

Dédicace

Nous dédions ce travail réalisé avec beaucoup d'amour

A

Nos cher grands-parents LADHARI Ali (décédé le 25 Mars 2021) et HALLOUL

Bachira (décéder le 30 janvier 2022)

Pour leurs amours inconditionnels et pour le soutien moral qu'ils nous ont toujours apporté. Vous auriez été si contents de nous voir présenter notre projet de fin d'étude.

A

Nos parents et nos sœurs

En témoignage de nos immenses et éternels attachements qu'ils trouvent ici l'expression

De nos profondes reconnaissances pour tout le temps qu'ils ont consacré pour nous soutenir.

A

Nos meilleur(e)s amis Achref, Youssef, Sami, Ilyes, Faik et Bilel

Et à notre deuxième famille JCI

Remerciement

Avec gratitude et reconnaissance, nous remercions tous ceux qui nous ont aidé de

près ou de

Loin pour réaliser ce modeste travail que nous espérons à la hauteur des efforts

fournis.

Nous tenons tout d'abord à remercier **les membres du jury**, par leur expertise,

contribuent

À la valorisation de ce travail.

Nous remercions aussi, Mr. **Lotfi MRABET** le directeur de l'entreprise AMM

De nous avoir permis d'effectuer notre stage au sein de cette multinationale.

Nous voudrions de même, exprimer nos sincères remerciements à notre encadrant

pédagogique **M. khenissi Rached** et notre tuteur industrielle **M. chikha Wassim**

pour leurs encadrements intensifs et leurs précieux conseils professionnels tout au

long de notre stage du projet de fin d'étude.

Nos vifs remerciements vont à toute l'équipe de l'entreprise AMM et spécialement

L'équipe de maintenance pour leur aide généreuse, leur convivialité et leur

bienveillance.

Sommaire

Liste des figures

Listes des tableaux

INTRODUCTION GENERALE

La fonction maintenance est un pilier incontournable pour la pérennité de l'entreprise industrielle. Elle occupe une position primordiale à côté de la production. L'objectif de production est de satisfaire les commandes des clients tout en rapportant la qualité et le délai qui ne sont pas garantis, que la maintenance qui assure aussi la disponibilité des équipements à moindre coût.

Dans ce but à suivre et à améliorer les indicateurs de performance de la fonction de maintenance, nous avons passé une période de stage qui s'est déroulée du 14 février jusqu'au 04 juin 2022 dans la société ATELIER MICRO MECANIQUE, spécialisée dans la fabrication des pièces mécaniques.

Pour assurer cette mission nous avons commencé notre travail par l'analyse de la fiche historique en sélectionnant les machines les plus défectives.

Ensuite, nous avons élaboré leur plan de maintenance en réalisant des études AMDEC.

Enfin pour suivre les indicateurs de performance d'une façon adéquate, nous avons amélioré le tableau de bord de la fonction maintenance en élaborant un formulaire de saisie des interventions de maintenance, l'affichage de la fiche historique d'une machine sélectionnée à partir de l'historique de l'atelier, le calcul des indicateurs de performance ainsi que le suivi de l'évolution de ces indicateurs en automatisant ces indicateurs à travers le développement d'une application (EXCEL-VBA).

* Ce rapport comprend essentiellement cinq chapitres :

- * Le premier chapitre est consacré pour la présentation de la société.

- * Le deuxième chapitre est une recherche bibliographique.

- * Analyse de la fiche historique de l'atelier de production.

- * Le troisième chapitre sera consacré à une analyse AMDEC des machines.

- * Le quatrième chapitre présente le développement d'une application de tableau de bord de la maintenance en Excel (VBA).

Projet de fin d'études :
Suivi du rendement d'une machine

Chapitre 1 : Présentation de la société

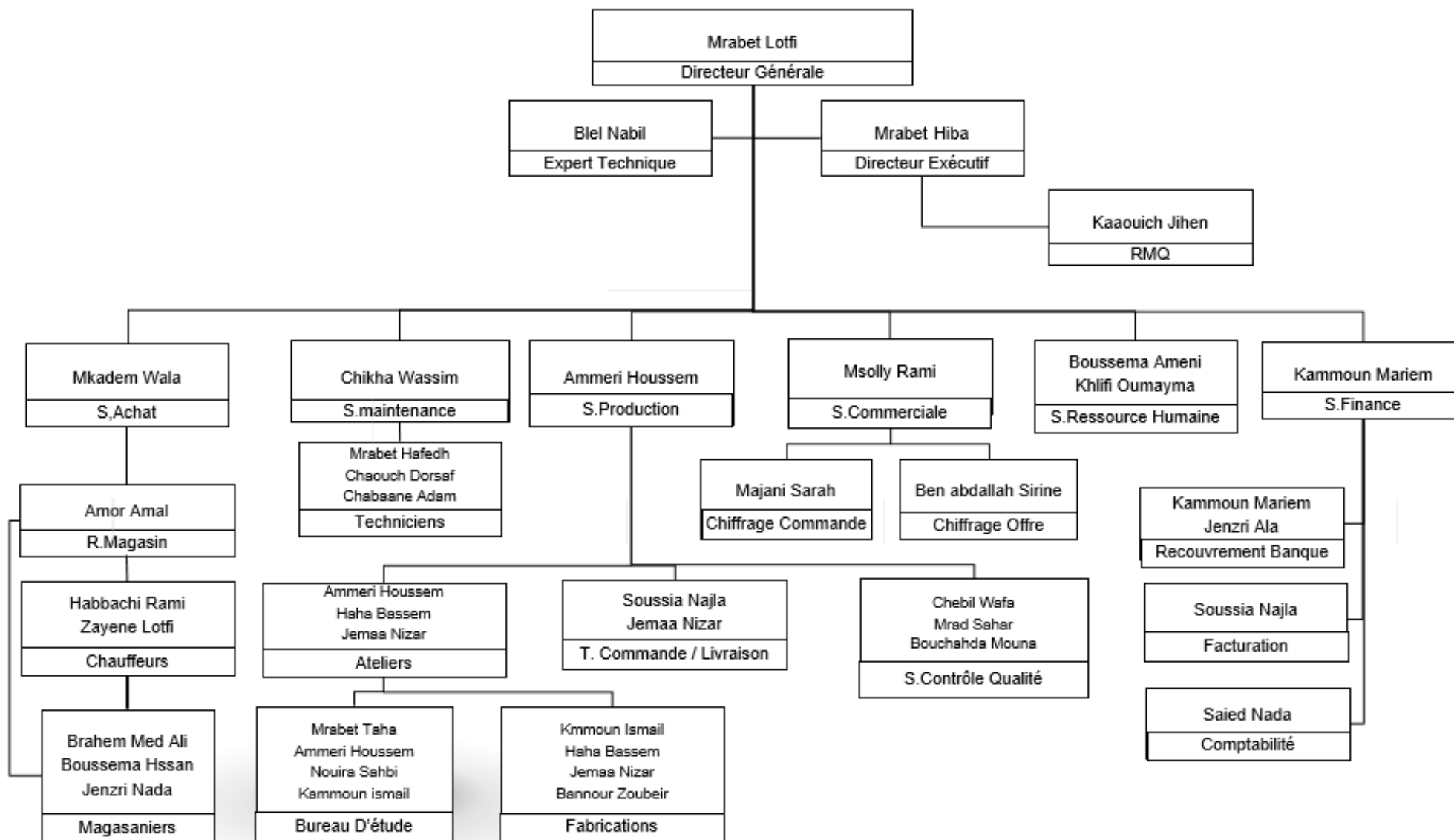
I. Introduction :

La société AMM (Atelier Micro Mécanique) est une société tunisienne, l'AMM est spécialisée dans la fabrication des pièces mécaniques en Tunisie, usinage CNC, usinage conventionnel, fraisage CNC, tournage numérique, taillage engrenage, commande numérique, électroérosion, étude et fabrication de moules et outillage.



- Raison sociale : les ateliers micromécanique
- Date de création : établi depuis 2000
- Siégé sociale : A V HABIB BOURGUIBA 5080 TEBOULBA
- Tél : (+216) 73 561 255
- FAX:(+216) 73 561 355
- Site Web: WWW.AMM-TN.COM
- Activité : Etude, conception et fabrication de moules et pièces mécanique pour toutes industries.
- Gérant : M. Lotfi MRABET

II. Organigramme :



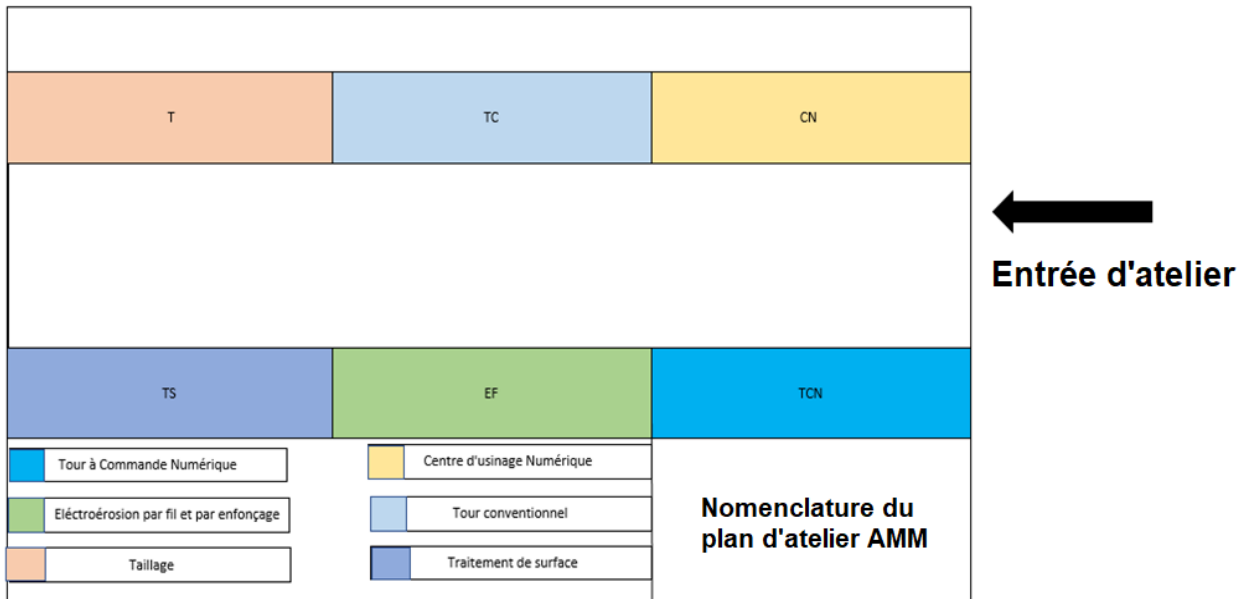
III. Les services de l'AMM :

Afin d'améliorer la production, de minimiser le coût de production et de garder la bonne qualité des pièces usinées, la AMM se compose de plusieurs services pour assurer le bon fonctionnement de l'entreprise.

- **Service Finance** : c'est le département qui assure la gestion de l'argent dans l'entreprise.
- **Service Ressources Humaines (RH)** : responsable de l'engagement des collaborateurs, du développement et du suivi de la politique du personnel. Ce service vise à maintenir un bon climat de travail et mène des discussions positives avec la commission du personnel.
- **Service Qualité** : ce service doit assurer la conformité des produits finis, semi-finis et des consommables (Gestion des non-conformités fournisseur et client).
- **Service contrôle** : ce service vérifie si les pièces fabriquées sont conformes au besoin du client (plan client).
- **Service Production** : ce service est responsable du déroulement de la production de l'entreprise tout en assurant le bon rendement des opérateurs, la disponibilité de la matière et des machines.
- **Service Maintenance** : ce service assure la réparation, l'installation et la désinstallation de tout appareil dans l'atelier (les machines, systèmes de climatisation, installation électrique...) et aussi la vidange des réservoirs de coupeau placé près de chaque machine ... etc.

IV. Disposition de l'atelier :

L'atelier de AMM de TEBOULBA est composé de 20 machines de commande numérique et 15 machines conventionnelles :



- **Taillage** : Le taillage est effectué par l'engrènement de l'outil pignon avec la roue à tailler. La roue à tailler est montrée sur un axe et tourne dans un rapport de vitesse fonction du nombre de dents à tailler.
- **Traitement de surface** : Un traitement de surface ou un traitement thermique est une opération mécanique, chimique, électrochimique ou physique qui a pour conséquence de modifier l'aspect ou la fonction de la surface des matériaux afin de l'adapter à des conditions d'utilisation donnée.
- **Electroérosion par fil et par enfonçage** : Est un procédé d'usinage qui consiste à enlever de la matière dans une pièce en utilisant des décharges électriques.
- **Tournage** :

Le tournage mécanique est un procédé d'usinage par enlèvement de matière qui consiste en l'obtention de pièces de forme cylindrique ou conique à l'aide d'outils coupants. La pièce à usiner est fixée dans une pince, dans un mandrin, ou entre pointes.

En tournage, le mouvement de coupe est obtenu par rotation de la pièce serrée entre les mors d'un mandrin ou dans une pince spécifique, ou-bien montage entre pointes., alors que le mouvement d'avance est obtenu par le déplacement de l'outil coupant. La combinaison de ces deux mouvements permet l'enlèvement de matière sous forme de copeaux.

- Fraisage

Le fraisage est un procédé de fabrication où l'enlèvement de matière sous forme de copeaux résulte de la combinaison de deux mouvements : la rotation de l'outil de coupe, d'une part, et l'avancée de la pièce à usiner d'autre part.



Le fraisage est habituellement réalisé par une machine-outil, la fraiseuse qui est particulièrement adaptée à l'usinage de pièces prismatiques et permet également, si la machine est équipée de commande numérique, de réaliser tous types de formes même complexes. L'outil classiquement utilisé est la fraise.

V. Clients :

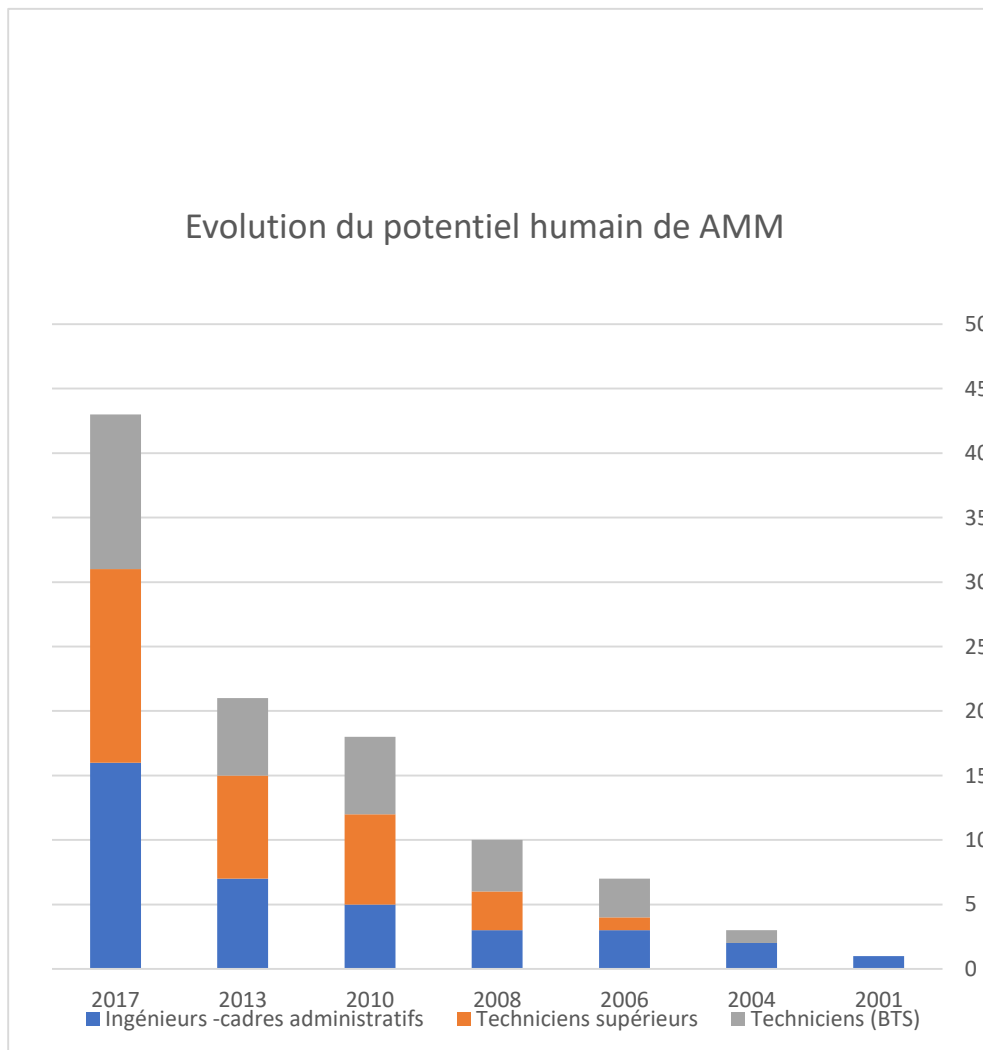


VI. Certification :

- ISO 9001

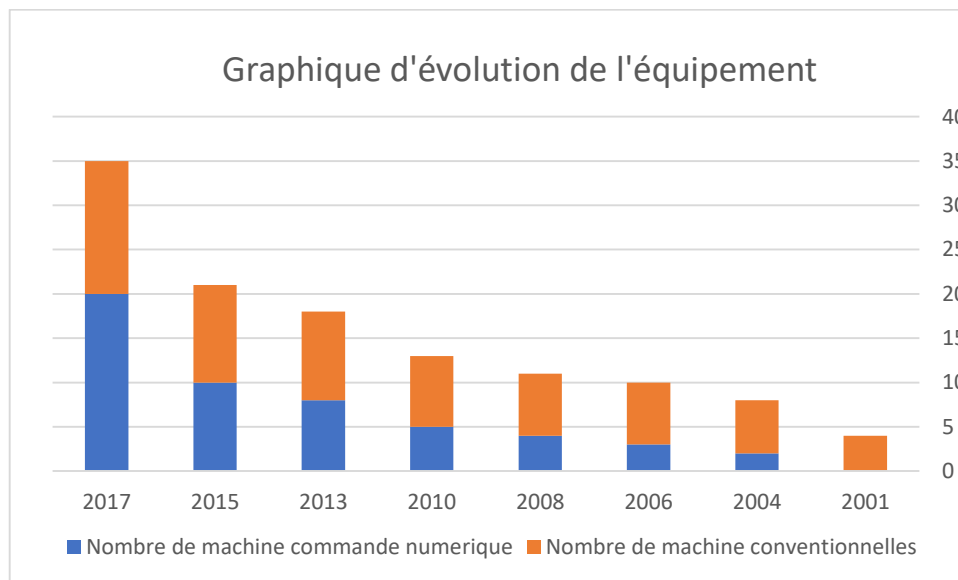
VII. Evolution du potentiel humain :

| Années | 2001 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2013 | 2017 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ingénieurs -cadres administratifs | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 7 | 16 |
| Techniciens supérieurs | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 8 | 15 |
| Techniciens (BTS) | 0 | 1 | 3 | 4 | 6 | 6 | 12 |



VIII. Evolution de l'équipement :

| Année | 2001 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2013 | 2015 | 2017 |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nombre de machine commande numérique | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 10 | 20 |
| Nombre de machine conventionnelles | 4 | 6 | 7 | 7 | 8 | 10 | 11 | 15 |



IX. Conclusion :

Ce chapitre illustre une présentation complète de la société AMM (Atelier Micro Mécanique), lieu de notre stage PFE.

Dans le chapitre suivant, on présentera la recherche bibliographique qui englobe une vue plus détaillée sur le service maintenance, les types de maintenance, les blocs diagramme, AMDEC, les plans de maintenance et les indicateurs de maintenance.

Chapitre 2 : Etude bibliographique

I. Définition de la maintenance :

La maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé.

La maintenance regroupe ainsi les actions de dépannage et de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

La maintenance industrielle peut se définir comme le fait de maintenir ou de rétablir un équipement de production dans un état défini en amont afin que celui-ci soit en mesure d'assurer le service prévu. Lorsqu'une entreprise installe un système pour maintenir ses équipements de production, cela lui permet de prévenir un grand nombre de problèmes et de diminuer les pertes de productivité.

II. Types de la maintenance :

→ Il existe 5 types de maintenance industrielle :

- Maintenance curative
- Maintenance corrective
- Maintenance prédictive
- Maintenance préventive systématique
- Maintenance préventive conditionnelle.

1. Maintenance curative :

La maintenance curative est le fait de réparer ou de remplacer un élément défaillant afin de lui redonner toutes les qualités nécessaires à son bon fonctionnement et à son utilisation. La maintenance curative a un caractère prioritaire car les arrêts de production peuvent provoquer des pertes lourdes pour l'activité.

2. Maintenance corrective :

Cette dernière a pour but la réparation complète de l'installation (ou de la machine) pour donner suite à l'identification du problème sans perturbation du process ou de l'utilisation du système rattaché à cette machine.

Par exemple ; un moteur d'essuie-glace de voiture cassé n'empêchera pas celle-ci de rouler. Une maintenance visera à remplacer le moteur défaillant par un moteur neuf afin de résoudre définitivement le problème.

En milieu industriel, il pourrait s'agir d'un dépoussiéreur dont le débit d'aspiration se verrait réduit à cause du colmatage des filtres. Cela n'empêchera en rien le process, il risque juste d'y avoir plus de poussière et de dépôts dû au manque d'aspiration. La maintenance corrective consisterait à remplacer les filtres à manche afin de redonner à la machine sa dépression initiale dans le but de remplir sa tâche à 100%.

3. Maintenance prédictive :

La maintenance prédictive consiste à anticiper les défaillances à venir sur un équipement, un objet, un système, etc. Concrètement, il s'agit d'aller au-devant d'une panne ou d'un dysfonctionnement grâce au cumul d'un ensemble de données.

a. Maintenance préventive systématique :

La maintenance systématique est, avec la maintenance conditionnelle et la maintenance prévisionnelle, un des trois sous-types de la maintenance préventive. Elle désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (nombre d'heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.). Aucune intervention n'a lieu avant l'échéance déterminée à l'avance.

b. Maintenance préventive conditionnelle :

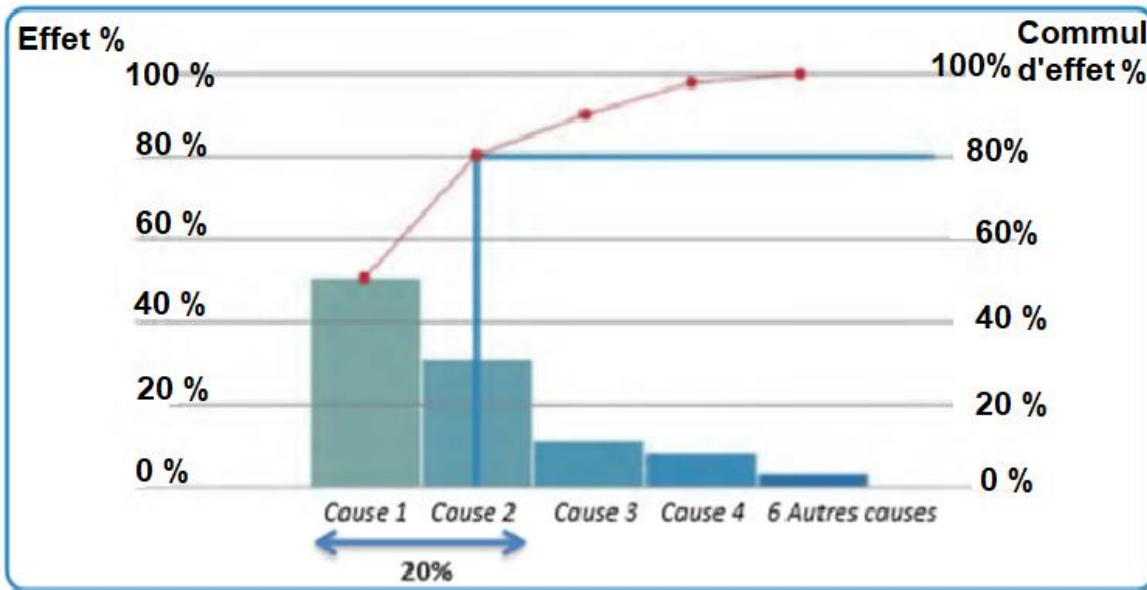
C'est la maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto-diagnostique, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.).

Remarque : la maintenance conditionnelle est une maintenance dépendante de l'expérience et elle fait intervenir des informations recueillies en temps réel.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint. Mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs. Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.

III. Le principe de Pareto :

Le principe de Pareto, aussi appelé **loi de Pareto**, principe des 80-20 ou encore loi des 80-20, est une observation selon laquelle environ 80 % des effets sont le produit de seulement 20 % des causes. Les phénomènes qui illustrent ce principe suivent une distribution de Pareto.



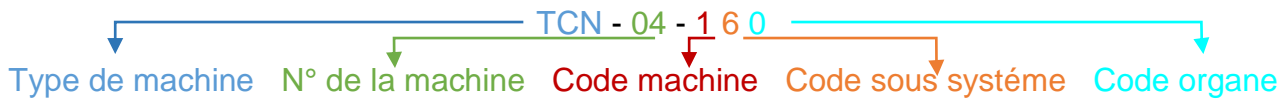
IV. Nomenclature :

La nomenclature est un découpage de système permettant de situer les éléments étudiés, et la structure générale du système traité. La liaison entre la machine composée et ses composants s'appelle lien de nomenclature.

Comme cela est visible sur la figure suivante, la nomenclature d'une machine composée comprend plusieurs niveaux. Le nombre de niveaux dépend de la complexité du système composé. Un numéro est attribué à chaque niveau du haut vers le bas de la structure en commençant par le 0, puis 1, 2... n, n+1.

| | | | | |
|---------|---------|--------------|--------|--------|
| | | | | Niveau |
| Machine | | | | X-000 |
| | Systeme | | | X-100 |
| | | Sous-système | | X-110 |
| | | | Organe | X-111 |

• **Exemple de codification :**

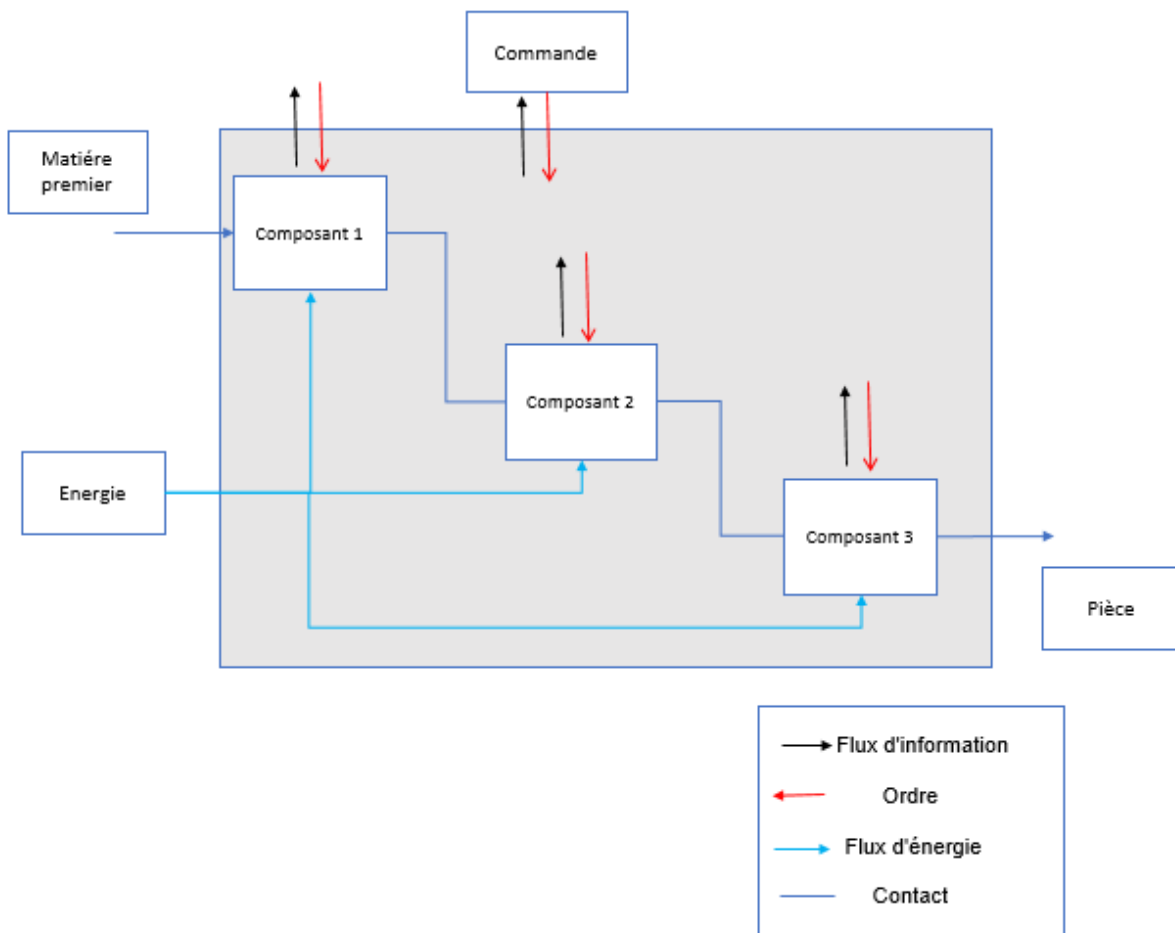


V. Bloc diagramme fonctionnel :

1. Définition :

Le bloc diagramme fonctionnel est la représentation graphique simplifiée d'un système relativement complexe impliquant plusieurs unités.

Il est composé de blocs connectés par des lignes d'action.



VI. L'AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité :

1. Les types d'AMDEC :

Il existe 3 types d'AMDEC. En effet, la méthode AMDEC peut être mise en œuvre au niveau du produit, du processus ou des moyens.

- La méthode AMDEC Produit, est mise en œuvre pour vérifier la conformité d'un produit développé par rapport aux exigences client.

- L'AMDEC Processus est mise en place pour valider la fiabilité du processus de fabrication et élaborer un plan de contrôle.
- L'AMDEC Moyens, est déployée pour élaborer un plan de maintenance.

2. Les étapes d'AMDEC :

Etape 1 : Constituer l'équipe collecter les données :

3. Fixer le système et la primature d'étude d'AMDEC.
4. Fixer l'objectif de l'étude d'AMDEC.
5. Constituer l'équipement d'AMDEC.
6. Préparer le dossier technique.

Etape 2 : Analyse fonctionnelle du système :

7. Découpage du système.
8. Identifier les fonctions dessous-ensembles.
9. Identifier les fonctions techniques des éléments.

Etape 3 : Analyse de défaillance :

10. Identifier des modes de défaillance.
11. Recherche des causes.
12. Recherche des effets.
13. Identifier les moyens de détection.


Etape 4 : Cotation de défaillance du système :

14. Calculer la criticité.
15. Hiérarchisation des modes de défaillances.
16. Etablir une liste des points critiques.

Etape 5 : Actions correctives et préventive :

17. Classifier les éléments selon leurs criticités.
18. Déterminer l'impact et l'efficacité des actions d'amélioration.

2. Tableaux AMDEC :

|  | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | AMDEC Machine | | |
|--|---|------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|--------|---------------|---------|--|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | Page : | | |
| | Système : poupée mobile | | | | | | | 2021/2022 | | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |

3. Expression de la criticité : (Réf CETIM)

- Fréquence d'apparition F :

| Niveau de fréquence | F | Défaillance | Exemples |
|-----------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|
| Fréquence très faible | 1 | Défaillance rare | Moins d'une défaillance par an |
| Fréquence faible | 2 | Défaillance possible | Moins d'une défaillance par trimestre |
| Fréquence moyenne | 3 | Défaillance fréquente | Moins d'une défaillance par semaine |
| Fréquence forte | 4 | Défaillance très fréquente | Plusieurs défaillances par semaine |

- Gravité des effets G :

| Niveau de gravité | F | Défaillance | Exemples |
|--------------------|---|------------------------|--|
| Gravité mineure | 1 | Défaillance mineure | <ul style="list-style-type: none"> • Ne provoquant qu'un arrêt de production de 2 min. • Aucune dégradation notable du matériel. |
| Gravité moyenne | 2 | Défaillance moyenne | <ul style="list-style-type: none"> • Provoquant un arrêt de production de 2 à 20 min. • Remise en état de courte durée ou une petite réparation sur place. |
| Gravité importante | 3 | Défaillance importante | <ul style="list-style-type: none"> • Provoquant un arrêt de production de 20 à 50 min. • Nécessitant un changement de matériel défectueux. |
| Gravité grave | 4 | Défaillance grave | <ul style="list-style-type: none"> • Provoquant un arrêt supérieur à 50 min. • Production de pièces non conformes ou problèmes potentiels de sécurité. |

- Non détection des défaillances D :

| D | Exemples |
|---|--|
| 1 | Défaillance détectable à 100 % |
| 2 | Signe avant-coureur de la défaillance détectable de l'opérateur (visite, contrôle visuel...) |
| 3 | N'est pas facilement décelable (démontage, appareillage...) |
| 4 | Aucun signe avant-coureur de la défaillance. |

- La criticité C :

On obtient la criticité C par la formule :

$$C = F * G * D$$

| Valeur de criticité | Actions |
|---------------------|---|
| 1 =< C < 12 | Maintenance corrective |
| 12 =< C < 16 | Maintenance préventive systématique |
| 16 =< C < 20 | Maintenance préventive conditionnelle |
| 20 =< C 80 | Remise en cause complète de la conception |

- Les 33 modes de défaillance générique :

| REP | Mode de défaillance | REP | Mode de défaillance |
|-----|--|-----|--|
| 1 | Défaillance structurelle (rupture) | 19 | Ne s'arrête pas |
| 2 | Blocage physique ou croisement | 20 | Ne démarre pas |
| 3 | Vibration | 21 | Ne commute pas |
| 4 | Ne restent pas en position | 22 | Fonctionnement prématuré |
| 5 | Ne s'ouvre pas | 23 | Fonctionnement après le délai prévu |
| 6 | Ne se ferme pas | 24 | Entré erronée (augmentation) |
| 7 | Défaillance en position ouverte | 25 | Entré erronée (diminution) |
| 8 | Défaillance en fermée | 26 | Sortie erronée (augmentation) |
| 9 | Fuite interne | 27 | Sortie erronée (diminution) |
| 10 | Fuite externe | 28 | Perte de l'entrée |
| 11 | Dépasse la limite supérieure tolérée | 29 | Perte de sortie |
| 12 | Est en dessous de la limite inférieure tolérée | 30 | Court-circuit (électrique) |
| 13 | Fonctionnement intempestif | 31 | Circuit ouvert (électrique) |
| 14 | Fonctionnement intermittent | 32 | Fuite (électrique) |
| 15 | Fonctionnement irrégulier | 33 | Autres conditions de défaillance exceptionnelle suivant les conditions de fonctionnement et les contraintes opérationnelles. |
| 16 | Indications erronées | | |
| 17 | Ecoulement réduit | | |
| 18 | Mise en marche erronée | | |

4. Plan de maintenance préventive :

A. Définition :

Un plan de maintenance se définit par un document papier qui liste l'ensemble des tâches organisées et planifiées pour assurer une maintenance préventive des actifs de l'entreprise.

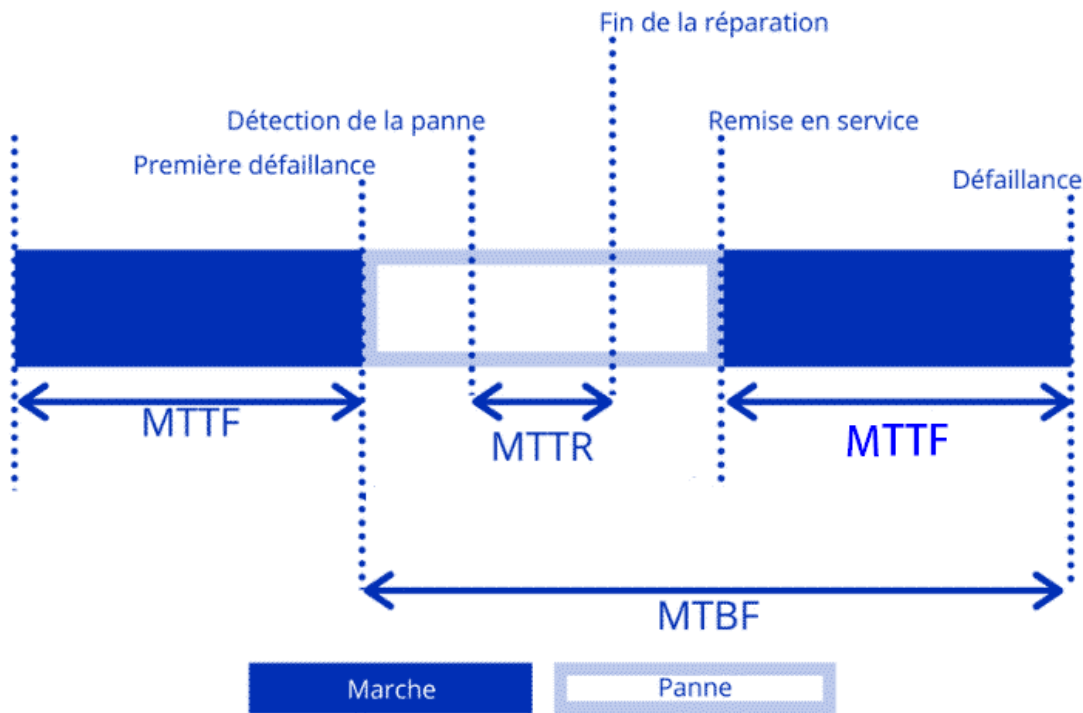
B. Tableaux de plan de maintenance :

| Elément: | | Code: | | Plan de maintenance préventive | | | Etat de machine | | | |
|---------------|---------|--------|-------------|--------------------------------|-----------|-----------|-------------------|------|----------|------------------------|
| Sous ensemble | Elément | Action | Périodicité | Temps | Outillage | Gamme O/N | Pièce de rechange | | | Spécialité responsable |
| | | | | | | | Désignation | Code | Quantité | |
| | | | | | | | | | | |

5. L'EXCEL VBA :

EXCEL VBA (Visual Basic pour Application) est un langage de programmation permettant d'utiliser du code Visual Basic pour exécuter les nombreuses fonctionnalités de l'Application EXCEL. Un programme écrit en VBA est souvent appelé une macro. Les macros permettent notamment d'automatiser des tâches répétitives réalisées sous EXCEL. Elles peuvent aussi être utilisées pour créer des boîtes de dialogue afin de rendre une application développée sous EXCEL plus conviviale. Une macro peut être créée en utilisant l'enregistreur de macros, qui ne nécessite aucune connaissance du langage VBA. Cependant une macro ainsi créée ne s'exécutera que sur un ensemble de cellules données. Pour pouvoir créer des macros propres à ses besoins, efficaces et interactives, il faut apprendre à programmer en VBA.

6. Les indicateurs de maintenance :



A. Le temps moyen entre les défaillances souvent (**MTBF**) :

Le temps moyen entre pannes ou durée moyenne entre pannes, souvent désigné par son sigle anglais MTBF, est une des valeurs qui indiquent la fiabilité d'un composant, d'un produit ou d'un système. C'est la moyenne arithmétique du temps de fonctionnement entre les pannes d'un système réparable.

$$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Nombre de défaillances ou nombre de période de bon fonctionnement}}$$

B. Temps moyen de réparation (MTTR) :

Temps moyen nécessaire pour réparer et restaurer un système défaillant. C'est une mesure de la capacité à maintenir un composant ou un service réparable. Selon la complexité du dispositif et du problème, le **MTTR** peut se mesurer en minutes, en heures ou en jours.

$$\mathbf{MTTR} = \Sigma \text{ Temps d'arrêt} / \text{Nombre d'arrêts}$$

C. Temps moyen jusqu'à l'échec (MTTF) :

Désigne littéralement le temps moyen avant l'échec. Le composant ou l'instrument devra alors être remplacé suite à une défaillance.

$$\mathbf{MTTF} = \int [0 ; +\infty] R(x). dx$$

D. La disponibilité :

Aptitude d'un dispositif, sous les aspects combinés de sa fiabilité, de sa maintenabilité et de la logistique de maintenance, à remplir ou à être en état de remplir une fonction à un instant donné ou dans un intervalle de temps donné.

La disponibilité = (temps disponible + temps indisponible) / (temps disponible + temps indisponible + temps inconnu).

E. Taux de la défaillance :

Lorsque le taux de défaillance λ est constant, cela signifie que le risque de panne est totalement aléatoire ; on a un système dit « sans effet de mémoire », sans usure, il n'y a pas de cumul de dommage.

Dans ce cas, la probabilité de défaillance f suit une loi exponentielle. Le taux de défaillance est alors l'inverse du temps moyen de fonctionnement avant panne MTTF :

$$\lambda = 1/\mathbf{MTBF}.$$

F. La fiabilité :

L'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné. Le temps moyen entre pannes (MTBF) est un bon indicateur de la fiabilité.

$$\mathbf{R(t)} = e^{-\lambda \cdot t}$$

G. Coût de maintenance :

- **Coût de pièce (s) de rechange (Cpr)** : c'est la somme des coûts des pièces de rechange.
- **Coût de production (Cp)** : c'est le temps d'arrêt de production (Tp) * coût d'une heure de production (Chp).

$$CP = T_p * C_{hp}$$

- **Coût d'heure d'emploi (Ce)** : c'est la durée d'intervention (Ti) * coût d'heure employé(s) (Che).

$$C_e = T_i * C_{he}$$

- **Le coût de maintenance (Cm)** : est la somme du coût de pièce (s) de rechange, le coût d'heure d'emploi et le coût de production.

$$C_m = C_{pr} + C_p + C_e$$

7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents outils l'analyse tel que l'AMDEC, Pareto et le bloc diagramme ainsi que les indicateurs de performance que nous allons l'utiliser dans l'élaboration de ce projet.

Dans le chapitre suivant, nous sélectionnons des machines les plus défaillantes, afin d'élaborer leurs plan de maintenance et par conséquent d'améliorer leurs disponibilités.

Chapitre 3 : Analyse de la fiche historique de l'atelier AMM

I. Introduction :

Rappelons que la maintenance a pour but d'améliorer la disponibilité des machines, l'élaboration de leurs plans de maintenance sans négliger les défauts quels que soient leur degré de criticité. Pour cela, il serait nécessaire de faire une étude du système technique pour comprendre le fonctionnement de la machine et faire un plan de maintenance préventive et un planning annuel, qui améliorera le bon fonctionnement de la machine.

II. Pareto des machines en fonction du temps d'arrêt :

1. Introduction :

Etant donné que le principe de Pareto, appelé aussi loi des 80-20, nous permet d'analyser un nombre réduit de machines afin d'optimiser l'efficacité de la majorité des machines, on a commencé par réaliser le diagramme Pareto.

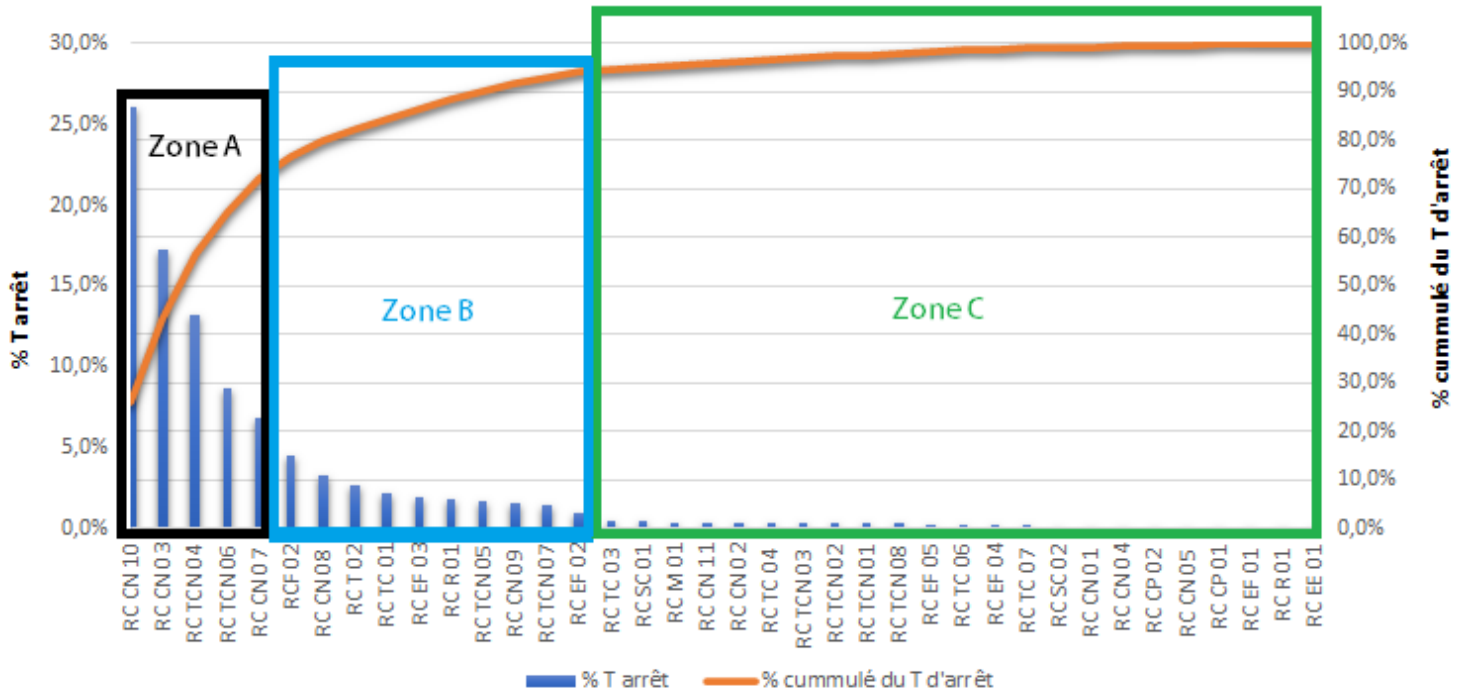
2. Diagramme Pareto :

Ce diagramme nous aidera à choisir les machines qui ont un temps d'arrêt plus important que les autres ; et qui nécessitent, évidemment, une intervention plus urgente.

| Nombre de machine | Réf machine | Temps d'arrêt | %temps d'arrêt | %cummul temps d'arrêt |
|-------------------|-------------|---------------|----------------|-----------------------|
| 1 | RC CN 10 | 326 | 26,05 | 26,05 |
| 2 | RC CN 03 | 216,5 | 17,30 | 43,35 |
| 3 | RC TCN 04 | 165 | 13,19 | 56,54 |
| 4 | RC TCN 06 | 108,33 | 8,66 | 65,20 |
| 5 | RC CN 07 | 85,5 | 6,83 | 72,03 |
| 6 | RCF 02 | 56 | 4,48 | 76,50 |
| 7 | RC CN 08 | 40,67 | 3,25 | 79,75 |
| 8 | RC T 02 | 33,5 | 2,68 | 82,43 |
| 9 | RC TC 01 | 27,25 | 2,18 | 84,61 |
| 10 | RC EF 03 | 24,07 | 1,92 | 86,53 |
| 11 | RC R 01 | 23,58 | 1,88 | 88,42 |
| 12 | RC TCN 05 | 21 | 1,68 | 90,10 |
| 13 | RC CN 09 | 20 | 1,60 | 91,69 |

| | | | | |
|----|-----------|-------|------|--------|
| 14 | RC TCN 07 | 18,75 | 1,50 | 93,19 |
| 15 | RC EF 02 | 12,33 | 0,99 | 94,18 |
| 16 | RC TC 03 | 6,58 | 0,53 | 94,70 |
| 17 | RC SC 01 | 6,53 | 0,52 | 95,23 |
| 18 | RC M 01 | 5 | 0,40 | 95,62 |
| 19 | RC CN 11 | 4,76 | 0,38 | 96,01 |
| 20 | RC CN 02 | 4,5 | 0,36 | 96,37 |
| 21 | RC TC 04 | 4,25 | 0,34 | 96,70 |
| 22 | RC TCN 03 | 4,25 | 0,34 | 97,04 |
| 23 | RC TCN 02 | 4,17 | 0,33 | 97,38 |
| 24 | RC TCN 01 | 4 | 0,32 | 97,70 |
| 25 | RC TCN 08 | 4 | 0,32 | 98,02 |
| 26 | RC EF 05 | 3,75 | 0,30 | 98,32 |
| 27 | RC TC 06 | 3,5 | 0,28 | 98,60 |
| 28 | RC EF 04 | 2,46 | 0,20 | 98,79 |
| 29 | RC TC 07 | 2,44 | 0,19 | 98,99 |
| 30 | RC SC 02 | 2,166 | 0,17 | 99,16 |
| 31 | RC CN 01 | 2 | 0,16 | 99,32 |
| 32 | RC CN 04 | 2 | 0,16 | 99,48 |
| 33 | RC CP 02 | 1,5 | 0,12 | 99,60 |
| 34 | RC CN 05 | 1,5 | 0,12 | 99,72 |
| 35 | RC CP 01 | 1 | 0,08 | 99,80 |
| 36 | RC EF 01 | 1 | 0,08 | 99,88 |
| 37 | RC R 01 | 1 | 0,08 | 99,96 |
| 38 | RC EE 01 | 0,5 | 0,04 | 100,00 |

Pareto des machines en fonction du temps d'arrêt



3. Analyse du Pareto :

En observant le diagramme ci-dessus, on a conclu que :

- Zone **A** : 5 machines : RC-CN-10, RC-CN-03, RC-TCN-04, RC-TCN-06, RC-CN-07.
- Zone **B** : 10 machines : RCF 02, RC CN 08, RC T 02, RC TC 01, RC EF 03, RC R 01, RC TCN 05, RC CN 09, RC TCN 07, RC EF 02.
- Zone **C** : 23 machines : RC TC 03, RC SC 01, RC M 01, RC CN 11, RC CN 02, RC TC 04, RC TCN 03, RC TCN 02, RC TCN 01, RC TCN 08, RC EF 05, RC TC 06, RC EF 04, RC TC 07, RC SC 02, RC CN 01, RC CN 04, RC CP 02, RC CN 05, RC CP 01, RC EF 01, RC R 01, RC EE 01.

4. Décision :

Elaboré le plan de maintenance des machines de la zone A.

5. Conclusion :

Dans un environnement industriel, Les points d'amélioration potentiel sont quasi innombrable, le recoure à des outils simples d'aide à la décision tel que le Diagramme de Pareto se révèle forts utiles pour Faire apparaître les causes les plus importantes qui sont à l'origine du plus grand nombre d'effets afin d'apporter de la valeur ajoutée à la production, ou au moins réduire les pertes.

Le diagramme de Pareto a pu rester un outil omniprésent aux niveaux d'analyse des Problèmes d'indisponibilité des équipements et d'optimisation des coût de maintenance des équipements.

Chapitre 4 : Etude AMDEC et élaboration des plans de maintenance

I. Introduction :

Nous avons étudié les machines TCN - 04, TCN – 06, CN - 03, CN – 07, CN – 10 en élaboré pour chacun les documents suivants :

- Présentation de la machine.
- Nomenclature.
- Bloc diagramme.
- AMDEC machine.
- Plan de la maintenance.

II. Analyse des machines :

1. Machine tour à commande numérique à 3 axes (TCN-04) :

A. Présentation de TCN-04 :

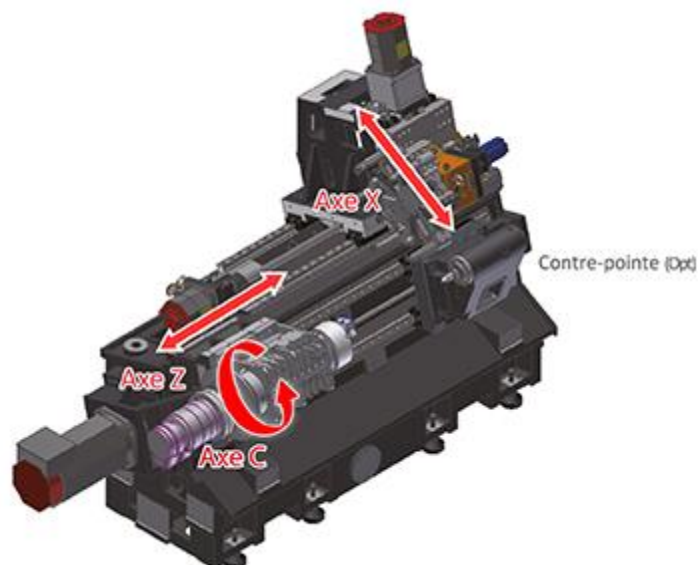
Une tour à commande numérique est une machine-outil permettant de fabriquer une pièce cylindrique mécanique. Le procédé utilisé est appelé **tournage**.

L'objectif étant de retirer de la matière afin de transformer le brut (bloc de matière) en une pièce fine avec la forme, les dimensions et la qualité de surface souhaitées.



B. Les axes de la machine :

- **L'axe Z** est parallèle à celui de la broche. Son mouvement est horizontal de droite à gauche.
- **L'axe X** est perpendiculaire à l'axe Z et génère un mouvement d'avant en arrière.
- La broche est capable de s'orienter et de rester fixe en une position donnée ou de tourner très lentement. C'est donc **un axe C** (qui tourne autour de l'axe Z).



C. Nomenclature :

| Machine | Système | Sous-système | Organes | Code |
|--|---------|-------------------------------------|---------|------------|
| Tour à commande numérique sunmaster CNE-20 | | | | TCN-04-000 |
| | Axe X | | | TCN-04-100 |
| | | Guidage en translation longitudinal | | TCN-04-110 |
| | | Système vis écrou à billes | | TCN-04-120 |
| | | Moteur pas à pas | | TCN-04-130 |
| | | Servomoteur fanuc | | TCN-04-140 |
| | | Capteur de fin de course | | TCN-04-150 |
| | | Capteur de début de course | | TCN-04-160 |
| | | Accouplement (rigide) | | TCN-04-170 |
| | Axe C | | | TCN-04-200 |
| | | Moteur hydraulique | | TCN-04-210 |
| | | Guidage en rotation | | TCN-04-220 |
| | | Mandrin porte outil | | TCN-04-230 |
| | | Accouplement (rigide) | | TCN-04-240 |
| | Axe Z | | | TCN-04-300 |
| | | Guidage en translation transversal | | TCN-04-310 |
| | | Système vis écrou à bille | | TCN-04-320 |
| | | Moteur pas à pas | | TCN-04-330 |
| | | Servomoteur fanuc | | TCN-04-340 |
| | | Capteur de fin de course | | TCN-04-350 |
| | | Capteur de début de course | | TCN-04-360 |

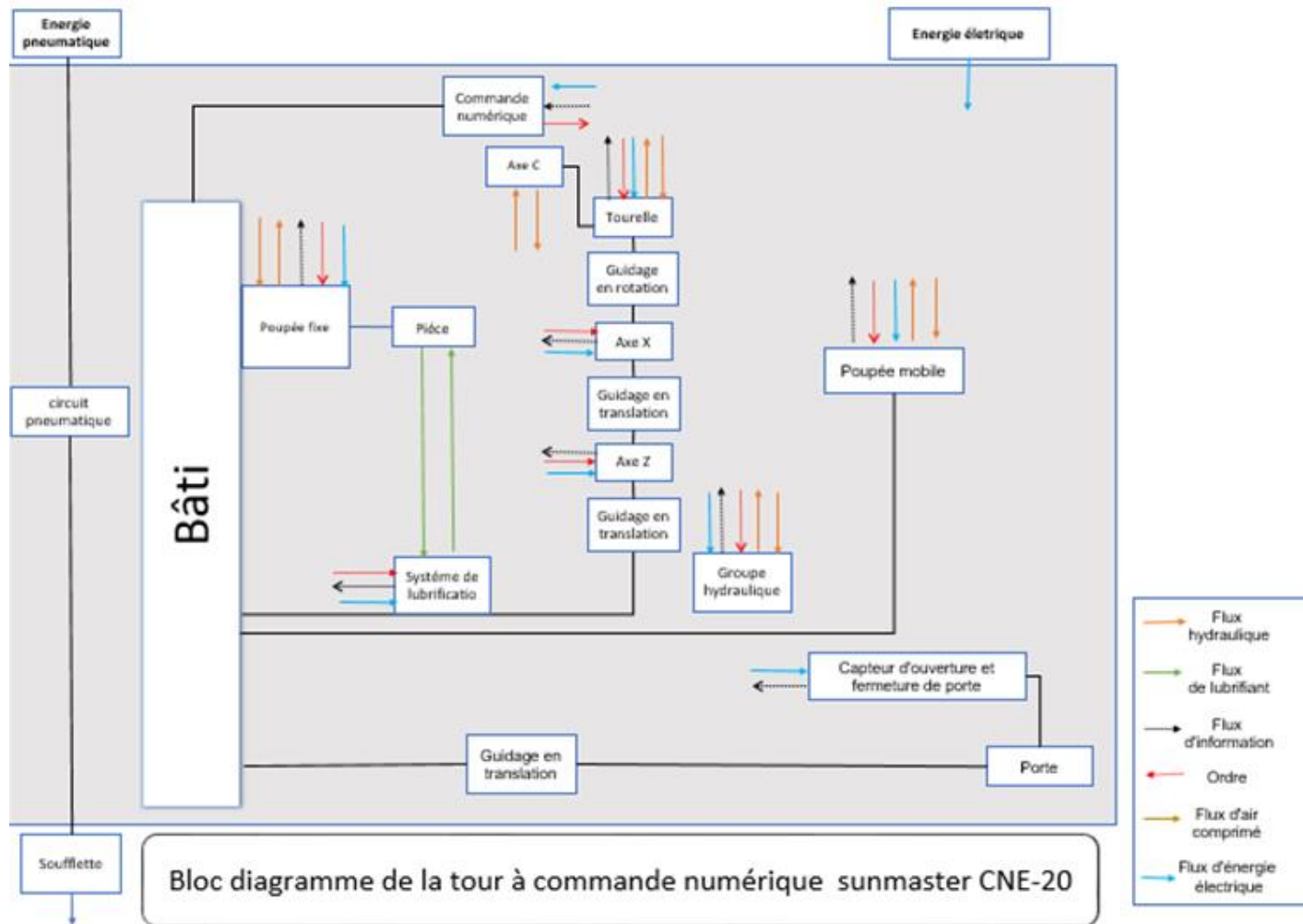
| | | | |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| | Accouplement (rigide) | | TCN-04-370 |
| Poupée fixe | | | TCN-04-400 |
| | Moteur de la broche | | TCN-04-410 |
| | Broche (guidage rotation) | | TCN-04-420 |
| | Poulie Courroie crantée | | TCN-04-430 |
| | Porte pièce (mandrin) | | TCN-04-440 |
| | | Actionneur (Vérin) | TCN-04-441 |
| | | Pré actionneur (Distributeur) | TCN-04-442 |
| | | Guidage des mors en translation | TCN-04-443 |
| | | Mors | TCN-04-444 |
| | | Capteur de fin de course | TCN-04-445 |
| Tourelle | | | TCN-04-500 |
| | Moteur encodeur | | TCN-04-510 |
| | Accouplement (rigide) | | TCN-04-520 |
| | Guidage en rotation | | TCN-04-530 |
| | Guidage en translation | | TCN-04-540 |
| | Vérin | | TCN-04-550 |
| | Réducteur (engrenage) | | TCN-04-560 |
| | Distributeur | | TCN-04-570 |
| Poupée mobile | | | TCN-04-600 |
| | Guidage en rotation (Roulements) | | TCN-04-610 |
| | Vérin | | TCN-04-620 |
| | Distributeur | | TCN-04-630 |
| | Guidage en translation | | TCN-04-640 |
| Groupe hydraulique | | | TCN-04-700 |

| | | | |
|---------------------------------|--|--|--------------------|
| | Moteur | | TCN-04-710 |
| | Pompe | | TCN-04-720 |
| | Réservoir | | TCN-04-730 |
| | Accouplement | | TCN-04-740 |
| | Crépine | | TCN-04-750 |
| | Limiteur de pression | | TCN-04-760 |
| | Manomètre | | TCN-04-770 |
| | Tuyau | | TCN-04-780 |
| Système de lubrification | | | TCN-04-800 |
| | Moteur | | TCN-04-810 |
| | Accouplement (Rigide) | | TCN-04-820 |
| | Pompe | | TCN-04-830 |
| | Circuit (Tuyau) | | TCN-04-840 |
| | Réservoir | | TCN-04-850 |
| | Crépine | | TCN-04-860 |
| | Manomètre | | TCN-04-870 |
| | Filtre | | TCN-04-880 |
| Partie commande | | | TCN-04-900 |
| | Directeur de commande numérique (DCN) | | TCN-04-910 |
| | Entrée de programme avec un logiciel FAO | | TCN-04-920 |
| | Pupitre | | TCN-04-930 |
| Partie pneumatique | | | TCN-04-1000 |
| | Soufflette | | TCN-04-1010 |
| | Filtre | | TCN-04-1020 |
| | Régulateur | | TCN-04-1030 |
| | Lubrificateur pneumatique | | TCN-04-1040 |
| | Circuit (tuyau) | | TCN-04-1050 |
| Porte de protection | | | TCN-04-1100 |
| | Guidage de translation | | TCN-04-1110 |

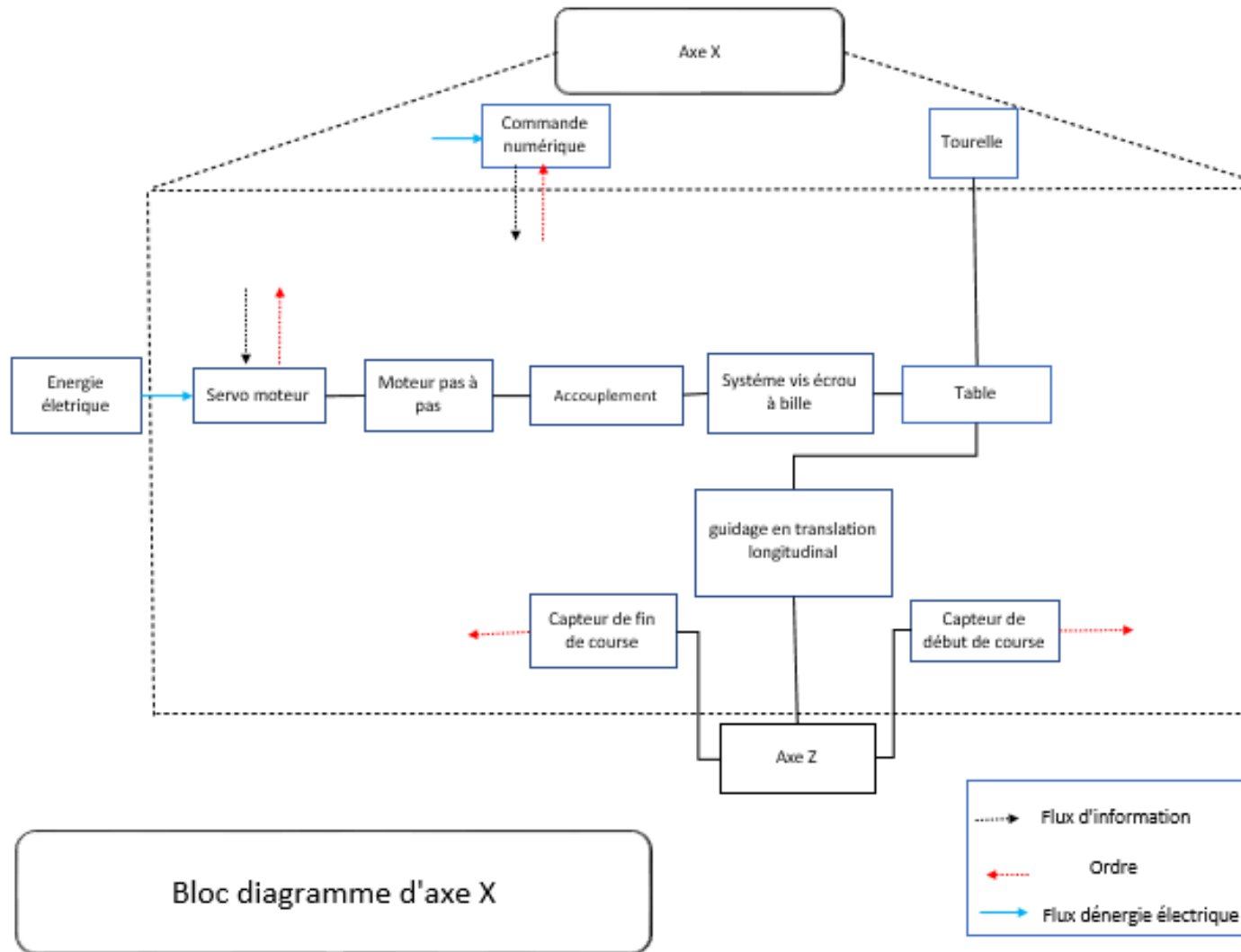
| | | | | |
|--|--|---|--|-------------|
| | | Capteur de fermeture ou d'ouverture de porte | | TCN-04-1120 |
|--|--|---|--|-------------|

D. Les blocs diagrammes :

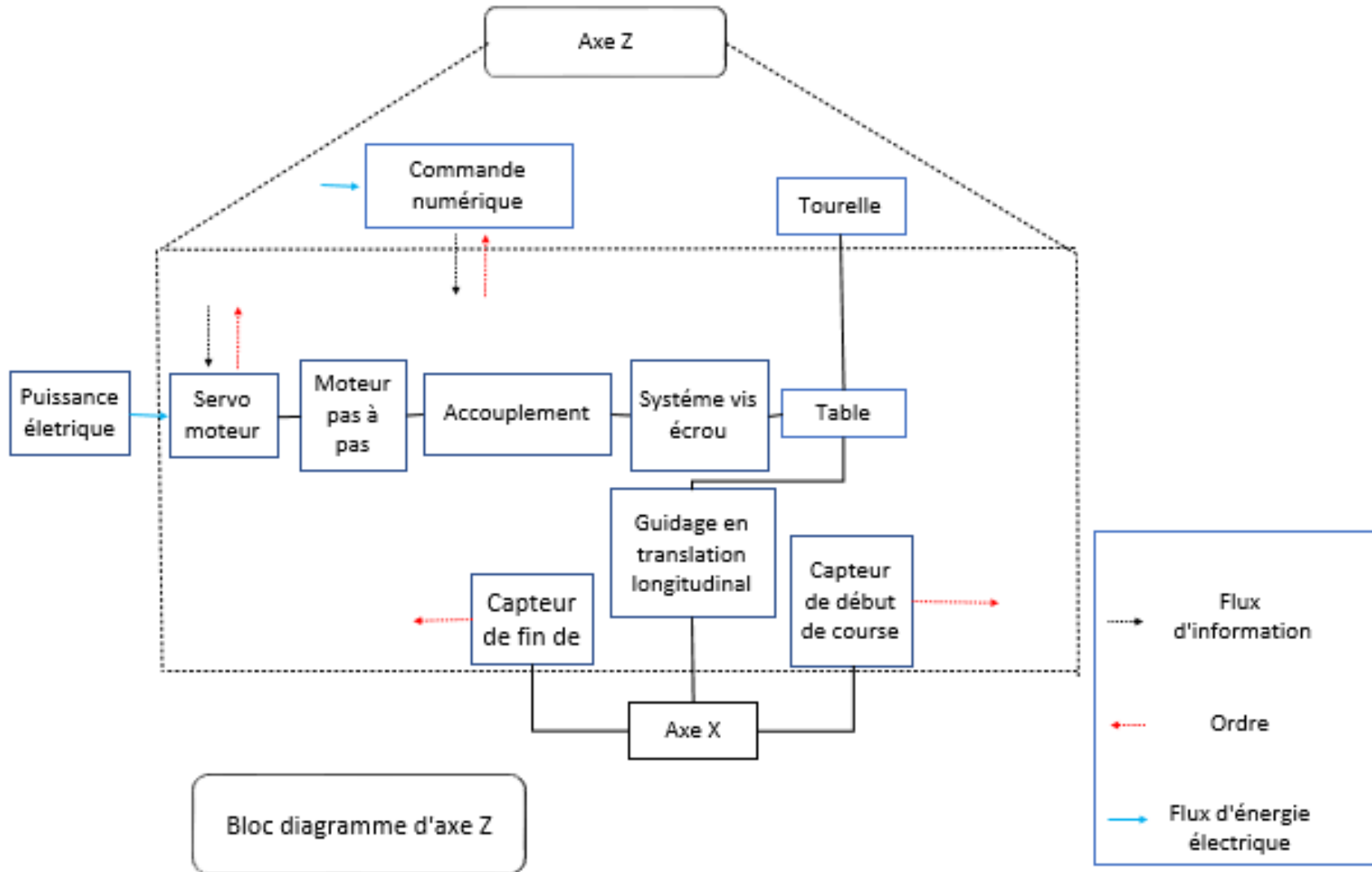
- La bloc diagramme de TCN 04 :



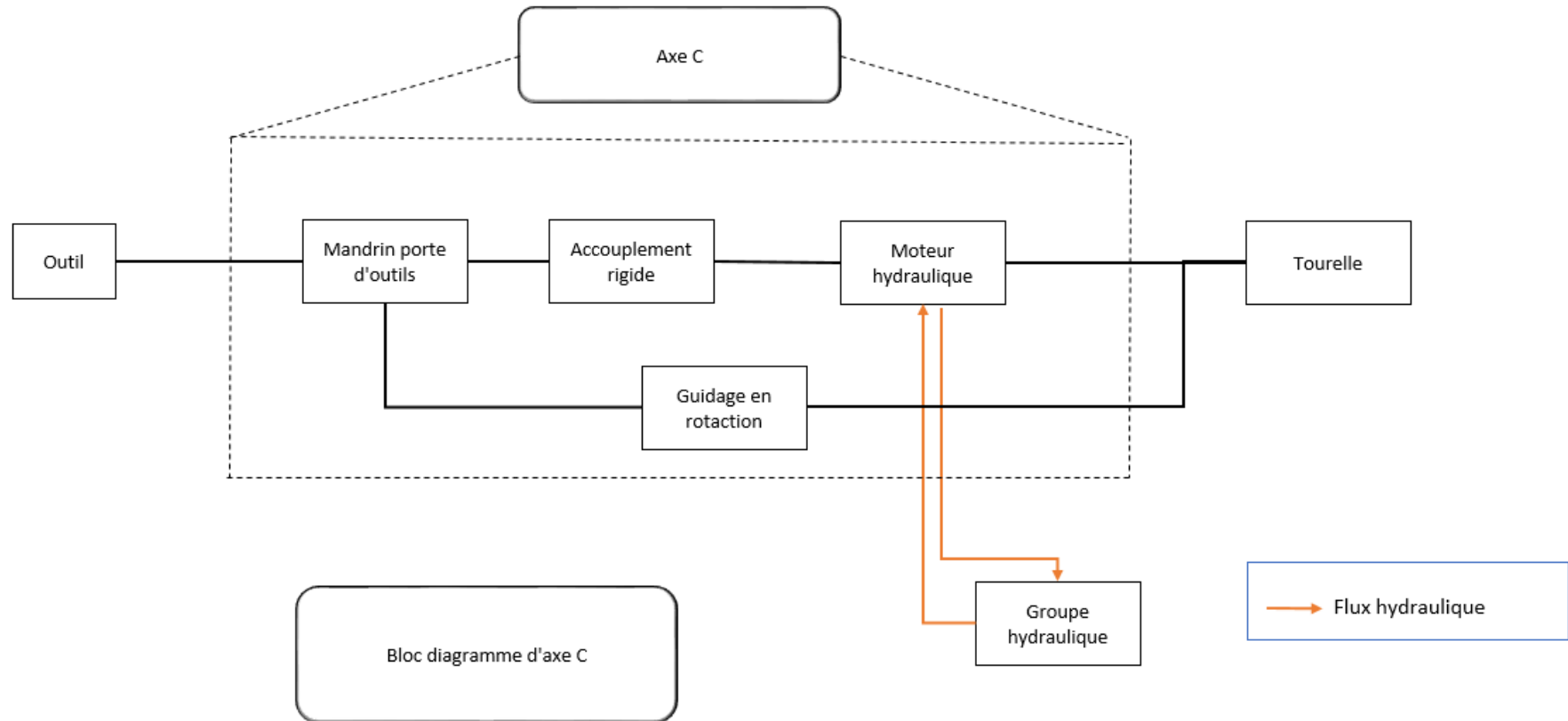
- Bloc diagramme d'axe X :



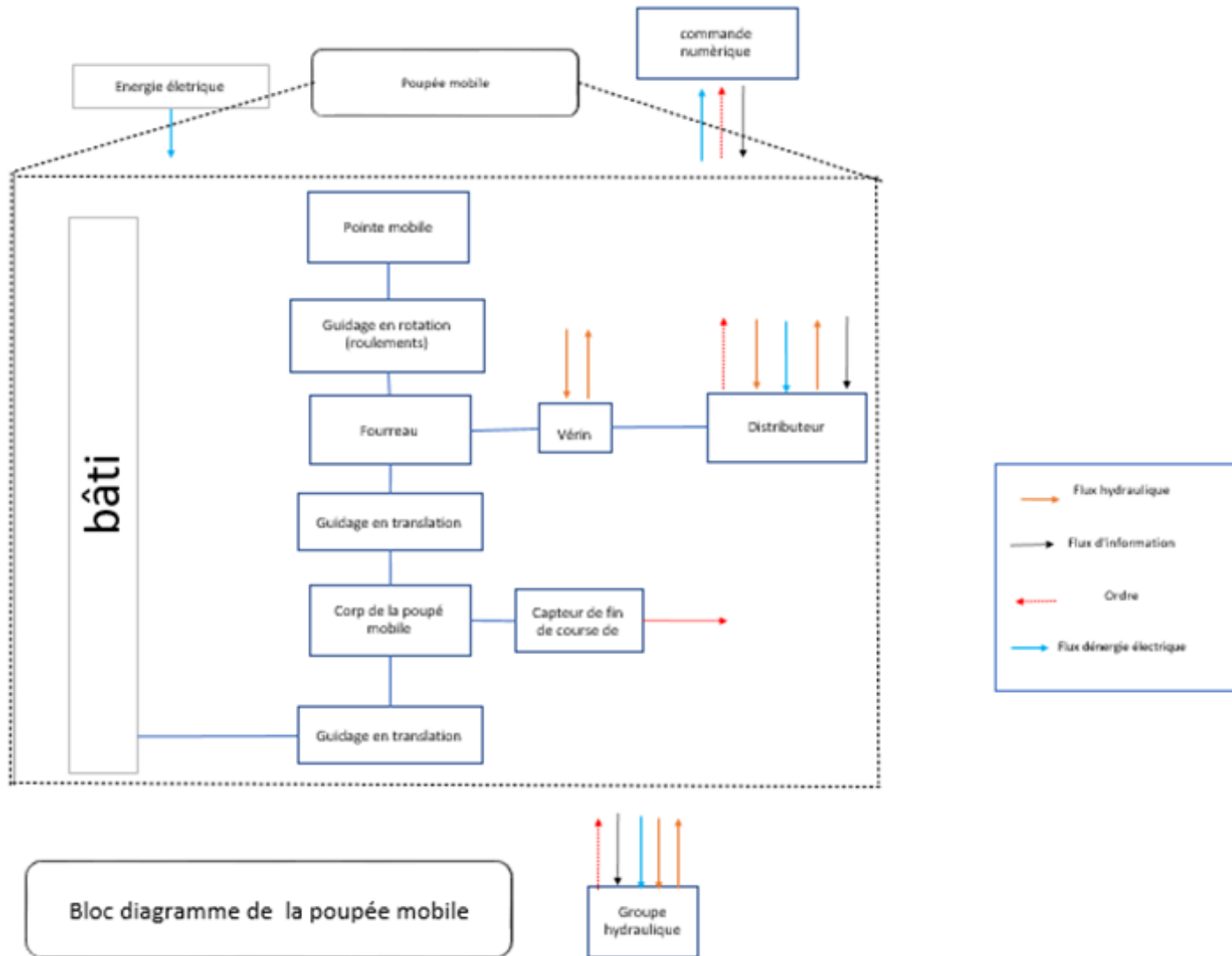
- Bloc diagramme d'axe Z :



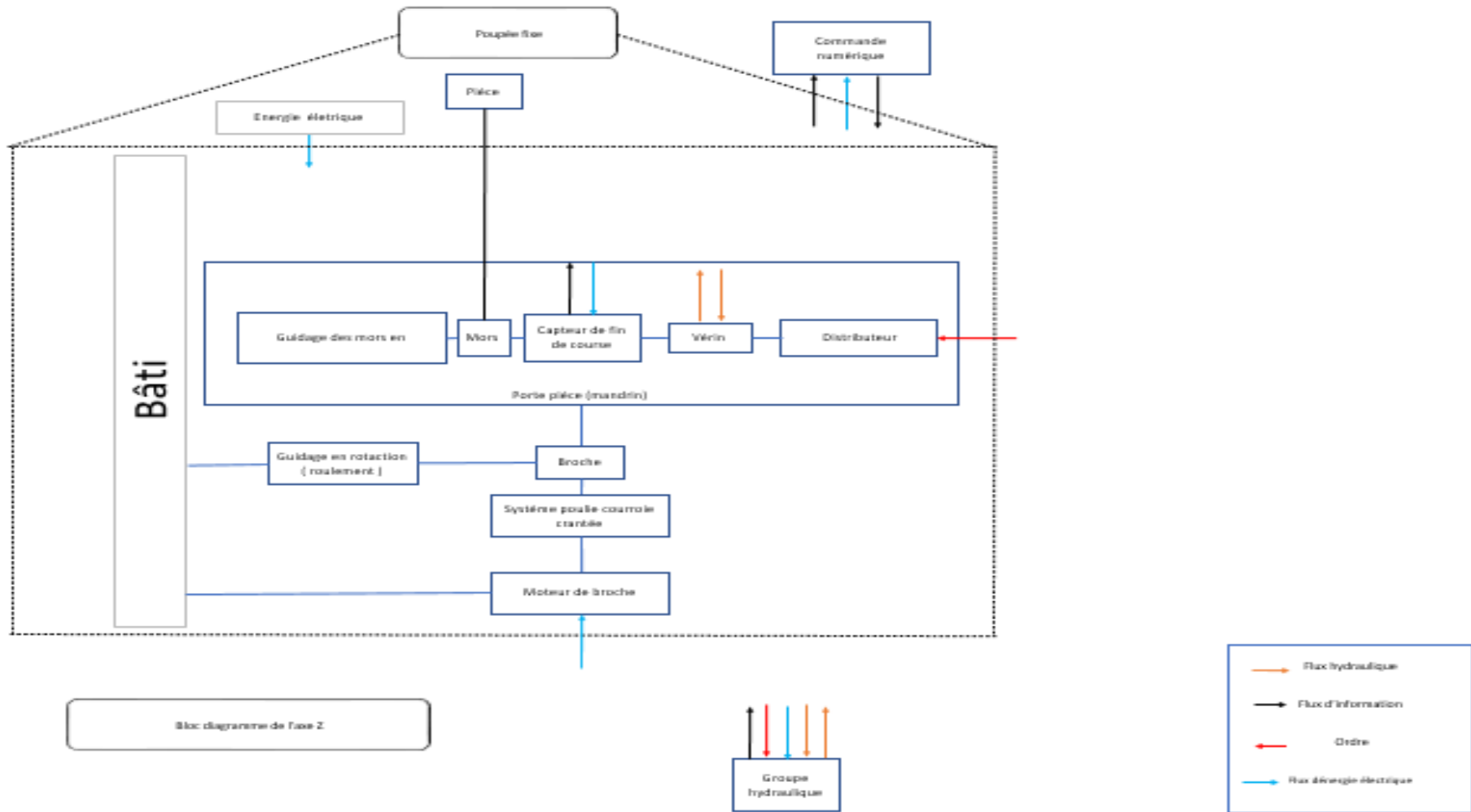
- Bloc diagramme d'axe C :



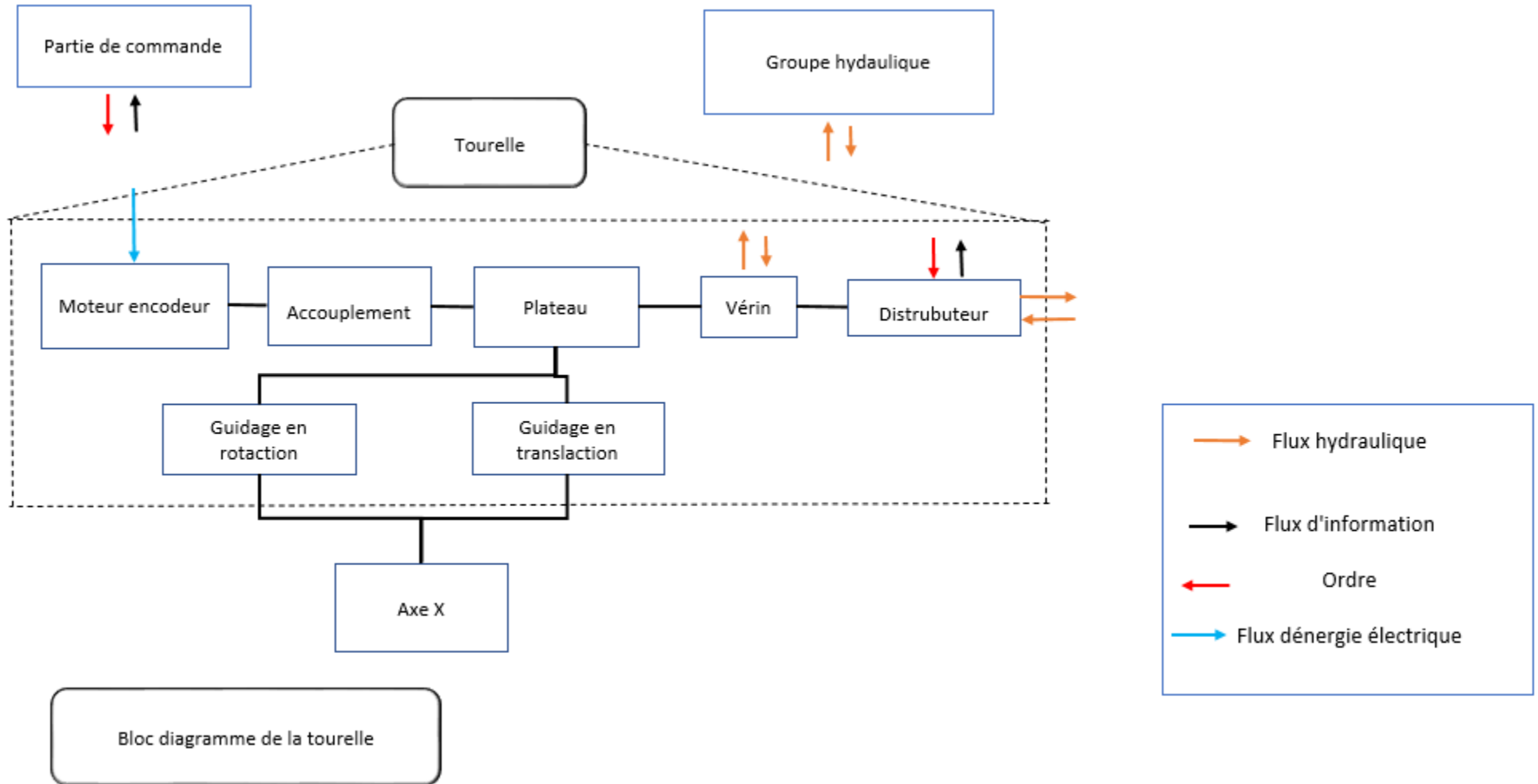
- Bloc diagramme de poupée mobile :



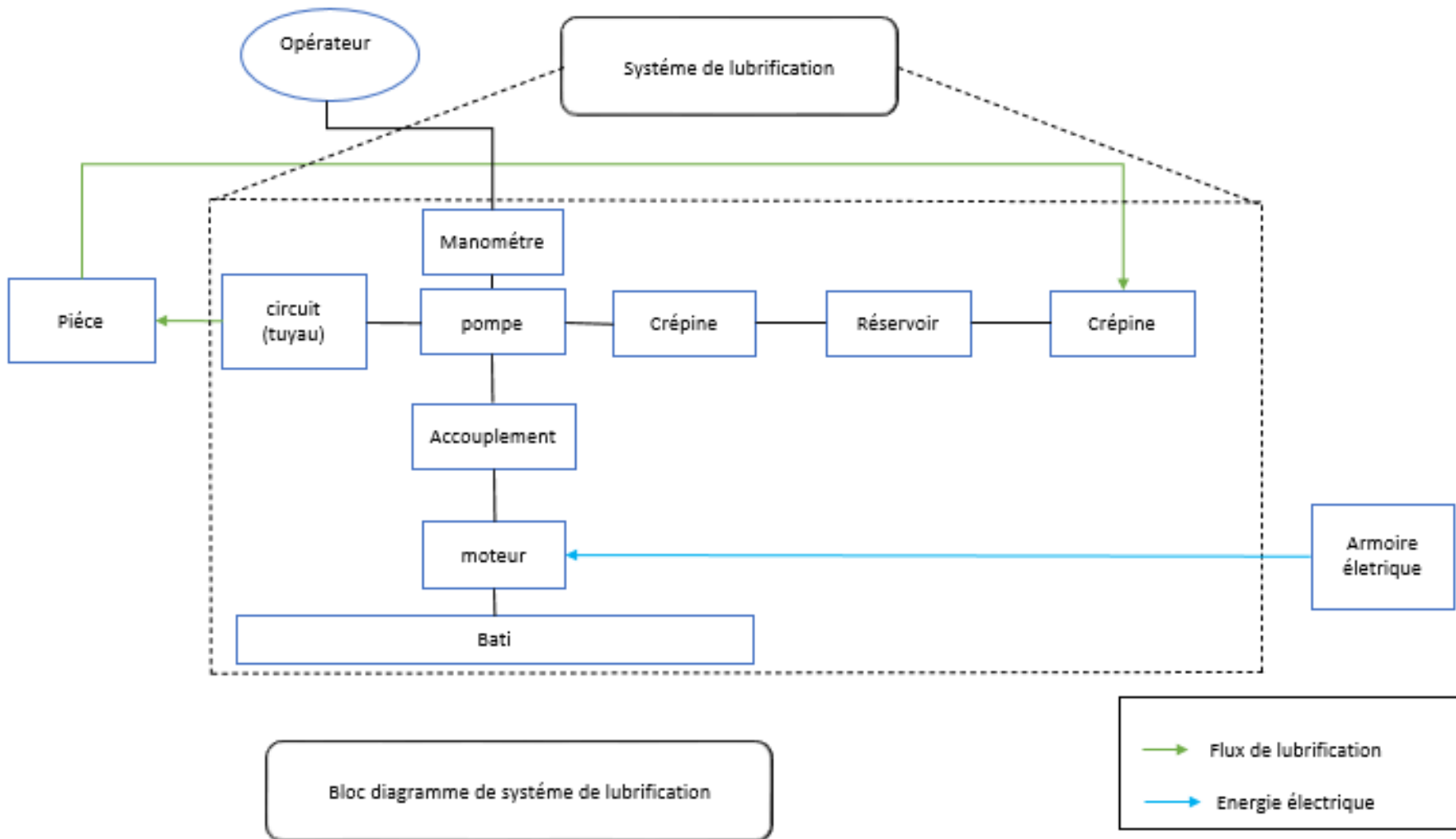
- Bloc diagramme de poupée fixe :



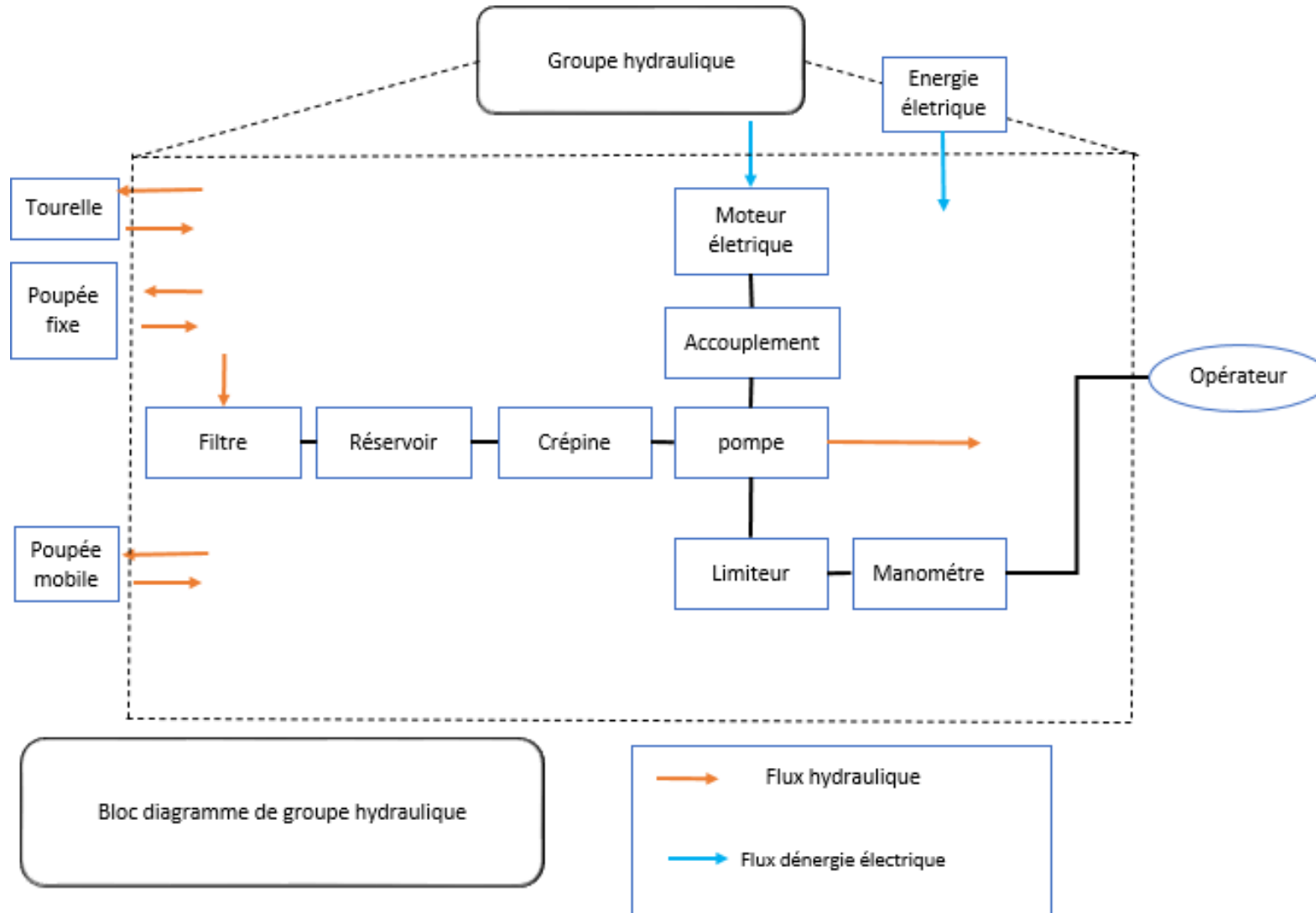
- Bloc diagramme de tourelle :



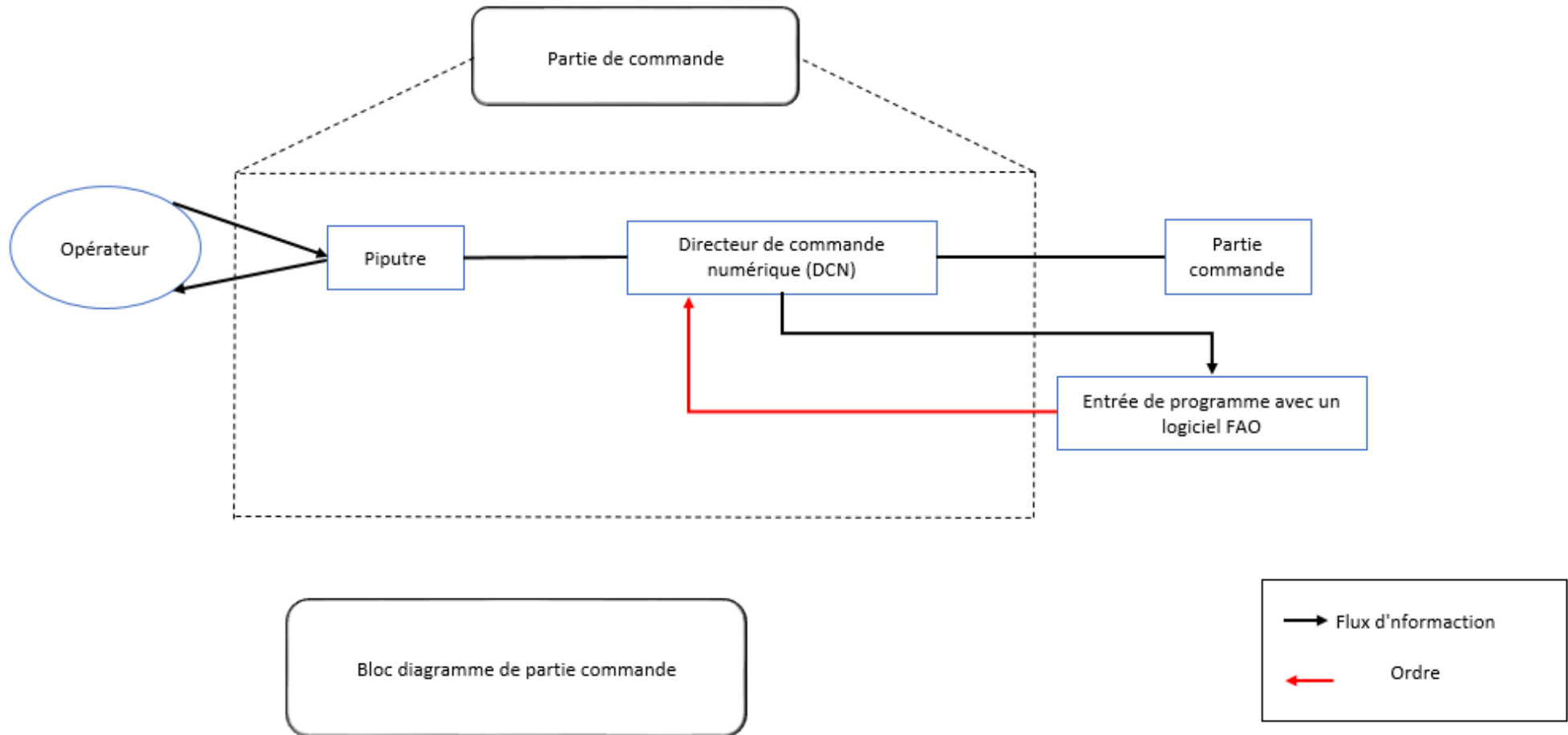
- Bloc diagramme de système de lubrification :



- Bloc diagramme de groupe hydraulique :




- Bloc diagramme de partie commande :



E. Les AMDEC :

- AMDEC d'axe X :


|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|--|---|---------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|---|---|---------------|--|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : Axe X | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Élément | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| Guidage en translation longitudinal | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS : Contrôler l'état des patins |
| | | | Désalignement des patins | | | | | | | MPS : Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | | | | | MPS : Contrôler l'état des rails |
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |

| | | Vibration | Usure des éléments roulants, des patins | Productions et Pièces non-conformes | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration ,Bruit) |
|----------------------------|---|-----------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|----|--|
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |
| | | | Usure de la vis | | | | | | | 1 |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | | Sans détection | 1 | 3 | 3 | |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état du moteur |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | | Bruit + Niveau de vibration | 1 | 4 | 3 | |
| | | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 | 4 | 3 | 12 |
| | | Pas de Connexion électrique | | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |

| | | | | ISSET SOUSSE | | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---|--------|--------|--------|---------|---|
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MPC : Nettoyage du moteur |
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |
| | | | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| | | Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| | | Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | | | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| | | Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |
| | | | Casse des dents d'engrenage | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Vidange d'huile |
| | | | Cisellement de la clavette | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de la clavette |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de la clavette |
| | | | Ecaillage des engrenages | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Vidange d'huile |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------|------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 2 1 | 4 4 | 3 2 | 24 8 | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres PR : Joint à lèvres en stock |
|--|--|----------------------|------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--|


• AMDEC de l'axe Z :

|  | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|---|---------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------|--|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : Axe Z | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| Défaut de réglage | 1 | | 4 | | | 2 | 8 | | | |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| Défaut de réglage | 1 | | 4 | | | 2 | 8 | | | |
| Guidage en translation longitudinal | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS: Contrôler l'état des patins |
| | | | Désalignement des patins | | | | | | | MPS: Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | | | | | MPS : Contrôler l'état des rails |
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |
| | | Vibration | Usure des éléments | Productions et Pièces | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration, Bruit) |

| | | | roulants, des patins | non-conformes | | | | | | |
|----------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---|----|--|--|
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) | |
| | | Usure de la vis | | | 1 | 4 | 2 | 8 | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) | |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement des vis d'accouplement |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état du moteur |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 4 | 4 | 16 | PR : Moteur en stock MPC : Contrôler le moteur |


| | | ISET SOUSSE | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|----------------------|---|---------------------------------|---|--------|--------|--------|---------|--|
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |
| | | | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| | | Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| | | Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | | | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| | | Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |
| | | | Casse des dents d'engrenage | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Vidange d'huile |
| | | | Cisellement de la clavette | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de la clavette |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de la clavette |
| | | | Ecaillage des engrenages | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Vidange d'huile |
| | | Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 2 1 | 4 4 | 3 2 | 24 8 | MPS: Contrôler l'état du joint à lèvres PR: Joint à lèvres en stock |

- AMDEC de l'axe C :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | | |
|--|-------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|---------|--|----|---------------------------------------|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | | |
| | | Système : Axe C | | | | | | | | 2021/2022 | | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | | | |
| Moteur hydraulique | Générer un couple | Vibration | Roulements usés | Effet sur la qualité | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements | | |
| | | Fonctionnement irrégulier | Pression instable | Pièce non conforme + sécurité | Manomètre | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du moteur hydraulique | | |
| | | | Fuite interne (mal-étanchéité) | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état du moteur hydraulique | | |
| | | | Tiges des pistons usés | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état du moteur hydraulique | | |
| | | Pas de mouvement | Pistons bloqués | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des pistons | | |
| | | | Tiges des pistons cassés | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des tiges des pistons | | |
| | | | Roulements grippés | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements | | |
| | | | Absence d'huile | | | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état du moteur hydraulique | | |
| | | Guidage en rotation | Guider en rotation avec roulement | Blocage de guidage en rotation | Roulement grippés | Arrêt de production | Bruit + niveau de vibration | 1 | 2 | 4 | 8 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | | Vibration | Roulement usée | Production + sécurité | Bruit + niveau de vibration | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des roulements |


| | | ISET SOUSSE | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------------------------------------|--|---|----------------|---|---|---|----|---|
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal serrée | Pièce non conforme | Sans détection | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Serrer la vis d'accouplement |
| | | | Flexion de vis d'accouplement | Pièce non conforme | Sans détection | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Desserrer de vis d'accouplement | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de vis d'accouplement |
| Porte pièce (mandrin) | Fixer précisément et rapidement la pièce | Fuite interne | Joint d'étanchéité du vérin détruit | Pièce mal serrée (Sécurité) | Visuel | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de joint d'étanchéité |
| | | Blocage physique ou coincement | La tige du vérin bloquée | Serrage non équilibré (Sécurité) | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPA : Contrôler la tige de vérin |
| | | | | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| | | Ecoulement réduite | Les orifices des distributeurs débouchés | Retard au serrage et desserrage | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Débouchage des orifices de distributeur |
| | | | Le distributeur détériorée | Pièce mal serrée (Sécurité) | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPA : Contrôle l'état de distributeur PR : Distributeur en stock |
| | | Blocage physique ou coincement | Le système de guidage des mors usée | Coincement des mors (sécurité individuel) | Visuel | 1 | 4 | 1 | 4 | MC : Changement de système de guidage des mors |
| | | Défaillance structurelle (rupture) | La fatigue des mors | Vibration de la pièce (sécurité) | Visuel | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement des mors |
| | | Pas de détection | Le capteur défaillant | Sécurité + pièce non conforme | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de capteur PR : Capteur en stock |
| | | Détection erroné | Présence d'un obstacle | Sécurité + pièce non conforme | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôle de capteur |
| | | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | |

• AMDEC Poupée mobile :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | AMDEC Machine | | | |
|--|-------------------------------------|---|-----------------------------|--|------------------|-----------|--------|---------------|---------|---|--|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | Page : | | | |
| | | Système : poupée mobile | | | | | | 2021/2022 | | | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | | |
| Guidage en rotation | Guider en rotation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements | |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | | |
| Guidage en translation | Guider en translation par roulement | Blocage de guidage | Clavette détériorées | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de clavette PR : Clavette en stock | |
| | | | Usure des rails | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de rail PR : rail en stock | |
| | | Vibration | Usure des filets du vis | Reduction de la vitesse linéaire de fourreau | Visuel + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de vis PR : vis en stock | |
| | | | Usure des filets de l'écrou | Reduction du vitesse linéaire fourreau | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôler l'état de l'écrou | |
| Distributeur | | Pas de distribution | La bobine est grippée | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement de distributeur | |


| | | | | | | | | | | |
|-------|--|--------------------------------|--|---------------------|----------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | Distribuer l'huile se pressé | | Le tiroir est grippé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Le ressort est cassé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Connexion de bobine défectueuse | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | Fonctionnement irrégulier | Usure des joints (chambres communiquent) | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 3 | 16 9 | PR : Distributeur en stock MPC : Contrôle de l'état du distributeur |
| Vérin | Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique | Blocage physique ou coincement | Pas de pression d'huile | Arrêt de production | Bruit | 1 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| | | | Déformation de tige | | Sans détection | 1 1 | 3 4 | 4 4 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de vérin PR : Vérin en stock |
| | | Faible puissance | Fuite interne usure de joint | | Manomètre | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état du vérin |
| | | | Faible pression | | | 1 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |

• AMDEC groupe hydraulique :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|--|---|--------------------------------------|---|-----------------------------|-----------|--------|--------|---------|---------------------------------------|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : Groupe hydraulique | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Tuyau | Assurer la transmission de La pression hydraulique | Fuite externe | Les tuyaux détruire | Reduction du débit d'huile | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement des tuyaux |
| Filtre | Filtrer l'huile | Pas filtrage | Colmatage | Arrêt de la machine | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Nettoyage de filtre |
| | | Mauvais filtrage | Filtre percé | Effet sur la pompe | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | MPS : Changement du filtre |
| Réservoir | Stocker l'huile | Fuite externe | Défaillance aux niveaux du réservoir | Danger sur la sécurité individuel et matériel | Visuel | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de réservoir |
| Crépine | Filtrer l'huile | Pas de débit | Colmatage | Arrêt de la machine | Sans détection | 2 1 | 2 2 | 3 3 | 8 6 | MPT : Nettoyage de crépine |
| Manomètre | Mesurer une pression | N'affiche pas | Manomètre défaillant | Ne peux pas connaître la pression | Sans détection | 1 | 1 | 3 | 3 | MC : Changement de manomètre |
| | | Affichage incorrect | Mauvaise contrôle du défaisance | | | 1 1 | 4 2 | 4 2 | 16 4 | MPA : Etalonnage du manomètre |
| Moteur électrique | Entraîner la pompe | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock PC : Changement du moteur |
| | | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Plaquette usée | Sécurité | Bruit au cours de freinage | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de plaquette |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 2 | 12 6 | MPA : Contrôler l'état de ressort PR : Ressort en stock |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Matage de clavette | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| | | Pas d'accouplement | Clavette cisailé | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| Pompe | Générer un débit sous pression | Pas de débit | Moteur hors service | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de moteur ou fusible |
| | | Pression insuffisantes | Fuite interne | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Contrôler manomètre de pression |
| Limiteur de pression | Réglé la pression | Blocage | Fuite interne | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 4 | MC : Nettoyage de limiteur de pression |
| | | Sortie erroné | Déformations plastiques | Sécurité | Manomètre | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du limiteur de pression |


• AMDEC poupée fixe :

|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|---|---------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------|--------|--------|---------|--|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : poupée fixe | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Broche | Guider en rotation | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
| Système poulie courroie crantée | Transmettre une puissance | Pas de transmission | Rupture de la courroie | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 2 | 16 6 | MPS : Contrôler l'état de courroie PR : Courroie en stock |
| | | Transmission non synchronisée | Cran cassé | Effet sur la sécurité + qualité | Sans détection | 1 | 4 4 | 4 2 | 16 8 | MPS : Contrôler l'état de courroie |
| Moteur de la broche | Générer un couple | Vibration | Roulements usés | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler des roulements |
| | | Ne démarre pas | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | PR : Moteur en stock MC : Changement d'enroulement |
| | | | Connexion électrique | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Vérification des câbles |
| | | | Roulement grippé | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler des roulements |
| | | | Bobine de freinage non excité | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de bobine |
| | | Pas de freinage en cas de | Plaquette usée | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 4 2 | 16 8 | MPA : Contrôler l'état du frein |

| | | coupure de courant | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 2 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
|--------------------------|--|--------------------------------|--|----------------------------------|----------------|----------------|--------|--------|---------|--|
| Porte pièce (mandrin) | Positionner et serrer la pièce | Faible serrage de la pièce | Fuite interne | Pièce mal serrée (Sécurité) | Visuel | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de joint d'étanchéité |
| | | Desserrage de la pièce | Faible pression | Serrage non équilibré (sécurité) | Sans détection | | | | | MPA : Contrôler l'état de mandrin |
| | | | Pression insuffisante | Pièce mal serrée (Sécurité) | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
| | | Pas de serrage | Pas de pression | Pièce non serré (sécurité) | Sans détection | | | | | |
| Pas d'ordre | | | | | | | | | | |
| Distributeur | Distribuer l'huile se pressé | Pas de distribution | La bobine est grippée | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement de distributeur |
| | | | Le tiroir est grippé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Le ressort est cassé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Connexion de bobine défectueuse | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | Fonctionnement irrégulier | Usure des joints (chambres communiquent) | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 3 | 16 9 | PR : Distributeur en stock MPC : Contrôle de l'état du distributeur |
| Vérin | Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique | Blocage physique ou coincement | Pas de pression d'huile | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| | | | Déformation de tige | | | Sans détection | 1 1 | 3 4 | 4 4 | 12 8 |
| | | Faible puissance | Fuite interne usure de joint | | Manomètre | 1 | 4 | 3 | 12 | MPA : Contrôler l'état du vérin |
| | | | Faible pression | | | 1 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| Capteur de fin de course | | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 12 | MC : Changement de capteur |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|--------|--------|--------|---------|---|
| | Détecter la position de fin de course | Détection erronée | Problème électronique | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler le capteur |
| Guidage des mors en translation | Guider en translation les mors | Coincement | Système d'entraînement détruit | Arrêt de production | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler le système d'entraînement |
| | | Ne reste pas en position | Usure du guidage de mors | Sécurité | Bruit | | | | | |


• AMDEC tourelle :

|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|-------------------------------------|---|----------------------------|---------------------------------|------------------|-----------|--------|--------|---------|---|--|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | | Système : Tourelle | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | | |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Matage de clavette | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette | |
| | | Pas d'accouplement | Clavette cisailé | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette | |
| Guidage en rotation | Guider en rotation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements | |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | | |
| Guidage en translation | Guider en translation par roulement | Blocage de guidage | Clavette détériorées | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de clavette PR : Clavette en stock | |
| | | | Usure des rails | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de rail PR : rail en stock | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|--|--|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Usure des filets du vis | Reduction de la vitesse linéaire de fourreau | Visuel + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de vis PR : vis en stock |
| | | Vibration | Usure des filets de l'écrou | Reduction du vitesse linéaire fourreau | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôler l'état de l'écrou |
| Moteur encodeur | Générer un couple | Fonctionnement irrégulier | Encodeur grippé | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 4 2 | 16 8 | MPA : Contrôler l'état d'encodeur |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MC : Changement du moteur |
| Distributeur | Distribuer l'huile se pressé | Pas de distribution | La bobine est grippée | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement de distributeur |
| | | | Le tiroir est grippé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Le ressort est cassé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Connexion de bobine défectueuse | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | Fonctionnement irrégulier | Usure des joints (chambres communiquent) | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 3 | 16 9 | PR : Distributeur en stock MPC : Contrôle de l'état du distributeur |
| Vérin | Transformer l'énergie | Blocage physique ou coincement | Pas de pression d'huile | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |


| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|------------------|------------------------------|-------------|----------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | hydraulique en énergie mécanique | | Déformation de tige | ISET SOUSSE | Sans détection | 1 1 | 3 4 | 4 4 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de vérin PR : Vérin en stock |
| | | Faible puissance | Fuite interne usure de joint | | Manomètre | 1 4 | 4 2 | 3 8 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état du vérin |
| | | | Faible pression | | | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |

- AMDEC système de lubrification :

|  | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|--|------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------|-----------|--------|--------|----------------------|---------------------------------------|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : Système de lubrifiant | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Tuyau | Assurer la transmission de La pression hydraulique | Fuite externe | Les tuyaux détruire | Reduction du débit d'huile | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement des tuyaux |
| Réservoir | Stocker l'huile | Fuite externe | Défaillance aux niveaux du réservoir | Danger sur la sécurité individuel et matériel | Visuel | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de réservoir |
| Crépine | Filtrer l'huile | Pas de débit | Colmatage | Arrêt de la machine | Sans détection | 2 1 | 2 2 | 3 3 | 8 6 | MPT : Nettoyage de crépine |
| Motopompe | Générer un débit sous pression | Pas de débit | Moteur hors service | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de moteur ou fusible |
| | | Pression insuffisantes | Fuite interne | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Contrôler manomètre de pression |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |


| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MC : Changement du moteur |
| | | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Plaquette usée | Sécurité | Bruit au cours de freinage | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de plaquette |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 2 | 12 6 | MPA : Contrôler l'état de ressort PR : Ressort en stock |

- AMDEC partie commande :


|  <small>Les Ateliers Micro-Mécaniques</small> | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|---|------------------------|--|-----------------------|----------------|-----------|--------|--------|----------------------|--|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : partie commande | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Directeur de commande numérique (DCN) | Interpréter les instructions contenues dans les séquences, recevoir les informations des capteurs et agir sur les actionneurs | Indication erronée | Les indicateurs d'ordre et d'information déséquilibrés | Pièce non comme forme | Sans détection | 1 1 | 3 3 | 4 3 | 12 9 | MPA : Contrôle et réparation des indicateurs d'ordre |
| Entrée de programme | Ecrire le fichier contenant le programme de | Indication erronée | Faute de saisir dans le logiciel | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 3 3 | 4 3 | 12 9 | MPA : Contrôle et réparation de logiciel |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|----------------|----------------------|-----------------------|----------------|---|---|---|---|---|
| avec logiciel (FAO) | pilotage d'une machine-outil à commande numérique | | | | | | | | | |
| Pupitre | Assurer le contrôle de commande et la configuration de la machine | Ne commute pas | Coincement de bouton | Pièce non comme forme | Sans détection | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Vérifier les boutons (changement dans le cas de défaillance) |
| | | | | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 2 | 6 | |
| | | | Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Vérifier les câbles |

• AMDEC partie pneumatique :

|  <p>Les Ateliers Micro-Mécaniques</p> | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|--|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|-----------|---|---|---|-------------------------------|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | | Page : |
| | Système : partie pneumatique | | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Soufflette | Effectuer rapidement des travaux légers de nettoyage | Ne s'arrête pas | Cassure de ressort | Pas de contrôle d'aire | Sans détection | 2 | 1 | 3 | 6 | MC : Changement de soufflette |
| | | | Cassure du manette | | Visual | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Changement de soufflette |
| | | | Coincement du manette | | Sans détection | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Nettoyage de soufflette |
| | | Ne s'ouvre pas | Entré de copeaux | Ne fonctionne pas | Sans détection | 2 | 1 | 2 | 4 | MC : Nettoyage de soufflette |
| Circuit (tuyau) | Transmettre de La pression pneumatique | Fuite | Tuyau déchirer | Mal fonctionnement | Visual | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Changement de tuyau |

- AMDEC de porte de tour :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|--|---|---|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------|-----------|--------|---------|--|-------------------------|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | | Système : porte de tour | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | | |
| Guidage en translation | Guider de translation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements | |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | | |
| Capteur de fermer de porte | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | |
| Défaut de réglage | | | | | | | | | | | |

F. Le plan de maintenance :

| Machine : Tour à commande numérique | | Code : TCN-04 | | Plan de maintenance préventive | | | Etat de machine : fonctionnelle | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|------|----------|------------------------|
| Sous ensemble | Elément | Action | Périodicité | Temps | Outillage | Gamme O/N | Pièce de rechange | | | Spécialité responsable |
| | | | | | | | Désignation | Code | Quantité | |
| Axe X | Capteur de début de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Capteur de fin de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Guidage en translation longitudinal | MPS : Contrôler l'état des patins | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler d'alignement des patins | S | 15 min | Valise de contrôle d'alignement | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des rails | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|-----|
| | | MPS : Contrôler le serrage des rails | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration, Bruit) | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Système vis écrou à billes | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) | | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Accouplement (rigide) | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur pas à pas | MPS : Contrôler l'état du moteur | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------------------------------------|--|---|--------|---|---|---|---|---|-----|
| | Servomoteur | MPS : Contrôler l'axe | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de roulement | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Vidange d'huile | S | 30 min | Les clés de serrage, machine d'aspiration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Axes-Y | Capteur de début de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Capteur de fin de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Guidage en translation longitudinal | MPS : Contrôler l'état des patins | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler d'alignement des patins | S | 15 min | Valise de contrôle d'alignement | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--|---|--------|--|---|---|---|---|-----|
| | | MPS : Contrôler l'état des rails | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler le serrage des rails | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration, Bruit) | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Système vis écrou à billes | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) | | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Accouplement (rigide) | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur pas à pas | MPS : Contrôler l'état du moteur | S | 15 min | Métrix et machine de contrôle du rendement | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------|--|---|--------|---|---|-----------------|---|---|-----|
| | Servomoteur | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'axe | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de roulement | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Vidange d'huile | S | 30 min | Les clés de serrage, machine d'aspiration | O | Huile réducteur | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Axe C | Moteur hydraulique | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du moteur hydraulique | S | 30 min | Machine de contrôle du rendement | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Guider en rotation avec roulement | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Porte pièce (mandrin) | MPA : Contrôler la tige de vérin | A | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|--|---|--------|---------------------------------|---|--------|---|---|-----|
| | | MPA : Contrôle l'état de distributeur | A | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de capteur | S | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| Poupée mobile | Guidage en rotation | MPS : Contrôler de l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Guidage en translation | MPA : Contrôle l'état de clavette | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de rail | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de vis | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de l'écrou | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Distributeur | MPC : Contrôle de l'état du distributeur | S | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Vérin | MPA : Contrôler l'état de vérin | A | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Groupe hydraulique | Filtre | MPS : Changement du filtre | S | 15 min | Clé de serrage | O | Filtre | - | 1 | MEC |
| | Réservoir | MPA : Contrôler l'état de réservoir | A | 10 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Crépine | MPT : Nettoyage de crépine | T | 20 min | Aire | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|---|--------|---------------------------------|---|------------------|---|---|-----|
| | Manomètre | MPA : Etalonnage du manomètre | A | 30 min | Appareil d'étalonnage | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur électrique | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de ressort | A | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Limiteur de pression | MPA : Contrôler l'état de limiteur de pression | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Poupée fixe | Broche | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Système poulie courroie crantée | MPS : Contrôler l'état de courroie | S | 20 min | Clé de serrage | O | Courroie crantée | - | - | MEC |
| | Moteur de la broche | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de ressort | A | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Distributeur | MPC : Contrôle de l'état du distributeur | S | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Vérin | MPA : Contrôler l'état de vérin | A | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Capteur de fin de course | MPM : Contrôler la | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |

| | | | | | | | | | | |
|----------|---------------------------------|---|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|-----|
| | | position du capteur | | | | | | | | |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Guidage des mors en translation | MPS : Contrôler le système d'entraînement | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Porte pièce (mandrin) | MPA : Contrôler la tige de vérin | A | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de distributeur | A | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de capteur | S | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| Tourelle | Guidage en rotation | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Guidage en translation | MPA : Contrôle l'état de clavette | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de rail | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de vis | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur encodeur | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---|---|-----------|---------------------------------------|---|---|---|---|------|
| | Vérin | MPA : Contrôler l'état de vérin | A | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Distributeur | MPC : Contrôle de l'état du distributeur | S | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Système de lubrifiant | Réservoir | MPA : Contrôler l'état de réservoir | A | 10 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Crépine | MPT : Nettoyage de crépine | T | 20 min | Aire | N | - | - | - | MEC |
| | Motopompe | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de ressort | A | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Partie commande | Directeur de commande numérique (DCN) | MPA : Contrôle et réparation des indicateurs d'ordre | A | 30 min | Programme | N | - | - | - | Info |
| | Entrée de programme avec logiciel (FAO) | MPA : Contrôle et réparation de logiciel | A | 31 min | Programme | N | - | - | - | Info |
| Porte de tour | Guidage en translation | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Capteur de fermer de porte | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |

Département génie mécanique

ISET SOUSSE

| | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|---|-----------|---------|---|---|---|---|-----|
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
|--|--|----------------------------------|---|-----------|---------|---|---|---|---|-----|

2. Machine tour à commande numérique à 2 axes (TCN-06) :

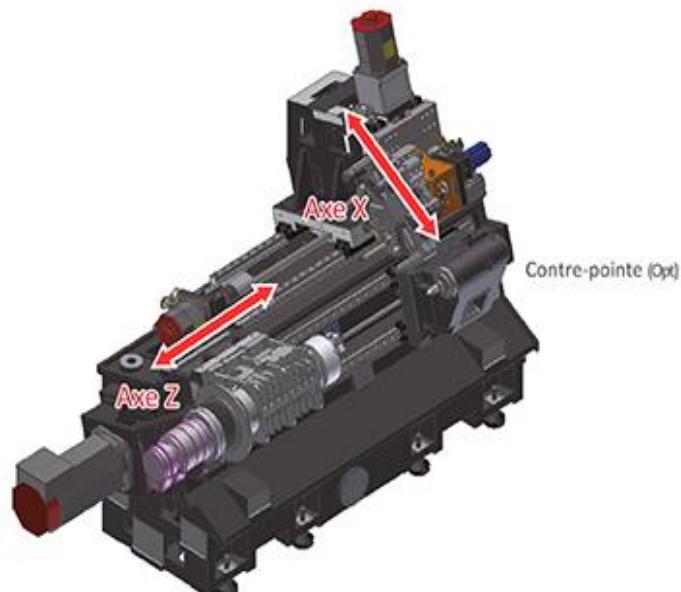
A. Présentation :

Une tour à commande numérique est une machine-outil permettant de fabriquer une pièce cylindrique mécanique. Le procédé utilisé est appelé **tournage**. L'objectif étant de retirer de la matière afin de transformer le brut (bloc de matière) en une pièce fine avec la forme, les dimensions et la qualité de surface souhaitées.



B. Les axes de machine :

- L'**axe Z** est parallèle à celui de la broche. Son mouvement est horizontal de droite à gauche.
- L'**axe X** est perpendiculaire à l'axe Z et génère un mouvement d'avant en arrière.



C. Nomenclature :

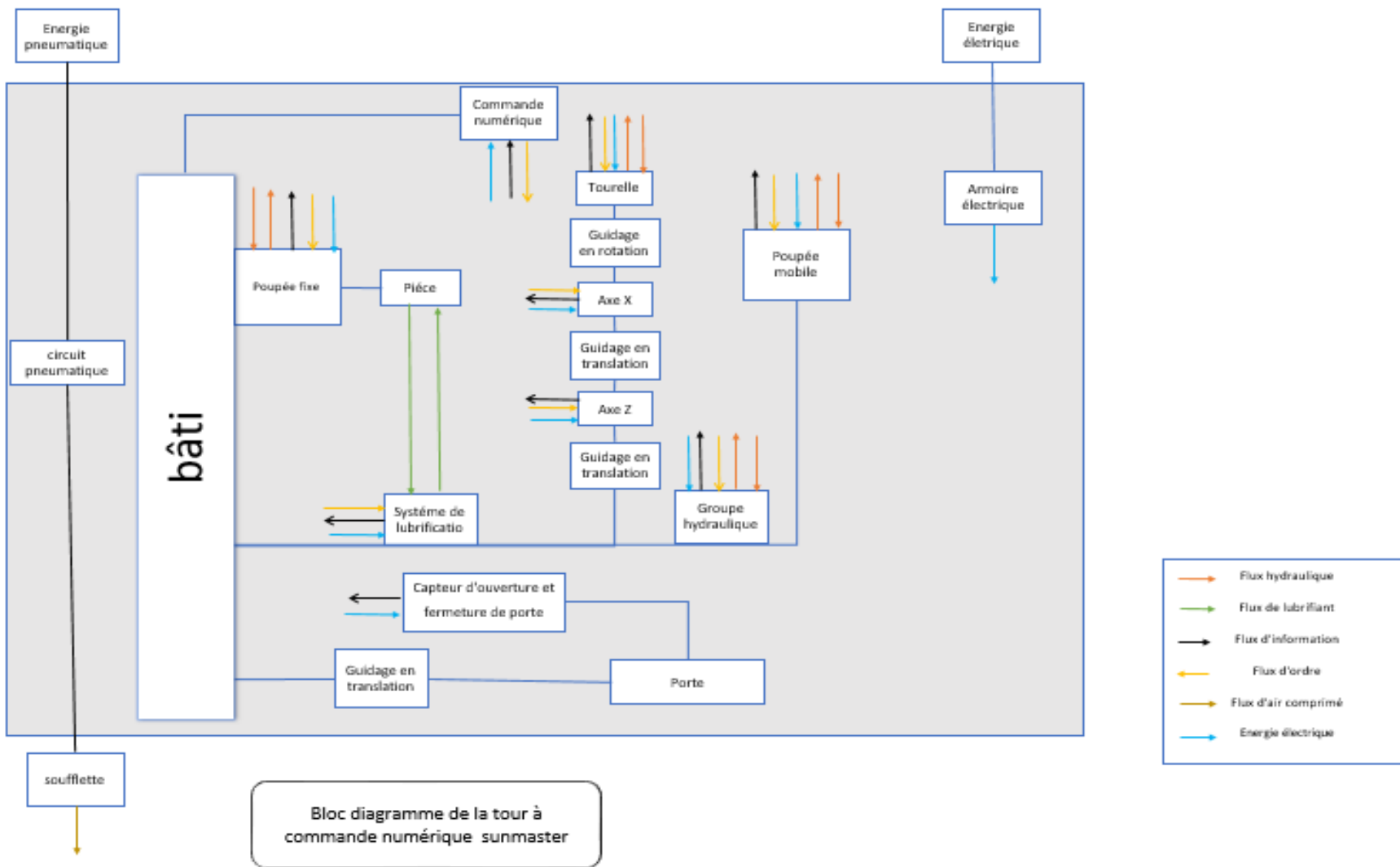
| Machine | Système | Sous-système | Organes | Code |
|--|-------------|-------------------------------------|---------|------------|
| Tour à commande numérique sunmaster CNE-20 | | | | TCN-06-000 |
| | Axe X | | | TCN-06-100 |
| | | Guidage en translation longitudinal | | TCN-06-110 |
| | | Système vis écrou à billes | | TCN-06-120 |
| | | Moteur pas à pas | | TCN-06-130 |
| | | Servo moteur fanuc | | TCN-06-140 |
| | | Capteur de fin de course | | TCN-06-150 |
| | | Capteur de début de course | | TCN-06-160 |
| | | Accouplement (rigide) | | TCN-06-170 |
| | Axe Z | | | TCN-06-200 |
| | | Guidage en translation transversal | | TCN-06-210 |
| | | Système vis écrou à bille | | TCN-06-220 |
| | | Moteur pas à pas | | TCN-06-230 |
| | | Servo moteur fanuc | | TCN-06-240 |
| | | Capteur de fin de course | | TCN-06-250 |
| | | Capteur de début de course | | TCN-06-260 |
| | | Accouplement (rigide) | | TCN-06-270 |
| | Poupée fixe | | | TCN-06-300 |
| | | Moteur de la broche | | TCN-06-310 |
| | | Broche (guidage rotation) | | TCN-06-320 |

| | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| | Poulie Courroie crantée | | TCN-06-330 |
| | Porte pièce (mandrin) | | TCN-06-331 |
| | | Actionneur (Vérin) | TCN-06-332 |
| | | Pré actionneur (Distributeur) | TCN-06-333 |
| | | Guidage des mors en translation | TCN-06-334 |
| | | Mors | TCN-06-335 |
| | | Capteur de fin de course | TCN-06-336 |
| | Tourelle | | TCN-06-400 |
| | Moteur encodeur | | TCN-06-410 |
| | | Accouplement (rigide) | TCN-06-420 |
| | | Guidage en rotation | TCN-06-430 |
| | | Guidage en translation | TCN-06-440 |
| | | Vérin | TCN-06-450 |
| | | Réducteur (engrenage) | TCN-06-460 |
| | | Distributeur | TCN-06-470 |
| | Poupée mobile | | TCN-06-500 |
| | Guidage en rotation (Roulement) | | TCN-06-510 |
| | | Vérin | TCN-06-520 |
| | | Distributeur | TCN-06-530 |
| | | Guidage en translation | TCN-06-540 |
| | Groupe hydraulique | | TCN-06-600 |
| | Moteur | | TCN-06-610 |
| | | Pompe | TCN-06-620 |
| | | Réservoir | TCN-06-620 |
| | | Accouplement | TCN-06-630 |
| | | Crépine | TCN-06-640 |
| | | Limiteur de pression | TCN-06-650 |
| | | Monomètre | TCN-06-660 |

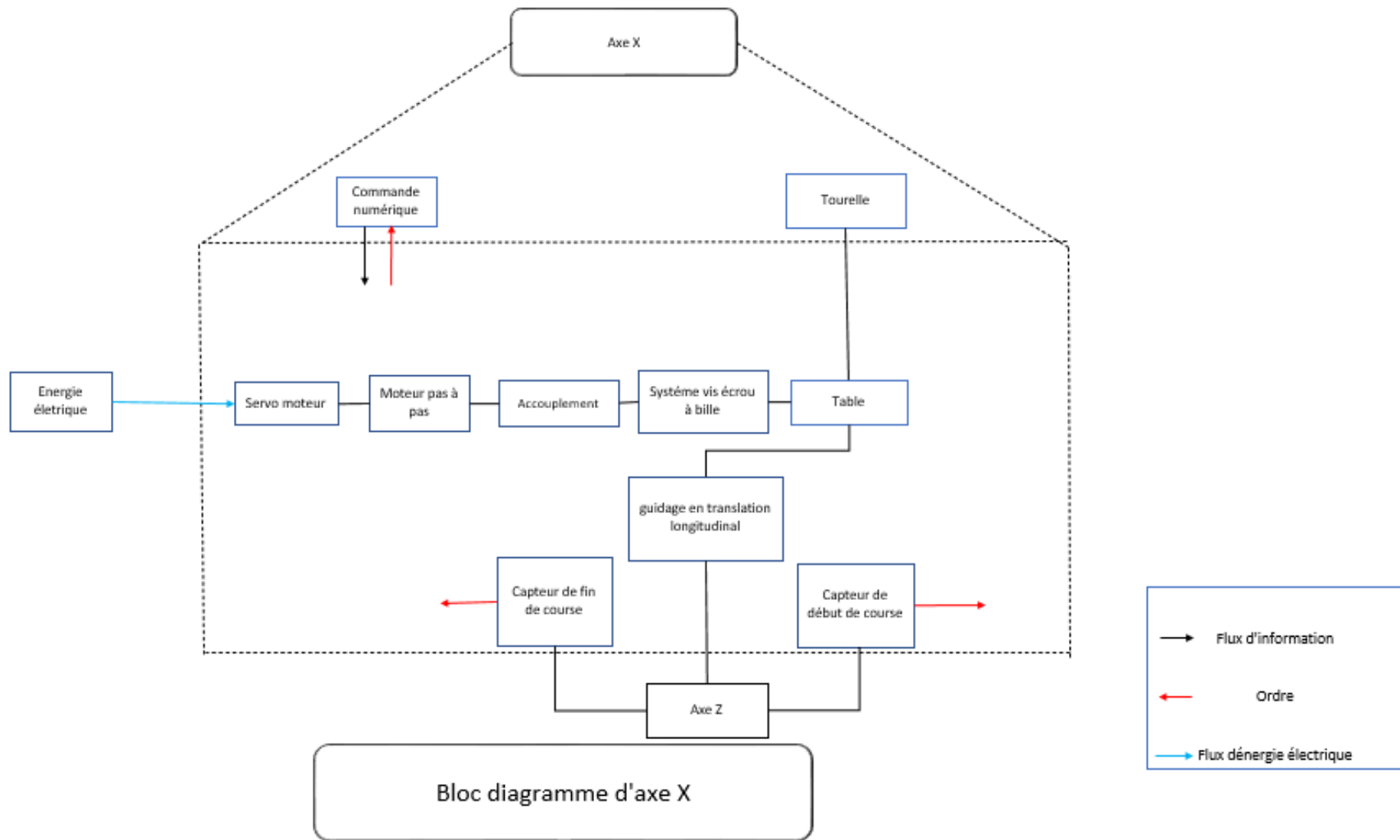
| | | | | |
|--|---------------------------------|--|--|--------------------|
| | | Tuyau | | TCN-06-670 |
| | Système de lubrification | | | TCN-06-700 |
| | | Moteur | | TCN-06-710 |
| | | Accouplement (Rigide) | | TCN-06-720 |
| | | Pompe | | TCN-06-730 |
| | | Circuit (Tuyau) | | TCN-06-740 |
| | | Réservoir | | TCN-06-750 |
| | | Crépine | | TCN-06-760 |
| | | Filtre | | TCN-06-770 |
| | Partie commande | | | TCN-06-800 |
| | | Directeur de commande numérique (DCN) | | TCN-06-810 |
| | | Entrée de programme avec un logiciel FAO | | TCN-06-820 |
| | | Pupitre | | TCN-06-830 |
| | Partie pneumatique | | | TCN-06-900 |
| | | Soufflette | | TCN-06-910 |
| | | Circuit (tuyau) | | TCN-06-920 |
| | | Filtre | | TCN-06-930 |
| | | Régulateur | | TCN-06-940 |
| | | Lubrificateur pneumatique | | TCN-06-950 |
| | Porte de protection | | | TCN-06-1000 |
| | | Guidage de transaction | | TCN-06-1010 |
| | | Capteur de fermeture ou d'ouverture de porte | | TCN-06-1020 |

D. Les blocs diagrammes :

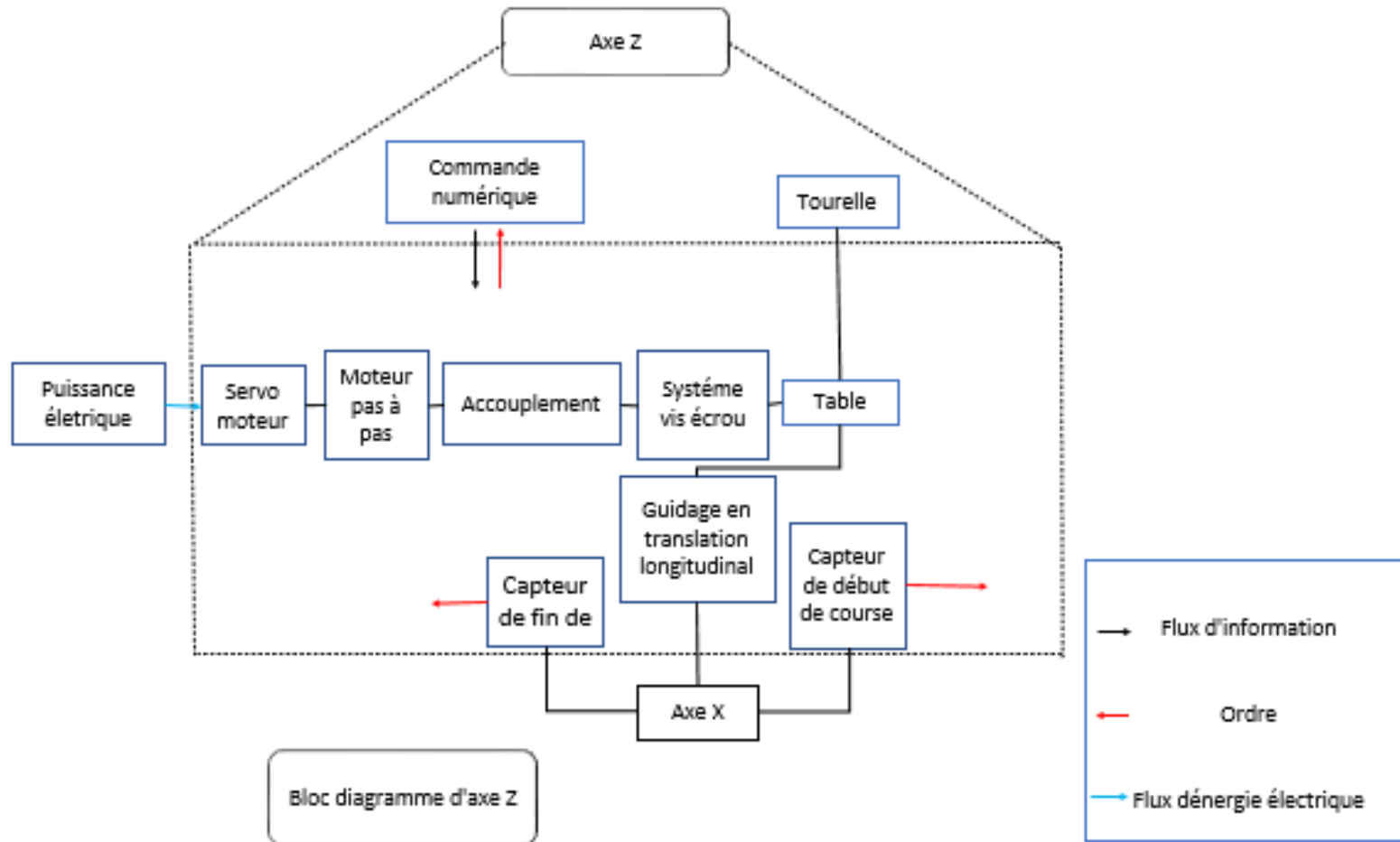
- Bloc diagramme de tour à commande numérique à 2 axes :



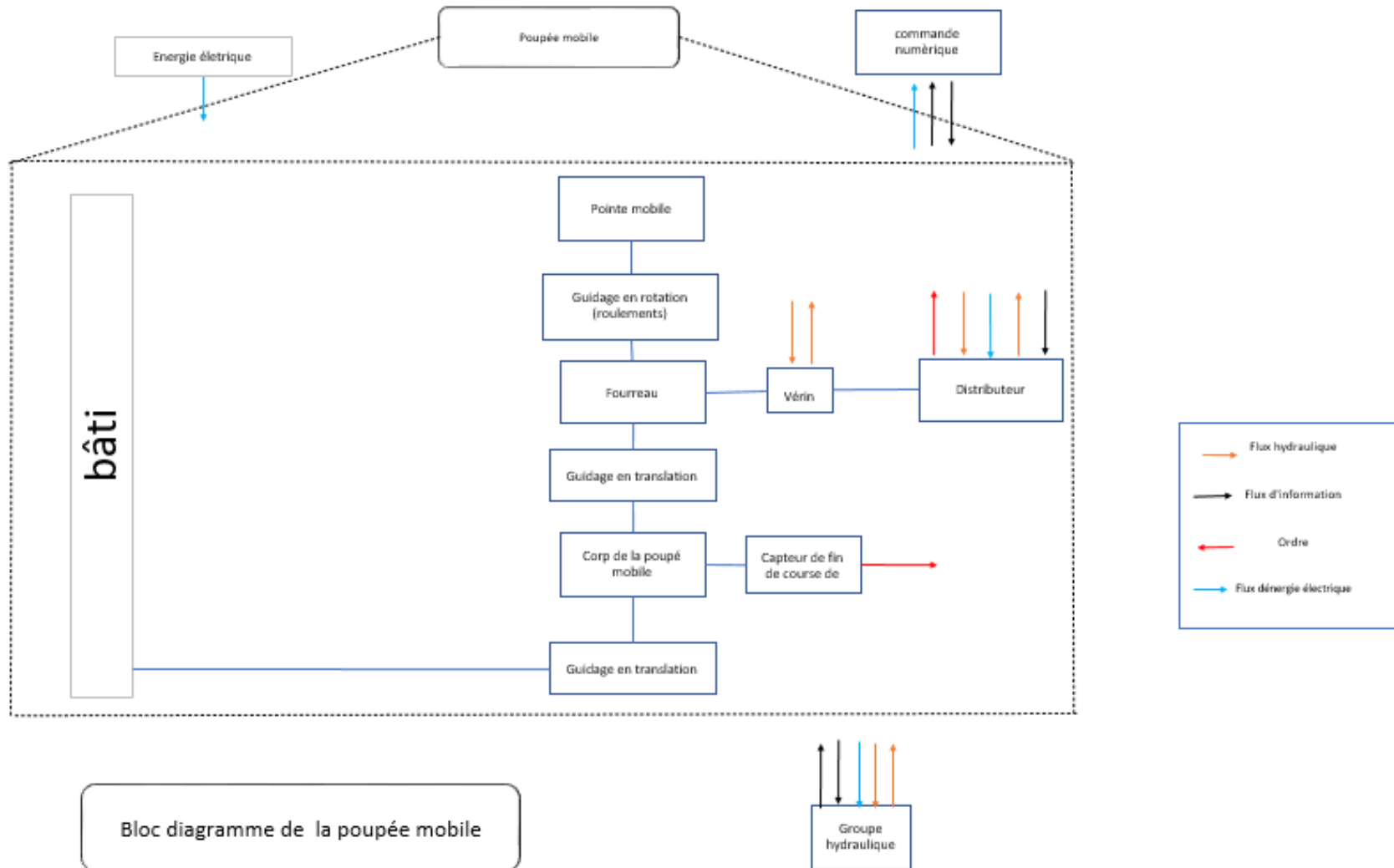
- Bloc diagramme d'axe X :



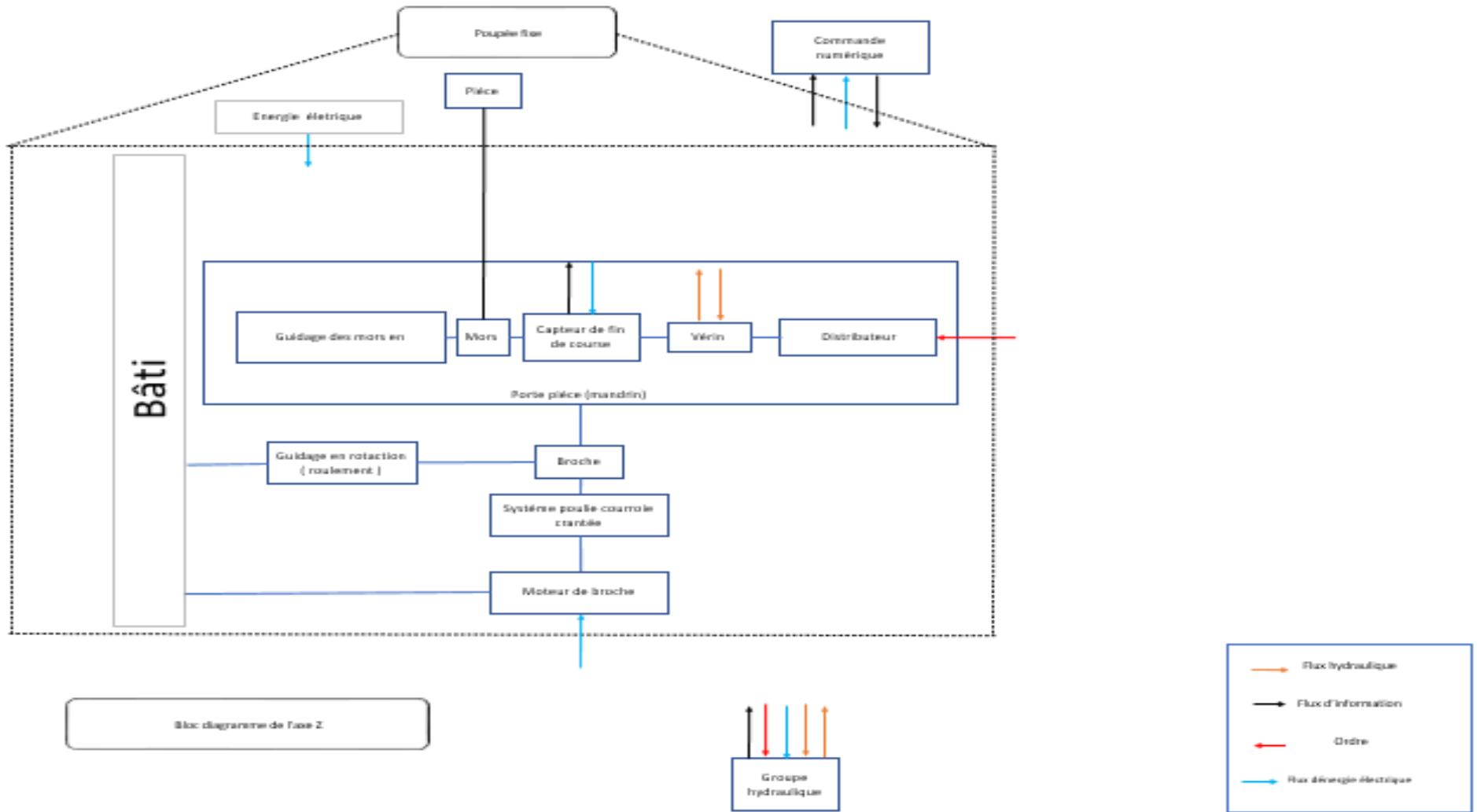
- Bloc diagramme d'axe Z :



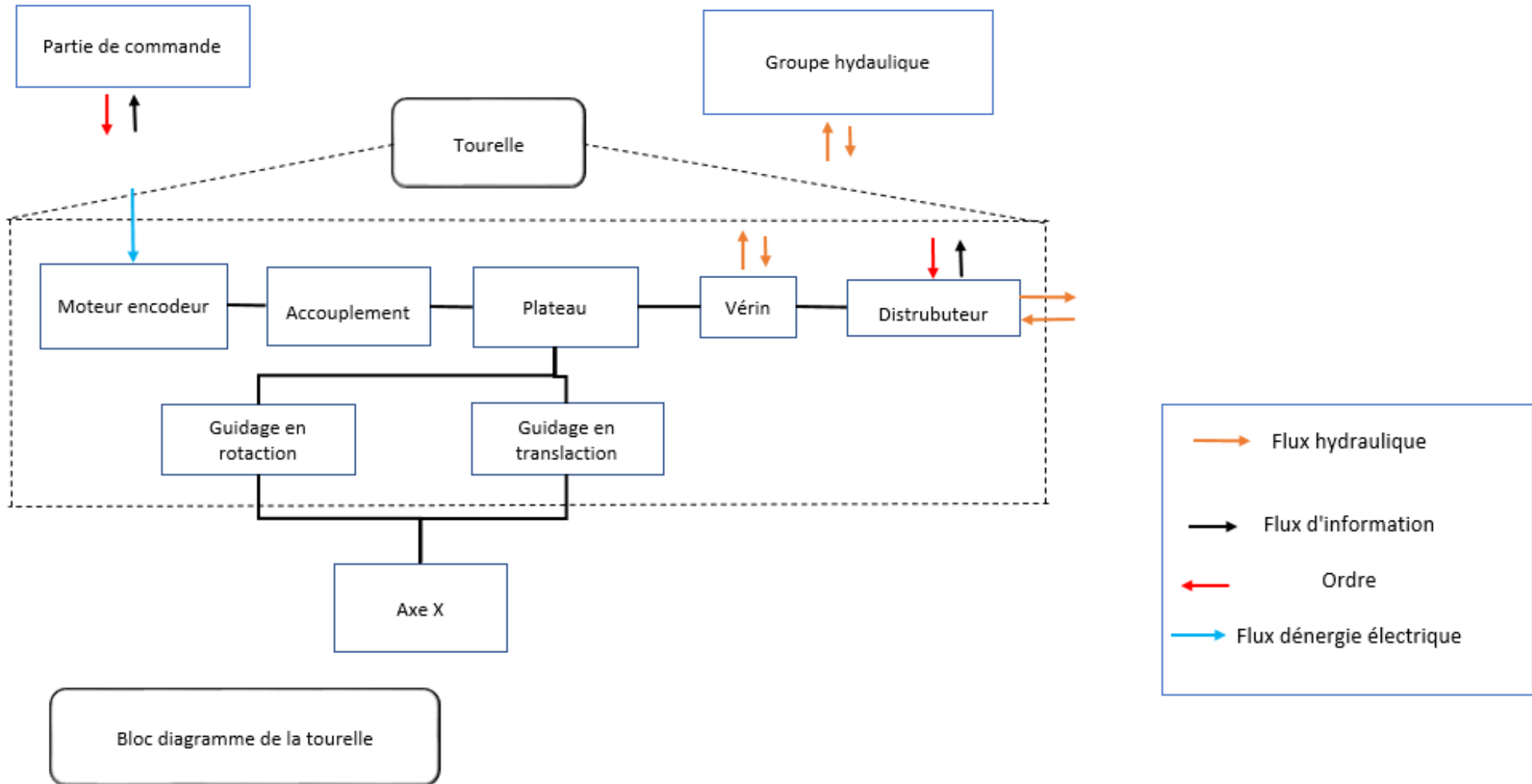
- Bloc diagramme de poupée mobile :



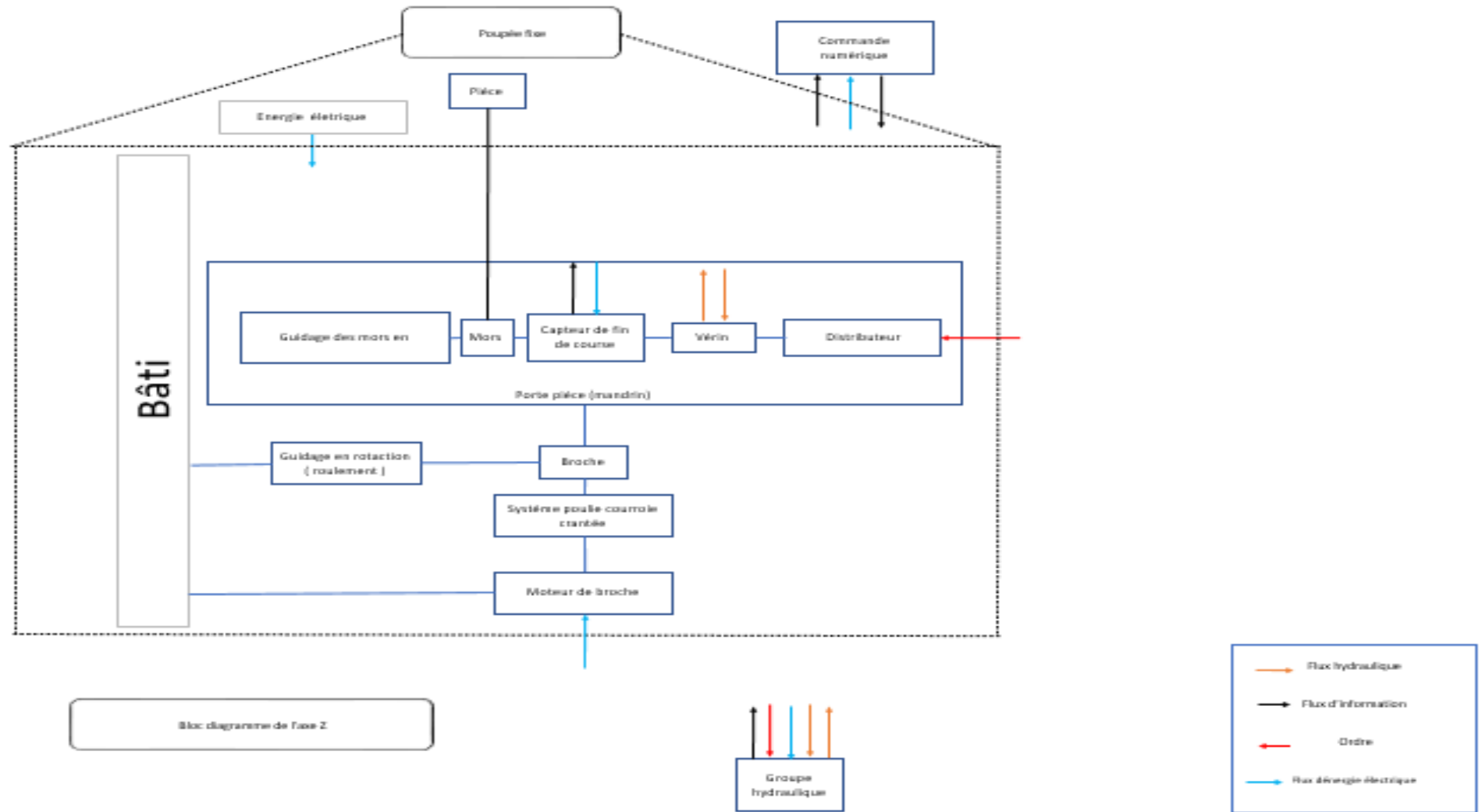
- Bloc diagramme de poupée fixe :



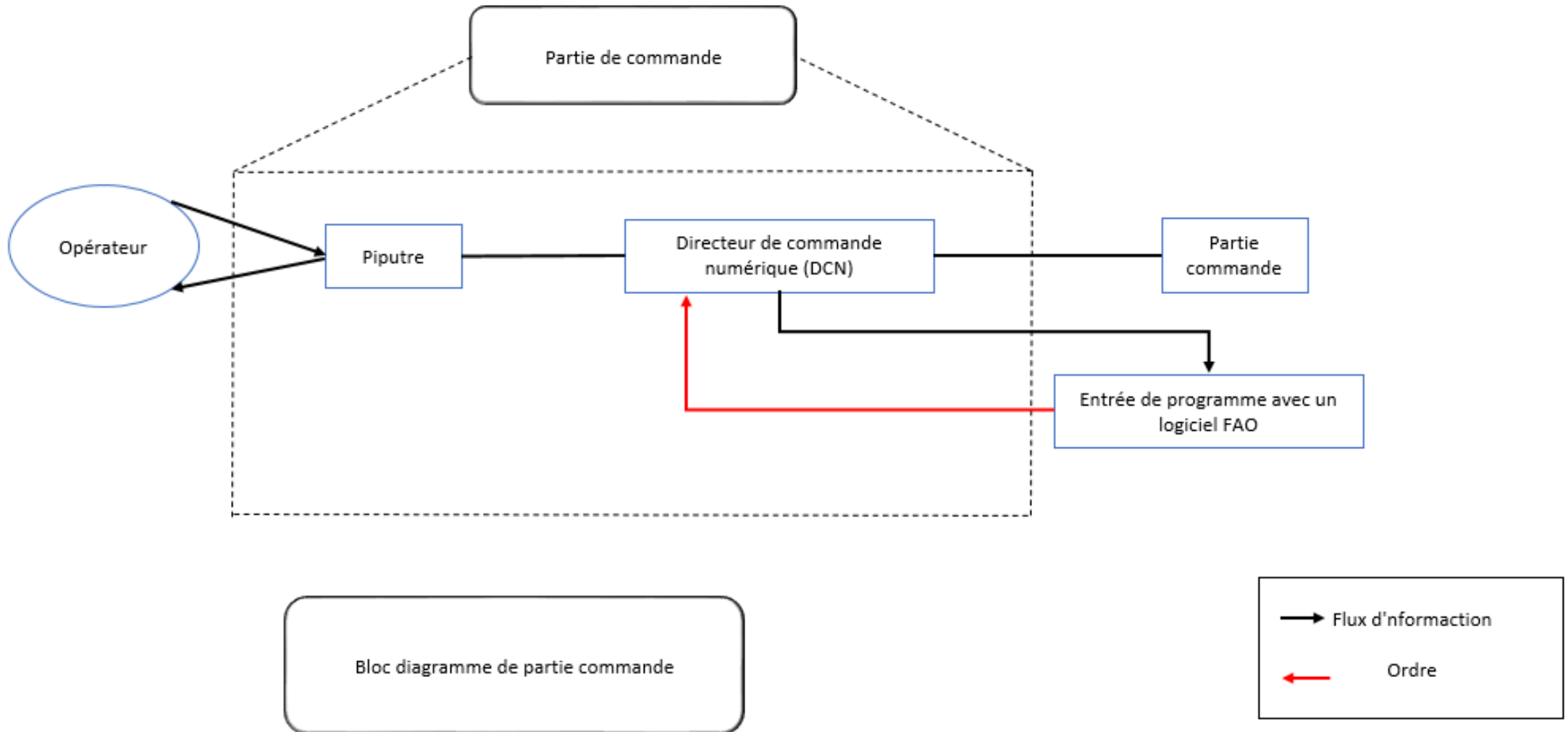
- Bloc diagramme de tourelle :



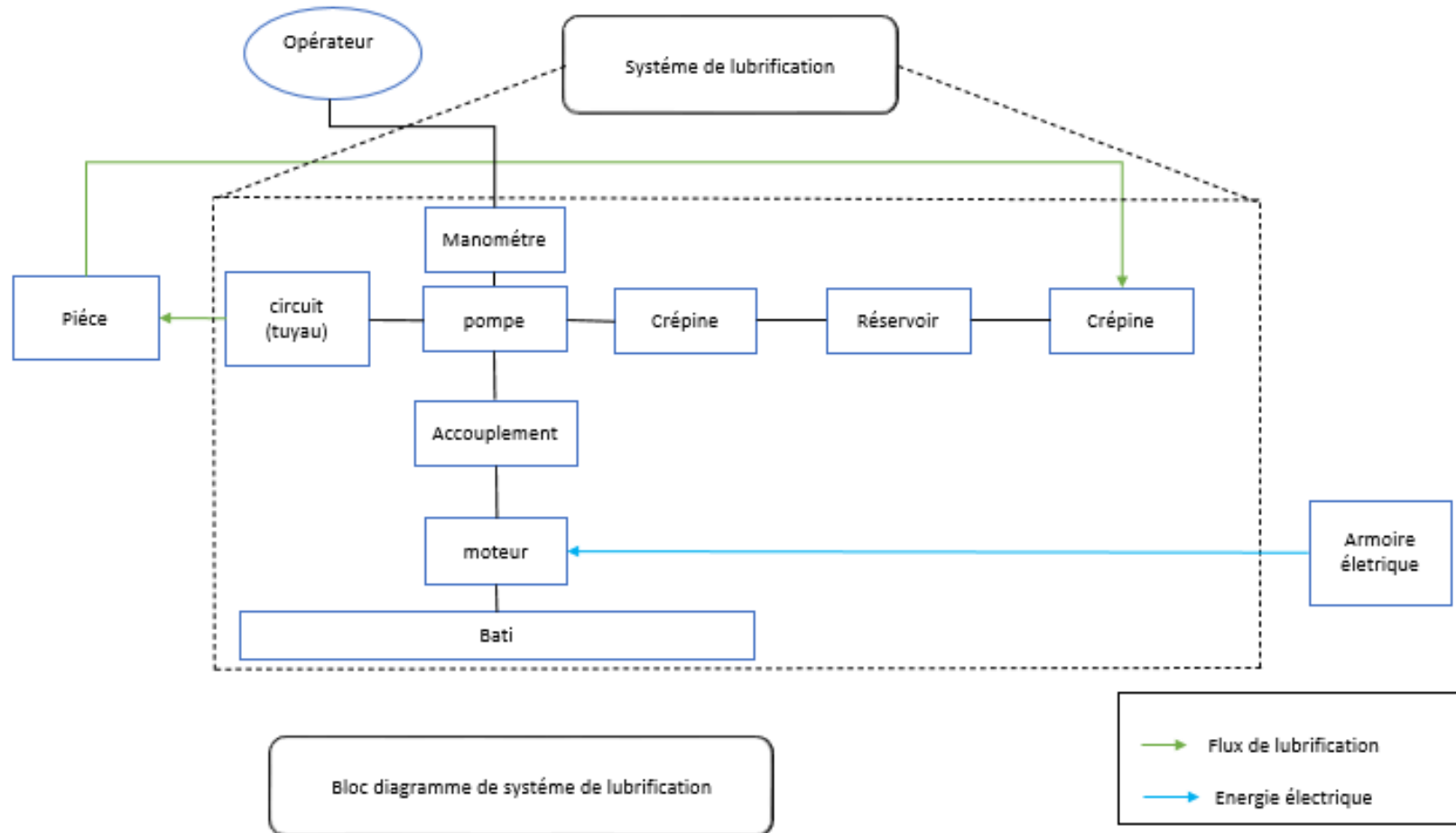
- Bloc diagramme de groupe hydraulique :



- Bloc diagramme de partie commande :




- Bloc diagramme de système de lubrification :



E. Les AMDEC :

- AMDEC axe X :


|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | | | | | |
|--|---|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|---|---|---------------|--|---|---|---|---|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : | | | | | |
| | Système : Axe X | | | | | | | | 2021/2022 | | | | | |
| Elément | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives | | | | |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | | | | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | | | | |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | | | |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | | | | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | | | | |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | | | |
| Guidage en translation longitudinal | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS : Contrôler l'état des patins | | | | |
| | | | Désalignement des patins | | | | | | | 1 | 3 | 2 | 6 | MPS : Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | | | | | | | | | MPS : Contrôler l'état des rails |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |
| | | Vibration | Usure des éléments roulants, des patins | Productions et Pièces non-conformes | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration ,Bruit) |
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | | | | | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |
| | | | Usure de la vis | | | | | | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement des vis d'accouplement |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du moteur |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---|--------|--------|--------|---------|---|
| | en un mouvement angulaire | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MPC : Nettoyage du moteur |
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |
| | | | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| | | Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| | | Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | | | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| | | Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |

| | | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Casse des dents d'engrenage | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Vidange d'huile |
| | | Cisellement de la clavette | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de la clavette |
| | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de la clavette |
| | | Ecaillage des engrenages | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Vidange d'huile |
| | Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 2 1 | 4 4 | 3 2 | 24 8 | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres PR : Joint à lèvres en stock |

• AMDEC axe Z :


|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|--|---|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|---|---|---------------|--|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : Axe Z | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| Guidage en translation longitudinal | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS : Contrôler l'état des patins |
| | | | Désalignement des patins | | | 1 | 3 | 2 | 6 | MPS : Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | 1 | 3 | 2 | 6 | MPS : Contrôler l'état des rails |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |
| | | Vibration | Usure des éléments roulants, des patins | Productions et Pièces non-conformes | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration, Bruit) |
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | | | | | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |
| | | | Usure de la vis | | | | | | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement des vis d'accouplement |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du moteur |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---|--------|--------|--------|---------|---|
| | en un mouvement angulaire | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MPC : Nettoyage du moteur |
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |
| | | | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| | | Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| | | Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | | | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| | | Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |

| | | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Casse des dents d'engrenage | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Vidange d'huile |
| | | Cisellement de la clavette | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de la clavette |
| | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de la clavette |
| | | Ecaillage des engrenages | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Vidange d'huile |
| | Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 2 1 | 4 4 | 3 2 | 24 8 | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres PR : Joint à lèvres en stock |

- AMDEC poupée mobile :

|  | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|---|------------------------|-----------------------------|--|------------------|-----------|--------|--------|----------------------|---|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : poupée mobile | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Guidage en rotation | Guider en rotation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
| Guidage en translation | Guider en translation par roulement | Blocage de guidage | Clavette détériorées | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de clavette PR : Clavette en stock |
| | | | Usure des rails | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de rail PR : rail en stock |
| | | Vibration | Usure des filets du vis | Reduction de la vitesse linéaire de fourreau | Visuel + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de vis PR : vis en stock |
| | | | Usure des filets de l'écrou | Reduction du vitesse linéaire fourreau | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôler l'état de l'écrou |


| | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--|---------------------------------|---------------------|----------------|--------|--------|---------|--|--|
| Distributeur | Distribuer l'huile se pressé | Pas de distribution | La bobine est grippée | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement de distributeur |
| | | | Le tiroir est grippé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Le ressort est cassé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Connexion de bobine défectueuse | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | Fonctionnement irrégulier | Usure des joints (chambres communiquent) | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 3 | 16 9 | PR : Distributeur en stock MPC : Contrôle de l'état du distributeur | |
| Vérin | Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique | Blocage physique ou coincement | Pas de pression d'huile | Arrêt de production | Bruit | 1 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| | | | Déformation de tige | | Sans détection | 1 1 | 3 4 | 4 4 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de vérin PR : Vérin en stock |
| | | Faible puissance | Fuite interne usure de joint | | Manomètre | 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état du vérin |
| | | | Faible pression | | | 1 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |

• AMDEC groupe hydraulique :

|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|---|--|---|--------------------------------------|---|-----------------------------|-----------|--------|--------|---------|---------------------------------------|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : Groupe hydraulique | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Tuyau | Assurer la transmission de La pression hydraulique | Fuite externe | Les tuyaux détruire | Reduction du débit d'huile | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement des tuyaux |
| Filtre | Filtrer l'huile | Pas filtrage | Colmatage | Arrêt de la machine | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Nettoyage de filtre |
| | | Mauvais filtrage | Filtre percé | Effet sur la pompe | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | MPS : Changement du filtre |
| Réservoir | Stocker l'huile | Fuite externe | Défaillance aux niveaux du réservoir | Danger sur la sécurité individuel et matériel | Visuel | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de réservoir |
| Crépine | Filtrer l'huile | Pas de débit | Colmatage | Arrêt de la machine | Sans détection | 2 1 | 2 2 | 3 3 | 8 6 | MPT : Nettoyage de crépine |
| Manomètre | Mesurer une pression | N'affiche pas | Manomètre défaillant | Ne peux pas connaître la pression | Sans détection | 1 | 1 | 3 | 3 | MC : Changement de manomètre |
| | | Affichage incorrect | Mauvaise contrôle du défaisance | | | 1 1 | 4 2 | 4 2 | 16 4 | MPA : Etalonnage du manomètre |
| Moteur électrique | Entraîner la pompe | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock PC : Changement du moteur |
| | | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Plaquette usée | Sécurité | Bruit au cours de freinage | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de plaquette |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 2 | 12 6 | MPA : Contrôler l'état de ressort PR : Ressort en stock |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Matage de clavette | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| | | Pas d'accouplement | Clavette cisailé | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| Pompe | Générer un débit sous pression | Pas de débit | Moteur hors service | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de moteur ou fusible |
| | | Pression insuffisantes | Fuite interne | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Contrôler manomètre de pression |
| Limiteur de pression | Réglé la pression | Blocage | Fuite interne | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 4 | MC : Nettoyage de limiteur de pression |
| | | Sortie erroné | Déformations plastiques | Sécurité | Manomètre | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du limiteur de pression |


• AMDEC poupée fixe :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|---------------------------|---|----------------------------|---------------------------------|------------------|-----------|--------|---------------------------|---------|--|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : poupée fixe | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Broche | Guider en rotation | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
| Système poulie courroie crantée | Transmettre une puissance | Pas de transmission | Rupture de la courroie | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 2 | 16 6 | MPS : Contrôler l'état de courroie PR : Courroie en stock |
| | | Transmission non synchronisée | Cran cassé | Effet sur la sécurité + qualité | Sans détection | 1 | 4 4 | 4 2 | 16 8 | MPS : Contrôler l'état de courroie |
| Moteur de la broche | Générer un couple | Vibration | Roulements usés | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler des roulements |
| | | Ne démarre pas | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | PR : Moteur en stock MC : Changement d'enroulement |
| | | | Connexion électrique | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Vérification des câbles |
| | | | Roulement grippé | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler des roulements |
| Bobine de freinage non excité | 1 | | 3 | | | 3 | 9 | MC : Changement de bobine | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--|---------------------------------|----------------------------------|----------------|--------|--------|---------|--|--|
| | | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Plaquette usée | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 4 2 | 16 8 | MPA : Contrôler l'état du frein |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 2 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
| Porte pièce (mandrin) | Positionner et serrer la pièce | Faible serrage de la pièce | Fuite interne | Pièce mal serrée (Sécurité) | Visuel | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de joint d'étanchéité |
| | | Desserrage de la pièce | Faible pression | Serrage non équilibré (sécurité) | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de mandrin |
| | | | Pression insuffisante | Pièce mal serrée (Sécurité) | Sans détection | | | | | |
| | | Pas de serrage | Pas de pression | Pièce non serré (sécurité) | Sans détection | | | | | |
| Pas d'ordre | | | | | | | | | | |
| Distributeur | Distribuer l'huile se pressé | Pas de distribution | La bobine est grippée | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement de distributeur |
| | | | Le tiroir est grippé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Le ressort est cassé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Connexion de bobine défectueuse | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | Fonctionnement irrégulier | Usure des joints (chambres communiquent) | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 3 | 16 9 | PR : Distributeur en stock MPC : Contrôle de l'état du distributeur | |
| Vérin | Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique | Blocage physique ou coincement | Pas de pression d'huile | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| | | | Déformation de tige | | Sans détection | 1 1 | 3 4 | 4 4 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de vérin PR : Vérin en stock |
| | | Faible puissance | Fuite interne usure de joint | | Manomètre | 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état du vérin |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|--------|--------|--------|---------|---|
| | | | Faible pression | | | 1 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de fin de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 12 | MC : Changement de capteur |
| | | Détection erronée | Problème électronique | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler le capteur |
| Guidage des mors en translation | Guider en translation les mors | Coincement | Système d'entraînement détruit | Arrêt de production | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler le système d'entraînement |
| | | Ne reste pas en position | Usure du guidage de mors | Sécurité | Bruit | | | | | |


• AMDEC tourelle :

|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|---|----------------------------------|---|----------------------------|---------------------------------|------------------|-----------|--------|--------|---------|--|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : Tourelle | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Matage de clavette | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| | | Pas d'accouplement | Clavette cisailé | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| Guidage en rotation | Guider en rotation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|---|
| Guidage en translation | Guider en translation par roulement | Blocage de guidage | Clavette détériorées | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de clavette PR : Clavette en stock |
| | | | Usure des rails | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de rail PR : rail en stock |
| | | Vibration | Usure des filets du vis | Reduction de la vitesse linéaire de fourreau | Visuel + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôle l'état de vis PR : vis en stock |
| | | | Usure des filets de l'écrou | Reduction du vitesse linéaire fourreau | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 3 | 12 9 | MPA : Contrôler l'état de l'écrou |
| Moteur encodeur | Générer un couple | Fonctionnement irrégulier | Encodeur grippé | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 4 2 | 16 8 | MPA : Contrôler l'état d'encodeur |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MC : Changement du moteur |
| Distributeur | Distribuer l'huile se pressé | Pas de distribution | La bobine est grippée | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement de distributeur |
| | | | Le tiroir est grippé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |


| | | | | | | | | | | |
|-------|--|--------------------------------|--|---------------------|----------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Le ressort est cassé | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | | Connexion de bobine défectueuse | | | 1 | 2 | 4 | 8 | |
| | | Fonctionnement irrégulier | Usure des joints (chambres communiquent) | Sécurité | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 4 3 | 16 9 | PR : Distributeur en stock MPC : Contrôle de l'état du distributeur |
| Vérin | Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique | Blocage physique ou coincement | Pas de pression d'huile | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |
| | | | Déformation de tige | | Sans détection | 1 1 | 3 4 | 4 4 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de vérin PR : Vérin en stock |
| | | Faible puissance | Fuite interne usure de joint | | Manomètre | 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état du vérin |
| | | | Faible pression | | | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Contrôler la source d'énergie |

• AMDEC système de lubrifiant :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|--|---|--------------------------------------|---|-----------------------------|-----------|--------|--------|---------|---------------------------------------|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : Système de lubrifiant | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Tuyau | Assurer la transmission de La pression hydraulique | Fuite externe | Les tuyaux détruire | Reduction du débit d'huile | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement des tuyaux |
| Réservoir | Stocker l'huile | Fuite externe | Défaillance aux niveaux du réservoir | Danger sur la sécurité individuel et matériel | Visuel | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de réservoir |
| Crépine | Filtrer l'huile | Pas de débit | Colmatage | Arrêt de la machine | Sans détection | 2 1 | 2 2 | 3 3 | 8 6 | MPT : Nettoyage de crépine |
| Motopompe | Générer un débit sous pression | Pas de débit | Moteur hors service | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de moteur ou fusible |
| | | Pression insuffisantes | Fuite interne | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Contrôler manomètre de pression |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |


| | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|--------------------|------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MC : Changement du moteur |
| | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Sécurité | Plaquette usée | | Bruit au cours de freinage | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de plaquette |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 2 | 12 6 | MPA : Contrôler l'état de ressort PR : Ressort en stock |

• AMDEC partie commande :


|  <p>Les Ateliers Micro-Mécaniques</p> | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|---|------------------------|--|-----------------------|----------------|-----------|--------|--------|---------|--|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | | Page : |
| | Système : partie commande | | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Directeur de commande numérique (DCN) | Interpréter les instructions contenues dans les séquences, recevoir les informations des capteurs et agir sur les actionneurs | Indication erronée | Les indicateurs d'ordre et d'information déséquilibrés | Pièce non comme forme | Sans détection | 1 1 | 3 3 | 4 3 | 12 9 | MPA : Contrôle et réparation des indicateurs d'ordre |
| Entrée de programme avec logiciel (FAO) | Ecrire le fichier contenant le programme de pilotage d'une machine-outil à | Indication erronée | Faute de saisir dans le logiciel | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 3 3 | 4 3 | 12 9 | MPA : Contrôle et réparation de logiciel |

| | | | | | | | | | | |
|---------|---|----------------|----------------------|-----------------------|----------------|---|---|---|---|---|
| | commande numérique | | | | | | | | | |
| Pupitre | Assurer le contrôle de commande et la configuration de la machine | Ne commute pas | Coincement de bouton | Pièce non comme forme | Sans détection | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Vérifier les boutons (changement dans le cas de défaillance) |
| | | | | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 2 | 6 | |
| | | | Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Vérifier les câbles |

- AMDEC partie pneumatique :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|--|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|-----------|---|---|---|-------------------------------|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | | Page : |
| | Système : partie pneumatique | | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Soufflette | Effectuer rapidement des travaux légers de nettoyage | Ne s'arrête pas | Cassure de ressort | Pas de contrôle d'aire | Sans détection | 2 | 1 | 3 | 6 | MC : Changement de soufflette |
| | | | Cassure du manette | | Visual | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Changement de soufflette |
| | | | Coincement du manette | | Sans détection | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Nettoyage de soufflette |
| | | Ne s'ouvre pas | Entré de copeaux | Ne fonctionne pas | Sans détection | 2 | 1 | 2 | 4 | MC : Nettoyage de soufflette |
| Circuit (tuyau) | Transmettre de La pression pneumatique | Fuite | Tuyau déchirer | Mal fonctionnement | Visual | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Changement de tuyau |

- AMDEC porte de tour :

|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|---|---|----------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|--------|--------|---------|--|--|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 04) | | | | | | | | Page : | |
| | | Système : porte de tour | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | | |
| Guidage en translation | Guider de translation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements | |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | | |
| Capteur de fermer de porte | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | |
| Défaut de réglage | 1 | | 4 | | | 2 | 8 | | | | |

G. Le plan de maintenance :

| Machine : Tour à commande numérique | | Code : TCN-06 | | Plan de maintenance préventive | | | Etat de machine : fonctionnelle | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|------|----------|------------------------|
| Sous ensemble | Elément | Action | Périodicité | Temps | Outillage | Gamme O/N | Pièce de rechange | | | Spécialité responsable |
| | | | | | | | Désignation | Code | Quantité | |
| Axe X | Capteur de début de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Capteur de fin de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Guidage en translation longitudinal | MPS : Contrôler l'état des patins | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|-----|
| | | MPS : Contrôler d'alignement des patins | S | 15 min | Valise de contrôle d'alignement | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des rails | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler le serrage des rails | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration, Bruit) | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Système vis écrou à billes | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) | | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--------|----------------------------|--|---|--------|---|---|---|---|---|-----|
| | Accouplement (rigide) | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur pas à pas | MPS : Contrôler l'état du moteur | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Servomoteur | MPS : Contrôler l'axe | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de roulement | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Vidange d'huile | S | 30 min | Les clés de serrage, machine d'aspiration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Axes-Y | Capteur de début de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|-----|
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| Capteur de fin de course | | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| Guidage en translation longitudinal | | MPS : Contrôler l'état des patins | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler d'alignement des patins | S | 15 min | Valise de contrôle d'alignement | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des rails | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler le serrage des rails | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration, Bruit) | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| Système vis écrou à billes | | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---|--------|--|---|-----------------|---|---|-----|
| | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| Accouplement (rigide) | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement | S | 15 min | Les clés de serrage | N | - | - | - | MEC |
| Moteur pas à pas | MPS : Contrôler l'état du moteur | S | 15 min | Métrix et machine de contrôle du rendement | N | - | - | - | MEC |
| | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| Servomoteur | MPS : Contrôler l'axe | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | MPS : Contrôler l'état de roulement | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | MPS : Vidange d'huile | S | 30 min | Les clés de serrage, | O | Huile réducteur | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|--|---|--------|---------------------------------|---|--------|---|---|-----|
| | | | | | machine d'aspiration | | | | | |
| | | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Poupée mobile | Guidage en rotation | MPS : Contrôler de l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Guidage en translation | MPA : Contrôle l'état de clavette | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de rail | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de vis | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de l'écrou | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Distributeur | MPC : Contrôle de l'état du distributeur | S | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Vérin | MPA : Contrôler l'état de vérin | A | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Groupe hydraulique | Filtre | MPS : Changement du filtre | S | 15 min | Clé de serrage | O | Filtre | - | 1 | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|---|--------|---------------------------------|---|------------------|---|---|-----|
| | Réservoir | MPA : Contrôler l'état de réservoir | A | 10 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Crépine | MPT : Nettoyage de crépine | T | 20 min | Aire | N | - | - | - | MEC |
| | Manomètre | MPA : Etalonnage du manomètre | A | 30 min | Appareil d'étalonnage | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur électrique | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de ressort | A | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Limiteur de pression | MPA : Contrôler l'état de limiteur de pression | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Poupée fixe | Broche | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Système poulie courroie crantée | MPS : Contrôler l'état de courroie | S | 20 min | Clé de serrage | O | Courroie crantée | - | - | MEC |
| | Moteur de la broche | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de ressort | A | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|----------|---------------------------------|---|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|-----|
| | Distributeur | MPC : Contrôle de l'état du distributeur | S | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Vérin | MPA : Contrôler l'état de vérin | A | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Capteur de fin de course | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |
| | Guidage des mors en translation | MPS : Contrôler le système d'entraînement | S | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Porte pièce (mandrin) | MPA : Contrôler la tige de vérin | A | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de distributeur | A | 20 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPS : Contrôler l'état de capteur | S | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| Tourelle | Guidage en rotation | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Guidage en translation | MPA : Contrôle l'état de clavette | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|--|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|------|
| | | MPA : Contrôle l'état de rail | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôle l'état de vis | A | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Moteur encodeur | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Vérin | MPA : Contrôler l'état de vérin | A | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Distributeur | MPC : Contrôle de l'état du distributeur | S | 20 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Système de lubrifiant | Réservoir | MPA : Contrôler l'état de réservoir | A | 10 min | - | N | - | - | - | MEC |
| | Crépine | MPT : Nettoyage de crépine | T | 20 min | Aire | N | - | - | - | MEC |
| | Motopompe | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | | MPA : Contrôler l'état de ressort | A | 15 min | - | N | - | - | - | MEC |
| Partie commande | Directeur de commande numérique (DCN) | MPA : Contrôle et réparation des indicateurs d'ordre | A | 30 min | Programme | N | - | - | - | Info |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|---|--|---|--------|---------------------------------|---|---|---|---|------|
| | Entrée de programme avec logiciel (FAO) | MPA : Contrôle et réparation de logiciel | A | 31 min | Programme | N | - | - | - | Info |
| Porte de tour | Guidage en translation | MPS : Contrôler l'état des roulements | S | 15 min | Valise de contrôle de vibration | N | - | - | - | MEC |
| | Capteur de fermer de porte | MPM : Contrôler la position du capteur | M | 15 min | Chiffon + Métrix | N | - | - | - | ELC |
| | | MPJ : Nettoyage du capteur | J | 15 min | Chiffon | N | - | - | - | ELC |

3. Machine centre d'usinage à commande numérique à 3 axes (CN-10) :

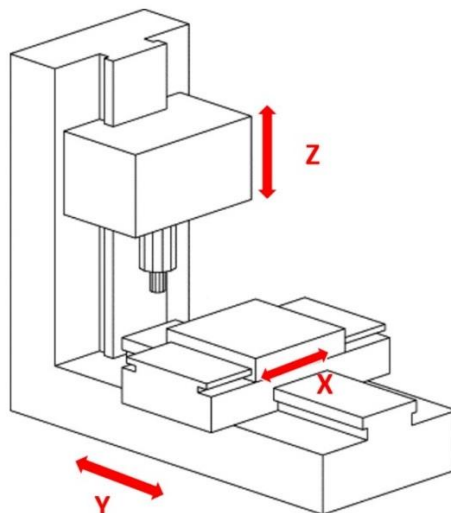
A. Présentation :

La machine HARTFORD OM NIS-1270 est une machine d'usinage à 3 axes (X, Y, Z) simultanés. Sa broche puissante à entraînement direct en ligne, il change d'outils latéral de grande capacité.



B. Les axes de la machine VMC 1270 :

Ces 3 axes sont les axes de positionnement permettant de positionner précisément l'outil dans la zone d'usinage. Ces 3 axes sont perpendiculaires entre eux. Par convention, l'axe Z est toujours l'axe de la broche. Les axes X et Y peuvent différer suivant les constructeurs de machines.



C. Nomenclature :

| Machine | Système | Sous-système | Organes | Code |
|--|---------|-------------------------------------|---------|-----------|
| Centre d'usinage vertical HARTFORD VMC1270 | | | | CN-10-000 |
| | Axe - X | | | CN-10-100 |
| | | Guidage en translation longitudinal | | CN-10-101 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-10-102 |
| | | Moteur pas à pas | | CN-10-103 |
| | | Servo moteur fanuc | | CN-10-104 |
| | | Capteur de fin de course | | CN-10-105 |
| | | Capteur de début de course | | CN-10-106 |
| | | Accouplement (rigide) | | CN-10-107 |
| | Axes -Y | | | CN-10-200 |
| | | Guidage en translation transversal | | CN-10-201 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-10-202 |
| | | Moteur pas à pas | | CN-10-203 |
| | | Servo moteur fanuc | | CN-10-204 |
| | | Capteur de fin de course | | CN-10-205 |
| | | Capteur de début de course | | CN-10-206 |
| | | Accouplement (rigide) | | CN-10-207 |
| | Axe - Z | | | CN-10-300 |
| | | Guidage en translation vertical | | CN-10-301 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-10-302 |

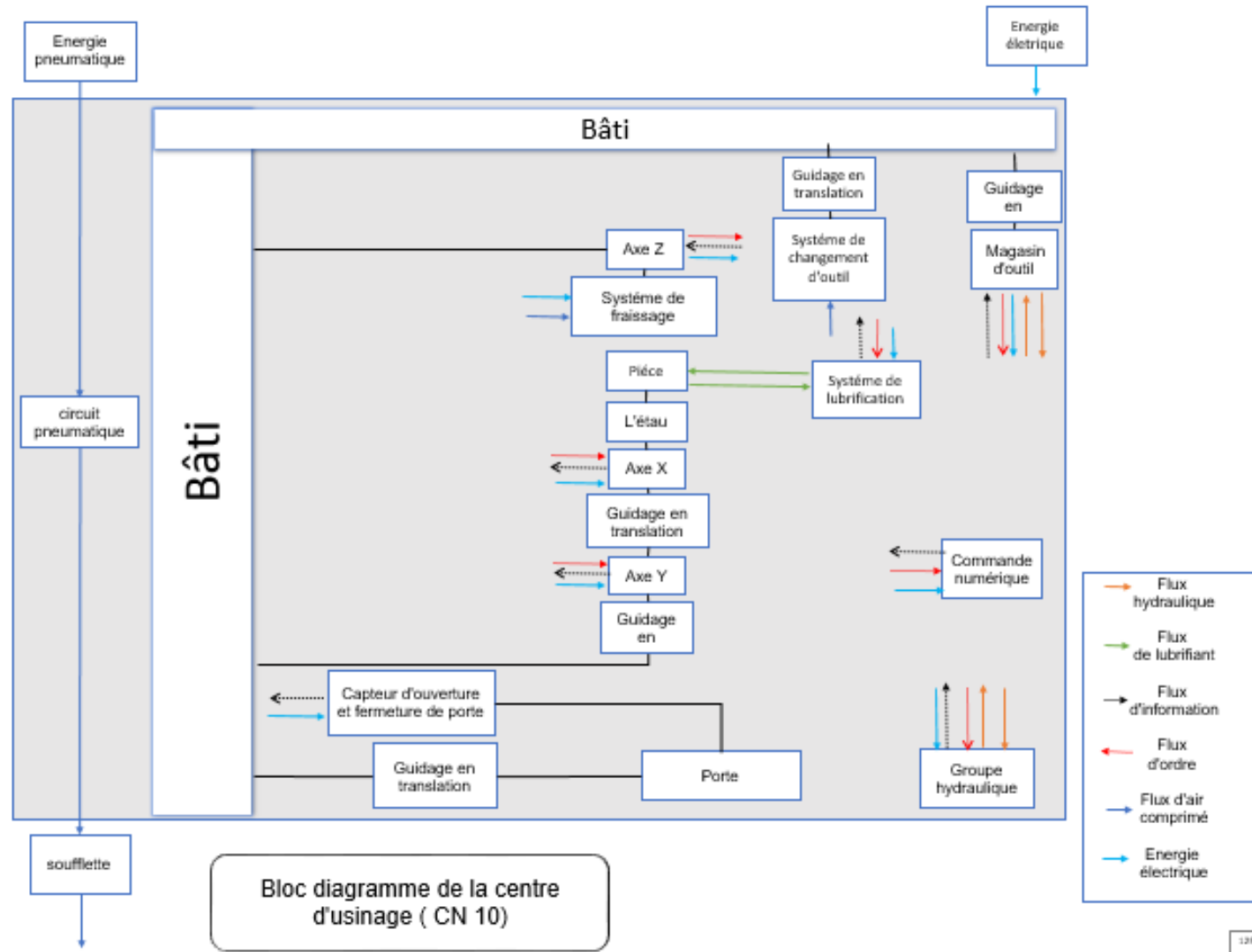
| | | | |
|----------------------------------|--|-------------------|------------------|
| | Moteur pas à pas | | CN-10-303 |
| | Servo moteur fanuc | | CN-10-304 |
| | Capteur de fin de course | | CN-10-305 |
| | Capteur de début de course | | CN-10-306 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-10-307 |
| Partie commande | | | CN-10-500 |
| | Directeur de commande numérique (DCN) | | CN-10-501 |
| | Entrée de programme avec un logiciel FAO | | CN-10-502 |
| | Pupitre | | CN-10-503 |
| Porte de centre d'usinage | | | CN-10-600 |
| | Guidage de translation | | CN-10-601 |
| | Capteur de fermeture ou d'ouverture de porte | | CN-10-602 |
| Système de fraisage | | | CN-10-800 |
| | Moteur électrique de broche | | CN-10-801 |
| | Système poulie courroie | | CN-10-802 |
| | Porte d'outil | | CN-10-803 |
| | Système de rotation (2rolement) | | CN-10-804 |
| | Broche | | CN-10-805 |
| | | Pince | CN-10-815 |
| | | Vérin pneumatique | CN-10-825 |
| | | Distributeur | CN-10-835 |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|-------------------|
| Groupe hydraulique | | | CN-10-900 |
| | Filtre de l'huile | | CN-10-901 |
| | Tuyau de distribution hydraulique à haute pression | | CN-10-902 |
| | Moteur électrique | | CN-10-903 |
| | Pompe à piston | | CN-10-904 |
| | Accouplement | | CN-10-907 |
| | Crépine | | CN-10-908 |
| | Réservoir | | CN-10-909 |
| | Limiteur de pression | | CN-10-910 |
| Magasin d'outil | | | CN-10-1000 |
| | Outils de porte plaquette | | CN-10-1001 |
| | Moteur électrique avec système de freinage | | CN-10-1002 |
| | Distributeur | | CN-10-1003 |
| | Vérin pneumatique | | CN-10-1004 |
| | Porte bague d'alésage | | CN-10-1005 |
| Système de lubrification | | | CN-10-1100 |
| | Moteur électrique | | CN-10-1101 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-10-1102 |
| | Pompe | | CN-10-1103 |
| | Circuit (tuyau) | | CN-10-1104 |
| | Réservoir | | CN-10-1105 |
| | Crépine | | CN-10-1106 |
| | Filtre | | CN-10-1107 |
| Partie pneumatique | | | CN-10-1200 |
| | Soufflette | | CN-10-1201 |
| | Circuit (tuyau) | | CN-10-1202 |
| Partie changement d'outil | | | CN-10-1300 |

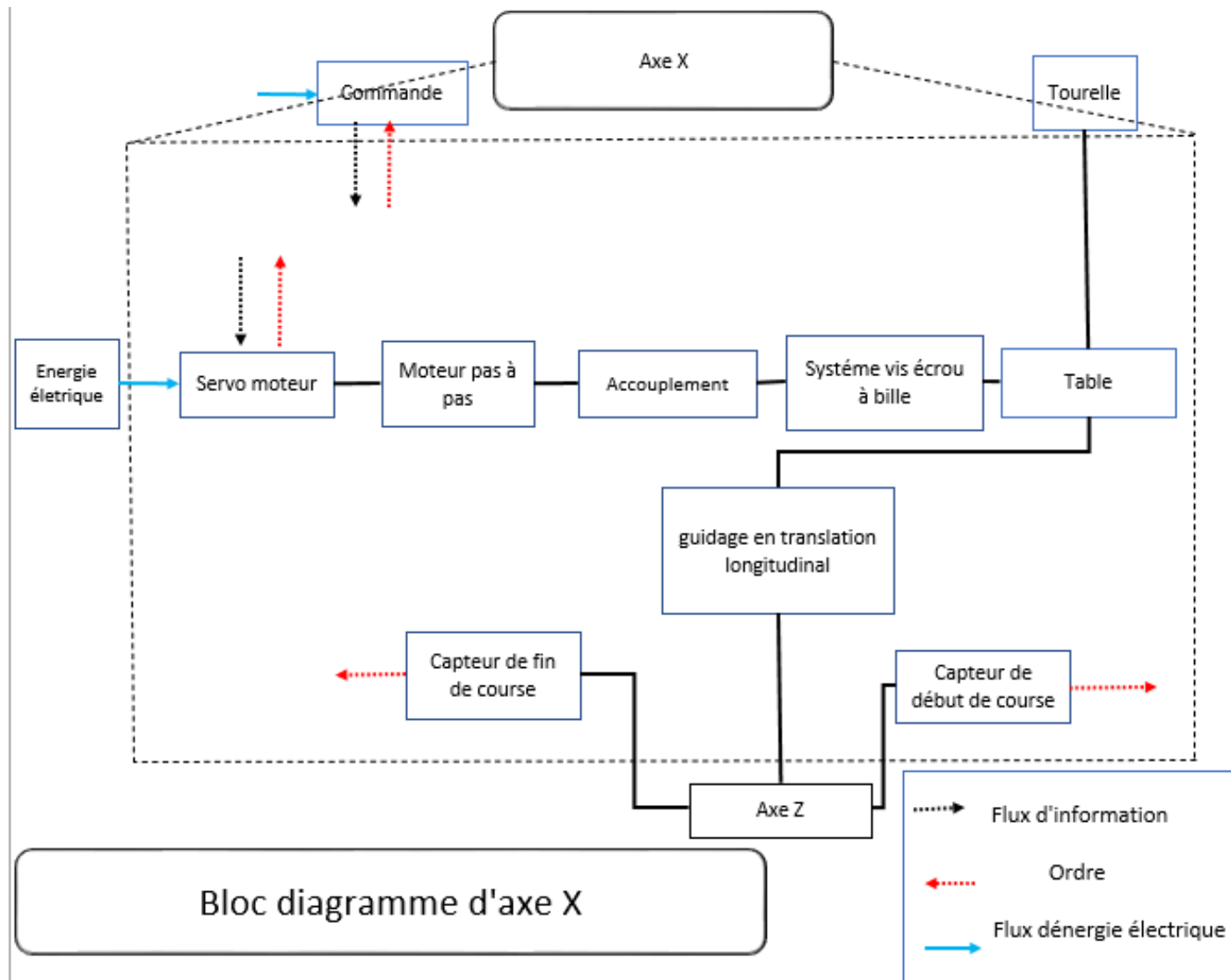
| | | | | |
|--|--------|--|--|------------|
| | | Changeur d'outil latéral | | CN-10-1301 |
| | | Moteur électrique avec système de freinage | | CN-10-1302 |
| | | Boîte à cames | | CN-10-1303 |
| | | Système de serrage d'outil | | CN-10-1304 |
| | L'étai | | | CN-10-1400 |
| | | Système vis écrou | | CN-10-1401 |
| | | Mâchoire fixe | | CN-10-1402 |
| | | Mâchoire mobile | | CN-10-1403 |

b. Les blocs diagrammes :

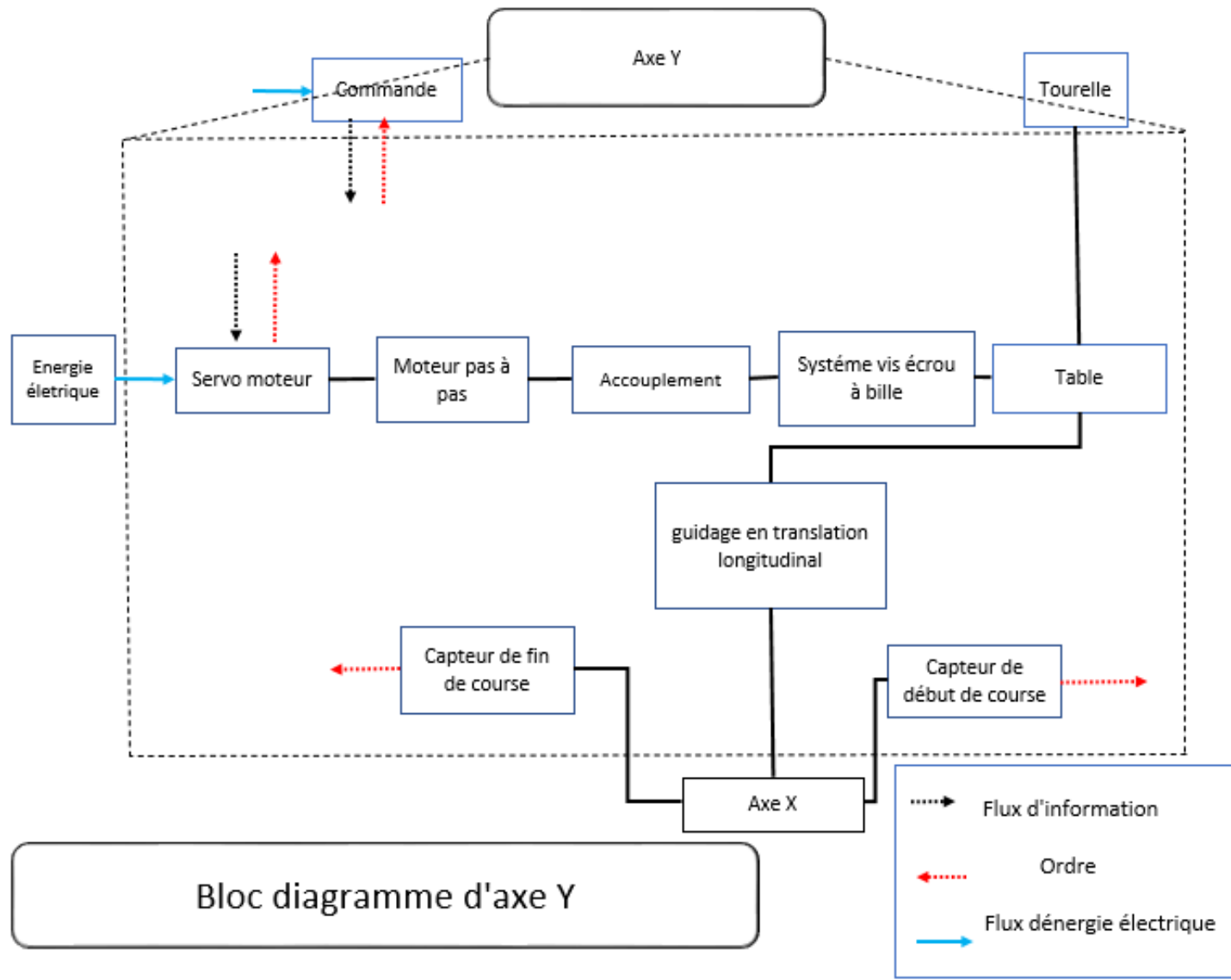
- Bloc diagramme de CN – 10 :



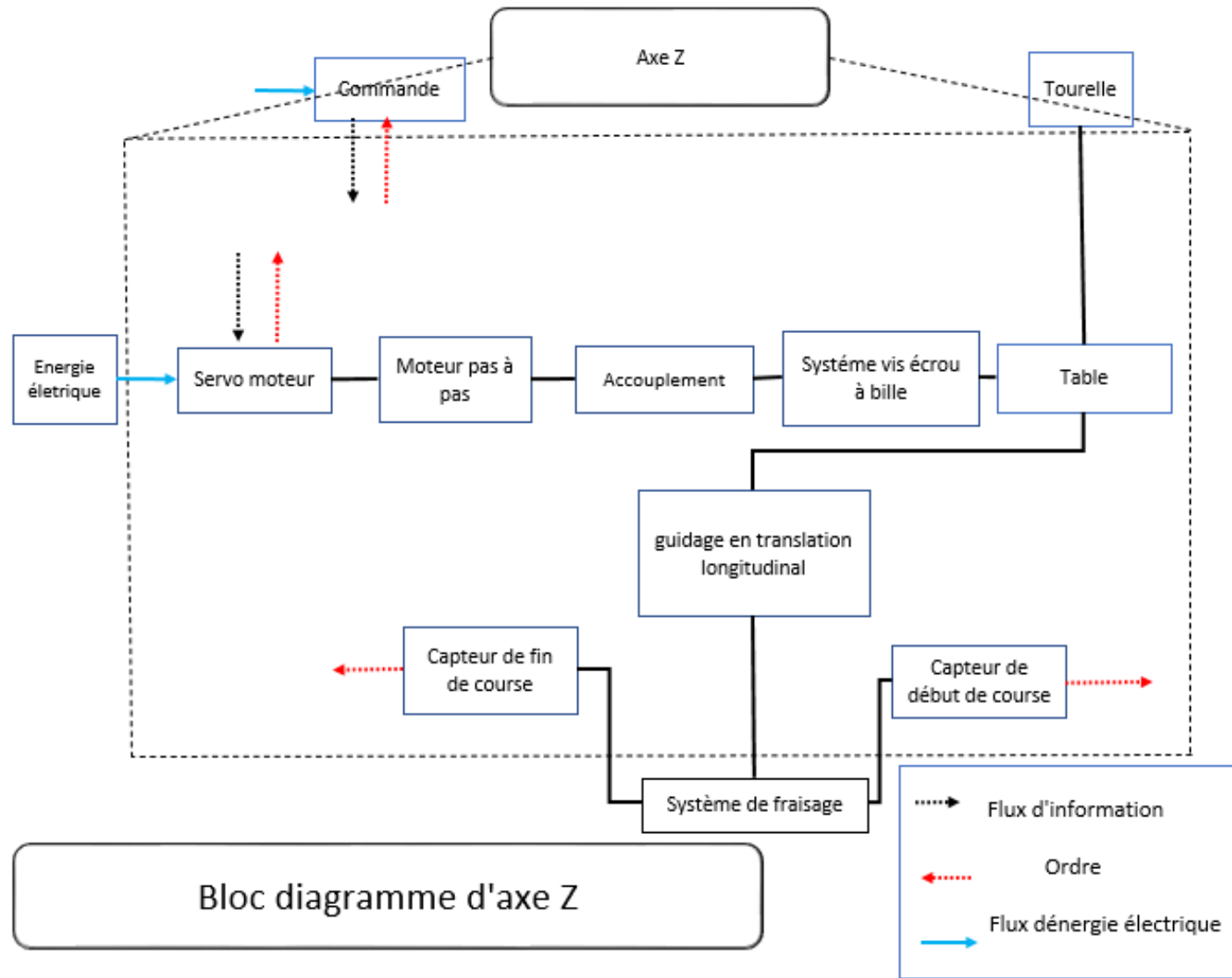
- Bloc diagramme d'axe X :



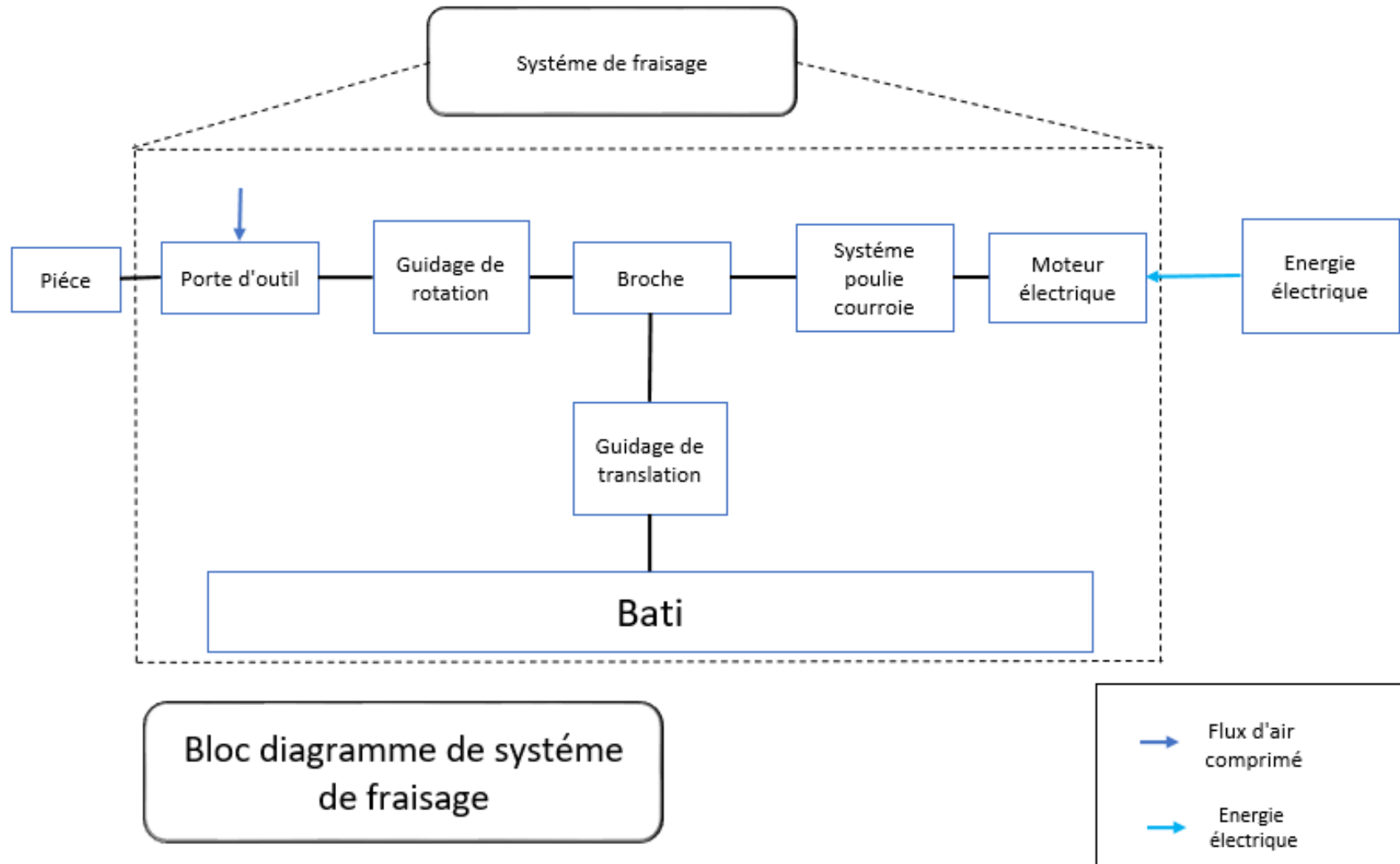
- Bloc diagramme d'axe Y :



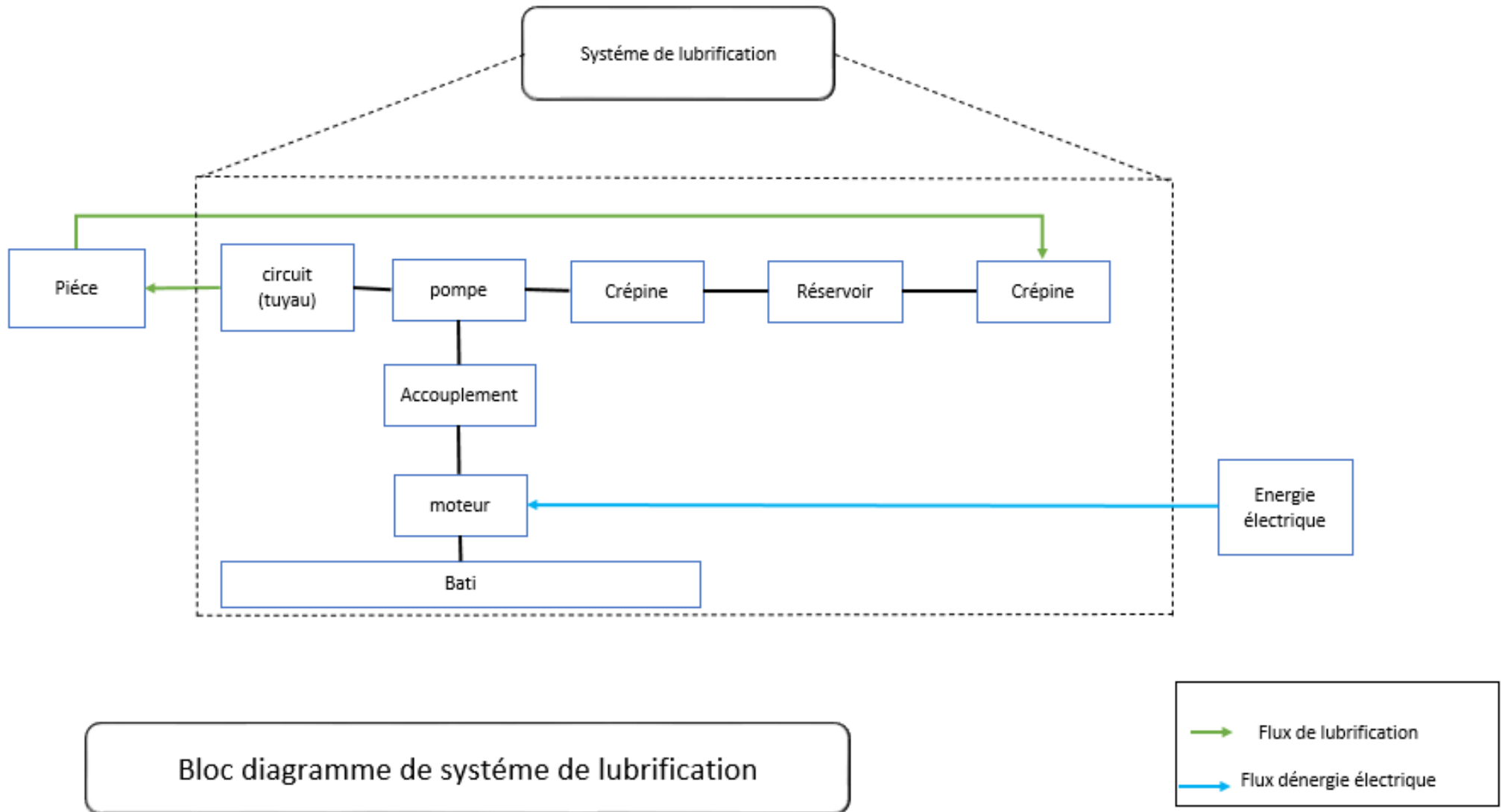
- Bloc diagramme d'axe Z :



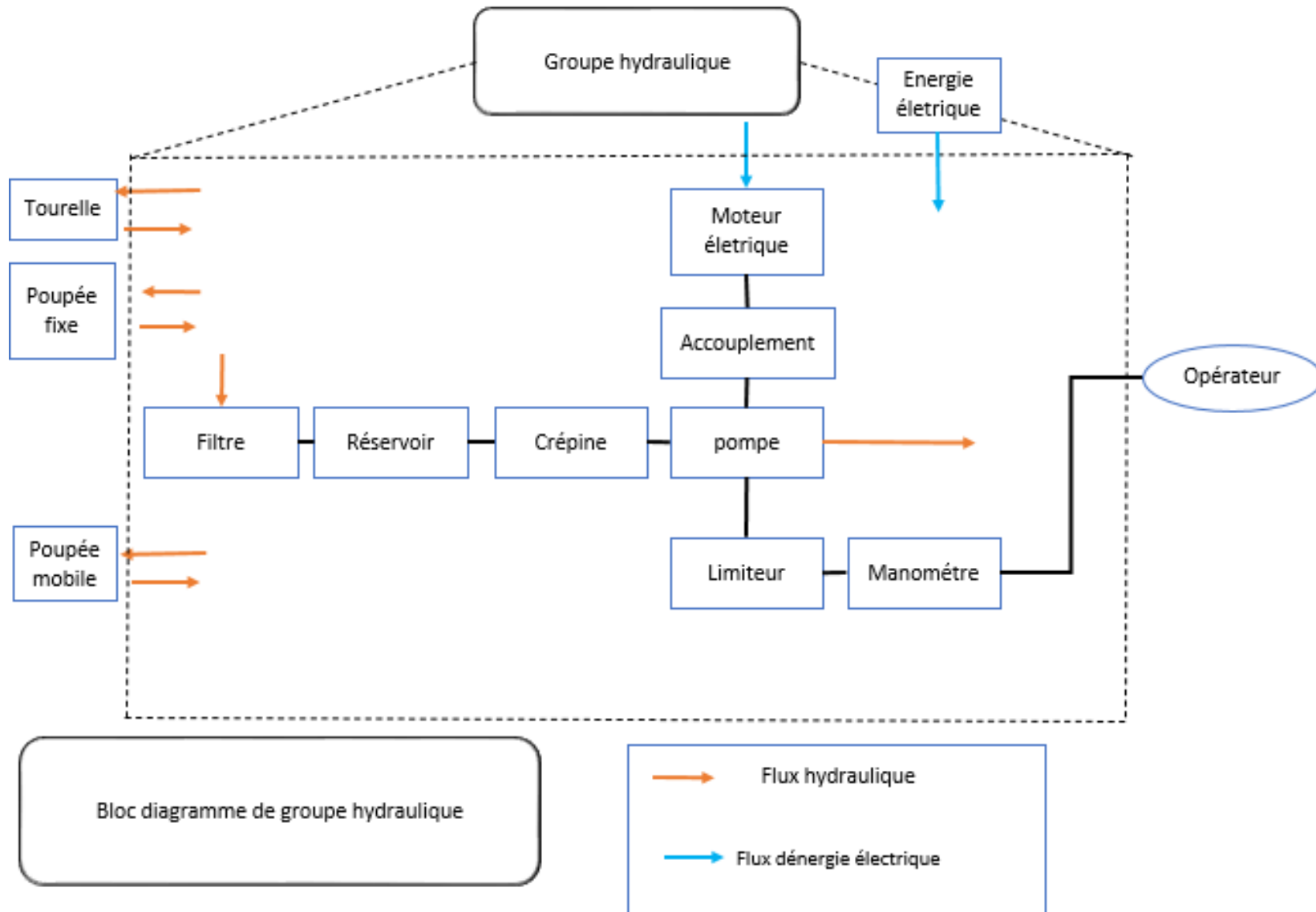
- Bloc diagramme de système de fraisage :



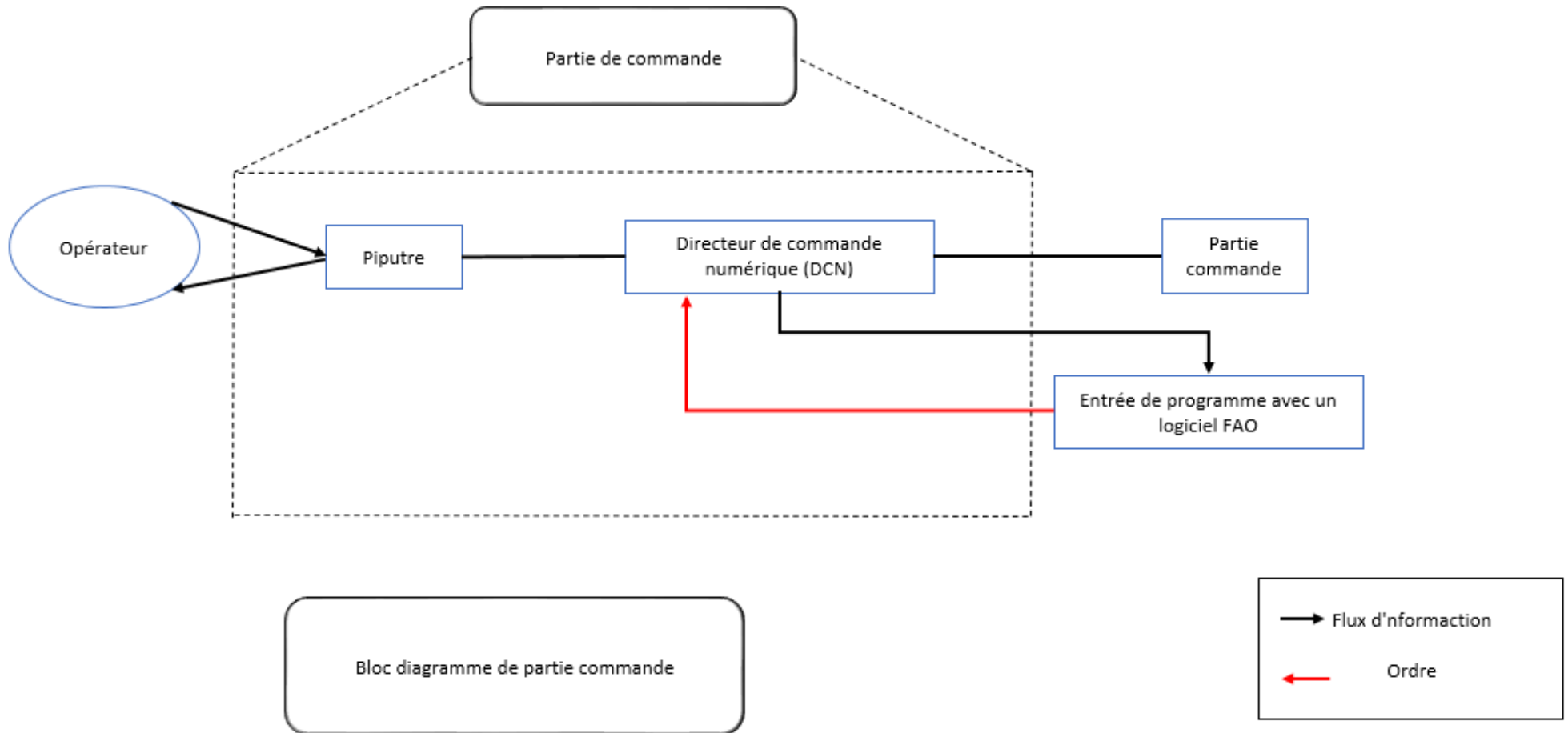
- Bloc diagramme de système de lubrification :



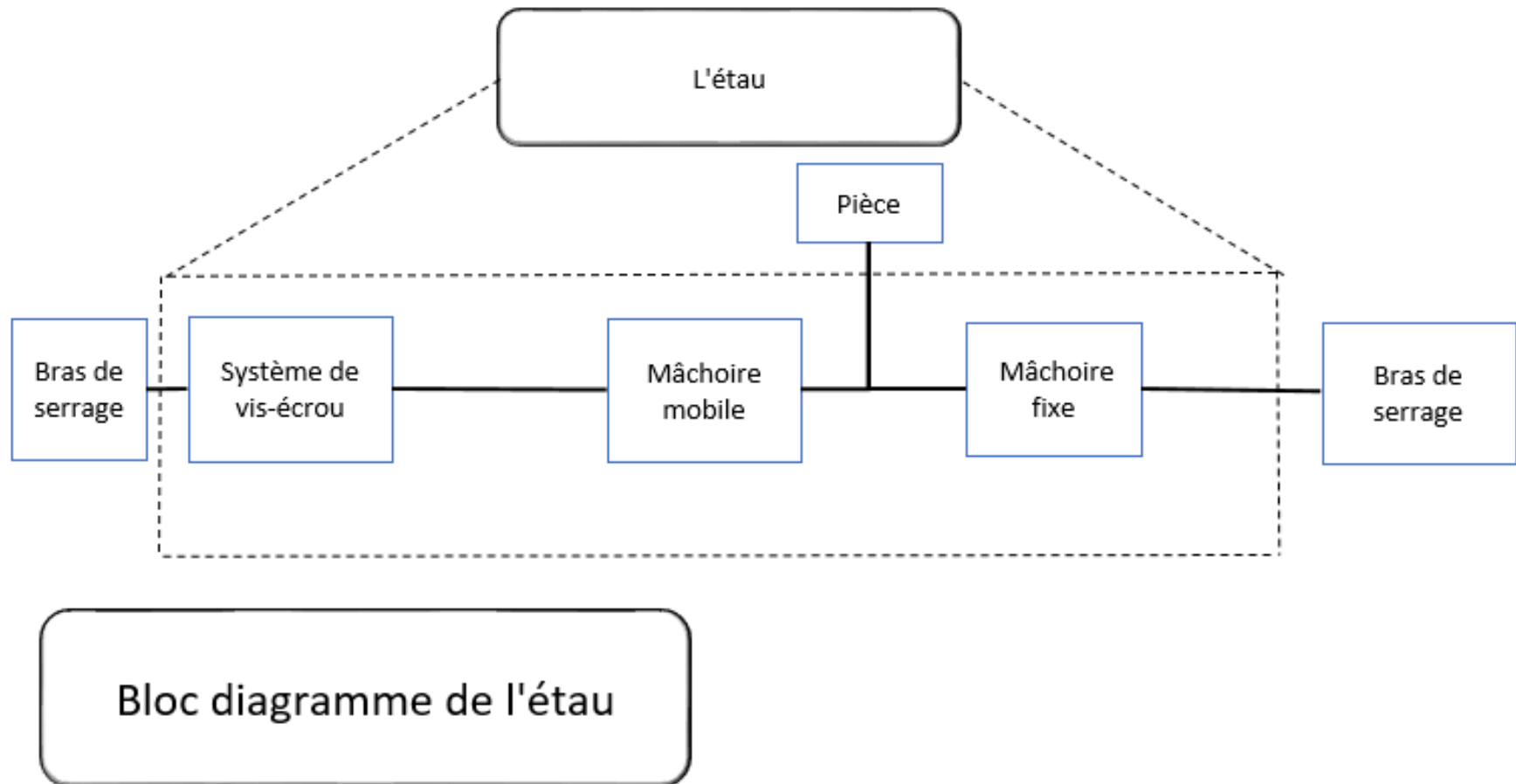
- Bloc diagramme de groupe hydraulique :



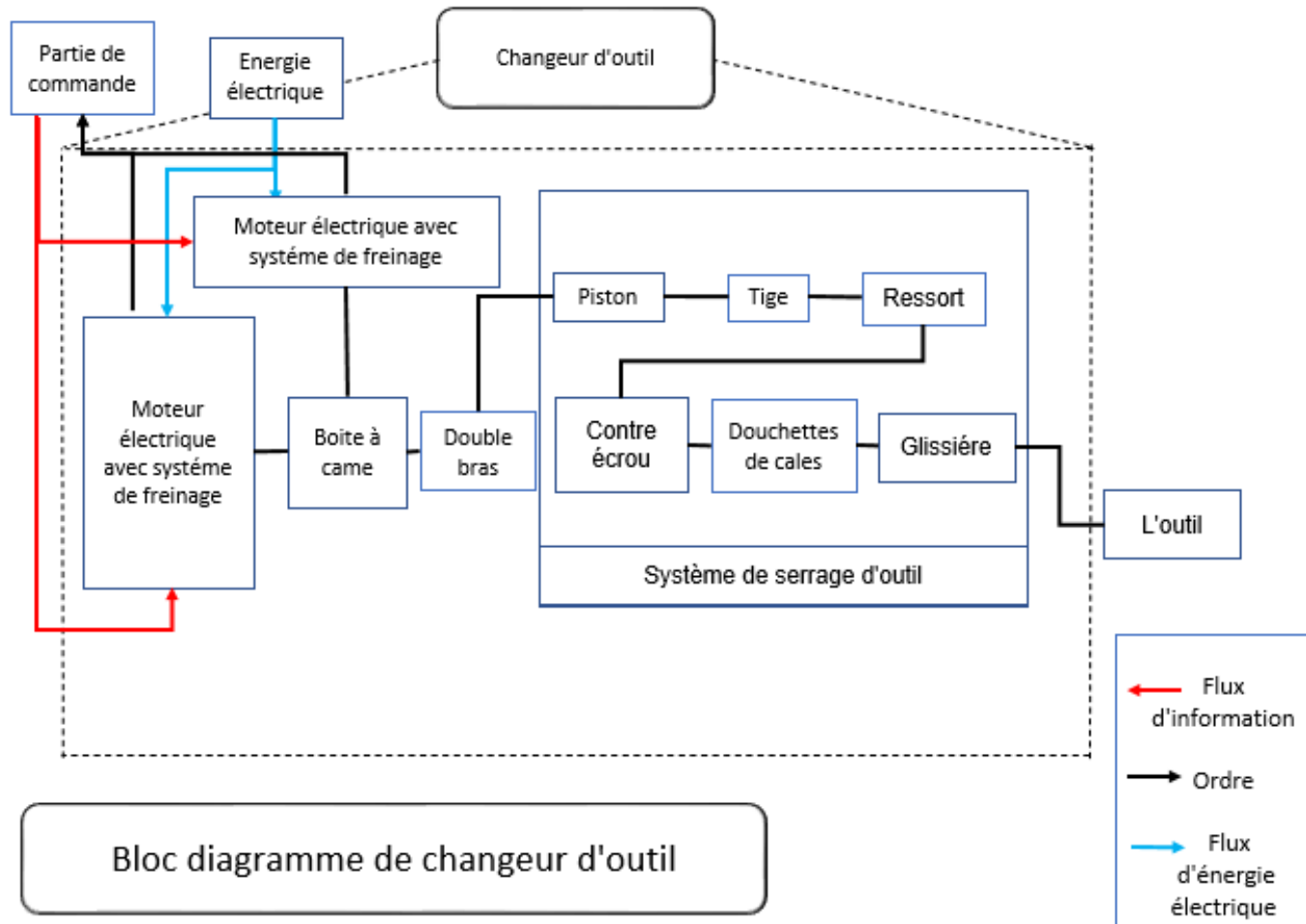
- Bloc diagramme de commande numérique :



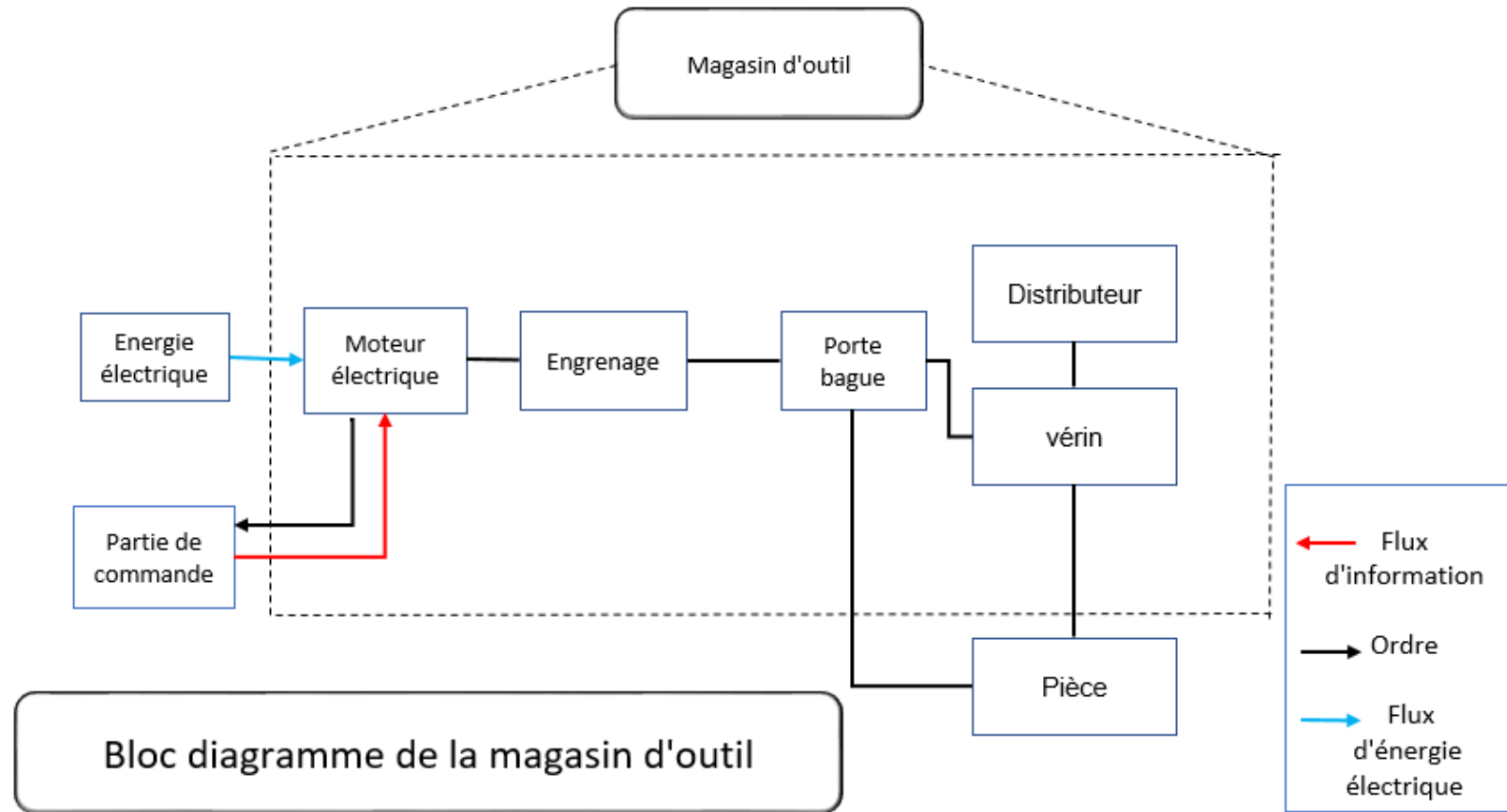
- Bloc diagramme d'étau :



- Bloc diagramme de partie changement d'outil :




- Bloc diagramme de magasin d'outil :



H. Les AMDEC :

- AMDEC d'axe X :


|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | | | | | |
|--|--|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|---|---|---------------|--|---|---|---|---|
| | Machine : centre d'usinage à commande numérique (code CN 10) | | | | | | | | Page : | | | | | |
| | Système : Axe X | | | | | | | | 2021/2022 | | | | | |
| Elément | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives | | | | |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | | | | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | | | | |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | | | |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | | | | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | | | | |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | | | |
| Guidage en translation longitudinal | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS : Contrôler l'état des patins | | | | |
| | | | Désalignement des patins | | | | | | | 1 | 3 | 2 | 6 | MPS : Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | | | | | | | | | MPS : Contrôler l'état des rails |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |
| | | Vibration | Usure des éléments roulants, des patins | Productions et Pièces non-conformes | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration ,Bruit) |
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | | | | | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |
| | | | Usure de la vis | | | | | | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement des vis d'accouplement |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du moteur |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---|--------|--------|--------|---------|---|
| | en un mouvement angulaire | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MPC : Nettoyage du moteur |
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |
| | | | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| | | Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| | | Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | | | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| | | Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |

| | | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|---|---|----|--|
| | | Casse des dents d'engrenage | | | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Vidange d'huile |
| | | 1 | | | 3 | 3 | 9 | | |
| | Vibration | Cisellement de la clavette | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de la clavette |
| | | Roulements usés | | | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de la clavette |
| | Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Vidange d'huile |
| | | | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| | | | | | 2 | 4 | 3 | 24 | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres PR : Joint à lèvres en stock |
| | | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | |

• AMDEC d'axe Y :


|  <p>Les Ateliers Micro-Mécaniques</p> | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|--|--|---------------------|----------------------|------------------------|----------------|-----------|---|---|---------------|--|
| | Machine : centre d'usinage à commande numérique (code CN 10) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : Axe Y | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|--------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|---|---|---|----|--|
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| Défaut de réglage | 1 | | 4 | | | 2 | 8 | | | |
| Guidage en translation | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS : Contrôler l'état des patins |
| | | | Désalignement des patins | | | | | | | MPS : Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | | | | | MPS : Contrôler l'état des rails |
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |
| | | Vibration | Usure des éléments roulants, des patins | Productions et Pièces non-conformes | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration ,Bruit) |
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | | | | | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------------|---|-------------------------------------|---|--------|--------|---------|---|---|
| | | | Usure de la vis | | | | | | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement des vis d'accouplement |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du moteur |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MPC : Nettoyage du moteur | |
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |
| | Casse des dents d'engrenage | | | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Vidange d'huile |
| | Cisellement de la clavette | | | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de la clavette |
| Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de la clavette |
| | Ecaillage des engrenages | | | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Vidange d'huile |
| Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 2 1 | 4 4 | 3 2 | 24 8 | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres PR : Joint à lèvres en stock |

• AMDEC d'axe Z :


|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | | | | | |
|--|--|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|---|---|---------------|--|---|---|---|---|
| | Machine : centre d'usinage à commande numérique (code CN 10) | | | | | | | | Page : | | | | | |
| | Système : Axes-Z | | | | | | | | 2021/2022 | | | | | |
| Elément | Analyse de défaillance | | | | | Criticité | | | | | | | | |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | Les actions correctives | | | | |
| Capteur de début de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | | | | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | | | | |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | | | |
| Capteur de fin de course | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur | | | | |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur | | | | |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | | | |
| Guidage en translation | Guider l'axe X en translation par roulement | Blocage du guidage | Patins à billes grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | PR : Patins en stock MPS : Contrôler l'état des patins | | | | |
| | | | Désalignement des patins | | | | | | | 1 | 3 | 2 | 6 | MPS : Contrôler d'alignement des patins |
| | | | Déformation des rails | | | | | | | | | | | MPS : Contrôler l'état des rails |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | | Rails desserrés (désalignés) | | | | | | | MPS : Contrôler le serrage des rails |
| | | Vibration | Usure des éléments roulants, des patins | Productions et Pièces non-conformes | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état des patins du guidage (Température, Vibration ,Bruit) |
| Système vis-écrou à billes | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | | | | | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |
| | | | Usure de la vis | | | | | | | MPS : Contrôler l'état du vis à billes (Niveau de vibration, Température, Bruit) |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Vis d'accouplement mal-serrées | Sécurité et Pièce non-conforme | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état de serrage des vis d'accouplement |
| | | Pas de transmission | Cisaillement des vis d'accouplement | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement des vis d'accouplement |
| Moteur pas à pas | Transformer une impulsion électrique | Fonctionnement irrégulier | Enroulements mal équilibrés | Productions et Pièces non conformes | Sans détection | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du moteur |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---|--------|--------|--------|---------|---|
| | en un mouvement angulaire | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MPC : Nettoyage du moteur |
| Servomoteur | Asservir le moteur pas à pas | Surchauffe | Blocage mécanique dans l'axe de la course | Arrêt de la production | Température + Niveau de vibration + Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 1 | 12 4 | MPS : Contrôler l'axe |
| | | | Ventilateur défaillant | Sécurité | Visuel (voyant) +bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement du ventilateur |
| | | | Jauge de température défaillant | Sécurité | Voyant | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de la jauge |
| | | Sortie erronée | Potentiomètre défaillant | Arrêt de la Production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Potentiomètre en stock MC : Changement du potentiomètre |
| | | Ne démarre pas | La bobine est grillée | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock |
| | | | Carte électronique défaillante | | | 1 1 | 3 2 | 4 4 | 12 8 | PR : Carte électronique en stock |
| | | Blocage de système | Roulements défectueux | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état de roulement |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|---|---|----|--|--------------------------------|
| | | Casse des dents d'engrenage | | | | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Vidange d'huile |
| | | | | | | 1 | 3 | 3 | 9 | |
| | Vibration | Cisellement de la clavette | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état des roulements | |
| | | | | | 1 | 3 | 3 | 9 | | |
| | | Matage de clavette | | | 1 | 2 | 3 | 6 | | MC : Changement de la clavette |
| | | Ecaillage des engrenages | | | 1 | 4 | 3 | 12 | | |
| | | | | | 1 | 4 | 2 | 8 | MPS : Vidange d'huile | |
| | Mal d'asservissement | Fuite d'huile (joint à lèvres usé) | Sécurité + qualité | Visuel | 2 | 4 | 3 | 24 | MPS : Contrôler l'état du joint à lèvres PR : Joint à lèvres en stock | |
| | | | | 1 | 4 | 2 | 8 | | | |

- AMDEC de système de fraisage :
- AMDEC de système de lubrification :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine | |
|---|--|------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|-----------|---|---|----------------------|-------------------------|
| | Machine : centre d'usinage à commande numérique (code CN 10) | | | | | | | | Page : | |
| | Système : Système de lubrifiant | | | | | | | | 2021/2022 | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Tuyau | Assurer la transmission de La pression hydraulique | Fuite externe | Les tuyaux détruire | Reduction du débit d'huile | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | |


| | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------|--|--------------------------------------|---|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| Réservoir | Stocker l'huile | Fuite externe | Défaillance aux niveaux du réservoir | Danger sur la sécurité individuel et matériel | Visuel | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de réservoir |
| Crépine | Filtrer l'huile | Pas de débit | Colmatage | Arrêt de la machine | Sans détection | 2 1 | 2 2 | 3 3 | 8 6 | MPT : Nettoyage de crépine |
| Motopompe | Générer un débit sous pression | Pas de débit | Moteur hors service | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de moteur ou fusible |
| | | Pression insuffisantes | Fuite interne | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Contrôler manomètre de pression |
| | | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock MC : Changement du moteur |
| | | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Plaquette usée | Sécurité | Bruit au cours de freinage | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de plaquette |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 2 | 12 6 | MPA : Contrôler l'état de ressort PR : Ressort en stock |

• AMDEC de groupe hydraulique :


|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|---|--|--|--------------------------------------|---|-----------------------------|-----------|--------|--------|---------|---------------------------------------|
| | | Machine : centre d'usinage à commande numérique (code CN 10) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : Groupe hydraulique | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Tuyau | Assurer la transmission de La pression hydraulique | Fuite externe | Les tuyaux détruire | Reduction du débit d'huile | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement des tuyaux |
| Filtre | Filtrer l'huile | Pas filtrage | Colmatage | Arrêt de la machine | Visuel | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Nettoyage de filtre |
| | | Mauvais filtrage | Filtre percé | Effet sur la pompe | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | MPS : Changement du filtre |
| Réservoir | Stocker l'huile | Fuite externe | Défaillance aux niveaux du réservoir | Danger sur la sécurité individuel et matériel | Visuel | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPA : Contrôler l'état de réservoir |
| Crépine | Filtrer l'huile | Pas de débit | Colmatage | Arrêt de la machine | Sans détection | 2 1 | 2 2 | 3 3 | 8 6 | MPT : Nettoyage de crépine |
| Manomètre | Mesurer une pression | N'affiche pas | Manomètre défaillant | Ne peux pas connaître la pression | Sans détection | 1 | 1 | 3 | 3 | MC : Changement de manomètre |
| | | Affichage incorrect | Mauvaise contrôle du défaisance | | | 1 1 | 4 2 | 4 2 | 16 4 | MPA : Etalonnage du manomètre |
| Moteur électrique | Entraîner la pompe | Vibration | Roulements usés | Effets sur les autres composant | Bruit + Niveau de vibration | 1 1 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Ne démarre pas | Roulement grippé | Arrêt de la production | Bruit + Niveau de vibration | 1 2 | 4 3 | 3 3 | 12 9 | MPS : Contrôler l'état des roulements |
| | | | Pas de Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Vérifier les câbles électrique |
| | | | Enroulement grillé | Arrêt de la production | Sans détection | 1 1 | 4 2 | 4 4 | 16 8 | PR : Moteur en stock PC : Changement du moteur |
| | | Pas de freinage en cas de coupure de courant | Plaquette usée | Sécurité | Bruit au cours de freinage | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de plaquette |
| | | | Ressort détérioré | | Sans détection | 1 1 | 4 3 | 3 2 | 12 6 | MPA : Contrôler l'état de ressort PR : Ressort en stock |
| Accouplement (rigide) | Transmettre la puissance | Démarrage avec choc | Matage de clavette | Effet sur les autres composants | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| | | Pas d'accouplement | Clavette cisailé | Arrêt de production | Bruit | 1 | 2 | 3 | 6 | MC : Changement de clavette |
| Pompe | Générer un débit sous pression | Pas de débit | Moteur hors service | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Changement de moteur ou fusible |
| | | Pression insuffisantes | Fuite interne | Arrêt de production | Manomètre | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Contrôler manomètre de pression |
| Limiteur de pression | Régler la pression | Blocage | Fuite interne | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 4 | MC : Nettoyage de limiteur de pression |
| | | Sortie erroné | Déformations plastiques | Sécurité | Manomètre | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler l'état du limiteur de pression |


• AMDEC de partie commande

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|--|---|---|--|-----------------------|----------------|-----------|--------|--------|---------|---|
| | | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : partie commande | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Directeur de commande numérique (DCN) | Interpréter les instructions contenues dans les séquences, recevoir les informations des capteurs et agir sur les actionneurs | Indication erronée | Les indicateurs d'ordre et d'information déséquilibrés | Pièce non comme forme | Sans détection | 1 1 | 3 3 | 4 3 | 12 9 | MPA : Contrôle et réparation des indicateurs d'ordre |
| Entrée de programme avec logiciel (FAO) | Ecrire le fichier contenant le programme de pilotage d'une machine-outil à commande numérique | Indication erronée | Faute de saisir dans le logiciel | Arrêt de production | Sans détection | 1 1 | 3 3 | 4 3 | 12 9 | MPA : Contrôle et réparation de logiciel |
| Pupitre | Assurer le contrôle de commande et la configuration de la machine | Ne commute pas | Coincement de bouton | Pièce non comme forme | Sans détection | 1 | 2 | 2 | 4 | MC : Vérifier les boutons (changement dans le cas de défaillance) |
| | | | | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 2 | 6 | |
| | | | Connexion électrique | Arrêt de production | Sans détection | 1 | 3 | 3 | 9 | MC : Vérifier les câbles |


• AMDEC d'étau :

|  | | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | | | | AMDEC Machine |
|---|---|--|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------|---|---|----|--|
| | | Machine : Centre d'usinage à commande numérique (code CN 07) | | | | | | | | Page : |
| | | Système : étau | | | | | | | | 2021/2022 |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Mâchoire fixe | Fixer l'outil | Mal serrage | Déformation de mâchoire | Sécurité | Bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de mâchoire |
| Mâchoire mobile | Fixer l'outil | Ne reste pas en position | Usure de mâchoire | Sécurité | Bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement de mâchoire |
| | | Blocage de système | Déformation de mâchoire | Sécurité | Bruit | 1 | 4 | 2 | 8 | MC : Changement des mors |
| Système vis écrou | Transmettre une puissance avec transformation du mouvement de rotation en translation | Blocage du système | Les éléments roulants grippés | Arrêt de la production | Niveau de vibration + Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état du système vis-écrou à billes |
| | | | Déformation de la vis | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| | | Vibration | Usure de l'écrou à billes | Productions et Pièces non-conformes | Bruit | 1 | 4 | 3 | 12 | MPS : Contrôler l'état de l'écrou à billes (Niveau de vibration, Bruit, Température) |
| | | | Usure de la vis | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |
| | | | | | | | | | | MPS : Contrôler l'état de la vis à billes |

- AMDEC de partie changement d'outil :
- AMDEC partie pneumatique :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | AMDEC Machine | | | | |
|--|--|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|----------------------|---|---|---|-------------------------------|
| | Machine : tour à commande numérique (code TCN 06) | | | | | Page : | | | | |
| | Système : partie pneumatique | | | | | 2021/2022 | | | | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | | Criticité | | | | Les actions correctives |
| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
| Soufflette | Effectuer rapidement des travaux légers de nettoyage | Ne s'arrête pas | Cassure de ressort | Pas de contrôle d'aire | Sans détection | 2 | 1 | 3 | 6 | MC : Changement de soufflette |
| | | | Cassure du manette | | Visual | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Changement de soufflette |
| | | | Coincement du manette | | Sans détection | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Nettoyage de soufflette |
| | | Ne s'ouvre pas | Entré de copeaux | Ne fonctionne pas | Sans détection | 2 | 1 | 2 | 4 | MC : Nettoyage de soufflette |
| Circuit (tuyau) | Transmettre de La pression pneumatique | Fuite | Tuyau déchirer | Mal fonctionnement | Visual | 2 | 1 | 1 | 2 | MC : Changement de tuyau |

- AMDEC magasin d'outil :
- AMDEC porte de centre d'usinage :

|  Les Ateliers Micro-Mécaniques | Analyse du mode de défaillance de leur criticité | | | | | AMDEC Machine | | | |
|--|--|------------------------|--|--|-----------|----------------------|-------------------------|--|--|
| | Machine : centre d'usinage à commande numérique (code CN 10) | | | | | Page : | | | |
| | Système : porte de tour | | | | | 2021/2022 | | | |
| Elément | | Analyse de défaillance | | | Criticité | | Les actions correctives | | |

| Désignation | Fonction | Mode de défaillance | Cause de défaillance | Effet de défaillance | Détection | F | G | D | C | |
|----------------------------|---|----------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| Guidage en translation | Guider de translation par roulement | Blocage de la broche | Défaillance des roulements | Arrêt de production + Sécurité | Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | MPS : Contrôler de l'état des roulements |
| | | Vibration | Usure des roulements | Pièce non conforme + Sécurité | Vibration +Bruit | 1 1 | 4 4 | 3 2 | 12 8 | |
| Capteur de fermer de porte | Détecter la position de début de course | Pas de détection | Capteur défaillant | Arrêt de la production | Sans détection | 1 | 2 | 4 | 8 | MC : Changement du capteur |
| | | Détection erronée | Présence du coupeaux | Sécurité | Sans détection | 1 | 4 | 3 | 12 | MPM : Contrôler la position du capteur MPJ : Nettoyage du capteur |
| | | | Défaut de réglage | | | 1 | 4 | 2 | 8 | |

I. Le plan de maintenance :

- Machine centre d'usinage à commande numérique à 4 axes (CN-07) :

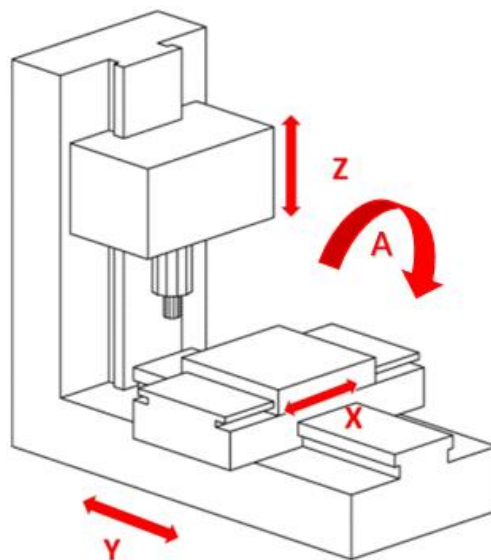
A. Présentation :

La machine HARTFORD VMC-1270 est une machine d'usinage à 4 axes (X, Y, Z, A) simultanés. Sa broche puissante à entraînement direct en ligne, il change d'outils latéral de grande capacité.



B. Les axes de la machine :

- L'usinage à 4 axes (X, Y, Z, A) constitue une méthode efficace pour réduire les réglages et augmenter la précision des pièces complexes et multicôtés.
- Les fraiseuses 4 axes sont généralement des fraiseuses 3 axes à broche horizontale comportant un plateau tournant parallèle à axe Y de la machine.



C. Nomenclature :

| Machine | Système | Sous-système | Organes | Code |
|--|---------|-------------------------------------|---------|-----------|
| Centre d'usinage vertical HARTFORD VMC1270 | | | | CN-07-000 |
| | Axe - X | | | CN-07-100 |
| | | Guidage en translation longitudinal | | CN-07-110 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-07-120 |
| | | Moteur pas à pas | | CN-07-130 |
| | | Servo moteur fanuc | | CN-07-140 |
| | | Capteur de fin de course | | CN-07-150 |
| | | Capteur de début de course | | CN-07-160 |
| | | Accouplement (rigide) | | CN-07-170 |
| | Axes -Y | | | CN-07-200 |
| | | Guidage en translation transversal | | CN-07-210 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-07-220 |
| | | Moteur pas à pas | | CN-07-230 |
| | | Servo moteur fanuc | | CN-07-240 |
| | | Capteur de fin de course | | CN-07-250 |
| | | Capteur de début de course | | CN-07-260 |
| | | Accouplement (rigide) | | CN-07-270 |
| | Axe - Z | | | CN-07-300 |
| | | Guidage en translation vertical | | CN-07-310 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-07-320 |
| | | Moteur pas à pas | | CN-07-330 |
| | | Servo moteur fanuc | | CN-07-340 |
| | | Capteur de fin de course | | CN-07-350 |
| | | Capteur de début de course | | CN-07-360 |
| | | Accouplement (rigide) | | CN-07-370 |
| | Axe - A | | | CN-07-400 |
| | | Moteur hydraulique | | CN-07-410 |

| | | | |
|----------------------------------|--|-------------------|------------------|
| | Accouplement (rigide) | | CN-07-420 |
| | Mandrin | | CN-07-430 |
| Partie commande | | | CN-07-500 |
| | Directeur de commande numérique (DCN) | | CN-07-510 |
| | Entrée de programme avec un logiciel FAO | | CN-07-520 |
| | Pupitre | | CN-07-530 |
| Porte de centre d'usinage | | | CN-07-600 |
| | Guidage de translation | | CN-07-610 |
| | Capteur de fermeture ou d'ouverture de porte | | CN-07-620 |
| Système de fraisage | | | CN-07-700 |
| | Moteur électrique de broche | | CN-07-710 |
| | Système poulie courroie | | CN-07-720 |
| | Porte d'outil | | CN-07-730 |
| | Système de rotation (2rolement) | | CN-07-740 |
| | Broche | | CN-07-750 |
| | | Pince | CN-07-751 |
| | | Vérin pneumatique | CN-07-752 |
| | | Distributeur | CN-07-753 |
| Groupe hydraulique | | | CN-07-800 |
| | Filtre de l'huile | | CN-07-810 |
| | Tuyau de distribution hydraulique à haute pression | | CN-07-820 |
| | Moteur électrique | | CN-07-830 |
| | Pompe à piston | | CN-07-840 |
| | Accouplement | | CN-07-850 |
| | Crépine | | CN-07-860 |
| | Réservoir | | CN-07-870 |
| | Limiteur de pression | | CN-07-880 |
| Magasin d'outil | | | CN-07-900 |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|-------------------|
| | Outils de porte plaquette | | CN-07-910 |
| | Moteur électrique avec système de freinage | | CN-07-920 |
| | Distributeur | | CN-07-930 |
| | Vérin pneumatique | | CN-07-940 |
| | Porte bague d'alésage | | CN-07-950 |
| Système de lubrification | | | CN-07-1000 |
| | Moteur électrique | | CN-07-1010 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-07-1020 |
| | Pompe | | CN-07-1030 |
| | Circuit (tuyau) | | CN-07-1040 |
| | Réservoir | | CN-07-1050 |
| | Crépine | | CN-07-1060 |
| | Filtre | | CN-07-1070 |
| Partie pneumatique | | | CN-07-1100 |
| | Soufflette | | CN-07-1110 |
| | Circuit (tuyau) | | CN-07-1120 |
| Partie changement d'outil | | | CN-07-1200 |
| | Changeur d'outil latéral | | CN-07-1210 |
| | Moteur électrique avec système de freinage | | CN-07-1220 |
| | Boîte à cames | | CN-07-1230 |
| | Système de serrage d'outil | | CN-07-1240 |
| L'étau | | | CN-07-1300 |
| | Système vis écrou | | CN-07-1310 |
| | Mâchoire fixe | | CN-07-1320 |
| | Mâchoire mobile | | CN-07-1330 |

D. Les blocs diagrammes :

E. Les AMDEC :

F. Le plan de maintenance :

- Machine mini centre d'usinage à commande numérique à 4 axes (CN-03) :

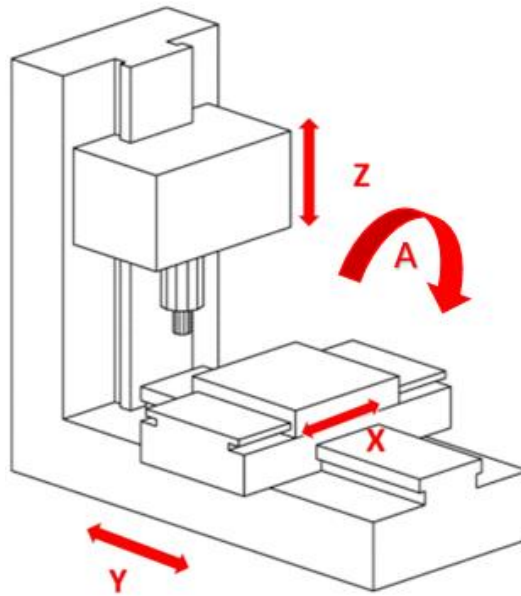
A. Présentation :

Le petit centre d'usinage Hartford SMC-5 est un centre d'usinage vertical linéaire. La machine est un ensemble de puissance de construction compacte qui combine de plus grandes capacités de coupe, une précision critique et des fonctionnalités zéro défaut.



B. Les axes de la machine HARTFORD SMC-5 :

- L'usinage à 4 axes (X, Y, Z, A) constitue une méthode efficace pour réduire les réglages et augmenter la précision des pièces complexes et multicôtés.
- Les fraiseuses 4 axes sont généralement des fraiseuses 3 axes à broche horizontale comportant un plateau tournant parallèle à axe Y de la machine.



J. Nomenclature :

| Machine | Système | Sous-système | Organes | Code |
|--------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|-----------|
| Petit centre d'usinage à 4 axe | | | | CN-03-000 |
| | Axe - X | | | CN-03-100 |
| | | Guidage en translation longitudinal | | CN-03-101 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-03-102 |
| | | Moteur pas à pas | | CN-03-103 |
| | | Servo moteur fanuc | | CN-03-104 |
| | | Capteur de fin de course | | CN-03-105 |
| | | Capteur de début de course | | CN-03-106 |
| | | Accouplement (rigide) | | CN-03-107 |
| | Axe - Y | | | CN-03-200 |
| | | Guidage en translation transversal | | CN-03-201 |
| | | Système vis écrou à billes | | CN-03-202 |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|------------------|
| | Moteur pas à pas | | CN-03-203 |
| | Servo moteur fanuc | | CN-03-204 |
| | Capteur de fin de course | | CN-03-205 |
| | Capteur de début de course | | CN-03-206 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-03-207 |
| Axe - Z | | | CN-03-300 |
| | Guidage en translation vertical | | CN-03-301 |
| | Système vis écrou à billes | | CN-03-302 |
| | Moteur pas à pas | | CN-03-303 |
| | Servo moteur fanuc | | CN-03-304 |
| | Capteur de fin de course | | CN-03-305 |
| | Capteur de début de course | | CN-03-306 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-03-307 |
| Axe - A | | | CN-03-400 |
| | Moteur hydraulique | | CN-03-401 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-03-402 |
| | Mandrin | | CN-03-403 |
| Partie commande | | | CN-03-500 |
| | Directeur de commande numérique (DCN) | | CN-03-501 |
| | Entrée de programme avec un logiciel FAO | | CN-03-502 |
| | Pupitre | | CN-03-503 |
| Porte de centre d'usinage | | | CN-03-600 |

| | | | |
|----------------------------|--|-------------------|------------------|
| | Guidage de translation | | CN-03-601 |
| | Capteur de fermeture ou d'ouverture de porte | | CN-03-602 |
| Système de fraisage | | | CN-03-700 |
| | Moteur électrique de broche | | CN-03-701 |
| | Système poulie courroie | | CN-03-702 |
| | Porte d'outil | | CN-03-703 |
| | Système de rotation (2rolement) | | CN-03-704 |
| | Broche | | CN-03-705 |
| | | Pince | CN-03-715 |
| | | Vérin pneumatique | CN-03-725 |
| | | Distributeur | CN-03-735 |
| Groupe hydraulique | | | CN-03-800 |
| | Filtre de l'huile | | CN-03-801 |
| | Tuyau de distribution hydraulique à haute pression | | CN-03-802 |
| | Moteur électrique | | CN-03-803 |
| | Pompe à piston | | CN-03-804 |
| | Accouplement | | CN-03-805 |
| | Crépine | | CN-03-806 |
| | Réservoir | | CN-03-807 |
| | Limiteur de pression | | CN-03-808 |
| Magasin d'outil | | | CN-03-900 |
| | Outils de porte plaquette | | CN-03-901 |
| | Moteur électrique avec système de freinage | | CN-03-902 |
| | Distributeur | | CN-03-903 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| | Vérin pneumatique | | CN-03-904 |
| | Porte bague d'alésage | | CN-03-905 |
| Système de lubrification | | | CN-03-1000 |
| | Moteur électrique | | CN-03-1001 |
| | Accouplement (rigide) | | CN-03-1002 |
| | Pompe | | CN-03-1003 |
| | Circuit (tuyau) | | CN-03-1004 |
| | Réservoir | | CN-03-1005 |
| | Crépine | | CN-03-1006 |
| | Filtre | | CN-03-1007 |
| Partie pneumatique | | | CN-03-1100 |
| | Soufflette | | CN-03-1101 |
| | Circuit (tuyau) | | CN-03-1102 |
| Partie changement d'outil | | | CN-03-1200 |
| | Changeur d'outil latéral | | CN-03-1201 |
| | Moteur électrique avec système de freinage | | CN-03-1202 |
| | Boîte à cames | | CN-03-1203 |
| | Système de serrage d'outil | | CN-03-1204 |
| L'étiau | | | CN-03-1300 |
| | Système vis écrou | | CN-03-1301 |
| | Mâchoire fixe | | CN-03-1302 |
| | Mâchoire mobile | | CN-03-1303 |
| | | Accouplement (rigide) | CN-03-1304 |
| Convoyeur de sortir de copeaux | | | CN-03-1400 |
| | | Tapis | CN-03-1401 |
| | | Moteur électrique | CN-03-1402 |

| | | | |
|--|--------|-------------------|------------|
| | | Roulement | CN-03-1403 |
| | | Tambour | CN-03-1404 |
| | L'étai | | CN-03-1500 |
| | | Vis de serrage | CN-03-1501 |
| | | Mâchoire fixe | CN-03-1502 |
| | | Mâchoire mobile | CN-03-1503 |
| | | Système vis écrou | CN-03-1504 |

- K. Les blocs diagrammes :
- L. Les AMDEC :
- M. Le plan de maintenance :

Le développement d'une application de tableau de bord de maintenance :

Introduction :

L'exploitation de l'historique des pannes des équipements d'une façon efficace représente une meilleure méthode de prise des décisions stratégiques en maintenance.

Problématique :

Suite à l'analyse de l'historique existant et au tableau de bord des indicateurs de performances du processus de maintenance, nous avons remarqué l'absence d'un logiciel GMAO. En effet, la gestion des pannes machines chez AMM se réalise sur un vieux document Excel.

Par conséquent, il s'est avéré que :

- Le calcul des six indicateurs (MTBF, MTTR, MTTF, disponibilité, défaillance, et fiabilité) est manuel et non fiable.
- la saisie de l'historique machine est manuelle et elle n'est pas à jour.

Solution :

Pour améliorer le pilotage du service maintenance nous avons proposé la réalisation des travaux suivants :

- L'élaboration d'un formulaire de saisie des interventions en maintenance en assurant une saisie rapide et complète.
- L'élaboration d'un programme de filtrage automatique de l'historique d'atelier en affichant l'historique d'une machine sélectionnée sur une feuille indépendante.
- L'automatisation de calcul des indicateurs MTBF, MTTF, MTTR, Disponibilité, Fiabilité et Défaillance de la machine sélectionnée et leur affichage sur la feuille de tableau de bord et la feuille de l'historique machine.
- Automatisation du calcul des coûts de maintenance annuelle.
- Le suivi de l'évolution de coût par des graphiques et l'affichage de MTBF par machine.

La création d'un formulaire de saisie :

Nous avons créé un formulaire de saisie en utilisant les commandes VBA du module "Développeur" de l'Excel.

Ce formulaire est constitué :

- Des champs de saisie des données variables tels que l'Heure, le Mode de défaillance...etc
- Des listes déroulantes, des données connues tels que les Intervenants, les Codes machines les Demandeurs...etc
- D'un bouton de commande de transfert des données de l'intervention vers la fiche historique de l'atelier "Ajout des pannes ". Ce bouton de commande ne sera qu'après la saisie du formulaire afin d'éviter la création des lignes vides dans l'historique.
- D'un bouton de commande qui permet de revenir du formulaire à la feuille Historique AMM "Voir l'Historique".
- D'un bouton permettant de réinitialiser les champs du Formulaire et les rendre vides "Effacer".

UserForm1

FORMULAIRE DE SAISIE

Date : **Heure :** **N°:** **Code :** **Référence :**

Demandeur : **éléments :** **Secteur :**

Mode défaillance : **Cause défaillance :**

Action : **Mode intervention :**

Type : **Intervenants :**

Pièce de rechange :

Réf rapport : **Arrêt total :** **Durée d'intervention :**

Durée jusqu'a l'intervention :

Figure 1: Le formulaire de saisie des pannes

Le Tri des pannes selon leur code machine :

Notre objectif est de réaliser une macro qui nous permet de faire le tri et l'affichage des pannes selon leur code machine :

- Création d'une liste déroulante permettant la sélection de la machine.
- Création d'une macro VBA permettant de faire un filtre avancé en fonction de la fiche de l'atelier caractérisée par [Plage : la feuille Historique AMM ; Zones de critères : la cellule du code machine sélectionnée de la liste déroulante ; Copier dans : la cellule de la feuille Historique machine où s'affiche la macro].

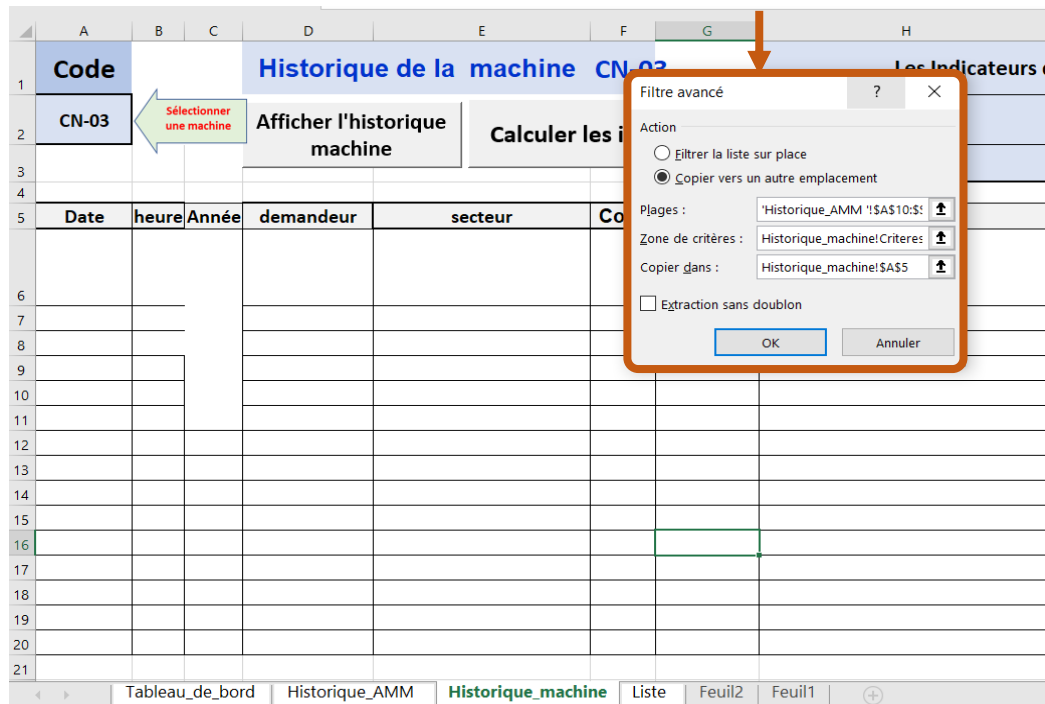


Figure 2: L'application du filtre avancé :

- Ce module va supprimer les pannes de la machine précédente et insérer les données des pannes de la machine sélectionnée en affectant cette macro au bouton "afficher l'historique machine".

| Code | Historique de la machine CN-03 | | | | | Les Indicateurs de la machine | | | |
|------------|--------------------------------|-------|-------------|----------------------------|-------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| CN-03 | Afficher l'historique machine | | | | | MTBF | MTTR | MTTF | |
| | Calculer les indicateurs | | | | | 408,0000 | 72,1667 | 480,1667 | |
| Date | heure | Année | demandeur | secteur | Code | Référence | Élément(s) | Mode défaillance | Cause défaillance |
| 22/06/2021 | 18:00 | 2021 | Nizar jemaa | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Axe z | Alarme "surcourse sur l'axe z" | Paramètres de course des |
| 22/09/2021 | 08:00 | 2021 | Nizar jemaa | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | reseau | Probleme de connexion reseau | |
| 19/10/2021 | 09:00 | 2021 | Nizar jemaa | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification | |

Figure 3: Le résultat du filtre avancé :

Le calcul des indicateurs :

a) Macro de calcul de MTBF :

Notre Objectif est de calculer la moyenne de temps entre les défaillances de chaque machine d'une manière automatique, bien organisée, en se basant sur des données d'entrée :

-les dates et les heures des interventions enregistrées dans l'historique de la machine sélectionnée.

Le contenu de ce module est :

- Le calcul des TBF de chaque couple des dates d'heure i et i+1, Ensuite, on calcule la moyenne des TBFi en tenant compte des jours chaumés et d'horaire de travail à condition qu'il existe plus que deux dates de pannes pour une machine. S'il n'existe qu'une seule date de panne pour une machine, le calcul du MTBF se fait selon cette date de panne existante et la date d'aujourd'hui.
- L'affichage se réalise sur la feuille de l'historique de la machine et sur la feuille du tableau de bord après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans la feuille tableau de bord.

| Code | Historique de la machine CN-03 | | | | | | Les Indicateurs d | |
|-------|--------------------------------|-------|-----------|--------------------------|----------------------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|
| CN-03 | Afficher l'historique machine | | | Calculer les indicateurs | | | MTBF | |
| | | | | | | | 408,0000 | |
| Code | Heure | Année | demandeur | secteur | Code | Référence | Elément(s) | |
| | 22/06/2021 | 18:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Axe z |
| | 22/09/2021 | 08:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | reseau |
| | 19/10/2021 | 09:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Flexible de distribution hydraulique |

Figure 4: L'affichage du MTBF dans l'historique machine :

| Code Machine | MTBF | MTRR | MTF | Disponibilité | Défaillance | Fiabilité | Coût annuel de maintenance (DNT) | | | | | |
|--------------|---------|-------|---------|---------------|-------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|------|------|------|
| | | | | | | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| CN-01 | 1632,00 | 1 | 3182,71 | 0,999685803 | 0,000314296 | 0,999685753 | 0 | 134,6 | 0 | | | |
| CN-02 | 3181,71 | 2,25 | 3183,96 | 0,999293334 | 0,000314296 | 0,999685753 | 400 | 0 | 0 | | | |
| CN-03 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 2281,7 | 0 | | | |
| CN-04 | 240,00 | 1,50 | 241,50 | 0,99378882 | 0,004166667 | 0,995842002 | 0 | 453,3 | 0 | | | |
| CN-05 | 445,71 | 1,25 | 446,96 | 0,997203356 | 0,00224359 | 0,997758925 | 0 | 341,55 | 0 | | | |
| CN-07 | 312,98 | 5,63 | 318,61 | 0,982319194 | 0,003195097 | 0,996810002 | 21092 | 4322,75 | 20067,9 | | | |
| CN-08 | 233,83 | 3,70 | 237,53 | 0,98443423 | 0,004276637 | 0,995732494 | 4784,8 | 0 | 0 | | | |
| CN-09 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 1248,3 | 0 | | | |
| CN-10 | 289,71 | 65,20 | 354,91 | 0,816293673 | 0,003451677 | 0,996554274 | 856,32 | 0 | 0 | | | |
| CN-11 | 721,37 | 0,79 | 722,16 | 0,998901451 | 0,001386248 | 0,998614712 | 195,7 | 117,05 | 0 | | | |
| CP-01 | 5136,00 | 1,00 | 5137,00 | 0,999805334 | 0,000194704 | 0,999805315 | 334 | 0 | 0 | | | |
| CP-02 | 54,86 | 0,75 | 55,61 | 0,986512524 | 0,018229167 | 0,98193598 | 0 | 0 | 0 | | | |
| EE-01 | 0,00 | 0,50 | 721,87 | 0,999307356 | 0,001386248 | 0,998614712 | 0 | 0 | 97,05 | | | |
| EF-01 | 137,14 | 1,00 | 138,14 | 0,992761117 | 0,007291667 | 0,992734853 | 0 | 323,7 | 0 | | | |

Figure 5: L'affichage du MTBF dans le tableau de bord

b) Calcul du MTTR :

Afin de créer une macro permettant de calculer la moyenne de temps de réparation d'une manière automatique de chaque machine et d'afficher le résultat ,on a suivi les deux étapes suivantes :

- Le calcul de la moyenne des temps d'arrêts de chaque machine, en se basant sur les valeurs des temps d'arrêt de la machine.
- L'affichage du MTTR se réalise sur la feuille du tableau de bord et sur la feuille historique machine après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| Code | Historique de la machine CN-03 | | | | | | Les Indicateurs de la machine | |
|------------|--------------------------------|-------|------------|----------------------------|-------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------|
| CN-03 | Afficher l'historique machine | | | Calculer les indicateurs | | | MTBF | MTTR |
| | | | | | | | 408,000 | 72,1667 |
| Date | heure | Année | demandeur | secteur | Code | Référence | Elément(s) | Mode défaillance |
| 22/06/2021 | 18:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Axe z | Alarme "surcourse sur l'axz z" |
| 22/09/2021 | 08:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | reseau | Probleme de connexion réseau |
| 19/10/2021 | 09:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification |

Figure 6: L'affichage du MTTR dans l'historique machine

c) Calcul du MTTF :

La création d'un module permettant de calculer le temps moyen de défaillance de chaque machine et d'afficher leur résultat exige:

- Une macro "MTTF" permettant d'additionner les valeurs des MTBF et des MTTR d'une machine afin de calculer le MTTF de chaque machine.
- L'affichage du MTTF se réalise sur la feuille du tableau de bord et sur la feuille historique machine après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| Code | Historique de la machine CN-03 | | | | Les Indicateurs de la machine | | CN-03 | | |
|------------|--------------------------------|-------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| CN-03 | Afficher l'historique machine | | Calculer les indicateurs | | MTBF | MTTR | MTTF | | |
| | | | | | 408,0000 | 72,1667 | 480,1667 | | |
| Date | heure | Année | demandeur | secteur | Code | Référence | Élément(s) | Mode défaillance | Cause défaillance |
| 22/06/2021 | 18:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Axe z | Alarme "surcourse sur l'ax z" | Paramètres de course des axes |
| 22/09/2021 | 08:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | reseau | Probleme de connexion reseau | |
| 19/10/2021 | 09:00 | 2021 | Nizar jema | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification | |

Figure 7: L'affichage du MTTF dans l'historique machine

d) Calcul de la disponibilité :

La création d'une macro permettant de calculer la disponibilité de chaque machine et d'afficher leur résultat nécessite :

- Module "dispo" permet de diviser le MTBF sur la somme des MTBF et MTTR d'une machine sélectionnée de la feuille historique machine.
- L'affichage de la disponibilité se réalise sur la feuille du tableau de bord et sur la feuille historique machine après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| Les Indicateurs de la machine | | CN-03 | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| MTBF | MTTR | MTTF | Disponibilité |
| 408,0000 | 72,1667 | 480,1667 | 0.8497 |
| Élément(s) | Mode défaillance | Cause défaillance | Action |
| Axe z | Alarme "surcourse sur l'ax z" | Paramètres de course des axes | paramètres correctes |
| reseau | Probleme de connexion reseau | | ametrage les adresse |
| Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification | | ngement nouveau flex |

Figure 8: L'affichage de la disponibilité

e) Calcul de la défaillance :

Création d'une macro permettant de calculer la défaillance de chaque machine et d'afficher son résultat :

- Module "defaill" permet de diviser 1 sur la valeur du MTBF de la machine sélectionnée de la feuille historique machine.
- L'affichage de la défaillance se réalise sur la feuille du tableau de bord et sur la feuille historique machine après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| Les Indicateurs de la machine | | CN-03 | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------|
| MTBF | MTR | MTF | Disponibilité | Défaillance |
| 408,0000 | 72,1667 | 480,1667 | 0,8497 | 0,0025 |
| Elément(s) | Mode défaillance | Cause défaillance | Action | e d'interven |
| Axe z | Alarme "surcourse sur l'ax z" | Paramètres de course des axes | paramètres correctes | Réparation |
| reseau | Probleme de connexion réseau | | ametrage les adresse | Réparation |
| Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification | | ngement nouveau flex | Réparation |

f) Calcul de la fiabilité :

Création d'une macro permettant de calculer la fiabilité de chaque machine et d'afficher son résultat :

- Un module "fiab" permet de mettre le résultat négatif de la division de 1 par la valeur du MTBF de chaque machine sous forme d'exponentiel.
- L'affichage de la fiabilité se réalise sur la feuille du tableau de bord et sur la feuille historique machine après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| Les Indicateurs de la machine | | CN-03 | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------|-----------|
| MTBF | MTR | MTF | Disponibilité | Défaillance | Fiabilité |
| 408,0000 | 72,1667 | 480,1667 | 0,8497 | 0,0025 | 0,976 |
| Elément(s) | Mode défaillance | Cause défaillance | Action | e d'interven | Type |
| Axe z | Alarme "surcourse sur l'ax z" | Paramètres de course des axes | paramètres correctes | Réparation | Interne |
| reseau | Probleme de connexion réseau | | ametrage les adresse | Réparation | Interne |
| Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification | | ngement nouveau flex | Réparation | Interne |

Calcul du coût de maintenance annuelle :

a) Coût de maintenance en 2020 :

L'objectif de ce module est de calculer le coût total de maintenance de l'année 2020 de chaque machine :

- La création d'une macro VBA "cout" permet d'activer un filtre pour assurer le tri des machines de la feuille 2 selon leur code et leur année, puis faire le total des coûts de maintenance de la machine sélectionnée.
- L'affichage du coût de maintenance 2020 se réalise sur la feuille du tableau de bord après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| TABLEAU DE BORD DU SERVICE MAINTENANCE | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|---------------|-------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|------|------|------|
| Code Machine | MTBF | MTRR | MTTF | Disponibilité | Défaillance | Fiabilité | Coût annuel de maintenance (DNT) | | | | | |
| | | | | | | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| CN-01 | 1632,00 | 1 | 3182,71 | 0,999685803 | 0,000314296 | 0,999685753 | 0 | 134,6 | 0 | | | |
| CN-02 | 3181,71 | 2,25 | 3183,96 | 0,999293334 | 0,000314296 | 0,999685753 | 400 | 0 | 0 | | | |
| CN-03 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 2281,7 | 0 | | | |
| CN-04 | 240,00 | 1,50 | 241,50 | 0,99378882 | 0,004166667 | 0,995842002 | 0 | 453,3 | 0 | | | |
| CN-05 | 445,71 | 1,25 | 446,96 | 0,997203356 | 0,00224359 | 0,997758925 | 0 | 341,55 | 0 | | | |
| CN-07 | 312,98 | 5,63 | 318,61 | 0,982319194 | 0,003195097 | 0,996810002 | 21092 | 4322,75 | 20067,9 | | | |
| CN-08 | 233,83 | 3,70 | 237,53 | 0,98443423 | 0,004276637 | 0,995732494 | 4784,8 | 0 | 0 | | | |
| CN-09 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 1248,3 | 0 | | | |
| CN-10 | 289,71 | 65,20 | 354,91 | 0,816293673 | 0,003451677 | 0,996554274 | 856,32 | 0 | 0 | | | |
| CN-11 | 721,37 | 0,79 | 722,16 | 0,998901451 | 0,001386248 | 0,998614712 | 195,7 | 117,05 | 0 | | | |
| CP-01 | 5136,00 | 1,00 | 5137,00 | 0,999805334 | 0,000194704 | 0,999805315 | 334 | 0 | 0 | | | |
| CP-02 | 54,86 | 0,75 | 55,61 | 0,986512524 | 0,018229167 | 0,98193598 | 0 | 0 | 0 | | | |
| EE-01 | 0,00 | 0,50 | 721,87 | 0,999307356 | 0,001386248 | 0,998614712 | 0 | 0 | 97,05 | | | |
| EF-01 | 137,14 | 1,00 | 138,14 | 0,992761117 | 0,007291667 | 0,992734853 | 0 | 323,7 | 0 | | | |

b) Coût de maintenance en 2021 :

L'objectif de ce module est de calculer le coût total de maintenance de l'année 2021 de chaque machine :

- La création d'une macro VBA "cout21" permet d'activer un filtre pour assurer le tri des machines de la feuille 2 selon leur code et leur année, puis faire le total des coûts de maintenance de la machine sélectionnée.
- L'affichage du coût de maintenance 2021 se réalise sur la feuille du tableau de bord après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| TABLEAU DE BORD DU SERVICE MAINTENANCE | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|---------------|-------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|------|------|------|
| Code Machine | MTBF | MTRR | MTTF | Disponibilité | Défaillance | Fiabilité | Coût annuel de maintenance (DNT) | | | | | |
| | | | | | | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| CN-01 | 1632,00 | 1 | 3182,71 | 0,999685803 | 0,000314296 | 0,999685753 | 0 | 134,6 | 0 | | | |
| CN-02 | 3181,71 | 2,25 | 3183,96 | 0,999293334 | 0,000314296 | 0,999685753 | 400 | 0 | 0 | | | |
| CN-03 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 2281,7 | 0 | | | |
| CN-04 | 240,00 | 1,50 | 241,50 | 0,99378882 | 0,004166667 | 0,995842002 | 0 | 453,3 | 0 | | | |
| CN-05 | 445,71 | 1,25 | 446,96 | 0,997203356 | 0,00224359 | 0,997758925 | 0 | 341,55 | 0 | | | |
| CN-07 | 312,98 | 5,63 | 318,61 | 0,982319194 | 0,003195097 | 0,996810002 | 21092 | 4322,75 | 20067,9 | | | |
| CN-08 | 233,83 | 3,70 | 237,53 | 0,98443423 | 0,004276637 | 0,995732494 | 4784,8 | 0 | 0 | | | |
| CN-09 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 1248,3 | 0 | | | |
| CN-10 | 289,71 | 65,20 | 354,91 | 0,816293673 | 0,003451677 | 0,996554274 | 856,32 | 0 | 0 | | | |
| CN-11 | 721,37 | 0,79 | 722,16 | 0,998901451 | 0,001386248 | 0,998614712 | 195,7 | 117,05 | 0 | | | |
| CP-01 | 5136,00 | 1,00 | 5137,00 | 0,999805334 | 0,000194704 | 0,999805315 | 334 | 0 | 0 | | | |
| CP-02 | 54,86 | 0,75 | 55,61 | 0,986512524 | 0,018229167 | 0,98193598 | 0 | 0 | 0 | | | |
| EE-01 | 0,00 | 0,50 | 721,87 | 0,999307356 | 0,001386248 | 0,998614712 | 0 | 0 | 97,05 | | | |
| EF-01 | 137,14 | 1,00 | 138,14 | 0,992761117 | 0,007291667 | 0,992734853 | 0 | 323,7 | 0 | | | |

c) Coût de maintenance en 2022 :

L'objectif de ce module est de calculer le coût total de maintenance de l'année 2022 de chaque machine :

- La création d'une macro VBA "cout22" permet d'activer un filtre pour assurer le tri des machines de la feuille 2 selon leur code et leur année, puis faire le total des coûts de maintenance de la machine sélectionnée.
- L'affichage du coût de maintenance 2022 se réalise sur la feuille du tableau de bord après l'application d'une macro de recherche de la machine sélectionnée dans le tableau de bord.

| TABLEAU DE BORD DU SERVICE MAINTENANCE | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|---------------|-------------|-------------|----------------------------------|---------|---------|------|------|
| Code Machine | MTBF | MTRR | MTTF | Disponibilité | Défaillance | Fiabilité | Coût annuel de maintenance (DNT) | | | | |
| | | | | | | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| CN-01 | 1632,00 | 1 | 3182,71 | 0,999685803 | 0,000314296 | 0,999685753 | 0 | 134,6 | 0 | | |
| CN-02 | 3181,71 | 2,25 | 3183,96 | 0,999293334 | 0,000314296 | 0,999685753 | 400 | 0 | 0 | | |
| CN-03 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 2281,7 | 0 | | |
| CN-04 | 240,00 | 1,50 | 241,50 | 0,99378882 | 0,004166667 | 0,995842002 | 0 | 453,3 | 0 | | |
| CN-05 | 445,71 | 1,25 | 446,96 | 0,997203356 | 0,00224359 | 0,997758925 | 0 | 341,55 | 0 | | |
| CN-07 | 312,98 | 5,63 | 318,61 | 0,982319194 | 0,003195097 | 0,996810002 | 21092 | 4322,75 | 20067,9 | | |
| CN-08 | 233,83 | 3,70 | 237,53 | 0,98443423 | 0,004276637 | 0,995732494 | 4784,8 | 0 | 0 | | |
| CN-09 | 408,00 | 72,17 | 480,17 | 0,849704964 | 0,00245098 | 0,997552021 | 0 | 1248,3 | 0 | | |
| CN-10 | 289,71 | 65,20 | 354,91 | 0,816293673 | 0,003451677 | 0,996554274 | 856,32 | 0 | 0 | | |
| CN-11 | 721,37 | 0,79 | 722,16 | 0,998901451 | 0,001386248 | 0,998614712 | 195,7 | 117,05 | 0 | | |
| CP-01 | 5136,00 | 1,00 | 5137,00 | 0,999805334 | 0,000194704 | 0,999805315 | 334 | 0 | 0 | | |
| CP-02 | 54,86 | 0,75 | 55,61 | 0,986512524 | 0,018229167 | 0,98193598 | 0 | 0 | 0 | | |
| EE-01 | 0,00 | 0,50 | 721,87 | 0,999307356 | 0,001386248 | 0,998614712 | 0 | 0 | 97,05 | | |
| EF-01 | 137,14 | 1,00 | 138,14 | 0,992761117 | 0,007291667 | 0,992734853 | 0 | 323,7 | 0 | | |

d) L'affichage des résultats des macro des indicateurs :

Mettre les macros des indicateurs de performances et des coûts de maintenance dans un seul macro "indicateurs", pour l'affecter au bouton "calculer les indicateurs" dans la feuille historique machine afin de lancer les macros.

| Code | | Historique de la machine CN-03 | | | | | Les Indicateurs de la machine | | CN-03 |
|------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|------------|
| CN-03 | Sélectionner une machine | | Afficher l'historique machine | Calculer les indicateurs | | | MTBF | MTTR | |
| | | | | | | | 408,0000 | 72,1667 | |
| Date | heure | Année | demandeur | secteur | Code | Référence | Elément(s) | Mode défaillance | Caus |
| 22/06/2021 | 18:00 | 2021 | Nizar jemaa | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Axe z | Alarme "surcourse sur l'ax z" | Paramètres |
| 22/09/2021 | 08:00 | 2021 | Nizar jemaa | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | reseau | Probleme de connexion réseau | |
| 19/10/2021 | 09:00 | 2021 | Nizar jemaa | Centre d'usinage Numérique | CN-03 | SMC-5 | Flexible de distribution hydraulique | fuite de lubrification | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Les boutons de retour aux feuilles Excel :

Création des boutons commandés par des macros afin de faire le retour aux feuilles spécifiques du classeur Excel :

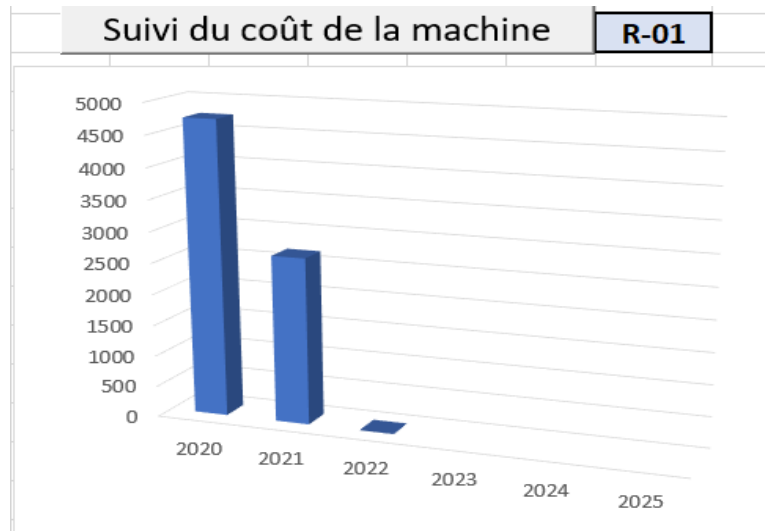
- Une macro "HM" est affectée au bouton "Afficher l'Historique machine" de la feuille tableau de bord qui fait le retour à la feuille historique machine.
- Une macro "HAMM" est affectée au bouton "Historique du parc machine AMM" de la feuille tableau de bord qui fait le retour à la feuille historique AMM.
- Une macro "tbbord" est affectée au bouton "Tableau de bord" de la feuille historique AMM qui fait le retour à la feuille tableau de bord.

Les courbes d'évolution du coût de maintenance :

a) Courbe d'évolution du coût de maintenance annuelle de chaque machine :

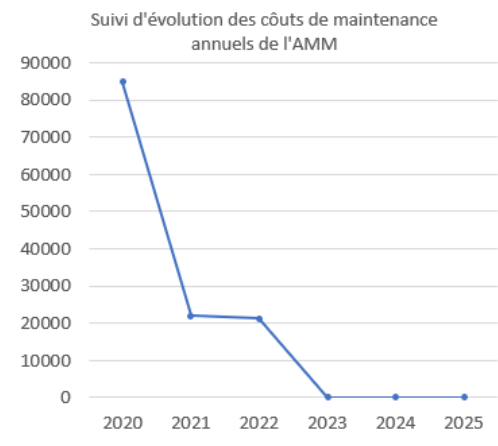
Création d'une courbe commandée par macro qui nous permet d'afficher une courbe décrivant l'évolution du coût de maintenance au cours des années pour une machine :

- Création d'une liste déroulante contenant les codes des machines puis faire la recherche de la machine selon leur code à travers une macro "courbe".
- Insérer les valeurs des coûts de maintenance annuelle de la machine sélectionnée à la courbe en précisant les données de la courbe.
- L'affichage des coûts se fait par l'incrémentation sur le bouton "Suivi du coût de la machine" qui est affectée au macro "courbe".

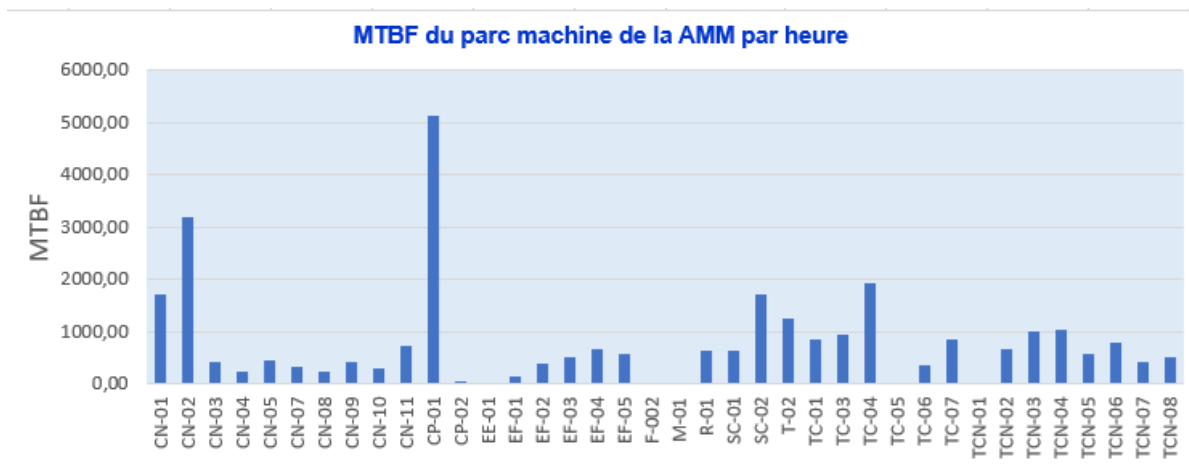


b) Evolution des coûts de maintenance annuelle des machines :

-On a créé une courbe qui permet d’afficher l’évolution des coûts de maintenance annuelle de l’AMM en se basant sur une fonction somme qui fait la somme des coûts de chaque année (par exemple : les années 2020, puis 2021, puis 2022) et sur les coûts de maintenance annuelle qui leur correspondent.



-On a créé une courbe qui permet d’afficher l’évolution du MTBF de toutes les machines de l’atelier en se basant sur la sélection des codes machine et leurs valeurs de MTBF correspondantes.



Conclusion :

Dans ce chapitre, à l'aide d'un formulaire de saisie VBA et des modules de calcul des indicateurs de performances et des coûts de maintenances, nous avons fait une nouvelle forme de fiche historique qui affiche tous les détails des pannes de machine, leur date, les pièces de rechanges, le mode de défaillance ...etc ; et de cette façon on garantit la précision, la rapidité et l'efficacité pour le service de maintenance et l'optimisation des temps de traitement d'un calcul ou d'une opération digitale qui prend en charge plusieurs paramètres et variables.

Conclusion générale

Au bout de notre cursus en génie mécanique au sein de l'Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Sousse, nous avons été chargés de réaliser un projet de fin d'études pour le compte de la société AMM, située à Teboulba.

Notre travail s'est basé sur une analyse et amélioration de la gestion de maintenance de l'atelier AMM.

Au cours de la phase de réalisation de notre projet, nous avons élaboré une analyse de la fiche historique des pannes des machines avec une étude d'analyse **AMDEC machine** concernant les machines les plus défaillantes de l'atelier, afin de créer des plans de maintenance préventive qui décrit toutes les opérations qui devront être effectuées sur chaque organe de l'équipement ; et par conséquent, réduire les criticités élevées et augmenter la disponibilité des équipements.

Par ailleurs, une amélioration de la fiche historique des machines En fonction d'un logiciel VBA développé par l'application **Excel**, en réalisant une formulaire de saisie des pannes qui nous a permis de garantir la saisie des interventions de maintenance d'une façon fiable et rapide ,en optimisant les temps de traitements d'un calcul ou d'une opération digitale qui prends en charge plusieurs paramètres et variables, gérer et réduire les risques d'erreurs, automatiser les taches répétitive et fastidieuses.

En fin, nous tenons à noter que nous sommes satisfaits de ce que nous avons exercé pendant ce stage et nous tenons à remercier tous pour leur soutien, leur accueil et gentillesse et leur respect qui nous a permis de garder un bon souvenir de cette entreprise et de son personnel.