

IV.1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord sélectionner l'installation causant le plus taux d'arrêt dans la ligne de production au sein de l'entreprise **ORSIM** à l'aide de la fiche «**Arrêts des opérations de la maintenance à la maintenance** » (*Annexe E*). Puis, on appliquant la loi de **PARETO** sur l'ensemble des machines de l'installation sélectionné, on aura, la machine critique ou bien, la machine qui cause la majorité des arrêts. Ensuite nous allons faire appel à l'outil **AMDEC** pour analyser machine en question.

IV.2. LOCALISATION DE L'INSTALLATION CRITIQUE

IV.2.1. Les temps d'arrêts de principales installations de l'unité :

A l'aide d'un historique disponible au niveau du service maintenance, nous avons pu obtenir le tableau suivant.

Tableau IV.1 : Taux d'arrêt des installations par rapport à la capacité de production.

INSTALLATIONS	Capacité de production en (H)	Temps d'arrêt en (H)	Taux en (%)
Phosphatage	347,50	0	0
Recuit	655,25	0	0
Etirage	344,75	0	0
Débitage et sciage	212,00	0	0
Fendage de tête petite visserie	197,50	0	0
Pressage à chaud-2 : Ebarbage	1 389,50	0	0
Cintrage des tiges	749,36	2,5	0
Fraisage et perçage	1 368,82	1,5	0
Tournage	201,50	0	0
Taraudage écrous	2 550,00	42	2
Filetage petite visserie	364,00	7,5	2
Zingage au feu	1 190,75	34,505	3
Pressage à chaud-1 : forgeage	501,00	25	5
Décolletage mono-broche	1 185,00	89	8
Pressage petite visserie	277,00	25,5	9
Pressage petit écrous	400,50	58	14
Appointage filetage grosse visserie	2 497,33	381,08	15
Pressage grosse visserie groupe:cf5-bka3	1 322,48	242,17	18
Trempe et revenu	4 847,75	874	18
Pressage grosse visserie groupe:wb7	1 309,83	245	19
Pressage gros écrous	1 038,50	252	24
Pressage grosse visserie groupe: NV-BKA2-CF2-SP260	606,17	212,25	35

Ce tableau présente le taux d'arrêt de production due à la maintenance par rapport à la capacité de production de chaque installation, durant le premier trimestre de l'année 2015. La période comprise entre : *01/01/2015* et le *31/03/2015*.

Le *Tableau IV.1* nous permet de déduire que l'installation « *pressage grosse visserie groupe: NV-BKA2-CF2-SP260* » est l'installation qui a le plus grand taux d'arrêt de production, donc pour cela elle sera notre centre d'intérêt où on va faire l'analyse de *PARETO* pour déterminer *la machine critique*. Avant d'appliquer l'analyse de *PARETO*, on va donner des généralités sur cette méthode.

IV.3. LOCALISATION DE LA MACHINE CRITIQUE

IV.3.1. Analyse de PARETO :

a) **Généralités sur la loi :** *Vilfredo PARETO* est un économiste et sociologue italien qui, le premier au début du 20^{ème} siècle (les années quarante), a représenté graphiquement la répartition des richesses et montrer que 20% de la population italienne détenait 80% de la richesse totale. [15]

Le diagramme de *PARETO* est donc basé sur ce principe, qui veut que bien souvent quelques causes seulement (20%) soient responsables de la majeure partie des effets (80%), ce diagramme permet de représenter graphiquement ce 20% à fort impact et de lui accorder un effort prioritaire d'amélioration.

Par cette méthode nous pouvons mettre en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin d'orienter nos actions. De ce fait les détails sans importance seront éliminés. Il est également considéré comme un outil de décision. [16]

b) **Méthode :** Les éléments seront classés par ordre d'importance en indiquant les pourcentages pour un critère déterminé. Cette étude nécessite une approche en trois étapes : [16]

- **Définir la nature des éléments à classer**

Ces éléments à classer dépendent du caractère étudié. Ces éléments peuvent être : des matériels, des causes de pannes, des natures de pannes, des bons de travail, des articles en stock, etc.

Dans notre travail on a choisi un élément qui est : les équipements de l'installation « *pressage grosse visserie groupe: NV-BKA2-CF2-SP260* ».

- **Choisir le critère de classement**

Les critères les plus fréquents sont les coûts et les temps, selon le caractère étudié, d'autres critères peuvent être retenus tels que :

- ✓ Le nombre d'accidents, le nombre d'incidents ;
- ✓ Le nombre de rebuts, le nombre d'heures d'utilisation ;
- ✓ Le nombre de kilomètres parcourus ;
- ✓ La valeur consommée annuellement, souvent nécessaire pour la gestion des stocks ;
- ✓ etc...

Dans notre travail le critère de classement qu'on a choisi c'est le temps d'arrêt de production ou bien le temps de l'improductivité due à la maintenance.

- **Définir les limites de l'étude et classer les éléments**

c) **Représentation graphique** : Généralement ; 20 % du nombre des éléments représentent 80 % du critère étudié : c'est la classe A, les 30 % suivant du nombre des éléments représentent 15 % du critère étudié : c'est la classe B et les 50 % restant du nombre des éléments représentent seulement 5 % du critère étudié : c'est la classe C.

En cumulant les valeurs décroissantes du critère étudié, la courbe ABC fait apparaître trois zones d'où l'appellation de "courbe ABC" (*Figure IV.1*).

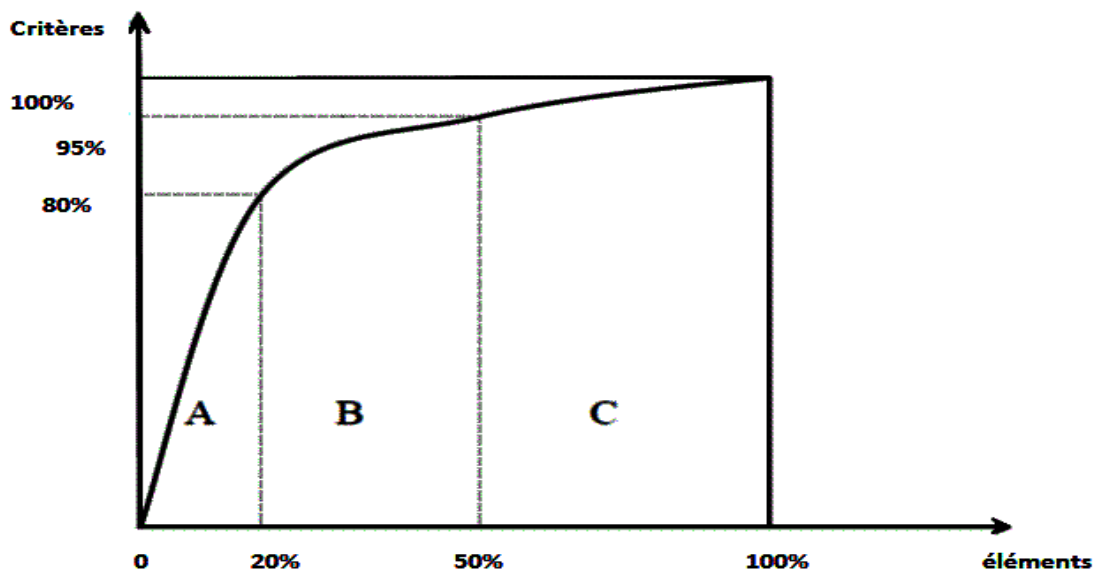


Figure IV.1 : La courbe ABC.

IV.3.2. Analyse PARETO des machines de l'installation « pressage grosse visserie groupe: NV-BKA2-CF2-SP260 » :

Le tableau qui suite présente l'historique des machines qui constituent l'installation critique définie au paravent comme l'installation à taux d'arrêt élevé (*Annexe F*).

Tableau IV.2 : Historique des machines de l'installation critique durant le premier trimestre de l'année 2015.

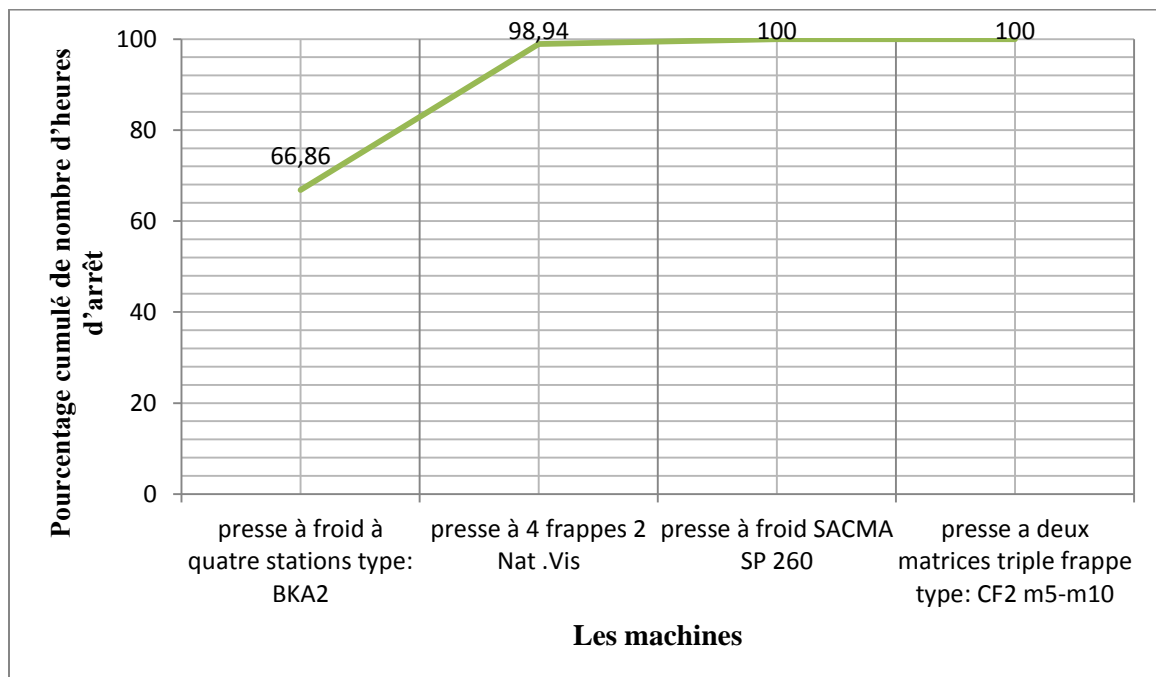
		Type d'arrêt				Total
Machines	Mois	M.Out.	P.Elec	P.Mec	E.Prev	
D6419031 presse a deux matrices triple frappe type: CF2 m5-m10.	Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Février	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D6420050 presse à 4 frappes 2 Nat.Vis	Janvier	0,00	0,00	50,33	0,00	50.33
	Février	0,00	0,00	17,75	0,00	17.75
	Mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
Total		0,00	0,00	68,08	0,00	68,08
D6420021 presse à froid à quatre stations type: BKA2 m6-12/lg1	Janvier	2,50	0,00	16,00	0,00	18.50
	Février	25,00	6,00	24,17	0,00	55.17
	Mars	27,50	1,50	39,25	0,00	68.25
Total		55,00	7,50	79,42	0,00	141,92
D6420095 presse à froid SACMA SP 260	Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
	Février	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
	Mars	0,00	0,00	2,25	0,00	2.25
Total		0,00	0,00	2,25	0,00	2,25
Total		55,00	7,50	149,75	0,00	212,25

Sur le tableau suivant, on a présenté le pourcentage cumulé du nombre d'heures d'arrêt des machines qui compose l'installation critique.

Tableau IV.3 : Pourcentage cumulé de nombre d'heures d'arrêt.

Machines	Nb d'heures d'arrêt	% Nb d'heures d'arrêt	% Cumulé Nb d'heures d'arrêt
presse à froid à quatre stations type: BKA2	141.92	66.86	66.86
presse à 4 frappes 2 Nat .Vis	68.08	32.08	98.94
presse à froid SACMA SP 260	2.25	1.06	100
presse a deux matrices triple frappe type: CF2 m5-m10	0.00	0.00	100
Total	212.25	100	

A partir du **Tableau IV.3**, on a pu tracer la courbe illustré sur la **Figure IV.2**, qui schématise l'analyse **PARETO**, concernant les machine qui constituent l'installation « **pressage grosse visserie groupe: NV-BKA2-CF2-SP260** ».

**Figure IV.2 : Courbe d'analyse de PARETO des machines de l'installation critique.**

IV.3.3. Synthèse de l'analyse :

A l'aide de l'analyse *PARETO*, on a localisé la machine critique qui totalise plus de 60% du nombre d'heures d'arrêt de l'ensemble des machines de l'installation « *pressage grosse visserie groupe: NV-BKA2-CF2-SP260* ». Ces résultats obtenus nous montrent que la presse *BKA2* est la *machine critique*.

L'étape suivante de notre travail est de faire une étude par l'outil *AMDEC* sur la *machine critique*, dans le but de cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences des différents composants de cette machine.

IV.4. ETUDE TECHNIQUE DE LA MACHINE CRITIQUE

IV.4.1. Présentation de l'outil AMDEC :

a) **Historique et domaines d'application :** L'*AMDEC* a été créée aux Etats-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise en point par la *NASA* et le secteur de l'armement sous le nom *FMEA* pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique. Cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. A la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par *Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo* et d'autres grands constructeurs d'automobiles. [17]

L'*AMDEC* est une méthode inductive qui s'applique à tous les systèmes risquant de ne pas tenir les objectifs de fiabilité, maintenabilité, qualité du produit fabriqué et sécurité.

b) Définition :

- **En français: AMDEC :** Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité.

- **En Anglais: FMECA :** Failure Mode and Effect Criticity Analysis.

L'*AMDEC* est une méthode participative qui se pratique en groupe de travail pluridisciplinaire. Elle est fondée sur la mise en commun des expériences diverses et des

connaissances de chaque participant dont la réflexion en commun est source de créativité. Le succès d'une étude AMDEC dépend la composition du groupe de travail.

c) Les avantages généraux de la méthode AMDEC : La méthode AMDEC confronte les connaissances de tous les secteurs d'activité de l'organisation, pour obtenir, dans un ordre que nous avons cherché à rendre significatif, les résultats suivants : **[18]**

- ✓ La satisfaction du client.
- ✓ Le pilotage de l'amélioration continue.
- ✓ L'amélioration de la communication.
- ✓ L'amélioration de la stabilité des produits, procédés, services, machines...
- ✓ La réduction des coûts.
- ✓ L'optimisation des contrôles, des tests, des essais.
- ✓ L'élimination des causes de défaillances.

d) Types d'AMDEC : Il existe plusieurs types d'AMDEC, tels que:

- **Projet:** S'applique lors de l'élaboration d'un projet.
- **Produit:** S'applique à un produit afin d'en optimiser la conception et améliorer la qualité et la fiabilité de celui-ci
- **Procédé :** S'applique à un procédé afin d'optimiser son efficacité, son contrôle de qualité.
- **Machine:** S'applique sur un équipement ou une machine en exploitation. analyse de la conception et/ou de l'exploitation d'un moyen ou d'un équipement de production pour améliorer la sûreté de fonctionnement (sécurité, disponibilité, fiabilité, maintenabilité) de celui-ci
- **Sécurité:** S'applique pour assurer la sécurité des opérateurs.
- **Organisation:** S'applique aux systèmes de gestion; stock, production, personnel, marketing, finance.

IV.4.2. AMDEC machine :

a) Définition : L'*AMDEC machine* est une technique d'analyse des modes de défaillance des éléments matériels (mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, électriques; électroniques...) qui constituent une machine.

b) Principe de base de l'AMDEC machine : Il s'agit d'une méthode préventive basée sur une analyse critique qui consiste à :

- ✓ Identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines.
- ✓ Rechercher les origines et les conséquences des dysfonctionnements des machines.
- ✓ Mettre en évidence les points critiques.
- ✓ Proposer des actions correctives adaptées qui peuvent concerner la conception, la fabrication, l'exploitation ou la maintenance des machines étudiées.

c) Rôle : Le rôle de l'*AMDEC machine* est d'analyser dans quelle mesure les fonctions de la machine ne peuvent plus être assurées correctement et cela sans les remettre en cause.

d) Objectif : L'*AMDEC machine* a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et équipements industriels.

L'étude de l'*AMDEC machine* vise à :

➤ **Réduire le nombre de défaillances**

- ✓ Prévention des pannes.
- ✓ Fiabilisation de la conception.
- ✓ Amélioration de la fabrication, du montage, de l'installation.
- ✓ Optimisation de l'utilisation et de la conduite.
- ✓ Amélioration de la surveillance et des tests.
- ✓ Amélioration de la maintenance préventive.
- ✓ Détection précoce des dégradations.

➤ **Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance**

- ✓ Prise en compte de la maintenabilité dès la conception.
- ✓ Amélioration de la testabilité.

- ✓ Aide au diagnostic.
- ✓ Amélioration de la maintenance corrective.

➤ **Améliorer la sécurité**

e) **But :** L'*AMDEC machine* a pour but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement des machines par la maîtrise des défaillances.

f) **Démarche pratique de l'AMDEC machine :** La démarche pratique de l'*AMDEC machine* se décompose en 4 étapes suivantes : [19]

➤ **ETAPE I : Initialisation.**

- Description de l'équipement à étudier.

➤ **ETAPE II : Description fonctionnelle de la machine.**

- Découpage de la machine,

➤ **ETAPE III : Analyse AMDEC.**

- Analyse des mécanismes de défaillances,

- Evaluation de la criticité à travers :

- ✓ La probabilité d'occurrence F.
- ✓ La gravité des conséquences G.
- ✓ La probabilité de non détection D.

- Propositions d'actions correctives.

➤ **ETAPE IV : Synthèse de l'étude/décisions.**

- Bilan des travaux,

- Décision des actions à engager.

IV.4.3. L'analyse AMDEC de la machine critique

➤ **ETAPE I : Initialisation.**

a) Description de la machine BKA2 : [20]

La *HATEBUR BOLTMATIC* modèle *BKA2*, est une presse pour le formage à froid en cycle automatique. Dotée d'un poste de cisailage et de quatre stations de formage, elle exécute des opérations successives au cours d'un tour de vilebrequin et éjecte une pièce terminée à chaque course du chariot principal.

La *BKA2* est de construction horizontale à bâti ferré très rigide. Ses éléments constitutifs ont été calculés pour offrir un maximum de rigidité en réduisant la flexion jusqu'à une limite extrêmement basse. Les éléments de manœuvre sont centralisés du côté de l'opérateur.

b) Caractéristiques principales : [20]

Les caractéristiques principales de la *BKA2*, sont :

- ✓ Station de formage : 4 ;
- ✓ Pression : 100 tonnes ;
- ✓ Ecartement des matrices : 130mm ;
- ✓ Course du chariot principal : 150mm ;
- ✓ Course du chariot de cisailage : 80mm ;
- ✓ Course max. des éjecteurs (coté matrices) : 105mm ;
- ✓ Course max. de l'éjecteur translatif coté poinçon : 19/20mm ;
- ✓ Course max. de l'éjecteur rotatif coté poinçon : 40.7mm ;
- ✓ Centres de matrices hauteur au-dessus du sol : 800mm ;
- ✓ Vitesse du vilebrequin : 75/130 tr/min ;
- ✓ Puissance du moteur d'entraînement : 6-21 KW ;
- ✓ Poids net de la machine : environ 12.1 tonnes ;
- ✓ Diamètre maximal de la matière première à usinée : 14mm ;
- ✓ Longueur du tronçon cisailé : 15/125mm.

c) Organes de manœuvre : [20]

La commande de la machine se fait à l'aide des organes désignés sur l'image de la figure suivante :

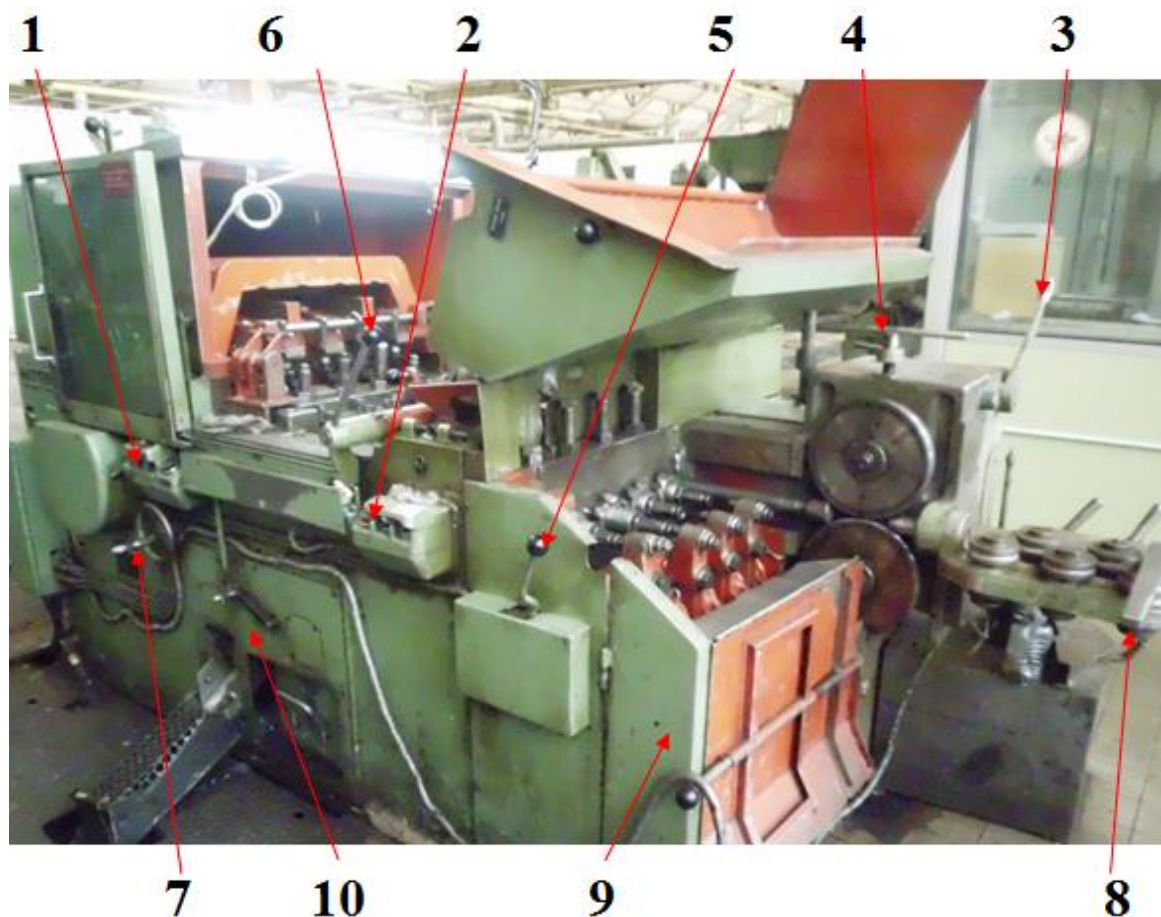


Figure IV.3 : Les organes de manœuvre de la machine BKA2.

La nomenclature des éléments de commande est regroupée sur le tableau suivant :

Tableau IV.4 : Nomenclature des organes de manœuvre de la BKA2.

1	boîtier à boutons poussoirs pour la mise en train et de la commande du tombée du tronçon cisailé
2	boîtier à boutons poussoirs pour la manœuvre de l'embrayage
3	Levier d'application du galet d'entraînement supérieur
4	Vis pour le réglage de la pression d'application du galet d'entraînement supérieur
5	Levier pour la manœuvre de l'embrayage de l'avance-fil
6	Levier commandant l'ouverture des pinces
7	Volant pour le réglage de la butée d'arrêt du fil
8	Levier d'application des galets redresseurs
9	Capot pivotant
10	Levier à main pour diriger les pièces finies vers la chute

➤ **ETAPE II : Décomposition fonctionnelle de la machine BKA2. [20]**

La machine **BKA2** peut être décomposée comme la suite :

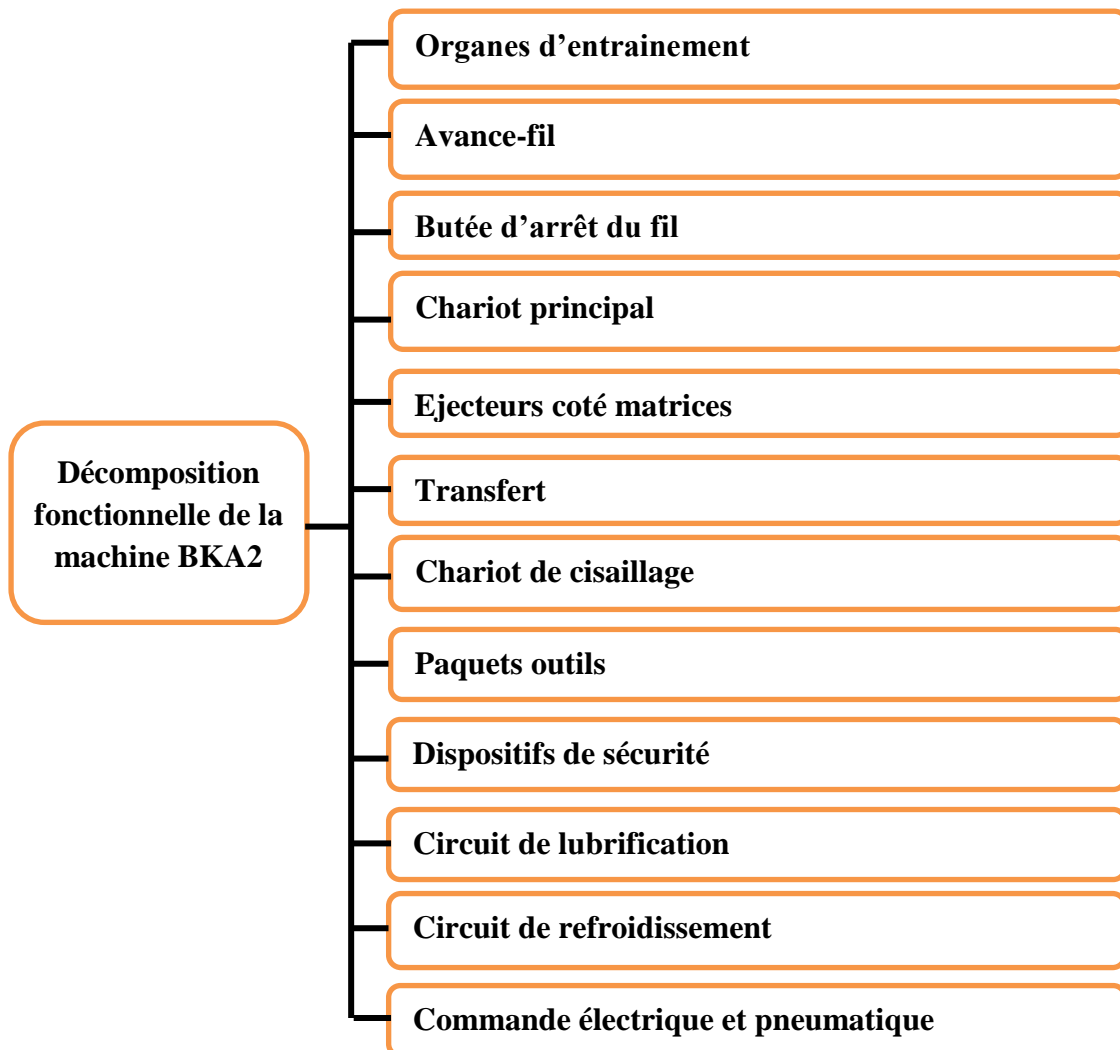


Figure IV.4 : Décomposition structurelle de la machine BKA2.

a) **Les organes d'entraînement** : La presse est entraînée par un moteur à vitesse réglable. Un embrayage pneumatique à disques multiples sert d'organe de transmission entre le volant et l'arbre de renvoi. Un même embrayage, bridé au bâti de la presse, agit comme frein commandant l'arrêt en une fraction de tour du vilebrequin.

Marche au ralenti (avant-arrière) : Pour le réglage (mise en train) de la presse, la vitesse de rotation peut être fortement réduite en plaçant le sélecteur du mode de fonctionnement sur « Marche au ralenti » (le sélecteur se trouve sur l'armoire

électrique). Par cette commande supplémentaire, on peut faire exécuter à la presse de petits mouvements en avant et en arrière et l'arrêter en une position quelconque.

Attention : la marche au ralenti ne doit pas être utilisée pour des opérations de pressage.



Figure IV.5 : Le moteur d'entraînement.



Figure IV.6 : Embrayage à disques multiples.

- b) **Avance-fil :** Saisi par une paire de galets d'entraînement (*Figure IV.7, élément 11*), le fil avance au rythme de la presse, Au moyen du levier (*Figure IV.3, élément 5*). L'avance-fil peut être embrayé et débrayé. Pour permettre l'introduction du fil. Le galet d'entraînement supérieur peut être desserré et éclipsé par le renversement du levier d'application du galet (*Figure IV.3, élément 3*). La vis (*Figure IV.3, élément 4*) sert au réglage de la pression d'application du galet supérieur.
- **Galets d'entraînement :** Pour le montage des galets d'entraînement (*Figure IV.7, élément 11*), il faut ouvrir le capot pivotant (*Figure IV.3, élément 9*). Après dévissage des vis (*Figure IV.7, élément 12*) les galets peuvent être changés.
 - **Douilles guide-fil :** Les deux douilles guide-fil (*Figure IV.7, élément 13*) doivent correspondre au diamètre de la matière, c'est-à-dire, du fil utilisé. Les douilles

guide-fil de 10 mm de diamètre intérieur pour les fils de 6 à 9mm de diamètre, les douilles guide-fil de 17mm de diamètre intérieur pour fils de 9 à 14mm de diamètre.

- **Redresseur de fil :** L'appareil-redresseur (*Figure IV.7, élément 14*) doit être vissé en position verticale ou horizontale sur le carter de l'avance-fil, cette position dépend de la disposition du dévidoir. Les trois galets redresseurs fixes (*Figure IV.7, élément 15*) peuvent être réglés au diamètre du fil, ce réglage s'effectuant au moyen des axes excentriques des galets. Les deux galets redresseurs éclipables (*Figure IV.7, élément 16*), montés sur deux coulisseaux d'application, peuvent être appliqués et éclipés par la manœuvre d'un levier commun (*Figure IV.6, élément 8*).

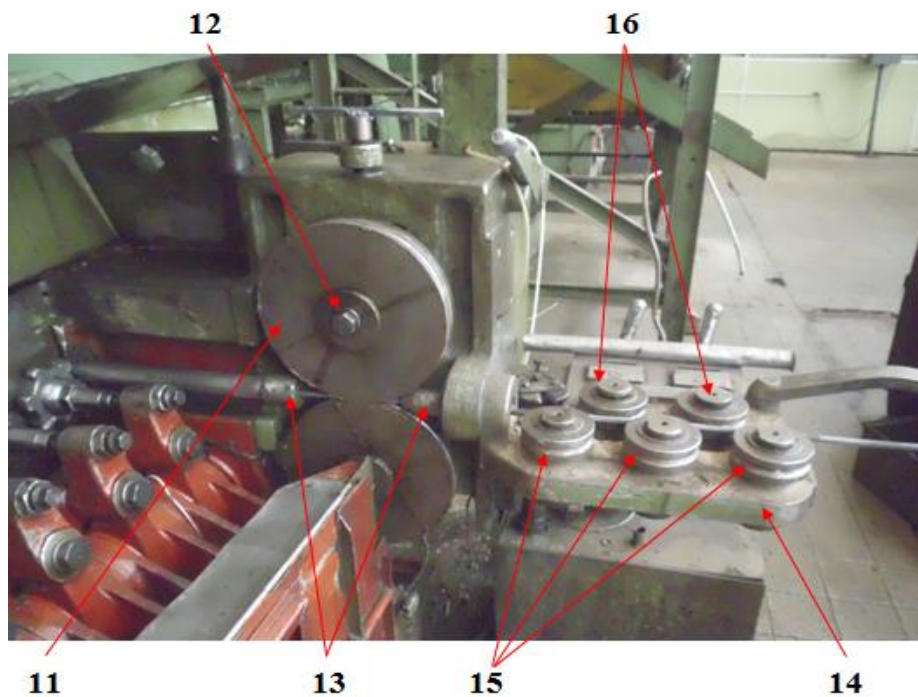


Figure IV.7 : Avance-fil.

11	Galet d'entraînement
12	Vis de serrage
13	Douilles du guide-fil
14	Appareil-redresseur
15	Galets redresseurs fixes
16	Galets redresseurs

Tableau IV.5 : Nomenclature des organes de l'avance-fil de la BKA2.

c) **Butée d'arrêt du fil** : Sa mise en position s'effectue à l'aide du volant (*Figure 4.3, élément 7*) qui déplace la vis porte-butée sur une distance de 60mm. Par le changement de la butée (*Figure 4.8, élément 17*), la longueur cisailée du fil peut être réglée de 16 à 126mm, on soit : La *butée longue* pour cisailer des longueurs de fil allant de 16 à 76 mm ; soit : La *butée courte* pour cisailer des longueurs de fil allant de 66 à 126mm.

Pour retirer une butée de son support afin de la remplacer par l'autre, on n'a qu'à dévisser la vis de blocage (*Figure 4.8, élément 18*).



18

17

Figure IV.8 : La butée d'arrêt du fil.

17	Buté
18	Vis de blocage

Tableau IV.6 : Nomenclature des organes de la butée d'arrêt du fil de la BKA2.

d) **Chariot principal** : Une courte bielle actionnée par le vilebrequin transmet la force de pressage au chariot principal. Celui-ci, en acier coulé, est supporté par des glissières tant à l'avant qu'à l'arrière, ce qui lui confère un guidage extrêmement rigide. À chaque course du chariot principal, on éjecte une pièce terminée.

Une pompe de lubrification est montée sur le chariot principal. Cette pompe, alimentée par le réservoir d'huile central, dirige le lubrifiant vers tous les points de graissage du chariot principal et de la bielle.

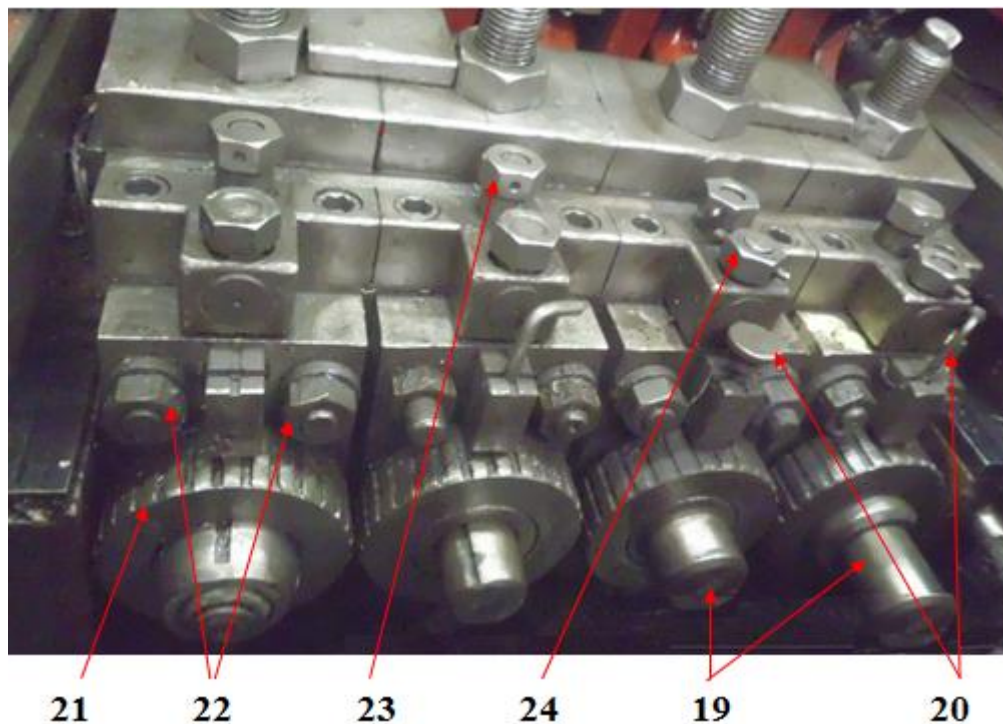


Figure IV.9 : Le chariot principal.

19	Poinçon
20	Verrous immobilisateurs
21	Ecrous chapeaux
22	Ecrous
23	Vis
24	Ecrous

Tableau IV.7 : Nomenclature des organes de chariot principal de la BKA2.

- e) **Éjecteurs coté matrices** : Les éjecteurs des quatre stations (*Figure IV.10, élément 25*) sont commandés indépendamment les uns des autres, chacun par une came plate (*Figure IV.10, élément 26*). Les cames étant montées toutes du même côté de l'arbre commandant les éjecteurs (*Figure IV.10, élément 27*), leur changement s'effectue de façon aisée et rapide. Les éjecteurs permettent d'éjecter les ébauches formées hors de la matrice.

Chaque levier éjecteur est doté d'un boulon de sécurité (*Figure IV.10, élément 28*) protégeant l'éjecteur contre les surcharges. Si un boulon se rompt, la machine est immédiatement arrêtée par un interrupteur de sécurité.

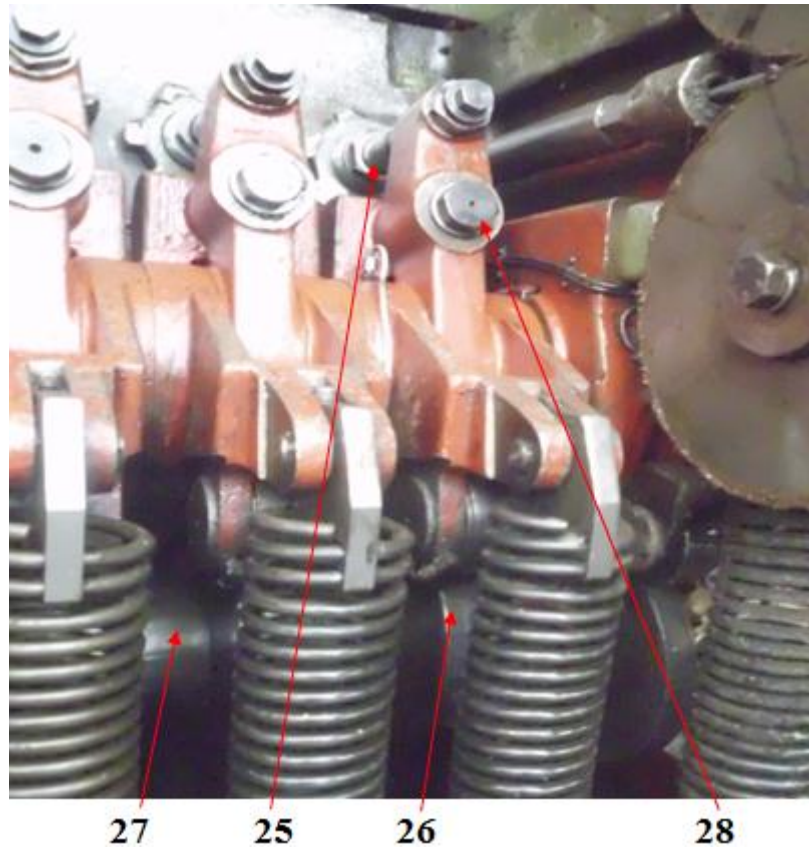


Figure IV.10 : Les éjecteurs coté matrices.

25	Éjecteur
26	Came plate
27	Arbre de commande
28	Boulon de sécurité

Tableau IV.8 : Nomenclature des organes des éjecteurs cotés matrice de la BKA2.

f) **Transport latéral par pinces de transfert :** L'appareil-pincettes situé au-dessus du bloc-matrices (*Figure IV.11, élément 34*), transporte les ébauches d'une station de formage à la suivante. Trois paires de pinces de transfert (*Figure IV.11, élément 35*), réglables séparément, saisissent les ébauches éjectées hors des matrices (*Figure IV.11, élément 30*) de la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} opération et les transportent devant la matrice suivante. Dès que le poinçon (*Figure IV.9, élément 19*) de la nouvelle station rencontre l'ébauche amenée et commence à l'introduire dans la matrice, la paire de pinces respective est rapidement ouverte par sa came de commande (*Figure IV.11, élément 31*). Ainsi, même dans le cas de boulons à tige courte, le poinçon avançant ne peut atteindre les doigts de pince (pour les longueurs

minimales de tige, ces doigts ont environ 5mm d'épaisseur). Si, malgré cela, une paire de pinces devait une fois se coincer, un dispositif de sécurité prévient toute avarie. Sur sa course-recul; la première paire de pinces prend une position d'attente, de laquelle elle repart au moment voulu pour saisir l'ébauche suivante après son éjection.

Cette position d'attente de la première paire de pinces est nécessaire pour que les bras de pince ouverts ne heurtent pas contre le chariot de cisailage.

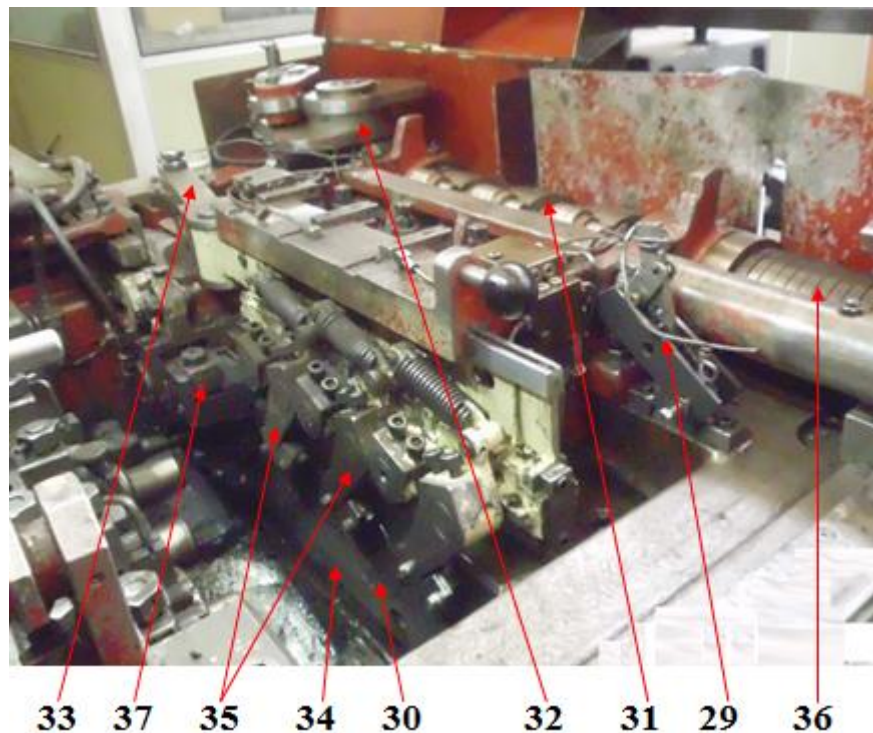


Figure IV.11 : Le transfert.

29	Tendeurs
30	Les ébauches
31	Came de commande
32	Came double
33	Ressort lame en U
34	Bloc matrice
35	Bras de pinces de transfert
36	Ressort
37	Chariot de cisailage

Tableau IV.9 : Nomenclature des organes de transfert de la BKA2.

Transport latéral : Une came double (*Figure IV.11, élément 32*), montée verticalement et pratiquement sans jeu, commande le mouvement de transfert. Un ressort-lame en U (*Figure IV.11, élément 33*) sert d'accouplement entre le levier de came et le très léger chariot-pinces à mouvement alternatif. Aux bouts de ses bras, cette lame en U est précontrainte par deux vis qui s'embottent par leurs rotules dans des cavités sphériques dans le levier de came avec lequel elles forment une articulation à rotules. Outre, de permettre le désaccouplement rapide, cette articulation sert encore de dispositif de sécurité. Si le transfert tombe en panne, les deux vis à rotules sautent de leurs logements sphériques et, par l'intermédiaire d'une articulation caoutchouc précontrainte, emmanchée dans le chariot-pinces, la lame en U est simultanément pivotée hors de la zone d'action du levier de came. Cette séparation provoque l'entrée en action d'un interrupteur de sécurité qui arrête instantanément la marche de la presse.

Derrière le bloc-matrices (*Figure IV.11, élément 34*) se trouve l'arbre à cames d'ouverture et de fermeture, dispose transversalement au bâti de la presse. Du côté frontal, le chariot-pinces est guidé sur le même cadre. Par ses supports-rallonges latéraux, le basculeur-pinces est logé sur l'arbre à cames, de manière à pouvoir être pivoté vers le haut. Au moyen des deux tendeurs (*Figure IV.11, élément 29*), à fermeture rapide, le basculeur-pinces est bloqué rigidement contre le bâti de la presse.

Les bras de pince (*Figure IV.11, élément 35*), associés en paires, sont reliés dans le chariot-pinces par des segments dentés. Un bras de pince de chaque paire de pinces est équipé d'un galet qui, pendant toute la course-transfert des pinces, reste dans le champ d'action d'une règle prévue sur le levier de came, Ainsi, on peut en tout instant ouvrir les paires de pinces au moyen du levier (*Figure IV.3, élément 6*) et laisser tomber les ébauches a leurs stades intermédiaires de formage afin de les contrôler. Pour que les doigts de pince tiennent bien les ébauches, un jeu déterminé doit subsister entre le galet du bras de pince et la règle du levier de came. Pour que les ébauches soient correctement maintenues par les doigts des pinces, il doit y avoir un jeu de 0,5mm entre le galet du bras de pinces et la règle correspondante sur le levier de came. (Avec une ébauche entre les doigts).

Afin de pouvoir relever l'appareil-pinces, il faut non seulement détendre les deux tendeurs à fermeture rapide, mais aussi, décrocher l'accouplement à ressort-lame en

U précité. Pour cela, à l'aide d'une plaque et d'une tige-rallonge, on écarte les deux bras de la lame en U, après quoi on peut dégager la lame en la faisant pivoter latéralement. Un fort ressort (*Figure IV.11, élément 36*) fait que l'appareil-pinces peut être relevé sans peine. Dans sa position relevée le basculeur-pinces est immobilisé par un cliquet qu'il faut déverrouiller avant de pouvoir rabattre le basculeur.

- g) Chariot de cisailage :** Le chariot de cisailage (*Figure IV.11, élément 37*) est muni d'un couteau plat qui cisaille la longueur de fil introduite et la transporte devant la première station de formage. Le serre-tronçon, solidaire du chariot de cisailage, empêche le fil de se courber pendant le processus de cisailage et maintient le tronçon cisaille jusqu'à ce que celui-ci soit enfoncé dans la presse par le poinçon du premier poste d'outillage. Dès que le tronçon de fil se trouve tenu entre le poinçon et la matrice, le serre-tronçon est éclipsé par une came et le chariot de cisailage recule dans sa position de départ. Celui-ci se trouvant à environ 2mm derrière l'axe d'alimentation et le serre-tronçon restant éclipsé, la nouvelle longueur de fil avance librement contre la butée.

Pour éjecter le tronçon de fil après son cisailage, on presse le bouton (*Figure IV.3, élément 1*), le serre-tronçon est éclipsé électro-pneumatiquement, le lopin de fil tombe dans le bac à déchets.

Le chariot de cisailage est pourvu du coin qui permet de centrer le couteau plat exactement à la matrice de la première station (le chariot étant dans sa position extrême avant). Au moyen du tube guide-fil vissé dans le bloc-matrices, on peut déplacer axialement le couteau rond et obtenir ainsi le réglage exact du jeu de cisailage.

Un boulon de sécurité protège l'entraînement du chariot de cisailage contre les surcharges (se trouve à l'arrière du chariot de cisailage). La rupture du boulon actionne un interrupteur de sécurité de manière à arrêter la presse instantanément par l'intermédiaire du système électropneumatique.

Dans tous les cas, cette manœuvre a également pour effet de ramener le chariot de cisailage dans sa position extrême arrière, l'empêchant ainsi de heurter contre le chariot principal.

h) Disposition des outillages : Les quatre paquets-outils coté matrices sont serrés dans le bloc-matrices (*Figure IV.11, élément 34*), chacun par deux griffes de serrage. Une plaque trempée se trouvant derrière le paquet-outil reçoit la pression de pressage et la transmet au bâti de la presse. Du côté du chariot principal, la pression est respectivement reçue par les coins de réglage trempés ou par le coin d'ébarbage. Les verrous-immobilisateurs (*Figure IV.9, élément 20*) empêchent les écrous-chapeaux (*Figure IV.9, élément 21*) de se desserrer pendant le travail.

Les porte-poinçon peuvent être centrés aux matrices correspondantes. Pour cela, il faut dévisser les trois écrous (*Figure IV.9, élément 22*). Puis, régler le poinçon latéralement avec la vis (*Figure IV.9, élément 23*), verticalement avec l'écrou (*Figure IV.9, élément 24*).

i) Dispositifs de sécurité : Le moteur d'entraînement est protégé par des déclencheurs thermiques. Lors d'une panne de courant, la presse est immédiatement débrayée et arrêtée. Si la pression d'air tombe au-dessous de 4kg/cm^2 , la presse est débrayée et s'arrête dans la position extrême arrière du chariot principal.

Si le niveau de l'huile dans le réservoir tombe au-dessous du minimum, la presse est débrayée par un interrupteur à flotteur et s'arrête dans la position extrême arrière du chariot principal.

Un boulon de sécurité protège l'entraînement du chariot de cisailage contre les surcharges. La rupture du boulon a pour effet d'actionner un interrupteur de sécurité et de provoquer ainsi l'arrêt instantané de la presse.

Chacun des quatre leviers éjecteurs est protégé par un boulon de sécurité (*Figure IV.10, élément 28*). Si l'un de ces boulons se rompt sous l'effet d'une surcharge, la presse est tout de suite arrêtée par l'intermédiaire d'un interrupteur de sécurité.

Un accouplement de surcharge protège le transport latéral à pinces. Si cet accouplement se dégage, il s'ensuit que la presse est immédiatement arrêtée par un interrupteur de sécurité.

Un dispositif électrique de contrôle de la longueur de tronçon provoque l'arrêt instantané de la machine lorsqu'un tronçon n'arrive pas en butée d'arrêt de fil.

Lorsqu'on ouvre le carter de protection pendant que la machine travaille, celle-ci s'arrêtera au point mort arrière.

j) Circuit de lubrification :

- **Lubrification centrale automatique :** A l'exception des paliers à lubrifier à la graisse, de l'embrayage à roue libre et du frein de retenue de l'avance-fil, tous les paliers importants de la presse sont graissés à l'huile par « *circuit perdu* » par une lubrification centrale. Quatre pompes, alimentées par le réservoir d'huile central, refoulent le lubrifiant vers les paliers. Les quatre pompes étant entraînées chacune par levier oscillant (disposé à l'intérieur de la machine), on peut varier leur débit en décalant sur le levier le point de liaison avec les biellettes d'entraînement.

En outre, par le réglage de la course du piston, le débit de chaque paire de sorties superposées peut être adapté aux besoins du point à lubrifier. Pour cela, enlever le capot de la pompe et tourner les vis-butées à gauche pour augmenter le débit, les tourner à droite pour le diminuer.

- **Pré-lubrification :** Avant de commencer le travail, pré-lubrifier la presse en actionnant les manivelles des pompes de lubrification. Le niveau de l'huile dans le réservoir (contenant environ 23 litres) peut être vérifié par le voyant, visible sur le côté arrière de la machine.

- k) Circuit de refroidissement :** Le réservoir de l'arrosage se trouve logé dans la fondation de la presse. Une pompe plongeante refoule le liquide à travers le bâti vers le tuyau de distribution (*Figure IV.12, élément 38*) monté transversalement au-dessus des quatre postes de formage. Des tubes arroseurs (*Figure IV.12, élément 39*) branchés au tuyau distributeur, dirigent le liquide sur les outils. Le débit de liquide peut être coupé au moyen d'un robinet (*Figure IV.12, élément 40*). De plus, les tubes arroseurs possèdent chacun un robinet (*Figure IV.12, élément 41*).

La mise en et hors action de la pompe est commandée depuis l'armoire électrique.

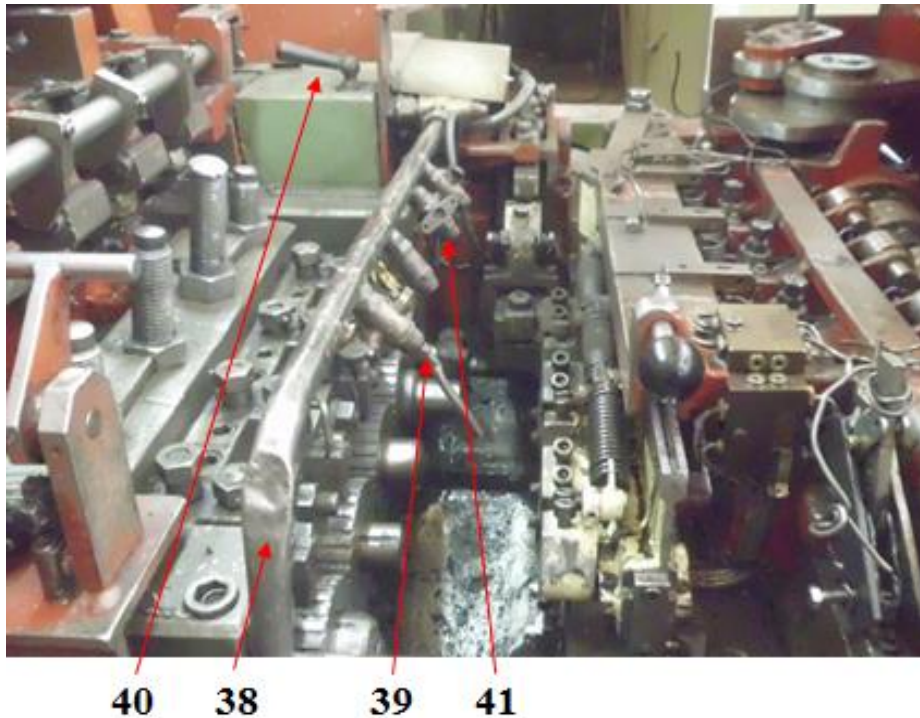


Figure IV.12 : Le circuit de refroidissement.

38	Tuyau de distribution
39	Tubes arroseurs
40	Robinet
41	Robinet du tube arroseur

Tableau IV.10 : Nomenclature des organes du circuit de refroidissement de la BKA2.

- 1) **Commande électrique :** Tout appareillage de commande du moteur d'entraînement, ainsi que le transformateur de commande avec les coupe-circuit automatiques associés pour la commande électropneumatique de l'embrayage et du frein se trouvent incorporés à l'armoire électrique.
- **Commande du moteur d'entraînement :** La presse est entraînée par un moteur shunt à collecteur (*Figure IV.3, élément 4*) dont la vitesse peut être variée par décalage des balais au moyen du volant.

Un commutateur à contact de verrouillage du conducteur neutre ne permet d'enclencher le moteur qu'à la vitesse la plus réduite. Pour cela, il faut tourner le volant de réglage de la vitesse jusqu'à la butée inférieure du champ de réglage.

Après le démarrage du moteur, sa vitesse peut être augmentée à volonté. Les boutons poussoirs commandant la mise en marche et hors marche du moteur se trouvent montés sur l'armoire électrique.

Pour le réglage des outils (mise en train), le moteur d'entraînement tourne au ralenti, c'est-à-dire à environ 150t/min. Cette réduction de vitesse résulte du branchement sur l'enroulement du stator.

- **Commande de l'embrayage et du frein :** Un sélecteur sur l'armoire électrique commande les modes de fonctionnement : ***Production ; Marche au ralenti ; Marche arrière.***

Lorsque le sélecteur est placé sur ***Production***, la presse effectue les opérations normales de formage. Pour cela, enclencher d'abord le moteur d'entraînement et augmenter sa vitesse au nombre de tours désiré. Puis, au moyen de la commande par boutons poussoirs placée sur la presse, embrayer celle-ci par l'intermédiaire du système pneumatique.

Les boutons poussoirs du boîtier (***Figure IV.3, élément 2***) effectuent les opérations suivantes :

1. ***Marche continue*** : La presse tourne sans interruption.
2. ***Marche coup par coup*** : La presse exécute une course de travail et s'arrête dans la position extrême arrière du chariot principal.
3. ***Arrêt*** : La presse termine la course de travail commencée et s'arrête dans la position extrême arrière du chariot principal.

Pour la ***Marche au ralenti***, elle sert au réglage des outils (mise en train de la presse). Pour obtenir ce genre de marche, procéder comme suit:

Mettre le moteur d'entraînement hors circuit. Moteur arrêté, placer le sélecteur du mode de fonctionnement sur la position ***Marche au ralenti***. Tourner le volant de réglage de la vitesse jusqu'à la butée inférieure du champ de réglage (volant située sur le moteur). Lors de commande à distance, cela se passe automatiquement. Embrayer la presse en enfonçant le bouton ***Marche continue***.

A la vitesse la plus réduite, enclencher le moteur à l'aide du bouton ***Marche avant*** ou du bouton ***Marche arrière***. Moteur et presse ne tournent que si le bouton respectif reste pressé. Les deux boutons ***Marche avant*** et ***Marche arrière*** se trouvent disposés au boîtier (***Figure IV, élément 1***).

Remarque : Ne jamais effectuer des opérations de pressage quand la machine tourne au ralenti. Débrayer la presse en commutant le sélecteur du mode de fonctionnement; cette commutation coupe le courant destiné au relais de maintien de la commande électropneumatique de l'embrayage et du frein.

La **Marche arrière** sert à libérer le chariot principal si celui-ci s'est coincé au point mort avant. Procéder de la façon suivante : Le moteur étant à l'arrêt, placer le sélecteur du mode de fonctionnement sur **Marche arrière** et tourner le volant de réglage de la vitesse jusqu'à la butée inférieure du champ de réglage (volant situé sur le moteur). Faire démarrer le moteur et augmenter graduellement sa vitesse jusqu'au nombre de tours maximal. Au moyen du bouton **Marche coup par coup**, embrayer la presse (cela provoque immédiatement la mise hors circuit du moteur). Si le chariot principal est dépanné par cette manœuvre, le vilebrequin tourne d'un demi-tour et s'arrête au point mort arrière.

m) Commande pneumatique : L'enfoncement du bouton **Marche coup par coup** ou du bouton **Marche continue** (*Figure IV.3, élément 2*) ferme le circuit de commande par l'intermédiaire du rupteur. Il s'ensuit que deux vannes électropneumatiques (*Figure IV.13, élément 42*) s'ouvrent, l'air comprimé entre dans le frein et dans l'embrayage, dégageant le frein et engageant l'embrayage. Lors de la manœuvre du bouton **Arrêt**, le circuit de commande est ouvert par le rupteur, la presse s'arrête au point mort arrière du chariot principal. Par contre, si un interrupteur de sécurité entre en action, le circuit de commande est immédiatement coupé.

Grace à la disposition des vannes de manœuvre (une vanne sur le frein et une seconde sur l'embrayage), l'arrêt de la presse s'obtient en une fraction de tour de vilebrequin.

Le point d'arrêt de la machine est réglé de façon, que celle-ci, s'arrête environ au point mort arrière du chariot principal. Le moment d'arrêt peut toutefois, être réglé au moyen d'une came commandante le rupteur.

La pression d'air, qui peut être constatée au manomètre (*Figure IV.13, élément 43*), doit être de 5.5 à 10Kg/cm². Un contrôleur de pression électrique (*Figure IV.13,*

élément 44) veille à ce que la presse ne puisse être embrayée qu'avec une pression d'air d'au moins 4kg/cm^2 . Ce contrôleur de pression est incorporé à la commande électrique, d'une telle façon, qu'aucun danger ne puisse menacer la sécurité du conducteur de la presse.

L'air comprimé passe d'abord par une vanne d'équerre à volant (**Figure IV.13, élément 45**), puis par un filtre-déshydrater (**Figure IV.13, élément 46**) qui élimine les impuretés ainsi que la majeure partie de l'humidité contenue dans l'air. Le déshydrater, commandé par vanne à flotteur, travaille de façon entièrement automatique, c'est-à-dire que l'eau qui s'accumule est constamment vidangée.

Un détendeur (**Figure IV.13, élément 47**), également incorporé dans la conduite d'amenée d'air, permet de régler la pression d'air requise pour le système pneumatique.

En aval du détendeur se trouve monté le lubrificateur à micro-brouillard d'huile (**Figure IV.13, élément 48**), qui a pour fonction de lubrifier tous les éléments de manœuvre situés en aval. L'air comprimé qui passe aspire de petites quantités d'huile qui est atomisée quand elle entre dans le flux d'air. Grâce à ce brouillard d'huile, une lubrification supplémentaire ne s'impose plus et malgré l'entretien réduit, la longévité des unités est considérablement augmentée.

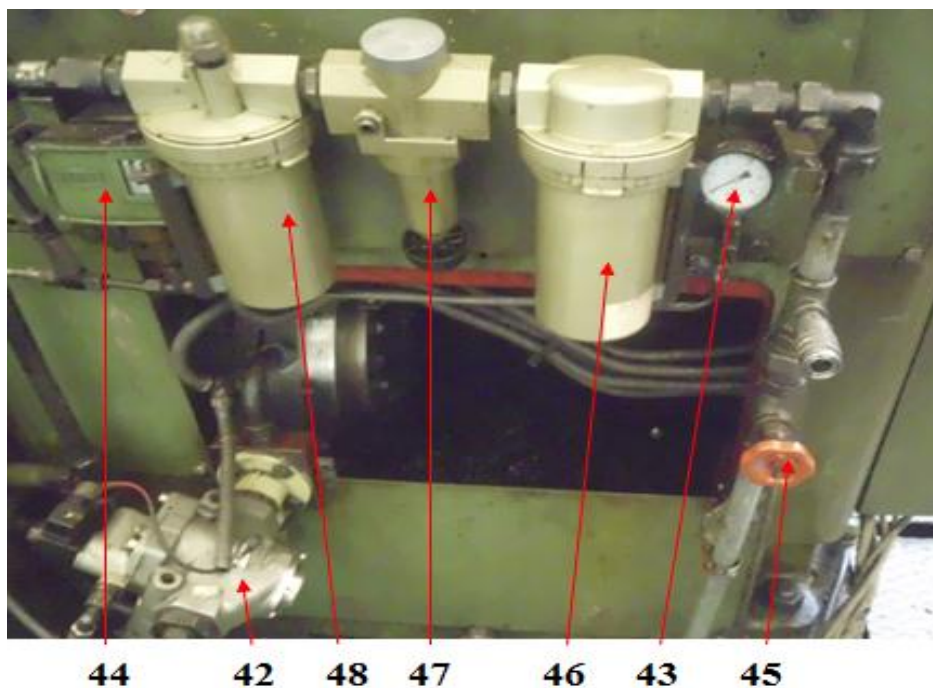


Figure IV.13 : Circuit d'air comprimé de la commande pneumatique.

42	Vannes électropneumatiques
43	Manomètre
44	Contrôleur de pression électrique
45	Vanne d'équerre à volant
46	Filtre-déshydrater
47	Détendeur
48	lubrificateur à micro-brouillard d'huile

Tableau IV.11 : Nomenclature des organes de la commande pneumatique de la BKA2.

➤ **ETAPE III : Analyse AMDEC de la machine.**

a) Définitions d'un mode de défaillance, d'une cause de défaillance, et de l'effet de défaillance : [21]

Par *défaillance* on entend simplement qu'un produit, un composant ou un ensemble :

- ✓ Ne fonctionne pas.
- ✓ Ne fonctionne pas au moment prévu.
- ✓ Ne d'arrêt pas au moment prévu.
- ✓ Fonctionne à un instant non désiré.
- ✓ Fonctionne, mais les performances requises ne sont pas obtenues.

Le *mode de défaillance* est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte des spécifications. Voici quelques exemples pour illustrer cette définition : *Déformation ; vibration ; desserrage ; fuite ; court-circuit.*

Une *cause de défaillance* est évidemment ce qui conduit à une défaillance. on définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considérée comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité, en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger.

Les *effets d'une défaillance* sont les effets locaux sur l'élément étudié du système et les effets de la défaillance sur l'utilisateur final du produit ou de service.

b) Les grilles de cotation : Pour évaluer la criticité des défaillances de la machine *BKA2*, il nous a fallu estimer les 3 critères indépendants : *La fréquence d'apparition (F) ; La gravité (G) ; La probabilité de non détection (D).*

A chaque critère on associe une grille de cotation définie selon quatre niveaux en s'appuyant sur : L'historique des arrêts et l'expérience du personnel.

En effet, les grilles de cotation sont basées principalement sur le temps d'indisponibilité, ainsi que, le nombre de défaillances de la machine **BKA2**.

Elles sont aussi le fruit de nombreuses discussions menées avec le personnel du service maintenance. Ainsi nous avons pu dresser les tableaux suivant :

Tableau IV.12 : Grille de cotation de la fréquence d'apparition.

Niveau de F	Valeur de F	Définition
Fréquence très faible	1	Moins d'une défaillance par année
Fréquence faible	2	Plus d'une défaillance par semestre
Fréquence moyenne	3	Plus d'une défaillance par mois
Fréquence forte	4	Plus d'une défaillance par semaine

Tableau IV.13 : Grille de cotation de la gravité.

Niveau de G	Valeur de G	Définition
Gravité mineure	1	Arrêt de la machine moins de 20mn
Gravité significative	2	Arrêt de la machine entre 20mn et 1h
Gravité moyenne	3	Arrêt de la machine entre 1h et 4h
Gravité majeure	4	Arrêt de la machine de plus de 4h

Tableau IV.14 : Grille de cotation de la probabilité de non détection.

Niveau de D	Valeur de D	Définition
Détection évidente	1	DéTECTABLE par l'opérateur.
Détection possible	2	DéTECTABLE par le technicien maintenance.
Détection improbable	3	DéTECTION difficile
Détection impossible	4	DéTECTION trop difficile voire impossible.

La valeur de la criticité: la valeur de la criticité « C » est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation, la relation utilisée est sous la forme suivante :

$$C = F \times G \times D$$