

Introduction

Une batterie de démarrage au plomb est un réservoir qui stocke sous forme chimique de l'énergie électrique qu'elle peut restituer à tout moment.

Quand la batterie est connectée à un consommateur (par exemple le démarreur), l'énergie chimique est transformée en énergie électrique et un courant traverse le circuit.

La batterie de démarrage répond à deux fonctions essentielles :

- ✓ Elle délivre l'énergie nécessaire au démarrage et à l'allumage.
- ✓ Elle permet d'alimenter les consommateurs électriques permanents, et même les consommateurs électriques de route, lorsque leur consommation totale est supérieure à l'énergie débitée par l'alternateur.

La batterie est ainsi un organe vital de l'automobile, qu'il est impossible de séparer de l'environnement dans lequel elle fonctionne : l'équipement électrique. Il est donc primordial de connaître le rôle important qu'elle joue au sein du circuit électrique du véhicule et de savoir bien la contrôler.

II.1. Présentation de la batterie

Une batterie au plomb est un ensemble d'accumulateurs au plomb-acide disposés en série et réunis dans un même boîtier. Ces systèmes de stockage d'électricité sont largement utilisés dans l'industrie et dans l'équipement des véhicules automobiles.



Figure (II.01) : La batterie humide ELFARES

II.2. Historique

C'est en 1859 que l'histoire des accumulateurs commence réellement avec la fabrication du premier accumulateur rechargeable par Gaston Planté. Elle comporte deux feuilles de plomb roulées en spirale, séparées par une toile de lin et plongées dans un bac contenant une solution d'acide sulfurique. Ces électrodes, constituées initialement de plomb pur devaient être formées par balayages de potentiels successifs.

En 1880, Camille Faure met au point une technique facilitant la formation de l'accumulateur au plomb : une pâte à base d'oxydes de plomb et d'acide sulfurique est appliquée directement sur les lames de plomb qui sont maintenues en place en enroulant-le tout dans un feutre.[16]

II.3. Comment fonctionner un batterie

II-3-1 Principes de la batterie de démarrage au plomb

L'efficacité de la batterie au plomb dépend des constituants chimiques qu'elle renferme et qui sont :

- le dioxyde de plomb (PbO_2), matière active de la plaque positive ;
- le plomb spongieux (Pb), matière active de la plaque négative ;
- l'acide sulfurique (H_2SO_4), l'électrolyte.

L'énergie électrique résulte de réactions électrochimiques très complexes qui interviennent entre les métaux et l'acide sulfurique de l'électrolyte.

- a) Pendant la décharge (au démarrage), le plomb spongieux et le dioxyde de plomb se sont transformés en sulfate de plomb. L'électrolyte s'enrichit en eau, s'appauvrit en sulfate et par conséquent sa densité diminue. La tension de la batterie décroît.
- b) Pendant la charge (en roulant), les réactions sont l'inverse de celles de la décharge. Le sulfate de plomb redevient dioxyde de plomb sur la plaque positive et plomb spongieux sur la plaque négative. Le sulfate quittant les plaques régénère l'acide sulfurique. La densité de l'électrolyte augmente, la tension se rétablit.[17]
- c) En fin de charge, il apparaît un dégagement gazeux d'hydrogène et d'oxygène dû à la décomposition de l'eau. Cette consommation d'eau est fortement accélérée par la chaleur. Ce dégagement est responsable de la consommation de l'eau. De plus cette consommation est accélérée par les facteurs suivants :
 - ✓ Qualité de l'alliage mise en œuvre pour la fabrication des grilles ;
 - ✓ Age de la batterie -température - dysfonctionnement de circuit électrique.

II.3.2.Missions de la batterie

Comme indiqué dans l'introduction, la principale fonction d'une batterie est de démarrer le véhicule et de fournir l'énergie électrique nécessaire au véhicule lors de l'arrêt moteur (feux de détresse, phares, micro-processeurs,...) cylindrée du moteur, de la température,... [17]

La seconde fonction de la batterie est de compléter l'énergie fournie par l'alternateur quand l'énergie nécessaire aux consommateurs est supérieure à celle débitée par l'alternateur. Le plus souvent sur route, l'alternateur couvre largement les besoins du circuit. Ce n'est pas toujours vrai lorsque le véhicule roule en ville, l'hiver en particulier. Dans ce cas, la batterie va apporter son soutien pour alimenter les nombreux consommateurs du véhicule. La batterie est également sollicitée pour l'alimentation des consommateurs permanents lors de l'immobilisation. La batterie peut se décharger jusqu'à 30Ah en 1 mois d'arrêt, soit environ 60% de son état de charge initial.

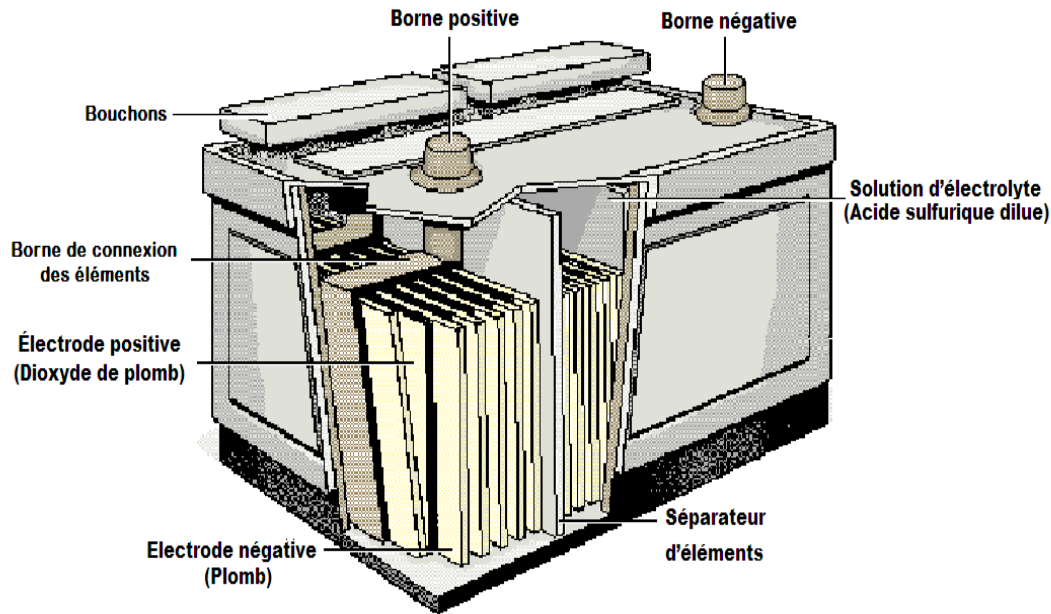


Figure (II.02) : Structure de la batterie au plomb

II.4.Processus General de la Production des Batteries dans l'ENPEC Sougueur

II.4.1. Service de la production

La fabrication de batteries démarre à partir du plomb pur reçu sous forme de lingot et s'achève après de nombreuses étapes dont les plus importantes sont rassemblées dans l'organigramme situé à la fin de cette partie.

II.4.1. Atelier fonderie

La production de la batterie ENPEC passe par plusieurs enchainés, se présentent comme suit :

a) Production des grilles doubles :

Premièrement, le plomb est fondu et moulé de manière des moules automatiques



Figure (II.03) : Une fondeuse.

On prend des lingots de plomb dur 1,8 antimoine, 99,97% pureté, on les met dans un four à température $> 400^{\circ}\text{C}$ puis le plomb liquide passe au moulage produisant des grilles double.[18]



Figure (II.04) : Des lingots en plomb.

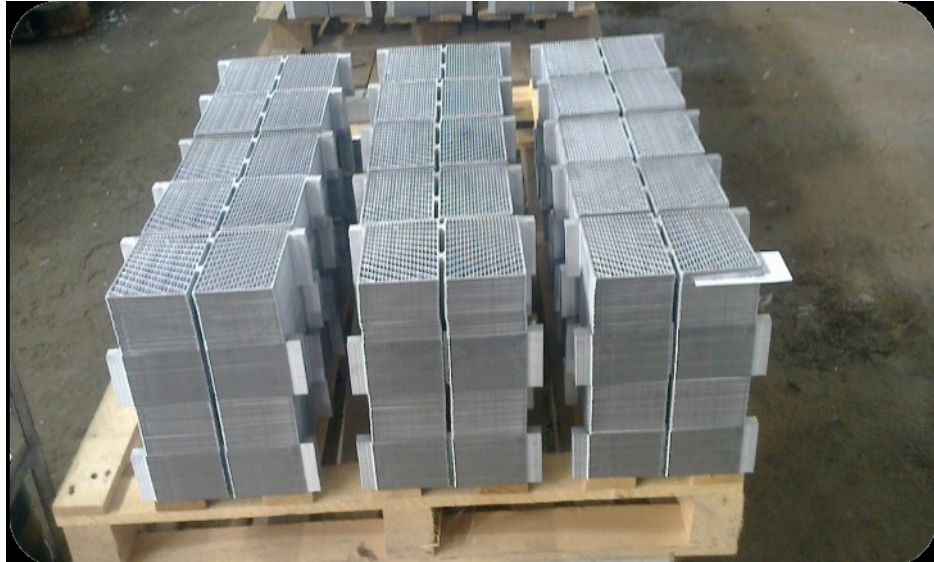


Figure (II.05): Des grilles.

On a deux types de grille :

- Grilles AI
- Grilles BR



Figure (II.06) : Une grille BR.



Figure (II.07) : Une grille AI.

b) Les analyses réalisées dans cette étape :

- ✓ Contrôle de l'épaisseur des grilles (avec un palmer).
- ✓ Contrôle de poids des grilles.



Figure (II.08) : Un palmer

NORME : épaisseur moyenne < 1,40 mm.[19]

Contrôle de l'épaisseur des grilles :

F.1 : grilles de type AI : 1,20 mm/1,20 mm. (Fondeuse N°01)

F.2 : grilles de type BR : 1,12 mm/1,16 mm. (Fondeuse N°02)

F.3 : grilles de type AI : 1,26 mm/1,26 mm. (Fondeuse N°03)

F.4 : grilles de type AI : 1,31 mm/1,31 mm. (Fondeuse N°04)

Contrôle de poids des grilles :

F.1 : grilles de type AI : 120,8 g /123,4 mg.

F.2 : grilles de type BR : 132,4g/130g.

F.3 : grilles de type AI : 139,9g/140,2g.

F.4 : grilles de type AI : 136g/135,3g.

II.4.2. Atelier Oxyde

a) Production de l'oxyde de plomb (dans un moulin en présence d'O₂ :

On prend les lingots de plomb pur (99,99%), on les met dans un four à température de 400°C puis on les renverse dans un moule pour les rendre sous forme des petits cylindres.



Figure (II.09) : Machine de construction des cylindres de plomb.

Ces derniers sont stockés dans un silo de stockage et sont introduits dans le moulin en présence d' O_2 pour obtenir la poudre d'oxyde de plomb.



Figure (II.10) : Silo de stockage des cylindres de plomb.

L'oxyde de plomb obtenu est stocké dans 2 silos de stockage.

Les analyses réalisées dans cette étape :

- ✓ Taux de plomb dans l'oxyde de plomb.
- ✓ Indice d'absorption.
- ✓ Granulométrie (diamètre des grains).

II.4.3. Atelier Malaxage

On met les composant suivants dans un malaxeur à $T < 58^{\circ}\text{C}$: [20]

✓ Pâte positive :

-Oxyde de plomb	500 kg
-Eau déminéralisée	59kg
-Acide sulfurique $d=1,40$	51kg
-Dynel flock	300g

✓ Pâte négative :

-Oxyde de plomb	500 kg
-Eau déminéralisée	42kg
-Acide sulfurique $d=1,40$	50kg
-Dynel flock	3kg
-Expander (noir de Carbone)	3kg



Figure (II.11) : Malaxeur.



Figure (II-12) : La plaque (+)

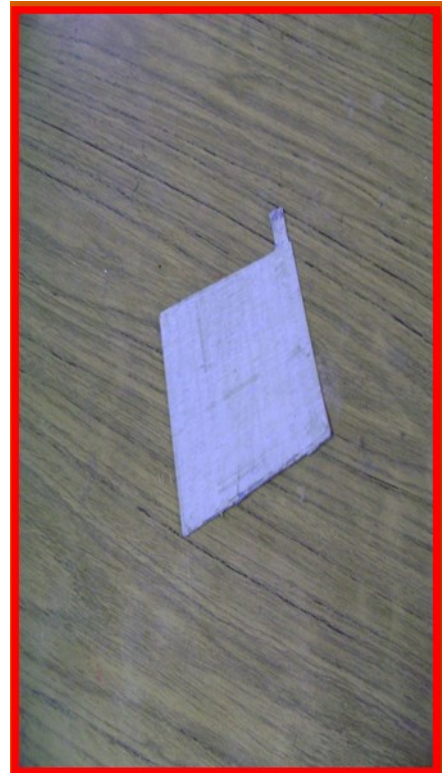


Figure (II-13) : La plaque (-)

Les analyses réalisées (de la pâte) :

Mesure de la masse volumique (densité).

✓ L'humidité.

II-4-4- Atelier Empattage

a) L'empattage

On fait passé les grilles dans l'empâteuse puis dans le tunnel de séchage $T=420^{\circ}\text{C}$ pour obtenir des plaques sèches.



Figure (II-14) : Empâteuse

Les analyses réalisées :

- Mesure de l'humidité.
- Taux de plomb.
- Densité de la pâte.

b) Le Curring

Les plaques formées sont mises dans le 'Curring' pour le murissage et le séchage.

Dans cette opération on va attaquer les plaques avec deux phénomènes :

- On les met à l'état humide à l'aide de la vaporisation produite à partir de l'eau stérile pour éviter le calcaire.
- Il faut sécher complètement à l'aide de l'air chaud.



Figure (II-15) : Curring

Les analyses réalisées :

- ✓ Mesure de l'humidité.
- ✓ Taux de plomb.
- ✓ Analyse des plaques formées.

II.4.5. Atelier ébarbage

L'ébarbeuse : Ebarbage des plaques doubles pour obtenir des plaques simples.

Contrôle physique : On contrôle si les plaques sont bien faites.

II.4.6. Atelier Enveloppeuse

- L'enveloppeuses

Contient un rouleau de pvc (pochette) pour envelopper les plaques simples positives (séparation des plaques positives des plaques négatives) et un compteur pour compter les éléments.



Figure (II-16) : Enveloppeuses

II.4.7. Atelier C.O.S

La C.O.S « Cost On Starp » cet atelier possède une machine qui fait l'assemblage des plaques positives et négatives en élément.

Le plomb dans le creuset parvient à arriver dans le moule grâce à une pompe liée à une pipe. Ce moule contient des résistances.

Quand les plaques sont dans le moule, ce dernier fait la liaison entre les plaques de même signe avec la présence d'un système de refroidissement. Ce système est synchronisé.



Figure (II-17) : C.O.S

II.4.8. Atelier Montage

L'assemblage des éléments se fait à l'intérieur du bac (la batterie contient 06 éléments).
Après que les éléments soient assemblés dans un bac, sont liés entre eux par des connexions.



Figure (II-18) : Assemblage

1-Testeur de court-circuit

On passe au testeur de court-circuit qui fait le test suivant :

Voir s'il y'a un passage du courant entre le pôle (+) et le pôle (-) et s'il n'y a un court de circuit, qui se corrige par le changement de élément qui présente le problème.



Figure (II-19) : Des éléments mis dans un bac

2-Soudure connexion

Un robot électrique soude les éléments en série (+ -), (+ -), pour avoir en fin une borne positive à l'extrême gauche.

3-Soudure couvercle à chaud

Une machine contient une plaque à base de résistances réchauffe les extrémités de bac. Puis le couvercle sur le bac.

4-Soudure des bornes

Cette machine soude les deux bornes de la batterie par un chalumeau, elle dispose des capteurs de présence. L'un de ces capteurs capte l'existence de la batterie, donc l'information est transmise à l'automate qui donnera l'ordre d'alimenter le chalumeau et l'étincelle à partir des électrodes d'allumage. Ce chalumeau consiste à souder des deux bornes.

Le chalumeau lié à un moteur pour souder des bornes dans des périodes bien définies par l'automate, ce moteur est lié à un réducteur pour minimiser la vitesse de rotation.

5-Test d'étanchéité

On teste l'étanchéité de la batterie par la pression d'air, pour vérifier s'il y'a de fuites entre le couvercle et le bac dans ce cas, la batterie sera systématiquement rejetée.

Le compresseur injecte de l'air dans la batterie, les trous sont fermés puis l'air est réinjecté avec la présence d'une sonde transducteur de pression qui vérifie la stabilité de la pression dans un temps bien déterminé.

✓ Après cette étape on va timbrer la batterie.

Au niveau des ateliers de la production, il existe un chariot pour assurer le déplacement des produits : matière première, produits semi finis et batteries.



Figure (II-20) : La batterie semi-finie

II.4.9. Atelier Formation

Tout d'abord, la batterie semi finie est remplie de l'acide sulfurique densité $d=1,05$, et restent dans les colonnes de formation, une période de 36 à 48 heures selon le type de batterie à charger.



Figure (II-21) : Des colonnes de formation (de charge)

Après cette période on aura une batterie formée.

On renverse l'acide sulfurique ($d=1,05$).

On rince la batterie avec l'acide $d=1,33$ puis on renverse.

Dans cette étape, les batteries se remplissent de l'acide sulfurique commercial $d=1,28$, passant par la mise à niveau de l'acide ensuite emplacement des bouchons et étiquettes (de la batterie, et de sécurité).



Figure (II-22): Tunnel de lavage et de séchage.

Nettoyeur de bornes

Après le lavage et le séchage, on passe vers le nettoyage de bornes.

Etiquetage et timbrage

Mettre l'étiquette sur la batterie (de la batterie, et de sécurité).

Enveloppement

La batterie est enveloppée en cellophane.

✚ Et finalement, dans cette état la batterie est finit et préparée pour la vente.