

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2008

ÉPREUVE: ÉTUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée: 4 heures

Coefficient : 6

POSITIONNEUR DE PANNEAU SOLAIRE
POUR CAMPING-CAR

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice électronique de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire N°99-018 du 1^{er} février 1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes

- **Dossier technique** (DT 1 à DT 11) **jaune**
- **Dossier travail demandé** (pages 1/7 à 7/7) **vert**
- **Documents réponses** (DR 1 à DR 5) **blanc**

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les « documents réponses » prévus à cet effet.

Tous les documents "réponses" même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

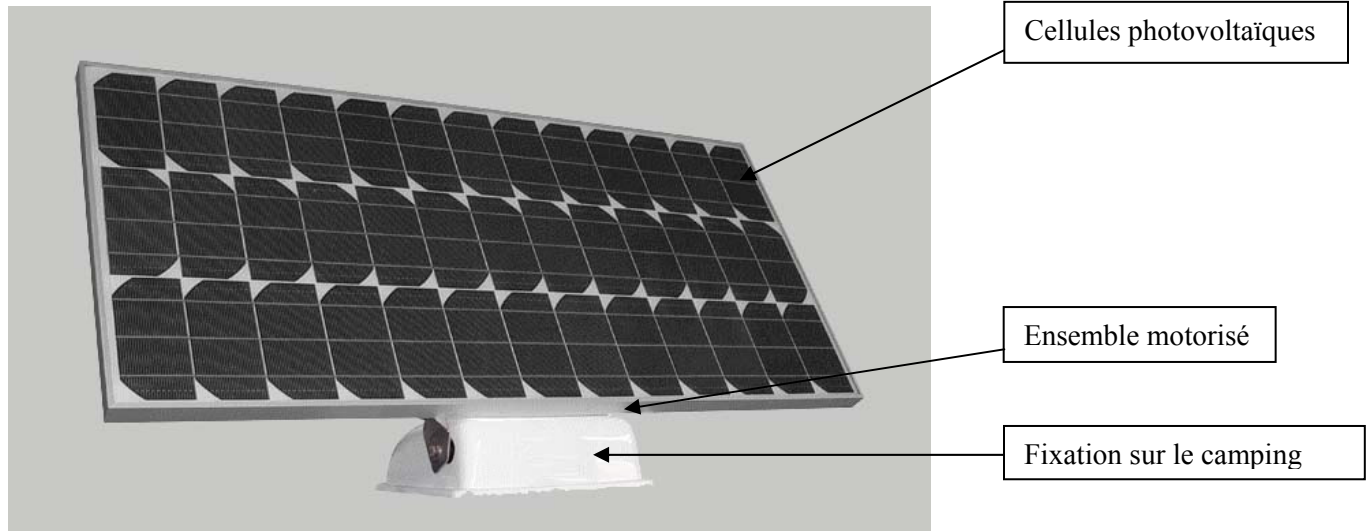
Ce dossier comporte 11 documents numérotés de DT 1 à DT 11

DT 1	Mise en situation, diagramme interacteurs
DT 2	Positionnement du panneau solaire par rapport au soleil
DT 3	Fast partiel du positionneur
DT 4	Vue 3D des chaînes d'élévation et d'azimut
DT 5	Dessin palier horizontal de la chaîne d'élévation
DT 6	Éclaté des motoréducteurs
DT 7	Nomenclature des motoréducteurs
DT 8	Schémas cinématique des motoréducteurs
DT 9	Courbe de couple et tableau des rendements
DT 10	Rapport d'étude d'aérodynamique
DT 11	Rapport d'étude résistance des matériaux (RDM)

Positionneur de panneau solaire pour camping-car

1. Mise en situation

Ce système permet d'optimiser la production électrique des cellules photovoltaïques d'un panneau solaire en l'orientant par rapport au soleil. L'ensemble se monte sur le toit des camping-cars.



Les camping-cars possèdent deux batteries :

- une pour le moteur et les accessoires liés au véhicule (autoradio, G.P.S., ...).
- une pour l'alimentation des accessoires de l'habitacle (éclairage, réfrigérateur, télévision, ...).

Lors des déplacements, l'alternateur du véhicule permet la recharge des deux batteries. Dans le cas d'un arrêt prolongé, la recharge de la batterie de l'habitacle par un autre système devient impérative, le panneau solaire réalise cette fonction.

2. Diagramme des interacteurs

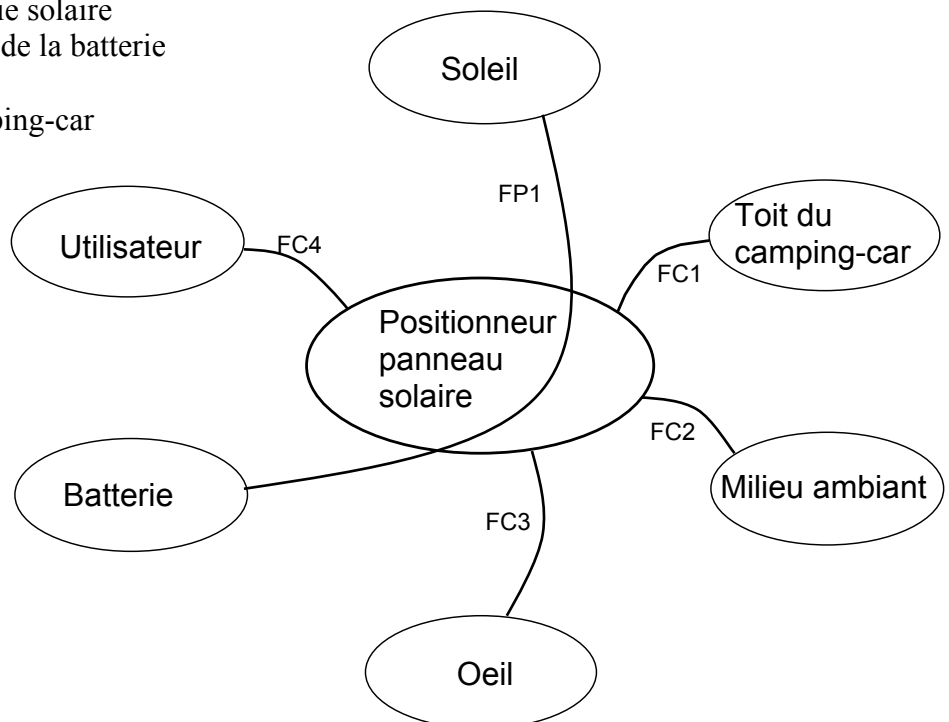
FP1 : capter le maximum d'énergie solaire pour le maintien en charge de la batterie

FC1 : être fixé sur le toit du camping-car

FC2 : résister au milieu ambiant

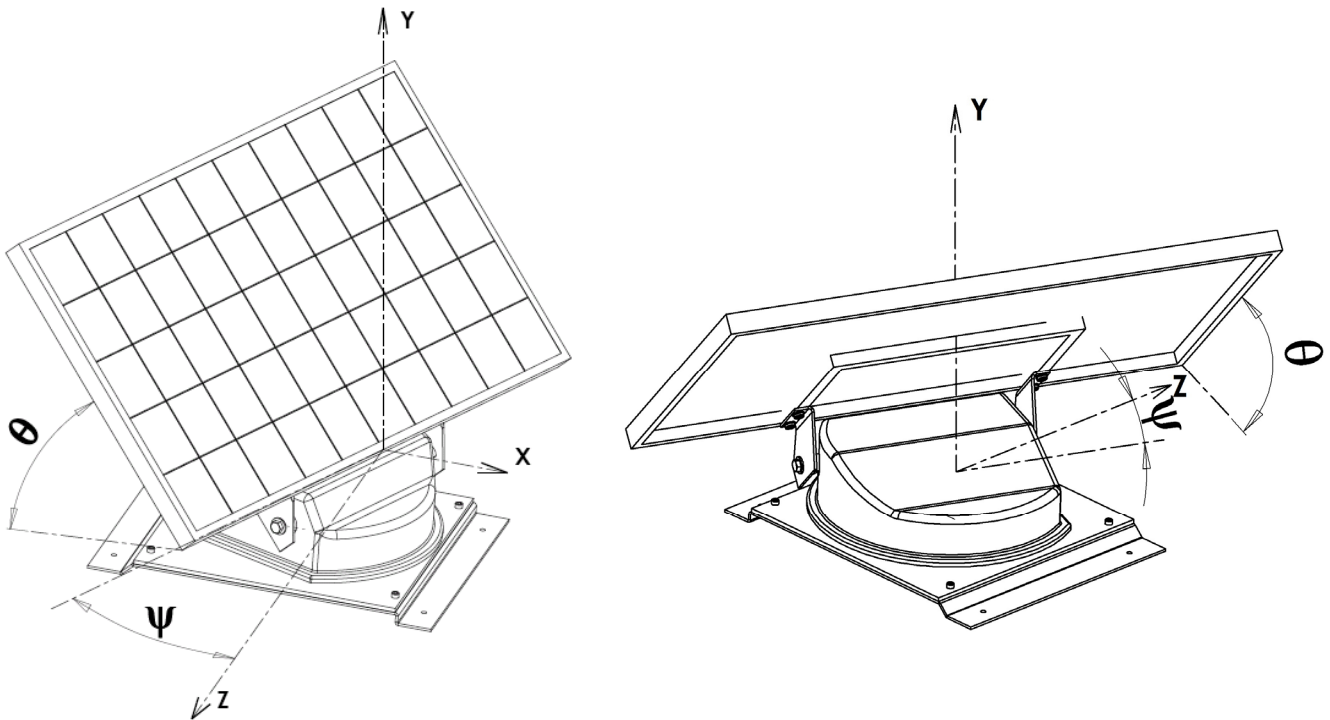
FC3 : être agréable à l'œil

FC4 : être piloté par l'utilisateur



3. Positionnement du panneau solaire par rapport au soleil

Pour une efficacité maximale, la surface plane sur laquelle sont fixées les cellules photovoltaïques doit être perpendiculaire aux rayons du soleil.



Deux réglages sont à effectuer :

- une rotation θ autour d'un axe horizontal : **élévation**
- une rotation ψ autour d'un axe vertical : **azimut**

L'élévation (notée FT 12 sur DT 3) :

L'angle θ est réglé automatiquement par la centrale en fonction de la position géographique, du jour de l'année et de l'heure.

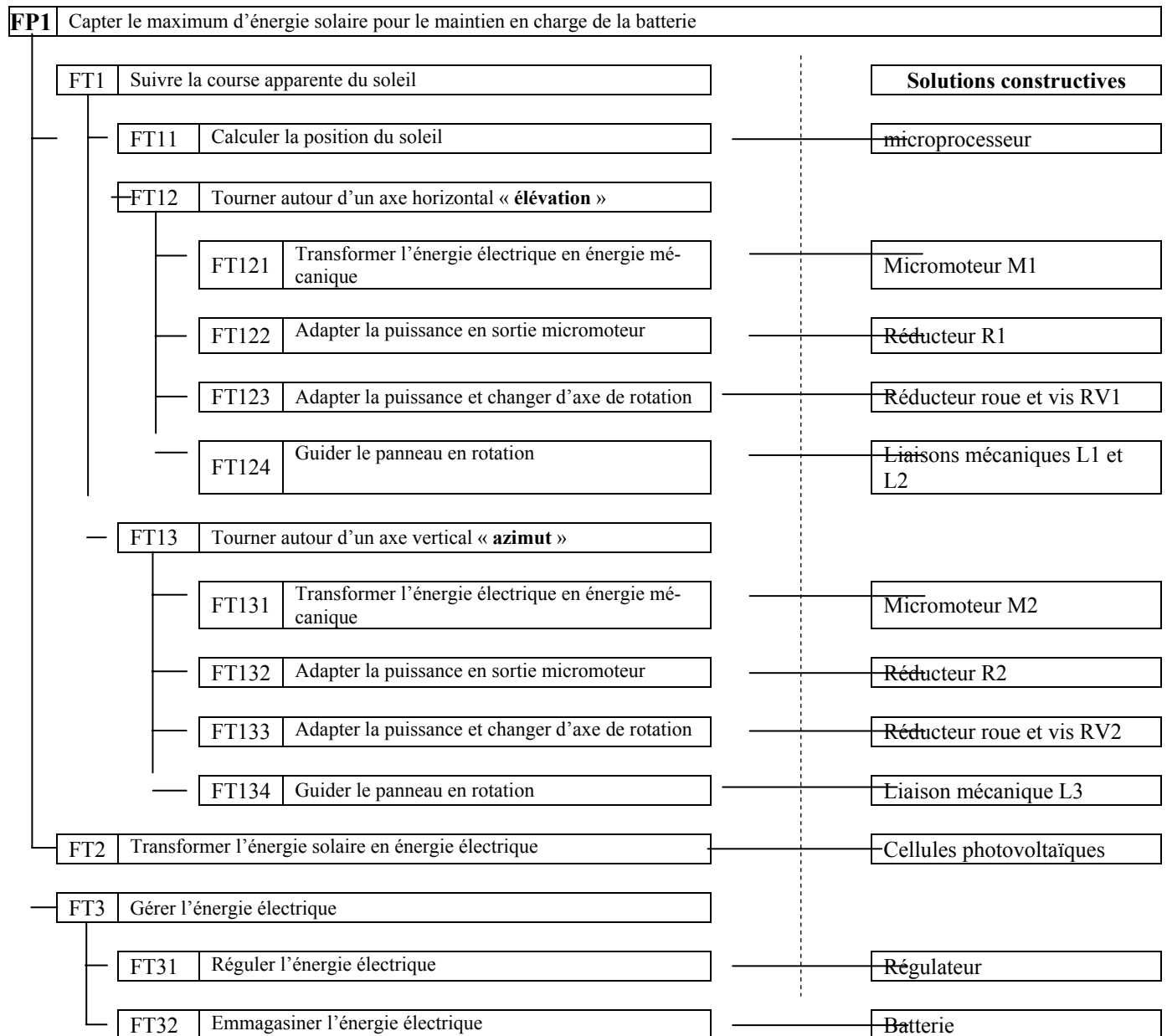
L'azimut (notée FT 13 sur le DT 3) :

En fonction de l'orientation du camping-car à l'arrêt, la rotation ψ positionne le panneau par rapport au soleil.

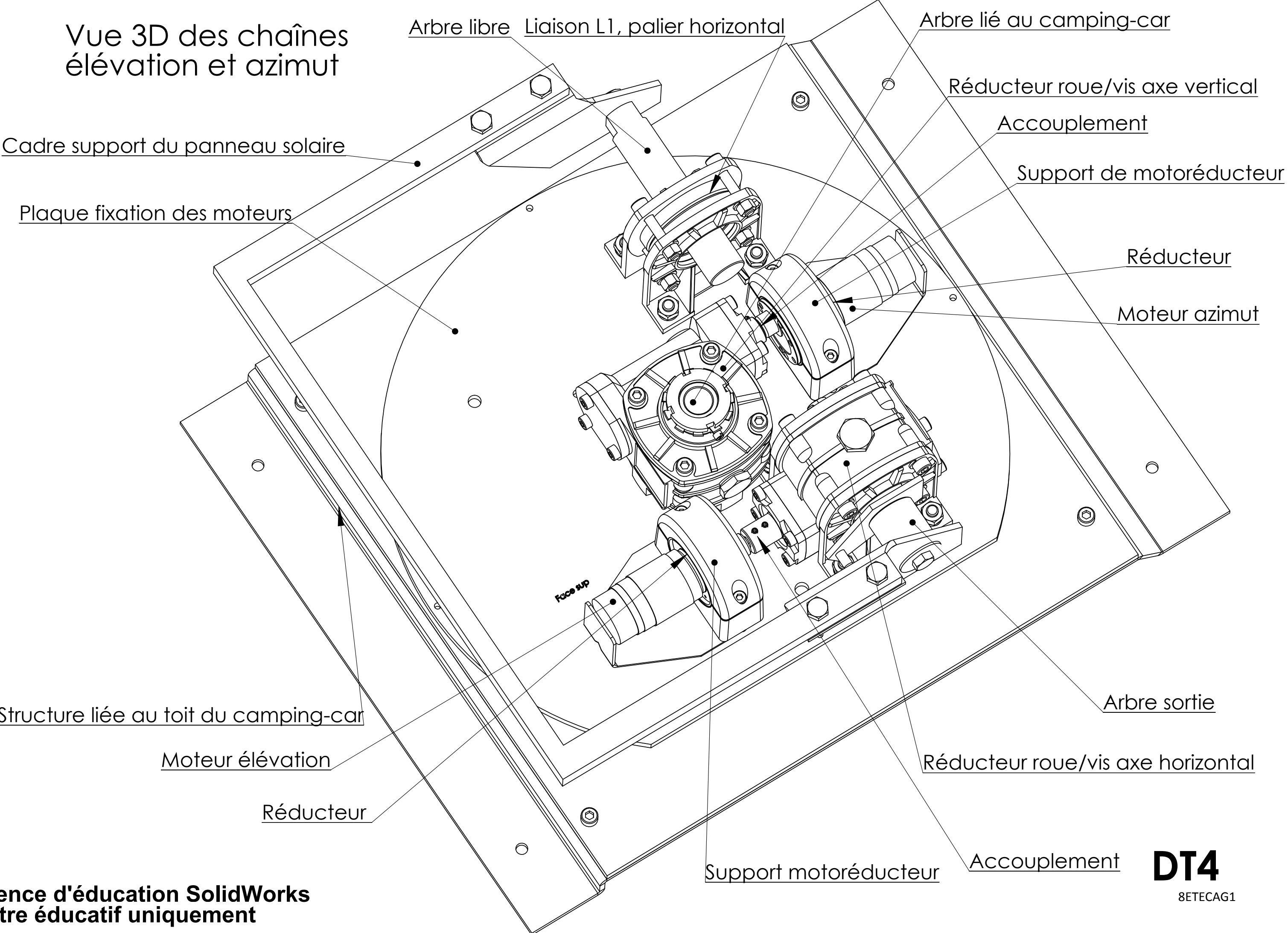
L'initialisation manuelle est réalisée par l'opérateur qui lit, sur un boîtier de contrôle, l'intensité électrique fournie par le panneau solaire. Lorsque cette intensité est à son maximum l'opérateur interrompt la rotation et cette position est prise comme référence au bout de 2 minutes. Durant ce laps de temps il est possible d'affiner le réglage.

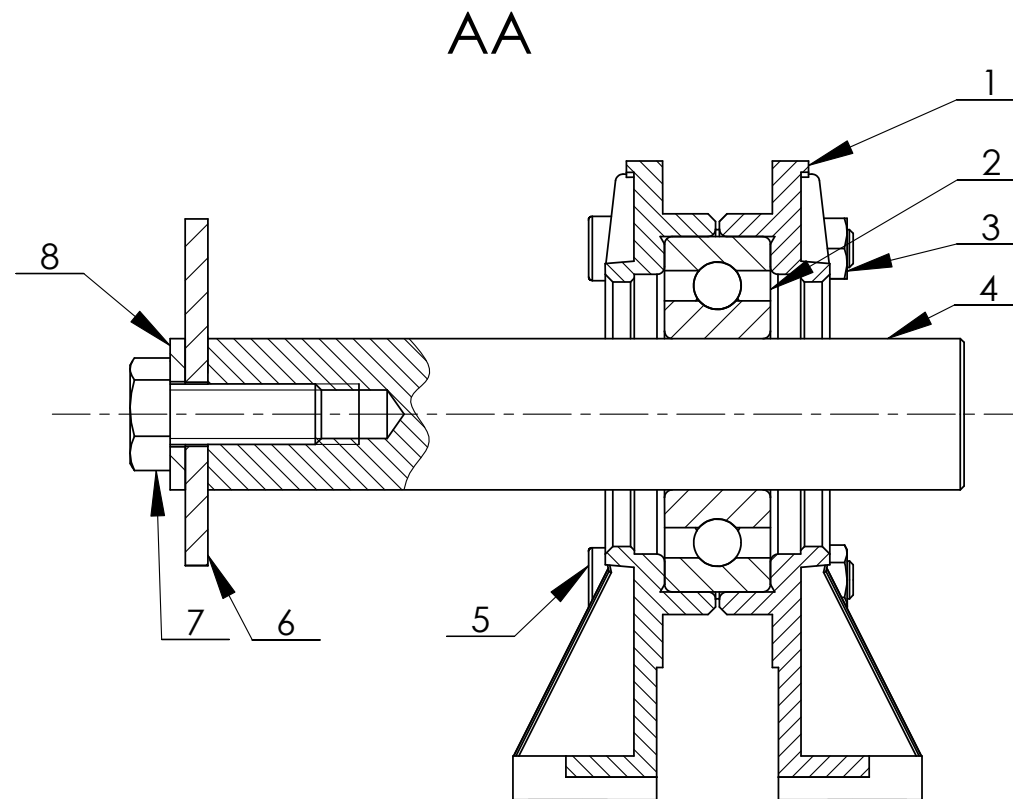
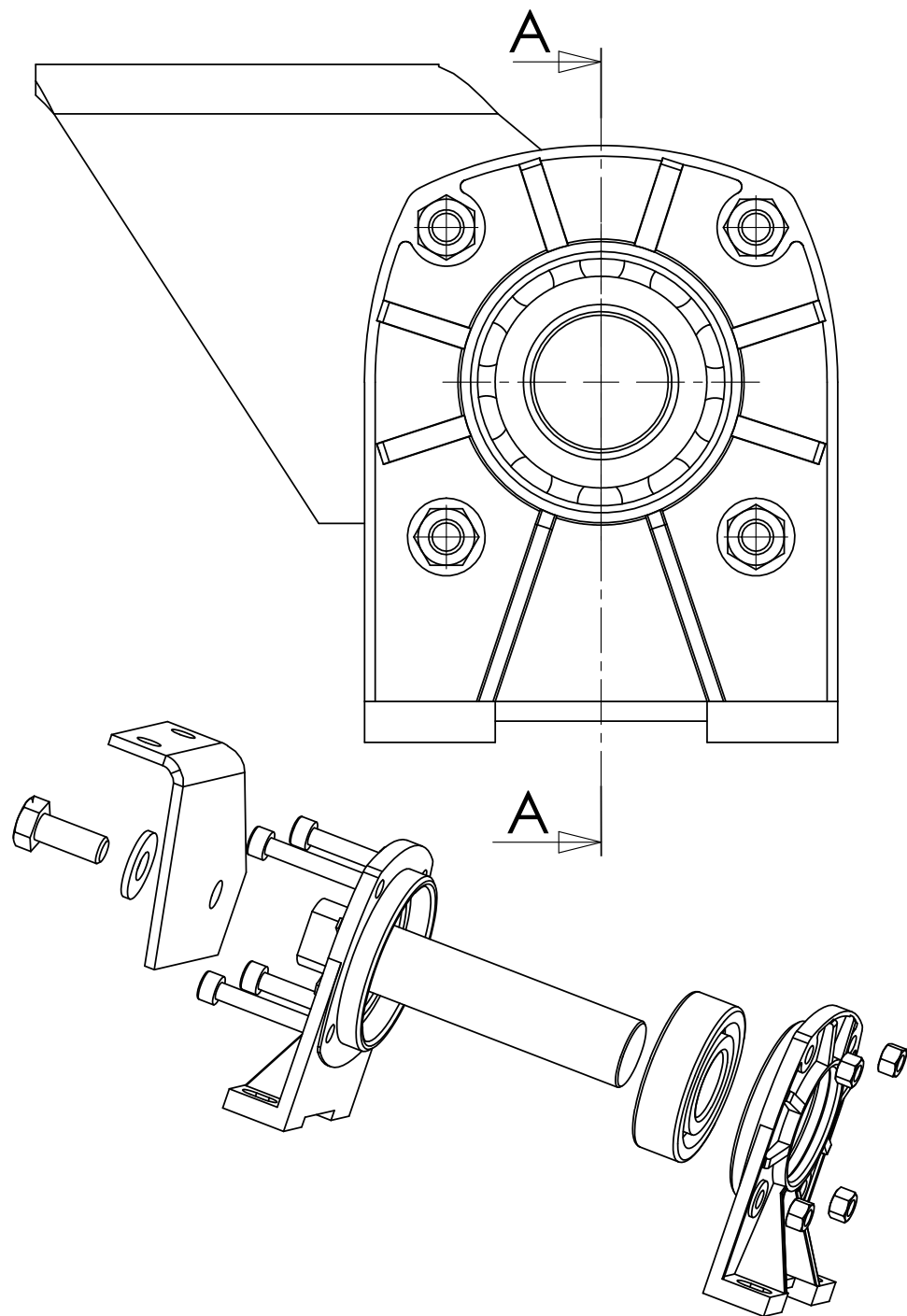
Après 2 minutes, le mode automatique se déclenche, le panneau suit la position théorique du soleil, même en son absence. Il effectue un réglage automatique toutes les heures. A l'heure du coucher de soleil, le système se replie automatiquement en azimut puis en élévation.

4. FAST PARTIEL de fonctionnement du positionneur de panneau solaire



Vue 3D des chaînes
élévation et azimuth





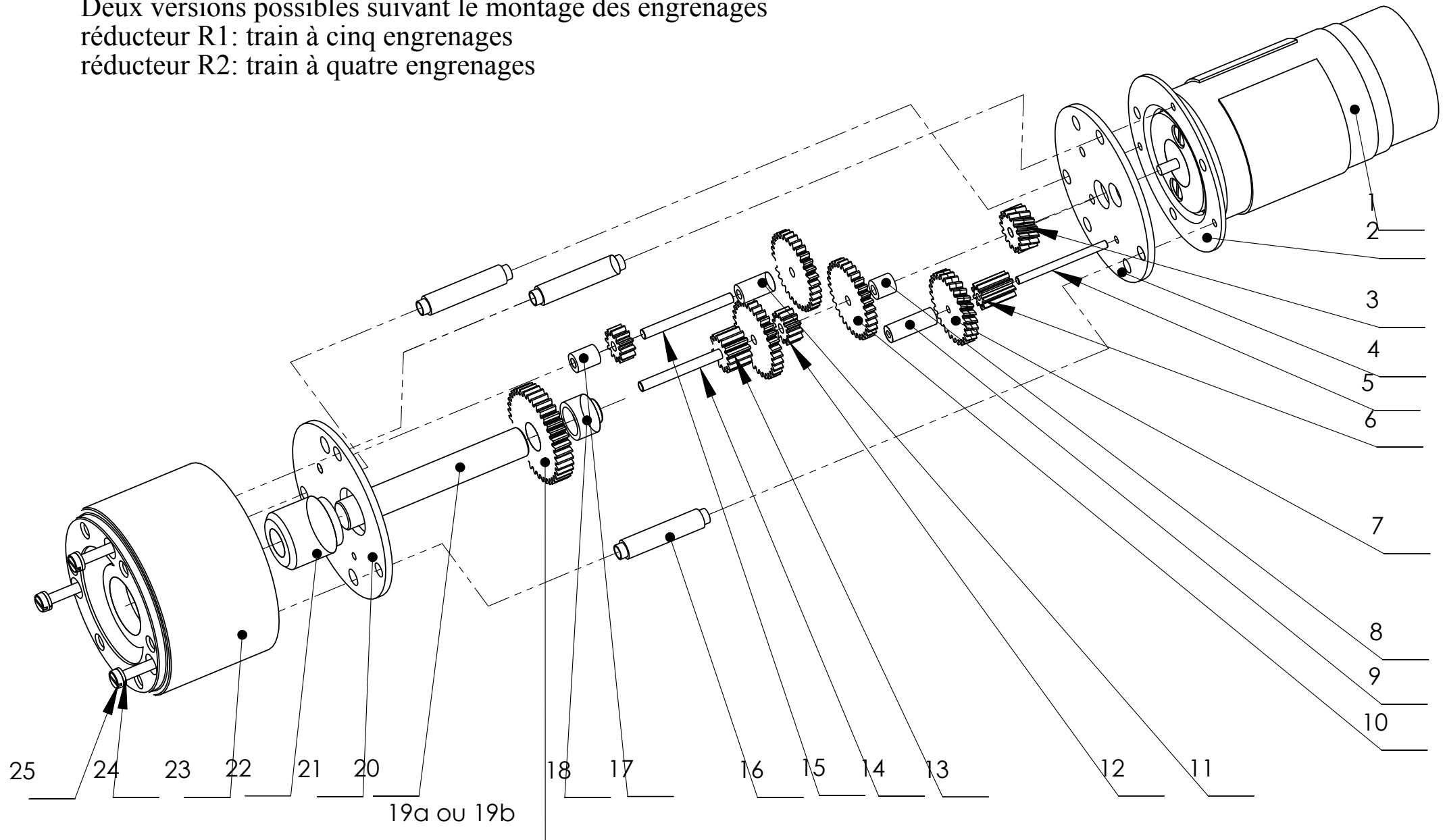
8	1	Rondelle plate M5 U	NF E27-611
7	1	Vis H M8-20	NF E25-112
6	1	Equerre d'entraînement	E 295
5	4	Vis CHc M5-30	NF E25-125
4	1	Arbre de liaison	37 Cr 4
3	4	Ecrou hexagonal M5	NF E 25-401
2	1	Roulement à billes 6204 ZZ	SNR
1	2	Couvercle à patte	ZA27
REP	Nb	Désignation	Obs
Chaine élévation : liaison L1, palier horizontal échelle 1:1			
DT5			

Motoréducteur en éclaté

Deux versions possibles suivant le montage des engrenages

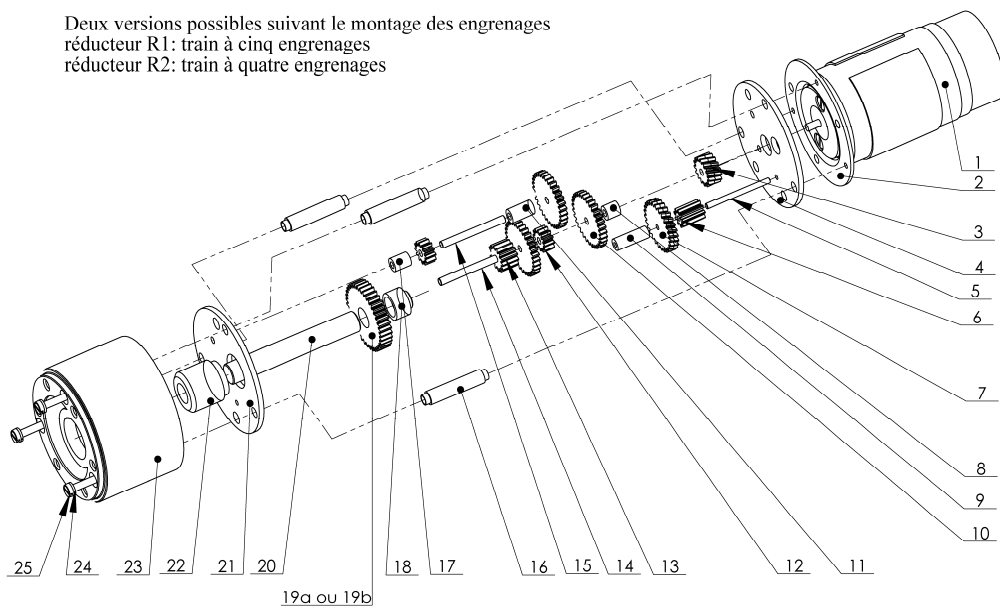
réducteur R1: train à cinq engrenages

réducteur R2: train à quatre engrenages



DT 6 Motoréducteur en vue éclatée

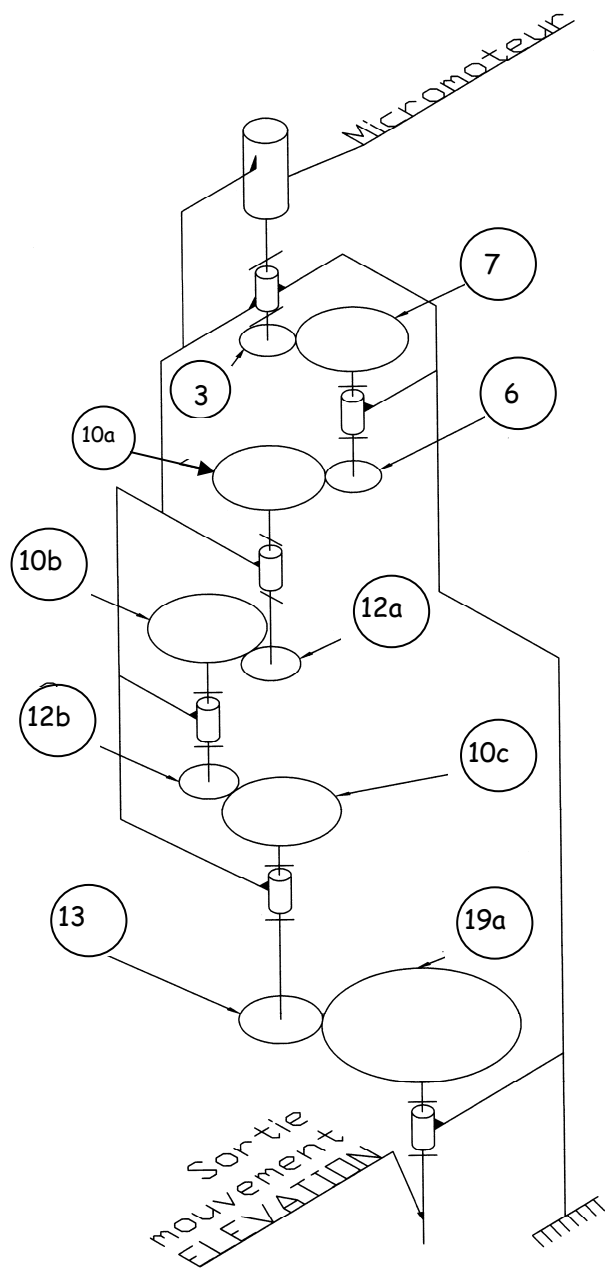
Deux versions possibles suivant le montage des engrenages
réducteur R1: train à cinq engrenages
réducteur R2: train à quatre engrenages



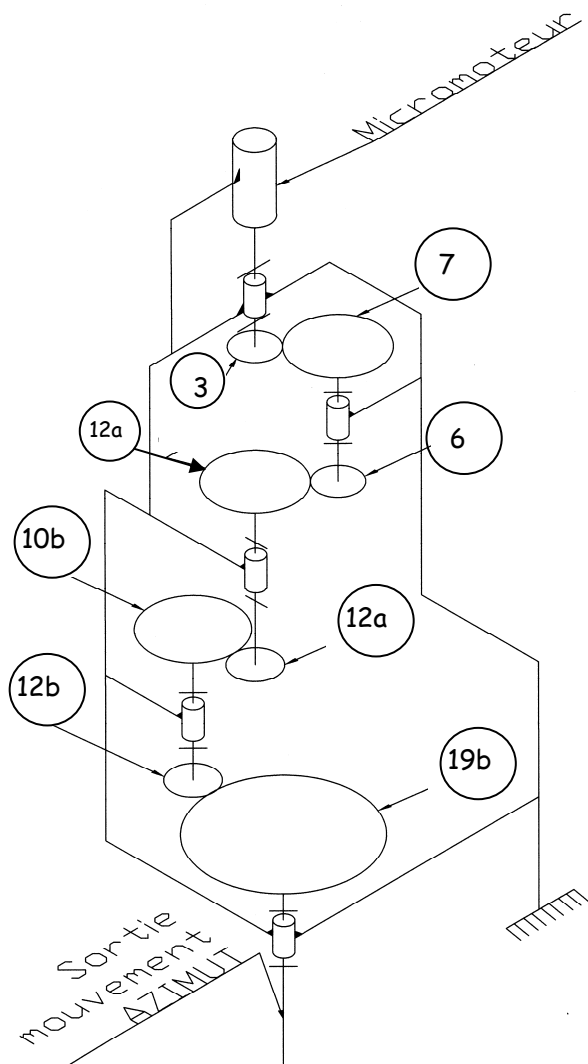
DT 7 Nomenclature motoréducteur R1 et R2

	3	Vis CS M2-20	
24	3	Rondelle W2	
23	1	Carter réducteur 200	
22	1	Palier avant	
21	1	Flasque réducteur avant	
20	1	Axe sortie 200	
19b	1	Roue denture droite Z = 40 dents m = 0,5	uniquement réducteur R2
19a	1	Roue denture droite Z = 38 dents m = 0,5	uniquement réducteur R1
18	1	Palier arrière	
17	1	Entretoise N° 4	
16	3	Chandelle 200	
15	1	Axe intermédiaire N° 3	
14	1	Axe intermédiaire N° 2	
13	1	Pignon denture droite Z = 14 dents m = 0,5	uniquement réducteur R1
12b	1	Pignon denture droite Z = 12 dents m = 0,5	
12a	1	Pignon denture droite Z = 12 dents m = 0,5	
11	1	Entretoise N° 3	
10c	1	Roue denture droite Z = 31 dents m = 0,5	Uniquement réducteur R1
10b	1	Roue denture droite Z = 31 dents m = 0,5	
10a	1	Roue denture droite Z = 31 dents m = 0,5	
9	1	Entretoise N° 2	
8	1	Entretoise N° 1	
7	1	Roue denture hélicoïdale Z = 35 dents m = 0,4	
6	1	Pignon denture droite Z = 9 dents m = 0,5	
5	1	Axe intermédiaire N° 1	
4	1	Flasque réducteur arrière	
3	1	Pignon denture hélicoïdale Z = 11 dents m = 0,4	
2	1	Flasque moteur	
1	1	Moteur à aimant permanent	12 V
Repère	Nb.	Désignation	Observations

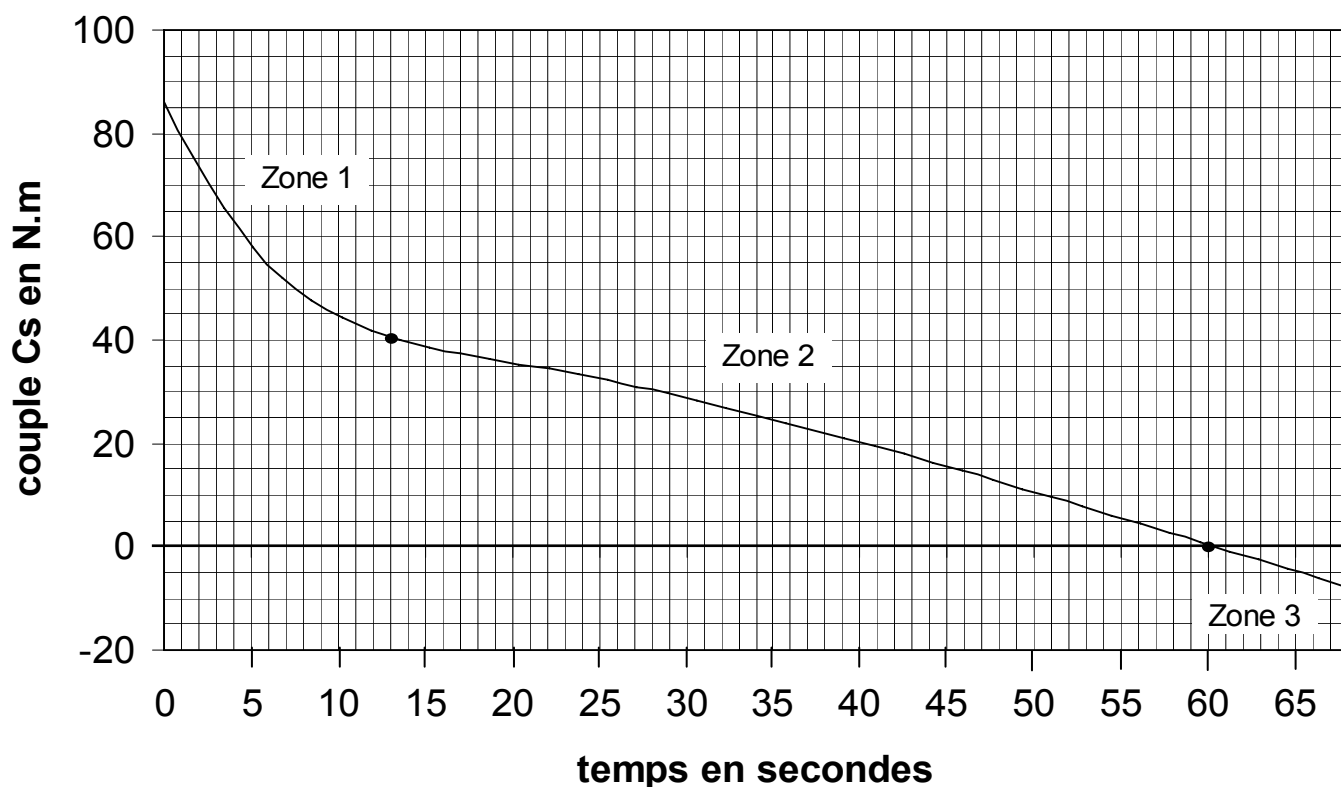
Réducteur R1



Réducteur R2



Courbe Cs du couple de manœuvre autour de l'articulation du panneau solaire



Commentaire : il s'agit d'un graphe de prédétermination, l'influence de l'aimant a été amplifiée

Tableau indiquant le rendement en pourcentage des réducteurs roue et vis sans fin RV1 et RV2

Référence réducteur	Rapport de transmission										
	1 / 7	1 / 10	1 / 15	1 / 20	1 / 28	1 / 40	1 / 49	1 / 56	1 / 70	1 / 80	1 / 100
RI 28	70	67	61	57	46	41	38	36	32	27	25
RI 40	72	69	62	55	48	39	36	34	27	26	25
RI 50	73	70	68	60	51	46	42	40	36	30	28
RI 63	74	70	64	60	50	46	42	40	36	33	29
RI 70	74	70	64	60	49	45	40	39	34	31	29
RI 85	73	70	64	62	48	46	41	43	38	35	30
RI 110	74	72	64	63	52	48	45	44	39	37	33
RI 130	74	72	66	64	51	47	44	45	40	39	34
RI 150	75	73	66	65	53	48	46	47	41	39	36
RI 180	75	73	69	65	54	49	46	47	41	39	36

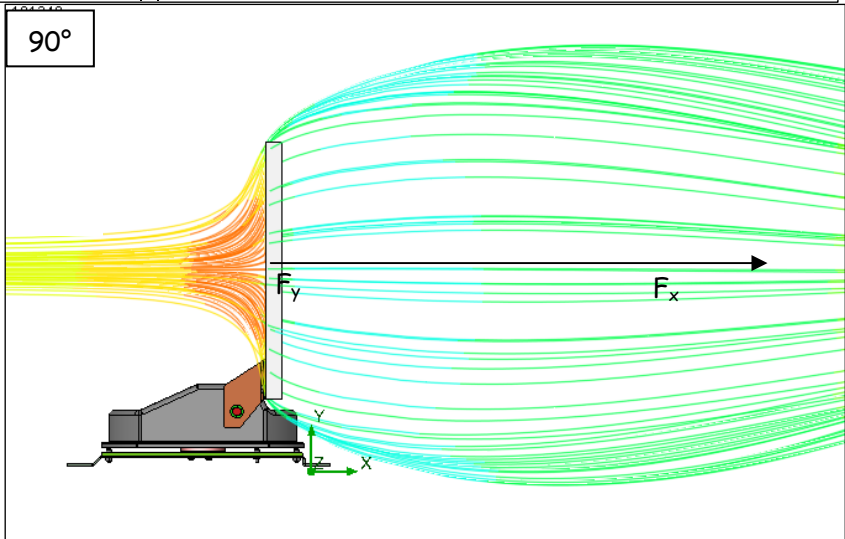
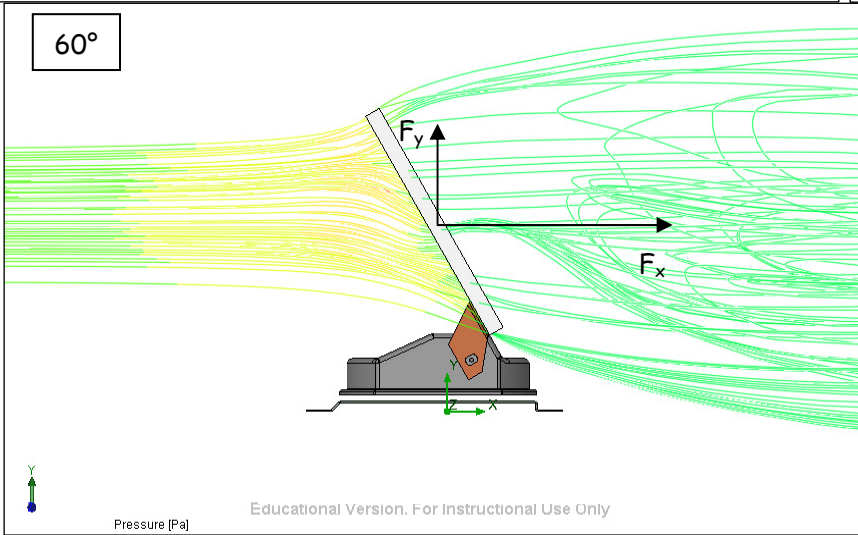
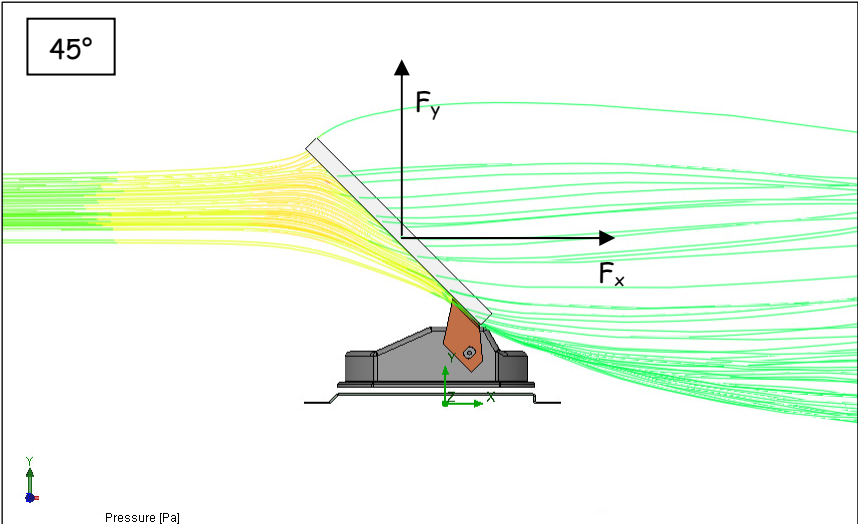
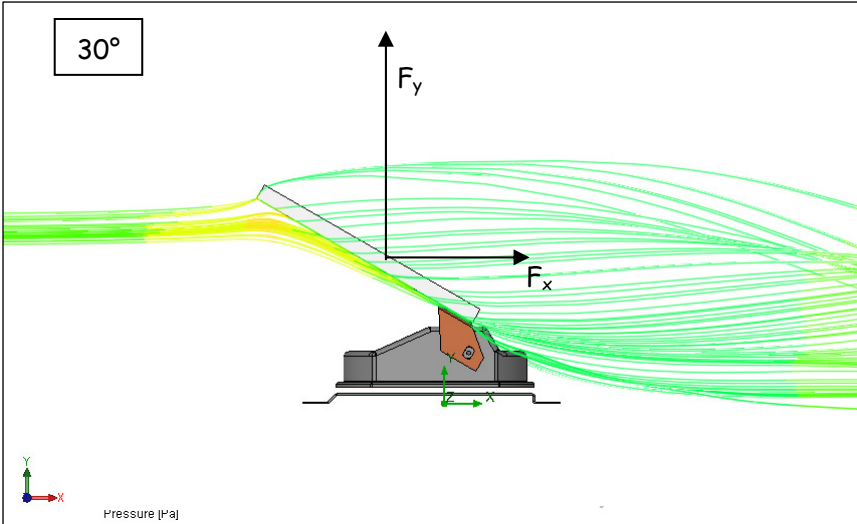
Étude aérodynamique par logiciel

Données de l'étude :

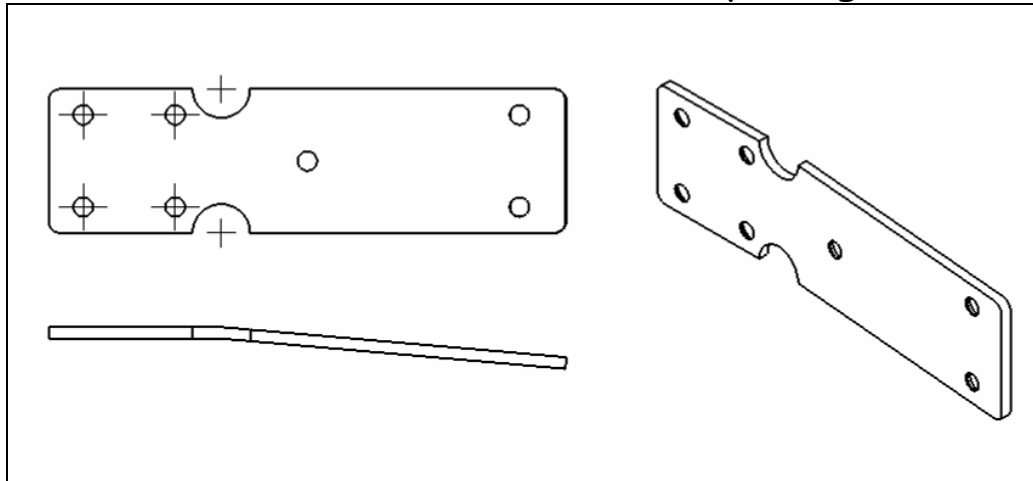
Fluide : Air
Densité du fluide : 1.3 kg/m³
Vitesse du fluide : 17,22 m/s

Échelle des forces : 1 cm \equiv 10 N

Force /angle	30°	45°	60°	90°
F _x (N)	19,92	29,61	32,59	68,86
F _y (N)	31,92	24,51	13,93	-1,43

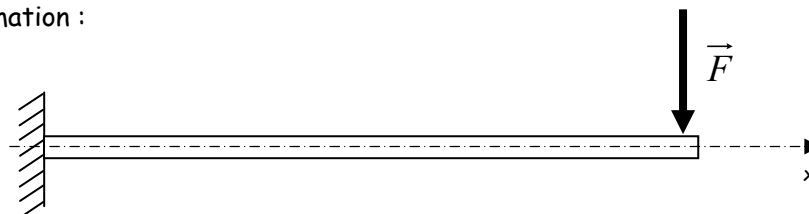


Modélisation et étude de RDM par logiciel



Dessin de définition de la pièce de sécurité à l'échelle réduite

Modèle RDM avant déformation :

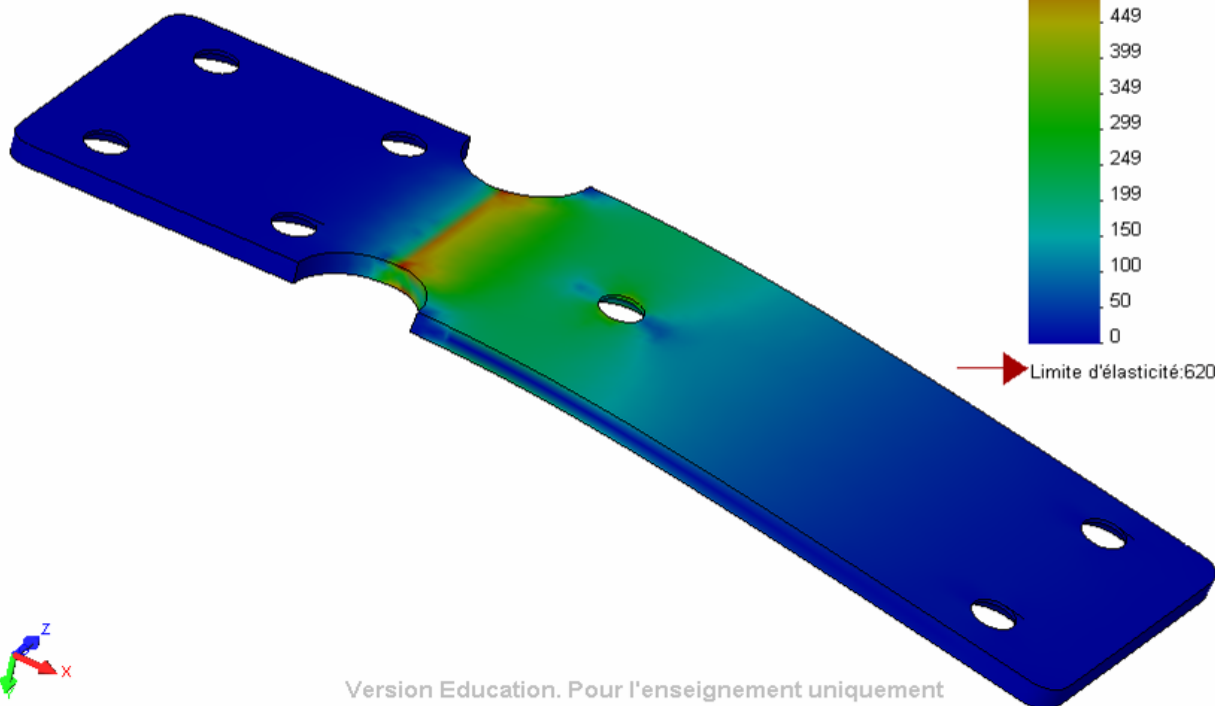


Contrainte dans la pièce de sécurité

Répartition des contraintes.

Echelle des déformations 8:1

Échelle des contraintes en N/mm^2



Version Education. Pour l'enseignement uniquement

DOSSIER "TRAVAIL DEMANDÉ"

Le sujet est composé de 6 parties indépendantes.

Ce dossier comporte 9 feuilles numérotées de 1/7 à 7/7.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

lecture du dossier et des documents techniques	20 min
1 ^{ère} partie: étude fonctionnement - Q 1.1 à 1.8	30 min
2 ^{ème} partie : effort exercé par le vent - Q 2.1 à 2.6	20 min
3 ^{ème} partie: étude des chaînes cinématique	
A. Chaîne d'énergie du mouvement d'azimut - Q 3.1 à 3.5	30 min
B. Chaîne d'énergie du mouvement d'élévation - Q 3.6 à 3.11	30 min
4 ^{ème} partie: couple du micromoteur d'élévation - Q 4.1 à 4.7	30 min
5 ^{ème} partie : conception d'une sécurité	
Solution n°1 : cisaillement d'un « axe fusible » - Q 5.1.1 à 5.1.4	45 min
Solution n°2 : pièce de sécurité - Q 5.2.1 à 5.2.4	15 min
6 ^{ème} partie : détermination du gain de production électrique - Q 6.1 à 6.4	20 min

1^{ère} partie : étude du fonctionnement

Objectif : comprendre l'architecture du mécanisme et les phases de fonctionnement.

Nota : les réponses seront données sur le document **DR 1**.

Question 1.1 : deux phases de fonctionnement bien distinctes sont nécessaires pour la bonne orientation du panneau solaire (site : **DIRECTION** et azimut : **ÉLEVATION**).

Définir les mouvements associés par rapport au repère ($O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$).

Indiquer ces mouvements par des flèches sur le schéma.

Question 1.2 : sur le schéma **DR 1**, repérer les différentes solutions constructives correspondantes aux fonctions techniques données dans le diagramme FAST (document **DT 3**).

Question 1.3 : repérer, en surlignant d'une couleur, les éléments mobiles correspondant uniquement à la chaîne d'élévation.

Objectif : étude du palier horizontal, liaison L1, de la chaîne d'élévation.

Nota : les réponses seront données sur le document **DR 2**.

Question 1.4 : le palier horizontal document **DT 5** est noté liaison L1 sur les documents **DR 1** et **DR 2**. Indiquer en les coloriant (**DR 2**) les surfaces de contact entre l'axe 4 et la bague intérieure du roulement 2. Indiquer la forme géométrique et les dimensions de cette zone de contact.

Question 1.5 : donner le nom de la liaison entre la bague extérieure du roulement 2 et les deux couvercles à pattes 1.

Décrire la réalisation technique de cette liaison.

Question 1.6 : la liaison L1 est modélisée sur les documents **DR 1** et **DR 2**.

Indiquer les degrés de liberté.

Donner le nom de cette liaison.

Question 1.7 : la liaison L2 est modélisée sur les documents **DR 1** et **DR 2**.

Indiquer les degrés de liberté.

Donner le nom de cette liaison.

Question 1.8 : les liaisons L1 et L2 réalisent ensemble une liaison. Indiquer les degrés de liberté de cette combinaison de liaisons.

En déduire le nom de cette liaison équivalente et dessiner le symbole dans le plan (y, z) et (x, z).

2^{ème} partie : effort exercé par le vent - FC2 résister au vent

Objectif : déterminer la force maximale exercée sur le panneau par le vent en vue de dimensionner un organe de sécurité.

En aérodynamique, nous appelons la force de traînée ou résistance au vent, l'effort que produit le vent sur une surface donnée. Cette force s'exprime par la relation :

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot C_x \cdot v^2$$

avec

F_x : force induite suivant l'axe \vec{x} en N.

ρ : masse volumique du fluide en kg/m^3 .

S : surface caractéristique de l'obstacle en m^2 .

v : vitesse relative du fluide à l'obstacle en m/s .

C_x : coefficient de traînée, sans dimension.

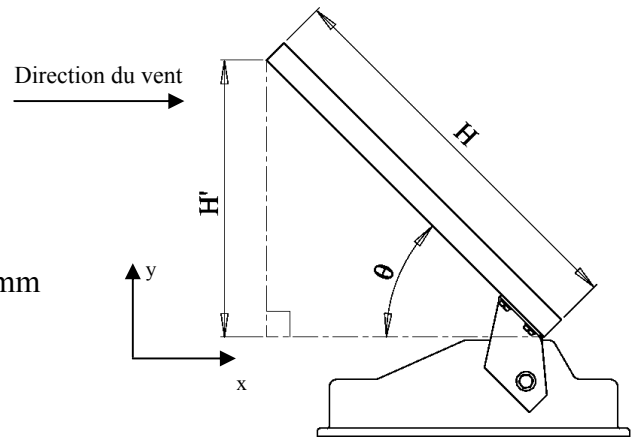
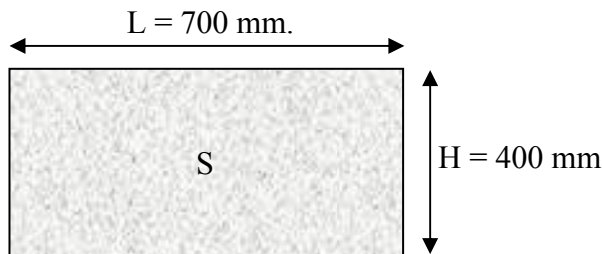
Le C_x , ou coefficient de pénétration dans l'air, dépend des formes géométriques de l'obstacle. Il est nécessaire de connaître la surface projetée orthogonalement à la trajectoire du fluide appelée « surface au vent ».

Tableau de comparaison de différents coefficients et forces induites pour quelques types de véhicules.

Type de véhicule	Cx	S (m ²)	F _x (N) en fonction de la vitesse		
			40 km/h	80 km/h	120 km/h
Voiture de sport	0,3	1,94	36	144	323
Moto	0,6	0,75	28	111	250
Camion	1,1	6	407	1630	3667

Données :

Taille du panneau solaire :



Nota : les réponses seront données sur feuille de copie.

Question 2.1 : exprimer la hauteur H' en fonction de l'angle θ d'élévation du panneau.

Question 2.2 : établir l'expression littérale de la surface au vent S' en fonction de l'angle θ d'élévation du panneau.

Question 2.3 : déterminer la valeur de θ pour laquelle nous avons la surface maximale en prise au vent. Calculer la surface S au vent pour cette valeur de θ .

Données : cas extrême : vitesse du vent $v = 62 \text{ km/h}$, masse volumique de l'air $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$, surface du panneau $S = 0,28 \text{ m}^2$, et $C_x = 1,2$ (mesuré expérimentalement en soufflerie).

Question 2.4 : à partir de la relation donnée en présentation de cette partie, calculer la force induite par le vent sur le panneau.

Question 2.5 : à partir de l'étude logicielle d'aérodynamique du document **DT 10**, calculer pour chaque position la norme de la force induite par le vent (notés : $\|\vec{F}_{30^\circ}\|$, $\|\vec{F}_{45^\circ}\|$, $\|\vec{F}_{60^\circ}\|$, $\|\vec{F}_{90^\circ}\|$). Indiquer le cas le plus défavorable.

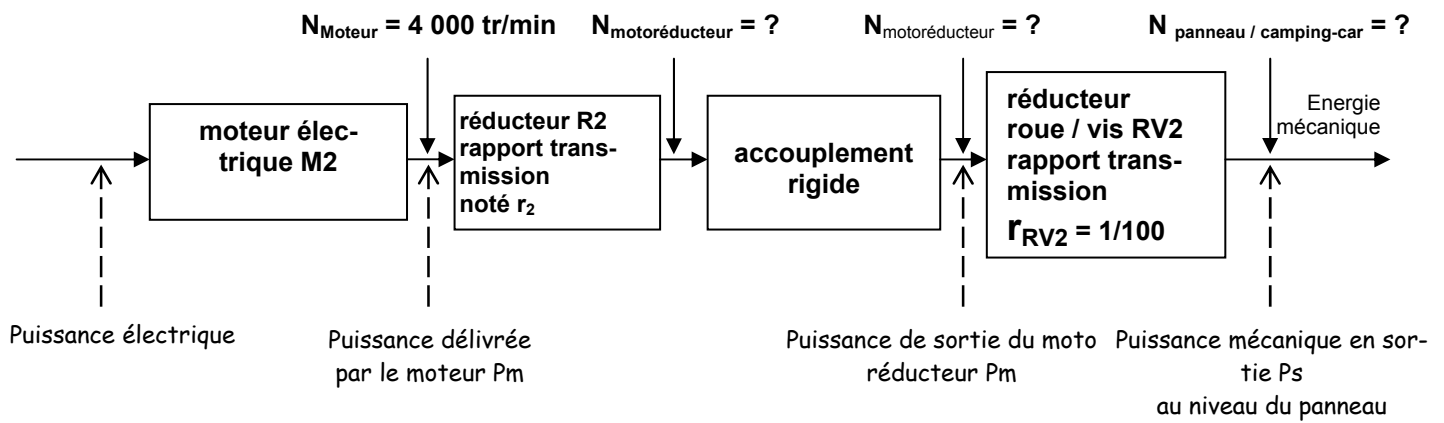
3^{ème} partie : étude des chaînes cinématiques

A- Chaîne cinématique du mouvement azimut

Objectif : déterminer le rapport de transmission de la chaîne cinématique d'azimut afin de calculer le temps de fonctionnement du moteur et vérifier ainsi le cahier des charges.

Données :

- Le cahier des charges demande que le réglage en azimut d'un angle de 15° , soit effectué en un temps de 6 secondes avec une flexibilité de ± 1 seconde.
- Les moteurs à courant continu, ont une fréquence de rotation moyenne de 4 000 tr/min.
- Le réducteur roue et vis sans fin RV2, a un rapport de transmission: $r_{RV2} = 1/100$.
- Soit, ci-après, la chaîne d'énergie du mouvement azimut.



Nota : les réponses seront données sur feuille de copie et sur le document réponse **DR 3**.

Question 3.1 : utiliser les documents **DT 6**, **DT 7** et **DT 8** afin de déterminer le rapport de transmission r_2 du réducteur R2 (expression littérale puis application numérique).

Question 3.2 : établir le rapport global de transmission r_g de cette chaîne d'azimut (expression littérale puis application numérique).

Question 3.3 : en fonction des données, calculer la fréquence de rotation du panneau en tr/min.

Question 3.4 : transformer cette vitesse en degrés par seconde ($^\circ/s$) puis vérifier si le cahier des charges est respecté.

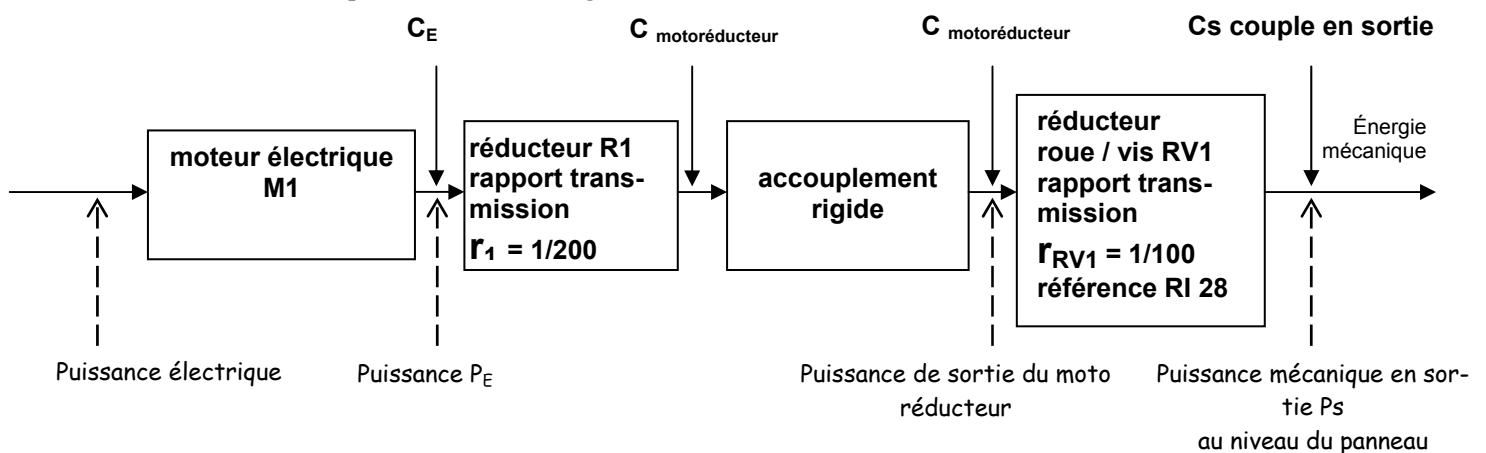
Question 3.5 : les caractéristiques du moteur sont données sur le document **DR 3**. Pour la fréquence de rotation moyenne du moteur, relever et indiquer : l'intensité du courant nécessaire, le couple moteur correspondant, la puissance et le rendement en pourcentage.

B- Chaîne d'énergie du mouvement élévation

Objectif : déterminer le rendement de la chaîne cinématique d'élévation et le rapport de transmission, en vue de calculer le couple que doit fournir le micromoteur.

Données :

- Le rendement pour un engrenage à denture droite est de 0,9 et pour un engrenage à denture hélicoïdale de 0,95.
- Le réducteur R1 a un rapport de transmission $r_1 = 1/200$.
- Le réducteur roue et vis sans fin RV1, a un rapport de transmission: $r_{RV1} = 1/100$.
- Document DT9 : tableau indiquant les rendements des réducteurs roue et vis sans fin.
- Soit, ci-après, la chaîne énergie du mouvement élévation.



Nota : les réponses seront données sur feuille de copie.

Question 3.6 : rechercher pour le réducteur d'élévation R1 le nombre d'engrenages hélicoïdaux et le nombre d'engrenages droits (voir document **DT 6**, **DT 7** et **DT 8**).

Question 3.7 : en déduire le rendement η_1 du réducteur R1.

Question 3.8 : rechercher sur le document **DT 9** le rendement η_{RV1} du réducteur RV1.

Question 3.9 : en déduire le rendement η_{g1} global de la chaîne d'élévation.

Question 3.10 : calculer le rapport de transmission global r_{g1} de cette chaîne élévation.

Question 3.11 : justifier le choix des réducteurs roue et vis sans fin RV1 et RV2, irréversibles.

4^{ème} partie : couple du micromoteur d'élévation

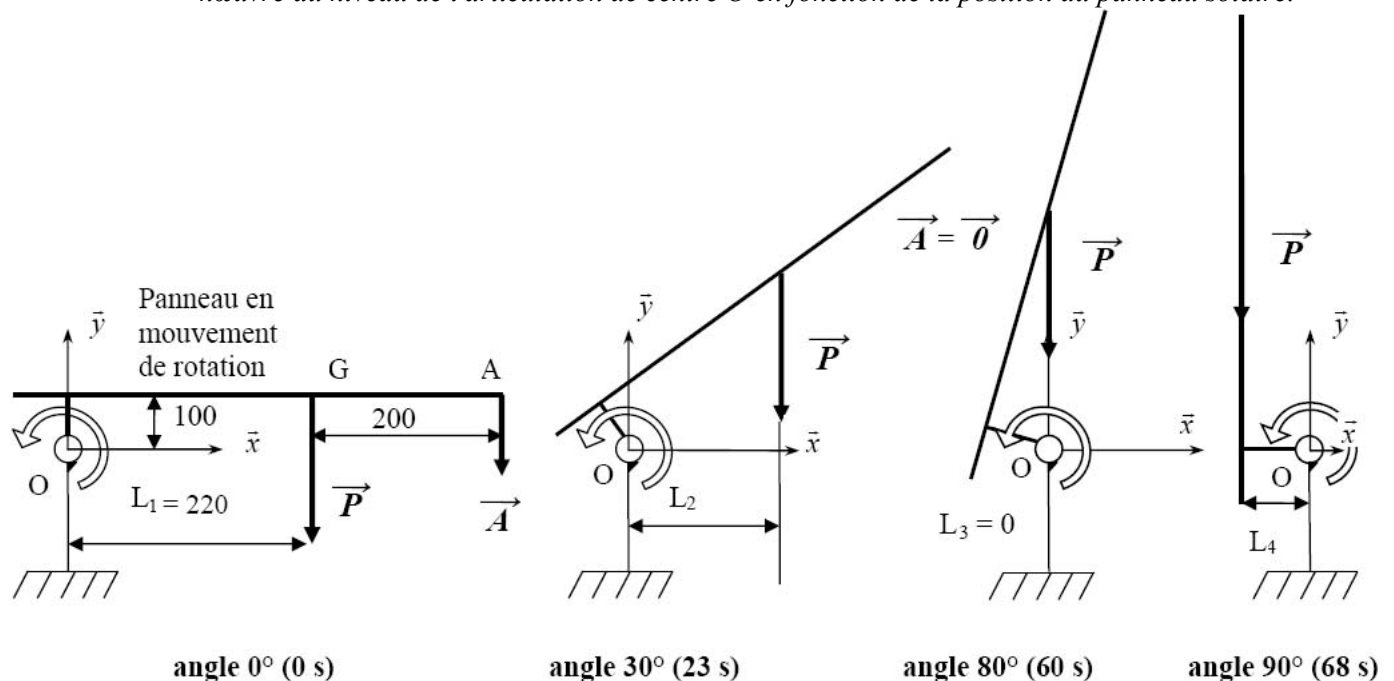
Objectif : détermination du couple de démarrage du moteur d'élévation.

Hypothèses:

- Les vitesses et les masses sont faibles, donc les effets dynamiques sont négligeables et l'étude statique suffit.
- Le système isolé est $S = \{\text{panneau solaire}\}$, la liaison en O entre le panneau et le bâti est un pivot parfait.

Données:

- Le système est étudié dans le plan (x, y) et quatre positions sont représentées ci-après.
- L'intensité du poids \vec{P} du panneau, appliqué au point G, a pour valeur 200 N.
- Lorsque le panneau est rangé "à plat", des aimants maintiennent ce panneau. Ces aimants ont une action importante modélisable par une force \vec{A} au point A de 100 N, mais lorsque le panneau est mis en mouvement cette action diminue très vite et s'annule.
- Le rapport global de transmission de la chaîne élévation est $r_{g1} = 1 / 20\,000$ et le rendement global $\eta_{g1} = 0,15$.
- Document **DT 9**, courbe donnée par logiciel de calcul, indiquant la valeur C_s du couple de manœuvre au niveau de l'articulation de centre O en fonction de la position du panneau solaire.



Nota : les réponses seront données sur feuille de copie et sur le document réponse **DR 3**.

Question 4.1 : en utilisant les dessins ci-dessus, justifier pour chacune des zones 1, 2, 3 de la courbe du document **DT 9**, l'évolution de la valeur du couple C_s au niveau de l'articulation en fonction des changements des actions extérieures \vec{A} et \vec{P} .

Question 4.2 : pour la position correspondant à l'angle 0°, déterminer l'expression littérale du couple C_s autour de l'axe d'articulation du panneau (méthode au choix). Effectuer l'application numérique.

Question 4.3 : relever sur la courbe document **DT 9** l'instant et la valeur du couple C_s maximum.

Question 4.4 : donner l'expression littérale de la puissance mécanique en sortie P_s en fonction du couple C_s et de la vitesse angulaire ω_s . Donner l'expression littérale de la puissance à l'entrée P_E en fonction du couple C_E et de la vitesse angulaire ω_E .

Question 4.5 : donner l'expression littérale entre le rendement η_{g1} et les puissances P_s et P_E . Donner l'expression littérale entre le rapport de transmission r_{g1} et les vitesses angulaires ω_s et ω_E .

Question 4.6 : en déduire des relations précédentes l'expression littérale du couple à l'entrée C_E en fonction de C_s , η_{g1} et r_{g1} . Effectuer l'application numérique en utilisant les données et la valeur C_s relevée à la question 4.3.

Question 4.7 : les caractéristiques du moteur sont données sur le document réponse **DR 3**. Pour le couple moteur C_E calculé question 4.6, relever et indiquer : l'intensité du courant nécessaire, la vitesse correspondante, la puissance et le rendement en pourcentage.

5^{ème} partie : conception d'une sécurité - FC2 résister au vent

Pour des raisons de sécurité, en cas de coup vent violent, l'ensemble ne doit pas s'arracher du toit, et devenir un projectile. Le constructeur choisit un système de sécurité permettant de rabattre le panneau (avec risque de destruction du panneau, sans arracher d'éléments) par rupture d'une partie de la liaison entre l'axe motorisé et le panneau : deux solutions sont possibles.

Solution n°1 : cisaillement d'une «goupille fusible».

Cette première solution met en œuvre une pièce appelée «goupille fusible» (voir figure suivante) dans la réalisation de la liaison encastrement entre l'arbre moteur et la tôle de fixation du panneau. En cas d'effort trop important, la goupille 5 rompt, transformant la liaison encastrement en liaison pivot.

Objectif : pré dimensionner (avec un modèle mécanique simple) la goupille fusible à la rupture, et compléter le dessin de la liaison pivot.

Une modélisation statique plane est donnée sur le document réponse **DR 4**, ainsi qu'une amorce de bilan.

Hypothèses :

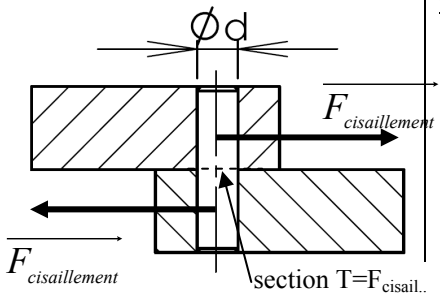
- On isole le panneau seul.
- Les liaisons sont parfaites.
- Les frottements sont négligés.
- Le poids du panneau et les forces induites par le vent sont modélisés au point G, par la résultante $\overrightarrow{R_{vent+pes. \rightarrow P}}$.
- La goupille fusible sera modélisée par une ponctuelle au point D.

Nota : les réponses seront données sur le document réponse **DR 4**.

Question 5.1.1 : terminer sur le document réponse **DR 4**, le bilan des actions mécaniques extérieures.

Question 5.1.2 : déterminer l'effort $\overrightarrow{D_{0 \rightarrow P}}$ au point D, qui est l'effort exercé sur la goupille fusible 5, répondre sur le document réponse **DR 4**.

Données : calcul au cisaillement pur d'une goupille.

	<p><u>Contrainte de cisaillement :</u></p> $\tau = \frac{T}{S}$ <p>τ : contrainte en N/mm² T : effort de cisaillement en N S : surface de la section cisailée en mm²</p>	<p><u>Condition de rupture :</u></p> $\tau > R_{rupt.}$ $\frac{T}{S} > R_{rupt.}$ <p>$R_{rupt.}$: limite de rupture d'un matériau donné en N/mm².</p>
---	--	--

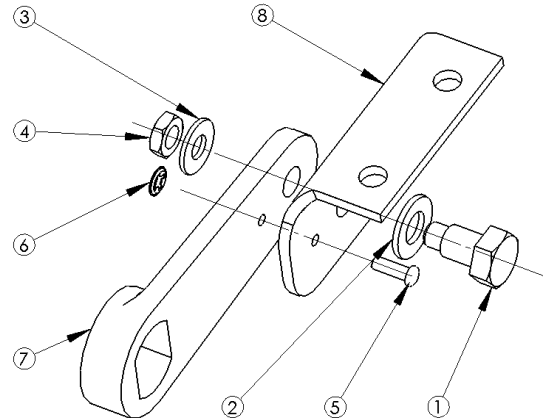
Nota : quelle que soit la valeur trouvée, prendre $X_D = 500 \text{ N}$ comme effort maxi, pour la suite de l'étude.

Question 5.1.3 : déterminer le diamètre maxi de la goupille, sachant que le matériau utilisé a une limite à la rupture $R_{\text{rupt}} = 70 \text{ N/mm}^2$.

Nota : les pièces 1, 7, et 8 réalisent une liaison pivot, l'arrêt en rotation est réalisé par la pièce 5.

Objectif : réaliser la liaison encastrement 7/8.

- 1 : axe épaulé $\varnothing 8$. Filetage en bout M6
- 2 : rondelle d'appui plate ISO 10673 – type N – 8
- 3 : rondelle d'appui plate ISO 10673 – type N – 6
- 4 : écrou H M6
- 5 : goupille fusible $\varnothing 3$
- 6 : segment d'arrêt.



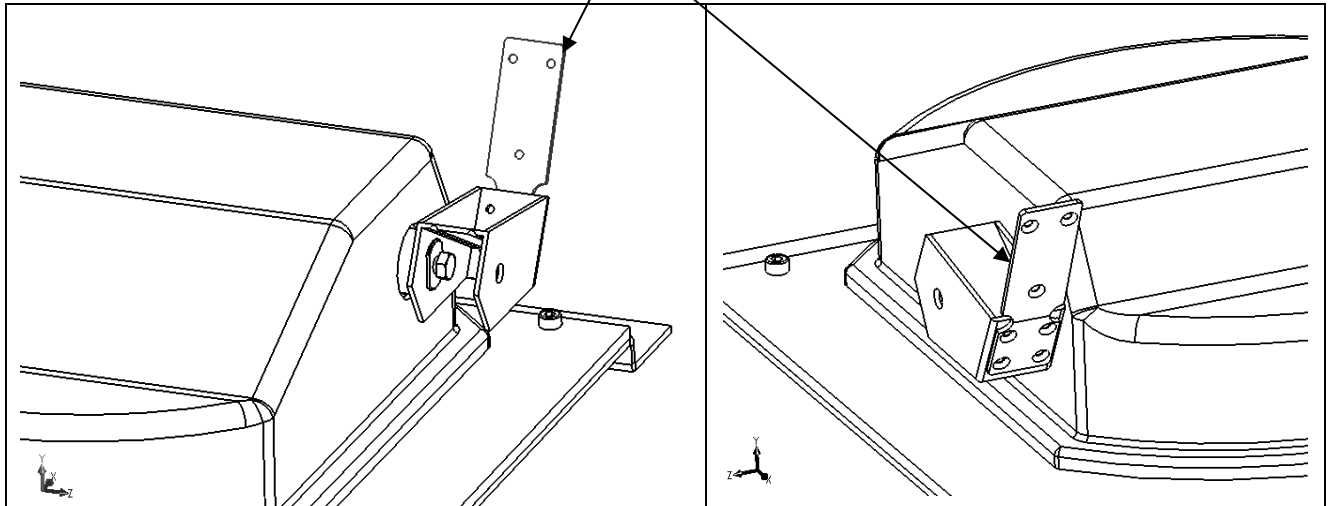
Question 5.1.4 : sur le document réponse **DR 5**, à l'aide d'un tracé soigné, terminer la conception de la liaison pivot nécessaire à la « sécurité ».

- Pour cela :
- positionner correctement l'épaulement de l'axe 1.
 - dessiner l'arrêt en translation grâce à l'écrou 4 et la rondelle 3.
 - indiquer les jeux nécessaires au fonctionnement.
 - indiquer la nature des ajustements (glissant ou serré) entre 1/8 et 1/7.

Solution n°2 : pièce de sécurité.

La solution précédente présente l'inconvénient, lors de la rupture de l'axe fusible, de laisser pivoter le panneau de manière brutale, générant un choc du panneau sur le toit.

Le concepteur propose d'interposer une nouvelle pièce de sécurité « déformable ».



Objectif : à partir d'une étude de résistance des matériaux par logiciel, mettre en évidence les avantages de cette deuxième solution, par rapport à la première.

Données : la modélisation RDM de la pièce, par une poutre rectiligne encastree à son extrémité, est donnée sur le document technique **DT 11**. Ainsi que l'étude des contraintes obtenues par logiciel.

Question 5.2.1 : à partir de la forme de la pièce et de la modélisation proposée document **DT 11**, citer la sollicitation à laquelle est soumise cette pièce.

Question 5.2.2 : d'après l'étude des contraintes obtenues par logiciel document **DT 11**, donner la valeur de la contrainte maximale.

Question 5.2.3 : justifier les formes en demi-cercle de la nouvelle pièce de sécurité.

Question 5.2.4 : citer l'avantage de cette solution, par rapport à la précédente, sachant que la limite élastique de la pièce est de $R_e = 620 \text{ N/mm}^2$.

6^{ème} partie : estimation du gain de production de quantité d'électricité

L'orientation du panneau perpendiculairement au soleil permet un gain important de production d'énergie grâce aux cellules photovoltaïques. Mais le dispositif de positionnement consomme lui même de l'énergie.

Objectif : évaluer la consommation du dispositif de positionnement et effectuer une estimation du gain de production d'énergie.

Données :

- *En été la production d'un panneau solaire "à plat" sur une journée de 8 heures est variable. L'énergie produite durant la journée est 16 Ah (ampère heure).*
- *Ce même panneau avec son système d'orientation et dans les mêmes conditions a également une production variable mais supérieure, l'énergie produite durant la journée est de 32 Ah (ampère heure).*
- *Sur une journée les séquences de fonctionnement sont les suivantes : élévation du panneau (40 s), réglage azimut (60 s), suivi du soleil (8 réglages de durée 6 secondes = 48 s), retour azimut (60 s) et descente du panneau (40 s).*
- *L'intensité nécessaire au fonctionnement d'un moteur (azimut ou élévation) est de 2 A.*
- *La partie commande du système positionneur (horloge, carte électronique,...) a une consommation de 0,005 A.*
- *Pour une quantité d'énergie consommée ou produite la formule suivante est utilisable :*
$$Q = I \times T \text{ avec } \begin{array}{l} Q : \text{énergie en ampère heure (Ah)} \\ I : \text{intensité du courant (A)} \\ T : \text{durée en heure (h)} \end{array}$$

Nota : les réponses seront données sur feuille de copie.

Question 6.1 : déterminer le temps de fonctionnement des moteurs de positionnement durant la journée.

Question 6.2 : calculer la quantité d'énergie en Ah consommée par la motorisation du panneau durant la journée.

Question 6.3 : calculer la quantité d'énergie en Ah consommée par la partie commande du système positionneur durant une journée de 24 heures.

Question 6.4 : comparer alors la production d'énergie du système fixe et du système orientable.

DOSSIER "DOCUMENTS RÉPONSES"

Ce dossier comporte 5 documents numérotés de DR 1 à DR 5.

DR 1	Modélisation cinématique du positionneur
DR 2	Analyse des liaisons
DR 3	Courbes micro moteur
DR 4	Étude statique
DR 5	Conception de la solution technologique

Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à la copie en fin d'épreuve.

Question 1.1 :

mouvement nécessaire au réglage
de l'**élévation** :

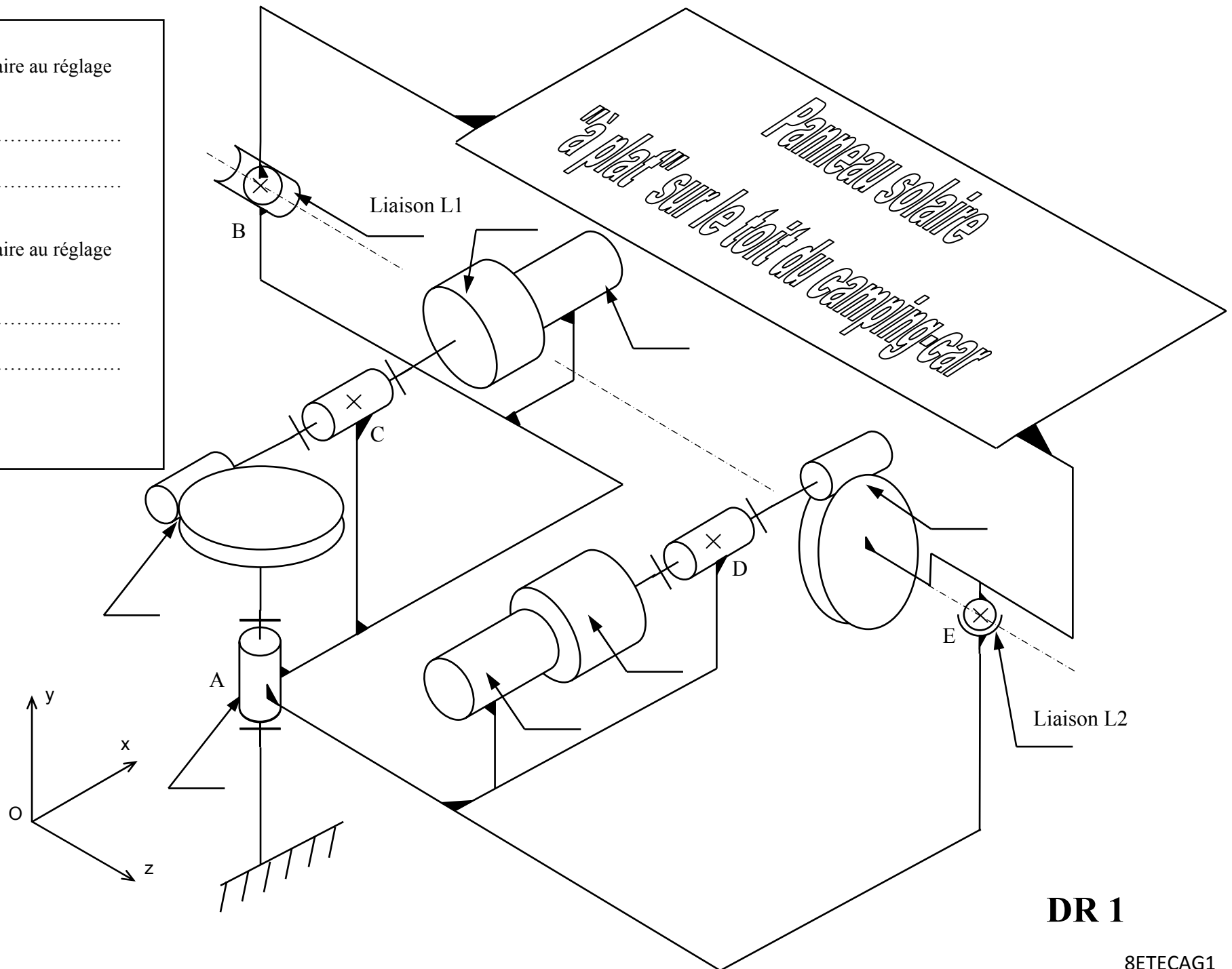
.....

.....

mouvement nécessaire au réglage
de l'**azimut** :

.....

.....



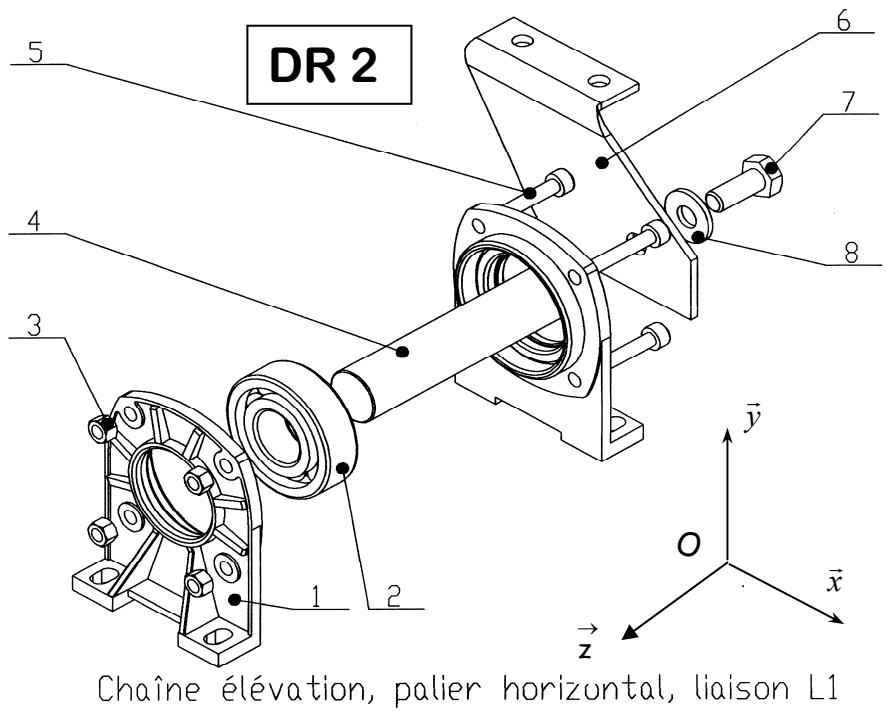
DR 1

Question 1.4 :

Forme géométrique :

Dimensions :

Question 1.5 :



Question 1.6 :

	Degrés de liberté			Nom de la liaison	Symboles plans
	Oui/Non	Translation	Rotation		
Liaison L1	Suivant x	Non	Oui		
	Suivant y	-----	-----		
	Suivant z	-----	-----		

Question 1.7 :

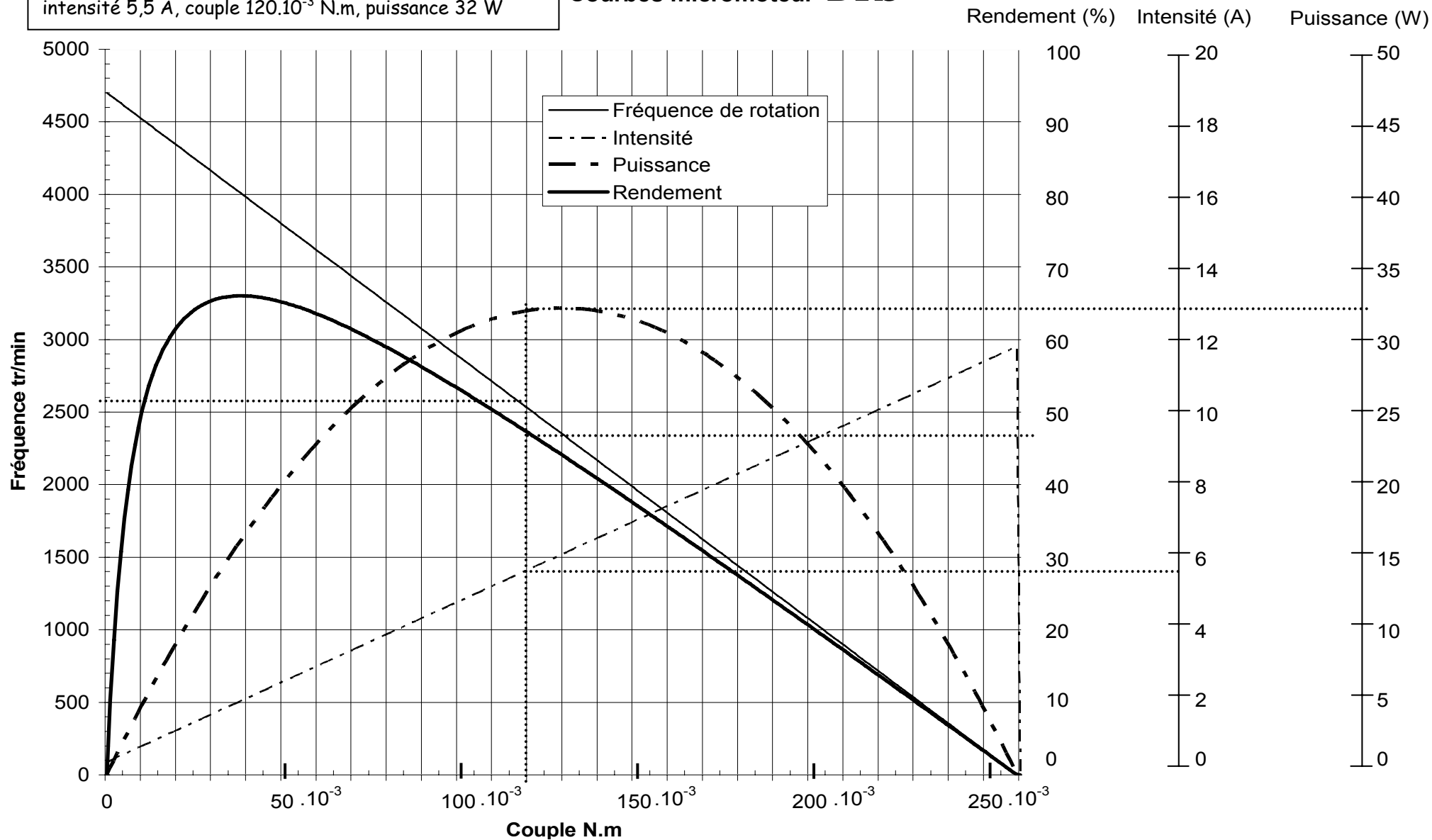
	Degrés de liberté			Nom de la liaison	Symboles plans
	Oui/Non	Translation	Rotation		
Liaison L2	Suivant x	-----	-----		
	Suivant y	-----	-----		
	Suivant z	-----	-----		

Question 1.8 :

	Degrés de liberté			Nom de la liaison	Symboles plans
	Oui/Non	Translation	Rotation		
Combinaison Liaison L1 et L2	Suivant x	-----	-----		
	Suivant y	-----	-----		
	Suivant z	-----	-----		

Exemple : 2 540 tr/min, rendement 48%,
intensité 5,5 A, couple $120 \cdot 10^{-3}$ N.m, puissance 32 W

Courbes micromoteur DR3

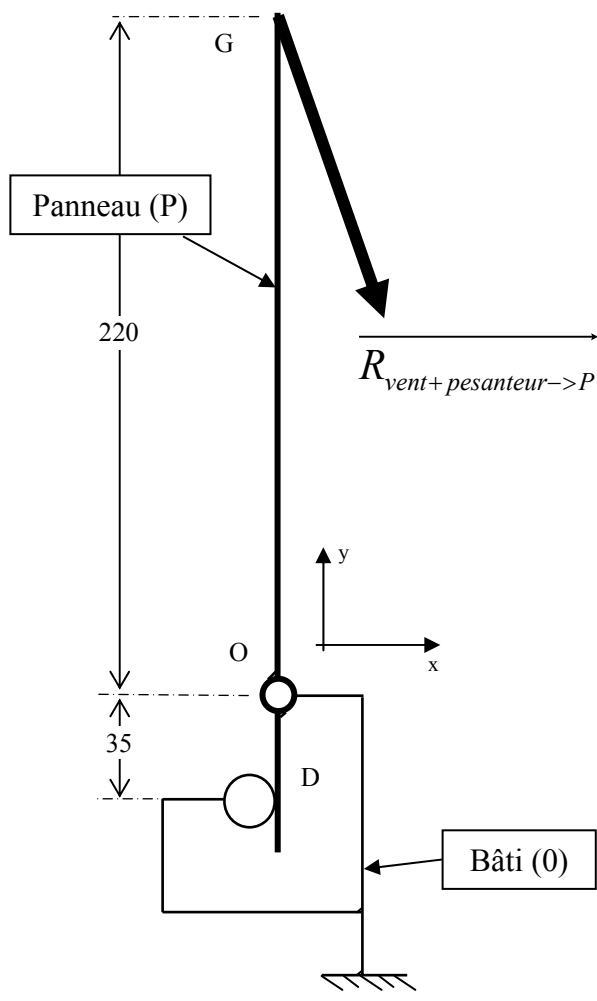


3^{ème} partie, question 3.5 :

4^{ème} partie, question 4.7 :

Échelle de force : 1 cm \equiv 50 N

Figure à l'échelle réduite.
Distance en mm.



Système isolé : panneau seul (P)

Action	Point	Direction	Norme
$\overrightarrow{R_{vent+ pes. \rightarrow P}}$	G		212 N
$\overrightarrow{D_{0 \rightarrow P}}$	D		
$\overrightarrow{O_{0 \rightarrow P}}$	O		

Principe fondamental de la statique :

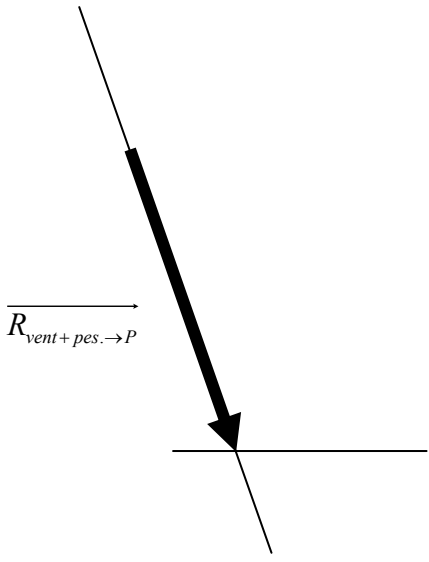
.....

.....

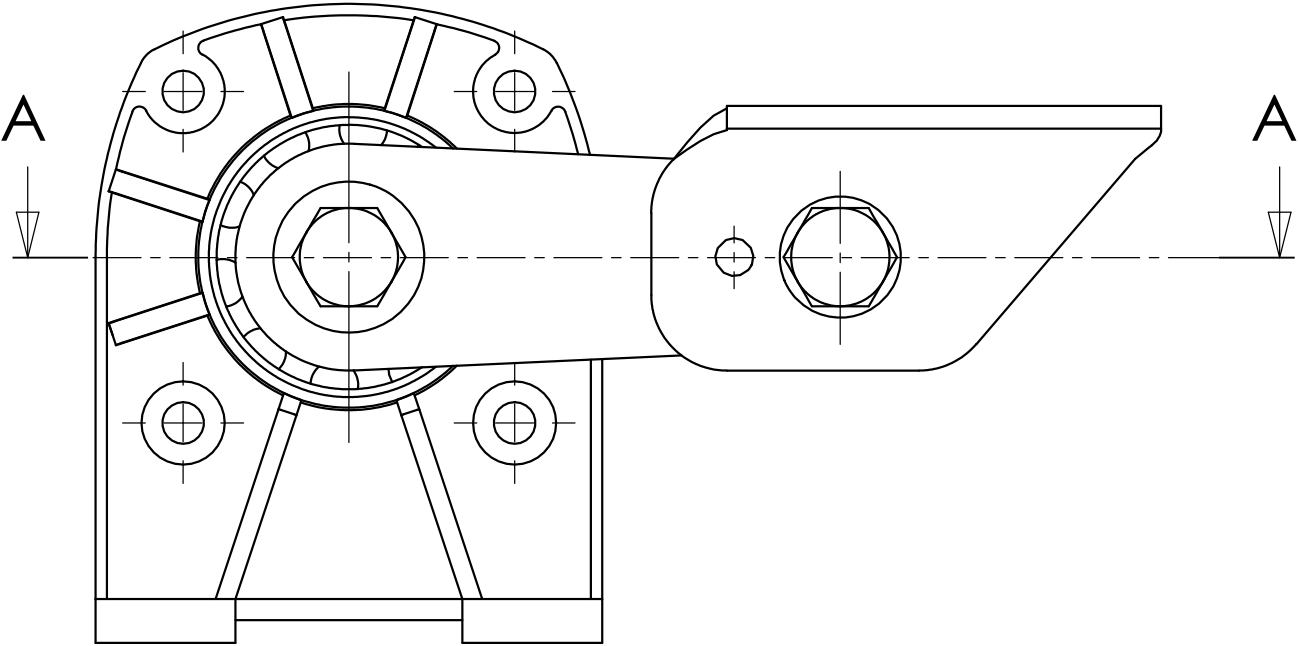
.....

.....

$\|\overrightarrow{D_{0 \rightarrow P}}\| =$

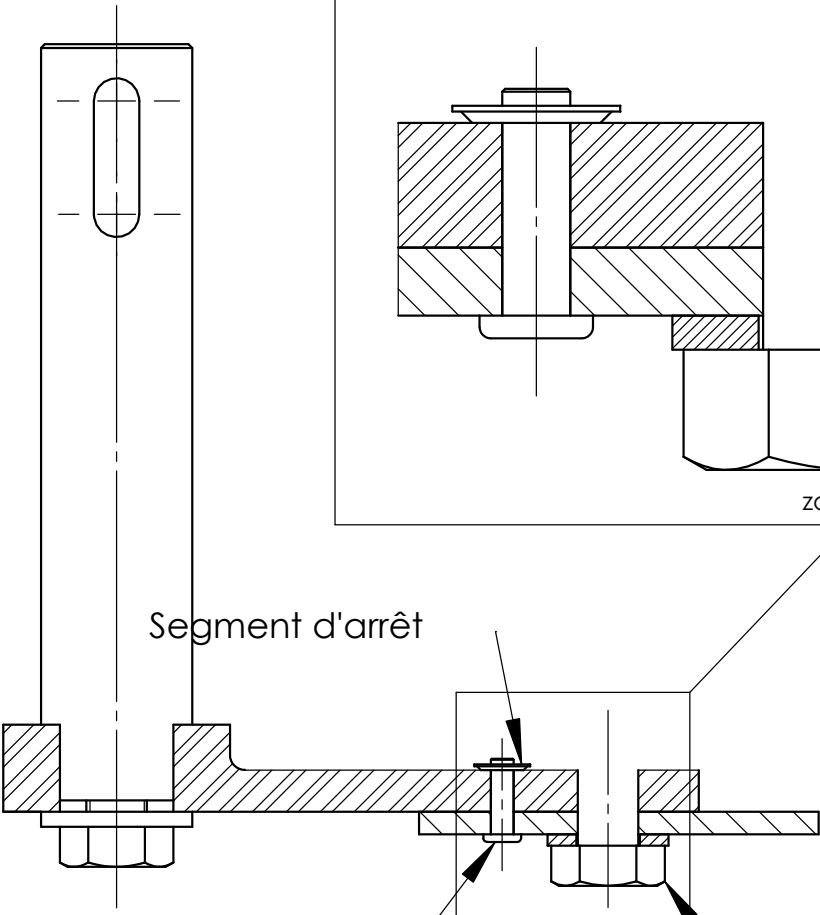


Solution n°1 : "axe fusible"



A-A

Couvercle et roulement
non représentés



Segment d'arrêt

Axe fusible

Axe épaulé

Echelle 1:1