Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

SESSION 2017

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures
Coefficient : 2

AUCUN DOCUMENT AUTORISE
MOYENS DE CALCUL AUTORISES

Calculatrice de poches y compris les calculatrices programmables non communicantes, 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 (DT1 à DT20) ..... jaune**
- **Travail Demandé (TD1 à TD7) ..... vert**
- **Documents Réponses (DR1 à DR4) ..... blanc**

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

SESSION 2017

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

OUVRE BOCAL AUTOMATISÉ

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 20 pages repérées DT1 à DT20.

DT1 : **Problématique de l'ouverture d'un bocal**

DT2 : **Essais d'ouverture de divers bocaux**

DT3 à DT7 : **Extrait du cahier des charges fonctionnel d'un ouvre bocal**

DT8 à DT10 : **Solutions envisagées**

DT11 à DT16 : **Descriptif de la solution retenue**

DT17 : **Documentation technique : motorisation Mabuchi**

DT18 : **Documentation technique : motorisation Transmotec**

DT19: **Extraits de Documentation technique : composants d'électronique de puissance**

DT20 : **Documentation technique : pile alcaline**
Documentation technique : led
Documentation technique : transistor bipolaire
Documentation technique : résistances normalisées

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

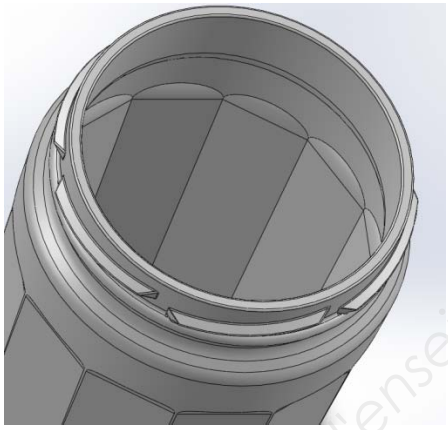
PROBLEMATIQUE DE L'OUVERTURE D'UN BOCAL

Qui n'a jamais rencontré de difficultés lors de l'ouverture d'un bocal de conserve alimentaire quelconque ? Après avoir répondu par l'affirmative à la question précédente, vient alors l'énumération des difficultés rencontrées lors de l'ouverture d'un bocal.

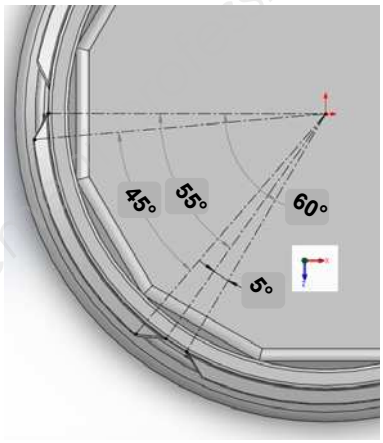
Comment ouvrir manuellement un bocal :

1. maintenir fermement d'une main la partie bocal, usuellement en verre (couple de maintien).
2. maintenir fermement de l'autre main le couvercle (usuellement en acier),
3. générer un couple de déblocage relatif entre les deux éléments maintenus pour débloquer le couvercle du bocal. Continuer ensuite jusqu'au dévissage complet du couvercle.

La liaison couvercle bocal est une liaison hélicoïdale (type vis-écrou - pas de 4 mm) réalisée avec 6 portions de rampes réparties sur 360° sur la circonférence du haut du bocal (cf. ci-contre).



Bocal en verre seul constitué de 6 rampes hélicoïdales sur sa circonférence (360°)



Structure d'une rampe hélicoïdale :

θ sommet = 45°

θ base rampe = 55°

θ écart 2 rampes = 5°

L'ouverture du bocal est réalisée après une rotation du couvercle par rapport au bocal d'un angle total de 20° (cf. ci-contre).



Bocal vissé et hermétiquement clos : θ = 0°

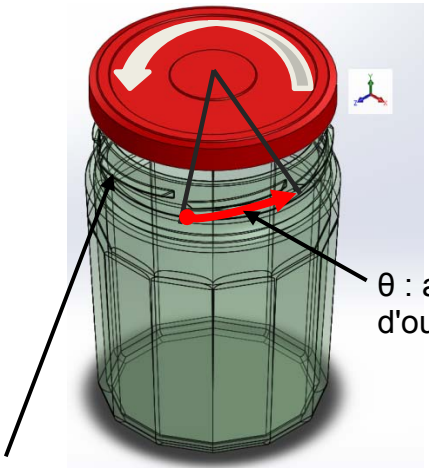


Bocal ouvert : θ = 20°

Le couple résistant à l'ouverture du bocal est le résultat de la stérilisation pour la conservation des aliments, créant alors une étanchéité entre le couvercle et le bocal par dépression.

Celui-ci induit, ensuite lors de la phase d'ouverture du bocal, un couple de dévissage non négligeable et parfois difficile à obtenir manuellement.

Le couple lors de l'ouverture est bien entendu variable en fonction de l'angle d'ouverture : très important au début pour le déblocage, il décroit fortement ensuite pour le dévissage du couvercle.



Rampe hélicoïdale

Genèse du produit à créer : un ouvre bocal semi-automatisé qui rendra particulièrement service aux personnes déficientes musculairement.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

ESSAIS D'OUVERTURE DE DIVERS BOCAUX

1 - Essais mécaniques

– **Objectif :**

L'objectif de ces essais est de vérifier la répétabilité de l'opération d'ouverture de divers bocaux et ainsi d'observer si une loi comportementale peut se dégager. Elle doit aussi permettre de renseigner le futur concepteur de la valeur maximale du couple de déblocage à intégrer lors de la conception d'un ouvre bocal semi-automatisé. Ce sera la base de départ pour la note de calcul de conception préliminaire et la donnée de sortie du futur mécanisme (valeur à respecter impérativement).

– **Protocole d'essais :**

Ces essais ont été réalisés avec une clé dynamométrique pour la mesure de couple maximal. La rotation du couvercle a été mesurée avec un rapporteur d'angle. Pendant chaque essai, le bocal en verre était immobilisé dans un montage spécifique type étau.

– **Tableau des résultats :**

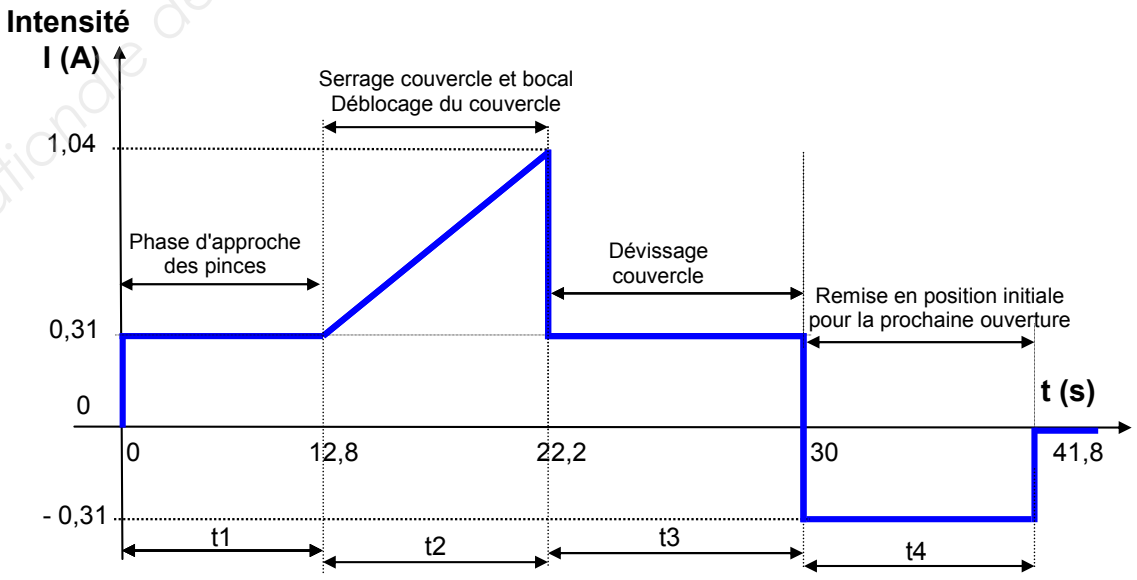
Essai	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5
Couple de déblocage	3040 mN·m	4120 mN·m	4780 mN·m	3490 mN·m	4510 mN·m
Angle de déblocage	9°	11°	10°	9°	8°
Synthèse et valeurs retenues	**Couple de déblocage = 5 000 mN·m = 5 N·m** **Angle de déblocage = 10°**				

2 – Essais de motorisation électrique

– **Protocole d'essais :**

Ces essais ont été réalisés avec un prototype d'ouvre bocal automatique électrique alimenté par une alimentation électrique stabilisée. Une sonde de courant reliée à un oscilloscope permet d'obtenir l'allure de l'intensité électrique pendant une phase d'ouverture d'un bocal. Ils ont été réitérés plusieurs fois afin de s'assurer de la répétabilité des valeurs mesurées.

– **Oscillogramme : essai pour bocal avec couvercle de diamètre 44,5 mm**



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL D'UN OUVRE BOCAL

Expression du besoin

FONCTION GLOBALE : *définition du besoin*

A qui sert le produit ?

À un utilisateur éventuellement déficient musculairement souhaitant consommer le produit stocké dans un bocal et pour cela ouvrir et accéder à l'intérieur de ce bocal en dévissant son couvercle.

Sur quoi agit-il ?

Sur un bocal de conserve usuel du commerce (entité bocal constitué d'un bocal et d'un couvercle).

Pourquoi ? (dans quel but ?)

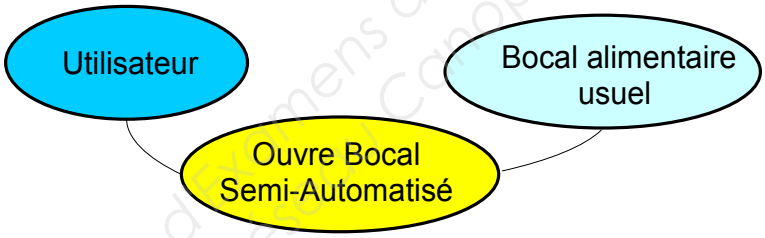
Pour permettre à un utilisateur déficient musculairement :

- d'accéder à un produit confiné hermétiquement et stérilisé dans un bocal alimentaire, en vue de sa conservation temporelle,
- de pouvoir aisément ouvrir tout bocal à ouverture difficile (la difficulté d'ouverture étant liée à la physiologie de chacun et pour des personnes âgées, la préhension ainsi que la force à fournir pour cette ouverture peut s'avérer invalidante).

Fonction globale :

Ouvrir un bocal en séparant par rotation le couvercle vissé du bocal.

Diagramme niveau 1 : FONCTION GLOBALE *(bête à corne)*



Pourquoi le besoin existe-t-il ?

Le stockage alimentaire de denrées périssables "en conserve " nécessite une enceinte hermétique close et stérile. Cette dernière est usuellement réalisée avec un bocal en verre ceint d'un couvercle en tôle laquée. L'étanchéité de l'ensemble se fait par dépression à l'intérieur du bocal, lors de la phase de stérilisation. Cette dépression induit ensuite, lors de la phase d'ouverture du bocal, un couple de dévissage du couvercle non négligeable et quelquefois récalcitrant à la préhension humaine.

Qu'est-ce qui pourrait le faire évoluer ou le faire disparaître ?

Évolution vers d'autres systèmes de fermeture et / ou d'ouverture avec couvercle.
Évolution des habitudes alimentaires vers d'autres formes de produits et ou de conditionnements différents.
Disparition pour les raisons précédentes de ce type de conditionnement avec bocal.

Quel est le risque d'évolution du besoin et de disparition ?

Le procédé de stockage et stérilisation des aliments en bocaux étant simple, il est de ce fait très usité et bénéficie donc d'une très grande diffusion.
Les risques d'évolution et de disparition restent à court terme relativement faibles.

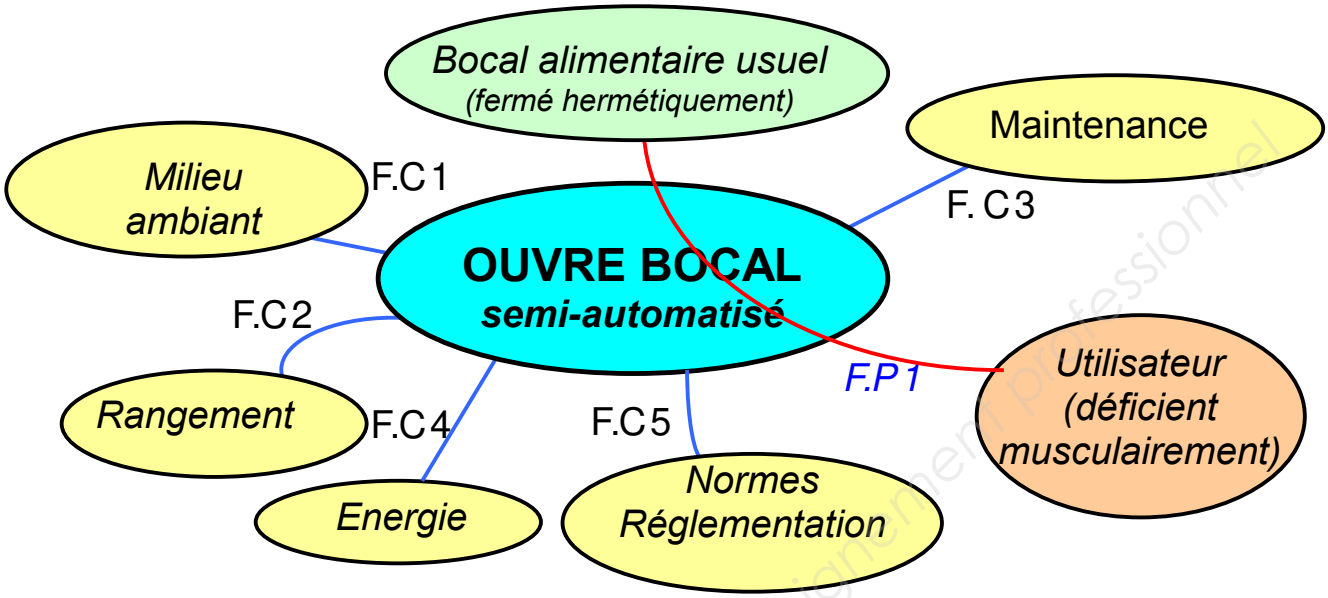
➔ Dans sa forme actuelle, le besoin est validé.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Milieux environnants : fonctions principale et de contraintes

Diagramme pieuvre



Fonction principale :

F.P 1 : OUVRIR un bocal de denrées alimentaires de manière semi-automatique en dévissant son couvercle.

Fonctions de contraintes :

F.C 1 : S'adapter au milieu ambiant (humidité, chaleur, corrosion...).

F.C 2 : S'adapter à un type de rangement usuel d'une cuisine.

F.C 3 : Permettre une maintenance aisée (nettoyage, entretien, réparation...).

F.C 4 : Etre alimenté avec une source d'énergie autonome, intégrée au système.

F.C 5 : Respecter les normes de produit grand public.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Tableau de caractérisation des fonctions

Fonctions	Critères	Niveau	Flexibilité
F.P 1 **OUVRIR un bocal en dévissant son couvercle**	**S'adapter au bocal**	**Type de bocal :** Tout bocal du commerce à usage domestique uniquement (bocaux faits maisons et en matières plastiques proscrits) **Couvercle** : En tôle peinte, de forme quasi-cylindrique de diamètre extérieur de 30 à 100 mm **Bocal** : - en verre transparent de forme cylindrique de diamètre extérieur de 30 à 100 mm - hauteur et volume du bocal quelconques (indifférents)	F0 F1 F1 F5
	Serrer le bocal (partie verre)	- formes adéquates de préhension et accroche, - matériaux adéquats avec le verre ; on ne veut pas de glissement entre les mâchoires et le bocal en verre.	F1 F0
	Serrer le couvercle	- formes adéquates de préhension et accroche, - matériaux adéquats avec le couvercle en tôle ; on ne veut pas de glissement entre les mâchoires et le bocal en verre.	F1 F0
	Dévisser le couvercle par rapport au bocal	Entrainer le couvercle en rotation pour un dévissage optimal Couple de déblocage **cf. essais** **$C_{dc\ Mini} = C_{déblocage\text{-}couvercle\ Mini} = 5\ 000$ mN·m** Angle de déblocage maxi = **10°** Temps de déblocage minimal : **t = 2 s**	F1 F0 F1 F3
	S'adapter à l'utilisateur	Ergonomie (formes usuelles adaptables à la préhension humaine - préhension aisée pour personnes déficientes) Poids maximal : **1 kg**	F1 F0

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Tableau de caractérisation des fonctions (suite)

Fonctions	Critères	Niveau	Flexibilité
F.C1 **Adaptation au milieu ambiant**	Adaptation au milieu ambiant	Doit intégrer une atmosphère de cuisine plus ou moins humide, avec projections possibles d'éléments gras, température fluctuante....	F2
F.C 2 **Adaptation au rangement**	Adaptation à un rangement basique de cuisine	Support plan Encombrement le plus réduit possible	F2
F.C 3 **Permettre une maintenance**	Maintenance basique	Maintenance de premier niveau (nettoyage) aisée sans outillage complexe et avec un minimum d'opérations Détrompeurs prévus pour un remontage aisé Ouverture de la trappe à piles et changement aisés sans outillage spécifique	F1 F1 F1
F.C 4 **Être alimenté en énergie**	Alimentation Tension Autonomie	Par piles du commerce rechargeables ou non 3 Volts Capacité suffisante pour permettre 5 utilisations par semaine sur 2 ans	F0 F1 F3
F.C 5 **Normes Produit grand public**	Étanchéité, chocs Corrosion Température Marquage CE Directive européenne (**RoHS** 2002/95/CE)	IP 334 étanchéité aux projections Lumière UV – atmosphères et produits chimiques - Minimum 10 ans De -15°C à 60°C (vise à limiter l'utilisation de six substances dangereuses). « **RoHS** » signifie Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment	F1 F1 F1 F0 F0

CRITÈRES DE FLEXIBILITÉ :

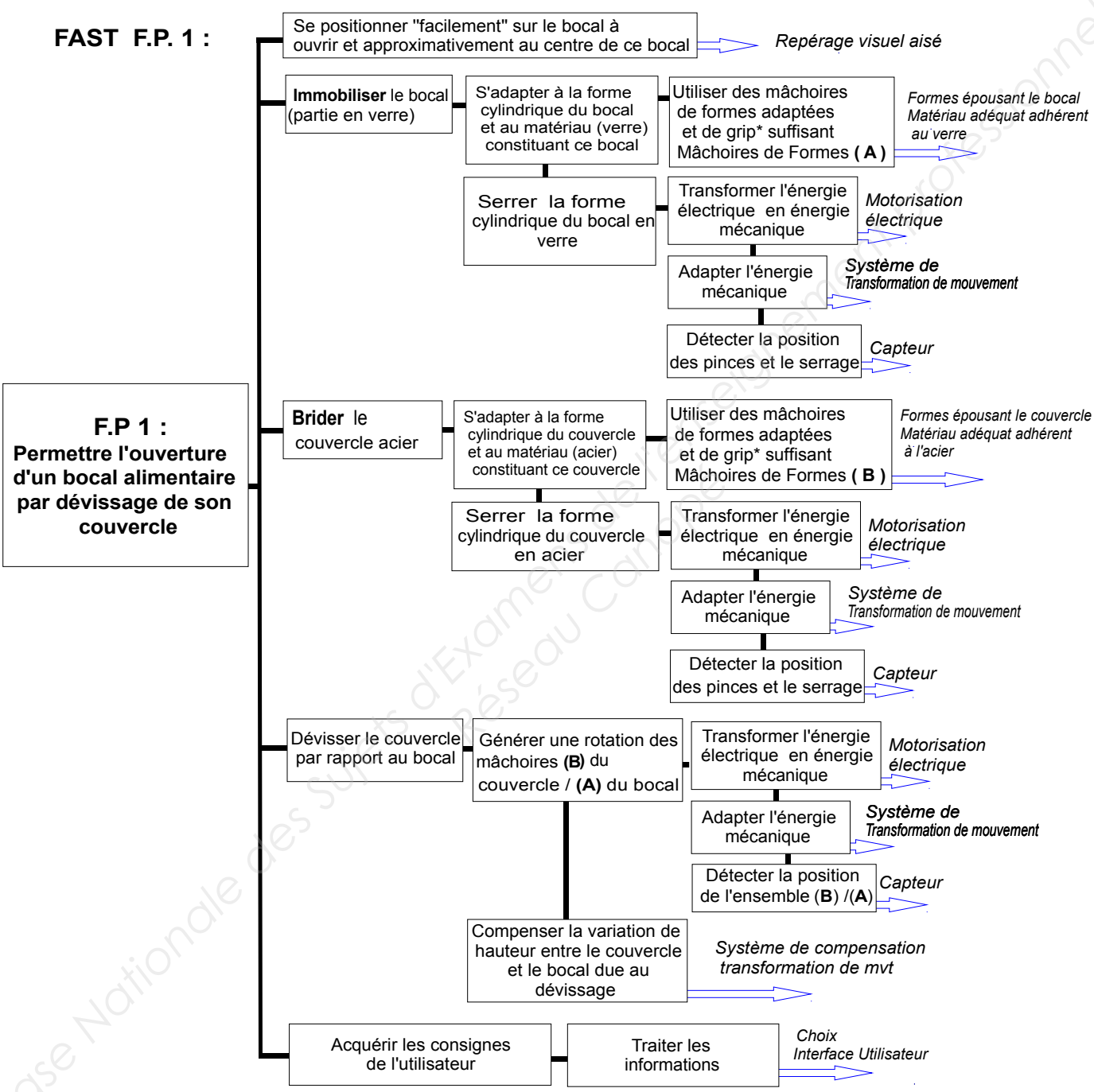
F0 = non négociable **F1 = légèrement négociable** **F2 = très peu négociable**
F3 = négociable **F4 = assez négociable** **F5 = très négociable**

Banque Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (suite)

Analyse Fonctionnelle interne : diagramme F.A.S.T. :

Function Analysis System Technic ou Technique d'analyse fonctionnelle et systématique



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Nota* : grip : revêtement qui permet d'assurer la prise.

***Nota** : ce diagramme FAST est partiel et indicatif d'une description fonctionnelle.*

SOLUTIONS ENVISAGEES

Une première recherche a abouti à quatre solutions décrites ci-après. L'objectif est de réaliser un comparatif fonctionnel.

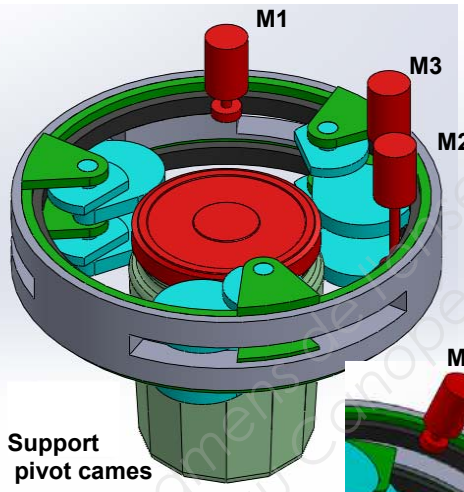
Descriptif solution 1 : système à cames concentriques

Le système ci-dessous est constitué de deux séries de 3 cames espacées de 120° et articulées indépendamment.
À l'étage supérieur, la première série de cames permet le serrage concentrique du couvercle à l'aide d'un moteur M1, engrenant sur une couronne à denture intérieure et de 3 pignons liés aux cames engrenant sur cette même couronne.
D'une manière similaire à l'étage inférieur, la seconde série permet le serrage concentrique du bocal en verre à l'aide d'un deuxième moteur M2.
L'ensemble supérieur peut tourner par rapport à l'ensemble inférieur, grâce à un moteur M3 lié à une couronne dentée intégrée au support pivot cames, permettant ainsi le dévissage du couvercle.

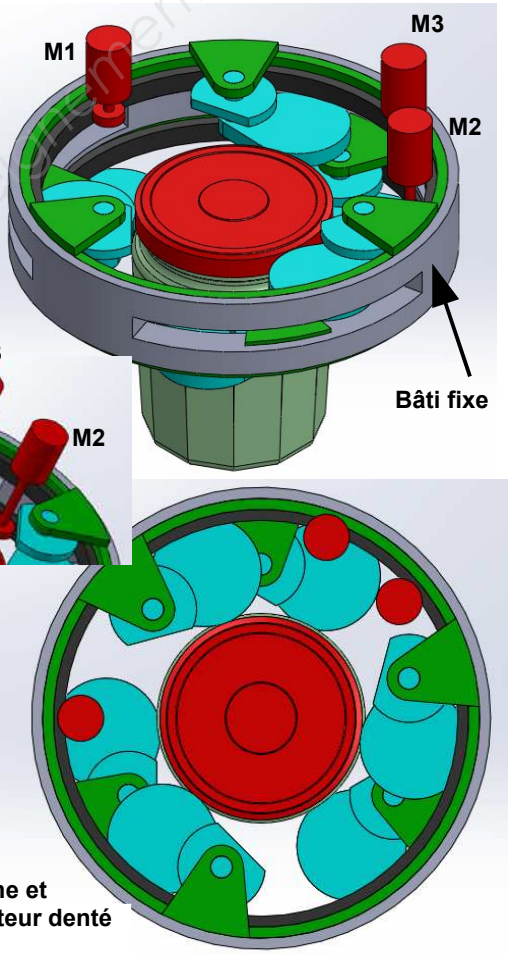
Nomenclature partielle

Nb	*Désignation*
1	Bâti fixe
6	Cames et secteurs dentés
3	**Moteur et pignon**
2	Couronne dentée intérieure
2	Support des pivots cames
6	Axes des cames
20	**Nombre de composants principaux estimés**
6	**Contacts cames bocal et couvercle de type LINEIQUE**

Phase Serrage bocal et couvercle



Phase dévissage couvercle/bocal



Descriptif solution 2 : système à vés en opposition

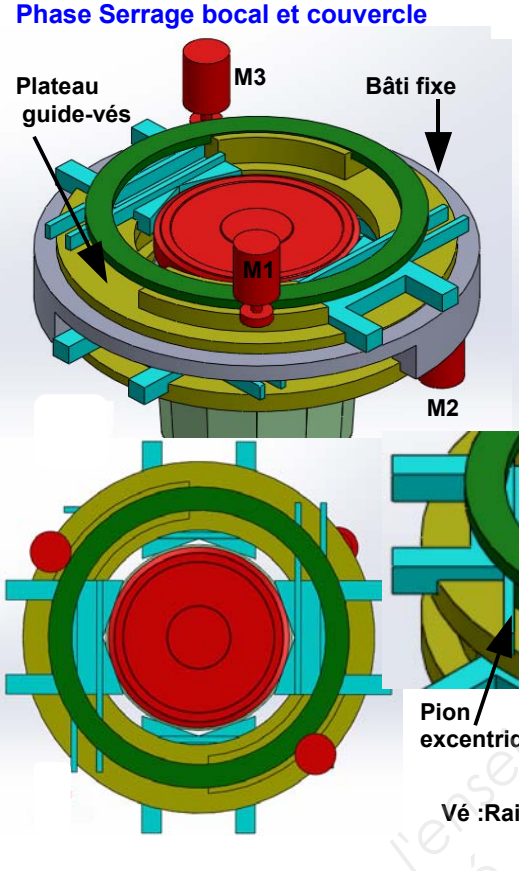
Le système ci-après est constitué de deux séries de 2 vés en opposition à 180°: chaque série effectue un serrage concentrique sur respectivement le couvercle et le bocal en verre par déplacement des vés.
Le déplacement symétrique des vés est réalisé par la rotation d'une couronne intégrant 2 pions excentriques. Ces derniers se déplacent dans les rainures guide des vés.
Comme précédemment les serrages nécessitent 2 moteurs M1 et M2 et le dévissage un troisième moteur M3 agissant sur une couronne faisant partie intégrante du plateau guide vés.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

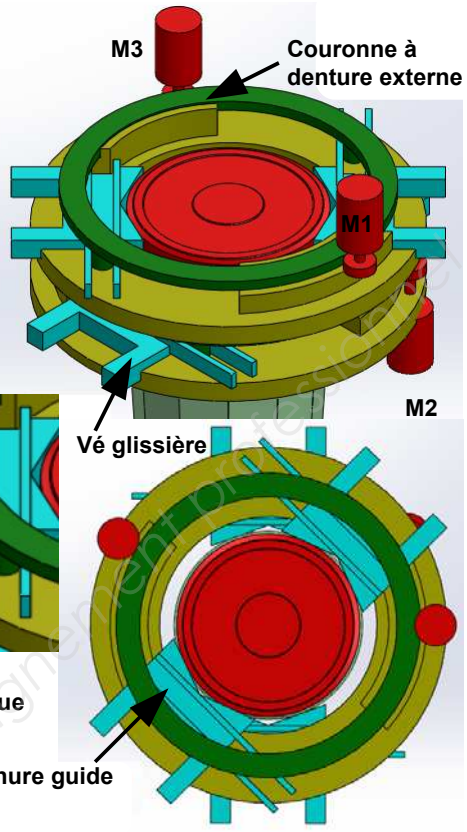
Nomenclature partielle

Nb	*Désignation*
1	Bâti fixe
4	Vés rainurés
3	**Moteur et pignon**
2	Plateau guide-vés
2	Couronne à denture externe avec pions excentriques pour déplacement vés
12	**Nombre de composants principaux estimés**
8	**Contacts VES / bocal et couvercle de type LINEIQUE**

Phase Serrage bocal et couvercle



Phase dévissage couvercle/bocal

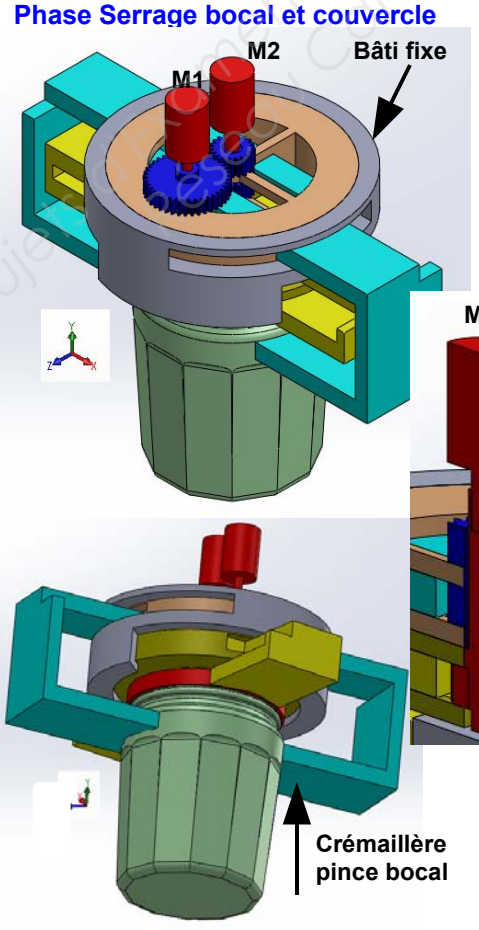


Descriptif solution 3 : système à crémaillères en opposition

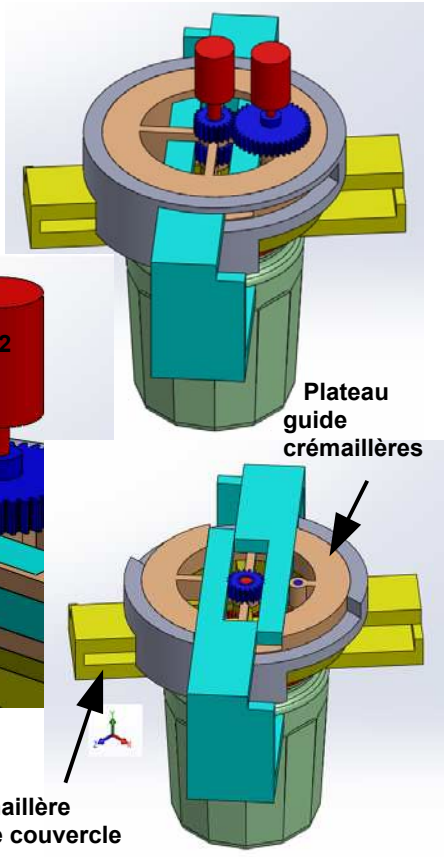
Nomenclature partielle

Nb	*Désignation*
1	Bâti fixe
2	Plateau guide crémaillères
2	**Moteur et pignon**
2	Crémaillère pince bocal
2	Crémaillère pince couvercle
2	Engrenages transfert mvt
11	**Nombre de composants principaux estimés**
4	**Contacts crémail-lère pince / bocal et couvercle de type SURFACIQUE**

Phase Serrage bocal et couvercle



Phase dévissage couvercle/bocal



Base nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

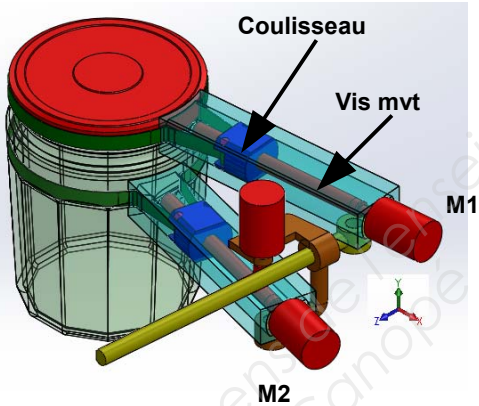
Le système ci-dessus est constitué de deux séries de 2 crémaillères-pinces montées en opposition à 180°.
Chaque série effectue un serrage concentrique sur respectivement le couvercle et le bocal en verre par translation des crémaillères.
Le déplacement de ces dernières est réalisé par la rotation d'un pignon relié à un motoréducteur : Moteur M1 central pour les crémaillères liées au couvercle et moteur M2 pour les crémaillères liées au bocal. Lorsque les serrages de maintien sont effectués le moteur de serrage du couvercle M1 continue alors seul de tourner, obligeant ainsi les crémaillères liées au couvercle de tourner autour du pignon central et de réaliser ainsi le dévissage de ce même couvercle par rapport au bocal verre. Les serrages nécessitent 2 moteurs M1 et M2 et le dévissage utilise le même moteur M1. Nota : Les pignons entraînant les crémaillères sont identiques.

Descriptif solution 4 : système à liens "souples"

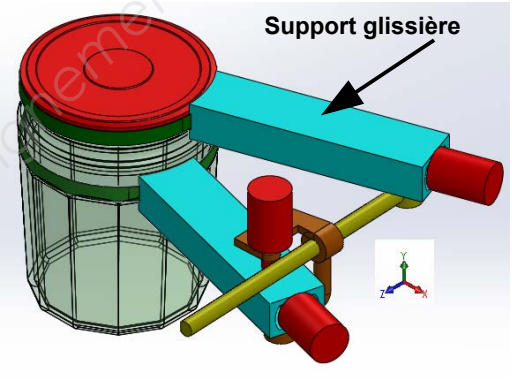
Nomenclature partielle

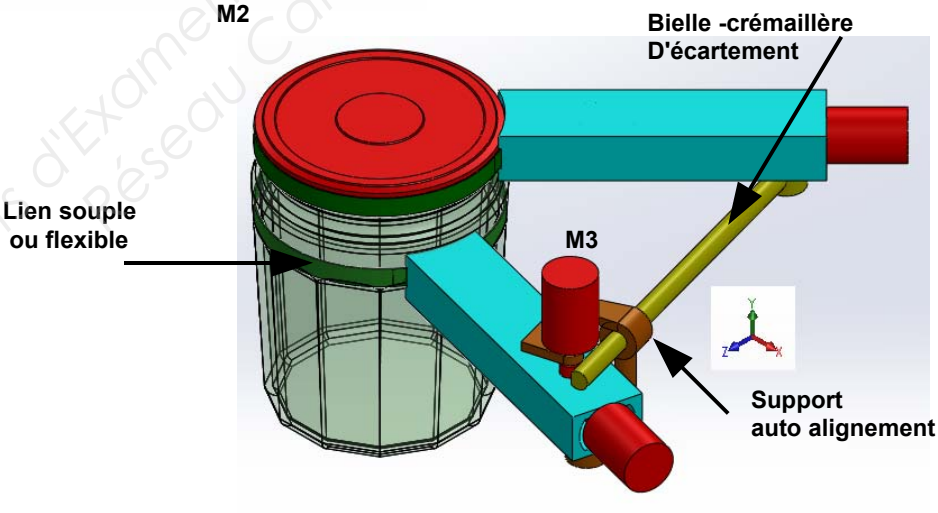
Nb	***Désignation***
1	Bâti fixe non représenté
2	Support glissière
3	**Moteur et pignon**
1	Bielle crémaillère d' écartement
1	Support alignement
2	Lien souple (flexible)
2	Coulisseau et axes
2	Vis transformation mouvement
14	**Nombre de composants principaux estimés**
2	**Contacts lien souple / bocal et couvercle de type SURFACIQUE**

Phase Serrage bocal et couvercle



Phase dévissage couvercle/bocal



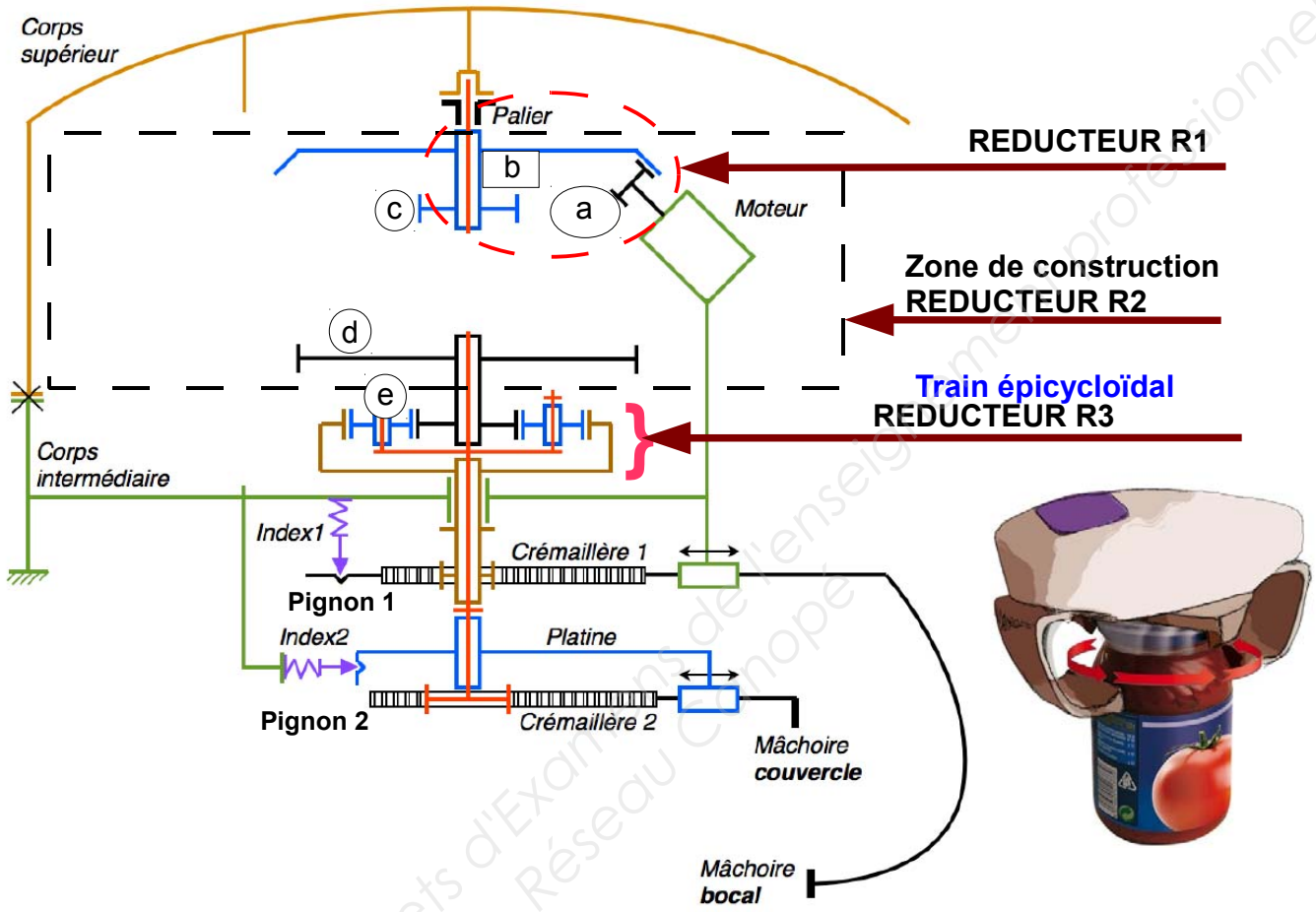


Le système ci-dessus est constitué de deux séries identiques d'accrochage bocal avec lien dit souple ou flexible.
Chaque série effectue un serrage en déformant un lien souple sur respectivement le couvercle et le bocal en verre par translation d'un système de type vis-écrou. Ceci afin de s'adapter aux tailles de bocaux différentes. Lorsque les 2 maintiens sont réalisés un système d'écartement permet le dévissage du couvercle par rapport au bocal.
Ce système d'écartement est constitué d'une bielle-crémaillère articulée, d'un support d'auto-alignement lui-même articulé ainsi que d'un motoréducteur.
Comme précédemment les serrages nécessitent 2 moteurs M1 et M2 et le dévissage un troisième moteur M3.

DESCRIPTIF DE LA SOLUTION RETENUE

La solution choisie par le constructeur se rapproche de la solution n°3 : système à crémaillères en opposition, avec pour solution innovante une seule motorisation qui permet à la fois les déplacements des mâchoires bocal d'une part et du couvercle d'autre part, ainsi que le dévissage du couvercle du bocal.

1. Schématisation



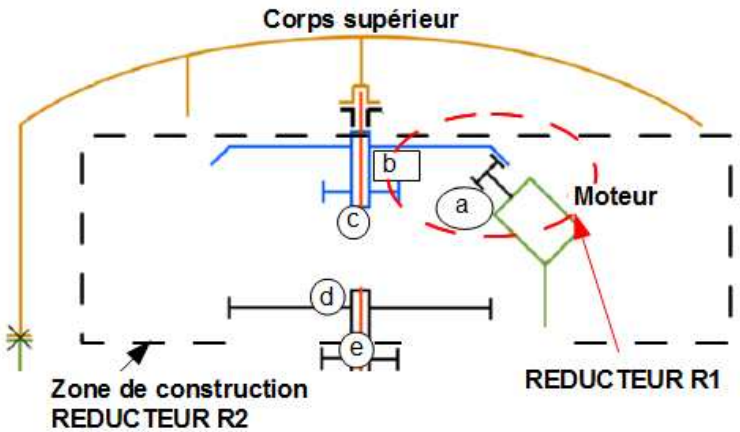
2. Fonctionnement

Pour résoudre la complexité du fonctionnement de ce mécanisme avec une seule motorisation, le concepteur a imaginé un réducteur à engrenages spécifique composé d'un réducteur R1 constitué d'un pignon et d'une roue coniques, suivi d'un réducteur R2 constitué de n pignons et roues à dentures droites, puis au final d'un réducteur R3 à train épicycloïdal.

Descriptif des différents réducteurs :

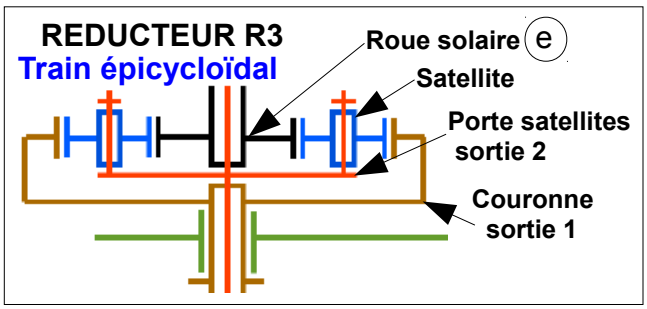
- **Réducteur R1**
  (Pignon a et roue b)

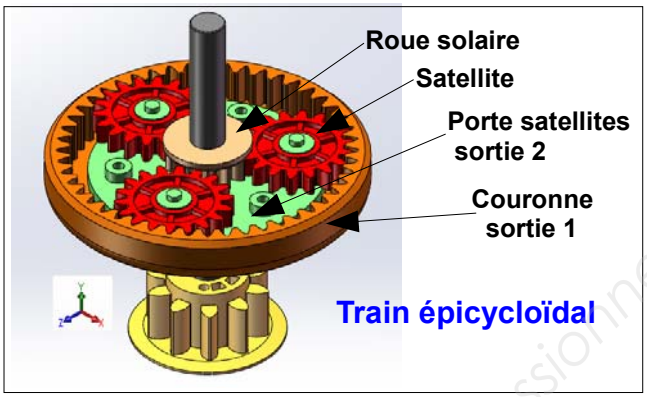
- **Réducteur R2 partiel**
  (Défini entre le pignon c et la roue d avec en intermédiaires n multiple de c et d)



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

- **Descriptif du réducteur particulier R3 :**



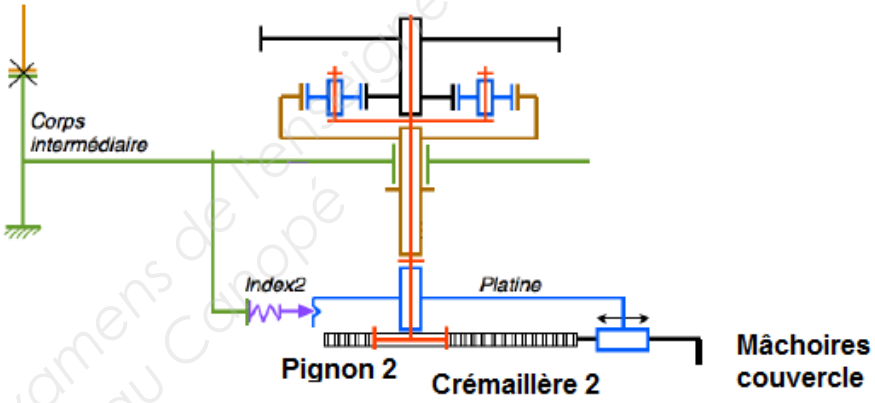


Ce réducteur R3 particulier fonctionne ainsi : l'entrée permanente se fait par la roue solaire nommée **e** et **les sorties alternatives** se font :

- **dans un premier temps** par le porte satellite (**sortie 2**), vers le pignon 2 lié à la crémaillère 2 pour animer les mâchoires du couvercle jusqu'à leur serrage
  (sens de rotation anti horaire pour le pignon 2).

Le rapport de réduction R3a dans ce cas du seul train épicycloïdal est
R3a = 1/5

Avec R3a
$=Npignon_2 / rouesolaire_e$

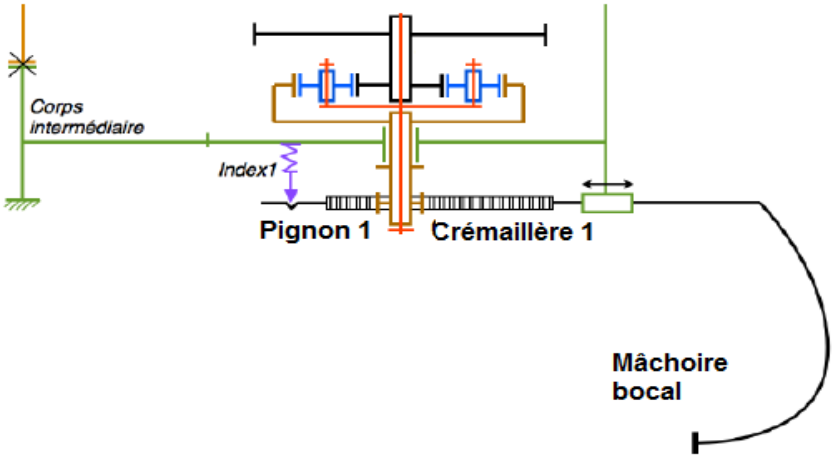


- puis dans un second temps, par la couronne (**sortie 1**), vers le pignon 1 engrenant à la crémaillère1 pour animer les mâchoires du bocal
  (sens de rotation horaire pour le pignon 1),

Le rapport de réduction R3b dans ce cas du seul train épicycloïdal est
R3b = -1/4

Avec R3b
$=Npignon_1 / rouesolaire_e$

(le signe - notifie *l'inversion du sens de rotation)*



Les index repérés 1 et 2 ont pour fonction de créer un frottement minimal mais réglable entre le bâti et les crémaillères 1 ou 2. Il s'agit de donner la priorité dans les mouvements au serrage des mâchoires couvercle avant celui des mâchoires bocal verre.

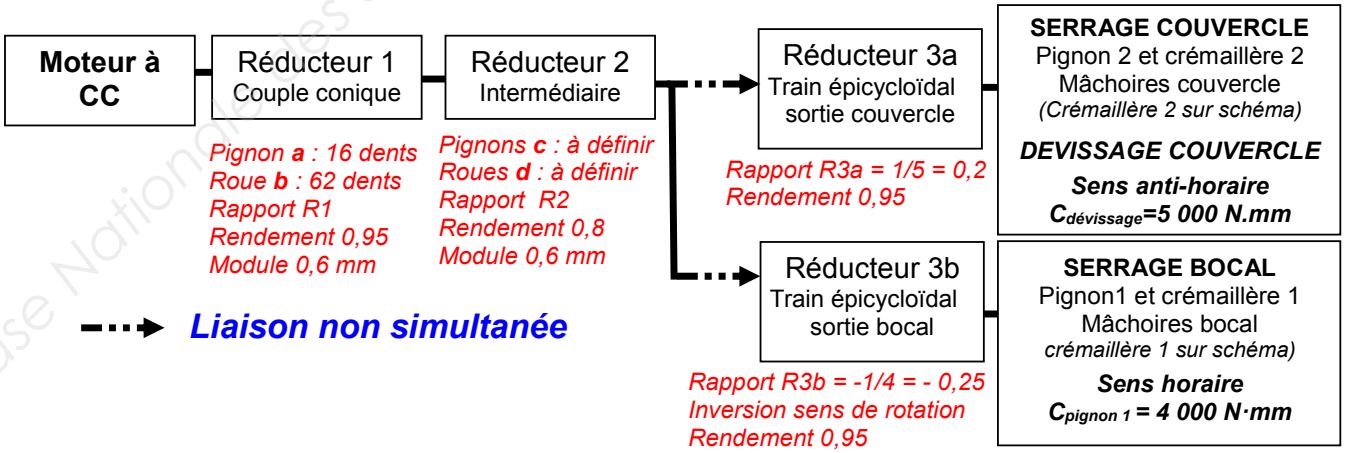
Pour la suite aucun calcul ne portera sur le train épicycloïdal – seuls les rapports de réduction R3a et R3b seront nécessaires.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

3. NOMENCLATURE partielle du réducteur existant et à concevoir

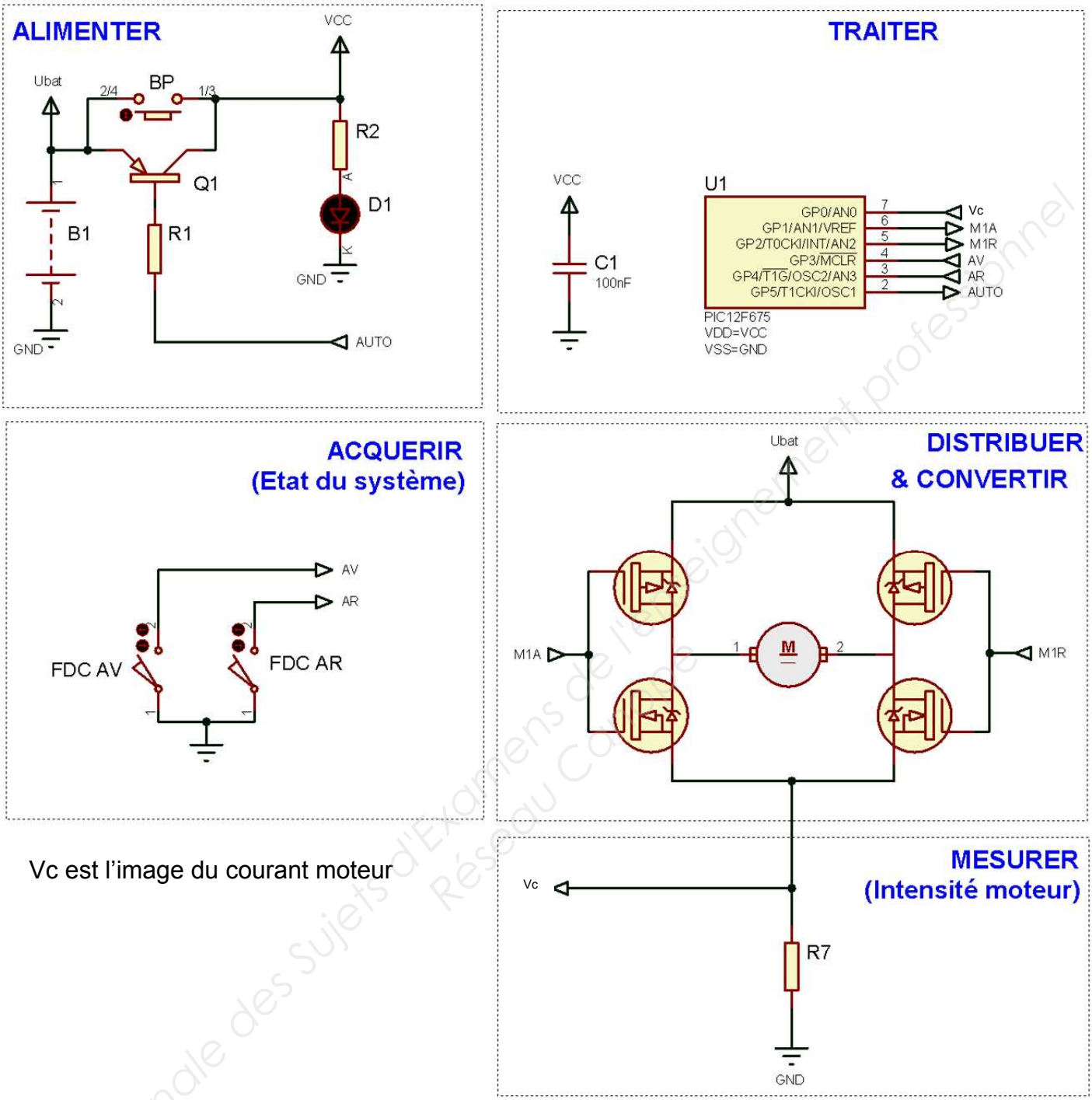
Rep	Nbre	Désignation	Observations
SORTIE 2	1	Pignon de sortie 2 serrage (mâchoires couvercle) Z = 10 dents ; m = 1,75 mm	**Sortie vers mâchoires couvercle** *(crémaillère 2 sur schéma)* *Sens de rotation antihoraire du pignon 2 d'entraînement des crémaillères* *Couple / pignon 2 = 5 000 mN·m*
	2	Mâchoire serrage couvercle, crémaillère 2 intégrée m = 1,75 mm	
	1	Porte satellite train épicycloïdal liaison directe avec pignon serrage interne (mâchoires couvercle)	
SORTIE 1	1	Pignon de sortie 1 serrage externe (mâchoires bocal) Z = 10 dents ; m = 1,3 mm	**Sortie vers mâchoires bocal** *(crémaillère 1 sur schéma)* *Sens de rotation horaire du pignon 1 d'entraînement des crémaillères* *Couple / pignon 1 = 4 000 mN·m*
	2	Mâchoire serrage externe (mâchoires bocal) crémaillère 1 intégrée m = 1,3 mm	
	1	Couronne train épicycloïdal liaison directe avec pignon 1 serrage externe (Mâchoires bocal) Z = 48 dents ; m = 1 mm	
	3	Satellite train épicycloïdal Z = 18 dents – m = 1 mm	**Réducteur R3 partiel**
e d	1 1	***PIGNON – ROUE*** - Pignon solaire train épicycloïdal Z = 12 dents ; m = 1 mm - Roue Zd = 55 à définir ; m = 0,6 mm	
c d	? ?	***PIGNON – ROUE*** - Pignon Zc = 16 dents ; m = 0,6 mm - Roue Zd = 55 dents ; m = 0,6 mm	**Réducteur R2** à définir
c b a	1 1 1	***PIGNON – ROUE conique*** - Pignon Zc = 16 dents ; m = 0,6 mm (denture droite) - Roue conique Zb = 62 dents ; m = 0,6 mm - Pignon conique Za = 16 dents ; m = 0,6 mm	**Réducteur R1**

4. Diagramme blocs du réducteur existant et à concevoir



Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

5. Schéma structurel de la partie électronique



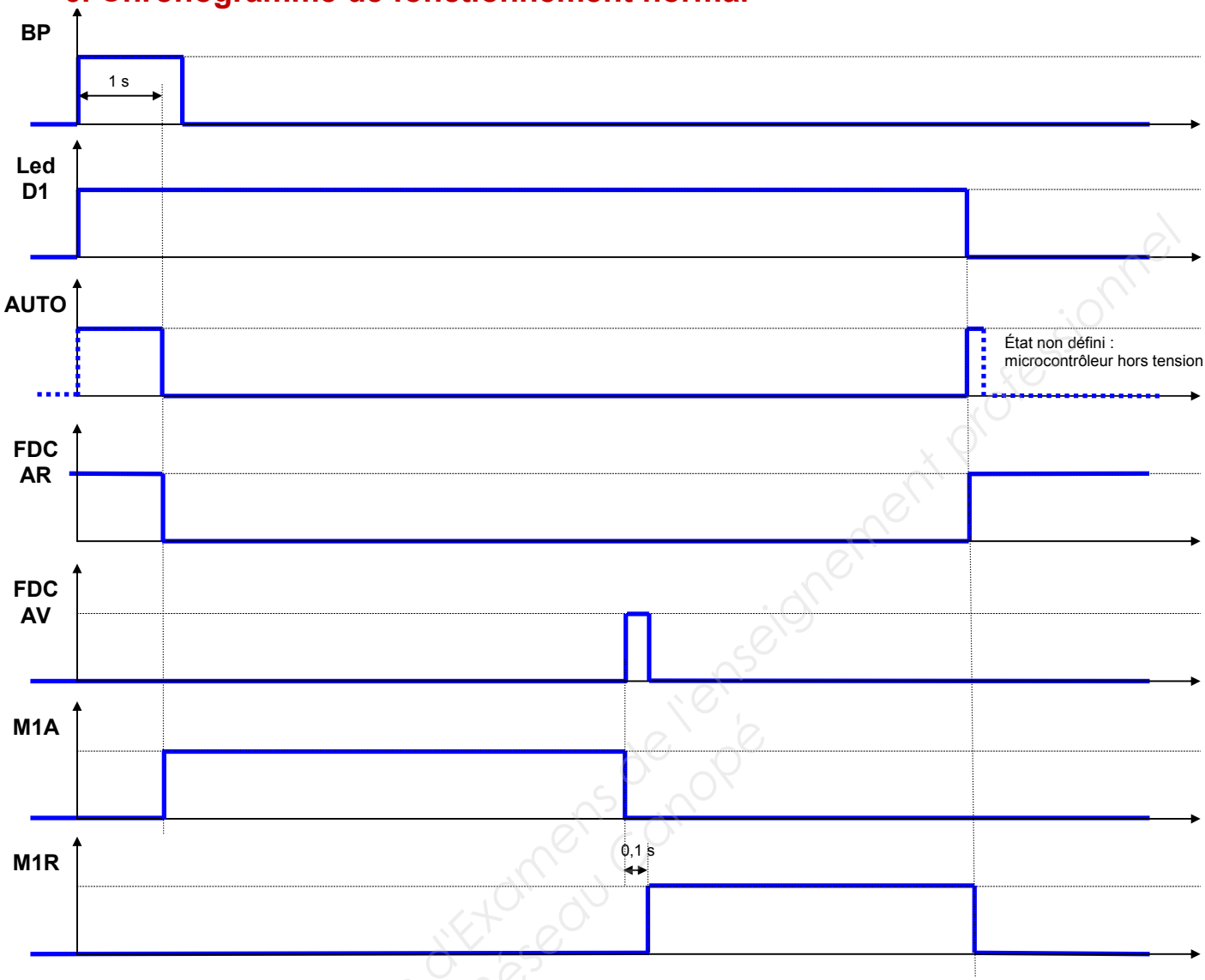
Vc est l'image du courant moteur

Le schéma structurel de la partie électronique est composé de cinq parties ayant chacune une fonction distincte :

- Alimenter : permet d'alimenter, d'allumer manuellement et de couper automatiquement l'énergie électrique du système,
- Traiter : permet de gérer le fonctionnement avec un composant programmable (le microcontrôleur),
- Acquérir : permet d'informer le microcontrôleur sur l'état du système,
- Distribuer & convertir : permet l'alimentation du moteur fournissant le couple nécessaire à l'ouverture du bocal,
- Mesurer : permet de détecter les surintensités du moteur. Imot est une tension proportionnelle à l'intensité moteur.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

6. Chronogramme de fonctionnement normal



Comme le montre le chronogramme précédent, le fonctionnement est séquentiel :

- Lors de l'action sur le bouton poussoir « **BP** », le microcontrôleur est alimenté. Ce dernier place sa sortie « **AUTO** » à l'état haut et assure l'arrêt du moteur.
- Après une temporisation d'une seconde, la sortie « **AUTO** » passe à l'état bas, afin de permettre l'auto-alimentation lorsque le bouton poussoir « **BP** » est relâché.
- Le moteur est alors alimenté en sens avant grâce à la commande « **M1A** », qui est maintenue, tant que le capteur fin de course avant « **FDC AV** » n'est pas enclenché.
- Après une temporisation d'un dixième de seconde, le moteur est alimenté ensuite en sens arrière grâce à la commande « **M1R** », qui est maintenue, tant que le capteur fin de course arrière « **FDC AR** » n'est pas enclenché.
- Le cycle se termine par la mise à l'état haut de la sortie « **AUTO** ».

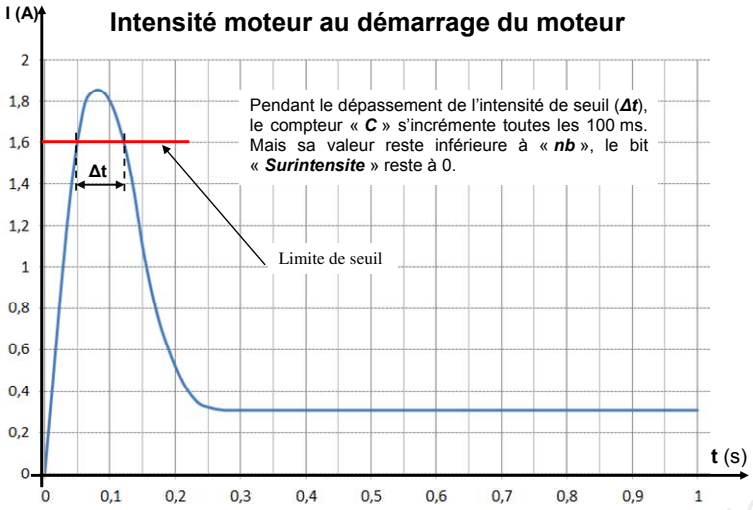
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

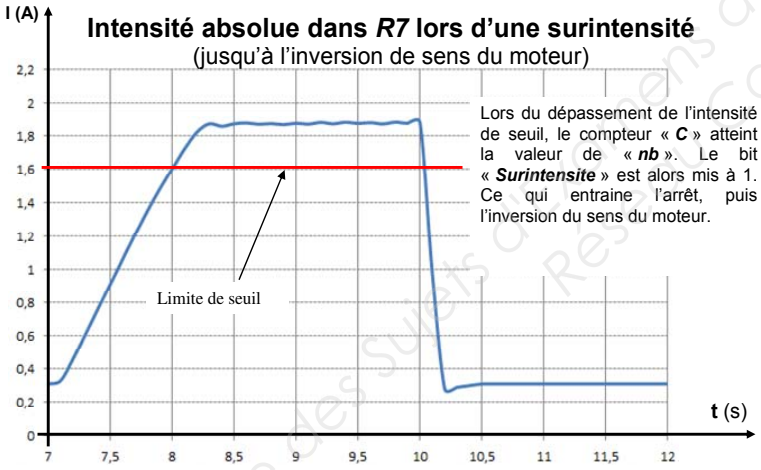
7. Surintensité moteur

Lors d'une phase d'ouverture d'un bocal, si le couple résistant est trop important, il est impossible d'assurer l'ouverture. Pour cette raison, un contrôle du couple est assuré avec la mesure de l'intensité circulant dans le moteur.

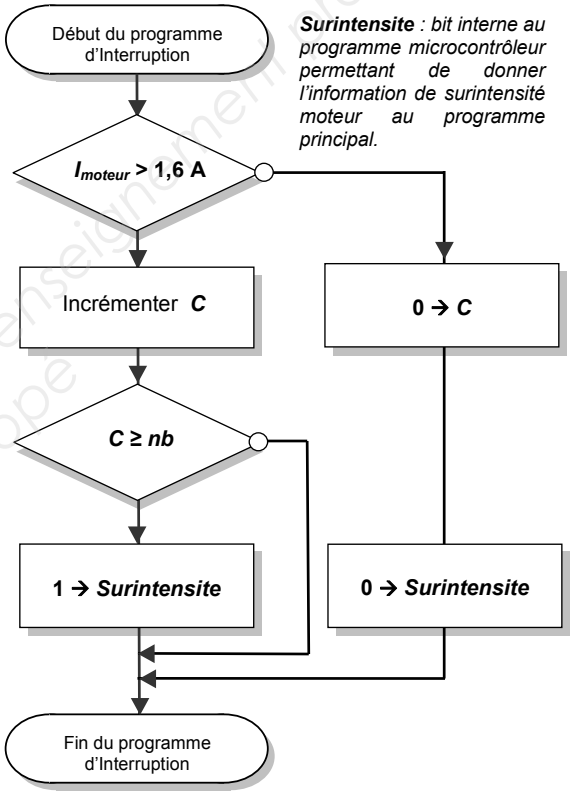
Mais le simple dépassement d'un seuil de surintensité ne suffit pas, car lors du démarrage du moteur, le dépassement existe aussi naturellement.

Il faut alors prendre en compte le temps de cette surintensité. Un programme sous interruption périodique réalisé toutes les 100 ms permet de gérer cette détection d'intensité. L'ordinogramme de ce dernier est donné ci-dessous.





Ordinogramme du programme sous interruption périodique
(exécuté toutes les 100 ms)



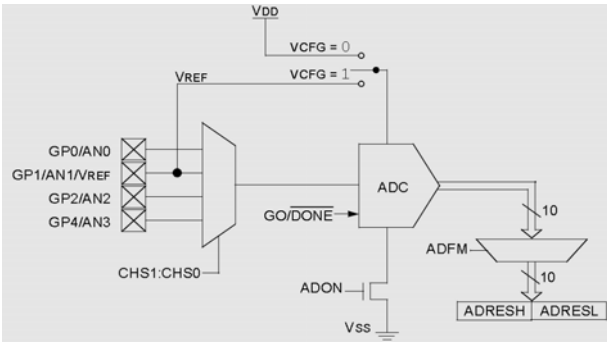
8. Informations techniques sur le convertisseur analogique numérique du microcontrôleur

Le microcontrôleur **PIC12F675** possède un convertisseur analogique / numérique ayant une résolution de $n = 10\ bits$.

Résultat de la conversion :
(valeur entière à retenir du calcul suivant)

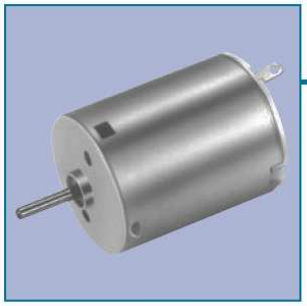
$$N = \frac{V_{ANi}}{V_{REF}} \cdot 2^n$$ dans notre cas $V_{REF} = 3\,V$

4 entrées multiplexées vers le CAN sont possibles



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

DOCUMENTATION TECHNIQUE : MOTORISATION MABUCHI



RE-280RA/SA

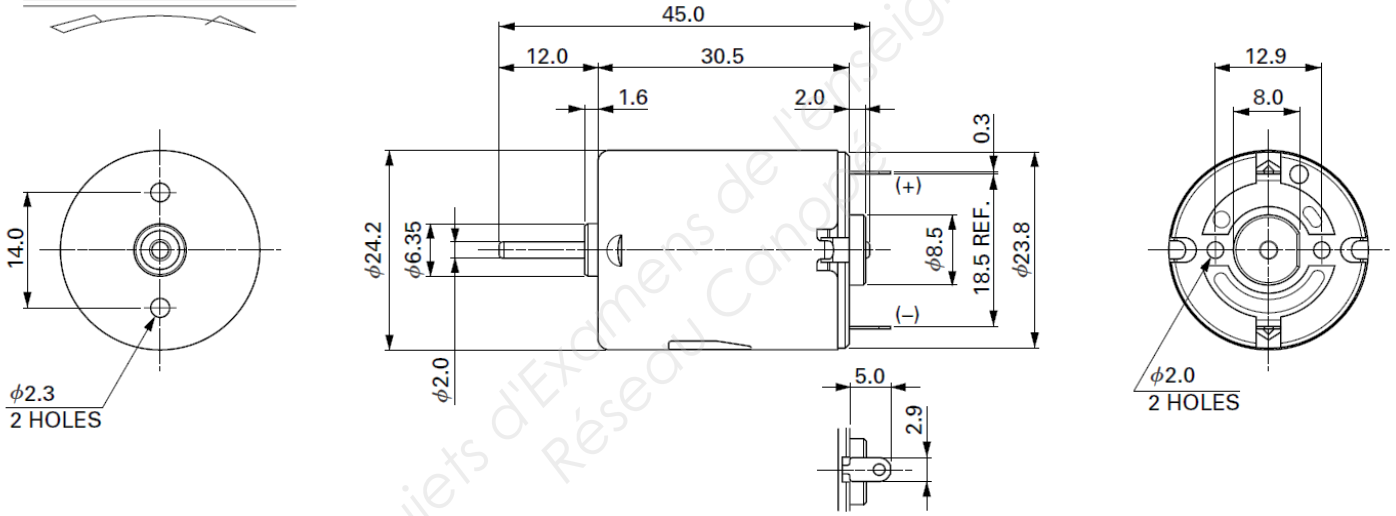
MABUCHI MOTOR
Metal-brush motors

OUTPUT : 0.8W~4.5W (APPROX) WEIGHT : 42g (APPROX)

Typical Applications **Home Appliances :** Massager / Vibrator
Toys and Models : Motorized Toy / Motorized Plastic Model

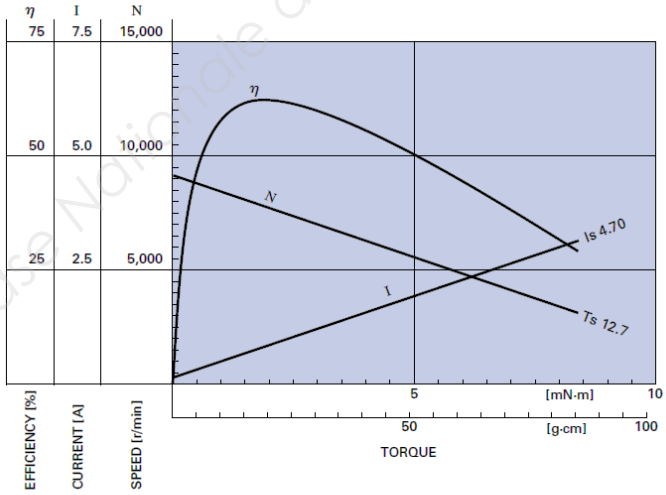
MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY					STALL		
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT	TORQUE		CURRENT
			r/min	A	r/min	A	mN-m	g-cm	W	mN-m	g-cm	A
RE-280RA-2865	1.5~3.0	3V CONSTANT	9200	0.16	7770	0.87	1.98	20.2	1.61	12.7	129	4.70
RE-280RA-2485	1.5~4.5	3V CONSTANT	7000	0.12	5800	0.58	1.68	17.2	1.02	9.81	100	2.80
RE-280SA-2865	1.5~4.5	3V CONSTANT	7100	0.16	6000	0.88	2.58	26.3	1.62	16.7	170	4.80
RE-280SA-2295	3~6	6V CONSTANT	9600	0.14	8150	0.78	3.27	33.3	2.79	21.6	220	4.40

DIRECTION OF ROTATION

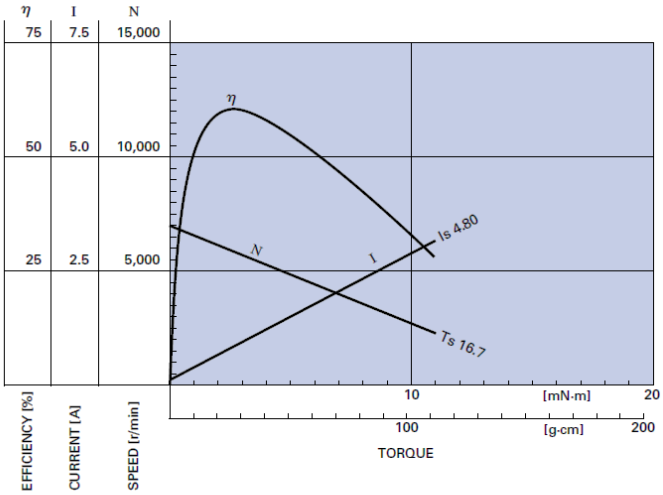


UNIT: MILLIMETERS

RE-280RA-2865 3.0V



RE-280SA-2865 3.0V



MABUCHI MOTOR CO., LTD. Headquarters 430 Matsuhidai, Matsudo City, Chiba, 270-2280 Japan. Tel:81-47-710-1177 Fax:81-47-710-1132 (Sales Dept.)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

DOCUMENTATION TECHNIQUE : MOTORISATION
TRANSMOTEC – DC MOTORS

Transmotec

DC Motors 1W-100W General Catalogue

370C SERIES

DC-motors brush type low voltage designed especially for low cost and mass production. The motors are available with carbon or metal brushes and with integral emc filters as varistor and or capacitors. Please see the last part code digits shown in price list. Applications include scanners, mirrors, locks, toys, consumer goods, automotive, cameras, medical, HVAC, fans, vending machines, office machines, pumps, tools etc. The motors are available also with gear heads and customization is welcome.

370C SERIES



TRANSMOTEC SWEDEN AB

MOTOR SPECIFICATIONS

- Low cost
- Integral ems filter varistor capacitor
- Sleeve bearings
- Carbon or metal brush
- Ambient operating temperature -10..+60°C
- Customization is welcome

MODEL NO. DESIGNATIONS

MODEL · □ · □

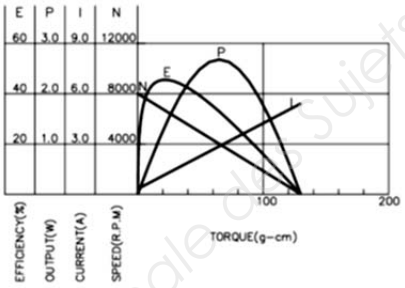
Carbon brush = C
Metal brush = M

V = Varistor
C = Capacitor

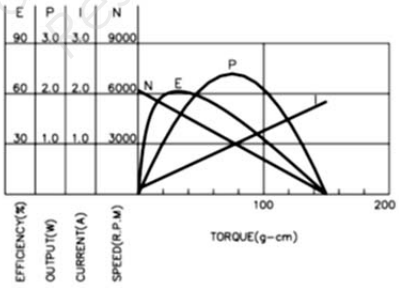
MOTOR DATA

MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY						STALL		
	OPERATING RANGE	NOMNAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT	EFF	CURRENT	TORQUE	
			rpm	A	rpm	A	g-cm	mN-m	W	%	A	g-cm	mN-m
370C-3055-N	1.5 – 4.5	3.0V CONSTANT	8000	0.300	6600	1.15	23.0	2.25	1.57	45.51	5.40	130	12.75
370C-22170-N	3.0 – 12.0	6.0V CONSTANT	6200	0.100	5200	0.36	25.0	2.45	1.33	61.57	1.84	150	14.71
370C-14350-N	6.0 – 18.0	12.0V CONSTANT	6200	0.055	5130	0.19	27.0	2.65	1.42	62.28	0.94	155	15.20
370C-08700-N	12.0 – 24.0	24.0V CONSTANT	6000	0.045	4800	0.09	25.0	2.45	1.23	56.94	0.36	125	12.25

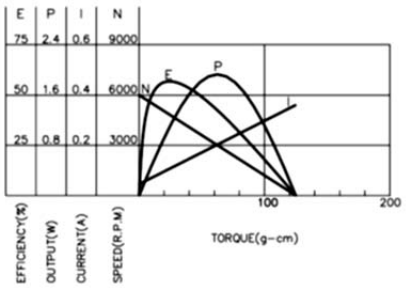
370C-3055-N 3.0V



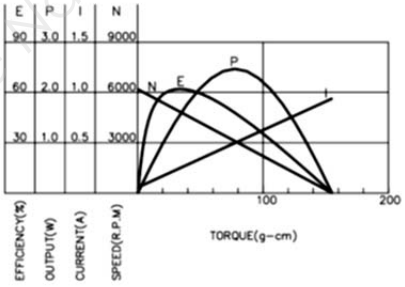
370C-22170-N 6.0V



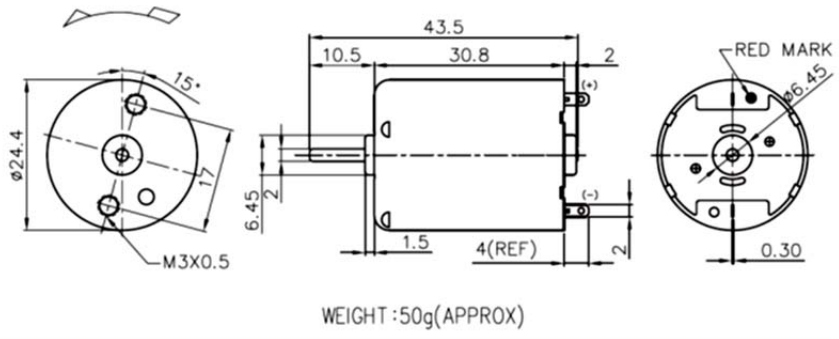
370C-08700-N 24.0V



370C-14350-N 12.0V



APPEARANCE SIZE



WEIGHT :50g(APPROX)

Base nationale des Sujets d'EXAMEN pour usage pédagogique

Transmotec www.transmotec.com

EXTRAITS DE DOCUMENTATION TECHNIQUE : COMPOSANTS D'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

COMPLEMENTARY 30V ENHANCEMENT MODE MOSFET — ZXMC3A17DN8



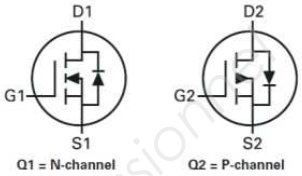
ZETEX SEMICONDUCTORS

SUMMARY

N-Channel : V(BR)DSS= 30V : RDS(on)= 0.050 ; ID= 5.4A
P-Channel : V(BR)DSS= -30V : RDS(on)= 0.070 ; ID= -4.4A

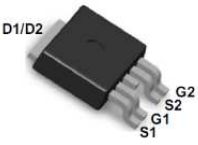
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	SYMBOL	N-channel	P-channel	UNIT
Drain-Source Voltage	V_{DSS}	30	-30	V
Gate-Source Voltage	V_{GS}	±20	±20	V
Continuous Drain Current (V_{GS}= 10V; T_A=25°C) (b)(d) (V_{GS}= 10V; T_A=70°C) (b)(d) (V_{GS}= 10V; T_A=25°C) (a)(d)	I_D	 5.4 4.3 4.1	 -4.4 -3.6 -3.4	A



Quantité	1 à 24	25 à 99	100 à 249	plus de 250
Prix unitaire HT	0,51 €	0,46 €	0,41 €	0,38 €

Dual N & P-Channel PowerTrench® MOSFET — FDD8424H



FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®

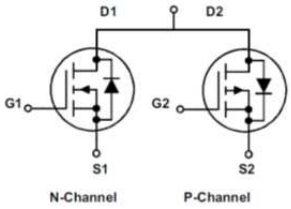
Features

Q1: N-Channel
- Max $r_{DS(on)}$ = 24mΩ at V_{GS} = 10V, I_D = 9.0A
- Max $r_{DS(on)}$ = 30mΩ at V_{GS} = 4.5V, I_D = 7.0A

Q2: P-Channel
- Max $r_{DS(on)}$ = 54mΩ at V_{GS} = -10V, I_D = -6.5A
- Max $r_{DS(on)}$ = 70mΩat V_{GS} = -4.5V, I_D = -5.6A

MOSFET Maximum Ratings T_C = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter		Q1	Q2	Units
V_{DS}	Drain to Source Voltage		40	-40	V
V_{GS}	Gate to Source Voltage		±20	±20	V
I_D	Drain Current - Continuous (Package Limited)		20	-20	A
	- Continuous (Silicon Limited)	T_C = 25°C	26	-20	
	- Continuous	T_A = 25°C	9.0	-6.5	
	- Pulsed		55	-40	



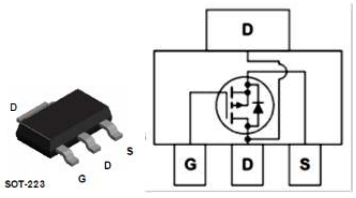
Quantité	1 à 24	25 à 99	100 à 249	plus de 250
Prix unitaire HT	1,06 €	0,79 €	0,63 €	0,45 €

P-Channel 2.5V Specified MOSFET — FDT434P

Absolute Maximum Ratings T_A=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter		Ratings	Units
V_{DSS}	Drain-Source Voltage		–20	V
V_{GSS}	Gate-Source Voltage		±8	V
I_D	Drain Current – Continuous	(Note 1a)	–6	A
	– Pulsed		–30	

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®



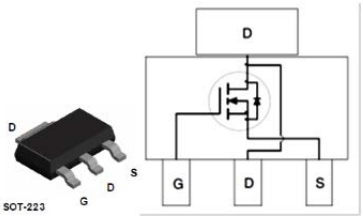
Quantité	10 à 20	30 à 90	plus de 100
Prix unitaire HT	0,65 €	0,50 €	0,40 €

N-Channel 2.5V Specified MOSFET — FDT439N

Absolute Maximum Ratings T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter		FDT439N	Units
V_{DSS}	Drain-Source Voltage		30	V
V_{GSS}	Gate-Source Voltage		±8	V
I_D	Drain Current - Continuous	(Note 1a)	6.3	A
	- Pulsed		20	

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®



Quantité	10 à 20	30 à 90	plus de 100
Prix unitaire HT	0,74 €	0,65 €	0,50 €

Base documentaire des sujets d'examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

DOCUMENTATION TECHNIQUE : PILE ALCALINE

BATTERY INDUSTRIALLY **LR6**

Type Designation	4006
Designation IEC	LR6
System	Zn-MnO_2 (Alkaline)
Shelf Life (Coding)*	5 years
Nominal Voltage [V]	1.5
Typical Capacity C [mAh]	2600 (discharge with high-resistance)
Permissible Temperature Range	- 10 °C ... 50 °C
Weight, approx. [g]	23
Volume [ccm]	7.69

VARTA CONSUMER BATTERIES



DOCUMENTATION TECHNIQUE : LED

Low Current LED in ø 3 mm TLL.440

Features

- Low power consumption
- High brightness
- CMOS/MOS compatible
- Specified at I_F = 2 mA
- Luminous intensity categorized
- Yellow and green color categorized

VISHAY



Optical and Electrical Characteristics

T_{amb} = 25°C, unless otherwise specified

High efficiency red (TLLR440.)

Parameter	Test Conditions	Type	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Luminous intensity 1)	I_F = 2 mA	TLLR4400	I_V	0.63	1.2		mcd
		TLLR4401	I_V	1	2		mcd
Dominant wavelength	I_F = 2 mA		λ_d	612		625	nm
Peak wavelength	I_F = 2 mA		λ_p		635		nm
Angle of half intensity	I_F = 2 mA		φ		±25		deg
Forward voltage	I_F = 2 mA		V_F		1.9	2.4	V
Reverse voltage	I_R = 10 µA		V_R	6	20		V
Junction capacitance	V_R = 0, f = 1 MHz		C_j		50		pF

1) in one Packing Unit I_VMin./ I_V Max. ≤ 0.5

DOCUMENTATION TECHNIQUE : TRANSISTOR BIPOLAIRE

PNP general purpose transistors **BC856**

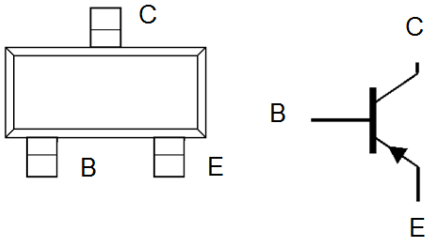
NXP founded by Philips

CHARACTERISTICS

T_{amb} = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector-base cut-off current	V_{CB} = –30 V; I_E = 0	–	–1	–15	nA
		V_{CB} = –30 V; I_E = 0; T_j = 150 °C	–	–	–4	µA
I_{EBO}	emitter-base cut-off current	V_{EB} = –5 V; I_C = 0	–	–	–100	nA
h_{FE}	DC current gain	I_C = –2 mA; V_{CE} = –5 V				
	BC856		125	–	475	
	BC857		125	–	800	
	BC856A; BC857A		125	–	250	
	BC856B; BC857B; BC858B		220	–	475	
	BC857C		420	–	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = –10 mA; I_B = –0.5 mA	–	–75	–300	mV
		I_C = –100 mA; I_B = –5 mA; note 1	–	–250	–650	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	I_C = –10 mA; I_B = –0.5 mA	–	–700	–	mV
		I_C = –100 mA; I_B = –5 mA; note 1	–	–850	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	I_C = –2 mA; V_{CE} = –5 V	–600	–650	–750	mV
		I_C = –10 mA; V_{CE} = –5 V	–	–	–820	mV

note 1: cas d'une utilisation impulsionnelle



FEATURES

Low current (max. 100 mA)
Low voltage (max. 65 V).

DOCUMENTATION TECHNIQUE : RÉSISTANCES NORMALISEES

- Valeurs ohmiques des résistances de la série **E12** ± 10 % (et leurs multiples de 10)

100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820

Ω

- Valeurs des puissances disponibles de résistance

¼	½	1	2	3	5	7	10	15	20	25

W

SESSION 2017

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

OUVRE BOCAL AUTOMATISÉ

TRAVAIL DEMANDE

Ce dossier comporte 7 pages repérées TD1 à TD7.

Temps conseillé :

➢ Lecture du sujet :	30 min
➢ Activité 1 :	10 min
➢ Activité 2 :	20 min
➢ Activité 3 :	25 min
➢ Activité 4 :	25 min
➢ Activité 5 :	15 min
➢ Activité 6 :	10 min
➢ Activité 7 :	10 min
➢ Activité 8 :	30 min
➢ Activité 9 :	25 min
➢ Activité 10 :	25 min
➢ Activité 11 :	15 min

Objectifs généraux de l'étude :

- *faire un choix de conception préliminaire à partir de différentes solutions proposées,*
- *élaborer et adapter une chaîne cinématique capable.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Étude de la fonction F.P 1 : OUVRIR un bocal de denrées alimentaires de manière semi-automatique en dévissant son couvercle.

Problématique de l'activité 1 : *à partir d'un panel de solutions différentes répondant au besoin initial, on souhaite faire un choix d'une solution adaptée de conception préliminaire.*

Critères pour un choix crédible : *les solutions 1 à 4 sont à l'état de conception préliminaire (descriptifs réalisés dans le dossier technique de **DT8** à **DT10**). Il reste donc à évaluer la capacité de chaque solution à répondre au besoin client : ouvrir un bocal en dévissant son couvercle. On identifiera donc pour chaque solution la capacité à :*

- ***s'adapter à la forme du bocal et couvercle : efficacité des contacts et des maintiens.***
- ***animer les mâchoires pour serrer et dévisser : nombre de motorisation nécessaire.***
- ***répondre au besoin le plus simplement possible : identification de la complexité.***

On propose donc les 4 critères de choix suivants :

*Critère 1 : **le nombre de contact** entre bocal en verre/pinces et couvercle /pinces.*

*Critère 2 : **la qualité des contacts** : linéique ou surfacique avec notation de 1 à 4 (1 mauvais, 2 moyen, 3 bon, 4 très bon). La multiplicité des contacts surfaciques permet une bonne répartition des efforts.*

*Critère 3 : **le nombre de motorisation** pour effectuer la tâche requise « ouvrir un bocal » A voir pour chaque solution dans le tableau descriptif (nomenclature partielle).*

*Critère 4 : **la complexité relative du mécanisme** liée à l'estimation du nombre de composants. Plus le nombre est important plus le système est complexe à mettre en œuvre. Voir pour chaque solution dans le tableau descriptif (nomenclature partielle). On a cependant, pour toutes ces solutions, occulté la visserie et les petits éléments.*

Q 1. En complétant le tableau fourni sur le document réponse **DR1**, proposer un choix argumenté d'une solution.

Problématique de l'activité 2 : *une solution préliminaire s'est distinguée, il s'agit maintenant d'adapter la chaîne d'énergie. Les objectifs sont de déterminer le (ou les) actionneur(s) capable(s).*

Q 2. Avec les contraintes pour dévisser le couvercle données dans le dossier technique **DT5**, quelle serait la fréquence de rotation ω en rad·s^{-1} puis **N** en tr·min^{-1} pour l'ouverture d'un bocal (fréquence de rotation relative du couvercle par rapport au bocal) ?

Q 3. En déduire la puissance minimale requise en sortie pour l'ouverture d'un bocal.

Q 4. Le rendement estimé d'un tel mécanisme est en première approche voisin de 0,3. Quelle doit-être la puissance minimale fournie par le moteur électrique à courant continu ?

Q 5. À l'aide du schéma structurel de la solution retenue fourni dans le dossier technique **DT14**, définir le repère de la tension d'alimentation du moteur. À quelle valeur est-elle imposée dans le dossier technique **DT6** ?

Q 6. À partir des tableaux des documentations constructeurs fournies dans le dossier technique **DT17** et **DT18**, choisir le moteur adapté. Si plusieurs moteurs conviennent, privilégier celui offrant le meilleur compromis (justifier).

Rappel : Les critères de choix sont : la tension, la puissance disponible, le courant minimum et la vitesse de rotation minimale.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Problématique de l'activité 3 : *le concepteur a réduit la motorisation à un seul moteur et décidé pour des raisons d'encombrement minimal un placement particulier du moteur qui impose un couple conique d'entrée. Il s'agit toujours d'adapter la chaîne d'énergie. Les objectifs sont de déterminer le réducteur intermédiaire à insérer.*

Le concepteur a réduit la motorisation à un seul moteur grâce à un réducteur à train épicycloïdal (voir dossier technique **DT11** et **DT12**). Ce dernier permet les serrages différés du bocal d'une part et du couvercle d'autre part. Après cette phase de serrages, le dévissage du couvercle par rapport au bocal se fait par rotation d'ensemble des crémaillères 2 du couvercle autour du pignon central de ces mêmes crémaillères. Le rapport de réduction du seul train épicycloïdal dans cette phase est de ***R3a* = 1/5**.

On veut donc un réducteur capable *(répondant au cdcf),* il vous faut donc compléter la chaine cinématique (voir diagramme blocs du dossier technique **DT13**).

Q 7. Calculer le rapport de réduction global de deux manières différentes :

- d'un point de vue cinématique*, (on prendra Nmoteur* = 6 000 tr/min *quel que soit le résultat de la question précédente),*
- d'un point de vue énergétique, (*exprimer le rapport en fonction des couples et des rendements*).
  On prendra en première approche un rendement de **0,8** pour le réducteur **R2**.

Q 8. Quel est selon vous celui à retenir ? Justifier votre réponse.

***Contraintes de construction imposées** : le concepteur souhaite pour une bonne ergonomie (prise en main du produit) réaliser un boîtier de taille minimale. En vue de dessus, la largeur interne du boîtier ne doit pas dépasser le diamètre externe de la couronne conique soit **d = 40 mm** (avec un peu de jeu).*

On prendra pour la suite comme rapport de réduction global : ***Rg = R1·R2·R3a* = 1/2 700**

Q 9. Déterminer alors complétement le réducteur **R2** : document réponse **DR1**

- en calculant le rapport de réduction de ce dernier,
- en prenant des pignons C identiques de nombre de dents ***Zc* = 16 dents** et en prenant des roues D identiques ***Zd* = 55 dents**. Par essais successifs, remplir le tableau document réponse **DR1**. Entourer la valeur correcte du nombre d'étages *n* nécessaire au réducteur **R2**,
- en esquissant sur le document réponse **DR1** le schéma du réducteur **R2**.

Base Nationale de sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Problématique de l'activité 4 : *le moteur étant choisi, à ce stade de la conception préliminaire, la commande électronique du moteur doit être réalisée. Ceci commence par le choix des composants d'électronique de puissance de la carte électronique de commande.*

Le concepteur a choisi une motorisation de chez **Mabuchi** : référence **RE - 280 SA - 2865**. Une pré-étude a permis d'établir le schéma structurel de la partie électronique (voir dossier technique **DT14**) où un étage de puissance d'alimentation du moteur est représenté. Dans la documentation technique **DT19**, quatre composants de puissance sont proposés : caractéristiques principales et prix indicatifs.

Q 10. À l'aide de la documentation constructeur **DT17**, indiquer le courant nominal du moteur (en charge), ainsi que son courant maximal.

Q 11. En complétant le tableau fourni sur le document réponse **DR2**, proposer un choix technico-économique de la commande en puissance du moteur.

Problématique de l'activité 5 : *lors de la phase de dévissage du couvercle, ce dernier se déplace sur 6 rampes hélicoïdales **DT1** et s'élève verticalement d'environ* **1,5 mm**. *Cela implique une adaptation des pinces de serrage du bocal pour compenser cette variation de hauteur. On rappelle que ces pinces doivent toujours adhérer au bocal.*

Q 12. Proposer une solution simple permettant de compenser la variation de distance. Croquis à main levée sur le document réponse **DR2**.

Problématique de l'activité 6 : *afin que l'ensemble des roues puisse tourner les unes par rapport aux autres sans trop de frottement, un jeu axial noté «J» est indispensable. Ce jeu est le résultat de l'empilement total de l'ensemble des roues ainsi que des intervalles de tolérance de fabrication de chaque roue. L'entreprise constate que ce jeu entraîne une trop grande mobilité axiale de la roue Rb, mobilité qui peut parfois conduire à ce que la liaison engrenage entre la roue Ra et Rb ne soit plus assurée correctement et ce surtout lors d'un dévissage de bocal récalcitrant.*

Voir DR3

Q 13. Proposer une solution simple permettant de créer un appui permanent entre la couronne d'une part et le bâti d'autre part. Cet appui devra intégrer cette variation de distance avec suffisamment de souplesse. On pensera aussi que la roue Rb est animée d'un mouvement de rotation et que le bâti, lui, reste fixe. Croquis à main levée sur le document réponse **DR3**.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé - Tous droits réservés

Problématique de l'activité 7 : *le fonctionnement de l'ouvre bocal étant défini, il convient maintenant de réaliser la programmation du microcontrôleur. Cette tâche commence par l'ordinogramme du programme principal.*

Le concepteur a établi le fonctionnement souhaité en marche normale sous la forme du chronogramme fourni dans le dossier technique **DT15**.

Q 14. Compléter l'ordinogramme fourni sur le document réponse **DR4** afin qu'il traduise le fonctionnement souhaité.

Problématique de l'activité 8 : *pour certains bocaux, l'effort de déblocage étant trop important, le moteur bloque pendant des périodes non négligeables provoquant son échauffement. Une surconsommation est ainsi engendrée. Pour pallier ce problème, une coupure automatique du moteur est envisagée lors d'une surintensité*

Le circuit de détection sur le schéma structurel fourni dossier technique **DT14** intègre une résistance de puissance ***R7*** pour la mesure du courant moteur.

L'analyse du fonctionnement avec cette sécurité supplémentaire est définie par l'ordinogramme du programme sous interruption périodique **(DT16)**, où le seuil de surintensité a été choisi.

Q 15. Pourquoi la mesure de l'intensité d'un moteur à courant continu permet de contrôler le couple fourni par ce dernier ?

Q 16. Calculer la valeur de la résistance ***R7*** afin d'obtenir pour le seuil de surintensité choisi sur les courbes du document technique **DT16**, un potentiel de **2,5 V** au point ***Vc*** du schéma structurel.

Q 17. À l'aide de la documentation des résistances normalisées (voir dossier technique **DT20**), choisir les caractéristiques nominales de la résistance ***R7***.

Q 18. En fonction de la valeur choisie de ***R7***, recalculer le nouveau potentiel au point ***Vc*** du schéma structurel. Avec les informations techniques sur le C.A.N du microcontrôleur (voir document technique **DT16**), déterminer ensuite la valeur du paramètre « ***N*** » pour la surintensité choisie.

Q 19. Pour la valeur de la surintensité choisie, mesurer sur la courbe donnant l'intensité dans ***R7*** lors d'une surintensité, le temps de la surintensité avant la coupure du moteur.

Q 20. Pendant la surintensité, indiquer combien de fois le programme d'interruption s'exécutera ? En déduire alors la valeur de « ***nb*** » du programme décrit par l'ordinogramme du programme sous interruption périodique.

Q 21. À l'aide d'une couleur distincte, modifier l'ordinogramme du document réponse **DR4** afin d'y intégrer le bit interne « ***Surintensité*** ».

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

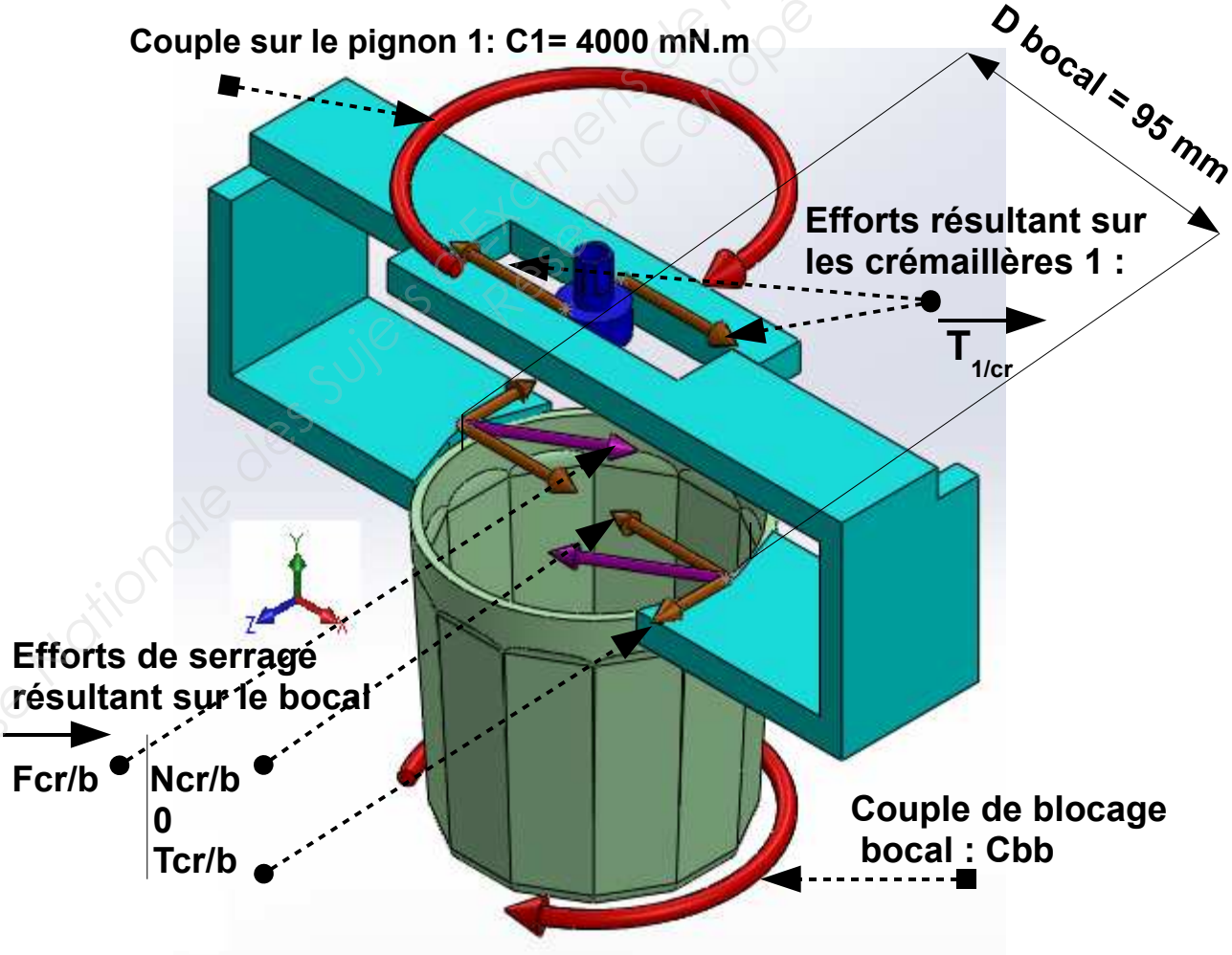
Problématique de l'activité 9 : *s'assurer du maintien du bocal lors de l'ouverture d'un couvercle. La condition impérative à vérifier est d'obtenir un maintien du bocal en verre par les pinces. Si ce maintien n'était pas suffisant, il y aurait alors glissement au niveau du contact pinces-bocal, rendant tout dévissage du couvercle impossible. Il s'agit donc de vérifier la condition 1 suivante.*

Condition1 : bloquer en rotation le bocal. Cela nécessite une condition sur le couple de blocage bocal C_{bb} telle que $C_{bb} > C_{dc}$
(avec $C_{dc} = C_{déblocage\ couvercle} = 5\ 000$ mN·m)

On partira donc du postulat suivant :

- sur le couvercle le couple de déblocage est de **5 000 mN.m** exercé sur le pignon 2 (lors du dévissage du couvercle il y a rotation des crémaillères 2 autour du pignon 2).
- sur le bocal le couple exercé sur le pignon 1 est de **4 000 mN.m.**
- Pour cela on propose une modélisation mécanique suivante et on donne les éléments techniques essentiels suivants :
  - le pignon 1 (serrage mâchoires bocal) a 10 dents et un module m = 1,3 mm ;
  - le coefficient d'adhérence entre pinces et bocal en verre : $f = \tan\varphi$ est à rechercher ;
  - Le diamètre de serrage des pinces est de d = 95 mm au niveau du bocal en verre.

Visualisation de la modélisation mécanique proposée ci-dessous :



Il convient donc *de vérifier la condition 1.*

Q 22. Calculer les efforts transmis du pignon central 1 sur les crémaillères bocal (efforts notés ***T1/cr***), c'est-à-dire l'effort sur le bocal (notés ***Ncr/b***).

$$T1/cr = Ncr/b$$

Q 23. Calculer les efforts (notés ***Tcr/b***) nécessaires au blocage du bocal.

On partira de $C_{bb} = C_{dc}$

Q 24. Quel serait le coefficient d'adhérence **f** minimal entre pinces et bocal à imposer ?

Q 25. Par sécurité, le coefficient d'adhérence retenu est f = 0,35 (c'est une valeur majorée), et ce coefficient peut être considéré comme important ou délicat à obtenir. Que proposez-vous comme solution technologique pour obtenir un tel coefficient d'adhérence ?

Étude de la fonction F.C 6 : être alimenté avec une source d'énergie autonome

Problématique de l'activité 10 : *l'alimentation par piles standards étant choisie, on souhaite vérifier l'autonomie en fonction de l'utilisation imposée dans le cahier des charges fonctionnel* (voir dossier technique **DT6**).

- le concepteur a choisi une alimentation par piles **LR6** dont la documentation technique est fournie dans le dossier technique **DT20** ;
- le courant moteur a été mesuré lors des essais de motorisation (voir dossier technique **DT2**) ;
- on néglige l'énergie consommée par les composants du circuit électronique.

Q 26. Combien de piles sont nécessaires pour alimenter l'ouvre bocal ? Comment doivent être associées ces dernières ?

Q 27. Pour chacune des périodes ***t1***, ***t2***, ***t3*** et ***t4*** mentionnées sur **DT2**, calculer :

- l'intensité moyenne du courant dans le moteur,
- la quantité d'électricité consommée en mA·h pendant cette période.

➔ Présenter les résultats sous la forme d'un tableau du type suivant :

	t1 =	***t2 =***	***t3 =***	***t4 =***
I_{moyen} (A)				
Q (mA·h)				

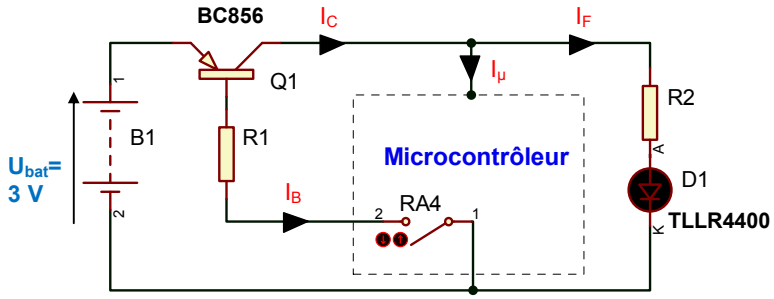
Q 28. En déduire la quantité d'électricité totale consommée (en mA·h) lors du cycle d'ouverture complet du bocal.

Q 29. Le cahier des charges fonctionnel est-il satisfait ? Justifier votre réponse.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Problématique de l'activité 11 : *pour maintenir la charge des piles lors des périodes de non utilisation, un transistor bipolaire permet de couper l'alimentation en énergie du microcontrôleur. Il reste cependant à déterminer les résistances du montage.*

La structure équivalente d'alimentation de l'ouvre bocal est la suivante :



La sortie du microcontrôleur est matérialisée par un contact relié au 0 V (transistor NPN à collecteur ouvert).

L'intensité consommée par le microcontrôleur est environ de I_μ **= 1,2 mA**

Les caractéristiques du transistor et de la diode électroluminescente sont données dans le dossier technique ***DT20*** *(valeurs typiques).*

Q 30. Dans le cas où le transistor est saturé (V_{CESat} **= 75 mV**) et que la diode est convenablement alimentée, déterminer la tension aux bornes de **R2,** puis calculer sa valeur ohmique.

Q 31. Choisir la résistance ***R2*** dans la série **E12** fournie dans le dossier technique **DT20.**

Q 32. Déterminer le courant I_B de saturation minimal du transistor (remarque : $h_{FE} = \beta$).

Q 33. Dans le cas où le transistor est saturé, déterminer la tension aux bornes de ***R1***, puis calculer sa valeur ohmique.

Q 34. Choisir la résistance ***R1*** dans la série **E12** fournie dans le dossier technique **DT20.**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

SESSION 2017

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E4

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME MICROTECHNIQUE

OUVRE BOCAL AUTOMATISÉ

DOCUMENTS REPONSES
A AGRAFER DANS LA FEUILLE DE COPIE

Ce dossier comporte 4 pages repérées DR1 à DR4.

DR1 : ***Activité 1 :*** ***recherche d'une solution adaptée de conception préliminaire***
Activité 3 : ***schéma du réducteur R2.***

DR2 : ***Activité 4 :*** ***recherche de composants de puissance de la commande du moteur.***
Activité 5 : ***dessin à main levée des pinces.***

DR3 : ***Activité 6 :*** ***solution simple d'appui permanent entre la couronne et le bâti.***

DR4 : ***Activité 7 :*** ***structure algorithmique de la commande de l'ouvre bocal.***

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

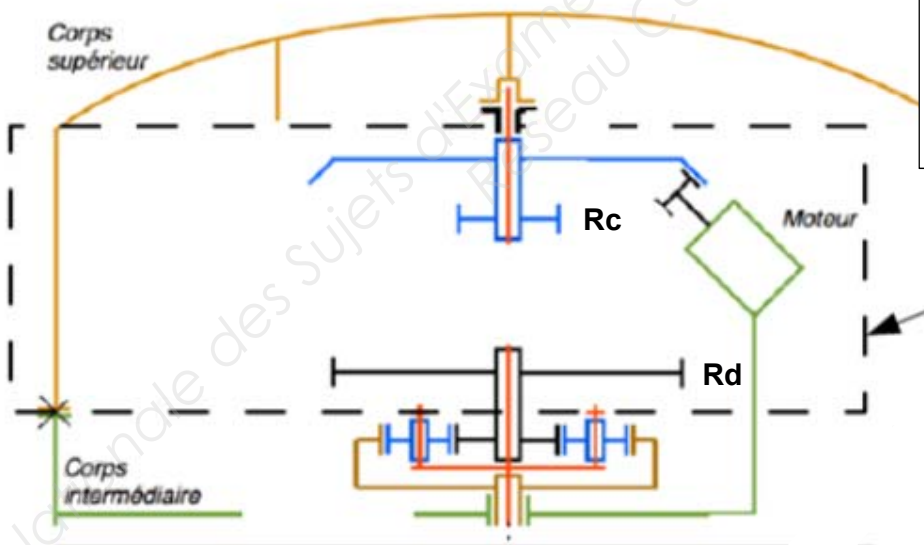
Activité 1 : recherche d'une solution adaptée de conception préliminaire

*Réponse à la question **Q1**.* **Tableau de choix raisonné : ouverture d'un bocal**

Solution : **Critères Choix**	**N°1** : Cames concentriques	**N°2** : Vés en opposition	**N°3** : Crémaillères	**N°4** : Liens souples
Critère 1 : **nombre de contacts *verre/pinces couvercle/ pinces***				
Critère 2 : **qualité du contact :** 1 mauvais - 2 moyen 3 bon - 4 très bon				
Critère 3: nombres de moteurs				
Critère 4 : nombre de composants estimés				
Synthèse (somme)				
Classement *(1 à 4)*				

Activité 3 : schéma du réducteur R2. *Réponse à la question **Q9**.*

Calcul de R2 :



n	1	2	3	4	5
$(Zc/Zd)^n$					

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

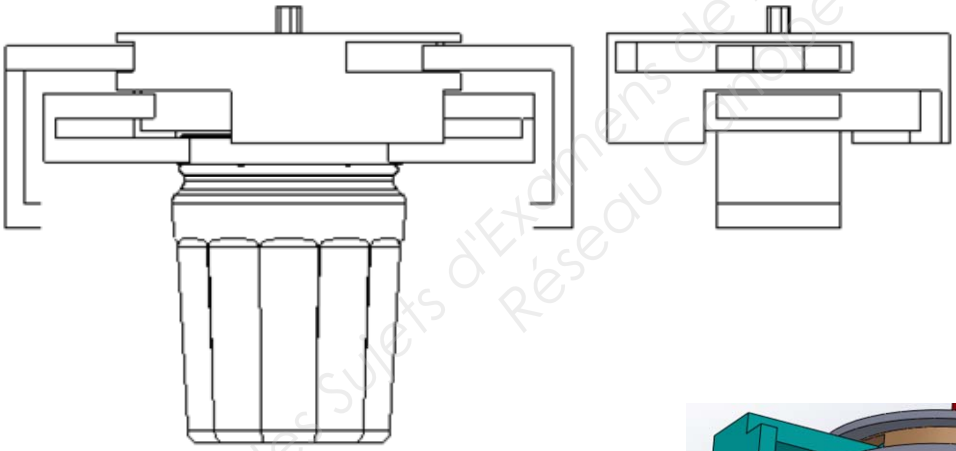
Activité 4 : recherche de composants de puissance de la commande du moteur

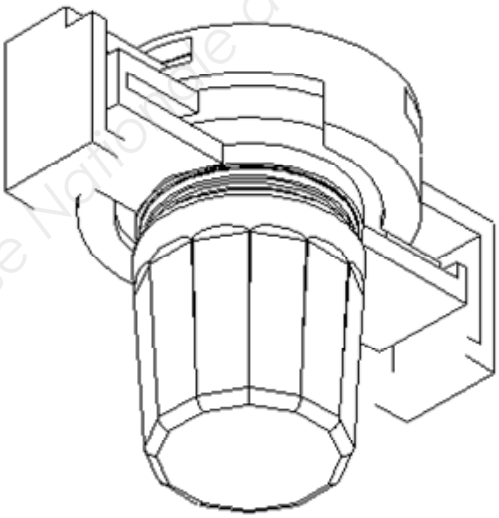
*Réponse à la question **Q11**.*

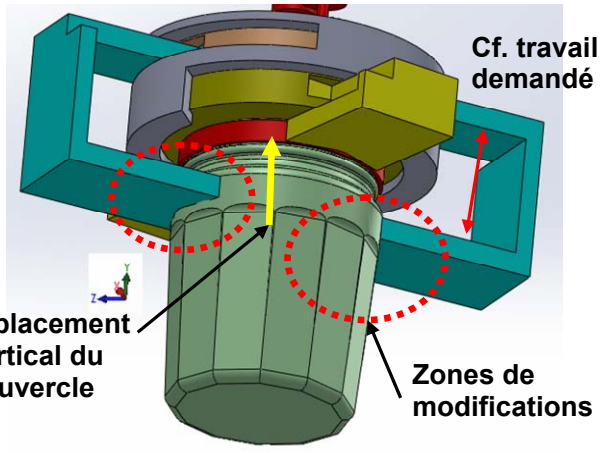
Référence du composant (voir **DT19**)	Nombre de composants nécessaires	Choix techniquement : - acceptation ou rejet de l'utilisation du composant selon le courant admissible - justifications	Calcul du coût total unitaire pour une présérie de 150 produits	Choix
ZXMC3A17DN8				
FDD8424H				
FDT434P				
FDT439N				

Activité 5 : dessin à main levée des pinces

*Réponse à la question **Q12***





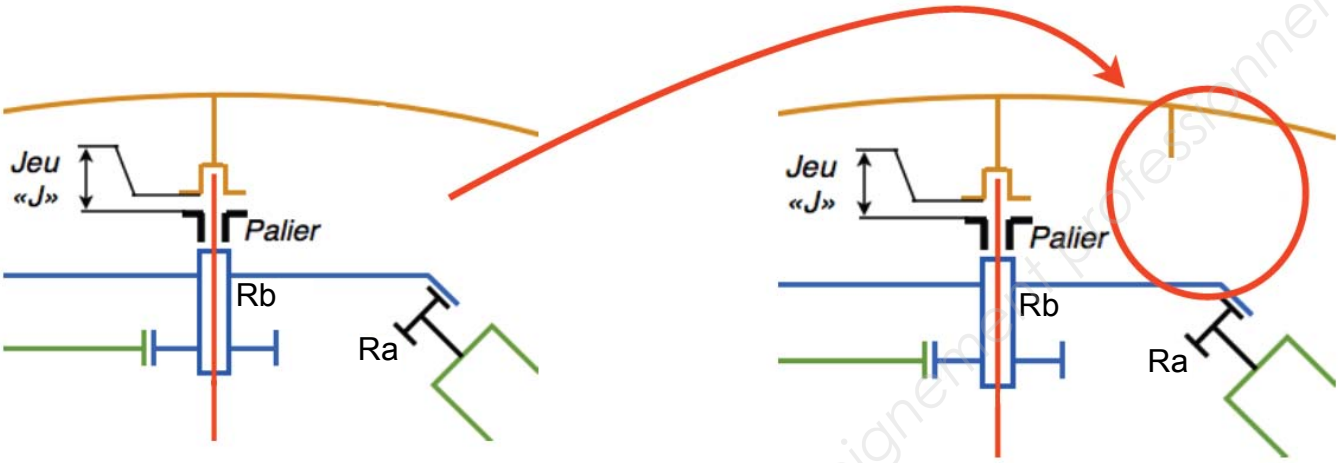


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

***Activité 6 :* solution simple d'appui permanent entre la couronne et le bâti**

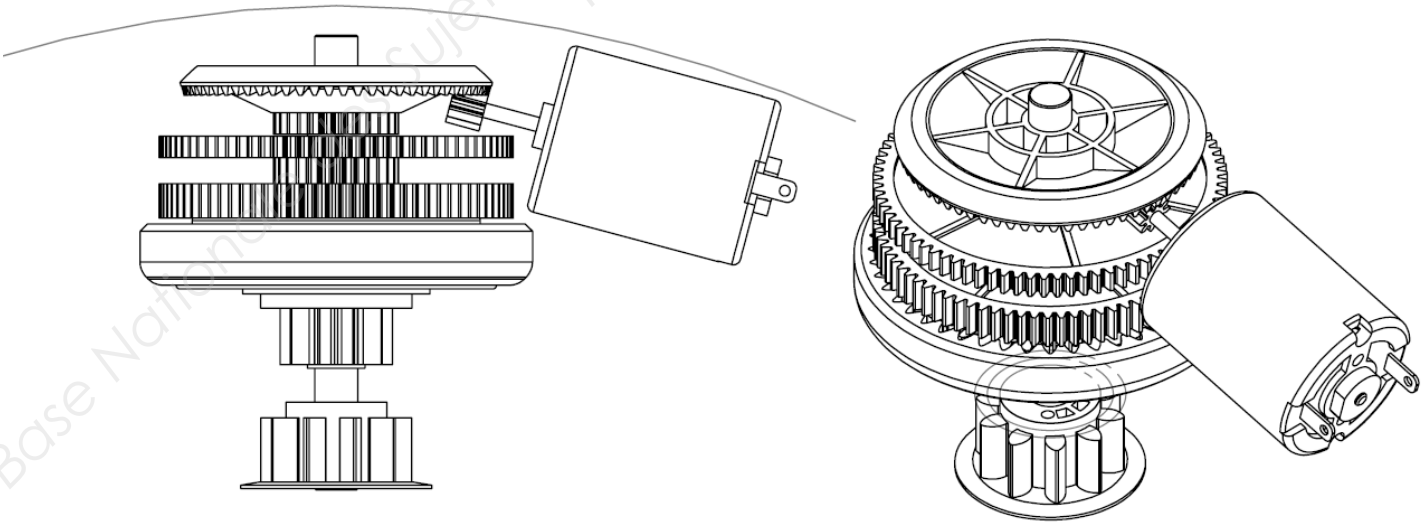
Réponse à la question ***Q13.***

Vues schématiques



Vues + réalistes (bâti non représenté - à esquisser partiellement)

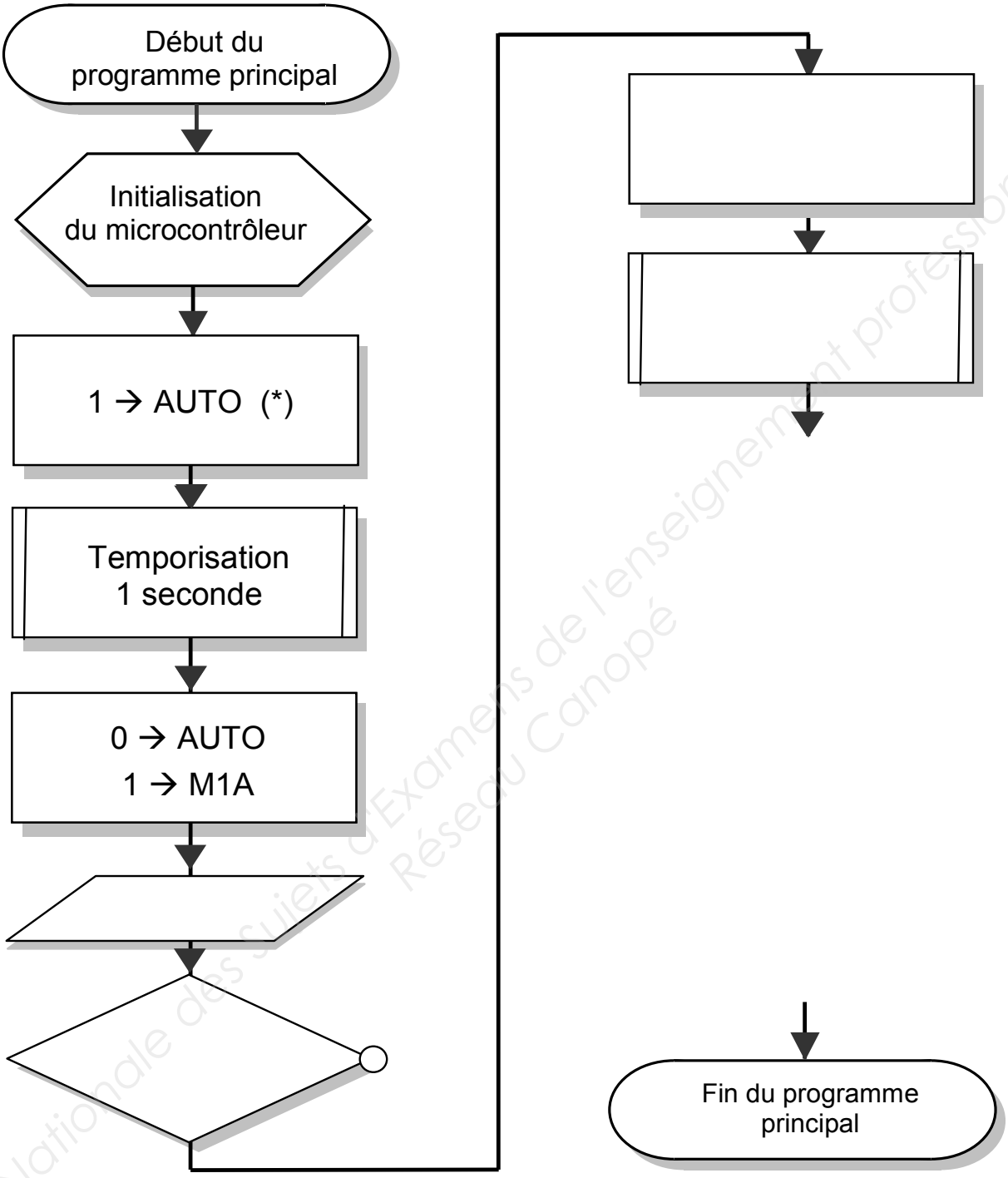
Nota : *la ligne courbe correspond à la limite interne du carter englobant supérieur.*



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement Professionnel
Réseau Canopé

Activité 7 : structure algorithmique de la commande de l'ouvre bocal

*Réponse aux questions **Q14** et **Q21**.*



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

(*) La notation « **1→ AUTO** » correspond à la mise à 1 de la variable **AUTO**.
Elle est équivalente à : **AUTO = 1**.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.