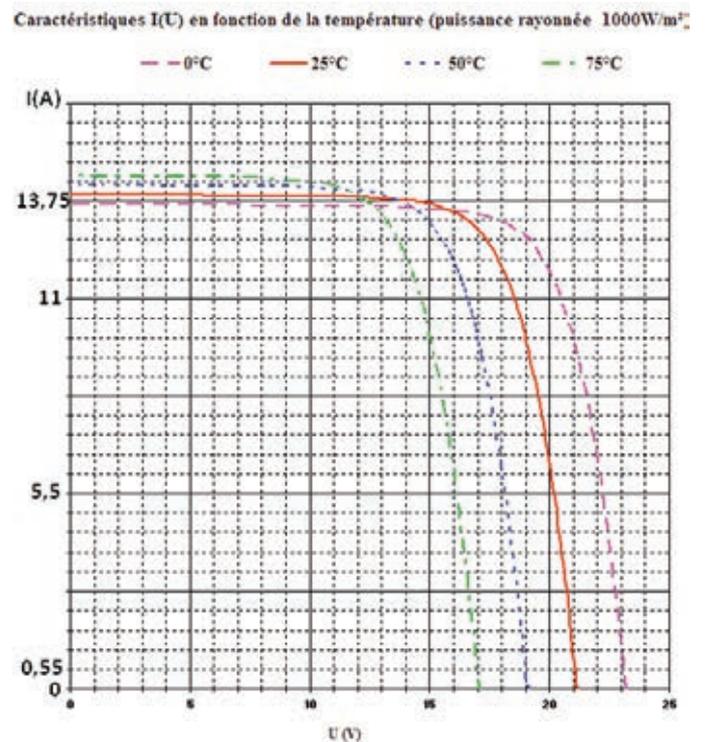
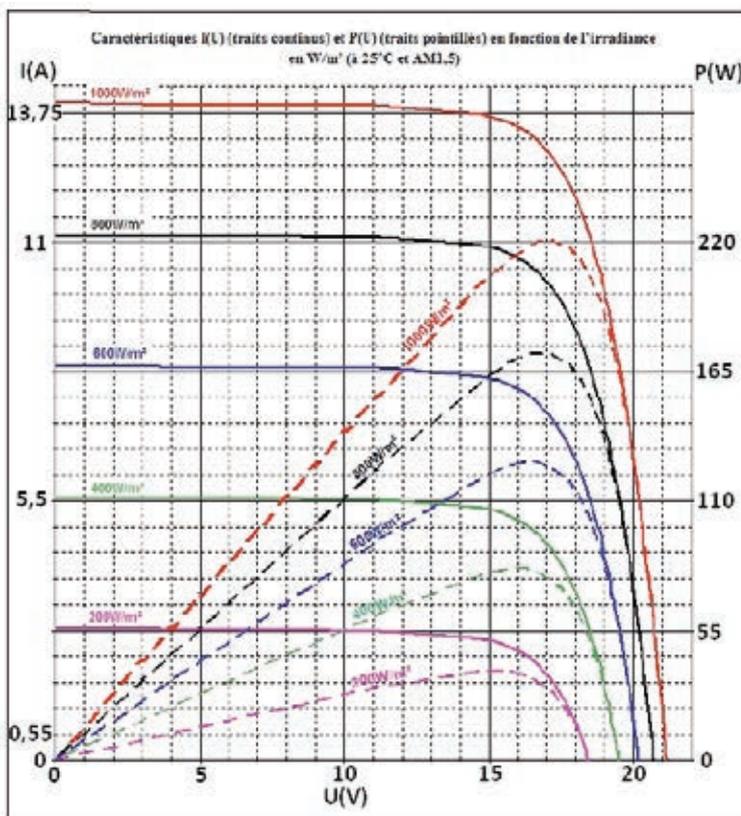


Image : fibre photovoltaïque

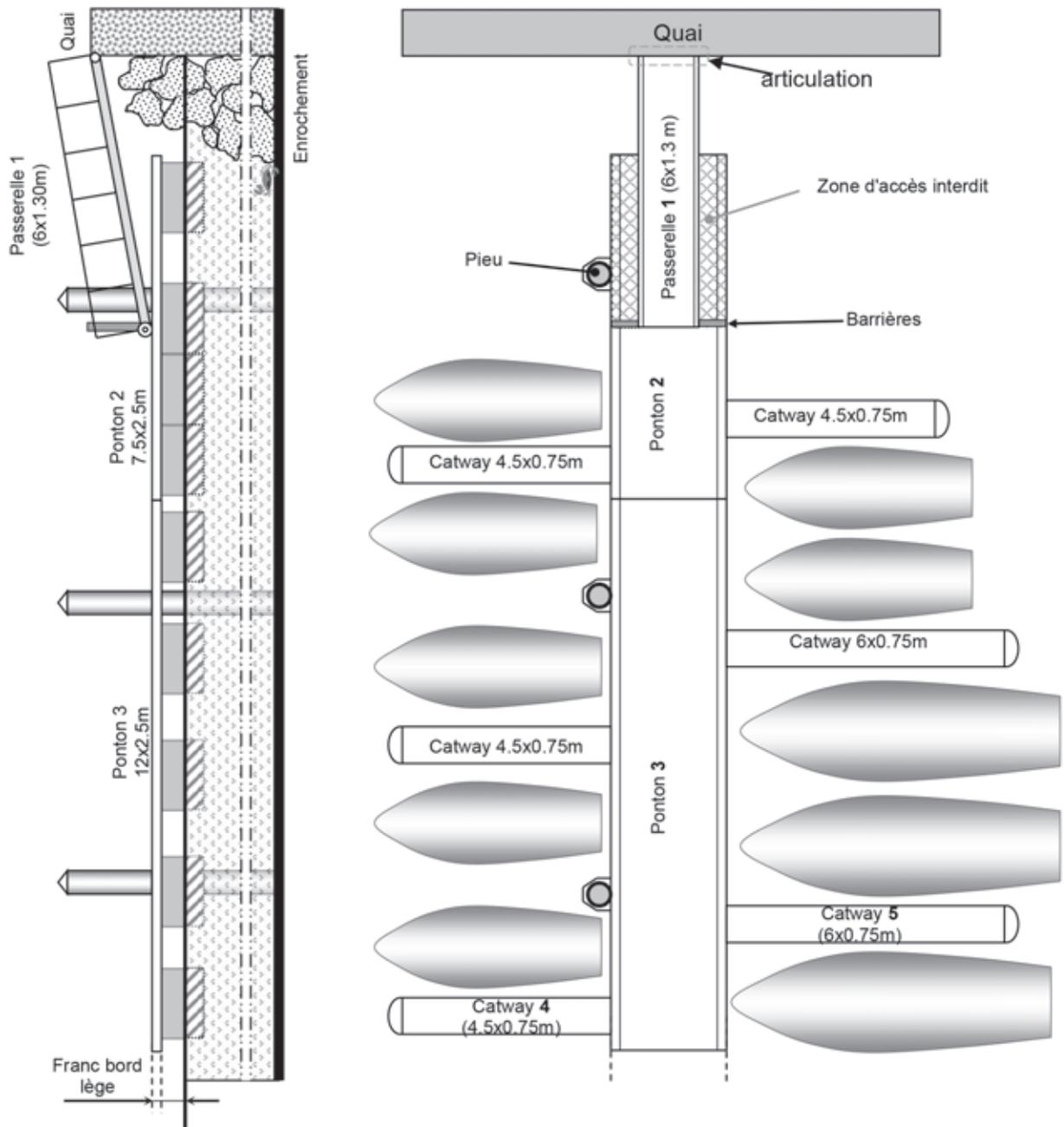


Spécifications	$V_{MPP}(V)$	$I_{MPP}(A)$	$P_c(W)$	Area ( $m^2$ )
	17	13	220	6,06

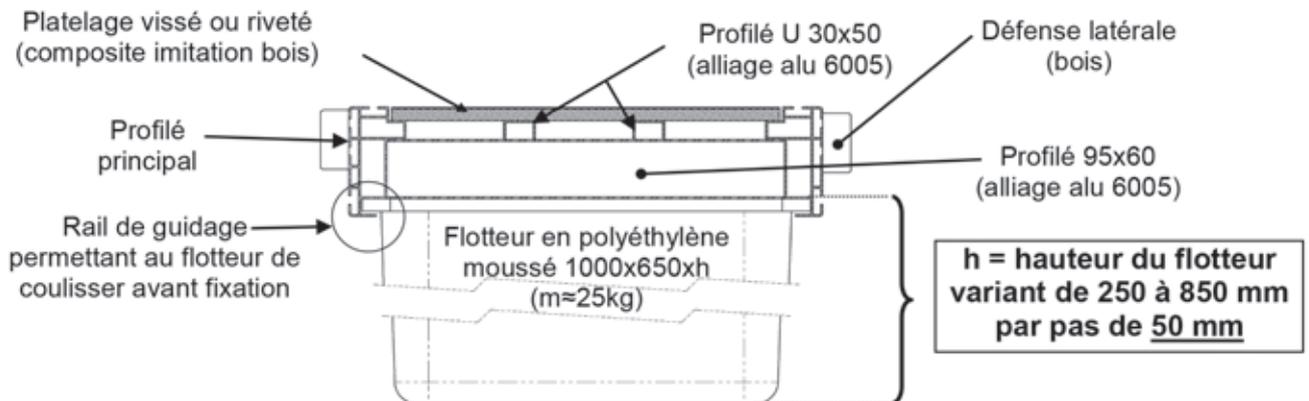


## DT28 - Accès aux pontons d'amarrage

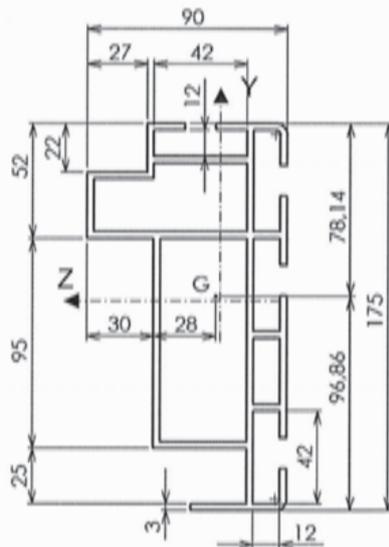
Echelle : 7:100



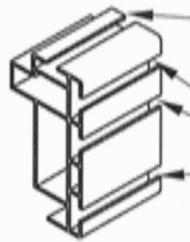
## DT29 - Coupe transversale d'un catway



## DT30 - Caractéristiques du profilé principal



Matière : Alliage Al-Si-Mg 6005 T6  
 Limite élastique (*mini*) :  $\sigma_{ee} = 230 \text{ MPa}$   
 Limite de rupture :  $\sigma_{re} \text{ (mini)} = 260 \text{ MPa}$   
 Masse linéique :  $6 \text{ kg.m}^{-1}$   
 Section :  $2226 \text{ mm}^2$   
 Module de flexion ( $I_{Gz}/v$ ) =  $66350 \text{ mm}^3$



Rainure permettant le logement d'écrous rectangulaires pour la fixation des accessoires (défenses, taquets d'amarrage...)

### Contrainte normale maximale en flexion simple :

La contrainte normale maxi se situe sur la fibre située à la distance maximale de la fibre neutre  
 ( $Y = v = Y_{\text{Maxi}}$ )

Répartition des contraintes normales en fonction de y



$$\sigma_{\text{Maxi}} = \frac{\left\| \frac{Mfz}{IGz} \right\|}{\left( \frac{v}{v} \right)} \text{ en MPa}$$

$\sigma_{\text{Maxi}}$  : contrainte normale maximale en MPa

$Mfz$  : moment fléchissant sur  $(G, \vec{z})$  en N.mm

$IGz$  : moment quadratique par rapport à l'axe  $(G, \vec{z})$  en  $\text{mm}^4$

$v = Y_{\text{Maxi}}$  : distance maximale à la fibre moyenne en mm

$\left( \frac{IGz}{v} \right)$  : module de flexion en  $\text{mm}^3$

Remarque : pour les poutres et profilés du commerce, le constructeur fournit le module de flexion (en  $\text{mm}^3$ ).

### Condition de résistance à la contrainte normale :

$$k_t \cdot \sigma_{\text{max}} \leq \sigma_{pe} \qquad \sigma_{pe} = \frac{\sigma_{ee}}{s}$$

$\sigma_{pe}$  : contrainte pratique maximale admissible (MPa),

$\sigma_{ee}$  : contrainte de limite élastique (MPa),

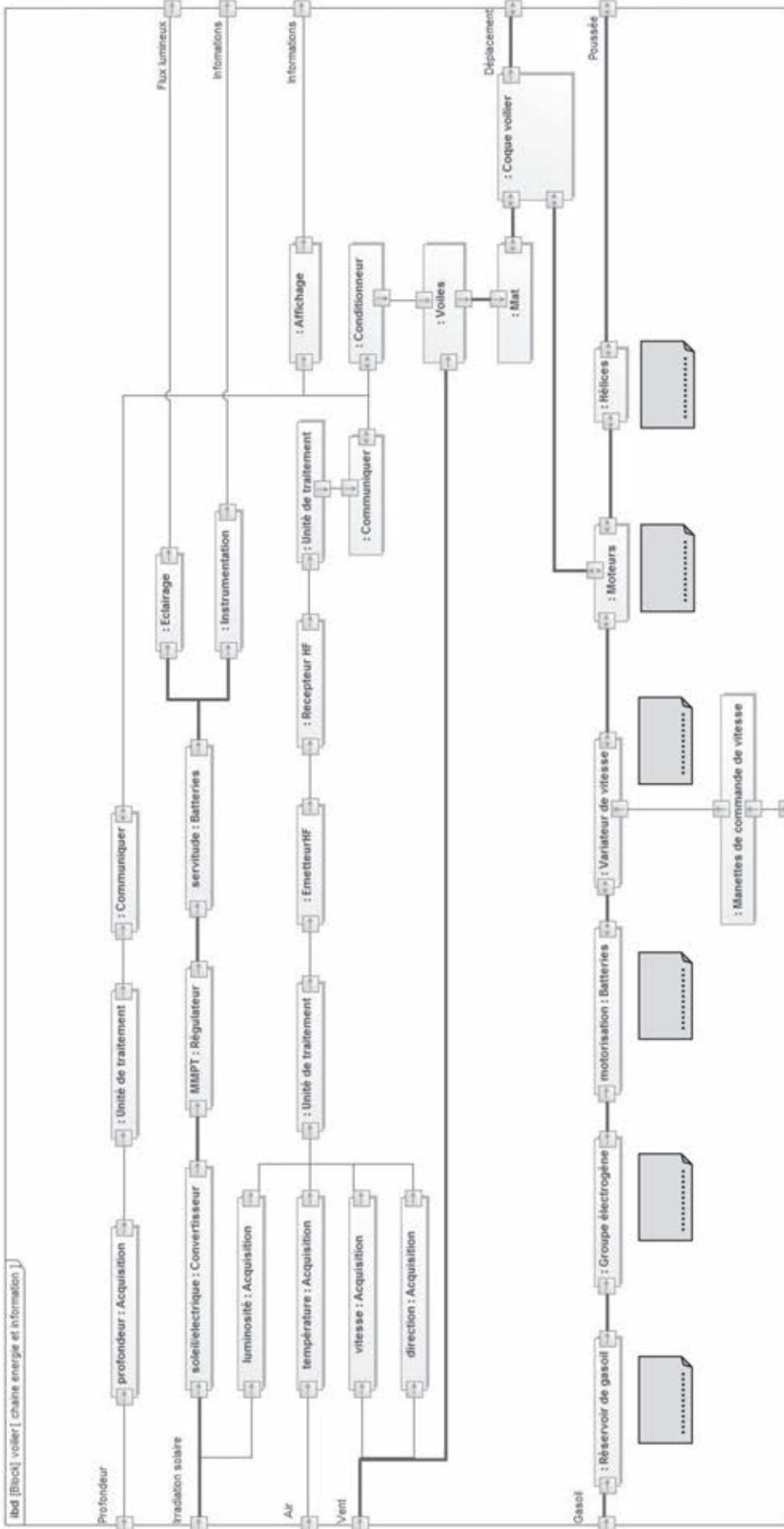
s : coefficient de sécurité,

$\sigma_{\text{max}}$  : contrainte normale maximale dans la section (MPa),

$k_t$  : coefficient de concentration de contrainte qui dépend de la nature et de l'importance de l'accident dans la poutre (si la section de la poutre est constante  $K_t=1$ ).



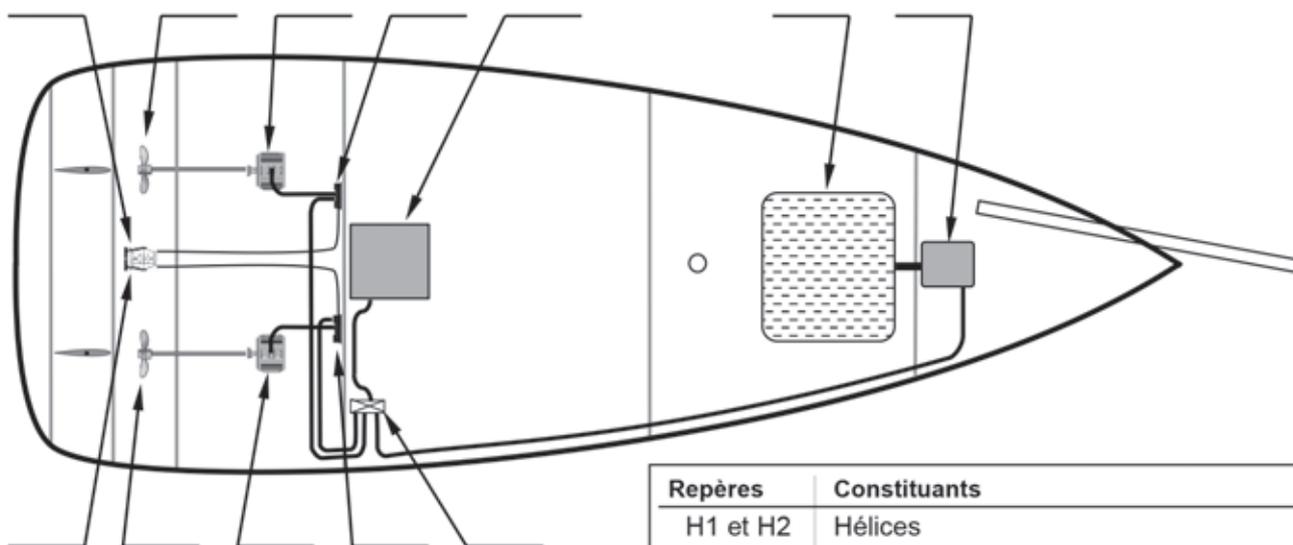
# DR1 - IBD flux d'information et flux d'énergie



Fonctions proposées pour la question 1.2 :

- F1 : Convertir de l'énergie mécanique de rotation, en énergie mécanique de translation
- F2 : Moduler l'énergie électrique
- F3 : Stocker de l'énergie chimique
- F4 : Stocker de l'énergie électrochimique
- F5 : Convertir de l'énergie électrique en énergie mécanique
- F6 : Convertir de l'énergie chimique en énergie électrique

## DR2 - Agencement des constituants de la propulsion motorisée



	Tuyau d'alimentation en gasoil
	Liaisons de puissance (144V)
	Liaisons de commande (0-5V)

Repères	Constituants
H1 et H2	Hélices
mc1 et mc2	Manettes de commande de vitesse
A1 et A2	Variateurs de vitesse
PB	Pack de batterie
GE	Groupe électrogène
M1 et M2	Moteurs
BD	Boîtier pour la distribution, le sectionnement et la protection électrique
R	Réservoir de gasoil

## DR 3 - Tableau comparatif des anémomètres

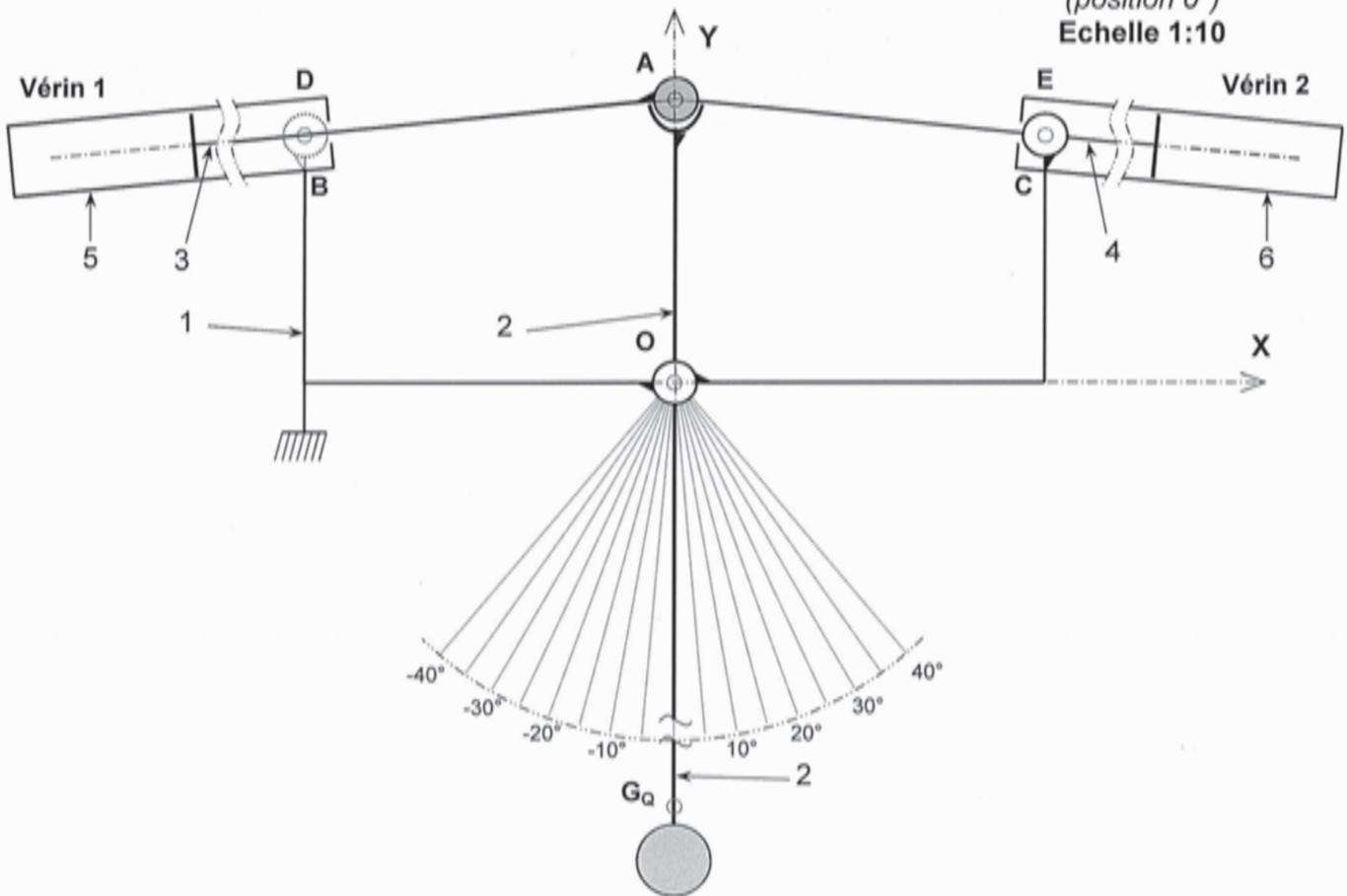
	CV7SF	WSM
Signaux numériques de sortie	NMEA©	
Rafraîchissement de sortie	1 fois par sec. de jour, 1 fois toutes les 3 sec. au lever et coucher du soleil, 1 fois toutes les 13 sec. la nuit	
Résolution du module du vent	0,1 Nd (Nœud)	
Dynamique du module du vent	0,1 à 80 Nds (Nœuds)	
Sensibilité de la direction	+/- 1°	
Résolution de la direction	1°	
Alimentation	Panneau solaire pour le capteur, 5 à 12 VDC pour le récepteur	
Gamme de températures Hors givre	-10 °C / 55 °C	
Type de liaison en sortie du capteur	Émetteur radio 433 MHz Puissance : 10 dbm Durée d'un message : 25 ms	
Pièces en mouvements (oui/non)	non	
Prix	679 €	

### DR4 - Détermination de la course des vérins

### Schéma Cinématique plan

(position 0°)

Echelle 1:10



### DR5 - Caractéristiques d'une batterie de servitude

	Débite une intensité de courant très forte	Délivre du courant de manière ponctuelle	Supporte des décharges profondes	Recharge très rapidement dans le cas du voilier étudié
Oui				
Non				



**DR6 :**

**Toile en tissu polymère**

