

SESSION 2012

CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP

Section : GÉNIE MÉCANIQUE
Option : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS

ÉTUDE D'UN SYSTÈME, D'UN PROCÉDÉ
OU D'UNE ORGANISATION

Durée : 5 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Il est demandé au candidat d'utiliser des feuilles de copie distinctes pour chacune des parties traitées et d'insérer les documents réponses, complétés ou non, dans les copies relatives à la partie considérée. Le candidat pourra apporter tous les compléments qu'il souhaite sur ces mêmes copies.

L'ensemble sera alors placé dans une copie qui servira de « chemise » pour toute la composition.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

Conseil aux candidats :

Les parties du sujet sont indépendantes.

SESSION 2012

CAPLP - CAFEP

CONCOURS EXTERNE

Section: GÉNIE MÉCANIQUE

Options : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ

ÉTUDE D'UN SYSTEME, D'UN PROCÉDE, D'UNE ORGANISATION

Durée : 5 heures – Coefficient : 3

Dossier de présentation générale : DP1 à DP4

PRESENTATION DU BANC A ETIRER L'ACIER INOXIDABLE

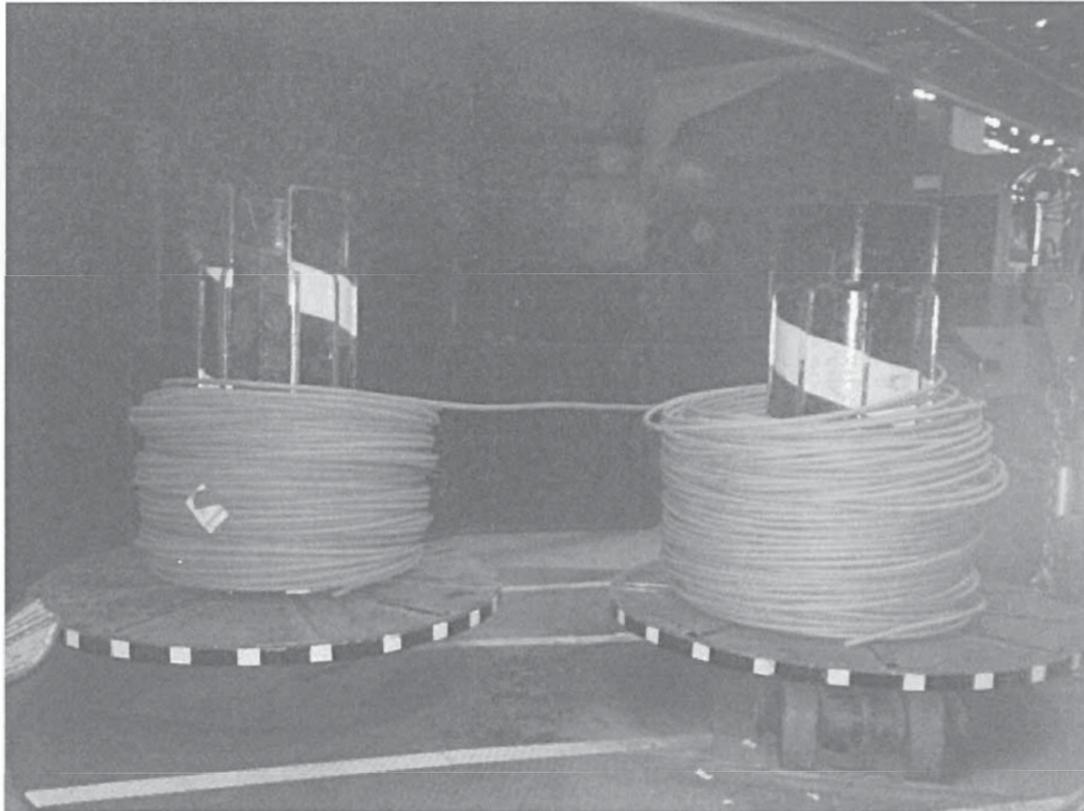
L'étirage consiste, à partir d'un fil laminé en couronne, à obtenir des barres de caractéristiques géométriques précises (rectitude, circularité, longueur), d'aspect brillant et de longueur définie.

● **Le produit de départ :**

Le fil laminé de $\varnothing 16$ à $\varnothing 30$ mm a subi un traitement thermique en fonction de la nuance et du cahier des charges du client.

Les couronnes sont ensuite décapées par passage successifs dans des bains acides, puis rincés et séchées, pour éliminer la couche de calamine (oxyde) de la surface du fil créée au moment des opérations de laminage à chaud.

Les couronnes décapées ont alors une couleur blanche (Voir photo ci-dessous).



Couronne de fil laminé sur dévidoir

Avant chargement sur le dévidoir du banc d'étirage, les couronnes sont trempées, pendant environ 3 minutes dans un bain de recouvrement qui favorisera :

- ⇒ Le déroulage du fil sans arrachements.
- ⇒ L'accrochage du lubrifiant d'étirage (huile) sur le fil avant passage dans la filière.

● **Le produit fini :**

La barre étirée est un produit transformé à froid par passage en filière sans enlèvement de métal. La présentation standard est l'étiré poli d'aspect brillant.



Les barres étirées

Les principales caractéristiques sont :

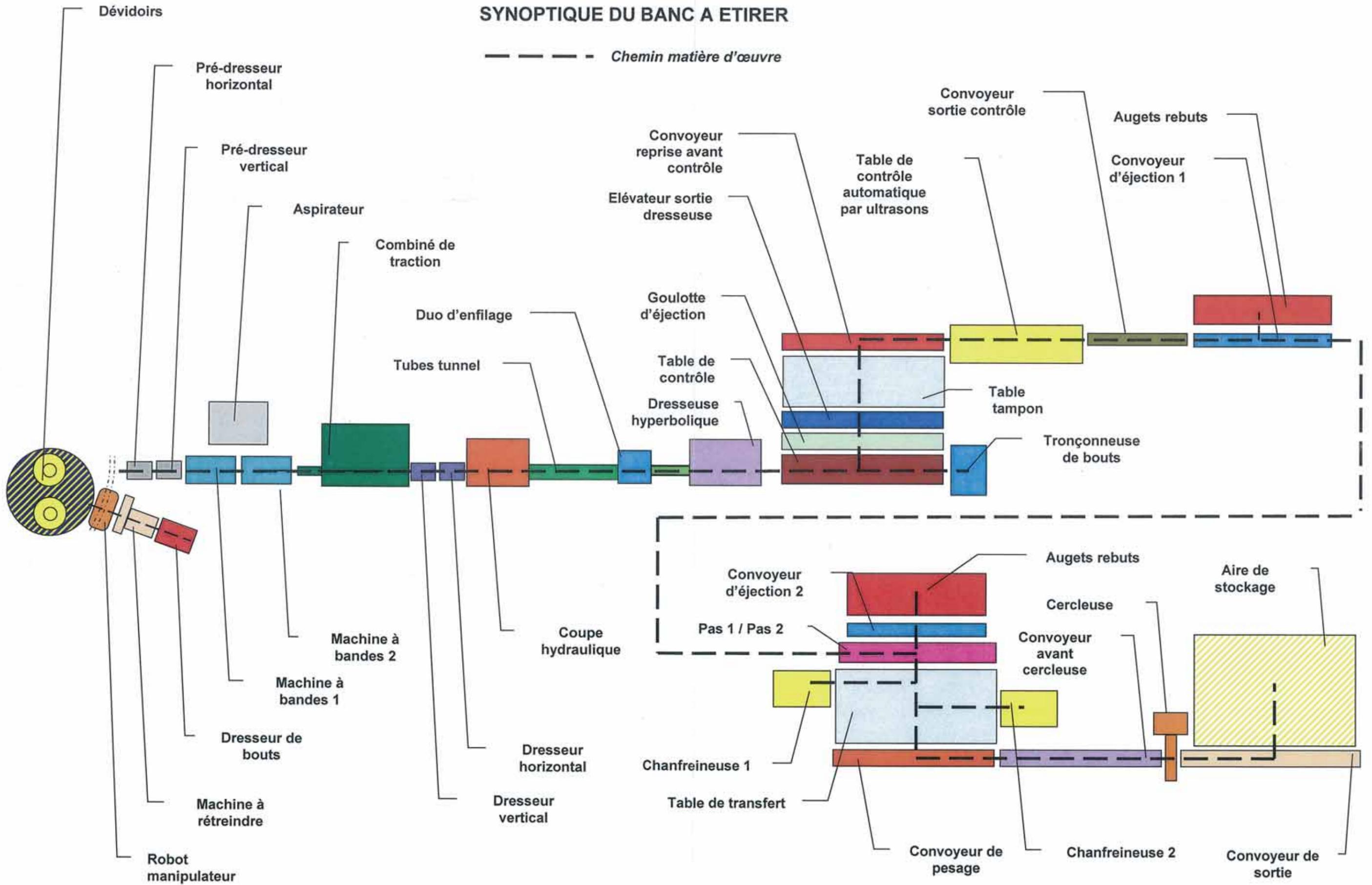
- L'état métallurgique : *Adouci, adouci maxi, écroui, pour usinage rapide, traité*
- Diamètre : $\varnothing 15$ à 29 mm
- Tolérance sur diamètre : *Ovalisation 1/3 de la tolérance sur diamètre.*
- Longueur tolérances standards : 2 à $6,2$ m ± 25 mm
- Défaut de surface :
 - Etiré poli : aspect brillant pouvant comporter quelques défauts de surface*
- Finition :
 - Rugosité maxi : $1\mu\text{m}$
 - Rectitude : 1 mm/m
 - 2 extrémités cisailées à froid, ou chanfreinées et appointées
- Vitesse ligne : *De 0 à 30m/min*

● **Les Aciers Etirés sur un banc :**

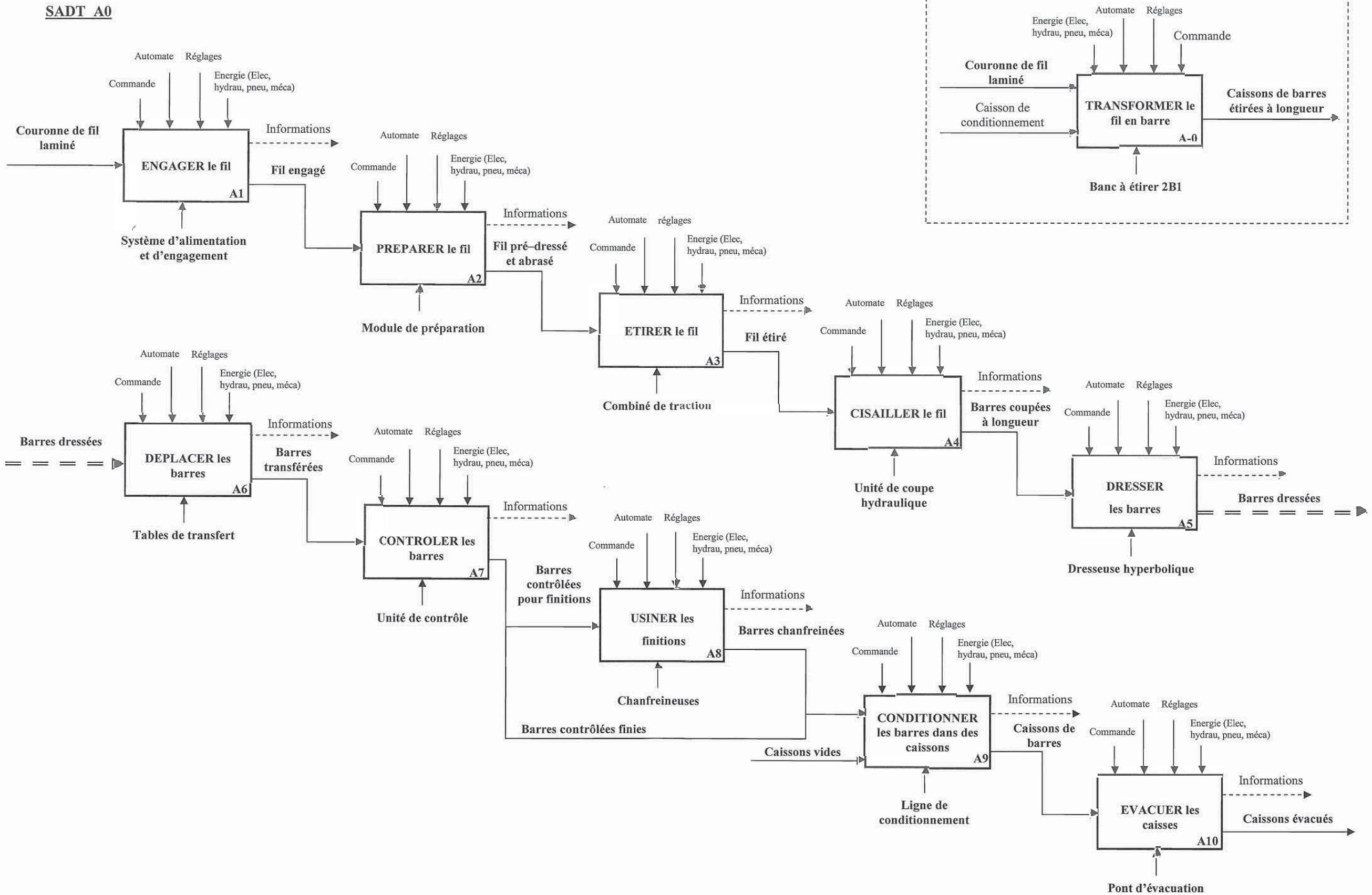
- **Les aciers Austénitiques** : *Les Inox Austénitiques se définissent en 3 groupes*
 - ⇒ *Les Austénitiques 18 - 8*
 - ⇒ *Les Austénitiques 18 - 10 - Mo*
 - ⇒ *Les Réfractaires*
- **Les aciers Martensitiques** : *Les Inox Martensitiques contiennent au moins 11 % de chrome*
- **Les aciers Ferritiques** : *Les Inox Ferritiques contiennent généralement 17 % de Chrome et des teneurs faibles en Carbone*

SYNOPTIQUE DU BANC A ETIRER

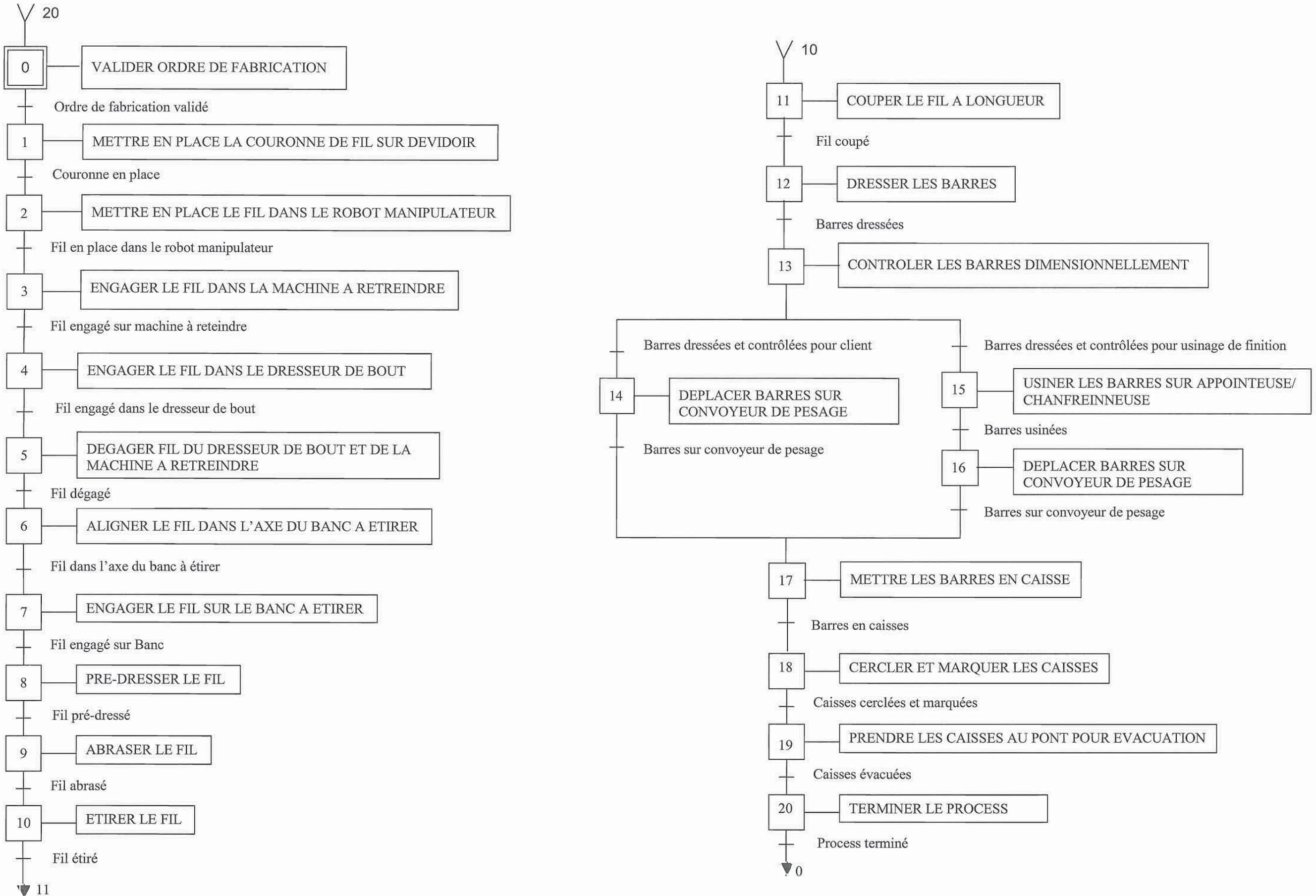
----- Chemin matière d'œuvre



DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU BANC A ETIRER



GRAFNET POINT DE VUE SYSTEME DU BANC A ETIRER



SESSION 2012

CAPLP - CAFEP

CONCOURS EXTERNE

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Options : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ

ÉTUDE D'UN SYSTÈME, D'UN PROCÉDÉ, D'UNE ORGANISATION

Durée : 5 heures – Coefficient : 3

Dossier Sujet : DS1 à DS4

Analyse structurelle du robot manipulateur

Afin d'adapter le robot manipulateur à l'engagement d'un fil de Ø34 (initialement Ø30 maxi), les caractéristiques de serrage du fil doivent évoluer afin d'obtenir un effort de serrage de 1380 daN au niveau des galets. Il vous est demandé de vérifier la capacité du moteur à fournir un couple suffisant au bon serrage des fils Ø34.

Q1.1	Documents à consulter DT1 à DT7	Répondre sur DR1
------	---------------------------------	------------------

- Q1.1.1 -- Compléter le graphe de transmission des efforts lors du serrage des galets.
 Q1.1.2 - Compléter le diagramme FAST du sous-ensemble « robot manipulateur » (rondelles, capteur, galet, vis sans fin, moteur d'entraînement,...)

Q1.2	Documents à consulter DT6	Répondre sur DR2
------	---------------------------	------------------

Hypothèses :

- Rendement global de la transmission 62% (du moteur au galet).
- On se situe dans la position du schéma technologique page DT6.
- Le moteur travaille à 70% de sa puissance nominale.

- Q1.2.1 - Calculer l'effort de traction nécessaire sur la pièce 42 pour assurer un effort de serrage suffisant.
 Q1.2.2 - Déterminer le couple théorique nécessaire sur l'arbre moteur (résultat utilisant les unités S.I.).
 Q1.2.3 - Déterminer le couple utile nécessaire du moteur dans les conditions de travail imposées et conclure sur ses performances dans la nouvelle configuration.

Q1.3	Documents à consulter DT1 à DT7	Répondre sur DR2
------	---------------------------------	------------------

Suite à l'analyse précédente, la modification du moteur va engendrer un couple trop important pour le système vis-écrou actuellement mis en place.

Q1.3 - Construire le filogramme de démontage pour l'échange de cet ensemble vis-écrou (40+41).

- Hypothèses :
- les carters du robot sont déposés
 - le boîtier de serrage 35 ne doit pas être déposé
 - le moteur 63 ne doit pas être déposé
 - le chariot mobile est en position ouverte (fig. 3 DT1)

Gestion Alimentation Moteur Serrage du Robot Manipulateur

Les conclusions de l'analyse précédente nous conduisent au remplacement du moteur en prenant l'hypothèse qu'un couple constant de 18,5 Nm est nécessaire. Dans le cadre d'une politique globale de rationalisation des coûts, nous décidons de changer le moteur à courant continu par un moteur asynchrone triphasé disponible en stock dont les caractéristiques sont définies sur la plaque signalétique ci-contre :

Afin de permettre l'optimisation du serrage de la barre, nous souhaitons lier la fréquence de rotation du moteur à la force de serrage exercée sur celle-ci.



La mesure est réalisée par le capteur d'effort implanté au sein de la chaîne de transmission.

La commande du moteur de serrage du robot manipulateur sera assurée par un automate programmable pilotant un variateur de vitesse référence ATV312HU30N4, permettant d'obtenir une fréquence de rotation du moteur à 200tr/min.

Q2.1	Documents à consulter DT22	Répondre sur DR3
------	----------------------------	------------------

- Q2.1.1 - Calculer le couple nominal du moteur proposé.
 Q2.1.2 - Considérant que le glissement est constant, calculer la fréquence des tensions d'alimentation du moteur pour la fréquence de rotation demandée.
 Q2.1.3 - Justifier que le moteur proposé ne permet pas d'obtenir les conditions de fonctionnement requises par le cahier des charges.
 Q2.1.4 - Quelle(s) solution(s) argumentée(s) de remédiation proposez-vous sachant qu'aucune modification mécanique n'est envisagée ?

Q2.2	Documents à consulter DT22 à 23	Répondre sur DR3
------	---------------------------------	------------------

Remarque : Pour cette partie Q2.2 on néglige le glissement et le moteur à 2 paires de pôles.

➤ Chaîne d'action :

La chaîne d'action est constituée, à partir d'un API Modicon TSX micro, d'une sortie analogique pilotant l'entrée de consigne 0-10V du variateur de vitesse. On souhaite pouvoir commander la vitesse du moteur de 0 à 1500 tr/min à 2 tr/min près.

- Q2.2.1 - Justifier que l'utilisation de voies analogiques intégrées aux bases automates TSX 37 22 ne convient pas.
 Q2.2.2 - On utilise une carte analogique mixte de type TSX AMZ 600. Quel format de sortie faut-il utiliser et à combien de tr/min près peut-on régler la fréquence de rotation ?
 Q2.2.3 - Le variateur est réglé avec la fréquence limite haute HSP = 50Hz et la fréquence limite basse LSP = 6Hz. Calculer à quelles valeurs limites de fréquence de rotation du moteur correspondent-elles ?
 Q2.2.4 - On veut une fréquence de rotation de 200tr/min, calculer la tension de consigne U_c à appliquer au variateur (graphe A) et la valeur du mot registre « Vitesse » de l'API correspondant (graphe B).

Etude chaine d'énergie sur le bloc d'étirage

Q3.1	Documents à consulter DT8 à 9	Répondre sur DR3 et 4
------	-------------------------------	-----------------------

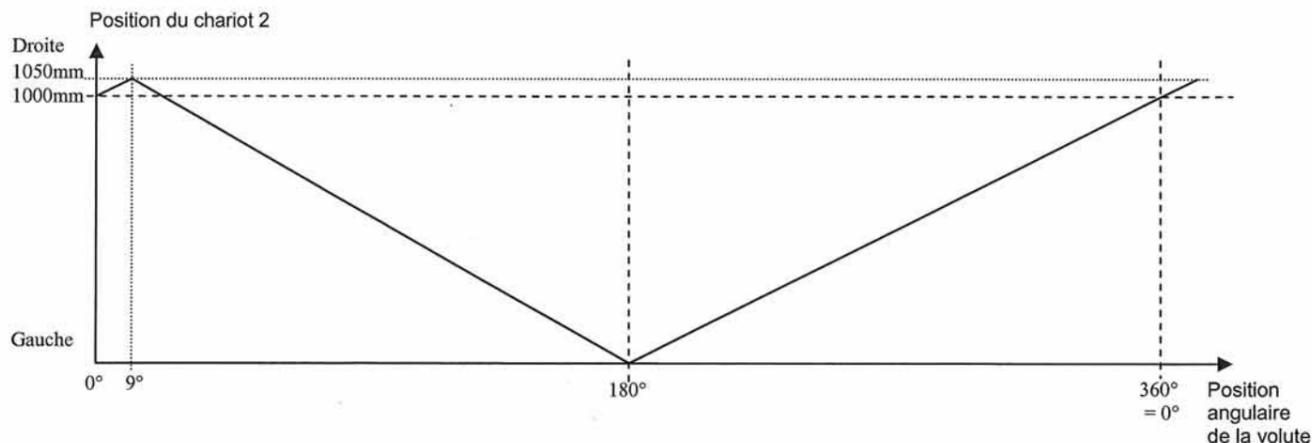
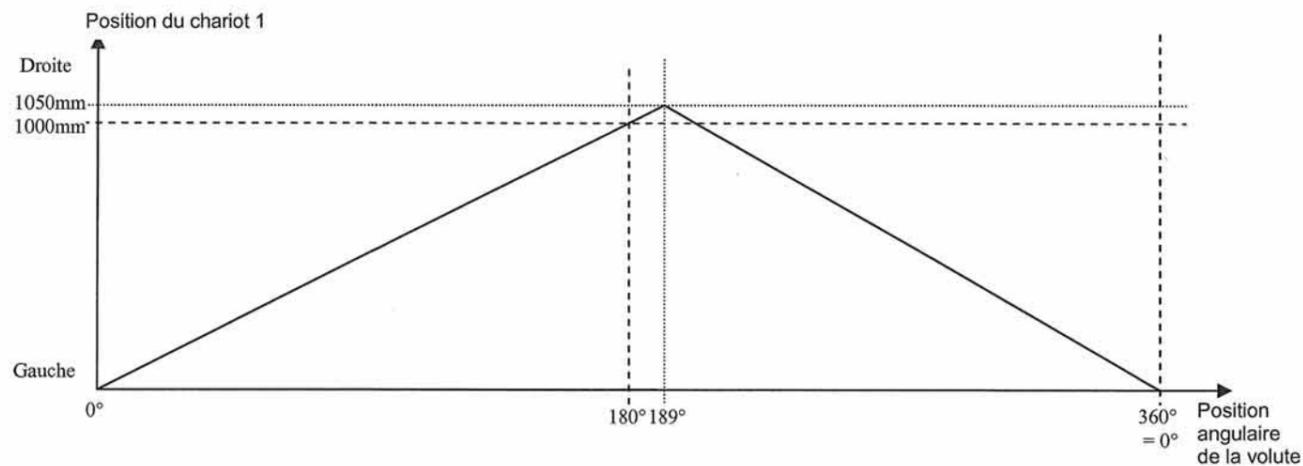
Une augmentation du taux de rebus des barres due à un marquage de celles-ci a été constatée. Une étude a montré que ces marquages étaient dus au serrage des barres sur l'étireuse. Le marquage sous forme de rayure montre un glissement des mors de serrage sur la barre. On va donc procéder à une analyse du fonctionnement de cette partie du système pour pouvoir établir un diagnostic.

Sachant que les premières constatations réalisées par l'agent de maintenance sont :
Volute non déformée et les galets d'entrainements des chariots par la came ne montrent pas d'usure anormale.

Pour l'analyse nous nous placerons dans le cas d'un régime stabilisé de rotation de la volute.
Quelques caractéristiques :

- Vitesse moyenne avance barre : 30m/ min.
- Longueur totale de la volute (comprenant les deux pistes : 3,4m)
- Diamètre de la volute : 1m
- Codeur en bout d'arbre déterminant la position angulaire de la volute.
- La barre ne doit jamais être desserrée simultanément par les 2 vérins de serrage lors du fonctionnement.

D'après la représentation du déplacement des chariots par rapport à la position angulaire de la volute :



- Q3.1.1 - Compléter l'échelle de temps du chronogramme pour chaque ligne verticale. (Détaillez les calculs).
- Q3.1.2 - Quel type de codeur a été mis en place ?
- Q3.1.3 - Déterminer la course de chaque chariot et la course de la barre par tour.
- Q3.1.4 - Décrire le mouvement de la barre.
- Q3.1.5 - Compléter l'ensemble du chronogramme en laissant vos lignes de construction verticales.
- Q3.1.6 - Déterminer le temps de passage du serrage d'un chariot à l'autre.
- Q3.1.7 - Quelle(s) caractéristique(s) technique(s) explique(nt) que le temps de sortie des vérins est plus long que le temps de rentrée ?
- Q3.1.8 - D'après l'analyse de l'ensemble des données techniques et du chronogramme théorique, déterminer et classer les hypothèses de pannes les plus probables en les justifiant.

Q3.2	Documents à consulter DT11	Répondre sur DR4
------	----------------------------	------------------

Q3.2 - Sur le BF2 du schéma hydraulique, donner le nom du composant 2V3, son fonctionnement et son utilité dans le circuit.

Q3.3	Documents à consulter DT9 à 10	Répondre sur DR4
------	--------------------------------	------------------

- Les vérins de serrage sur chaque chariot sont des vérins pneumatiques C125- course 50-C12P.
- La pression en aval du FRL est de 7 bars
- L'effort de serrage doit être augmenté de 15%

Pour des raisons d'encombrement et de pression pneumatique qui ne peuvent évoluer, on va remplacer les vérins actuels par des vérins hydrauliques de même course. On choisira le diamètre de tige se rapprochant le plus du taraudage de l'embout de tige. On se raccordera sur une centrale hydraulique existante, la pression délivrée par la centrale est de 50 bars, mais l'étude a montré qu'avec 20 bars de pression disponible sur les vérins, le gain est obtenu.

Q3.3 - En analysant le mode de fixation sur le schéma cinématique et en vous aidant du DT9, indiquer pour le nouveau vérin hydraulique :

- Le diamètre du piston
- Le diamètre de la tige
- La course
- Le mode de fixation avant
- Le type du vérin en fonction de la fixation arrière

Q3.4	Documents à consulter DT9 à DT11	Répondre sur DR4
------	----------------------------------	------------------

Vous devez intégrer les deux vérins hydrauliques sur l'installation existante. Les BF3 et BF2 restent inchangés.

Q3.4 Définir un bloc foré multiple BF1, intégrant les deux distributeurs monostables à centre fermé des vérins de serrage, en plus du vérin pince enfilage. Vous choisirez les blocs forés, avec orifices récepteurs latéraux.

Q3.5	Documents à consulter DT11 à 13	Répondre sur DR4
------	---------------------------------	------------------

Il a été décidé de remplacer le groupe motopompe afin d'adapter son débit aux nouveaux actionneurs. L'augmentation de la consommation suite au rajout des 2 vérins est de 8 l/min.

Déterminer le nouveau groupe motopompe :

Vous préciserez :

- Q3.5.1 - la technologie de la pompe sélectionnée et la justifierez
- Q3.5.2 - La référence de la pompe
- Q3.5.3 - La puissance du moteur
- Q3.5.4 - La fréquence du courant
- Q3.5.5 - La vitesse rotation moteur
- Q3.5.6 - La pression maxi pompe

Q3.6	Documents à consulter DT13 à 17	Répondre sur DR4
------	---------------------------------	------------------

Afin d'éviter le marquage des barres, on décide de conditionner la pression de serrage de la barre au diamètre de celle-ci.

L'étude nous conduit à installer :

1. Un réducteur de pression proportionnel par vérin avec l'amplificateur adapté ;
2. Un capteur de pression analogique par vérin ;

Sachant que :

- Les cartes d'entrée et de sortie analogiques API reçoivent et délivrent des signaux 0-10V
- Les réducteurs de pression seront montés sur une plaque sandwich avec connecteur dirigé vers le haut
- La pression nécessaire au serrage : 20 bars, correspond au diamètre maxi de 34mm.

Q3.6.1 - Donner la référence des capteurs de pression

Q3.6.2 - Donner la référence des réducteurs de pression proportionnels.

Q3.7	Documents à consulter DT13 à 17	Répondre sur DR5
------	---------------------------------	------------------

Remarque :

- Carte du module d'entrée : AEZ 801
- Carte du module de sortie : ASZ 401

Q3.7.1 - Compléter le schéma de raccordement électrique des capteurs sur la carte d'entrée analogique API

Q3.7.2 - Compléter le schéma de raccordement électrique pour un des réducteurs de pression proportionnels sur l'amplificateur et la carte sortie analogique de l'API.

Q3.7.3 - Pour que l'amplificateur fonctionne correctement et en relation avec le réducteur de pression choisi, compléter la position des inters DIL.

Q3.8	Documents à consulter DT14	Répondre sur DR6
------	----------------------------	------------------

Paramétrage des réducteurs de pression :

Il est nécessaire de charger les valeurs numériques correspondant aux différentes pressions de réglage des blocs opérations du programme API.

Q3.8.1 - Compléter les courbes pression/diamètre et pression/consigne pour 3 diamètres de barre (10, 16 et 25 mm).

Q3.8.2 - Reporter dans les blocs d'opération, les valeurs numériques correspondant aux 3 diamètres de barre.

Q3.9	Documents à consulter DT18	Répondre sur DR6
------	----------------------------	------------------

L'utilisation de réducteurs de pression proportionnels, impose une qualité d'huile adaptée et notamment une filtration retour bêche adéquate.

Le filtre de la centrale sera donc remplacé par un filtre basse pression, installé sur le circuit de retour.

Les dimensions des conduites existantes sont de diamètre **1 pouce BSPT**.

L'élément filtrant devra garantir une filtration entre **6 et 8µm**.

L'élément filtrant aura un indicateur de colmatage visuel et un by-pass standard.

Q3.9.1 - Le code de l'élément filtrant.

Q3.9.2 - La technologie de l'élément filtrant (cocher la case correspondante).

Q3.9.3 - La référence du filtre.

Q3.9.4 - La référence de l'indicateur de colmatage visuel.

Q3.10	Documents à consulter DT11, 13, 17 et 18	Répondre sur DR7
-------	--	------------------

Q3.10 - Mettre à jour le schéma hydraulique, en respectant la désignation normalisée, avec les composants suivants :

- 1 réducteur de pression proportionnel par vérin
- 1 capteur de pression par vérin
- 1 filtre basse pression (voir question précédente)
- Les deux vérins hydrauliques amortis pour la rentrée de tige, les BF3 et BF2 restent inchangés ;
- Les deux électro-distributeurs monostables à centre fermé.

Gestion de Maintenance sur Banc à étirer

Sur la base des données de production et de maintenance de l'année 2010, on vous demande de répondre aux questions suivantes :

Q4.1	Documents à consulter DT19	Répondre sur DR8
-------------	-----------------------------------	-------------------------

Q4.1.1 – L'entreprise souhaite engager une réflexion FMD sur l'ensemble de la ligne de production, on vous demande de donner la définition des éléments qui constituent la FMD en précisant les indicateurs.

Q4.1.2 – De compléter le tableau en indiquant les caractéristiques FMD d'un équipement au regard de ces propriétés.

Q4.2	Documents à consulter DT21	Répondre sur DR8
-------------	-----------------------------------	-------------------------

Q4.2 - Compléter le tableau. En fonction de vos résultats et des données du document DT 21, quelle analyse faites-vous ? Argumentez votre réponse.

Q4.3	Documents à consulter DT19 – DT20	Répondre sur DR8
-------------	--	-------------------------

Q4.3.1 - Au regard de la matrice élaborée par l'entreprise, on vous demande de déterminer pour les mois de janvier, février et mars 2010 le TRG et TRS dont vous rappellerez les définitions ainsi que les principes qui les différencient. Argumentez votre réponse au regard des résultats obtenus.

Q4.3.2 - D'après les tableaux (prévisionnel et suivi) concernant les différents temps définis par l'entreprise, indiquer :

- Sur quel élément doit-on travailler de façon prioritaire pour améliorer le TRS ?
- Sur quel élément doit-on agir de façon significative pour améliorer le TRG ?

Q4.3.3 – Dans le cadre de l'objectif 2010 fixé pour cet élément, calculer l'évolution du TRG si l'objectif est atteint puis chiffrer l'incidence éventuelle de ce gain en terme de productivité.

Q4.3.4 – L'élaboration du filogramme de la question Q1-3 agit sur quel paramètre TRS ou TRG ? Argumenter votre réponse en précisant l'indicateur FMD.