Banque PT, France

Session 2017, filière PT

Sciences industrielles C

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- I. Étude générale du système
- II. Fonctionnement cinématique interne du système
- III. Réalisation du train épicycloïdal
- IV. Commande du système et sûreté de fonctionnement
- V. Étude de conception et de fabrication de la transmission

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/banque-pt/pt/2017/si-c

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

Epreuve de Sciences Industrielles C

Durée 6 h

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'usage de calculatrices est interdit

Aucun document n'est autorisé

Composition du sujet :

- 1 cahier de 15 pages de texte, numérotées de 1 à 15.
- 15 pages de documents ressources, numérotés de I à XV.
- 1 calque format A3 **à rendre à la fin de l'épreuve**.
- 1 cahier réponses de 15 pages **à rendre à la fin de l'épreuve.**

Matériel autorisé : tous instruments usuels du dessinateur. Les tablettes à dessiner permettant de travailler sur des documents de dimension A3 sont autorisées.

Gestion du temps :

En admettant une durée de 15 minutes pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer environ 25 % du temps à la partie I, environ 20 % du temps à la partie II, environ 25 % du temps à la partie III, environ 10 % du temps à la partie IV, environ 20 % du temps à la partie V.

La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

Il est demandé aux candidats des dessins qui doivent traduire sans ambiguïté leurs intentions de conception. Pour cela, les candidats sont invités à faire preuve de rigueur dans leur tracé (en particulier, l'utilisation d'une règle ne pourra être que conseillée) et à donner toutes les précisions qu'ils jugeront pertinentes afin de permettre au jury d'évaluer la pertinence de leurs solutions.

Tournez la page S.V.P.

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Système HYBRID AIR

Présentation

Nous proposons d'étudier dans ce sujet le système oléopneumatique Hybrid AIR de propulsion automobile hybride, inventé par PSA (figure 1).

Pour répondre aux contraintes d'émission de CO_2, PSA a développé un système hybride capable de concurrencer les véhicules hybrides électriques en termes d'émission mais également en termes de coût et de recyclabilité des matériaux. En effet, la production des batteries et leur recyclage restent des points critiques du bilan carbone dans le développement des véhicules hybrides électriques.

La solution élaborée par PSA consiste à associer au moteur thermique un ensemble oléopneumatique constitué d'une pompe et d'un moteur-pompe hydrauliques ainsi que d'un réservoir de gaz sous haute pression. Cette hybridation associée à une boite de vitesse à variation continue permet d'utiliser le moteur à son meilleur point de rendement en mode purement thermique et en mode hybride ou bien d'utiliser seulement l'énergie stockée dans le réservoir à haute pression en mode zéro émission. L'ensemble du système est représenté sur le **document ressource I.**

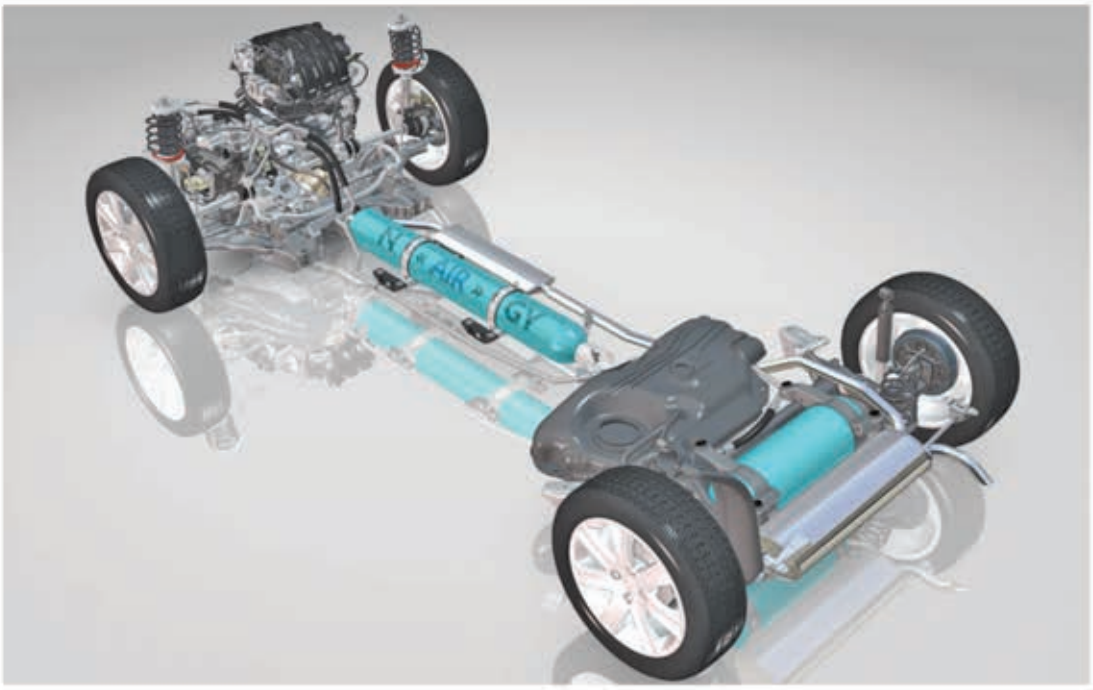


Figure 1 : Système Hybrid Air

Le système possède trois modes de fonctionnement décrits dans les documents ressources :

- Mode 1 : moteur thermique seul (**document ressource II**)
- Mode 2 : énergie pneumatique zéro émission (**document ressource II**)
- Mode 3 : mode combiné (**document ressource III**)

Le **document ressource IV** présente un schéma de principe simplifié de la transmission dont la technologie est détaillée sur le **document ressource V**.

Tournez la page S.V.P.

Le sujet s'articule autour de 5 sous parties largement indépendantes.

1. La première partie vous propose d'appréhender les besoins en stockage d'énergie pour le bon fonctionnement du système Hybrid Air *(énergétique)*.
2. La deuxième partie s'intéresse au fonctionnement cinématique du système en mode combiné ou en mode thermique seul *(transmission de puissance, cinématique)*.
3. La troisième partie porte sur la conception du train épicycloïdal *(théorie des mécanismes, conception)*
4. La quatrième partie concerne la partie commande du système et la sureté de fonctionnement *(réseau CAN, machine électrique, système combinatoire).*
5. Enfin dans la cinquième et dernière partie, nous étudions la conception et la fabrication d'un sous-système de la boîte de vitesse *(conception, hyperstatisme, procédés de fabrication, traitements thermiques des matériaux).*

I. Etude générale du système

Un premier moyen de réduire la consommation d'un véhicule consiste à récupérer en la stockant toute ou partie de l'énergie cinétique perdue lors d'une décélération. Il faut ensuite être capable de la réutiliser soit pour assister le moteur thermique, soit pour s'y substituer entièrement. Nous nous proposons dans cette partie d'étudier la viabilité d'un accumulateur oléopneumatique pour satisfaire les besoins en stockage d'énergie sur un véhicule automobile. Ce besoin est défini comme suit.

Le dispositif de stockage d'énergie doit permettre de restituer l'énergie nécessaire pour amener un véhicule de masse M = 1 500 kg, initialement au repos, à une vitesse de 50 km/h sur route horizontale.

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de cette énergie, hypothèse sera faite qu'aucune action résistante ne s'oppose au mouvement du véhicule (frottement, action de l'air, …).

Question 1 : Estimer le travail à fournir pour amener le véhicule à la vitesse annoncée de 50 km/h (env. 14 m/s).

Pour estimer les performances que l'on peut attendre du dispositif Hybrid Air, on limite l'étude dans un premier temps à la figure 2 où un seul accumulateur oléopneumatique est associé à un moteur-pompe hydraulique. Cela correspond à un extrait de la transmission présenté au **document ressource VIII**. Selon que cet accumulateur se vide ou bien se remplisse d'huile, le dispositif restitue ou emmagasine de l'énergie.

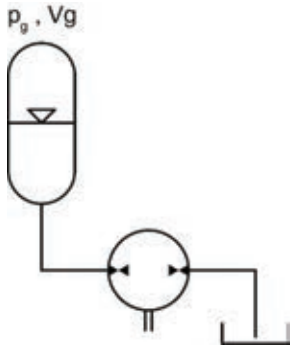


Figure 2 : Un seul accumulateur

Tournez la page S.V.P.

Hypothèses sur l'accumulateur :

- accumulateur à vessie (**document ressource VI**) de 25 L (volume imposé par l'encombrement admissible) ;
- la vessie est infiniment souple. La pression de l'huile à l'extérieur de la vessie est égale à la pression du gaz (diazote) à l'intérieur de la vessie ;
- le comportement associé au gaz est celui d'un gaz parfait ;
- dans un premier temps l'évolution est supposée isotherme (à 20° C);
- le volume de gaz maximal est de 25 L. Dans cette configuration la vessie épouse la paroi interne de l'accumulateur et toute l'huile a été chassée ;
- les pressions sont absolues.

La tenue en service des différents éléments hydrauliques impose une pression maximale de p_{max} = 350 bar ainsi qu'une pression minimale de p_{min} = 10 bar (1 bar = 10^5 Pa).

On se place dans une phase de compression (stockage de l'énergie) et on note :

- p_g et V_g la pression du gaz et le volume occupé par le gaz au cours de la compression;
- p_{gi} et V_{gi} les mêmes données en phase initiale (pas d'huile dans l'accumulateur V_{gi} = 25 L);
- p_{gf} et V_{gf} les mêmes données en phase finale (de l'huile est entrée dans l'accumulateur et la pression atteint la limite imposée $p_{gf} = p_{max}$).

Dans un premier temps, cet accumulateur est rempli d'une quantité de diazote telle qu'à la pression minimale ($p_{gi} = p_{min}$) toute l'huile est chassée (V_{gi} = 25 L).

Question 2 : Quel volume de diazote à la pression atmosphérique (1 bar) faut-il prévoir afin de remplir la vessie pour cette configuration (application numérique) ?

Question 3 : Calculer le travail que doit fournir l'huile au gaz pour que celui-ci soit comprimé à partir du volume initial jusqu'à la limite de p_{max}. Comparer au besoin.

On décide d'augmenter la quantité de diazote dans l'accumulateur. La figure 1 du **document ressource VII** donne le comportement isotherme pour différentes quantités de diazote.

Question 4 : Par une interprétation graphique sur cette figure, déterminer quelle quantité de gaz permet de stocker le plus d'énergie (la justification compte plus que le choix).

Pour éviter que la pression dans le reste du circuit ne passe en dessous de p_{min}, un deuxième accumulateur (dit accumulateur « basse pression » ou « réservoir basse pression ») est placé sur l'autre branche du circuit comme présenté sur la figure 3. Cela correspond à un extrait de la transmission présenté au **document ressource IX**.

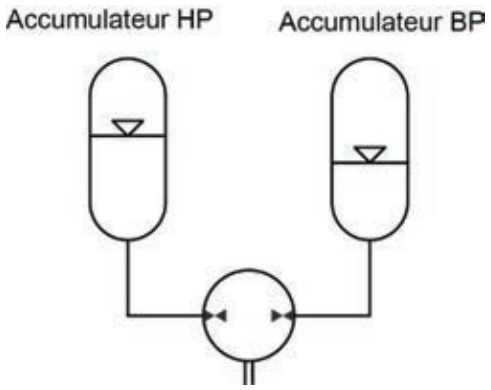


Figure 3 : Deux accumulateurs

Les courbes de la figure 2 du **document ressources VII** donne l'évolution des pressions dans les deux accumulateurs en fonction du volume d'huile échangé ΔV ($\Delta V = 0$ correspond à p_{max} dans l'accumulateur HP).

Question 5 : Evaluer à partir du graphique, l'énergie emmagasinée lors d'une phase de recharge complète d'énergie. Conclure sur la satisfaction du besoin.

Question 6 : Justifier en quoi une évolution non plus isotherme mais polytropique semble plus réaliste.

Question 7 : Indiquer et justifier en quel sens cela va modifier l'énergie que peut restituer le dispositif au véhicule lors d'une phase de détente brusque de l'accumulateur HP. La courbe de comportement isotherme est reprise dans le cahier réponse et peut éventuellement aider à la réponse.

Tournez la page S.V.P.

II. Fonctionnement cinématique interne du système

La partie précédente correspond essentiellement au mode zéro émission. Parallèlement au circuit hydraulique qui comprend les accumulateurs se trouve une transmission mécanique utilisée en mode combiné ou en mode thermique seul.

On se placera dans le cas où les accumulateurs ne sont pas exploités (pas de stockage ni de restitution d'énergie pneumatique) et on fera référence au **document ressource X**.

Question 8 : Montrer que la relation entre les fréquences de rotation N_m, N_3 et N_4 peut se mettre sous la forme ci-dessous où seront précisés les termes *a*, *b* et *c* en fonction des nombres de dents des roues jugés utiles.

$$a.N_m + b.N_3 + c.N_4 = 0$$

Les valeurs numériques de *a*, *b* et *c* sont données **document ressource X**.

Mode thermique seul

La boite de vitesse possède 2 rapports purement mécaniques qui correspondent au mode thermique seul. La gestion de ces rapports est présentée tableau 1

	(S1)	(S2)	Vanne pompe
Rapport court	Désaccouplé	Désaccouplé	Bloquante
Rapport long	Accouplé	Désaccouplé	Passante

Tableau 1 : Configuration des rapports mécaniques

Question 9 : Dans le cas du rapport court, donner le rapport de transmission entre les fréquences de rotation N_m et N_{diff} en fonction des nombres de dents jugés utiles. Justifier l'état de la vanne pompe.

Question 10 : De même, dans le cas du rapport long, donner le rapport de transmission entre les fréquences de rotation N_m et N_{diff} en fonction des nombres de dents jugés utiles. Justifier l'état de la vanne pompe.

Mode combiné

Dans ce mode, la transmission de puissance entre le moteur et le différentiel se distribue sur la partie mécanique et la partie hydraulique. Pour cela la configuration de la vanne et des accouplements est le suivant.

	(S1)	(S2)	Vanne pompe
Variateur	Désaccouplé	Accouplé	Passante

Tableau 2 : Configuration en mode combiné

De plus, en jouant sur les réglages des cylindrées de la pompe et du moteur-pompe, il est possible d'imposer un rapport variable entre leurs fréquences de rotation.

$$N_{mh} = k.N_{ph}$$

On supposera que k peut varier continument entre -0,5 et 10.

Question 11 : Montrer sous forme littérale que la transmission complète devient alors une CVT (transmission à variation continue).

Question 12 : Donner une estimation numérique de la plage de variation du rapport de transmission global entre N_{diff} et N_m en fonction de la plage de variation du rapport de transmission k.

Le **document ressource XI** présente les courbes caractéristiques du moteur thermique. On y observe que pour une puissance demandée (par exemple 50 kW), le moteur possède un point de fonctionnement optimal (meilleur rendement).

Question 13 : Quel est l'intérêt de pouvoir faire varier continument le rapport de transmission global ?

Question 14 : Comment est gérée la marche arrière ?

Question 15 : Rappeler la fonction d'un différentiel.

III. Réalisation du train épicycloïdal

La partie précédente a mis en évidence le rôle du train épicycloïdal utilisé comme répartiteur de puissance entre une transmission hydraulique et une transmission mécanique.

Le schéma de principe d'un train épicycloïdal de type I à 3 satellites est donné figure 1 du **document ressource XII**. On supposera que le contact entre les dentures, que ce soit au niveau planétaire/satellite ou satellite/couronne, est assimilable à une liaison ponctuelle.

Question 16 : Donner, en justifiant, le degré de mobilité et le degré d'hyperstatisme de cette modélisation.

La compacité du train (réduction de la taille de ses éléments) repose sur l'équi-répartition des efforts à transmettre sur les 3 satellites. On en déduit que lors de la transmission, et en raisonnant sur la couronne, celle-ci doit pendre appui « simultanément » sur les 3 satellites déjà en appui sur le planétaire.

L'étude de la mise en contact des dentures peut se faire au travers de l'assemblage du train. Pour simplifier cette étude, on considèrera en premier lieu :

- l'étude comme plane,
- un seul couple de dents en prise par engrènement,
- l'engrènement assimilable à une liaison ponctuelle.

L'assemblage du train peut s'imager de la manière suivante. Le planétaire et le porte-satellites sont supposés être les premiers éléments positionnés dans le bâti. Viennent ensuite les satellites positionnés sur le porte-stellites qui doivent être orientés pour tous les amener au contact du planétaire. Vient enfin la couronne, positionnée dans le bâti et qui doit elle aussi être orientée pour l'amener aux contacts avec les satellites.

Cependant, les défauts de réalisation (concentricité des liaisons, régularité angulaire des dentures …) conduisent à supposer qu'un seul satellite entre en contact avec la couronne (figure 2 **document ressource XII**). Pour autant, les jeux au niveau des 2 autres satellites doivent être considérés comme différents et petits.

Pour amener la couronne au contact des 2 autres satellites, il faut donc « se libérer » de sa liaison pivot avec le bâti. On suppose alors que sa position dans le plan puisse être ajustée de la manière suivante :

- orientation dans le plan (petite rotation α),
- son centre peut se déplacer légèrement dans les deux directions du plan (déplacements *u* et *v*).

Ce qui se traduit par le torseur des petits déplacements ci-dessous.

$$\{U_{1/0}\} = \left\{ \begin{array}{c} \alpha.\vec{z} \\ u.\vec{x} + v.\vec{y} \end{array} \right\}_O$$

Pour simplifier un peu plus l'étude, l'angle de pression sera supposé nul, d'où les orientations des liaisons sphère-plan de la figure 1 du **document ressource XIII** qui servira de support pour les calculs qui suivent.

Question 17 : Exprimer J_A (=0), J_B et J_C en fonction de α, *u*, *v* et *r*. Montrer alors que ces trois déplacements sont nécessaires et suffisants pour annuler les jeux J_B et J_C et maintenir le contact en (J_A *=0)*.

Question 18 : Proposer et justifier une nouvelle liaison entre le bâti et la couronne pour obtenir une modélisation isostatique.

La figure 2 du **document ressource XIII** donne le schéma d'architecture de la disposition retenue par PSA. La solution partielle étant donnée sur le **calque réponse**.

Question 19 : Pourquoi les deux roulements de droites sont-ils concentriques ?

Pour la réalisation de la solution technologique, le constructeur utilise un roulement rigide à bille comme celui présenté sur le **document ressource XIII** pour réaliser la liaison rotule de gauche.

Question 20 : Représenter sur le calque une solution constructive pour l'implantation de ce roulement. Les ajustements seront précisés et une attention toute particulière sera portée sur la montabilité de la solution présentée.

IV. Commande du système et sureté de fonctionnement

Dans cette partie, on s'intéresse à la commande du système, à la technologie des actionneurs et à la sureté de fonctionnement. Les entrées / sorties du système étudié sont décrites sur le **document ressource XIV**. La commande repose sur l'exploitation d'un bus CAN multiplexé qui relie le superviseur du sous-système Hydrid Air avec les superviseurs d'autres sous-systèmes.

Question 21 : En quoi consiste le multiplexage et quel est son intérêt dans une automobile ?

Question 22 : Le bus Can (Controller Area Network) est un bus de type série, asynchrone et half-duplex, très utilisé dans l'automobile. Expliquer chacun de ces termes.

Si deux nœuds communiquent sur le bus en même temps, la priorité est fixée selon l'identificateur de la trame codé sur 11 bits. Le mécanisme du « ET câblé » est utilisé, c'est-à-dire qu'un état dominant (bit à 0) écrase un état récessif (bit à 1).

Question 23 : A partir de cette règle, compléter le document réponse en reconstruisant la trame qui transite sur le bus et en indiquant les instants où les nœuds concernés perdent l'arbitrage.

Les cylindrées de la pompe et du moteur-pompe dépendent de l'inclinaison de leur plateau interne. Cette position angulaire est déterminée avec un capteur à effet Hall.

Question 24 : Expliquer le fonctionnement d'un capteur à effet Hall et représenter schématiquement la position des composants fixes et mobiles.

Le barillet sélecteur de mode qui commande mécaniquement les accouplements de la pompe et du moteur-pompe est activé par un moteur brushless.

Question 25 : Expliquer le fonctionnement du moteur brushless et pourquoi a-t-il été choisi dans le cas présent.

Le barillet sélecteur de mode commande mécaniquement les accouplements de la pompe (S1) et du moteur-pompe (S2) à l'aide de cames. Les 4 modes correspondent à 4 positions angulaires du moteur qui fait tourner le barillet et donc à la combinatoire des états possibles de S1 et S2. La répartition des états des variables S1 et S2 sur un tour du barillet est donné dans le **document ressource XIV**.

Question 26 : Expliquer pourquoi le constructeur a fait ce choix d'évolution des variables booléennes associées à S1 et S2.

La position angulaire du barillet peut être déterminée par un codeur absolu ou un codeur incrémental. Le constructeur a fait le choix d'utiliser un codeur incrémental pour des questions de coût.

Question 27 : Quelle conséquence peut avoir ce choix sur la sureté de fonctionnement, par exemple si le superviseur du système subi une remise à zéro durant le fonctionnement du véhicule ? Justifier.

En cas de remise à zéro du superviseur, il est nécessaire d'identifier le mode de fonctionnement engagé pour assurer le contrôle du système. L'analyse des vitesses fournies par les capteurs tachymétriques (**document ressource V)** doit permettre de retrouver la configuration de transmission en cours.

Question 28 : Exprimer les relations entre les vitesses *Ni* fournies par les capteurs tachymétriques permettant de retrouver l'état des variables S1 et S2.

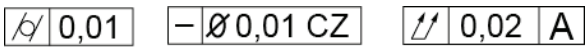
Tournez la page S.V.P.

V. Etude de conception et de fabrication de la transmission

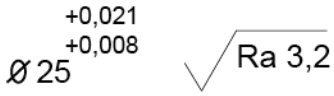
Dans cette partie, on propose d'étudier la conception et la fabrication d'une partie de la transmission.

On s'attache maintenant à concevoir le processus de fabrication de l'arbre de transmission dont le dessin de définition est présenté dans le **document ressource XV**.

Question 29 : A partir du dessin de définition (**document ressource XV**) et à l'aide des grilles GPS du document réponse expliquer les spécifications géométriques suivantes :



Question 30 : A partir du dessin de définition (**document ressource XV**) expliquer les spécifications suivantes :



On donne les informations suivantes concernant l'obtention des diverses entités de l'arbre :

- Le brut cylindrique est obtenu par laminage
- Toutes les surfaces extérieures à tailler ou rectifier sont réalisées d'abord en tournage
- Les surfaces nommées a, b et c sont obtenues par rectification cylindrique
- Les surface a, b, c ainsi que les cannelures et les dentures hélicoïdales nécessitent une trempe superficielle.

La composition de la nuance d'acier 16 Ni Cr Mo 13 choisie pour l'arbre est la suivante : 0,16% C ; 3,25% Ni ; 1% Cr ; 0,25% Mo

Question 31 : Justifier la nécessité d'effectuer une opération de cémentation avant la trempe compte tenu des caractéristiques du matériau utilisé.

Question 32 : Décrire les étapes de la mise en œuvre de l'opération de cémentation. Vous pourrez vous appuyer sur un ou des schémas.

Question 33 : Décrire les étapes de la mise en œuvre de l'opération de trempe. Vous pourrez vous appuyer sur un ou des schémas.

Question 34 : Quelles sont les caractéristiques mécaniques modifiées par ce dernier traitement thermique ?

Question 35 : Comment ont évolué les caractéristiques mécaniques HV, Rm, A% et K en surface et à cœur à la suite de l'enchainement des traitements de cémentation et de trempe?

Le processus de fabrication indique que les portées de roulement de l'arbre doivent être rectifiées.

Question 36 : Donner deux critères qui justifient la nécessité de rectifier les portées de roulement.

Question 37 : Décrire le procédé de rectification cylindrique. Vous pourrez vous appuyer sur un ou des schémas.

Question 38 : A partir des données du problème, définir les différentes phases permettant d'obtenir la pièce finie à partir d'une barre laminée et leur ordonnancement. Justifier.

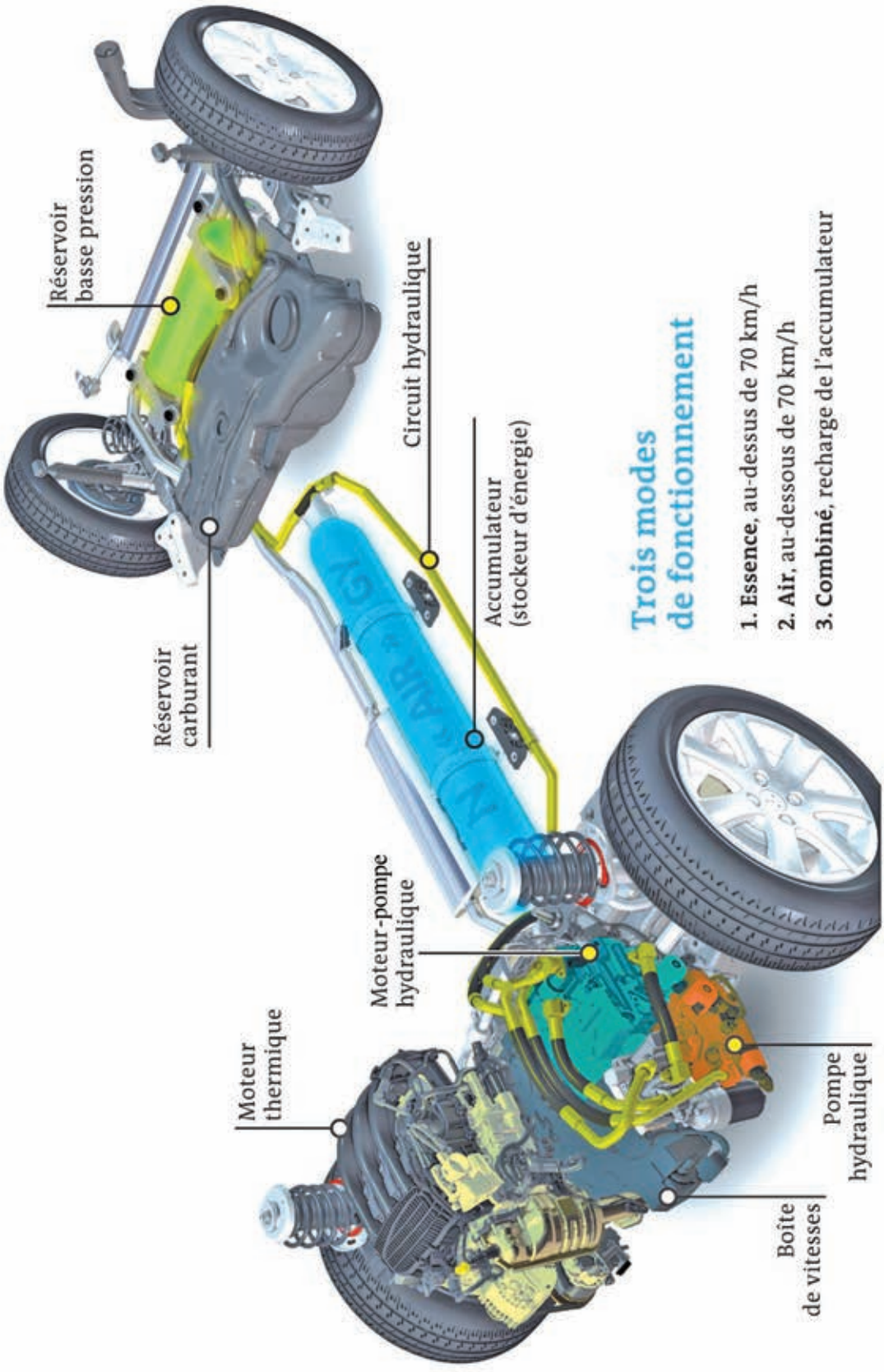
Afin d'assurer la lubrification, l'arbre est finalement creux et trois perçages radiaux uniformément répartis doivent être effectués sur la surface 1. Ces entités peuvent être réalisées sur des machines de type tour ou fraiseuse.

Question 39 : Proposer pour les deux types de machine les caractéristiques cinématiques minimales (le nombre d'axes de translation et de rotation) nécessaires à la réalisation de ces perçages sans démontage de la pièce. Vous détaillerez chaque cas avec une figure illustrant les mouvements relatifs entre la pièce et la machine d'une part, et l'outil et la machine d'autre part. Vous nommerez les axes concernés par X, Y et Z pour les translations et A, B, C pour les rotations respectivement autour de X, Y et Z. En tournage, l'axe Z est celui de la pièce alors que Z est l'axe de l'outil et de la broche en fraisage.

Question 40 : Compte tenu de la gamme proposée précédemment, laquelle de ces solutions paraît la plus appropriée d'un point de vue économique ? Justifier.

FIN DE L'ENONCE

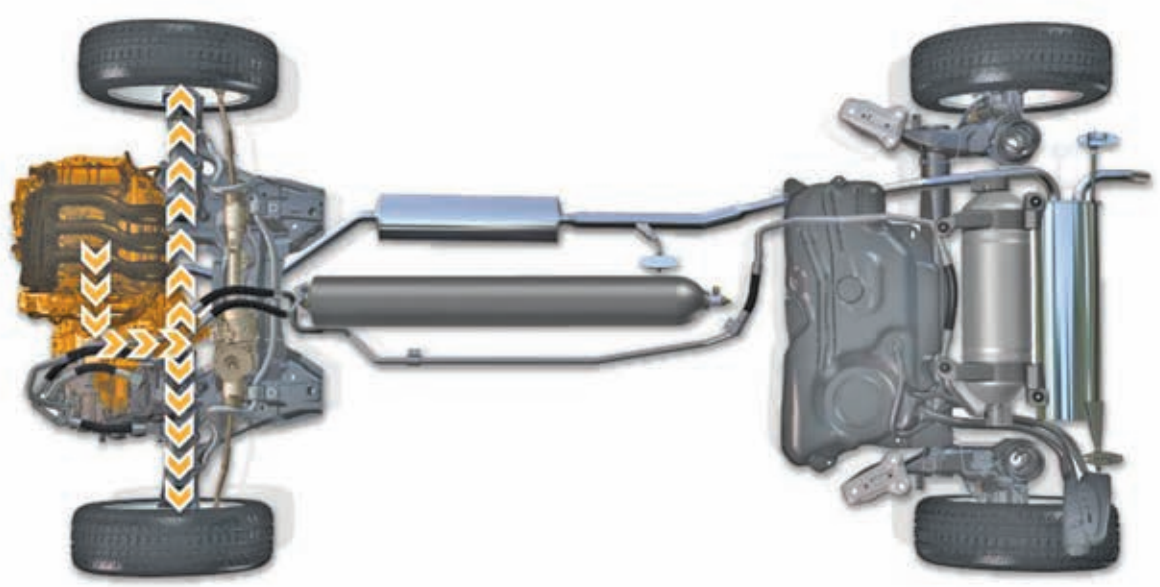
Présentation du système



DOCUMENT RESSOURCE I

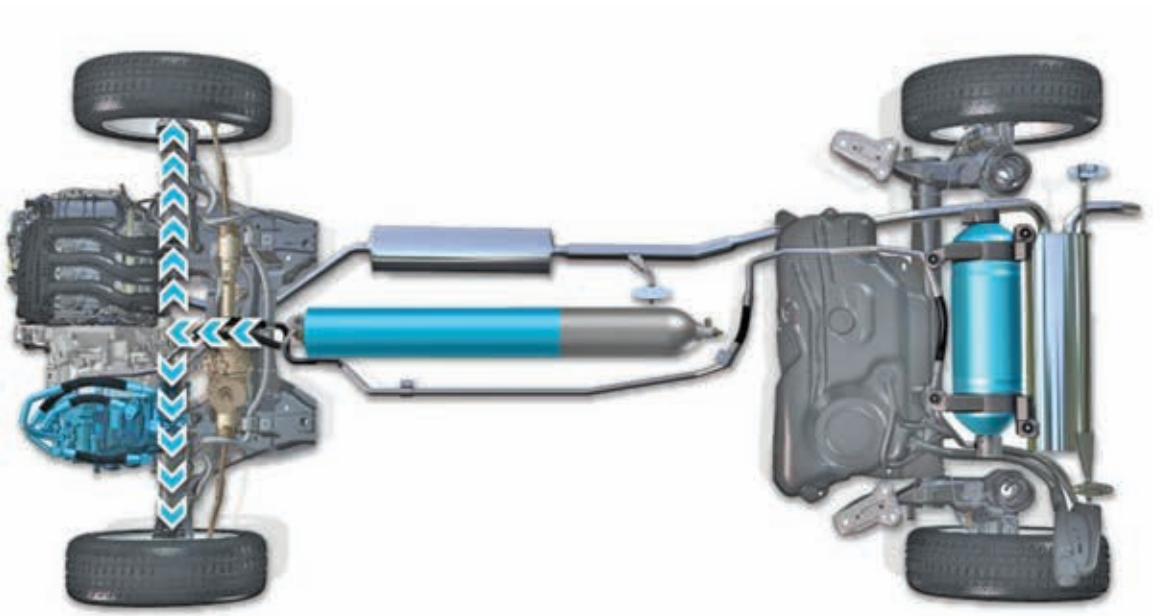
Mode de fonctionnement 1 : moteur thermique seul

Ce mode est utilisé à hautes vitesses. La boite de vitesse possède deux rapports purement mécaniques adaptés à ces hautes vitesses permettant de ne pas utiliser la partie hydraulique possédant un moins bon rendement que la partie purement mécanique.



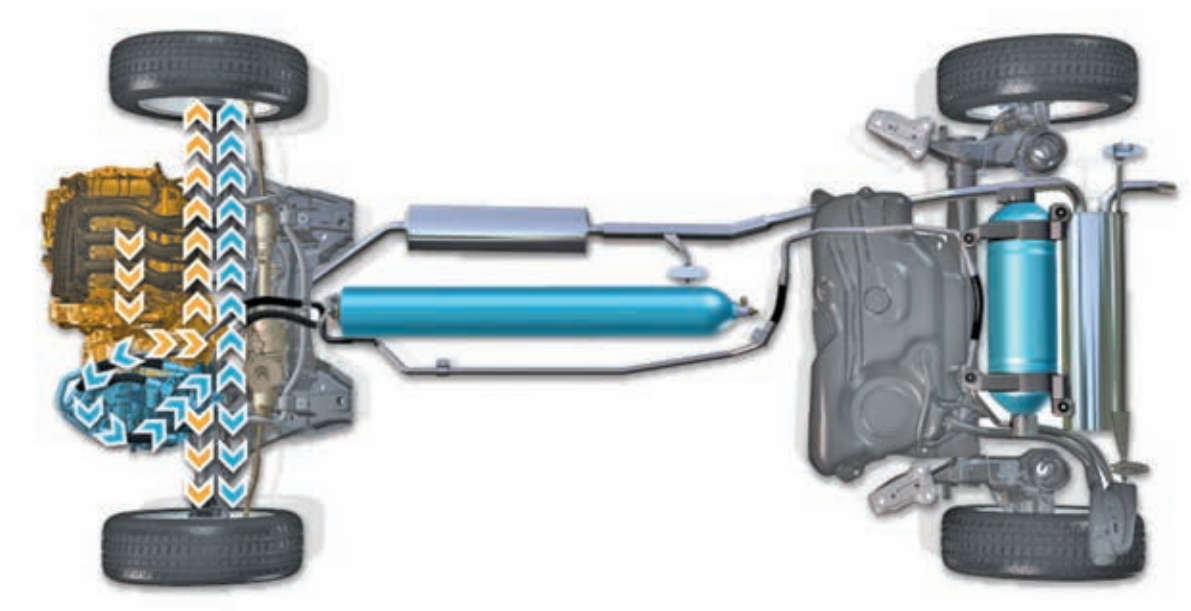
Mode de fonctionnement 2 : énergie pneumatique zéro émission

Ce mode est utilisé quand la puissance nécessaire à la roue est faible à faible vitesse, typiquement en ville. Dans ce mode, le gaz présent dans le réservoir haute pression pousse l'huile dans le moteur hydraulique qui fait tourner les roues.



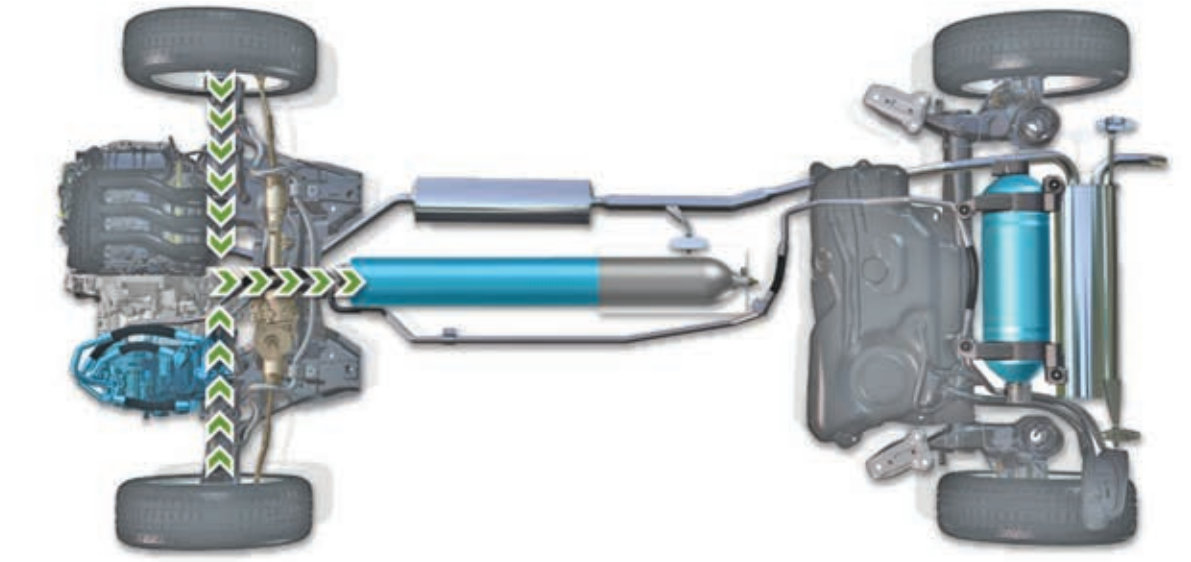
Mode de fonctionnement 3 : mode combiné

Ce mode est utilisé quand la puissance nécessaire à la roue est élevée, typiquement lors des accélérations ou les montées. Dans ce mode, l'énergie produite par le moteur thermique est distribuée aux roues ainsi qu'à la pompe hydraulique qui entraine le moteur hydraulique puis les roues. Ce mode combiné permet des économies d'énergie en faisant fonctionner le moteur dans sa plage de meilleur rendement. De plus, l'utilisation du gaz comprimé dans le réservoir haute pression permet de délivrer un flux d'huile supplémentaire pour un effet « boost » pendant quelques secondes.



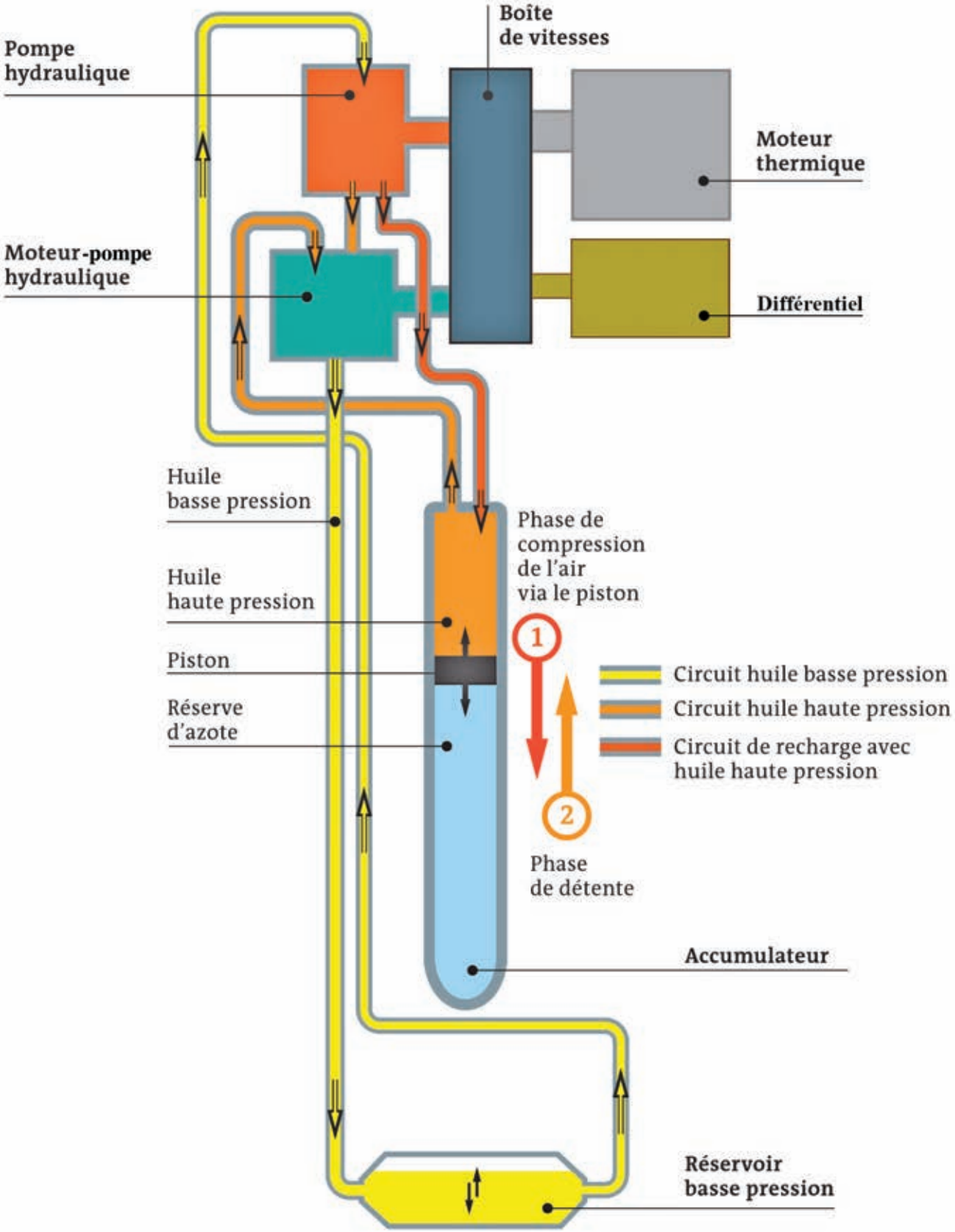
Remarque : recharge d'énergie

Lors des freinages l'huile peut être réinjectée dans le réservoir qui comprime le gaz. Si le réservoir se vide avant une phase de freinage ou de ralentissement, le moteur thermique se met en route et entraine la pompe qui comprime le réservoir.

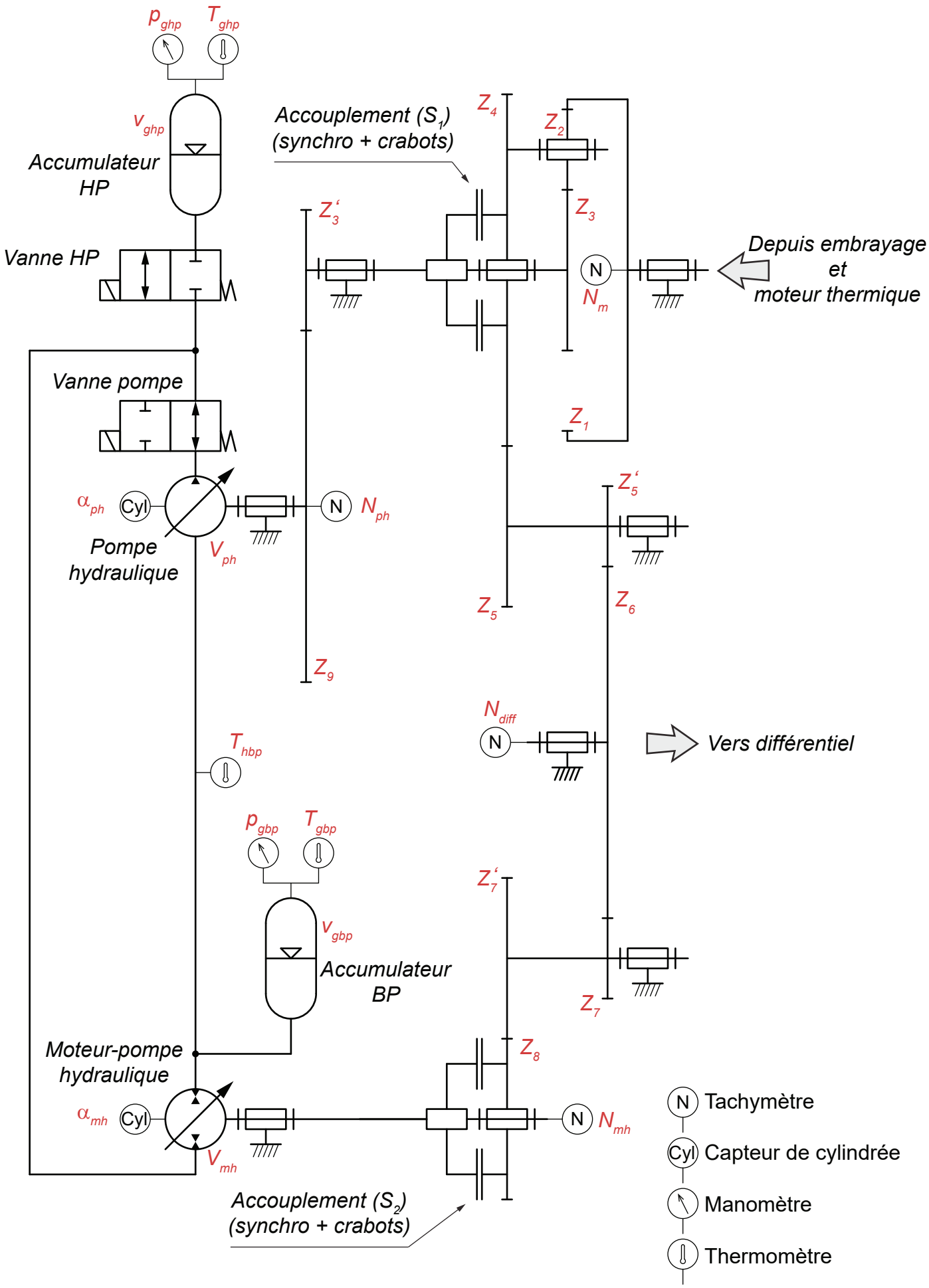


Tournez la page S.V.P.

Schéma du système



DOCUMENT RESSOURCE IV



Tournez la page S.V.P.

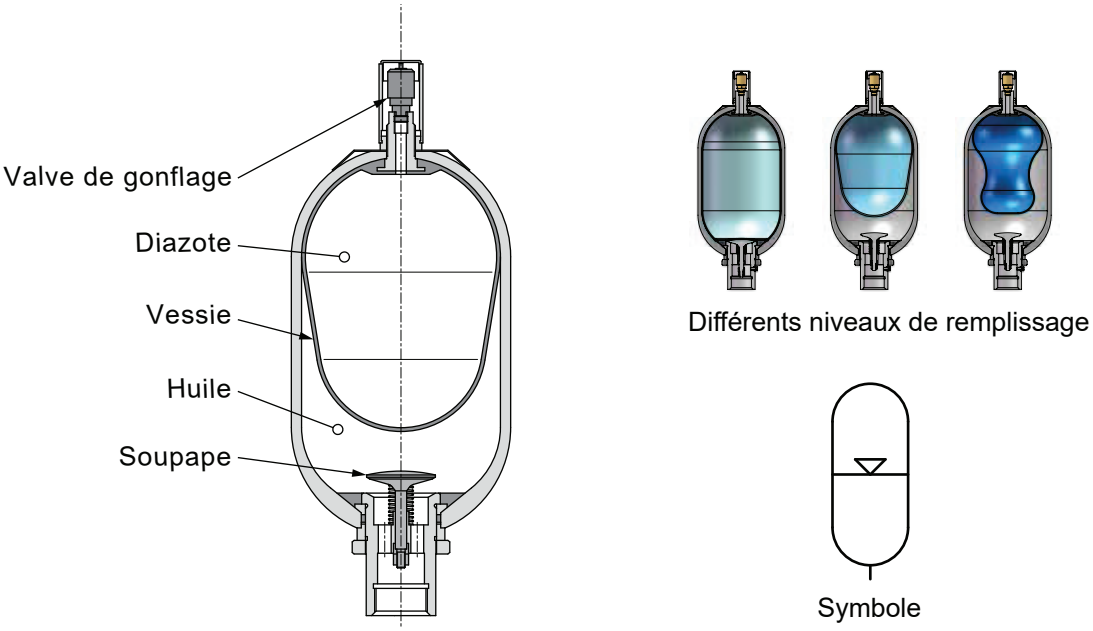


Fig 1 : accumulateur hydropneumatique à vessie

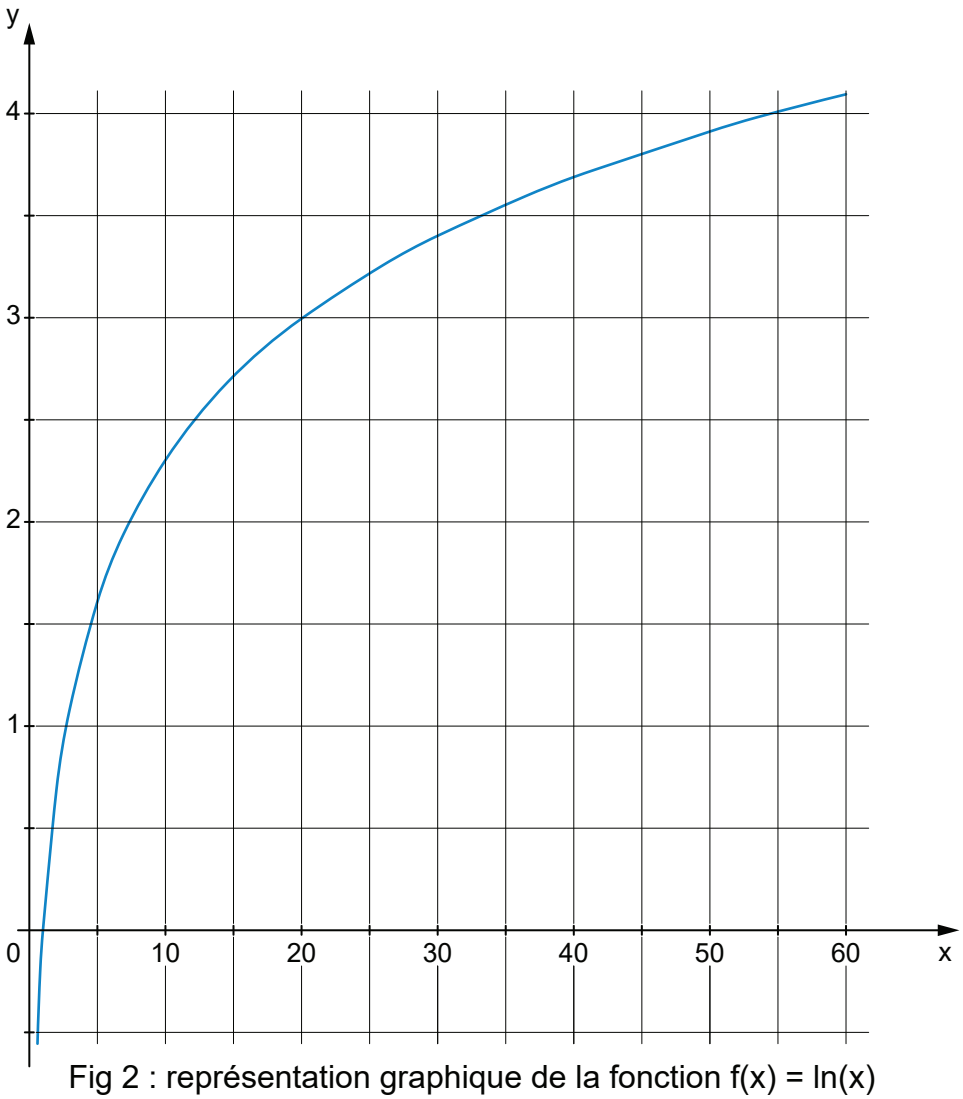


Fig 2 : représentation graphique de la fonction f(x) = ln(x)

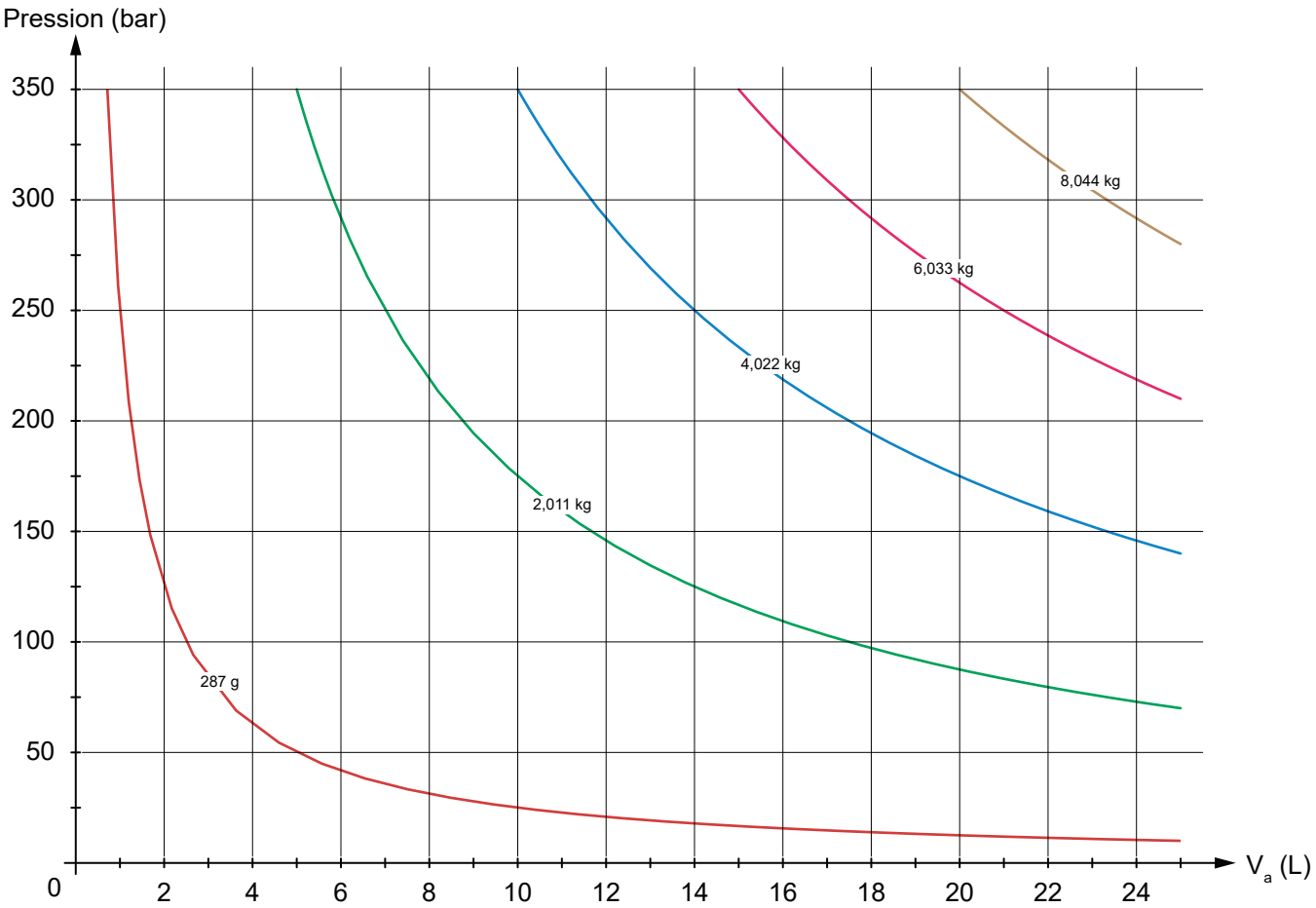


Fig 1 : comportement isotherme pour différentes quantités de diazote à 20°C

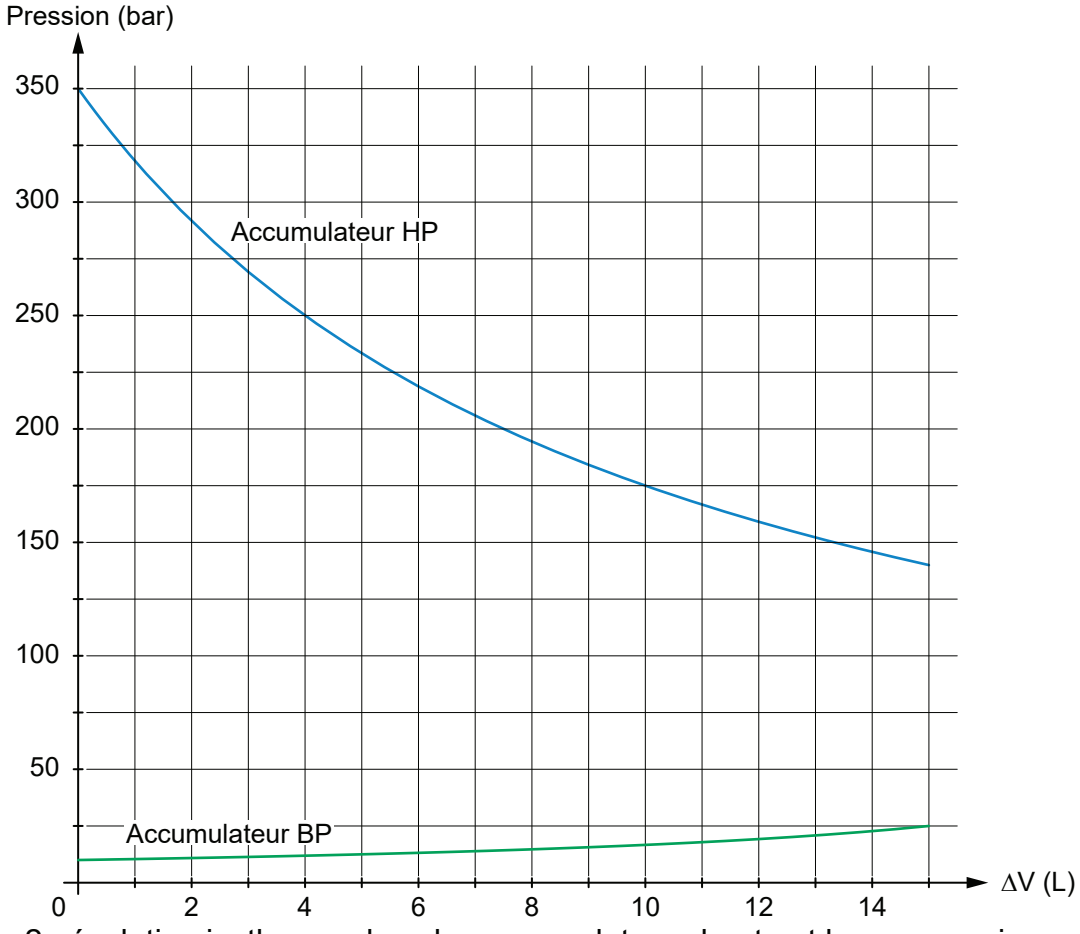
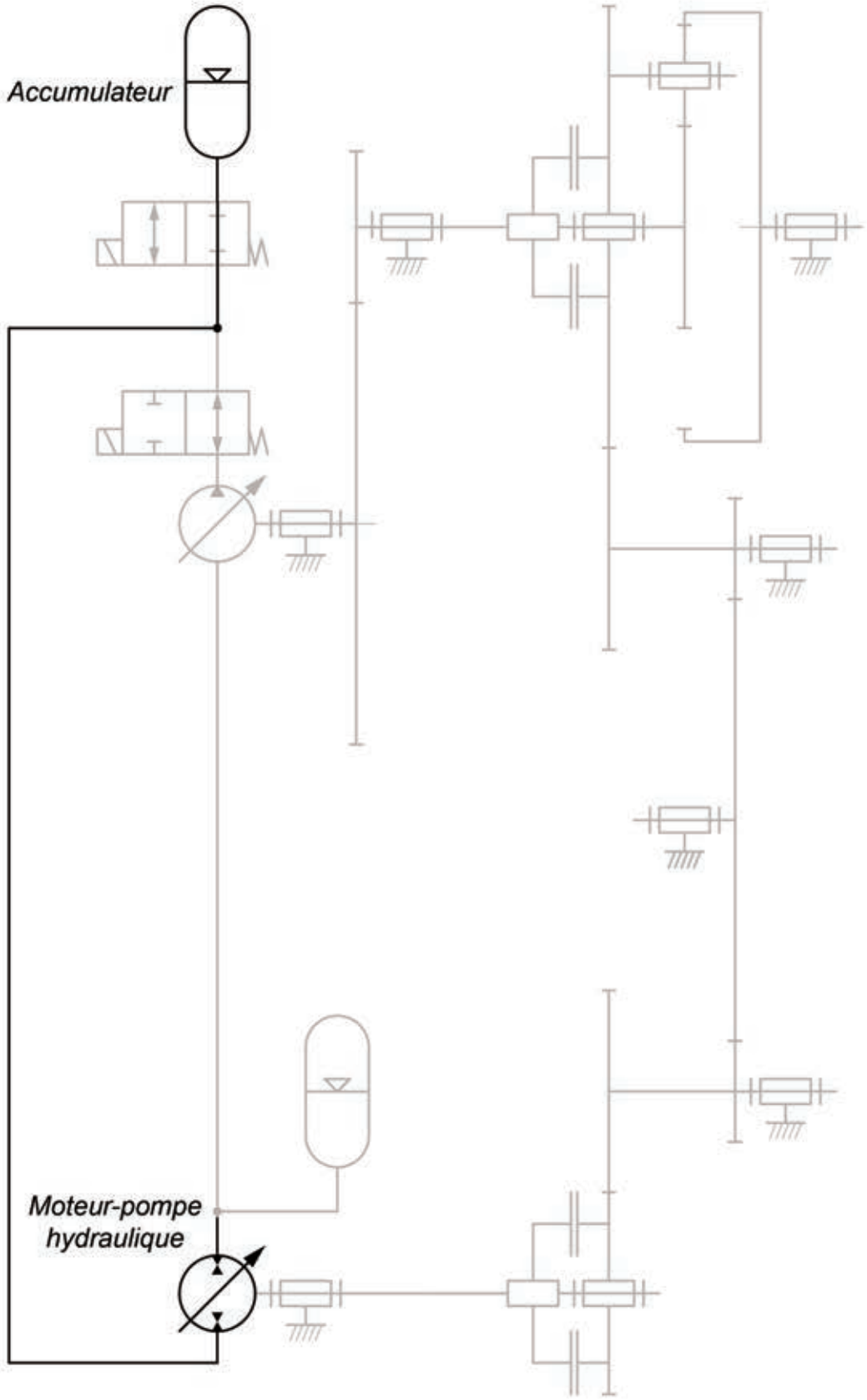
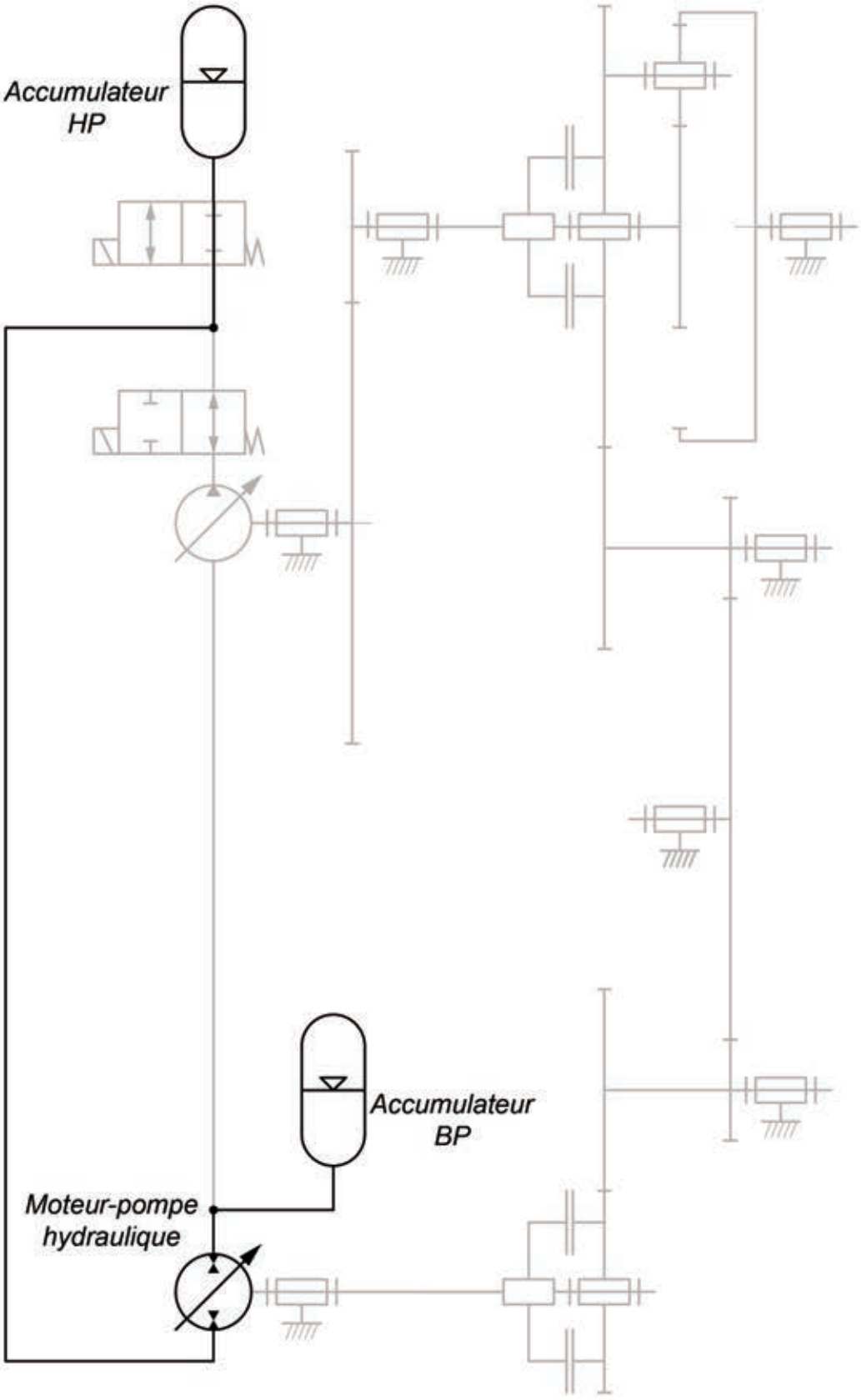


Fig 2 : évolution isotherme dans les accumulateurs haute et basse pression

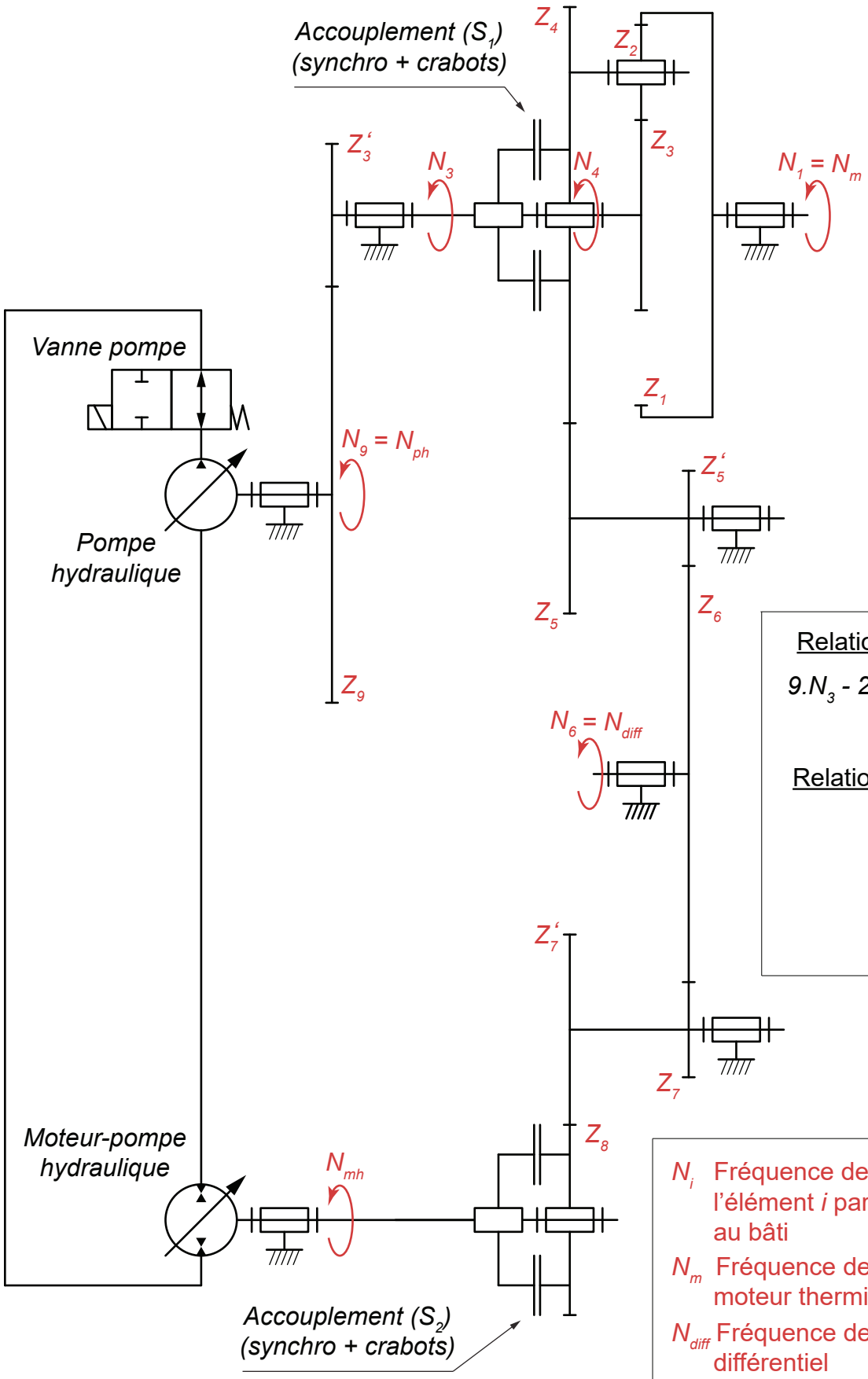
Tournez la page S.V.P.



DOCUMENT RESSOURCE VIII



Tournez la page S.V.P.



Relations cinématiques

$9.N_3 - 29.N_4 + 20.N_m = 0$

$N_{mh} = k.N_{ph}$

Relations géométriques

$Z_9 = 2.Z'_3$

$3.Z_4 = 4.Z_5$

$Z_6 = 4.Z_7 = 4.Z'_5$

$Z_8 = Z'_7$

- N_i Fréquence de rotation de l'élément *i* par rapport au bâti
- N_m Fréquence de rotation du moteur thermique
- N_{diff} Fréquence de rotation du différentiel
- N_{mh} Fréquence de rotation du moteur-pompe hydraulique
- N_{ph} Fréquence de rotation de la pompe hydraulique

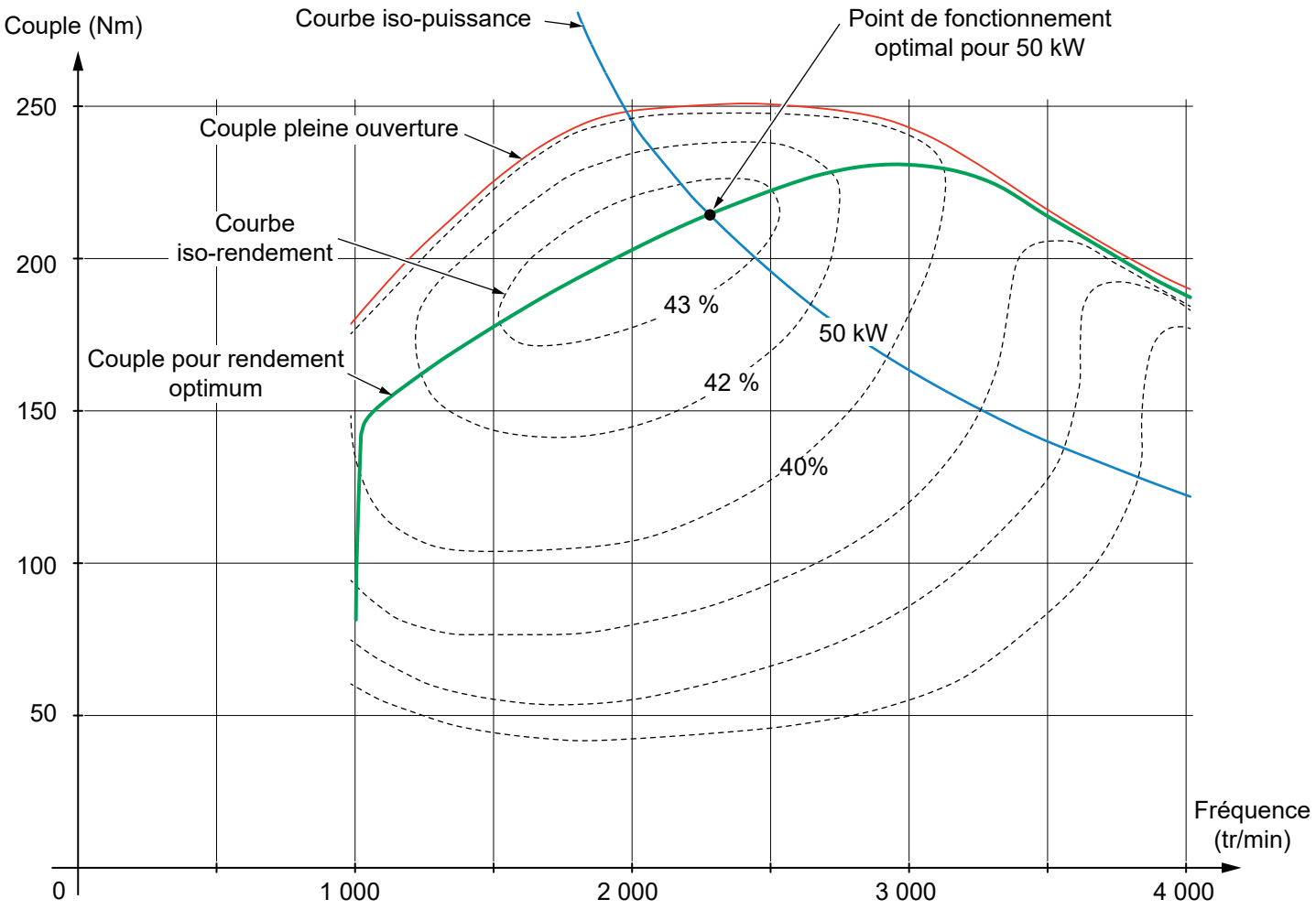


Fig 1 : courbes caractéristiques du moteur thermique

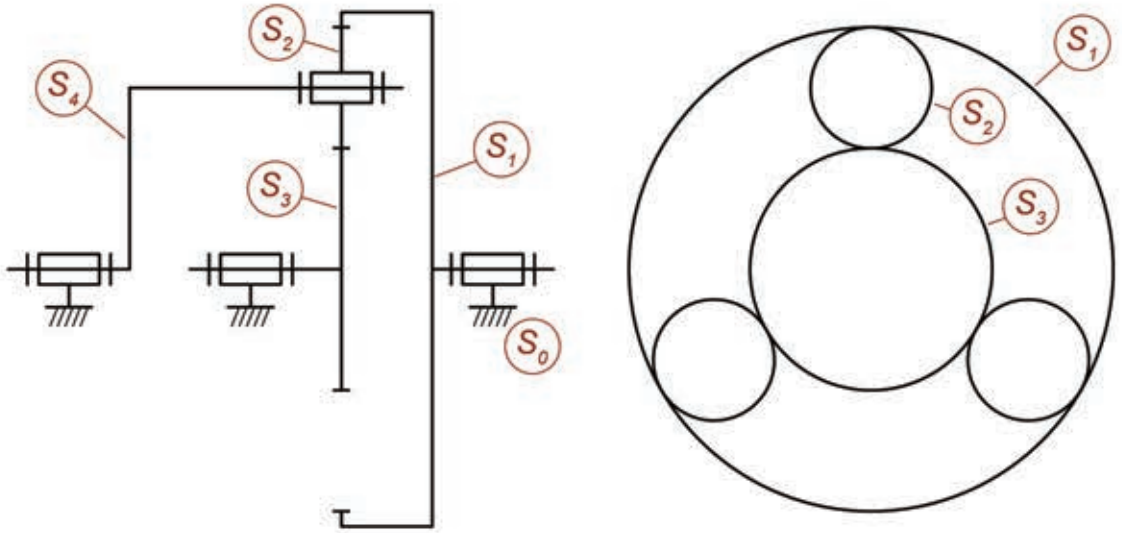


Fig 1 : train épicycloïdal de type I

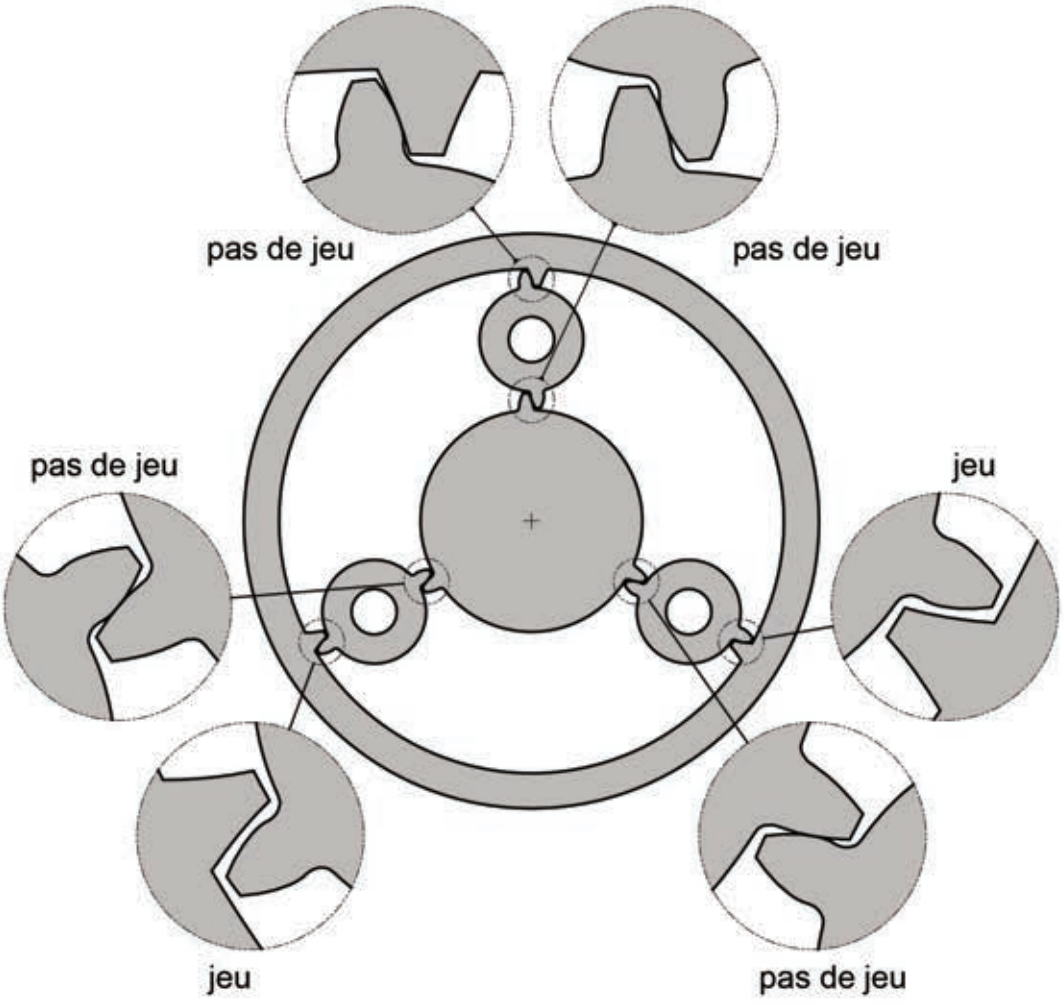


Fig 2 : jeux entre dentures

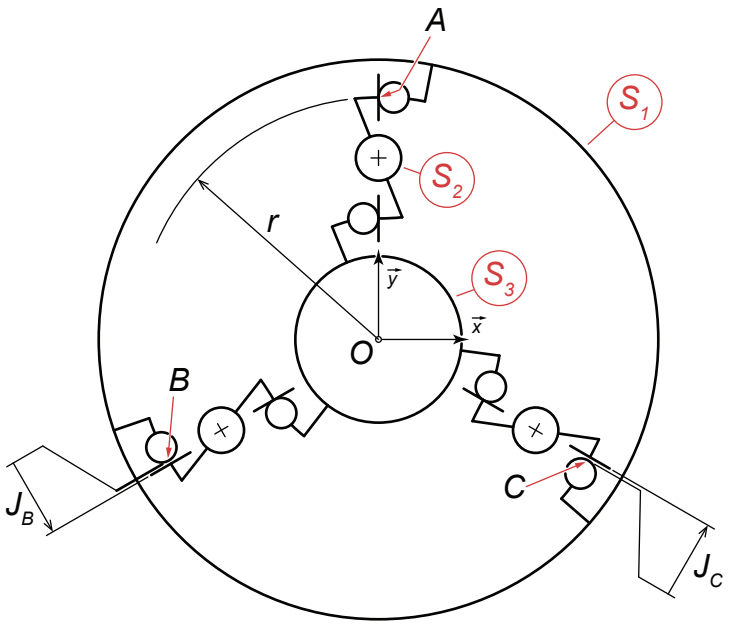


Fig 1 : jeux entre dentures - paramétrage

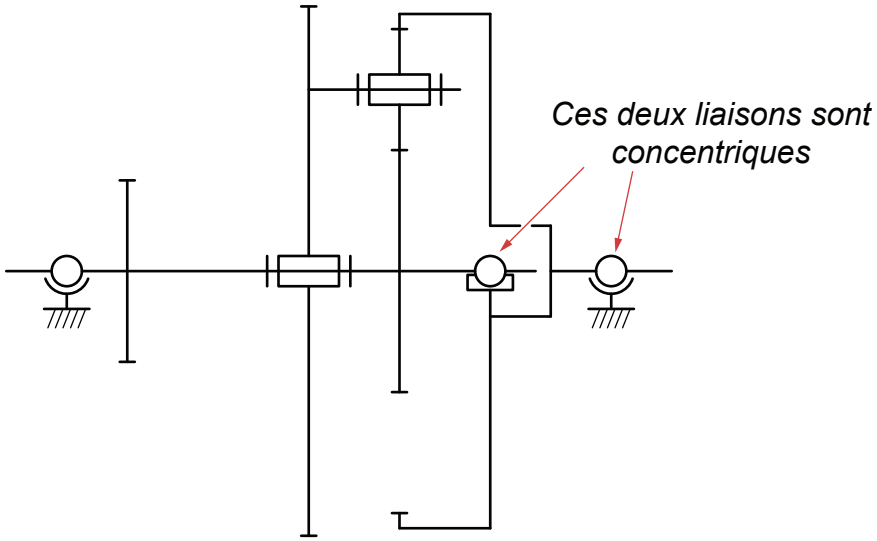


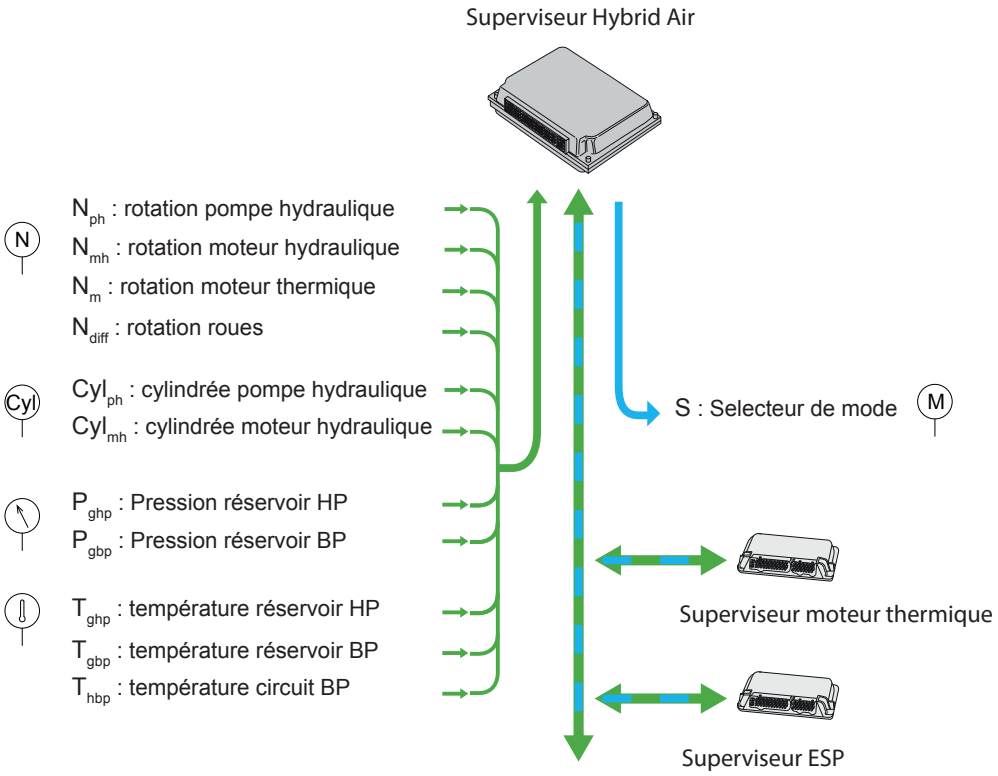
Fig 2 : train épicycloïdal HybrydAir - schéma d'architecture



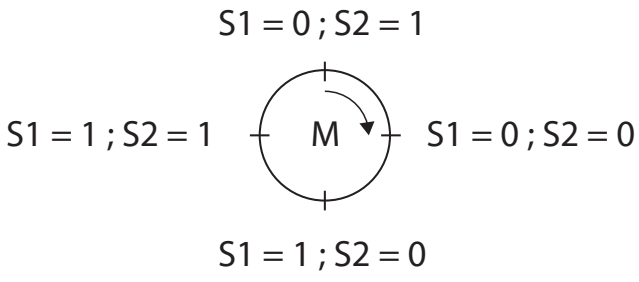
Fig 3 : Roulement rigide à billes - échelle 1:1

Tournez la page S.V.P.

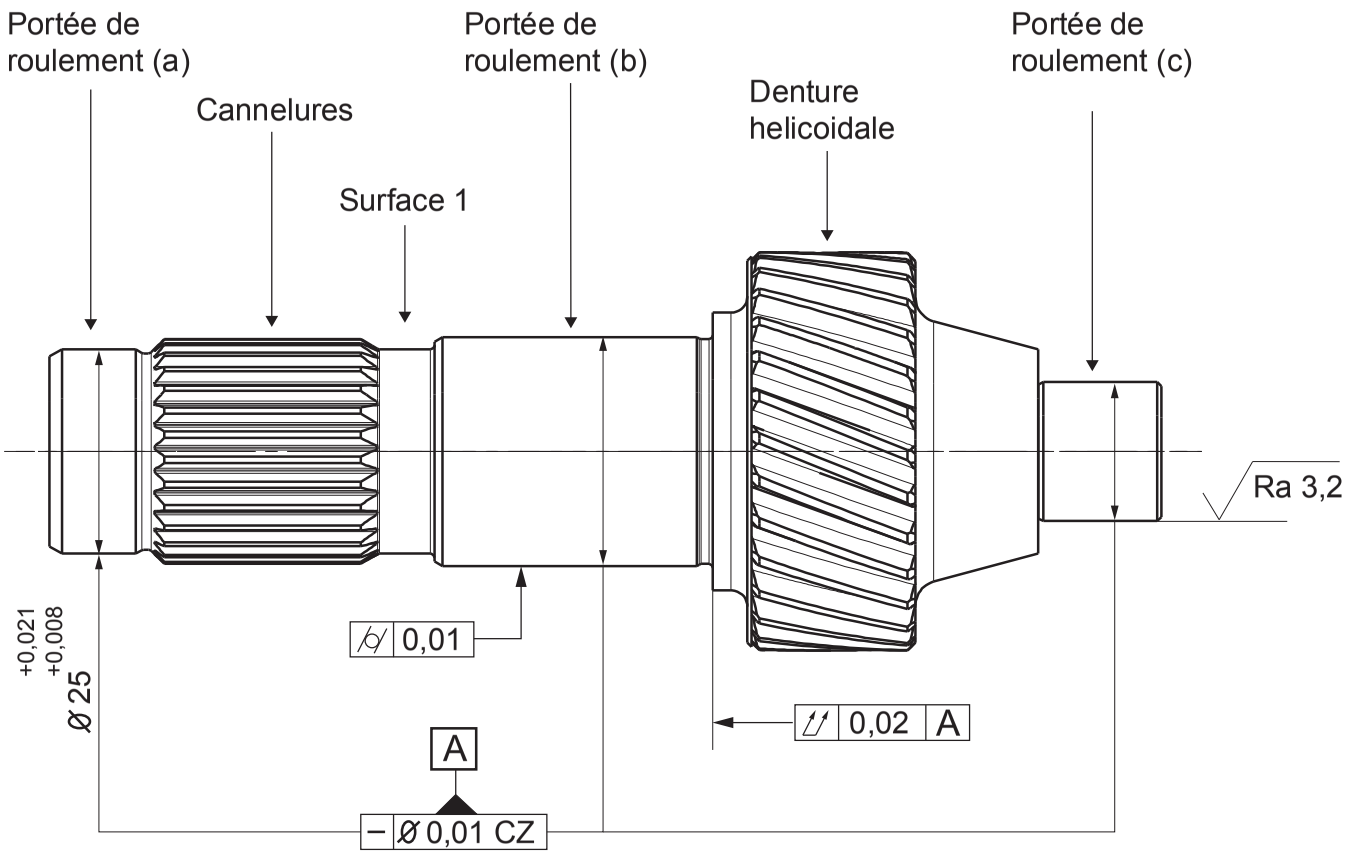
Partie commande du système



Répartition des états de S1 et S2 sur un tour du barillet



Dessin de définition de l'arbre



DANS CE CADRE

Académie : Session : Modèle EN.

Examen ou Concours : Série* :

Spécialité/option : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

Né(e) le

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

146

Toutes les calculatrices sont interdites, quel qu'en soit le type, ainsi que les agendas électroniques et les téléphones portables.

Cahier réponses

Épreuve de Sciences Industrielles C

Banque PT - 2017

Tournez la page S.V.P.

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

1 - *Estimer le travail à fournir pour amener le véhicule à la vitesse annoncée de 50 km/h (env. 14 m/s).*

2 - *Quel volume de diazote à la pression atmosphérique (1 bar) faut-il prévoir afin de remplir la vessie pour cette configuration (application numérique) ?*

3 - *Calculer le travail que doit fournir l'huile au gaz pour que celui-ci soit comprimé à partir du volume initial jusqu'à la limite de p_{max}. Comparer au besoin.*

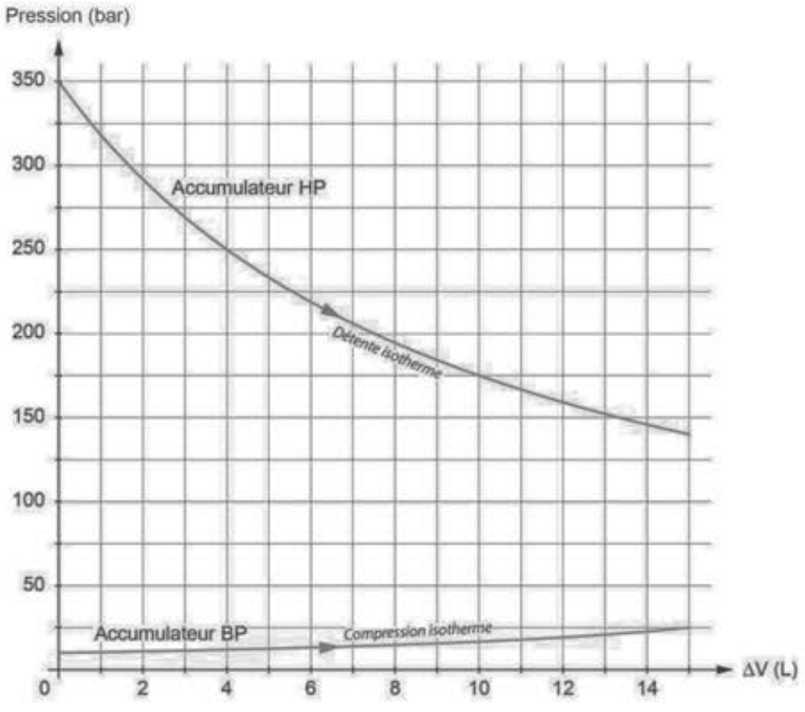
4 - *Par une interprétation graphique sur la figure 1 du* ***document ressource VII****, déterminer quelle quantité de gaz permet de stocker le plus d'énergie (la justification compte plus que le choix).*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

5 - *Evaluer à partir du graphique, l'énergie emmagasinée lors d'une phase de stockage complète d'énergie. Conclure sur la satisfaction du besoin.*

6 - *Justifier en quoi une évolution non plus isotherme mais polytropique semble plus réaliste.*

7 - *Indiquer et justifier en quel sens cela va modifier l'énergie que peut restituer le dispositif au véhicule lors d'une phase de détente brusque de l'accumulateur HP.*



NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

8 - *Montrer que la relation entre les fréquences de rotation Nm, N3 et N4 peut se mettre sous la forme ci-dessous où seront précisés les termes a, b et c en fonction des nombres de dents des roues jugés utiles.*

$$a.N_m + b.N_3 + c.N_4 = 0$$

9 - *Dans le cas du rapport court, donner le rapport de transmission entre les fréquences de rotation Nm et Ndiff en fonction des nombres de dents jugés utiles. Justifier l'état de la vanne pompe.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

10 - *De même, dans le cas du rapport long, donner le rapport de transmission entre les fréquences de rotation Nm et Ndiff en fonction des nombres de dents jugés utiles. Justifier l'état de la vanne pompe.*

11 - *Montrer sous forme littérale que la transmission complète devient alors une CVT (transmission à variation continue).*

12 - *Donner une estimation numérique de la plage de variation du rapport de transmission global entre Ndiff et Nm en fonction de la plage de variation du rapport de transmission k.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

13 - *Quel est l'intérêt de pouvoir faire varier continument le rapport de transmission global ?*

14 - *Comment est gérée la marche arrière ?*

15 - *Rappeler la fonction d'un différentiel.*

16 - *Donner, en justifiant, le degré de mobilité et le degré d'hyperstatisme de cette modélisation.*

17 - *Exprimer J_A (=0), J_B et J_C en fonction de α, u, v et r. Montrer alors que ces trois déplacements sont nécessaires et suffisants pour annuler les jeux J_B et J_C et maintenir le contact en (J_A =0).*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

18 - *Proposer et justifier une nouvelle liaison entre le bâti et la couronne pour obtenir une modélisation isostatique.*

19 - *Pourquoi les deux roulements de droites sont-ils concentriques ?*

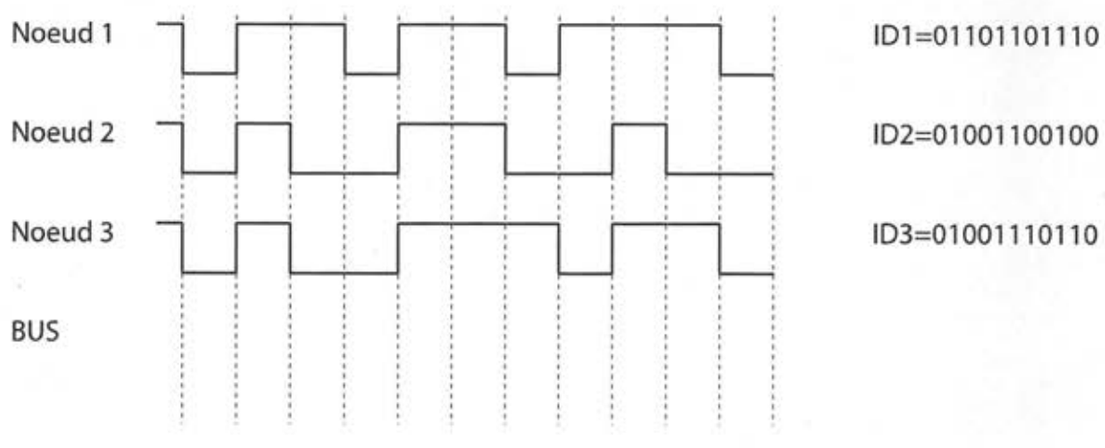
20 - *Représenter sur le calque une solution constructive pour l'implantation de ce roulement. Les ajustements seront précisés et une attention toute particulière sera portée sur la montabilité de la solution présentée.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

21 - *En quoi consiste le multiplexage et quel est son intérêt dans une automobile ?*

22 - *Le bus Can (Controller Area Network) est un bus de type série, asynchrone et half-duplex, très utilisé dans l'automobile. Expliquer chacun de ces termes.*

23 - *Compléter le document réponse en reconstruisant la trame qui transite sur le bus et en indiquant les instants où les nœuds concernés perdent l'arbitrage.*



NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

24 - *Expliquer le fonctionnement d'un capteur à effet Hall et représenter schématiquement la position des composants fixes et mobiles.*

25 - *Expliquer le fonctionnement du moteur brushless et pourquoi a-t-il été choisi dans le cas présent.*

26 - *Expliquer pourquoi le constructeur a fait ce choix d'évolution des variables booléennes associées à S1 et S2.*

27 - *Quelle conséquence peut avoir ce choix sur la sureté de fonctionnement, par exemple si le superviseur du système subi une remise à zéro durant le fonctionnement du véhicule ?*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

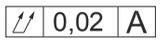
28 - *Exprimer les relations entre les vitesses Ni fournies par les capteurs tachymétriques permettant de retrouver l'état des variables S1 et S2.*

29 - *A partir du dessin de définition (**document ressource XV**) et à l'aide des grilles GPS ci-après, expliquer les spécifications géométriques.*

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		**Eléments Idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	**Eléments Tolérancé(s) ***	**Eléments de référence ***	**Référence(s) spécifiée(s) ***	**Zone de tolérance ***	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition ⌭ 0,01					
– Ø 0,01 CZ					

* Rayer la (les) mention(s) inutile(s)

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		**Eléments Idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	**Eléments Tolérancé(s) ***	**Eléments de référence ***	**Référence(s) spécifiée(s) ***	**Zone de tolérance ***	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition 					

* Rayer la (les) mention(s) inutile(s)

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

30 - *A partir du dessin de définition (**document ressource XV**) expliquer les spécifications.*

31 - *Justifier la nécessité d'effectuer une opération de cémentation avant la trempe compte tenu des caractéristiques du matériau utilisé.*

32 - *Décrire les étapes de la mise en œuvre de l'opération de cémentation. Vous pourrez vous appuyer sur un ou des schémas.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

33 - *Décrire les étapes de la mise en œuvre de l'opération de trempe. Vous pourrez vous appuyer sur un ou des schémas.*

34 - *Quelles sont les caractéristiques mécaniques modifiées par ce traitement thermique ?*

35 - *Comment ont évoluées les caractéristiques mécaniques HV, Rm, A% et K en surface et à cœur à la suite de l'enchainement des traitements de cémentation et de trempe ?*

36 - *Donner deux critères qui justifient la nécessité de rectifier les portées de roulement.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

37 - *Décrire le procédé de rectification cylindrique. Vous pourrez vous appuyer sur un ou des schémas.*

38 - *A partir des données du problème, définir les différentes phases permettant d'obtenir la pièce finie à partir d'une barre laminée et leur ordonnancement. Justifier.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

39 - *Proposer pour les deux types de machine les caractéristiques cinématiques minimales (le nombre d'axes de translation et de rotation) nécessaires à la réalisation de ces perçages sans démontage de la pièce. Vous détaillerez chaque cas avec une figure illustrant les mouvements relatifs entre la pièce et la machine d'une part, et l'outil et la machine d'autre part.*

Machine de type tour

Machine de type fraiseuse

***40** : Compte tenu de la gamme proposée, laquelle de ces solutions d'architecture cinématique parait la plus appropriée d'un point de vue économique ? Justifier.*

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Académie : Session : Modèle EN.

Examen ou Concours : Série* :

Spécialité/option : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :
(en majuscules, suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

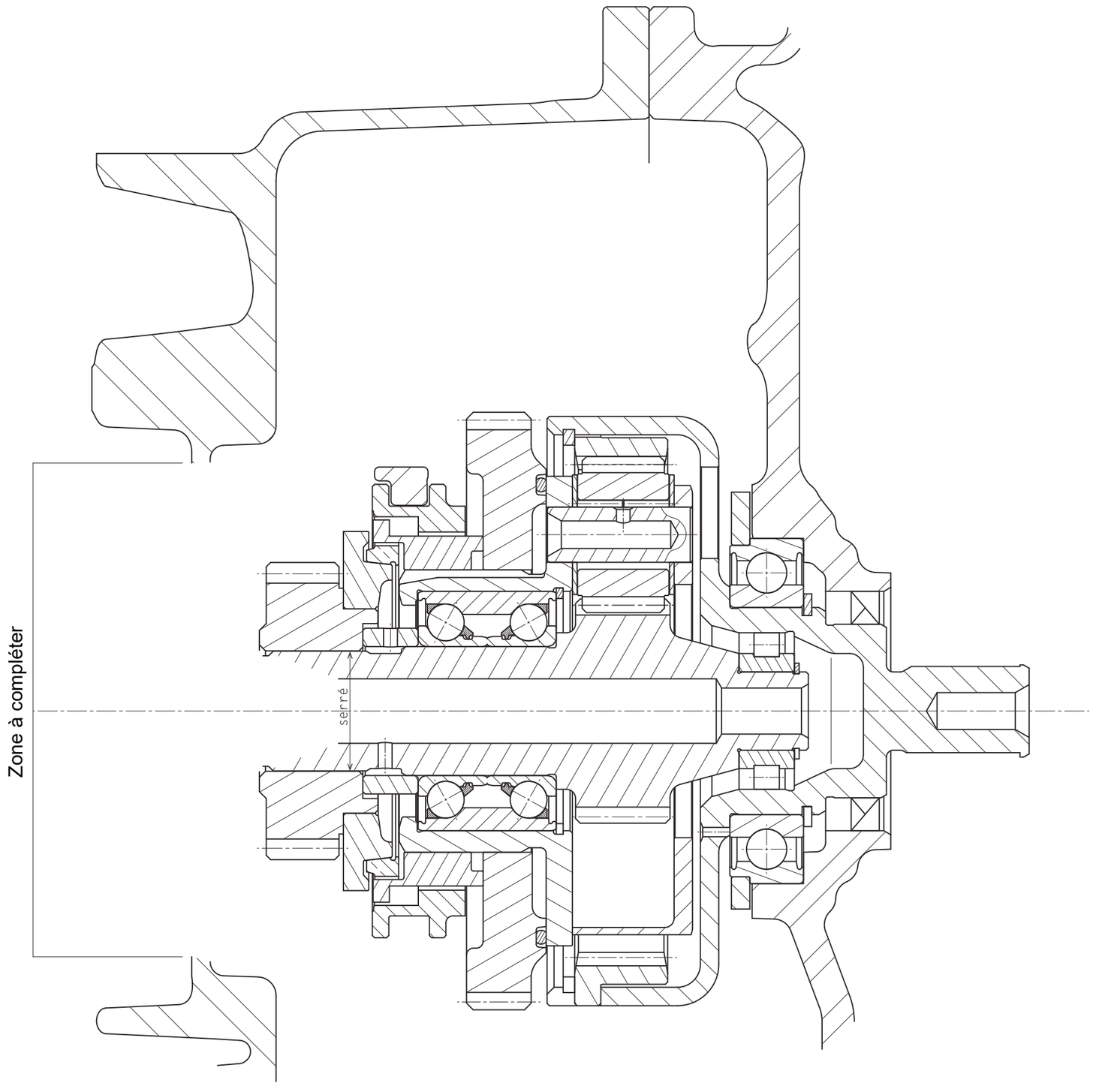
Né(e) le

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE



CALQUE REPONSE	Echelle 1:1	Taille : A3

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PT chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Transmetteurs de puissance et trains d'engrenages
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Mobilité, hyperstatisme et petits déplacements
- Chaînes de solides : liaisons équivalentes, mobilité et hyperstatisme
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/banque-pt/pt