

## TRAVAUX DIRIGÉS N°2

*Conception - 3<sup>ème</sup> Année I2S – IA2R FISA*

Centre d'intérêt : transmission du  
mouvement

Support d'étude : Dérailleur Shimano

### Dossier Pédagogique

Objectif : Réaliser l'étude de la transmission de mouvement.

Prérequis : C&F 1A, 2A

Durée approximative du TD : 4h

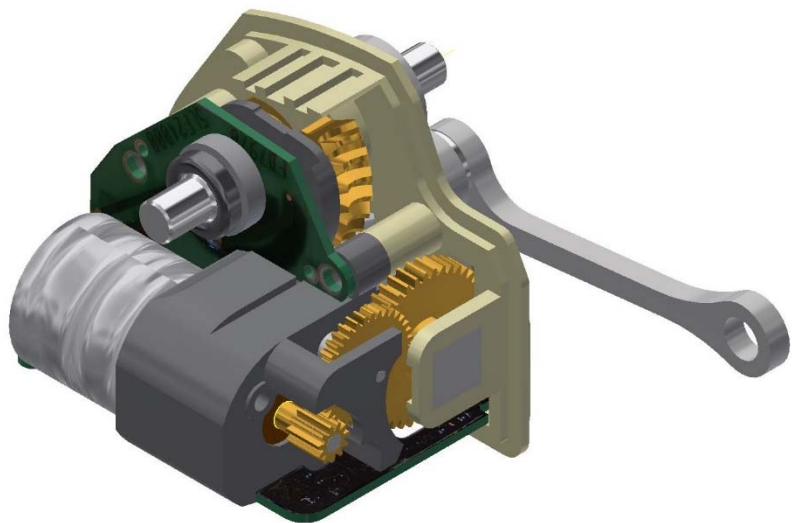
Matériel à utiliser : Poste CAO

Compétences attendues :

Critères d'évaluation :

Présentation du TP, pertinence  
des raisonnements, rigueur de  
l'analyse, justesse des calculs  
mis en œuvre, rapidité d'exécution et compréhension.

Travail à rendre sur Arche : schéma cinématique, CAO terminée



### 1. Présentation générale

Le dérailleur électrique pour vélo de route a fait son apparition dans le monde du vélo professionnel en 2008. Les 2 marques leader d'équipement de vélo, les sociétés Shimano (en 2004) et Campagnolo (en 2001), ont déposé des brevets d'invention mais pour l'instant seul Shimano a pu se lancer dans une démarche d'industrialisation en équipant les vélos de plusieurs équipes de l'UCI World Tour (ex. UCI Pro Tour).



Dérailleur arrière      Dérailleur avant et batterie      Commande des dérailleurs

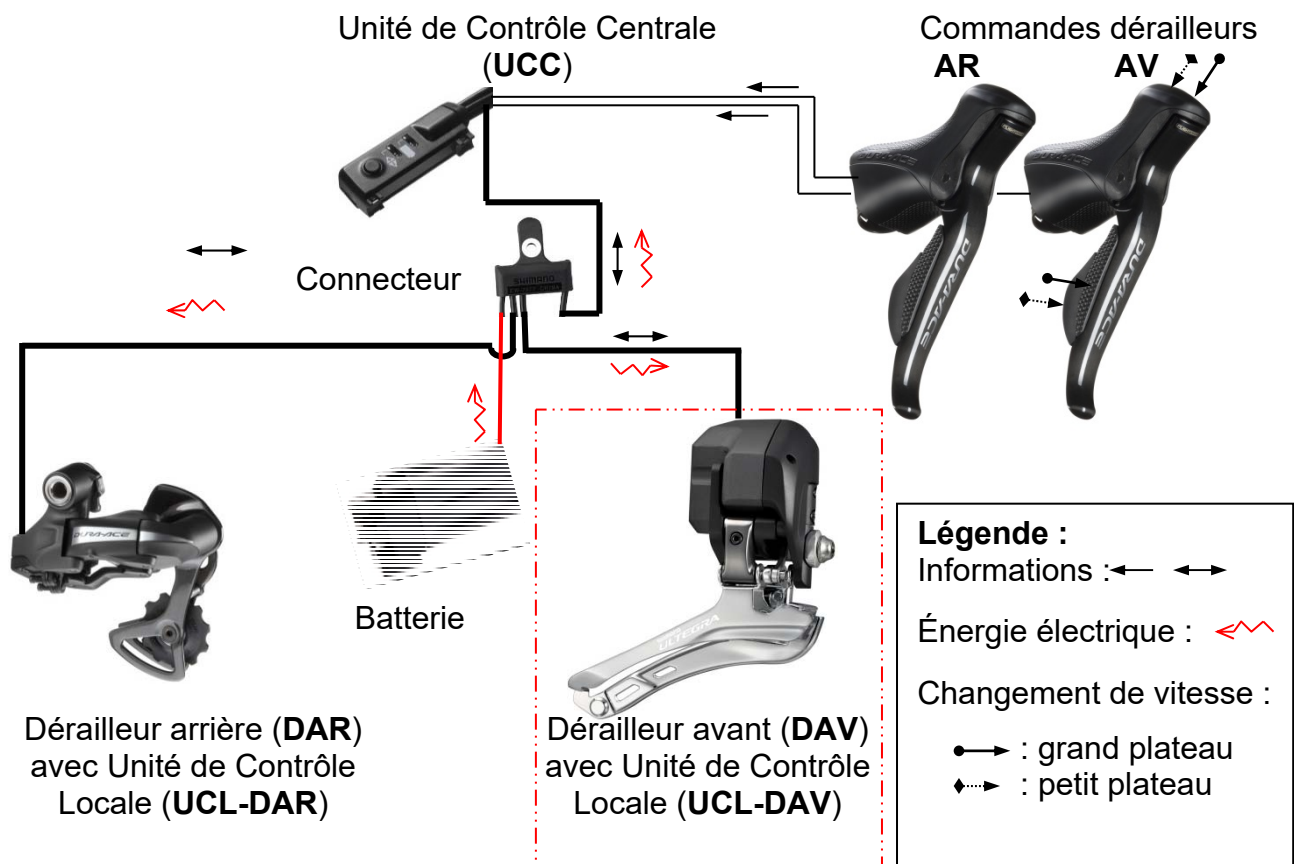
Fort de cette expérience de la compétition, Shimano s'intéresse au « grand public » avec la volonté de mettre sur le marché un produit haut de gamme dérivé de la compétition et basé sur le dérailleur mécanique haut de gamme existant DURA ACE.

Dans un premier temps, la société SHIMANO souhaite proposer un matériel de très haute technologie nommé Di2 DURA ACE 7970, vitrine du savoir-faire, dont la cible du prix de vente sera de 1500 €.

Tout en développant le Di2 DURA ACE 7970, la société Shimano pense déjà au Di2 ULTEGRA 6770, adaptation du groupe mécanique ULTEGRA, plus accessible, qui devrait être proposé aux alentours de 1100 €.

Ces groupes devront pouvoir effectuer les changements de vitesses sur des vélos équipés d'un double-plateaux (dérailleur avant) et d'une cassette de 10 pignons (dérailleur arrière).

## 2. Architecture du groupe dérailleurs électriques Di2 DURA ACE 7970 :



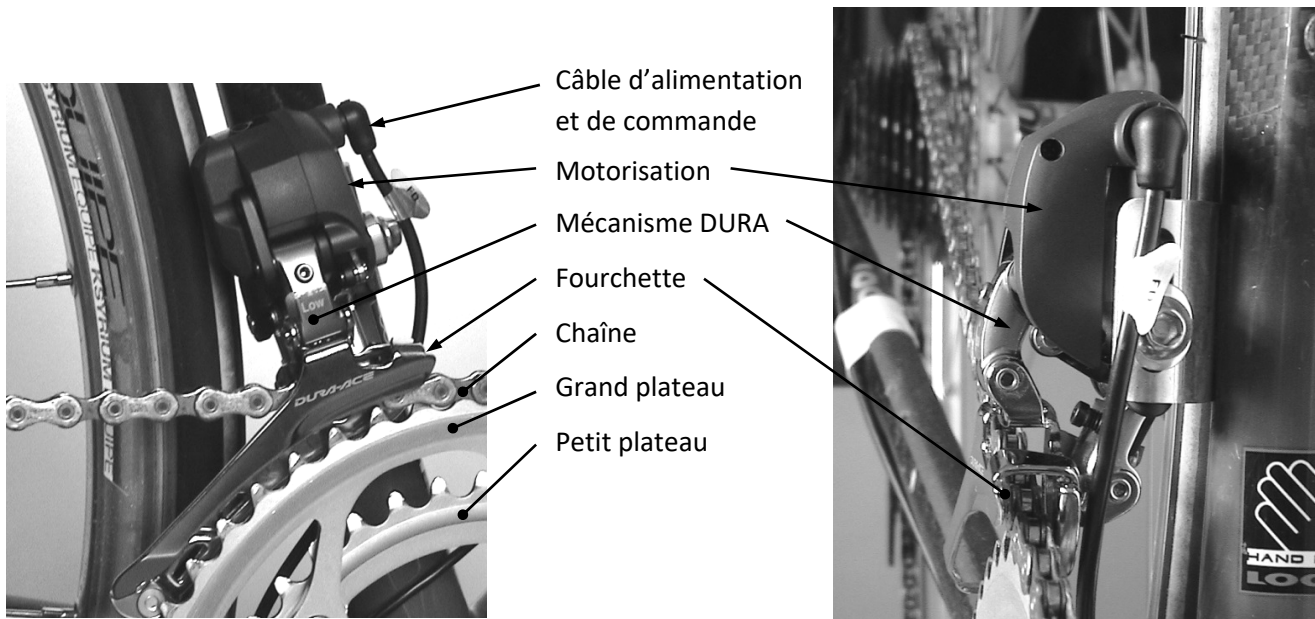
## 3. Objectifs de l'étude : Groupe Di2 DURA ACE 7970

- Étude et caractérisation de la transmission de puissance permettant d'actionner le mécanisme de changement de plateau (dérailleur avant **DAV**).
- Étude préliminaire (choix du matériau) de la biellette du DAV.
- Les gammes standard de motoréducteurs performants ne procurent aucune solution compatible avec le CdCf. Il faut concevoir un réducteur spécifique et trouver un moteur DC compatible.
- Étude du guidage en rotation du mobile vis sans fin / bâti ; la fiabilité du mécanisme est compromise par les roulements à billes qui n'atteignent pas la durée de vie prévue pour ce genre de mécanisme.

### Limitations :

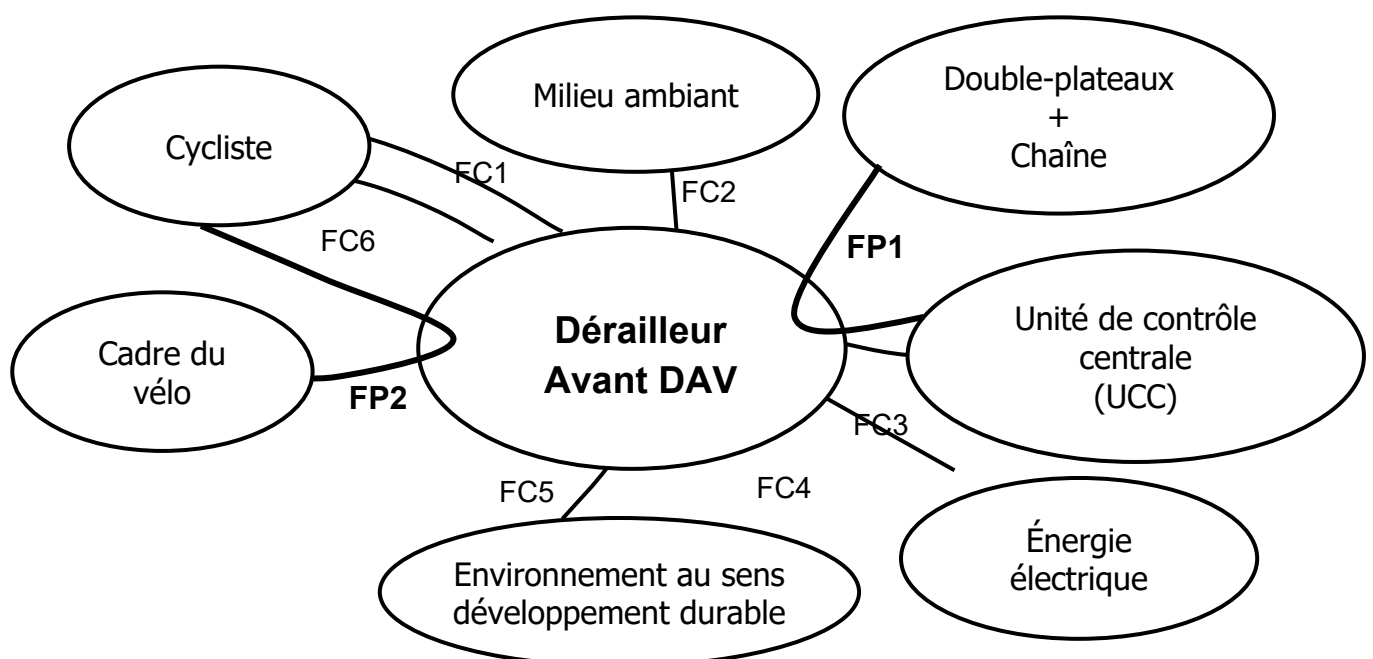
- L'étude portera principalement sur le dérailleur avant (**DAV**).

#### 4. Mise en situation du dérailleur avant (DAV) :



#### 5. Analyse fonctionnelle partielle du dérailleur avant

##### 51. Diagramme des interacteurs (Méthode A.P.T.E.) :

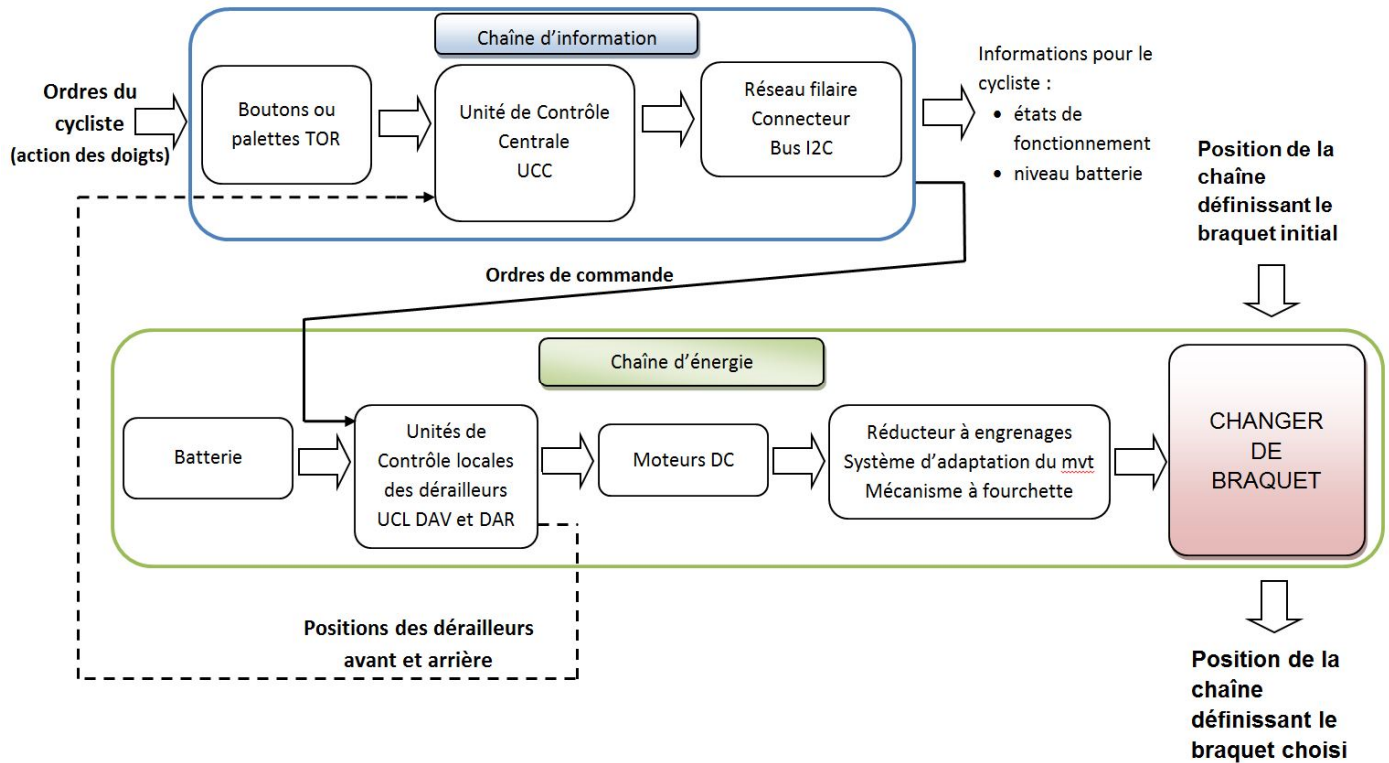


## 5.2 Caractérisation des fonctions de service du dérailleur avant DAV :

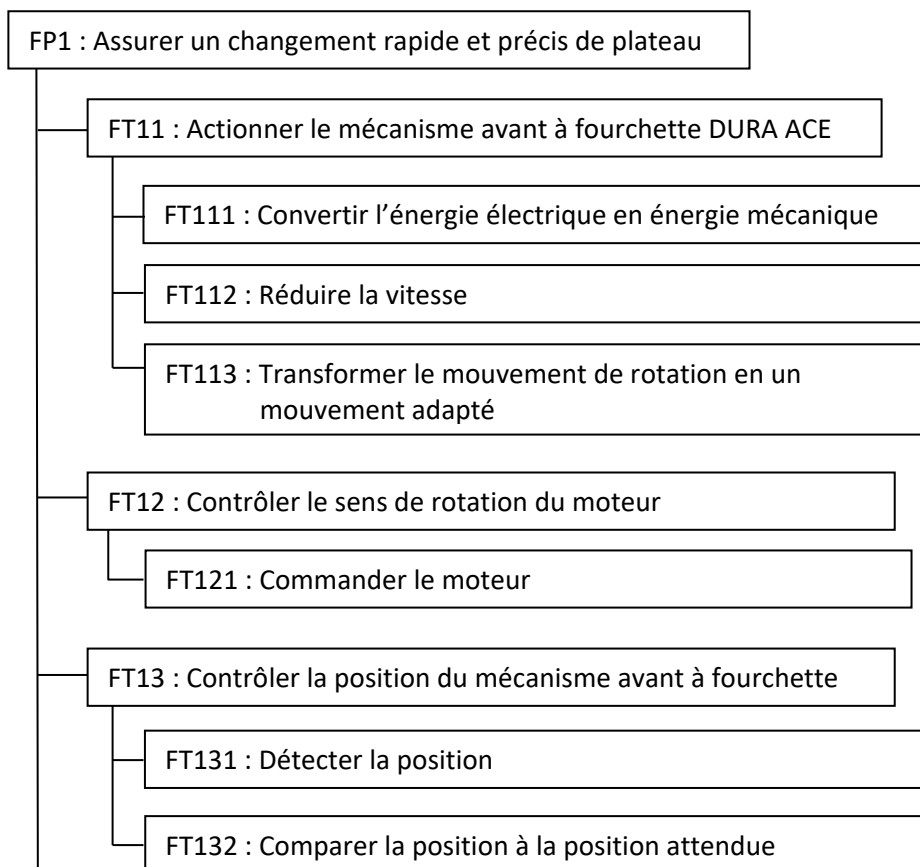
Repère	Fonction	Critères d'appréciation	Niveaux	Tolérances	Flex.
FP1	Assurer un changement de plateau rapide et précis	Durée du changement	0,35 s	Maxi	F0
		Nombre de plateaux	2	-	F0
		Nbre de dents grand plateau	56 dents	50 mini	F0
		Variation petit/grand plateau	16 dents	Maxi	F0
		Compatibilité cassette AR	10 vitesses	Mini	F0
		Déplacement de la chaîne	6,6 mm	± 0,1 mm	F0
		Précision de positionnement	0,1 mm	± 0,05 mm	F1
		Effort latéral résistant	15 N	± 1 N	F1
		Nombre de changements	200 / jour	-	F1
FP2	Se monter facilement à la place d'un dérailleur mécanique	Mise en position	Idem version mécanique	-	F1
		Maintien en position	Outillage courant		F1
FC1	Ne pas perturber le cycliste dans sa pratique du vélo	Encombrement motorisation : H x L x l	50x45x30	Maxi	F0
		Masse	125 g	Maxi	F0
FC2	Résister aux agressions extérieures du milieu ambiant	Étanche à l'humidité Étanche aux corps solides	IP 54	Mini	F1
FC3	Ajuster la position du dérailleur avant en fonction de la position du dérailleur arrière	Nombre de réajustements	2 par plateau	-	F1
		Précision de positionnement	0,1 mm	± 0,05 mm	F1
FC4	S'adapter à l'énergie électrique disponible	Tension	9 V DC	±3 V	F1
		Courant	2 A	Maxi	F2
FC5	Respecter l'environnement	Matières dangereuses	RoHS	-	F0
		Recyclable	80% du produit	Mini	F1
FC6	Être esthétique	Forme	Aérodynamique	-	F0
		Couleur	Noir mat		F1
		Rugosité du matériau	Ra 1,6		F0



## 6. Chaînes d'information et d'énergie

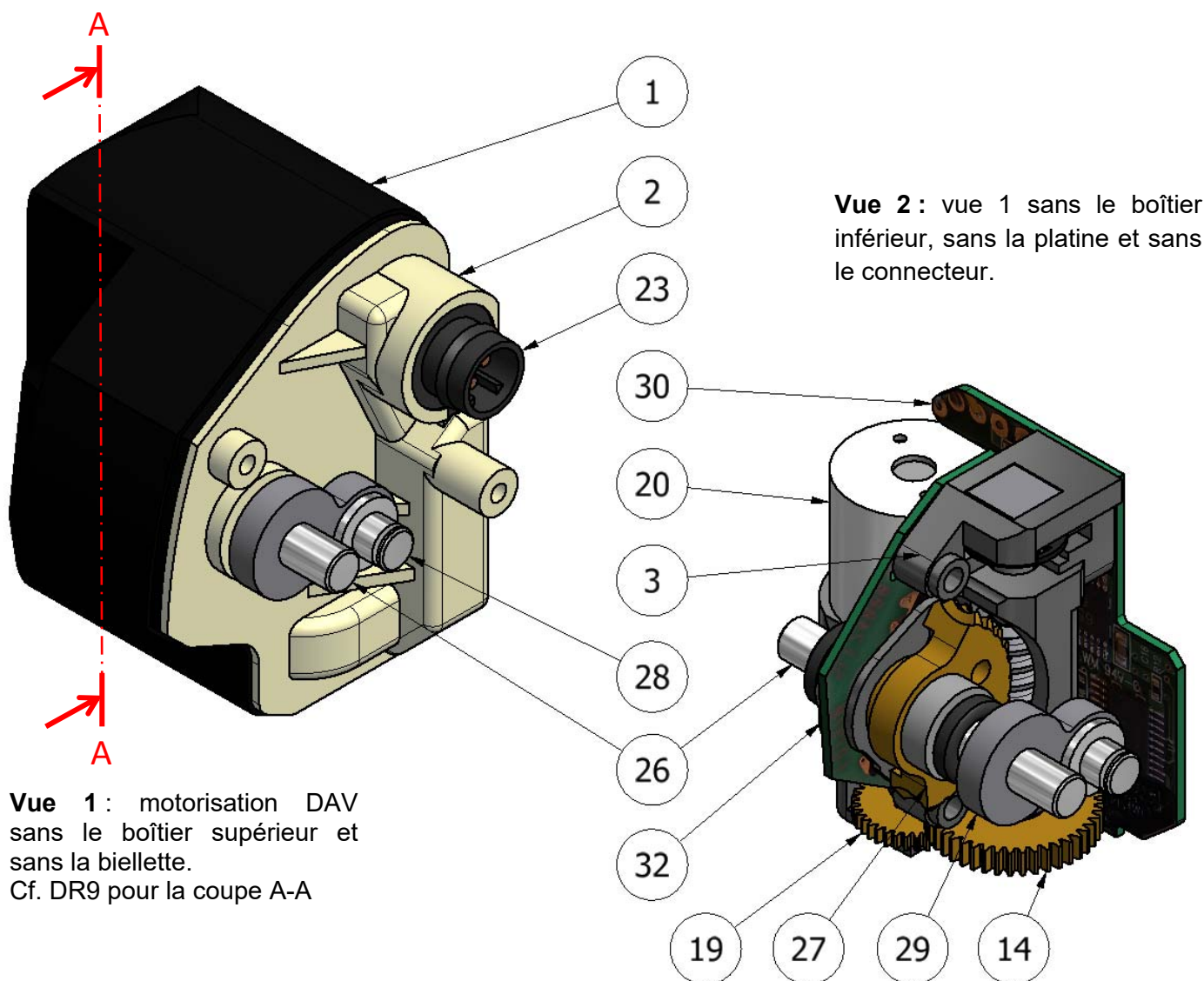


## 7. FAST partiel de FP1





## 9. Maquette partielle de la motorisation du dérailleur avant



32	1	PCB capteur angulaire absolu	
30	1	PCB_DAV	
29	1	Manivelle	Encastrée sur (26)
28	1	Maneton	Encastré sur (29)
27	1	Secteur de roue de vis sans fin	Encastrée sur (26)
26	1	Arbre de sortie	
23	1	Connecteur étanche	
20	1	Moteur DC	
19	1	Roue	
14	1	Roue intermédiaire	
3	1	Cage du motoréducteur	
2	1	Platine	
1	1	Boîtier inférieur	
Rep	Nbre	Désignation	Observation
Nomenclature partielle et provisoire			



## QUESTIONS

### 1. Calcul de la puissance utile du motoréducteur du DAV

**Données :**

- Les résultats expérimentaux ont permis de déterminer, dans la position représentée page 7/10, l'effort nécessaire à exercer sur le levier de renvoi [EBA] en E par l'intermédiaire de la biellette [EF]. Il est modélisé par un glisseur tel que  $\|\vec{R}_{(Biellette \rightarrow Manivelle)}\| = 27 \text{ N}$ .
- Le changement de plateau doit s'effectuer en 0,35 s maximum.
- Les liaisons sont supposées parfaites.
- Le poids des pièces est négligeable devant les autres actions mécaniques.
- Le mouvement de rotation d'axe (G,  $\vec{z}$ ) de la manivelle / boîtier est supposé uniforme.

**Question 1.1 :** Déterminer le couple nécessaire  $C_s$  en sortie du réducteur.

**Question 1.2 :** Déterminer la vitesse angulaire  $\omega_{Manivelle/Boîtier} = \omega_S$ .

**Question 1.3 :** En déduire la puissance nécessaire  $P_s$  en sortie du réducteur.

### 2. Choix d'un moteur DC pour le DAV

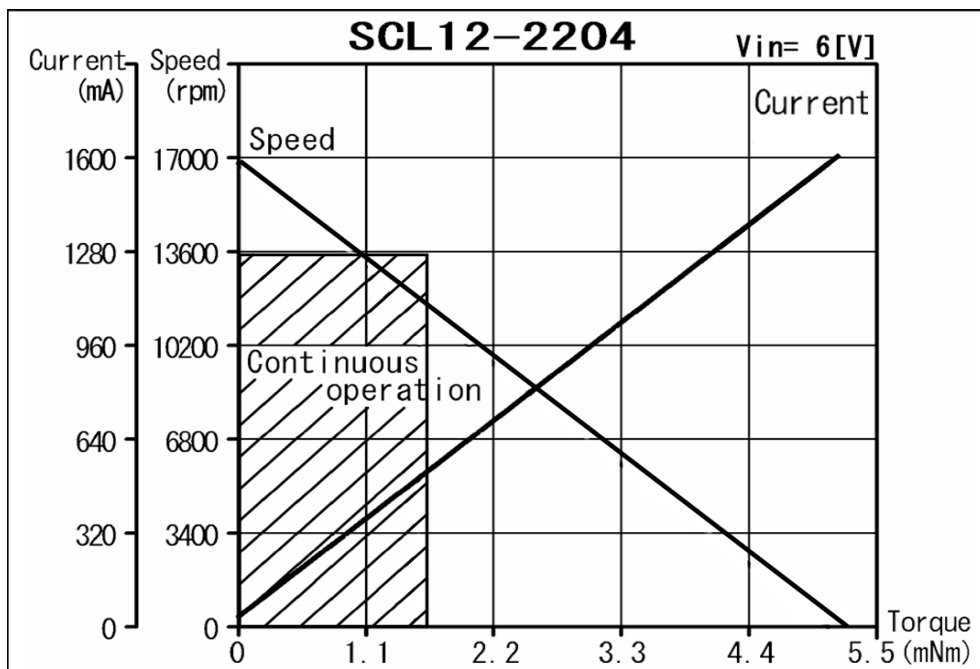
**Données :**

- Les gammes standard de motoréducteurs performants ne procurent aucune solution compatible avec le CdCf. Il faut concevoir un réducteur et trouver un moteur DC compatible.
- Le rendement d'un engrenage parallèle vaut 0,97, celui d'un engrenage roue et vis sans fin 0,7. Le rendement global de l'ensemble des liaisons pivots est estimé à 0,8.
- On choisira un point de fonctionnement moteur dans la zone du mode de fonctionnement continu "continuous operation".

**Question 3.1 :** Déterminer la puissance minimale du moteur.

**Question 3.2 :** Déterminer d'après le CdCf, le fichier "Documentation Motoréducteurs.pdf" et le résultat précédent la référence d'un moteur DC compatible. Justifier votre choix.

**Question 3.3 :** On donne ci-dessous, le graphe de fonctionnement du moteur retenu.



Repasser la courbe de vitesse dans la zone de fonctionnement souhaitée.

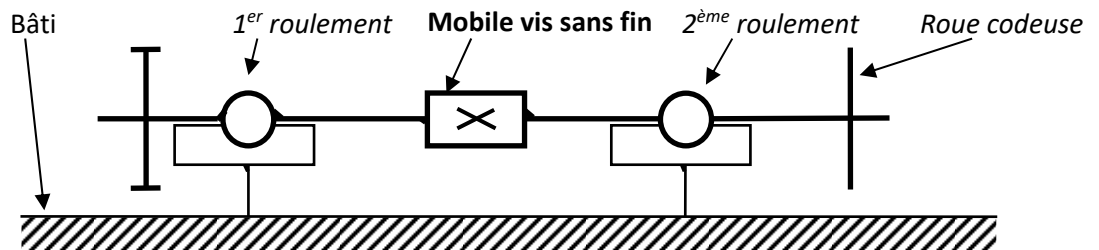
**Question 3.4 :** Montrer que le point de la zone de fonctionnement souhaitée où le moteur fournit le couple le plus élevé est un point de fonctionnement capable de satisfaire les exigences imposées ( $P_s$  et  $\omega_s$ ).

**Question 3.5 :** Pour le point de fonctionnement moteur étudié à la question précédente, déterminer le rapport de transmission théorique du réducteur  $i_{\text{théorique}}$ . Vérifier que c'est bien ce rapport de transmission qui est réalisé.

### 3. Étude du guidage en rotation du mobile vis sans fin / bâti

#### Données :

- On envisage un guidage du mobile vis sans fin utilisant 2 roulements à billes miniatures.
- La charge axiale est trop importante pour les roulements miniatures. Une solution alternative



doit être trouvée en sachant que la fréquence de rotation est faible.

**Question 4.4 :** Proposer des solutions permettant de libérer les roulements de la charge axiale ; compléter ensuite le schéma structurel partiel du guidage en rotation ci-dessous :

**Question 4.5 :** Calculer alors la durée de vie du roulement le plus chargé, en sachant que l'effort axial n'est plus supporté par les roulements. Conclure.

**Question 4.6 :** Modifier le modèle 3D Catia du Dérailleur Avant en installant la nouvelle solution ; les différentes pièces concernées pourront être modifiées, d'autres pourront être ajoutées si nécessaire. Pour terminer, indiquer en 3D les ajustements de :

- la Vis sans fin et la roue dentée intermédiaire ;
- la Vis sans fin et la roue codeuse ;
- la Vis sans fin et les roulements à billes.