

BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2007

Epreuve E5.1 : Conception détaillée : Pré-industrialisation

Durée : 4 heures

Coefficient : 2



AUCUN DOCUMENT AUTORISE

MOYENS DE CALCUL AUTORISES

Calculatrice de poches 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 99-186 du 16 novembre 1999).

Le sujet comporte 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT 1/12 à DT 12/12)** **blanc**
- **Dossier Travail Demandé (TD 1/3 à TD 3/3)** **jaune**
- **Dossier Documents Réponses (DR 1/3 à DR 3/3)** **vert**

*Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les
« documents réponses » prévus à cet effet ou sur feuille de copie.*

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

BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION **en MICROTECHNIQUES**

SESSION 2007

Epreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

Coefficient : 2



Dossier Technique

Ce dossier comporte 12 documents repérés DT 1/12 à DT 12/12.

- Présentation du support DT 1/12 à DT 4/12.
- Dossier d'étude préliminaire DT 5/12 à DT 12/12.

Présentation du support

A – Présentation du produit.

1. Contexte.

La société « Pedalite Ltd » située à Kingston Upon Thames en Angleterre (www.pedalite.com) commercialise des pédales de bicyclette à éclairage autonome, appelées « Pedalite ». L'inventeur, Richard HICKS a développé ce produit en 2004 et a créé cette société pour la commercialisation dans le monde entier. Le produit a gagné le prix du "Consumer Product Design of the Year" lors des "Plastics industry awards" de 2005. Des brevets sont déposés pour l'Australie, la Chine, l'Inde, le Mexique, la Corée du sud, les Etats Unis, le Canada, Hong-Kong, le Japon, la Russie, le Royaume-Uni et l'Europe.



2. Objectif visé par le produit, marché visé.



Dans ce monde où l'automobiliste est roi et maître des surfaces bitumineuses, voici une pédale lumineuse qui permettra aux adeptes du vélo de mieux se repérer.

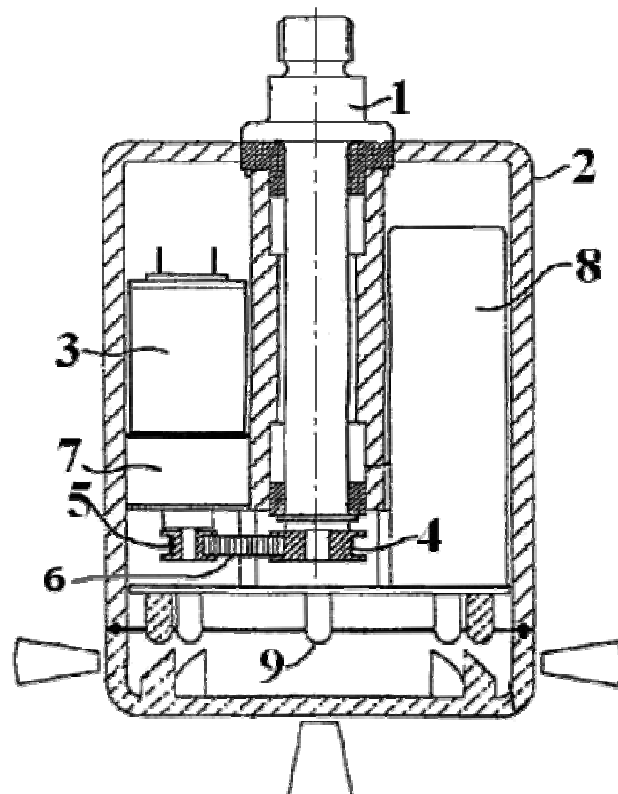
Voici un accessoire facile à installer qui augmentera la sécurité des cyclistes sur nos routes en améliorant sa visibilité la nuit et sous des conditions climatiques difficiles.

Ce produit est destiné au grand public pour améliorer la sécurité routière, sa commercialisation est faite directement sur le site de la société au prix d'environ 58 € la paire.

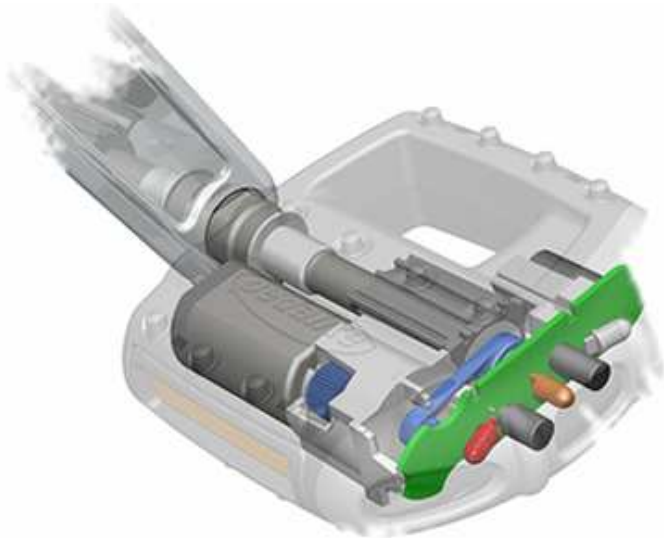
3. Principe de fonctionnement.

Le produit utilise la génération d'un courant électrique grâce à l'énergie produite par le cycliste lors du pédalage.

Une génératrice (3) logée à l'intérieur du corps de la pédale (2) est entraînée par l'intermédiaire de poulies de diamètres différents (4) et (5) et d'un multiplicateur (7) ainsi la fréquence de rotation du rotor est augmentée par rapport à celle de l'axe (1). La génératrice produit suffisamment d'énergie électrique pour alimenter des diodes électroluminescentes (9) et charger un condensateur (8) qui permet le fonctionnement de celles-ci lors d'un arrêt temporaire.

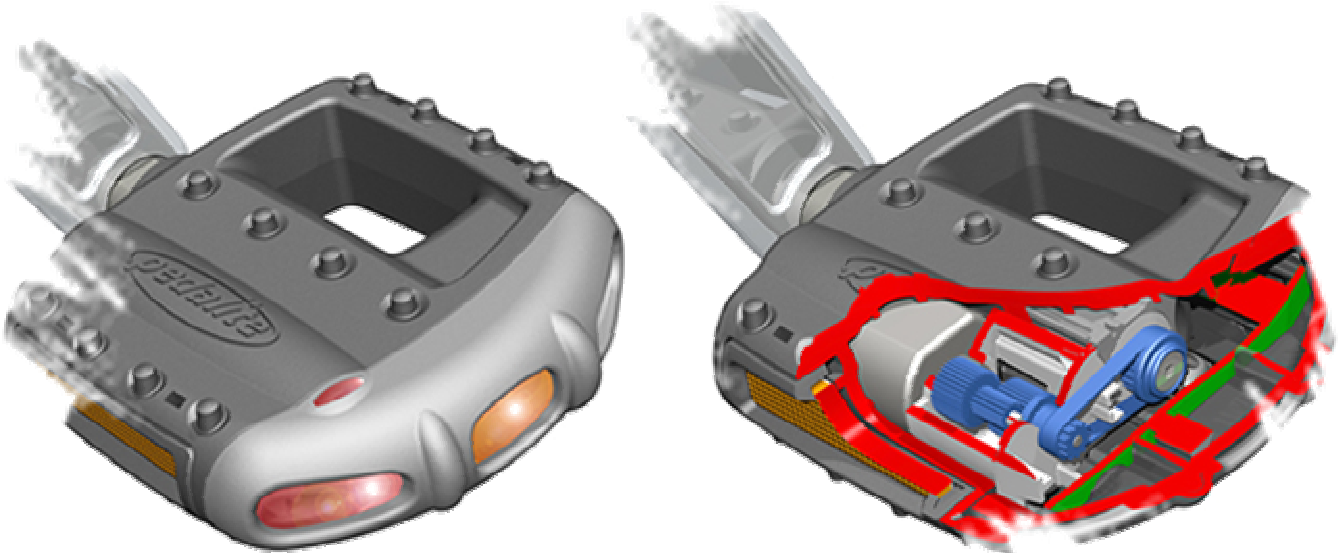


4. Description du produit.



Installé à la place de la pédale standard, la Pedalite est automatiquement activé lors de la rotation du pédalier.

Un train d'engrenages multiplie la rotation de l'axe centrale et un générateur convertit l'énergie cinétique en énergie électrique. Cette dernière est suffisante pour activer les diodes électroluminescentes (DEL) de chaque pédale, et charger un condensateur de stockage. L'énergie résiduelle fournie par ce condensateur permet aux diodes de continuer à clignoter un certain temps (jusqu'à 12 minutes) même si le cycliste est à l'arrêt ou en roue libre.



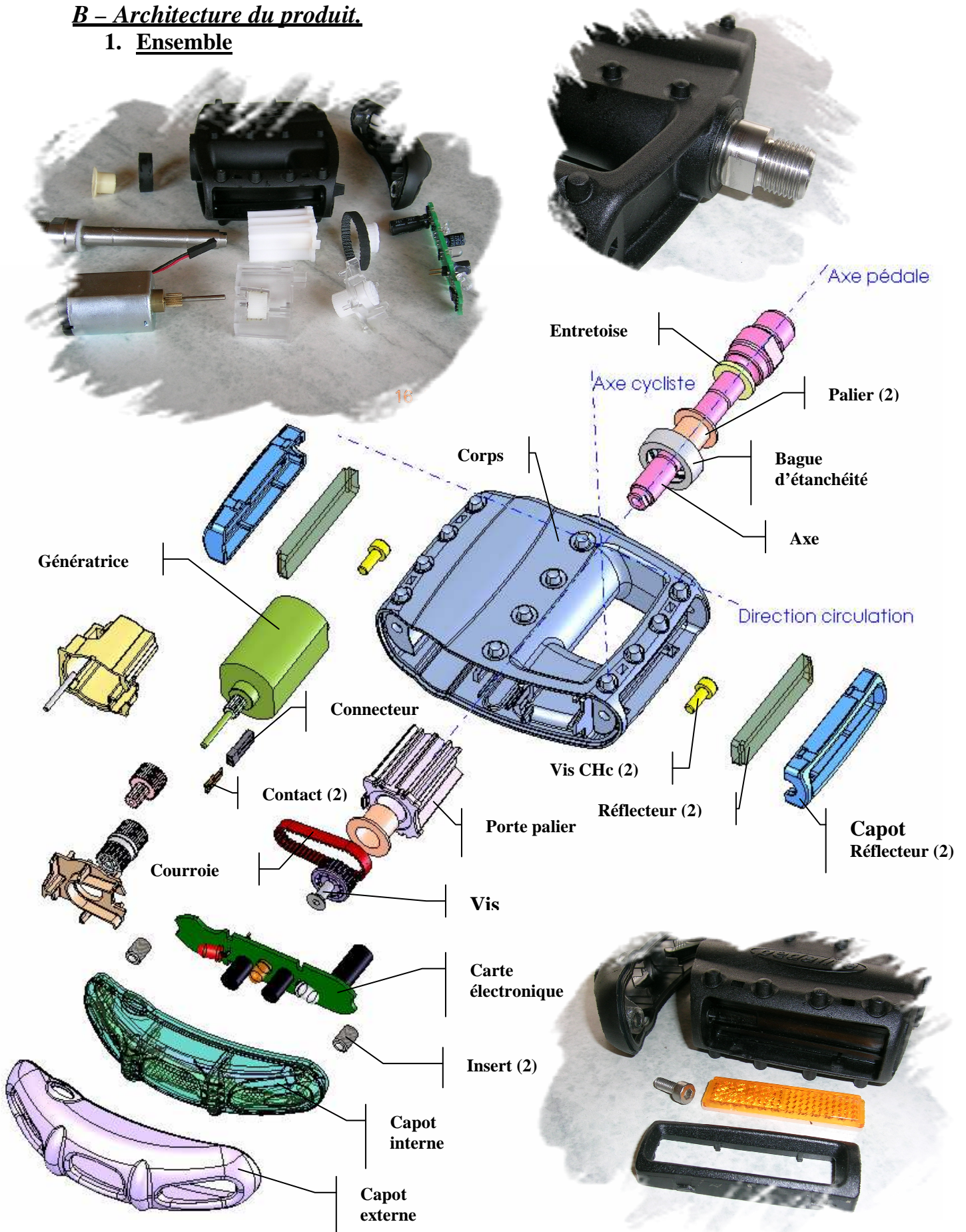
La Pedalite est dotée de lumières clignotantes, elle est équipée de 3 diodes électroluminescentes (DEL), blanche à l'avant, rouge à l'arrière et orange sur le côté (comme les automobiles).

Les signaux lumineux ne nécessitent aucune pile car c'est le cycliste lui-même qui fournit l'énergie nécessaire, seulement 1% de votre énergie est employé pour les actionner.

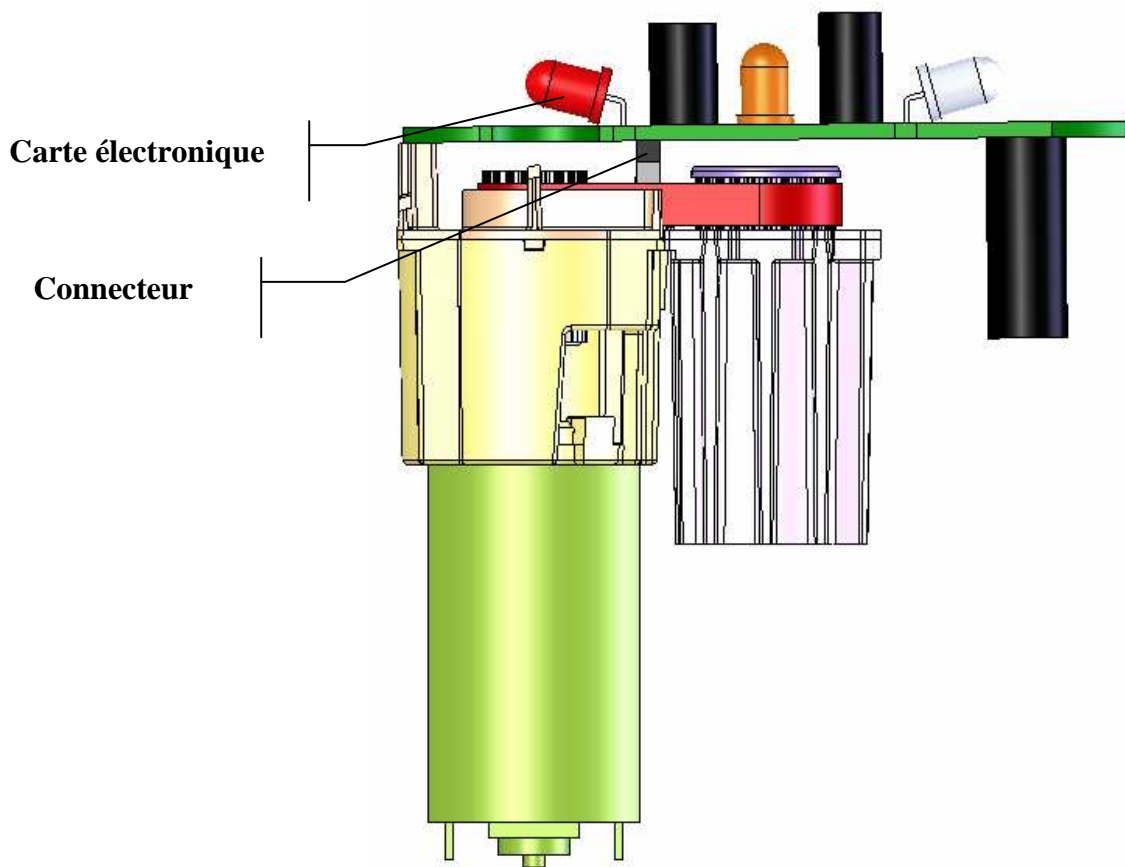
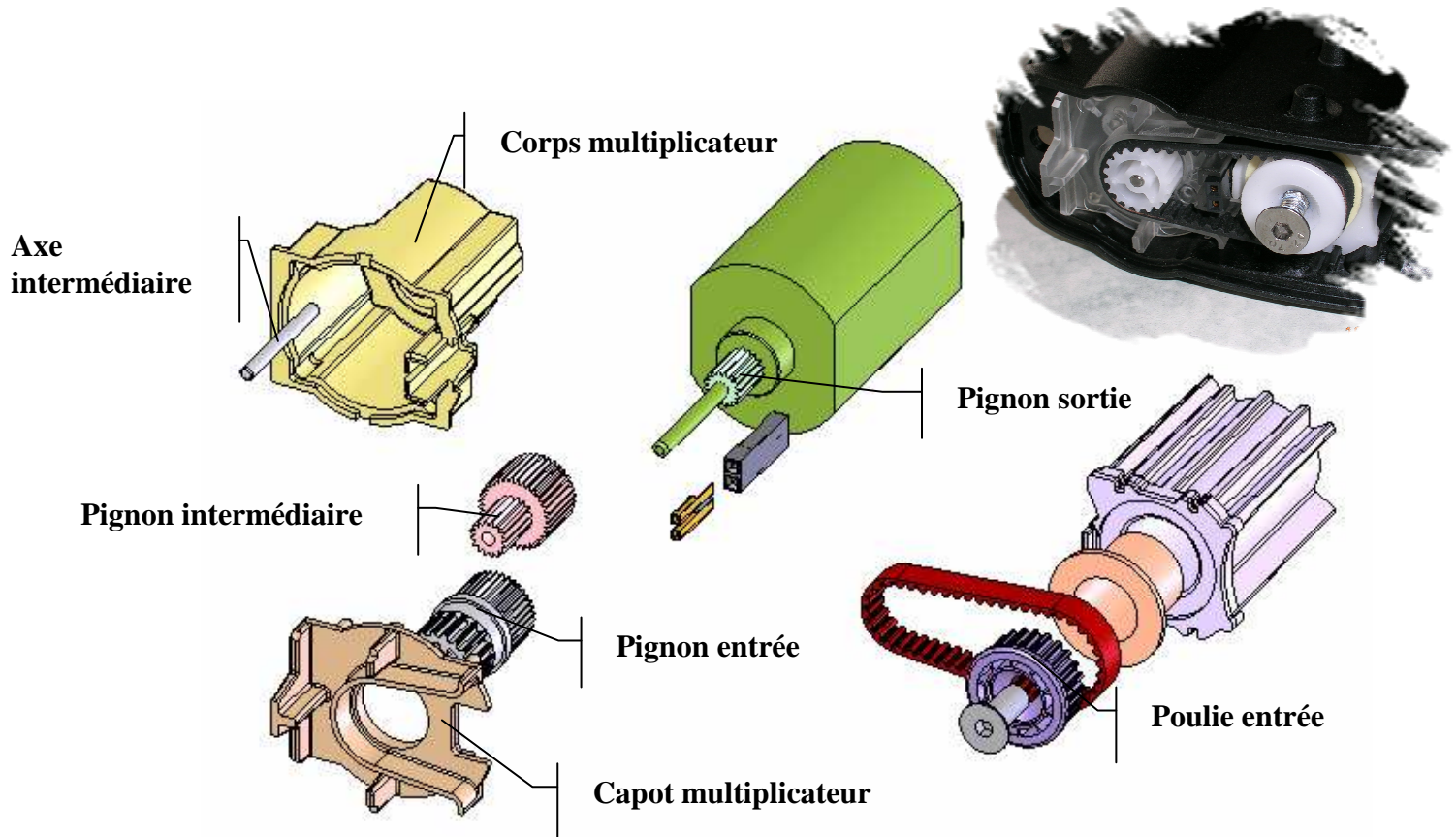
Pour l'automobiliste, ces pédales indiquent plus facilement à quelle distance se trouve le cycliste (visible à 1 000 mètres de distance en terrain dégagé). Grâce aux différentes couleurs de lumières, il peut savoir si le cycliste se rapproche ou s'éloigne de son véhicule. La visibilité des Pedalites s'avère particulièrement efficace la nuit et sous des conditions climatiques difficiles.

B – Architecture du produit.

1. Ensemble



2. Multiplicateur.



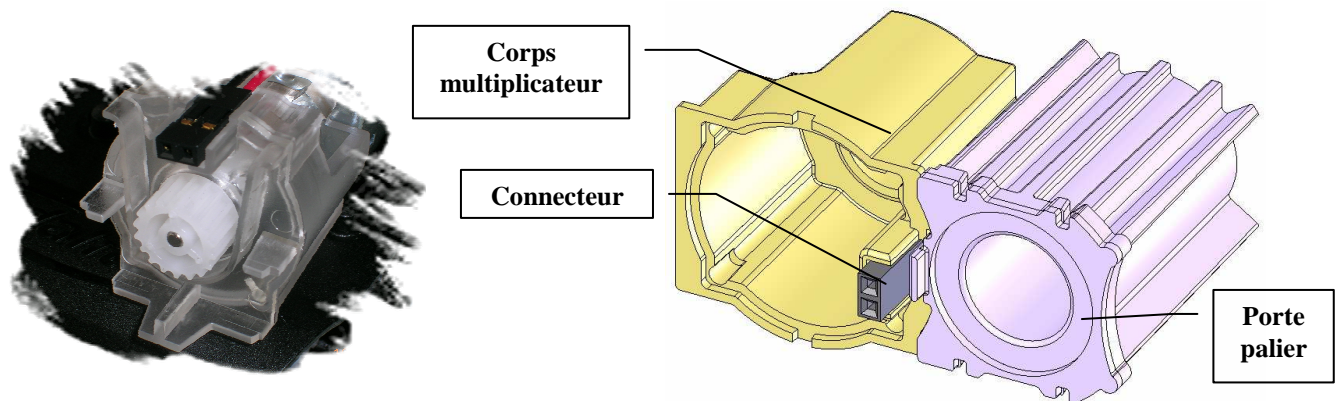
Dossier d'étude préliminaire

A Problème posé.

Une étude de coût fait apparaître un gain potentiel (fabrication et montage) en réduisant le nombre de composant.

1. Réunir le « Corps multiplicateur » et le « Porte palier ».

La solution envisagée est de remplacer le « Corps multiplicateur » et le « Porte palier » par une seule pièce permettant le passage et le maintien du connecteur.



2. Modifier la technologie utilisée sur la carte électronique.

Dans un souci de constante évolution et d'amélioration de la compétitivité, de nouvelles fonctions sont susceptibles d'être ajoutées.

☞ Ajustement de l'intensité lumineuse du flash des diodes électroluminescentes (DEL) par modification de la durée d'impulsion ;

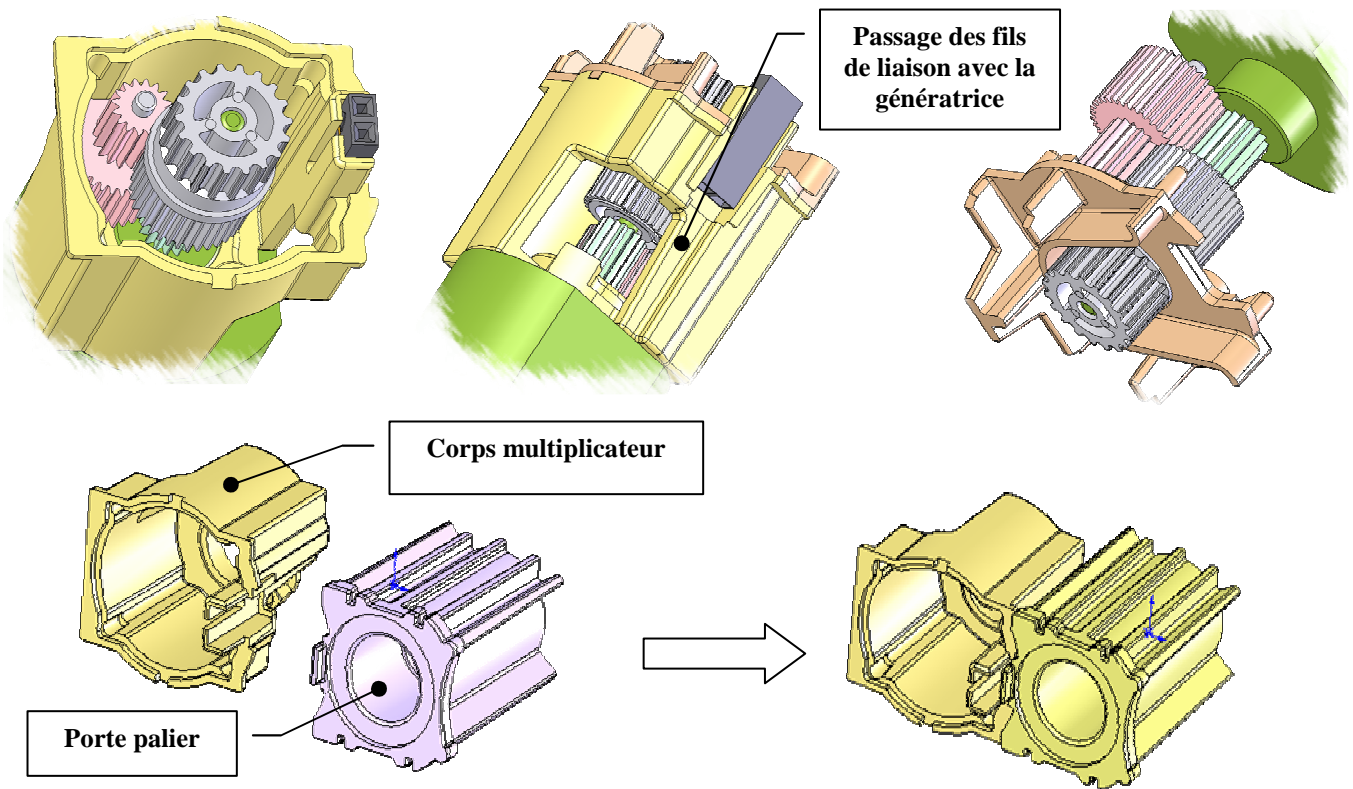
☞ Modification des séquences d'éclairage des DEL afin d'attirer encore plus l'attention des automobilistes ;

☞ Remplacement des composants électroniques actuels participant à la logique câblée (2 portes logiques, résistances, condensateurs) par un composant unique et programmable (microcontrôleur) ;

☞ Remplacement du circuit imprimé actuel réalisé en double faces technologie CMS (composant monté en surface) par un circuit simple face CMS.

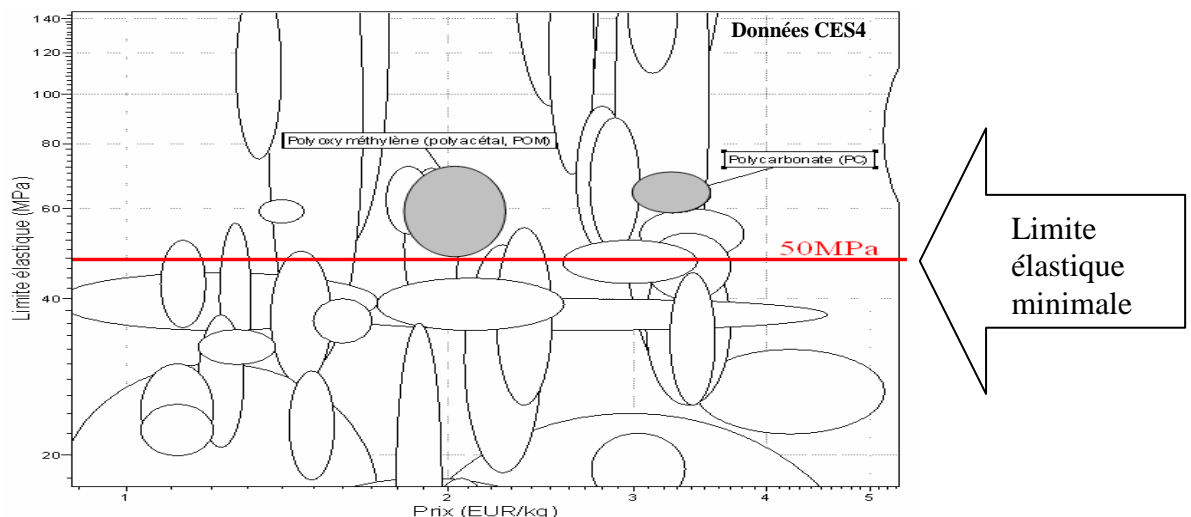
B) Résultats de l'étude préliminaire.**a. Réunir le « Corps multiplicateur » et le « Porte palier ».**

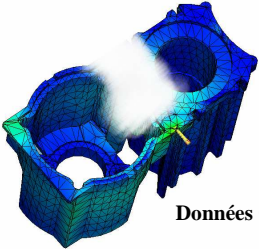
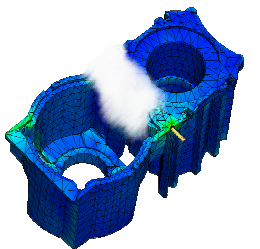
La zone à modifier se situe au niveau de la transmission par courroie entre l'axe de la pédale et l'axe du multiplicateur. On désire réaliser le « Corps du multiplicateur » et le « Porte palier » en une seule et même pièce, pour la suite de l'étude, nous l'appellerons « Corps du bloc transmission », il sera obtenu par le même procédé de fabrication.



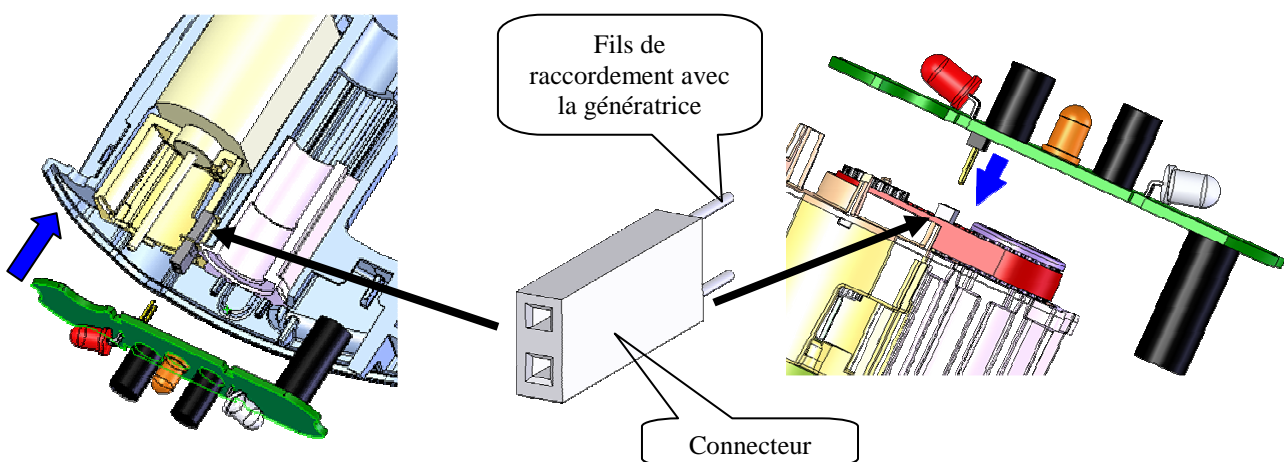
Les 2 pièces sont constituées de matières plastiques différentes.

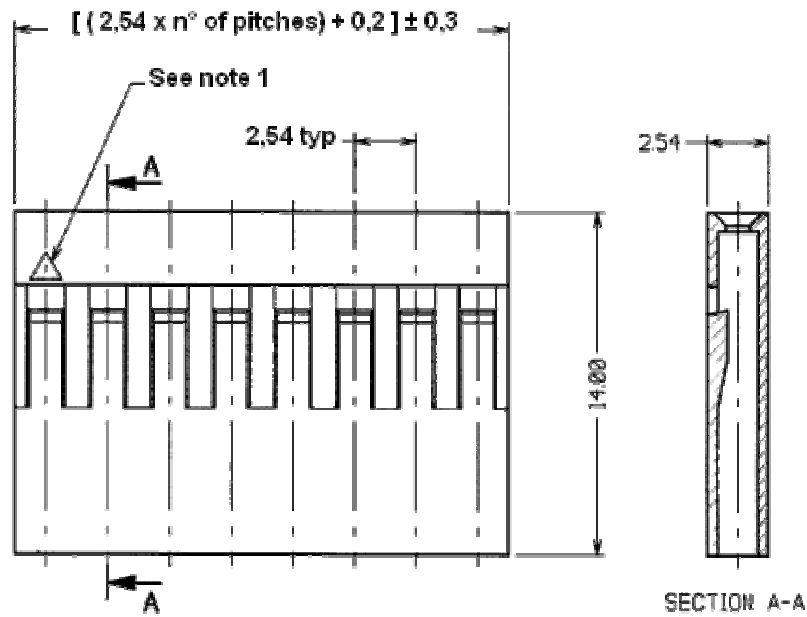
- ✓ Le « Porte palier » est en polyoxyméthylène (POM), plus précisément en Delrin 100 naturel (Dupont de Nemours) ;
- ✓ Le « Corps multiplicateur » est en polycarbonate (PC), plus précisément en Durolon IR2200 transparent (Polycarbonatos do Brasil SA).



Données fournisseurs matières		
Désignation matière	PC	POM
Retrait	0,5 à 0,7%	1,3 à 1,4%
Absorption en eau	0,23%	0,9%
Absorption humidité	0,10	0,20%
Temps d'étuvage	120° / 4h	80° / 4h
T° injection	280° (260°/300°)	215° (210°/220°)
T° du moule	105° (85°/120°)	90° (80°/100°)
T° de figeage	210°	145°
T° éjection	135°	135°
Contrainte cisaillement maxi	0,5MPa	0,45MPa
Masse volumique	1290 kg/m3	1345 kg/m3
Résultats (partiels) d'étude rhéologique sur modèle approché		
Température maxi lors de l'injection	282°	210,4°
Pression dans l'empreinte	58,77 MPa	18,66 MPa
Effort de fermeture	2310 daN	910 daN
Chute température	35°	12°
Contrainte de cisaillement maxi	2,855 MPa	1,09 MPa
Contrainte cisaillement pièce	0,57 MPa (moyenne)	0,25 MPa (moyenne)
		

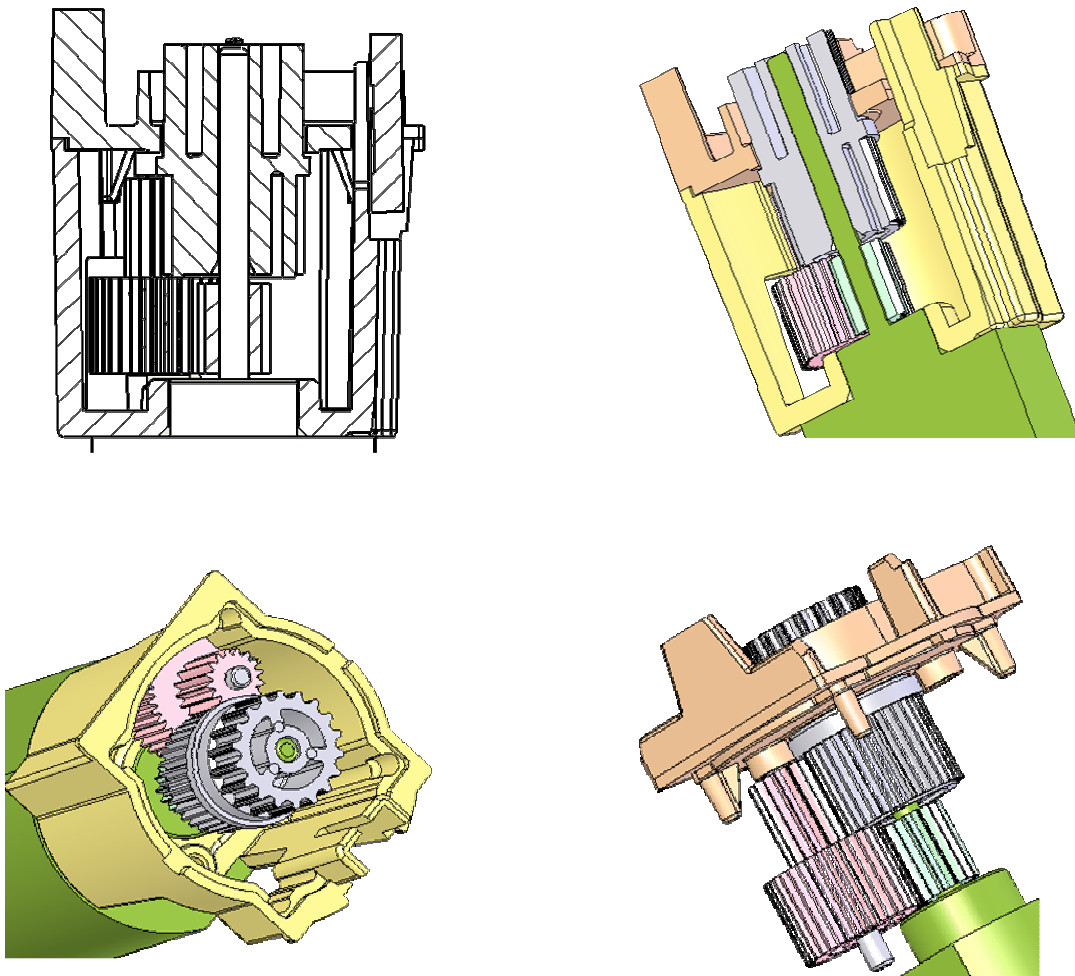
La fonction du connecteur est de raccorder la génératrice à la carte électronique, le connecteur utilisé dans le système Pedalite est un « socket à 2 pitches ». Le connecteur est positionné entre le porte palier et le corps du multiplicateur. Le raccordement se fait par simple pression au niveau des 2 fiches soudées sur la carte.





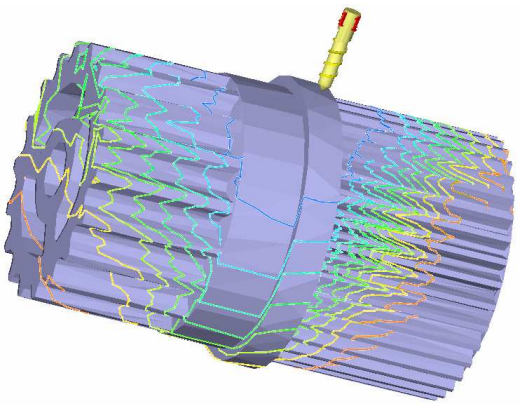
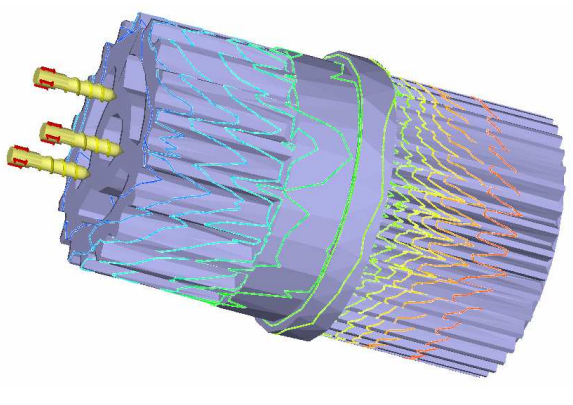
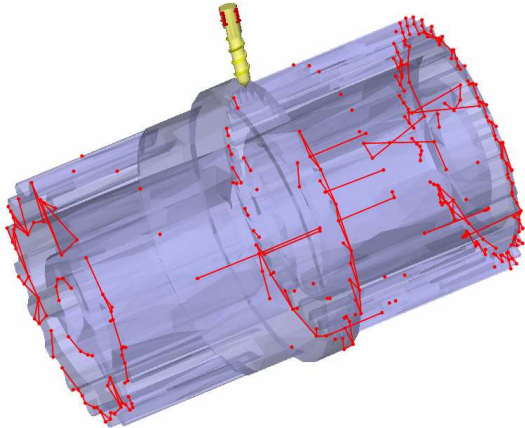
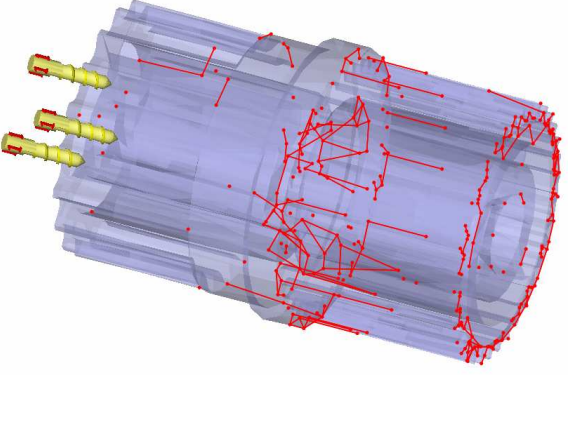
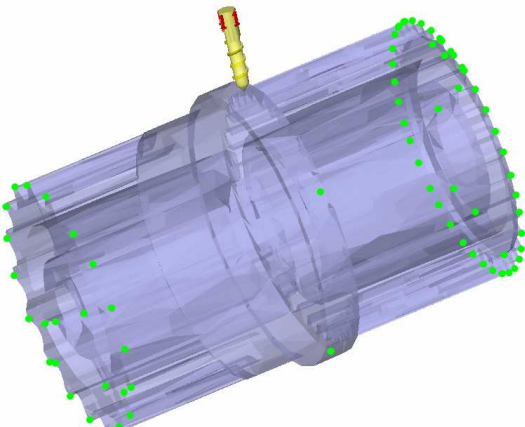
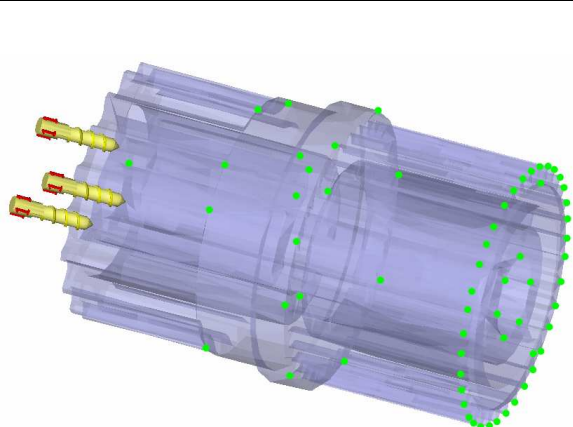
b. Conception du multiplicateur.

L'étude de pré-industrialisation a permis de finaliser le système multiplicateur. Hors mis le corps, les autres composants ont fait l'objet d'une pré-étude de conception d'outillage.

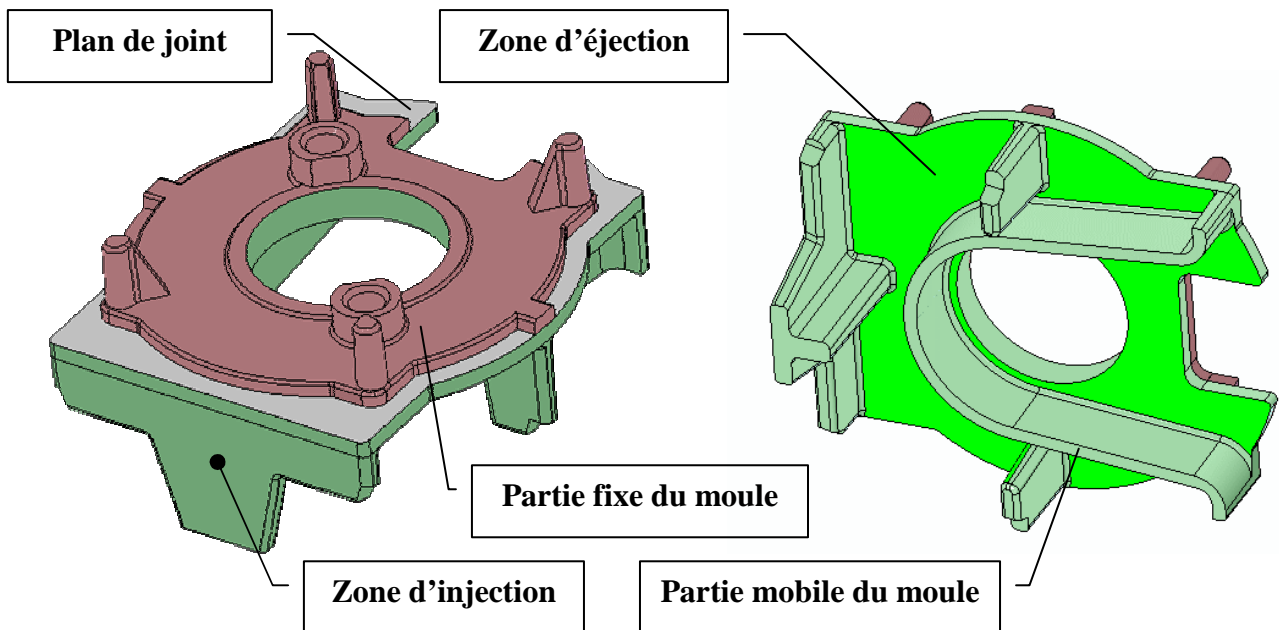


c. Etude préliminaire d'outillage du « pignon entrée ».
 Point(s) d'injection.

Données Cadmould

	Injection latérale	Injection axiale
Front matière		
Lignes de soudure	$\delta = 210 - 170 = 40^\circ$ 	$\delta = 210 - 186 = 24^\circ$ 
Inclusions d'air		

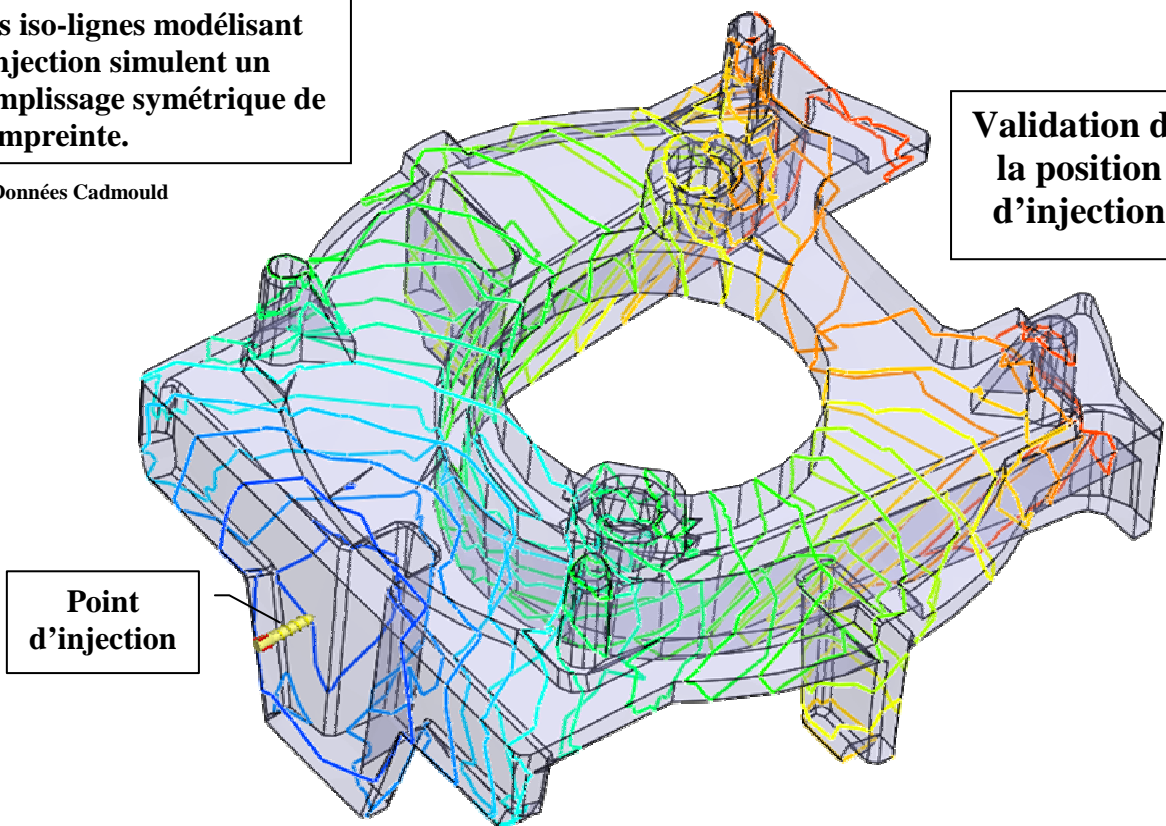
d. Etude préliminaire d'outillage du « capot multiplicateur ».



Les iso-lignes modélisant l'injection simulent un remplissage symétrique de l'empreinte.

Données Cadmould

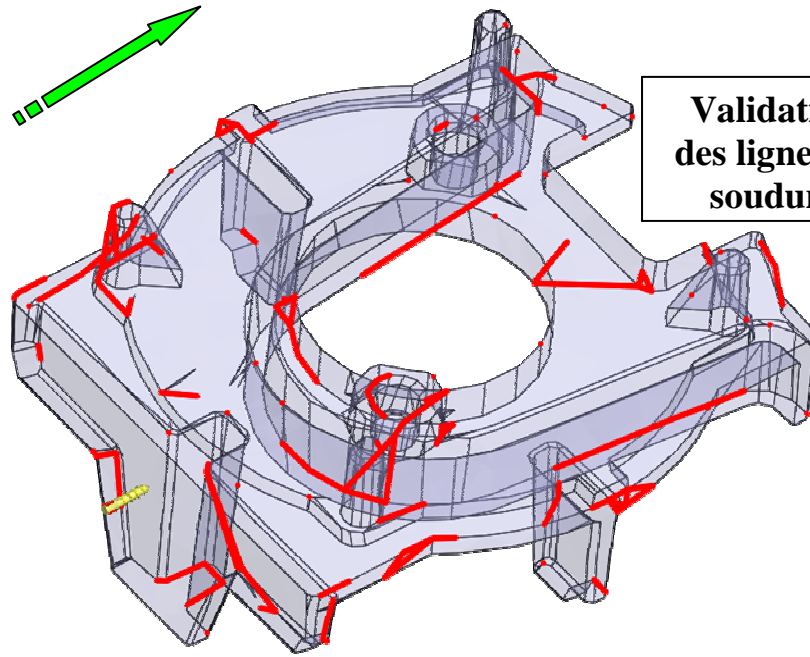
Validation de la position d'injection





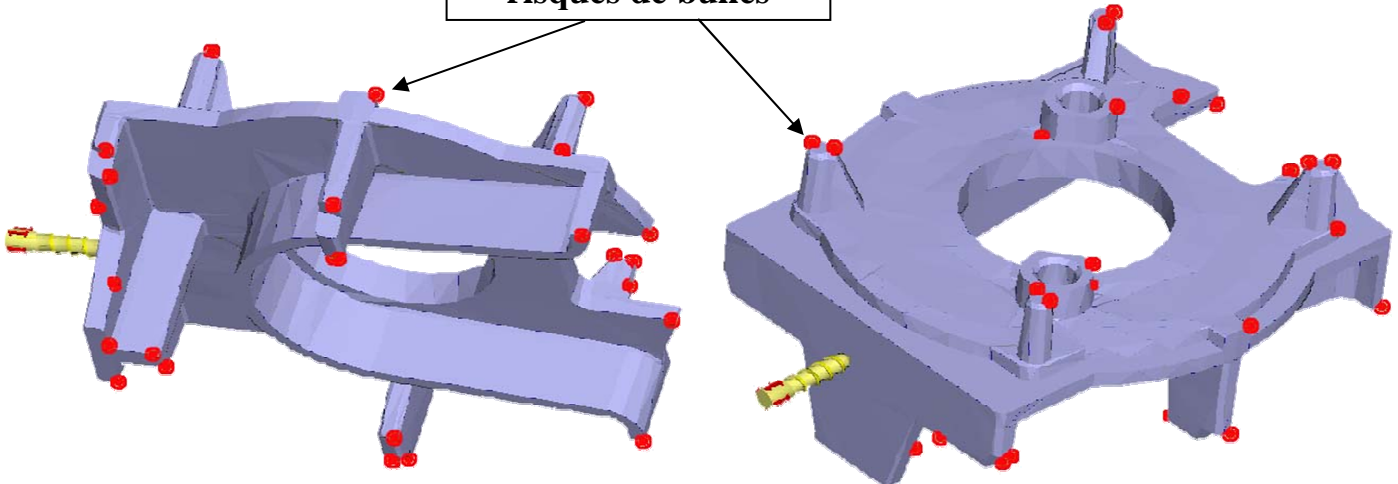
Différence de température du front matière :
 Seuil $\Rightarrow 280^\circ$
 Fin injection $\Rightarrow 260^\circ$
 Au niveau des lignes de soudure $\delta < 30^\circ$ donc pas de soudures froides.

Données Cadmould

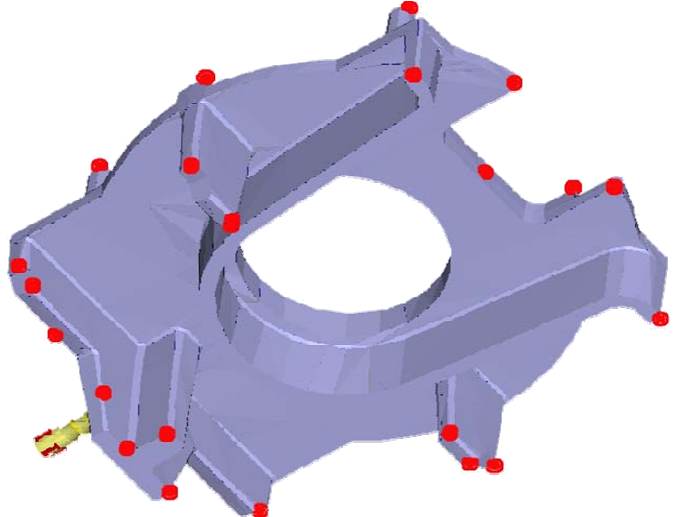


Validation des lignes de soudure

Information sur les risques de bulles



Données Cadmould



Zones dans lesquelles il est recommandé de faciliter l'évacuation de l'air chassé par l'avancé de la matière.

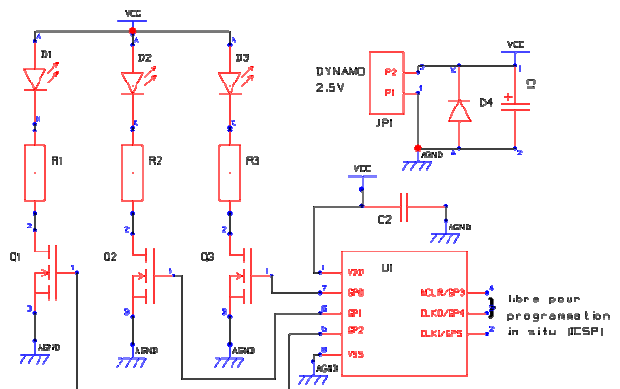
e. Modification de la « carte électronique ».

Une nouvelle étude décrite ci-dessous a donc été réalisée afin de prendre en compte les nouvelles caractéristiques du produit.

✓ Etude de conception.

Cette étape consiste à élaborer le schéma structural de la nouvelle carte électronique.

Conception du schéma structural et calculs des composants.	150 €
Elaboration et mise au point du programme informatique.	100 €

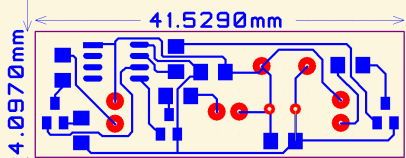
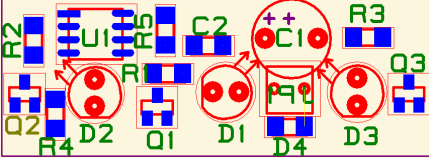


✓ Routing du circuit imprimé

Cette étape consiste à élaborer la topographie de la carte électronique à partir du schéma structural, l'étude est réalisée par la société « N.C.I. ».



Conception de la topographie et routage de la carte.	260 €
Archivage CD et dossier de fabrication (GERBER/ DXF/ FABMASTER).	80 €

✓ Réalisation du circuit imprimé

Cette étape consiste à réaliser la carte électronique à partir du schéma topographique et du routage, le devis est proposé par la société « PLANTIN ».



Frais fixe d'outillage.					100 €
Réalisation de(s) cartes sur plaque d'époxy épaisseur 1,8mm.					
Série de 1	Série de 10	Série de 100	Série de 1000	Série de 10 000	
30€	90€	130€	800€	5 000€	
Série de 100 000	Série de 500 000	Série de 1 000 000	Série de 1 500 000	Série de 2 000 000	
40 000€	175 000€	320 000€	450 000€	560 000€	

✓ Assemblage de la carte électronique.

Cette étape consiste à effectuer le montage des composants à partir du schéma topographique et de la carte électronique, le devis est proposé par la société « ALME ».



Approvisionnement des composants et réalisation des cartes électroniques.				
Série de 100	Série de 1000	Série de 10 000	Série de 100 000	Série de 500 000
1 603€	14 500€	130 000€	1 213 000€	3 075 000€
Série de 1 000 000	Série de 1 500 000	Série de 2 000 000		
3 400 000€	4 500 000€	5 040 000€		

BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION
en MICROTECHNIQUES

SESSION 2007

Epreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

Coefficient : 2



Dossier « Travail Demandé »

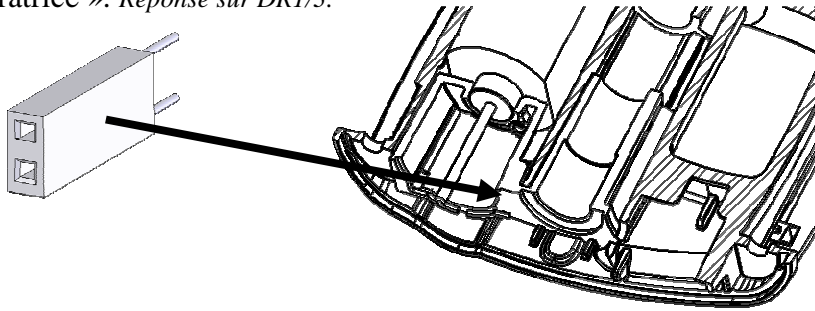
Ce dossier comporte 3 documents repérés TD 1/3 à TD 3/3.

1. Créer le « Corps du bloc de transmission ».**a) Choisir la matière pour le « Corps du bloc de transmission ».**

En vous appuyant sur le dossier d'étude préliminaire, choisissez entre les deux matières possibles (POM/PC) celle qui vous semble la plus appropriée. N'oubliez pas de justifier votre réponse par rapport aux critères technico-économiques. *Réponse sur feuille de copie.*

b) Fusionner le « Corps multiplicateur » et le « Porte palier ».

Vous devez définir les formes permettant de maintenir le connecteur dans le « Corps du bloc transmission » ainsi que les formes permettant le passage des fils reliant le « Connecteur » à la « Génératrice ». *Réponse sur DR1/3.*



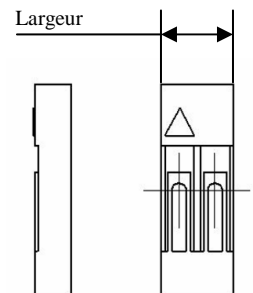
Pour limiter les modifications sur les autres composants de la Pedalite, on désire conserver :

- Toutes les formes permettant le positionnement des pièces dans le corps ;
- Un espace au milieu de la pièce pour le passage de la nervure de renfort du « Corps » de la pédale ;
- Le « Connecteur » déjà raccordée à la génératrice (2 fils de $\varnothing 1$).

c) Insérer le « Connecteur ».

Pour compléter la cotation fonctionnelle du « Corps du bloc transmission », vous devez déterminer les valeurs et les tolérances des cotes permettant de définir le logement du « Connecteur ». Le jeu fonctionnel entre le « Connecteur » et le « Corps du bloc transmission » varie entre +0,2 et +1mm. *Réponse sur feuille de copie.*

Nota : Seule la cote de largeur est à calculer.



1. Schématisez les sommes vectorielles et déterminez les valeurs des cotes.
2. Indiquez quelle classe de tolérance convient aux cotes fonctionnelles trouvées précédemment.

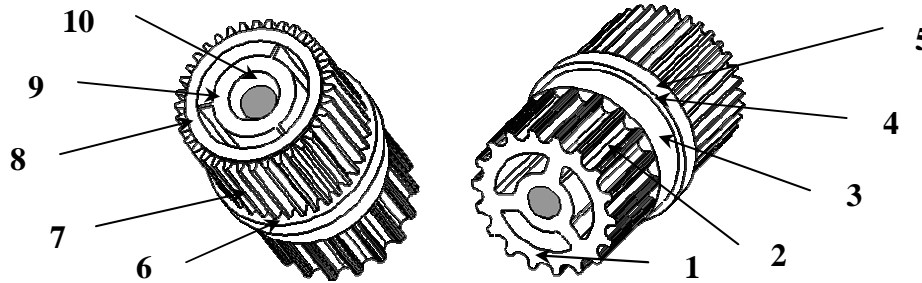
Extrait de la norme NFT 58000			
Cotes (mm)	Classe de tolérance		
	Normale	Réduite	Précision
$< a \leq 1$	$\pm 0,13$	$\pm 0,08$	$\pm 0,06$
$1 < a \leq 3$	$\pm 0,15$	$\pm 0,09$	$\pm 0,07$
$3 < a \leq 6$	$\pm 0,17$	$\pm 0,10$	$\pm 0,08$
$6 < a \leq 10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,11$	$\pm 0,09$
$10 < a \leq 15$	$\pm 0,22$	$\pm 0,13$	$\pm 0,10$
$15 < a \leq 22$	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$	$\pm 0,11$
$22 < a \leq 30$	$\pm 0,28$	$\pm 0,17$	$\pm 0,13$
$30 < a \leq 40$	$\pm 0,32$	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$
$40 < a \leq 53$	$\pm 0,37$	$\pm 0,24$	$\pm 0,17$
$53 < a \leq 70$	$\pm 0,44$	$\pm 0,28$	$\pm 0,20$
$70 < a \leq 90$	$\pm 0,50$	$\pm 0,34$	$\pm 0,24$
$90 < a \leq 115$	$\pm 0,60$	$\pm 0,41$	$\pm 0,29$

2. Pré-étude d'outillage du « Pignon entrée ».

a) Analyse des surfaces fonctionnelles.

En utilisant les résultats de l'étude de pré-industrialisation et les vues 3D du « Pignon entrée », recopier et compléter le tableau récapitulatif ci-dessous sur feuille de copie.

Réponse sur feuille de copie.



Repérage (N°)	Fonctionnelle (Oui/Non)	Fonctionnalité
	Oui	Guidage
1
...

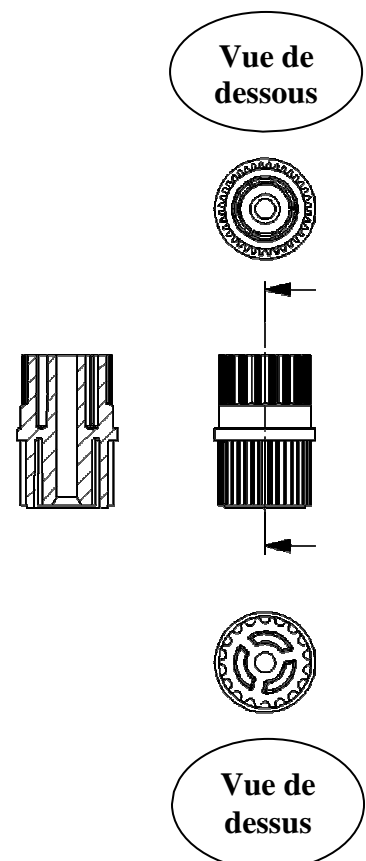
b) Pré-conception de l'empreinte.

En utilisant l'analyse précédente et les résultats de l'étude préliminaire d'outillage, Choisir et schématiser l'outillage d'injection en utilisant la légende ci-dessous :

- Le type de cinématique d'outillage ;
- La position du plan de joint ;
- La position du (des) point(s) d'injection ;
- Le type du système d'éjection ;
- La position du (des) système(s) d'éjection.

Réponse sur DR 2/3.

Représentations				Signification
				Ejecteur
				Broche
				Partie fixe
				Partie mobile
				Point d'injection
				Plan de joint

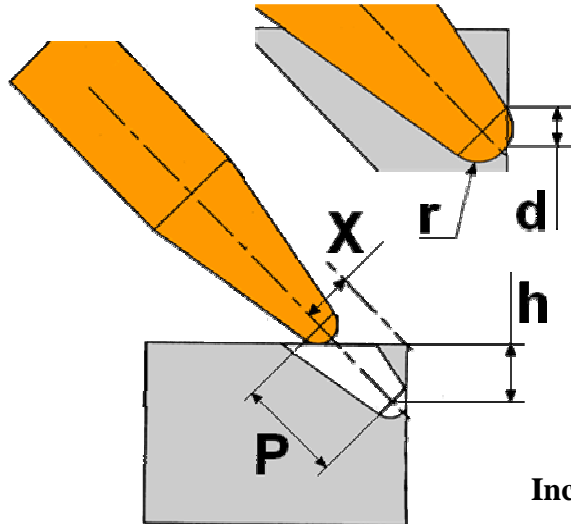


3. Etude des empreintes du « Capot multiplicateur ».

a) Réalisation du seuil d'injection.

Déterminer les valeurs des cotes de réglage (P et X) pour la réalisation du seuil d'injection.

Réponse sur feuille de copie.



$$P = (h + r)\sqrt{2}$$

$$X = (h + \sqrt{r^2 - (d/2)^2}) \cdot \sqrt{2} / 2$$

Données :

$$h = 5$$

$$d = 1,3$$

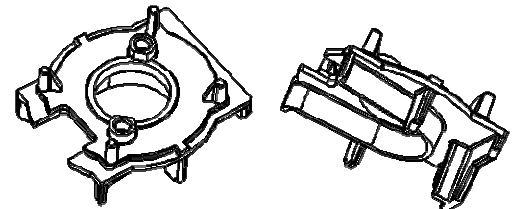
$$r = 1$$

b) Conception de l'empreinte.

En utilisant les résultats de l'étude préliminaire d'outillage, schématiser une proposition de fractionnement des parties moulantes des empreintes fixe et mobile. Réponse sur DR3/3.

Veiller à ce que chacune des formes soient usinables et définies clairement, plus particulièrement :

- Le plan de joint ;
- La décomposition des empreintes en éléments permettant la limitation des bulles d'air lors de l'injection ;
- La fixation et l'orientation des empreintes ;
- La forme et la position du seuil d'injection ;
- Le nombre, la dimension et la position des éjecteurs.



4. Calcul de coût pour la modification de la « carte électronique ».

Réponses sur feuille de copie.

a) Coût des cartes électroniques.

A partir des devis du dossier technique, calculer le coût total unitaire de la nouvelle carte électronique pour chaque tranche de production à partir de 100 unités.

b) Tranche de production de rentabilité financière.

Sachant que le coût unitaire de la carte est actuellement de 4€, déterminer à partir de quelle tranche de production la nouvelle carte devient rentable (hors mis l'amélioration des performances).

c) Seuil de rentabilité financière.

En supposant que l'évolution des coûts liés à la quantité est linéaire entre 2 tranches, estimer graphiquement le seuil de rentabilité de la nouvelle carte.

BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION
en MICROTECHNIQUES

SESSION 2007

Epreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

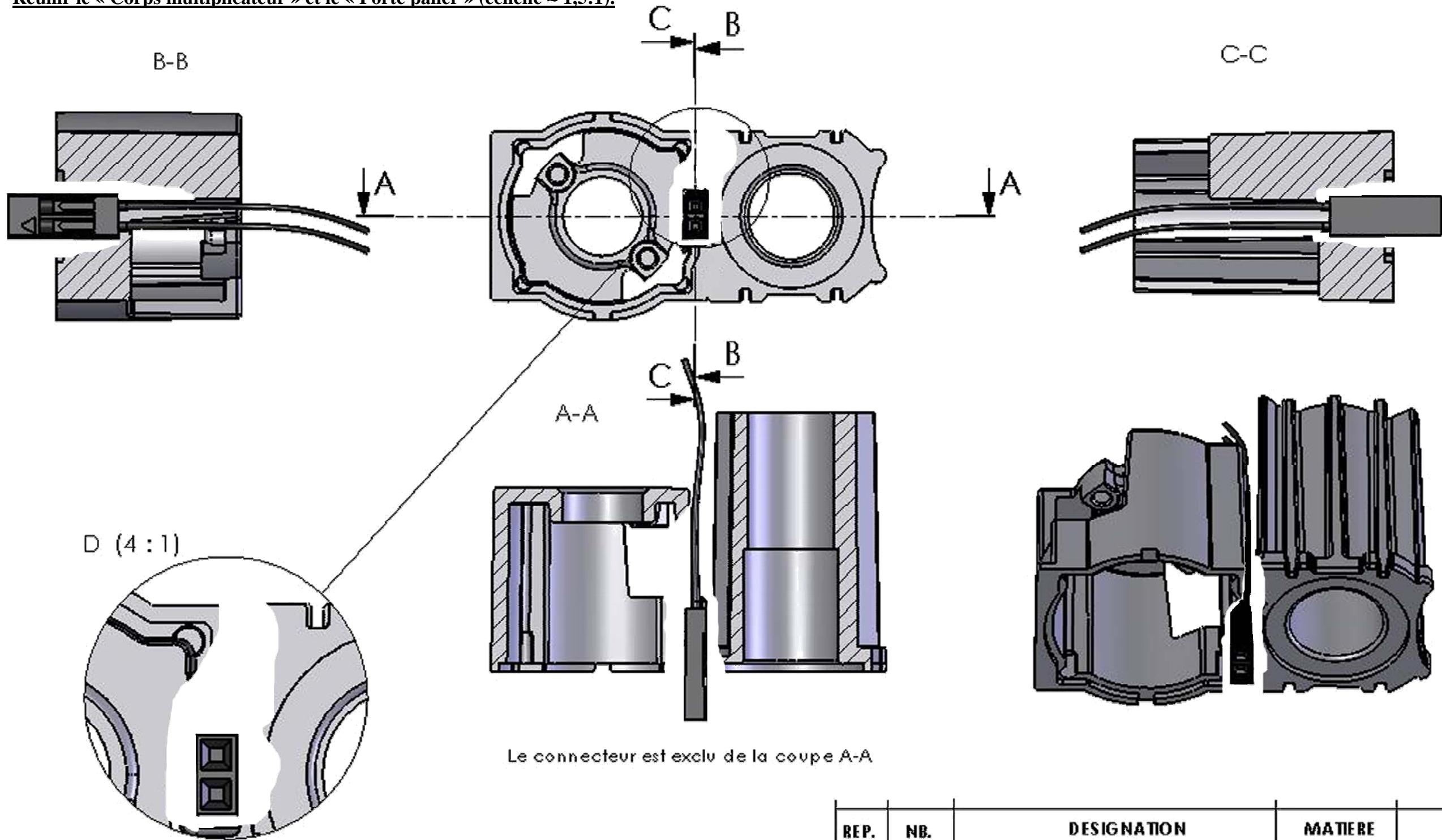
Coefficient : 2



Dossier « Documents réponses »

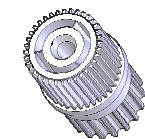
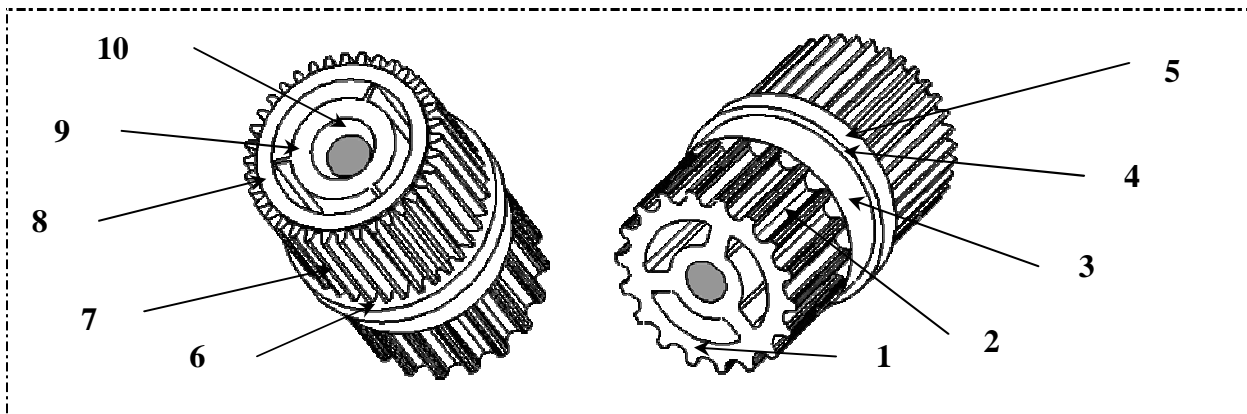
Ce dossier comporte 3 documents repérés DR 1/3 à DR 3/3.

1. Réunir le « Corps multiplicateur » et le « Porte palier » (échelle ≈ 1,5:1).

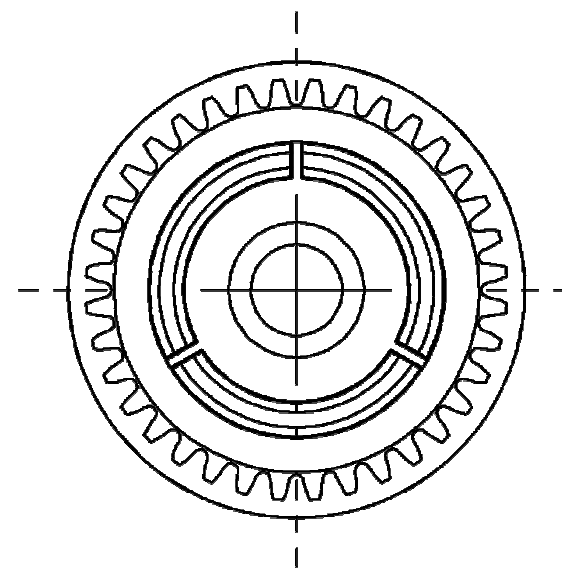
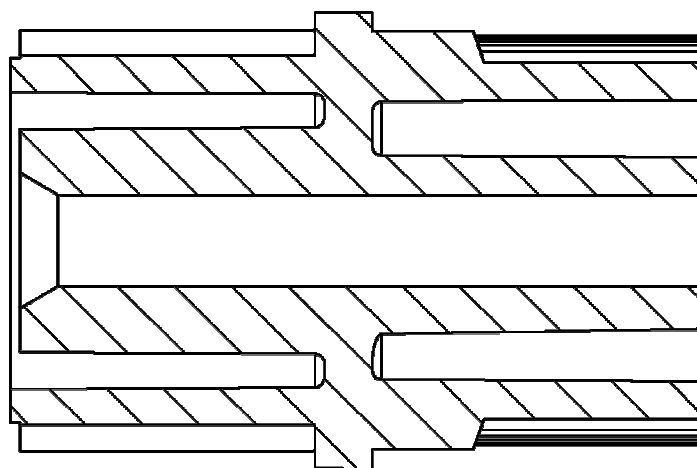
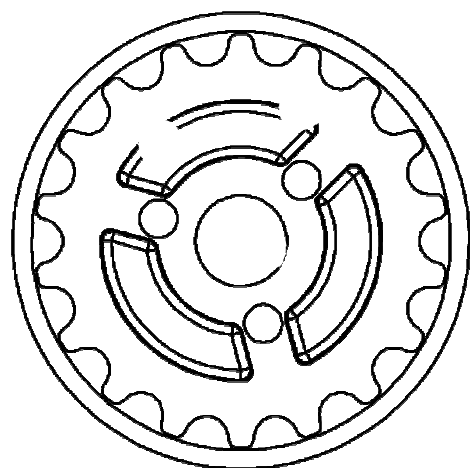


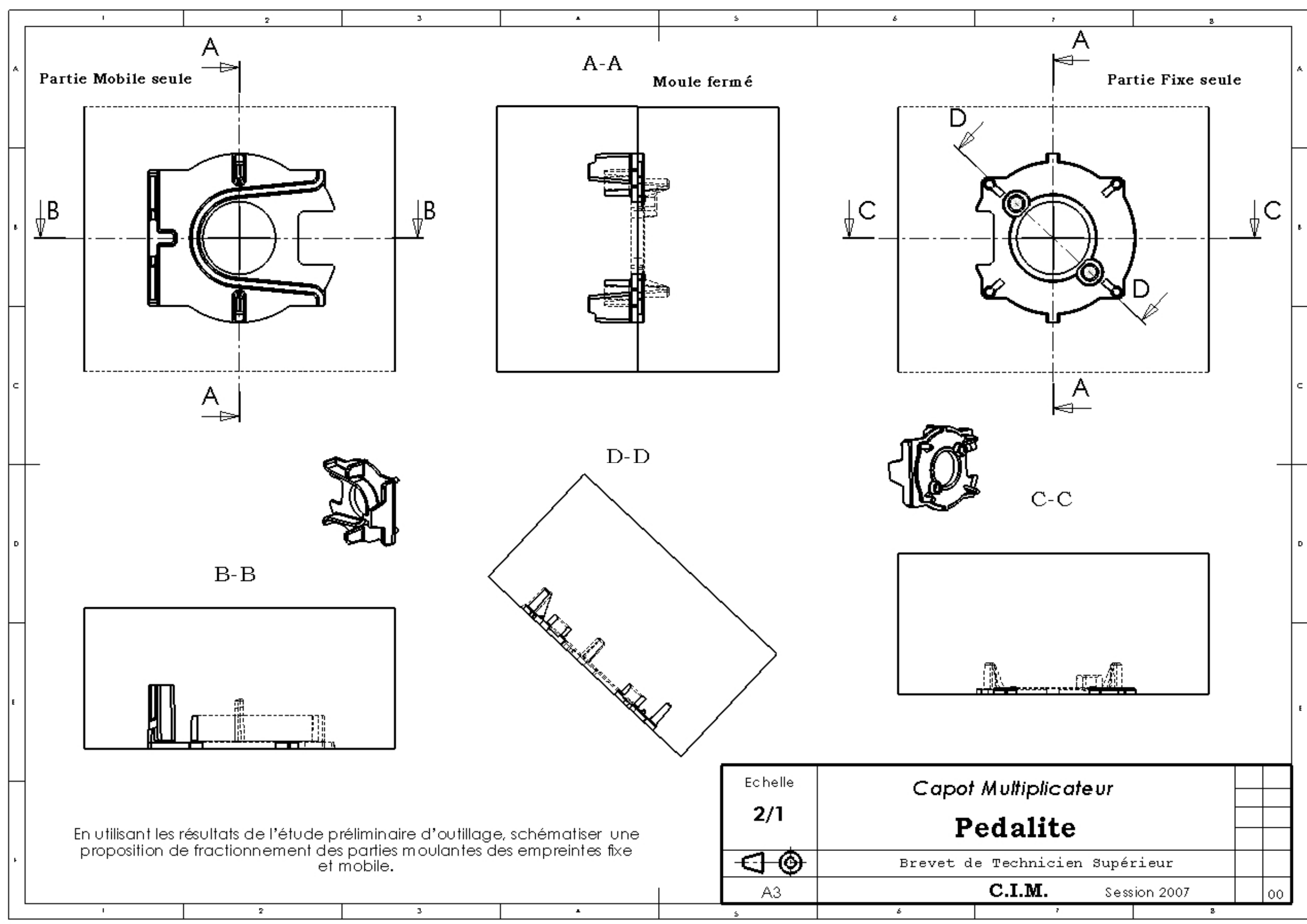
Le connecteur est exclu de la coupe A-A

REP.	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBS.
Echelle	2/1	Réunir le « Corps multiplicateur » et le « Porte palier »		
		Pedalite		
		Brevet de Technicien Supérieur		
		C.I.M.	Session 2007	00



Ech 1:1 (env)





En utilisant les résultats de l'étude préliminaire d'outillage, schématiser une proposition de fractionnement des parties moulantes des empreintes fixe et mobile.

Echelle	Capot Multiplicateur		
2/1	Pedalite		
	Brevet de Technicien Supérieur		
A3	C.I.M.	Session 2007	00