

bustion froide). Le rendement des piles à combustibles est théoriquement très élevé, mais elles ne sont pas encore d'utilisation rentable en raison du coût prohibitif des catalyseurs et surtout des combustibles gazeux.

Accumulateurs (éléments galvaniques secondaires)

Contrairement au cas des piles (éléments primaires), dans les accumulateurs (éléments secondaires), la transformation d'énergie chimique en énergie électrique est réversible: les accumulateurs déchargés peuvent être rechargés à volonté. Il s'ensuit qu'ils sont mieux appropriés que les piles à une utilisation pour les véhicules automobiles.

Jusqu'à maintenant, parmi toutes les possibilités que nous avons mentionnées, seuls les accumulateurs (éléments galvaniques secondaires) présentent un intérêt considérable dans le domaine de l'automobile. Il faut d'ailleurs distinguer, dans ce cas, deux sortes d'utilisation différentes des accumulateurs.

Batteries de démarrage

Les batteries de démarrage délivrent l'énergie nécessaire au fonctionnement du démarreur, de l'éclairage et des divers autres récepteurs de courant (fig. 1 et 2) et elles sont constamment rechargées par la génératrice pendant la marche du véhicule.

Batteries de traction

Il s'agit ici d'accumulateurs fournissant l'énergie nécessaire à la traction du véhicule, alors dénommé "automobile électrique". Celle-ci connaît actuellement un regain d'intérêt en raison des problèmes posés par la pollution de l'atmosphère.

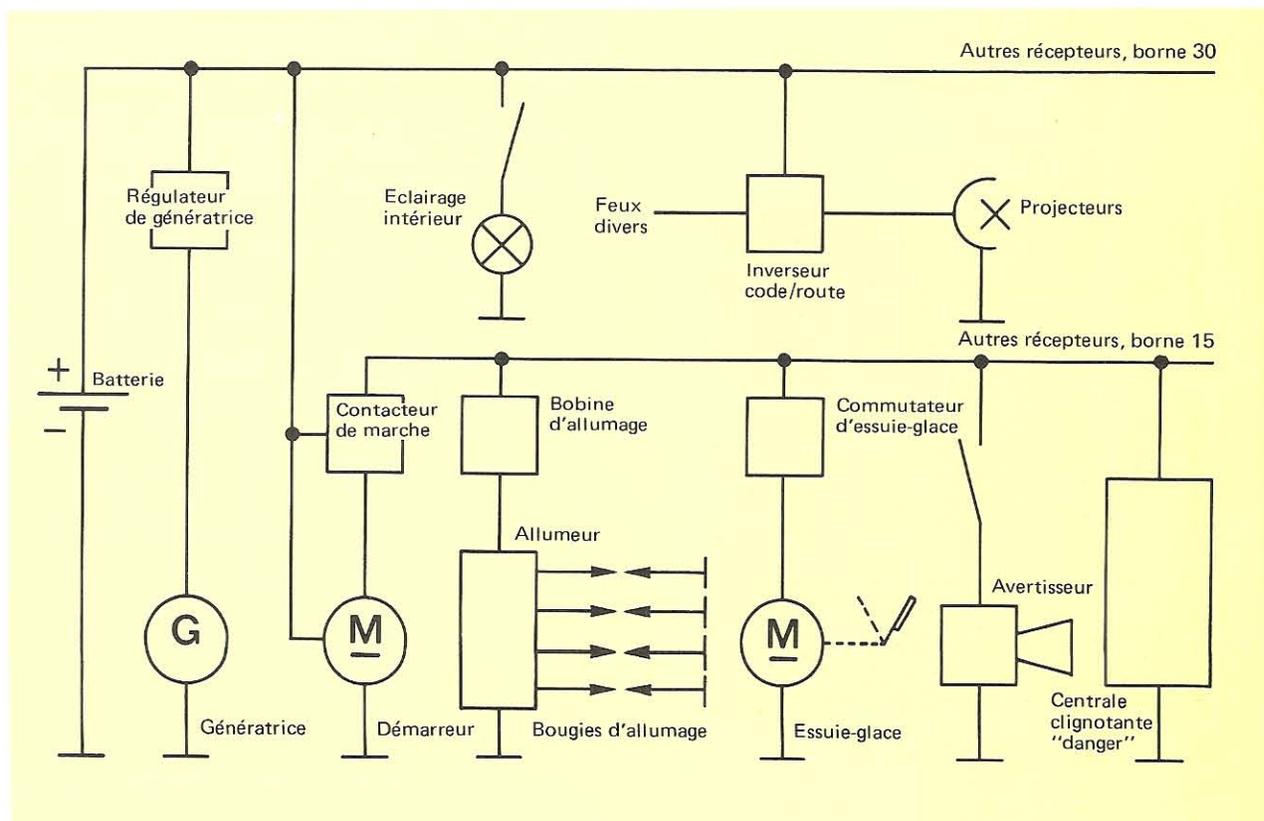
Dans la réalisation des batteries de traction, on cherche principalement à obtenir une capacité importante, nécessaire pour assurer une autonomie suffisante au véhicule (décharge prolongée); par contre, en ce qui concerne les batteries de démarrage, il s'agit principalement d'obtenir une intensité immédiate élevée (nécessaire au démarrage du moteur à combustion).

L'objet de la présente notice se limite à l'étude des batteries de démarrage¹).

Parmi les diverses sortes d'accumulateurs (p. ex. accumulateurs au plomb, au nickel-cadmium, à l'argent-zinc), les accumulateurs au plomb se sont imposés en tant que batteries de démarrage de véhicules automobiles en raison de leur prix de revient avantageux.

¹) A l'exception toutefois des batteries conçues pour la traction électrique de tondeuses à gazon mentionnées au chapitre 4.

Fig. 2 Représentation schématique du système électrique d'un véhicule montrant les différents récepteurs (exemple).



2. Principe de l'accumulateur au plomb

2.1. Généralités

Le composant de base de toute batterie est l'élément d'accumulateur (fig. 3).

Son bac renferme

l'électrode positive (électrode plus)

et l'électrode négative (électrode moins).

Les électrodes sont plongées dans un liquide appelé électrolyte.

Electrodes

Dans l'élément *chargé*, la matière active de l'électrode positive est composée essentiellement de peroxyde de plomb (formule chimique PbO_2 , couleur brun foncé) et la matière active de l'électrode négative de plomb pur (Pb, couleur gris métallique).

Le plomb constituant la matière active des électrodes apparaît donc alternativement sous forme de plomb pur Pb et sous forme de composé plombeux, c'est-à-dire de peroxyde de plomb PbO_2 , et encore — comme nous le verrons plus tard en étudiant le processus de décharge — sous forme de sulfate de plomb $PbSO_4$. Ceci est dû au fait que le plomb peut présenter différentes valences, la "valence" étant considérée ici comme la charge électrique d'un atome. Par exemple, dans le peroxyde de plomb, l'atome de plomb a pour valence "IV" (c'est-à-dire 4 unités de charge positive) et l'atome de plomb métal la valence "0"

Electrolyte

On utilise comme électrolyte une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4 , masse volumique 1,28 kg/l).

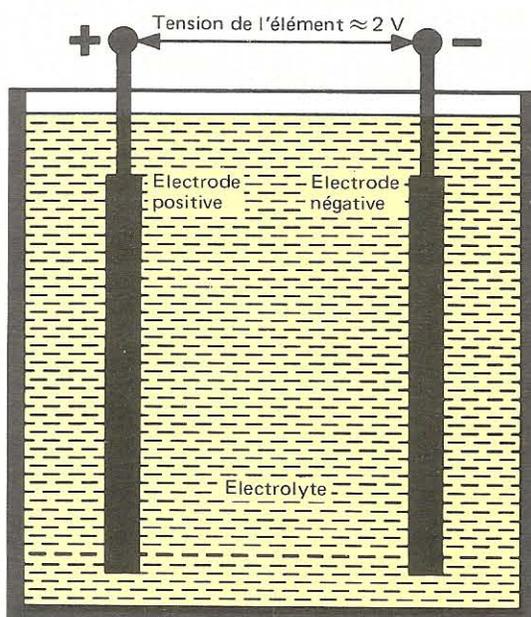


Fig. 3 Structure de principe d'un élément au plomb.

Les électrolytes sont bons conducteurs, propriété qui joue un rôle important dans les processus de charge et de décharge. C'est pourquoi nous nous y arrêtons quelque peu.

Conductibilité de l'électrolyte

Il existe des conducteurs électriques classe 1 (p. ex. les métaux) dans lesquels la circulation du courant résulte d'un déplacement d'électrons, et des conducteurs classe 2 dans lesquels le courant circule par déplacement de particules chargées (conduction ionique).

Les conducteurs de la classe 2 sont constitués de composés chimiques dissous dans de l'eau et pouvant se dissocier en éléments positifs et négatifs (ions). L'électrolyte utilisé dans les éléments au plomb (solution d'acide sulfurique, formule chimique H_2SO_4 ¹⁾) est un conducteur de cette classe.

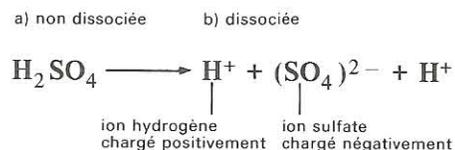
En solution aqueuse, les molécules d'acide sulfurique se séparent en ions hydrogène H^+ chargés positivement et en ions sulfate $(SO_4)^{2-}$ dont les charges sont, dans l'ensemble, correspondantes.

"Chargé positivement" signifie que la combinaison d'atomes neutre originelle a cédé des électrons et que, par conséquent, une charge positive subsiste (p. ex. H^+). Au contraire, "chargé négativement" signifie que la combinaison d'atomes a gagné des électrons supplémentaires et qu'ainsi la charge négative prédomine (p. ex. $(SO_4)^{2-}$).

Il s'ensuit que la charge positive de deux ions hydrogène correspond exactement à la charge négative d'un ion sulfate, de sorte que lorsque les ions se combinent pour constituer une molécule d'acide sulfurique, celle-ci (vue de l'extérieur) apparaît non chargée.

Considérée de l'extérieur, la solution d'électrolyte elle aussi apparaît électriquement neutre, car les charges ioniques s'équilibrent. Dans l'électrolyte à la concentration normale (masse volumique 1,28 kg/l), presque toutes les molécules d'acide sulfurique sont dissociées. La dissociation des molécules d'acide sulfurique est la condition première pour que l'électrolyte soit conducteur, c'est-à-dire pour qu'un courant de charge ou de décharge puisse s'établir.

La formule suivante montre le processus de dissociation d'une molécule d'acide sulfurique (les signes + et - affectant les lettres indiquent les charges électriques).



¹⁾ Une molécule d'acide sulfurique se compose de 2 atomes d'hydrogène (H), d'un atome de soufre (S) et de 4 atomes d'oxygène (O), d'où la formule H_2SO_4 .



Fig. 4 Fabrication de faisceaux de plaques constitués de plaques positives, plaques négatives et séparateurs.

2.2. Réactions électrochimiques dans l'élément au plomb

2.2.1. Naissance de la tension d'élément

Lorsqu'on plonge une électrode (p. ex. en plomb métal) dans un électrolyte (p. ex. solution d'acide sulfurique), sous l'action de la "pression de la solution", des ions — c'est-à-dire des particules chargées électriquement — apparaissent dans l'électrolyte.

Dans le cas de l'électrode de plomb, des ions plomb chargés positivement — c'est-à-dire des atomes de plomb ayant perdu deux électrons — passent dans l'électrolyte.

Du fait de la migration des ions plomb positifs, des charges négatives (électrons) demeurent sur l'électrode de plomb: celle-ci n'est plus alors électriquement neutre, mais possède un potentiel électrique — un potentiel négatif, dans ce cas, par rapport à l'électrolyte.

Si l'on plonge dans l'électrolyte deux électrodes, chacune constituée d'un matériau différent (fig. 3), ces deux électrodes présentent chacune un potentiel différent par rapport à l'électrolyte commun. Il existe donc une différence de potentiel entre les deux électrodes, c'est-à-dire une tension électrique (tension de l'élément).

Dans le cas d'un élément au plomb, cette tension est d'environ 2 volts.

Le processus du passage dans l'électrolyte des particules chargées (p. ex. ions plomb) que nous venons de décrire aboutit rapidement à un état d'équilibre, la charge symétrique négative demeurée sur l'électrode exerçant une attraction sur les ions positifs qui se sont libérés. Cette force antagoniste équivaut en valeur absolue à la pression de la solution. Ce n'est qu'en fournissant du courant à l'élément que cet équilibre entre la pression de la solution et la force antagoniste est rompu, de sorte que des particules chargées se libèrent à nouveau. Dans les deux paragraphes qui suivent, nous nous proposons d'expliquer plus en détail les réactions aux électrodes accompagnant la charge et la décharge.

2.2.2. Réactions chimiques pendant la charge

Dans un élément au plomb *déchargé* (fig. 5c), la matière active de l'électrode positive, de même que celle de l'électrode négative, est constituée de sulfate de plomb (formule chimique: PbSO_4 , couleur blanche¹).

¹) La couleur blanche du sulfate de plomb est partiellement masquée par la matière active qui subsiste encore; c'est pourquoi il arrive souvent qu'on observe seulement un éclaircissement de la couleur des plaques déchargées.

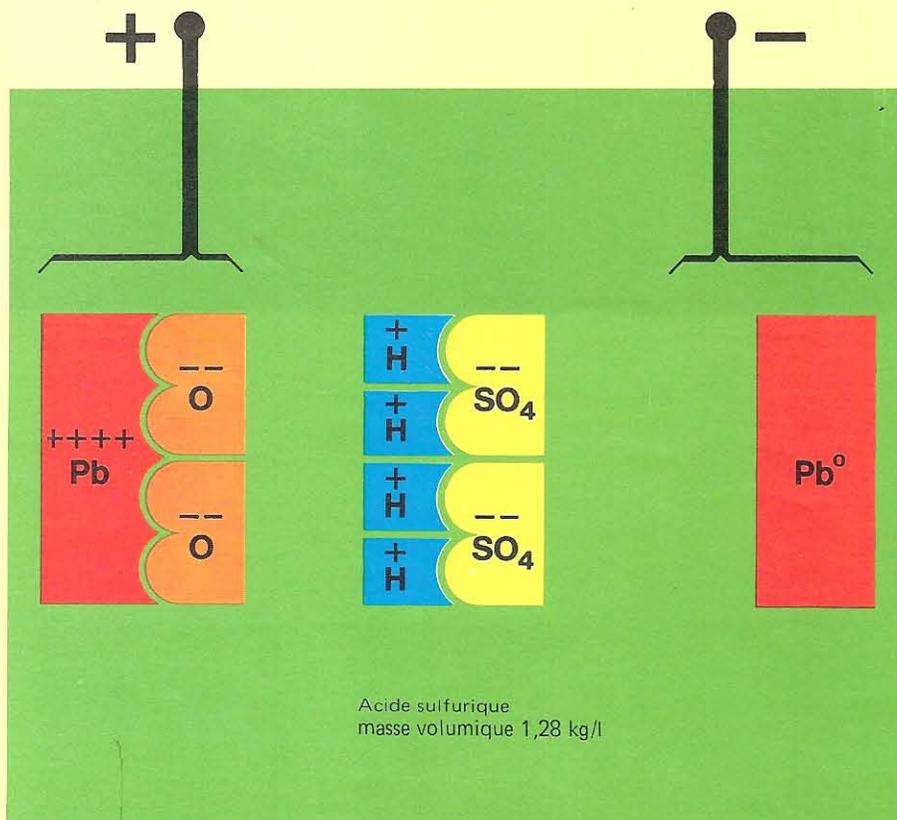


Fig. 5a Élément chargé
Electrode positive:
 PbO_2 (peroxyde de plomb)
Electrode négative:
Pb (plomb métal)

L'électrolyte est une solution d'acide sulfurique (masse volumique 1,12 kg/l), composée d'environ 17 % d'acide sulfurique pur (H_2SO_4) et de 83 % d'eau (H_2O).

Cette proportion d'acide sulfurique confère à l'électrolyte une conductibilité suffisante; de l'eau pure ne conduirait pas le courant électrique.

Pour charger l'élément au plomb, on branche ses deux électrodes sur une source de courant continu appropriée (génératrice à courant continu, chargeur de batterie), en ayant soin de relier l'électrode *positive* de l'élément au *pôle positif* de la source de courant continu et l'électrode *négative* au *pôle négatif* de la source.

Contrairement à la réaction de décharge que nous étudions plus loin, la réaction de charge ne s'accomplit pas spontanément. C'est une réaction forcée, obtenue au moyen d'énergie électrique fournie à l'élément, celui-ci atteignant en fin de charge un niveau énergétique élevé. Les figures 5a à 5d représentent schématiquement les réactions qui s'établissent entre les particules de l'électrolyte et de la matière des électrodes.

La source de courant de charge prélève sur l'électrode positive des électrons qu'elle repousse sur l'électrode négative (fig. 5d). Les électrons repoussés par la source de courant de charge font apparaître, à l'électrode *négative*, du plomb de valence nulle provenant des atomes positifs de plomb bivalent (décomposition de la molécule de sulfate de plomb PbSO_4). Simultanément, les

ions sulfate chargés négativement (SO_4)²⁻, libérés de l'électrode négative, passent dans l'électrolyte.

A l'électrode *positive*, par suite du prélèvement d'électrons (fig. 5d), le plomb positif bivalent est converti en plomb positif tétravalent. Mais, sous l'action du courant de charge, la combinaison de plomb PbSO_4 (sulfate de plomb) est dissociée électrochimiquement. Le plomb positif tétravalent se combine alors avec l'oxygène provenant de l'eau H_2O pour former du peroxyde de plomb PbO_2 . Voir fig. 5a.

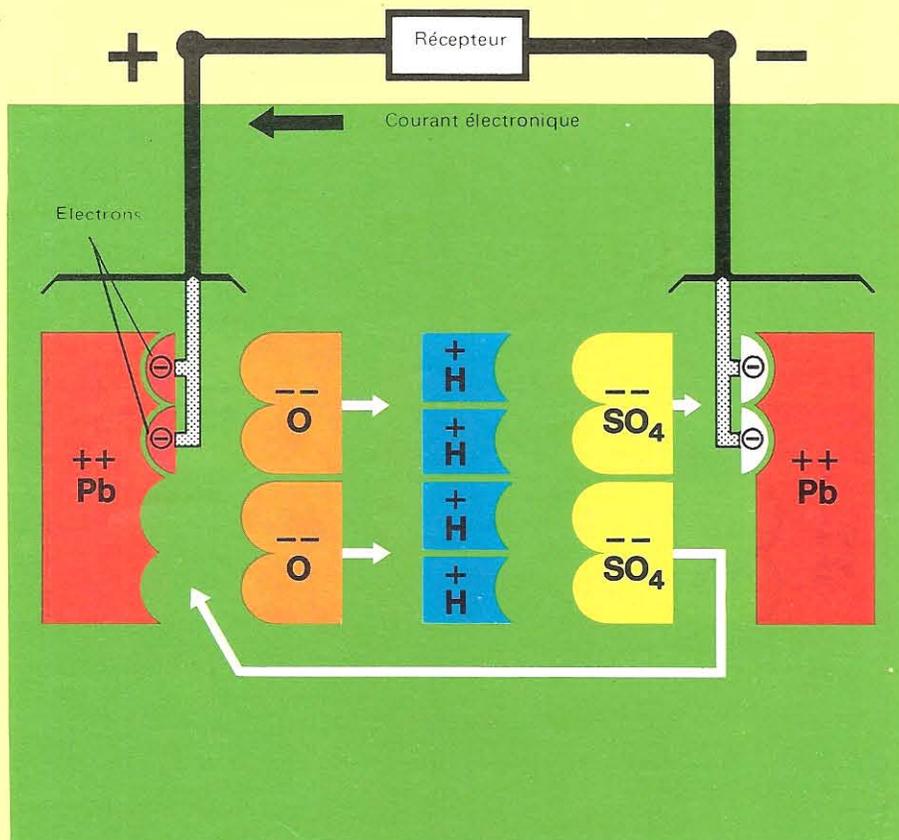
Pendant cette réaction d'oxydation, les ions (SO_4)²⁻ (de la combinaison de plomb PbSO_4) libérés de l'électrode positive et les ions H^+ (de la combinaison H_2O) passent dans l'électrolyte.

Comme mentionné plus haut, des ions (SO_4)²⁻ provenant de l'électrode négative passent dans l'électrolyte en solution. Ainsi, le processus de charge provoque l'élévation du nombre des ions H^+ et des ions (SO_4)²⁻ dans l'électrolyte, ce qui signifie que de l'acide sulfurique est reconstitué et que, par conséquent, la masse volumique de l'électrolyte augmente. Normalement, lorsque l'élément est chargé, cette masse volumique atteint 1,28 kg/l, ce qui correspond à une teneur de 37 % d'acide sulfurique pour 63 % d'eau.

Fig. 5b Décharge

Le courant électronique circule de l'électrode négative à l'électrode positive en passant par le récepteur.

Du sulfate de plomb PbSO_4 se forme sur les deux électrodes.



On peut donc, en mesurant la masse volumique de l'électrolyte, juger de l'état de charge d'un élément ou d'une batterie (capacité disponible, voir paragraphe 6.14.).

Après transformation¹⁾ du sulfate de plomb en peroxyde de plomb à l'électrode positive et en plomb métal Pb à l'électrode négative, la charge est terminée. L'élément au plomb peut être alors séparé de la source de courant de charge. Au cours de la charge, l'énergie électrique fournie à l'élément a été transformée en énergie chimique et emmagasinée.

2.2.3. Réactions électrochimiques à la décharge (prélèvement de courant)

Les figures 5b et 5c représentent schématiquement la réaction de décharge. Comme dans le chapitre précédent, on considérera ici également, pour l'explication de principe, les réactions qui se manifestent entre une particule de la matière de chacune des deux électrodes et les particules correspondantes de l'électrolyte. En pratique, ces réactions jouent sur un nombre de particules extrêmement élevé (de l'ordre de 10^{24}), ce qui permet de prélever du courant sur un élément durant un laps de temps relativement long.

Le *point de départ* considéré pour la décharge est l'élément au plomb à l'état chargé (fig. 5a). Lorsqu'on relie

ses deux pôles par l'intermédiaire d'un récepteur (une lampe électrique p. ex.), la différence de potentiel (ou tension de l'élément) existant entre les deux pôles provoque la circulation à travers le récepteur d'un courant d'électrons s'écoulant de l'électrode négative vers l'électrode positive²⁾ (fig. 5b).

L'afflux d'électrons provoque la transformation du plomb positif tétravalent de l'électrode positive en plomb positif bivalent ainsi que la rupture de la combinaison du plomb positif primitivement tétravalent avec les atomes d'oxygène. Les atomes d'oxygène ainsi libérés se combinent avec les ions hydrogène H^+ — prélevés sur l'acide sulfurique — pour former de l'eau H_2O . Voir fig. 5c.

Du plomb positif bivalent se forme également à l'électrode négative par suite de la migration vers l'électrode positive d'électrons provenant du plomb métal. Voir fig. 5b.

¹⁾ On reconnaît cet état au fait qu'une prolongation de la charge n'entraîne plus l'élévation de la tension de charge ni de la masse volumique de l'électrolyte.

²⁾ Ainsi, à la décharge (prélèvement de courant), le courant est de sens opposé au courant de charge (voir paragraphe 2.2.2.). De même, les réactions électrochimiques aux électrodes se produisent également en sens inverse des réactions de charge.

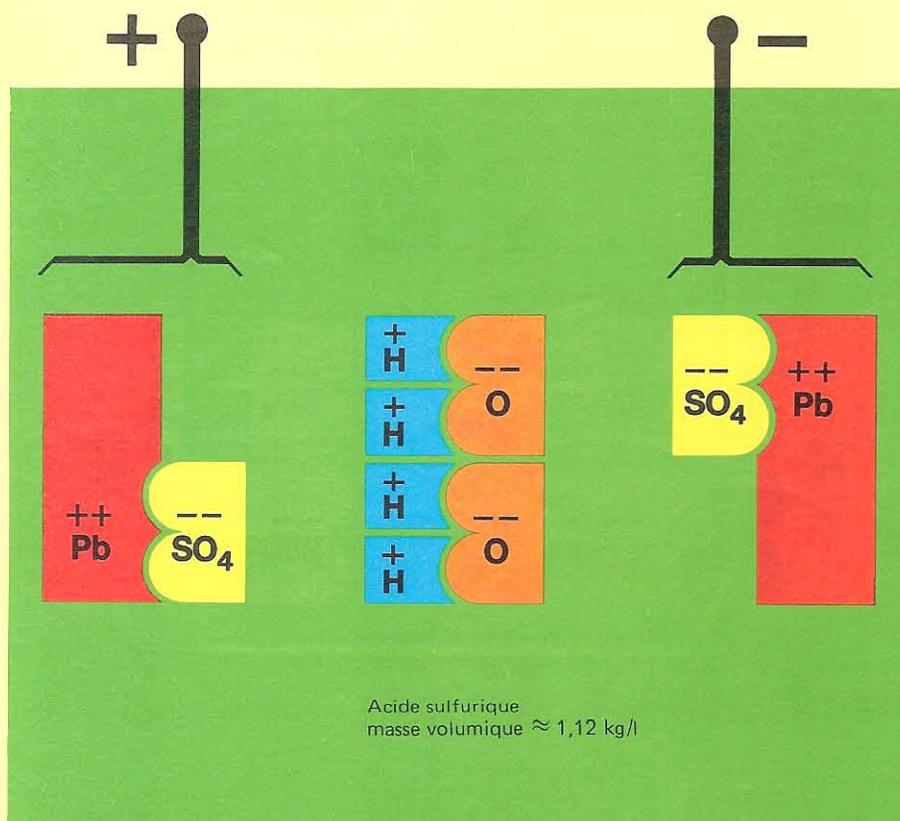


Fig. 5c Elément déchargé

Du sulfate de plomb $PbSO_4$ s'est formé aux deux électrodes; en outre, il s'est formé également de l'eau H_2O .

Les ions sulfate à double charge négative (SO_4^{2-}) (provenant de l'acide sulfurique) se combinent avec le plomb positif bivalent des *deux* électrodes, de sorte que du sulfate de plomb PbSO_4 se forme sur les deux électrodes durant la décharge (fig. 5c).

Celles-ci ont alors retrouvé l'état dans lequel nous les avons prises au début, c'est-à-dire avant la charge initiale. Pendant la décharge, l'énergie *chimique* emmagasinée dans l'élément s'est reconvertie en énergie *électrique*, laquelle a été absorbée sous cette forme par le récepteur. L'élément au plomb a repris également son niveau énergétique initial. La figure 6 montre le comportement énergétique d'un élément à la charge et à la décharge.

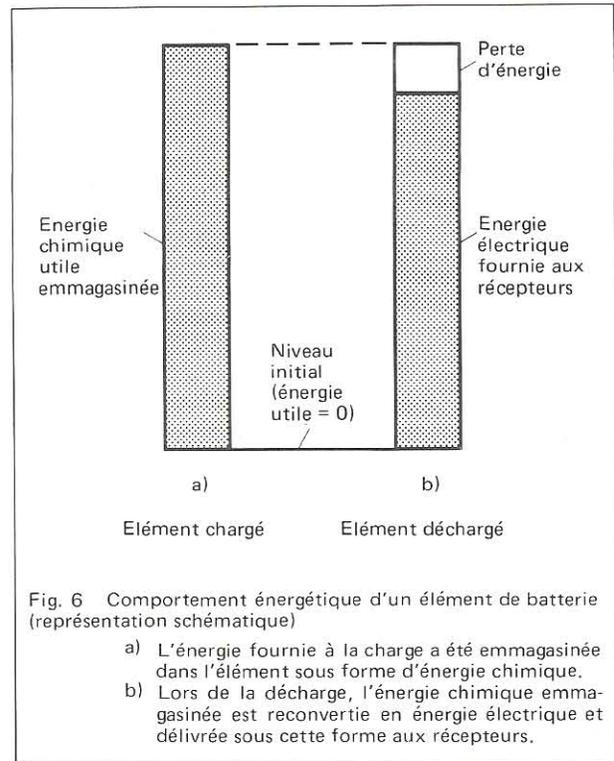


Fig. 5d Charge de l'élément

A la charge, le courant d'électrons (génératrice à courant continu) circule de l'électrode positive à l'électrode négative, c'est-à-dire dans le sens opposé au courant de décharge (prélèvement de courant).

Du peroxyde de plomb PbO_2 se forme à l'électrode positive et du plomb métal Pb à l'électrode négative.

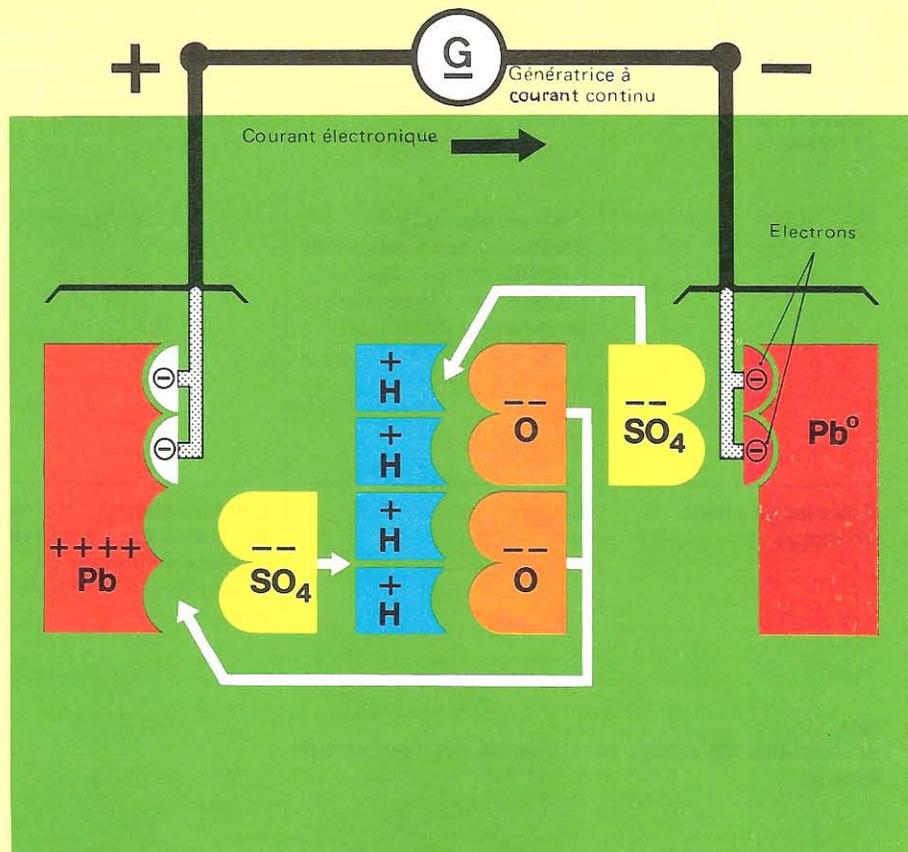


Tableau des réactions de décharge

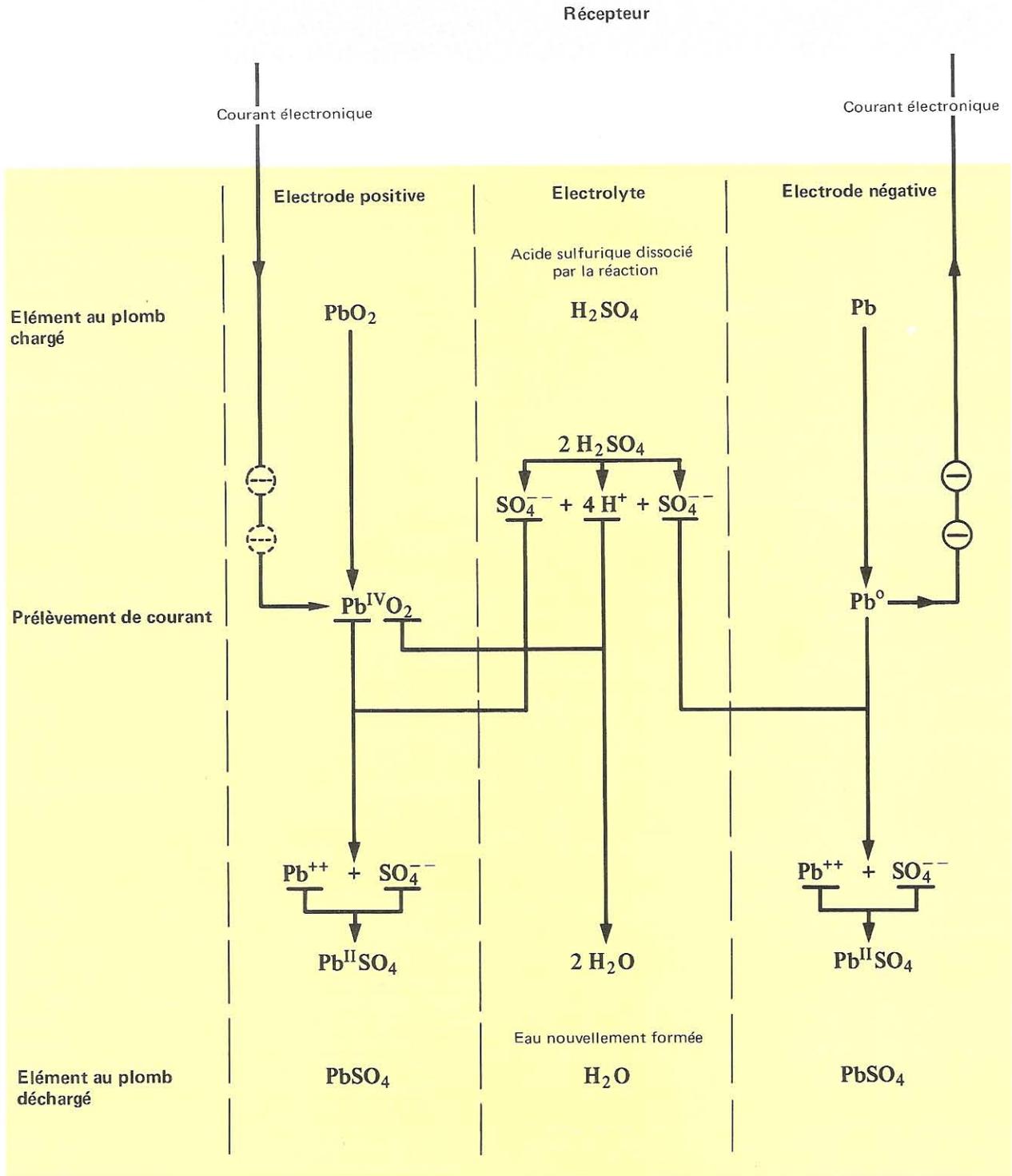
Pour le lecteur familiarisé avec les formules chimiques, nous ajoutons ci-dessous un résumé des réactions accompagnant l'opération de décharge et les équations correspondantes.

Les réactions de décharge décrites sont représentées symboliquement à la page suivante.

	Electrode positive	Electrolyte	Electrode négative
Elément au plomb chargé	Matière active: peroxyde de plomb PbO_2	Acide sulfurique, masse volumique 1,28 kg/l	Matière active: plomb métal Pb
Prélèvement de courant Le courant électronique circule du pôle négatif au pôle positif en passant par le récepteur. C'est alors le plomb métal de l'électrode négative qui délivre le courant.	A partir du plomb positif tétravalent du peroxyde de plomb $Pb^{IV}O_2$, qui reçoit 2 électrons provenant du circuit extérieur, il se forme des ions plomb à double charge positive Pb^{2+} Ces ions plomb Pb^{2+} s'associent aux ions sulfate à double charge négative $(SO_4)^{2-}$ de l'électrolyte pour former du sulfate de plomb $Pb^{II}SO_4$.	Dissociation de l'acide sulfurique: $2 H_2SO_4 \rightarrow 4 H^+ + 2 (SO_4)^{2-}$ Les deux atomes d'oxygène (2 O) du peroxyde de plomb $Pb^{IV}O_2$ de l'électrode positive s'unissent aux ions hydrogène chargés positivement ($4 H^+$) de l'électrolyte pour former de l'eau ($2 H_2O$).	A partir du plomb métal non-valent Pb, la perte d'électrons au profit du circuit extérieur provoque la formation d'ions plomb bivalents Pb^{2+} Ces ions plomb Pb^{2+} se combinent avec les ions sulfate à double charge négative $(SO_4)^{2-}$ de l'électrolyte pour former du sulfate de plomb $Pb^{II}SO_4$.
Elément au plomb déchargé	Sulfate de plomb $PbSO_4$	Eau nouvellement formée H_2O , d'où diminution de la masse volumique de l'électrolyte à 1,12 kg/l environ.	Sulfate de plomb $PbSO_4$

Nota

Les réactions de charge sont inverses des réactions de décharge.



Symboles utilisés

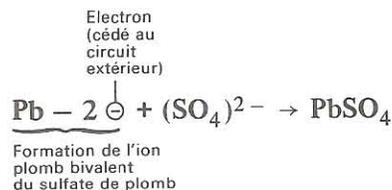
Pb^0 Plomb métal, valence nulle
 $Pb^{II}SO_4$ Sulfate de plomb avec plomb chimiquement bivalent
 $Pb^{IV}O_2$ Peroxyde de plomb avec plomb chimiquement tétravalent
 H_2SO_4 Acide sulfurique presque complètement dissocié en ses ions H^+ et $(SO_4)^{2-}$

$(SO_4)^{2-}$ Ion sulfate, chargé négativement (anion acide sulfurique)
 H^+ Ion hydrogène, chargé positivement
 H_2O Eau
 \ominus Electron

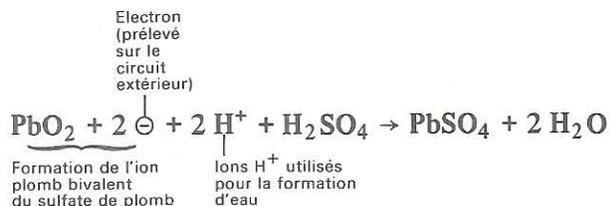
2.2.4. Equations des réactions électrochimiques dans un élément au plomb

Décharge

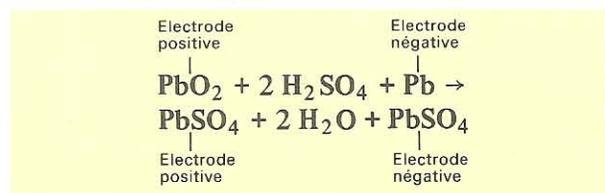
Electrode négative



Electrode positive

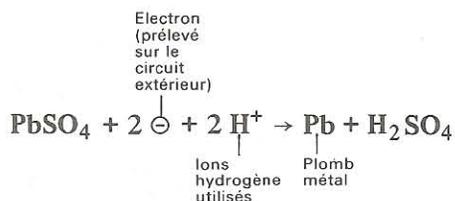


La somme de ces deux équations donne le résultat global des transformations chimiques à la *décharge* d'un élément au plomb.

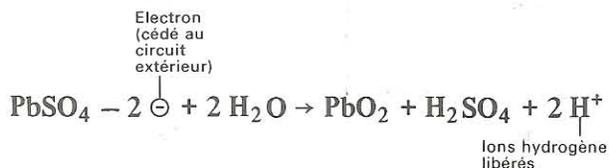


Charge

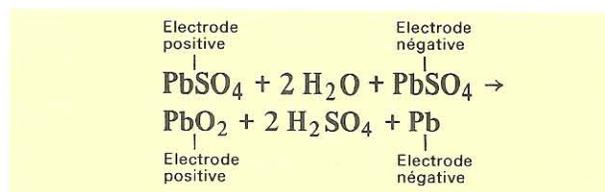
Electrode négative



Electrode positive



En faisant la somme des deux équations, on obtient le résultat global des transformations chimiques à la *charge* d'un élément au plomb.



(Inversion de l'équation finale correspondant au processus de décharge).

2.2.5. Dégagement gazeux dans l'élément au plomb

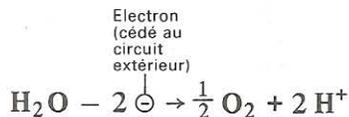
La quantité d'électricité qu'un élément au plomb peut absorber à la charge¹⁾ est limitée; en conséquence, après un temps de charge déterminé, la limite de saturation est atteinte. Aux points des électrodes où la charge a totalement transformé le sulfate de plomb en plomb ou en peroxyde de plomb, les réactions précédemment étudiées ne peuvent plus s'effectuer. Si l'on poursuit néanmoins la charge, une nouvelle réaction, indésirable, se manifeste.

En effet, ne pouvant plus être utilisée pour la transformation chimique de la matière des électrodes, l'énergie électrique fournie par la source de courant continu (chargeur de batterie) décompose l'eau par électrolyse. De l'hydrogène se dégage à l'électrode négative et de l'oxygène à l'électrode positive.

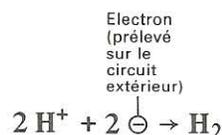
Ce dégagement gazeux se manifeste pour une tension de charge de 2,4 V environ (tension de dégagement gazeux). Il a pour conséquence une perte d'eau permanente, entraînant l'accroissement de la concentration de l'électrolyte (masse volumique) qui prend une valeur excédant la valeur prescrite pour une batterie chargée à fond.

Ce phénomène se déroule de la manière suivante:

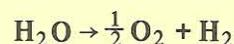
à la *plaque positive*, les molécules d'eau sont dissociées par le courant en oxygène gazeux et en ions hydrogène.



À la *plaque négative*, les ions hydrogène perdent leur charge électrique et donnent de l'hydrogène gazeux:



La somme des deux équations donne la réaction globale:



En pratique, le dégagement gazeux — ainsi que l'élévation de la masse volumique de l'électrolyte et de la tension aux bornes — indique que l'élément est chargé. Toutefois, on laisse généralement la batterie "fumer" un certain temps pour être sûr que le sulfate de plomb s'est partout transformé en plomb et en peroxyde de plomb, particulièrement dans les couches profondes de la matière active. On interrompt alors la charge. Une batterie chargée à fond continue à dégager des gaz encore assez longtemps après coupure du courant de charge.

Le mélange gazeux d'hydrogène et d'oxygène (gaz détonant) qui s'est dégagé pendant la charge présente un danger d'explosion. C'est pourquoi il faut prévoir une bonne aération du local de charge.

¹⁾ Voir également au paragraphe 6.7. (Capacité).



Formation des plaques de batteries dans des bassins spéciaux.

Les plaques sont finalement montées dans le bac de la batterie après avoir été séchées par traitement spécial. On obtient ainsi des batteries qu'on peut stocker sans inconvénient et mettre en service 20 minutes après les avoir simplement remplies d'électrolyte.

3. Construction d'une batterie

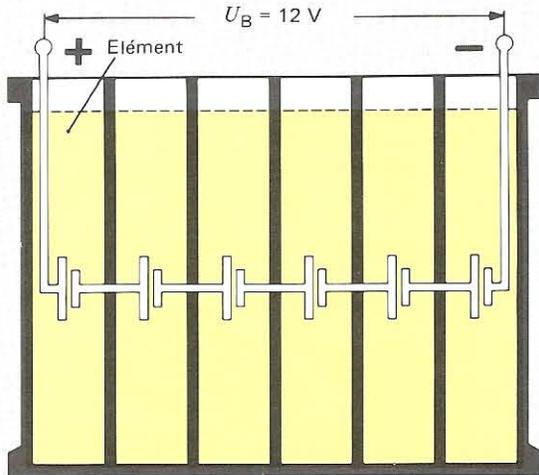


Fig. 7 La tension nominale d'une batterie est fonction du nombre d'éléments raccordés en série qui la composent.

$$U_B = n \cdot U_Z$$

n = nombre d'éléments
 U_B = tension nominale de la batterie
 U_Z = tension normale d'un élément

Jusqu'ici, pour faciliter l'explication du principe de fonctionnement, on a toujours parlé d'un *élément unique*, composé d'une électrode positive et d'une électrode négative. En réalité, dans le cas général, une batterie renferme plusieurs éléments montés en série et comportant chacun un faisceau de plaques positives et un faisceau de plaques négatives. Le montage en série des éléments permet d'obtenir une tension plus élevée: par exemple, une batterie de 12 V comporte 6 éléments de 2 V chacun (fig. 7).

Une batterie de véhicule automobile prête à être mise en service se compose essentiellement des pièces suivantes (fig. 8):

- Bac multiple avec cloisons de séparation.
- Couvercle monobloc avec ouvertures de remplissage d'éléments et bouchons.
- Plaques positives avec barrettes de jonction.
- Plaques négatives avec barrettes de jonction.
- Séparateurs (intercalés entre les plaques).
- Barrettes de connexion.
- Bornes (positive et négative).
- En outre, la batterie renferme l'électrolyte (solution d'acide sulfurique).

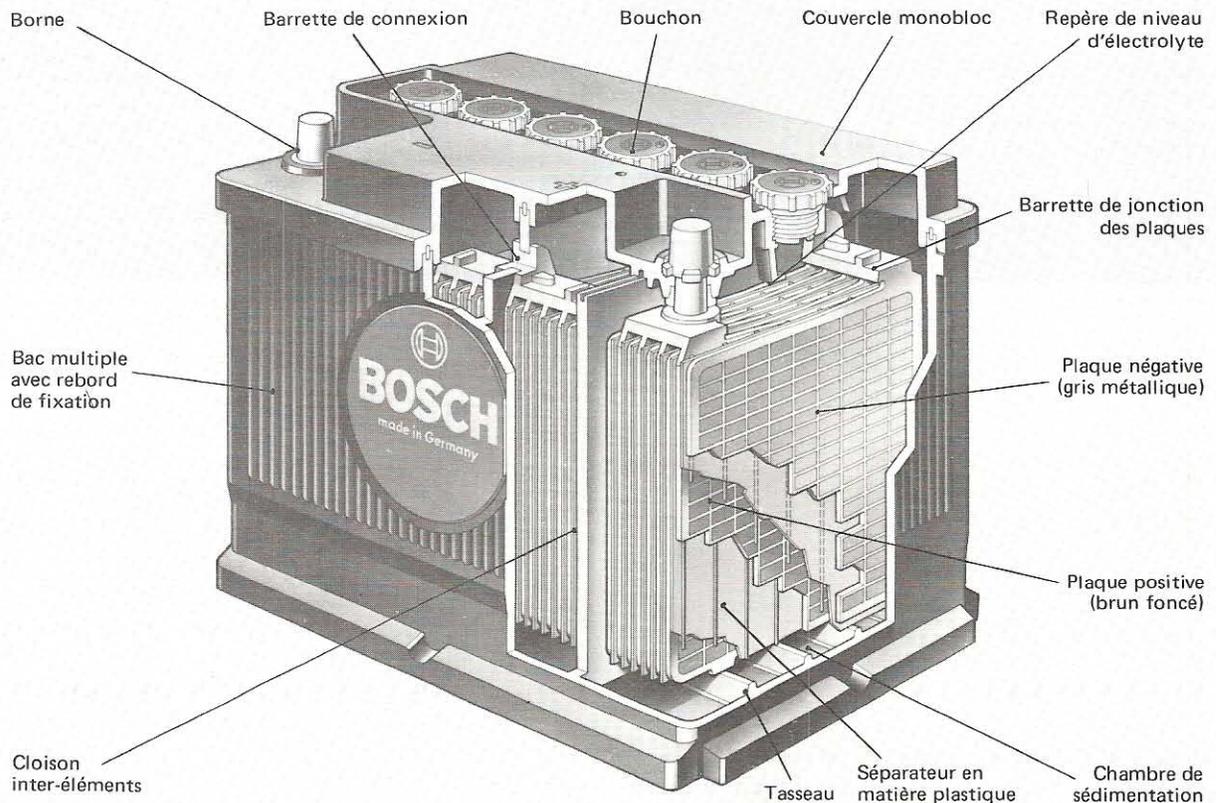


Fig. 8 Construction d'une batterie Bosch pour voiture automobile (exemple).

Pour montrer la différence avec une batterie de voiture, nous avons représenté à la figure 10 une batterie de 6 volts pour motocyclette.

Voici maintenant une description des différentes pièces constitutives d'une batterie.

Bac multiple

Le matériau de construction du bac (ébonite ou matière plastique) est isolant et résistant à l'action corrosive de l'acide. Le bac multiple des batteries modernes comporte un rebord prévu pour la fixation (fig. 8). La paroi intérieure du fond est munie de tasseaux sur lesquels les plaques reposent par leurs talons. L'espace compris entre les tasseaux sert de réceptacle aux particules de matière active qui peuvent éventuellement se détacher des plaques au cours des années de service de la batterie et tomber au fond du bac. Ainsi, ces particules, qui sont conductrices, ne risquent pas de demeurer en contact avec les plaques qu'elles pourraient autrement mettre en court-circuit.

Le bac multiple est divisé en cellules par des cloisons de séparation: six cellules pour les batteries de 12 volts et trois cellules pour les batteries de 6 volts par exemple. Chacune d'elles renferme l'élément de base de la batterie, celui-ci étant constitué d'un bloc de plaques comprenant des plaques positives et négatives ainsi que des séparateurs.

Couvercle monobloc

Dans les batteries modernes, (fig. 8), les éléments, avec leurs blocs de plaques, sont recouverts hermétiquement par un couvercle commun (couvercle monobloc). Pour le remplissage d'électrolyte, le couvercle comporte une ouverture par élément, fermée par un bouchon fileté avec trou d'évent.

Blocs de plaques

Les blocs de plaques sont constitués de plaques positives, de plaques négatives et de séparateurs insérés entre celles-ci (fig. 9). La capacité nominale de l'élément est fonction du nombre et de la taille de ses plaques¹.

Chaque plaque, dite "plaque à grille", est constituée d'une grille en plomb et de "matière active" insérée dans les mailles de la grille. Comme nous l'avons déjà mentionné, la matière active que contient la plaque positive chargée est du peroxyde de plomb PbO_2 , de couleur brun foncé, et la plaque négative chargée du plomb pur spongieux Pb , couleur gris métallique. Cette matière poreuse présente une surface active d'un grand développement.

Les plaques positives d'une part et les plaques négatives d'autre part sont reliées entre elles par des barrettes de jonction qui leur sont soudées. Le nombre des plaques négatives d'un élément étant supérieur d'une unité au nombre de ses plaques positives, les deux plaques extérieures du bloc sont donc normalement des plaques négatives (fig. 9).

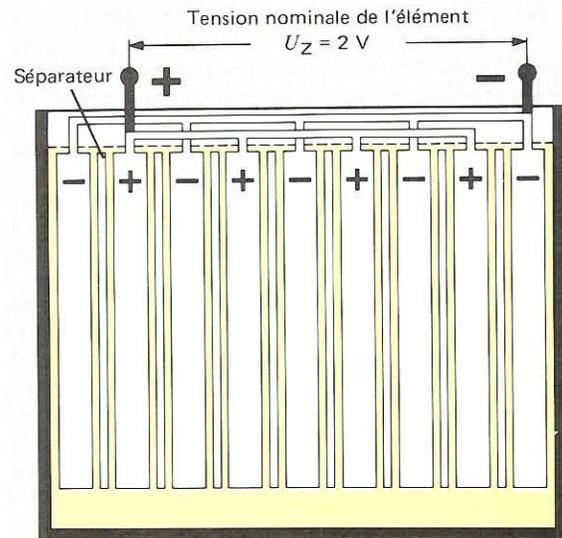


Fig. 9 Blocs de plaques d'un élément (avec plaques positives et négatives et séparateurs insérés entre celles-ci). La capacité nominale de l'élément est fonction, entre autres, du nombre et de la taille des plaques.

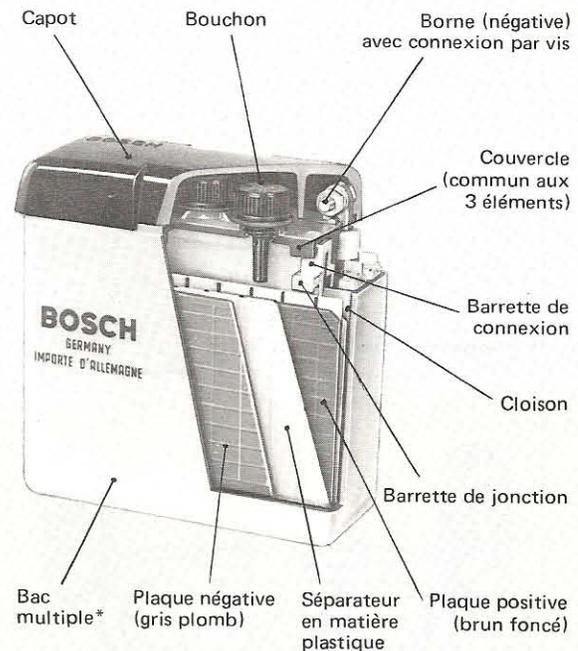


Fig. 10 Construction d'une batterie Bosch pour motocyclette (exemple).

* Tasseaux et chambre de sédimentation non-visibles sur la figure.

¹) Voir également au paragraphe 6.7. (Capacité).

Séparateurs

La construction des batteries pour véhicules automobiles est soumise à des impératifs de poids et d'encombrement minimum, ce qui conduit à placer les plaques très près les unes des autres. Il ne faut cependant pas que, par suite de déformation ou de détachement de matière active superficielle, les plaques puissent se toucher, sous peine de mise hors service de la batterie par court-circuit. C'est pourquoi, au montage d'un élément, on insère un séparateur dans l'étroit intervalle ménagé entre les plaques. Les séparateurs maintiennent ainsi un écartement suffisant entre les plaques voisines de polarité inverse pour que celles-ci soient électriquement isolées les unes des autres en ce qui concerne la conduction par électrons. Cependant, les séparateurs ne doivent pas opposer de résistance appréciable au déplacement des ions dans l'électrolyte (solution d'acide sulfurique). Tout en étant résistant à l'action corrosive de l'acide, le matériau de construction des séparateurs doit donc présenter une porosité suffisante (microporosité) pour que l'électrolyte puisse le traverser facilement. Il est nécessaire d'utiliser un matériau de structure microporeuse afin qu'aucun élément filiforme de plomb ne puisse traverser les séparateurs et provoquer un court-circuit.

Barrettes de connexion

Les différents éléments constituant la batterie sont montés en série; cette liaison est réalisée par les barrettes de connexion (voir fig. 8).

Dans les batteries modernes, afin de réduire la résistance interne et le poids, on utilise des barrettes de connexion directes. Les barrettes de jonction des plaques de chaque élément sont conduites directement à travers les cloisons de séparation et reliées ensemble. On réduit ainsi de beaucoup le risque de court-circuits provoqués par des causes extérieures. (Voir fig. 36).

Bornes

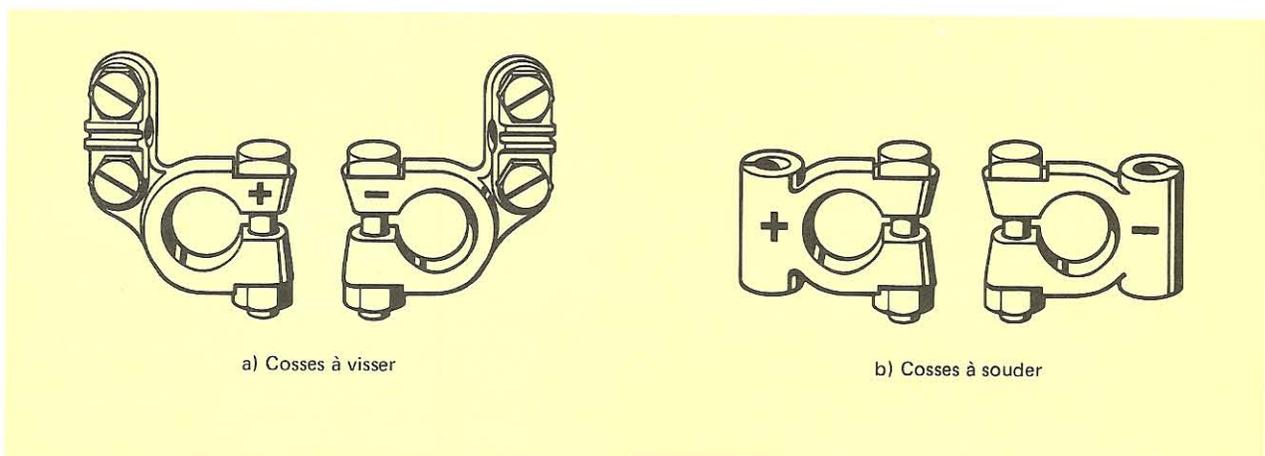
La barrette de jonction des plaques positives du premier élément est reliée à la borne positive de la batterie, tandis que la barrette de jonction des plaques négatives du dernier élément est reliée à la borne négative de la batterie. C'est entre ces deux bornes que s'établit la tension maximale de la batterie, soit 6 ou 12 volts.

Cosses de batterie

Les câbles de la batterie sont connectés aux bornes au moyen de cosses spéciales. Afin d'éviter toute erreur de branchement (permutation), les deux bornes portent un signe distinctif et sont de grosseur différente (la borne positive est plus épaisse).

Il existe deux modèles principaux de cosses de batterie – cosses à visser (fig. 11a) et cosses à souder (fig. 11b) sur les câbles de branchement. Notre catalogue spécial de batteries (VDT-AHE 410/2) présente un choix de cosses de batteries prévues pour les différents diamètres de câbles.

Fig. 11 Cosses de batterie



4. Types de batteries Bosch

Les batteries que nous décrivons ici servent principalement — en association avec le démarreur — à mettre en marche les moteurs à combustion interne.

Les batteries de démarrage Bosch sont des batteries à grande puissance. Grâce à l'importance de la surface active de plaques qu'elles présentent, elles se caractérisent par leur tension particulièrement élevée et par leur forte intensité à la décharge (départ à froid).

On les utilise, par exemple, pour les voitures de tourisme et les camionnettes de livraison, les tracteurs, camions et autocars, les motocyclettes et scooters, les bateaux à moteur (éclairage et feux entre autres). En outre, nous fabriquons des batteries spéciales pour la traction de tondeuses à gazon électriques. Les figures 13 à 19 représentent un choix de divers types de batteries.

Nous nous proposons maintenant de décrire les principales caractéristiques distinguant les différents types de batteries.

Electricquement parlant, ceux-ci peuvent différer par la tension (p. ex. 6 ou 12 volts), la capacité en ampères-heures (Ah), le courant d'essai à basse température, en ampères (A). (Pour plus amples explications sur ces caractéristiques, voir chapitre 6).

D'autres variantes d'exécution concernent le matériau de construction et la structure même des batteries.

Le bac de la batterie est réalisé en ébonite (voir exemple fig. 19) ou en matière plastique (polypropylène p. ex. voir fig. 13). Actuellement, on utilise principalement les bacs en ébonite pour les grosses batteries, tandis que les bacs en matière plastique sont surtout employés, en raison de leur poids réduit, pour les batteries de voitures de tourisme et de motocyclettes.

Comme poignées, on a donné la préférence aux poignées en corde plastique (voir fig. 19) qui, en comparaison des poignées métalliques escamotables (fig. 15), présentent l'avantage de ne pas être bruyantes pendant le transport, de ne pas se fausser et d'être insensibles à la corrosion.

Les batteries peuvent être fixées de différentes manières. Les batteries modernes sont souvent pourvues, à la base, de rebords (voir fig. 13, 14 et 19) permettant une fixation par pattes et vis.

Autrefois, on fixait les batteries au moyen d'un cadre de fixation enserrant le bac. La fixation des batteries de motocyclettes (fig. 16 et 17) est réalisée de préférence avec un collier de serrage posé sur leur capot. Voir, au chapitre 7, nos instructions spéciales se rapportant au montage des batteries.

La disposition donnée aux éléments et aux bornes peut différer suivant les types de batteries et suivant les possibilités de montage offertes par le véhicule auquel la batterie est destinée.

La figure 12 montre quelques exemples de dispositions courantes.

Nous citons encore quelques types particuliers de batteries:

- batteries de démarrage avec dispositif de dégazage;
- batteries de démarrage avec raccord pour sonde de contrôle;
- batteries de démarrage exécution "S";
- batteries pour tondeuses à gazon;
- batteries de démarrage ne nécessitant aucun entretien.

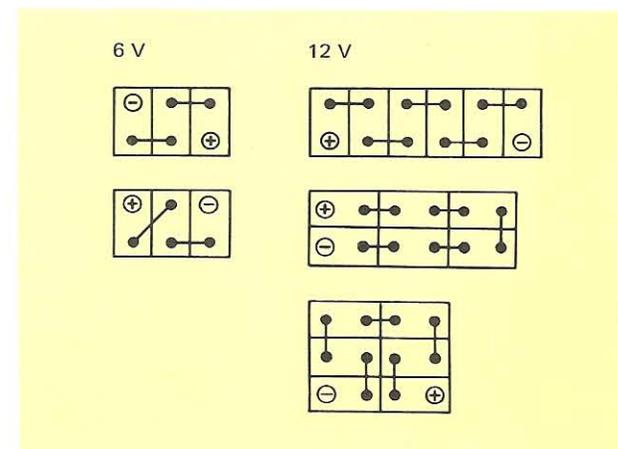
Batteries de démarrage avec dispositif de dégazage

En cours de service — p. ex. en cas de surcharge —, la batterie dégage des gaz qui peuvent provoquer des dommages dans le voisinage immédiat de son emplacement de montage. Afin d'éviter cet inconvénient, on utilise des batteries munies d'un tube de dégazage: les gaz s'échappant par les bouchons des éléments sont conduits à l'extérieur par un tuyau en matière plastique débouchant à un endroit où aucun dommage ne peut être causé.

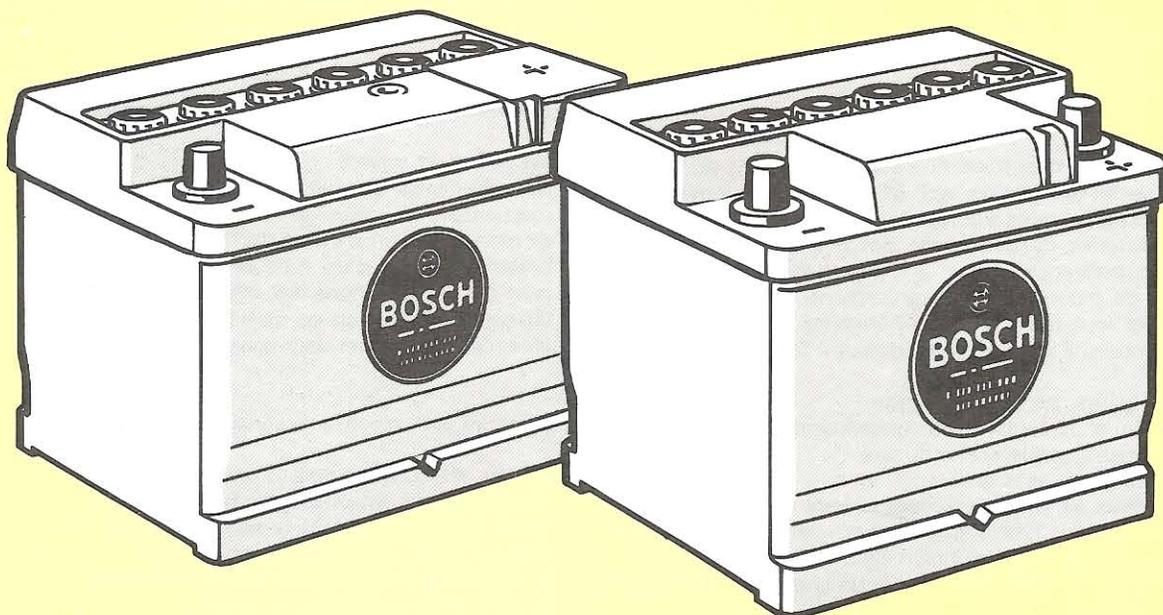
Batteries avec raccord de sonde

Sur les véhicules équipés d'une prise centrale pour poste de diagnostics, on utilise des batteries munies d'une sonde de contrôle assurant la surveillance du niveau d'électrolyte. Tant que le niveau est suffisant, la sonde ferme le circuit de contrôle; elle ouvre au contraire ce dernier lorsque le niveau descend au-dessous du minimum, ce qui a pour effet de déclencher un signal indiquant qu'il est nécessaire de parfaire le niveau de l'électrolyte de la batterie par addition d'eau distillée ou déminéralisée.

Fig. 12 Quelques exemples usuels de disposition des éléments et des bornes



Types de base de batteries



Batterie de démarrage 12 V

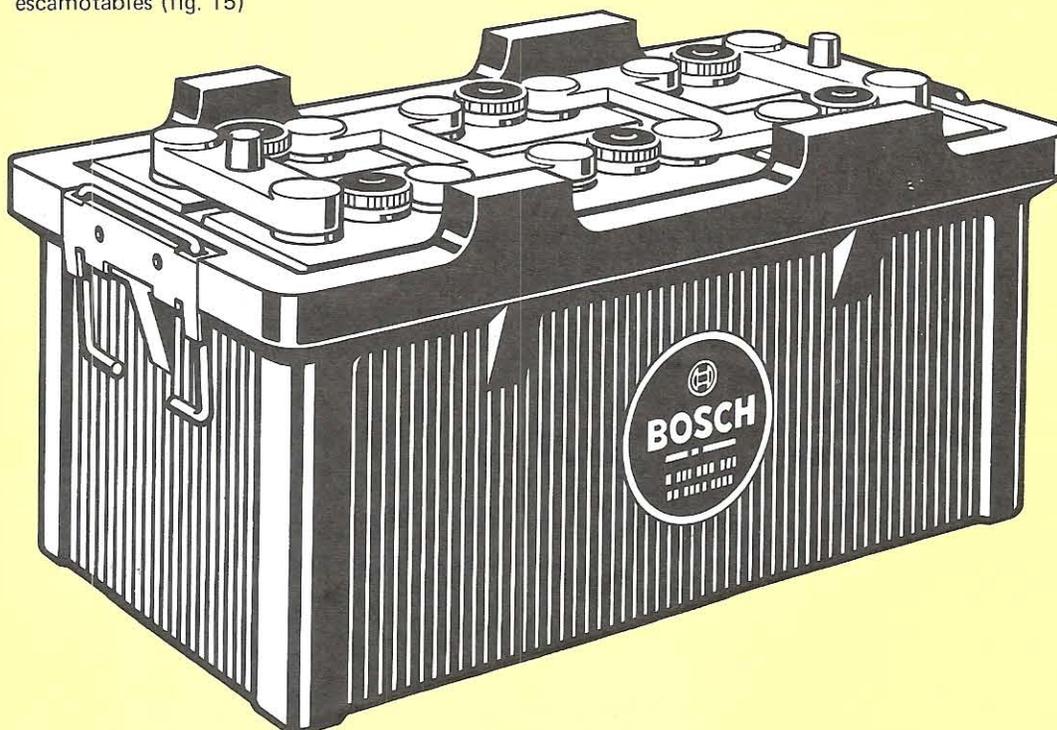
Bac matière plastique, couvercle monobloc, rebords de fixation (fig. 13)

Batterie de tondeuse à gazon 12 V

Batterie de traction; bac matière plastique, couvercle monobloc, rebords de fixation (fig. 14)

Batterie pour bateaux 6 V

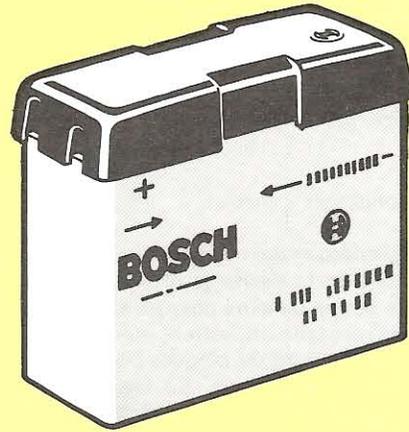
(Batterie à 6 éléments branchés 2 à 2 en parallèle). Bac ébonite, poignées métalliques escamotables (fig. 15)





Batterie pour motocyclette 6 V

Bac ébonite; capot (fig. 16)



Batterie pour motocyclette 6 V

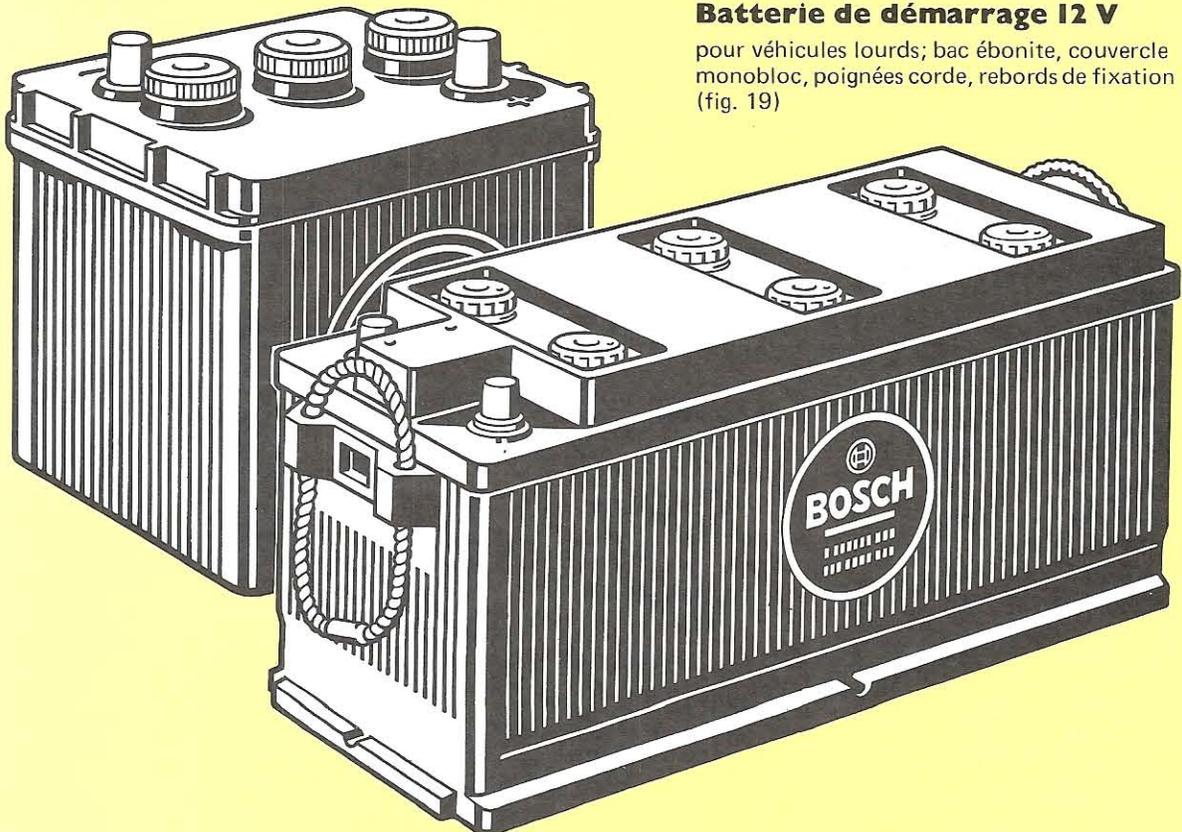
Exécution étroite; bac matière plastique, capot (fig. 17)

Batterie de démarrage 6 V

Bac matière plastique, couvercle monobloc (fig. 18)

Batterie de démarrage 12 V

pour véhicules lourds; bac ébonite, couvercle monobloc, poignées corde, rebords de fixation (fig. 19)



Batteries de démarrage modèle "S"

Ces batteries diffèrent des batteries de démarrage normales par leurs séparateurs spéciaux (formule de type avec lettre caractéristique "S" à la place de la mention du courant d'essai à basse température: p. ex. "12 V 84 Ah S").

Elles sont particulièrement recommandées dans tous les cas où l'on exige de fortes sollicitations (décharge poussée fréquente, p. ex. taxis) ou encore lorsque la batterie n'est utilisée qu'à des intervalles prolongés (p. ex. dans le cas de groupes électrogènes de secours peu employés).

Pour toutes les sollicitations inhabituelles, les batteries munies de séparateurs spéciaux assurent une plus longue durée de service que les batteries normales.

Batteries de tondeuses à gazon

Les batteries de démarrage normales ne sont pas étudiées pour fournir une forte décharge prolongée, car, dans ce cas, la matière active de leurs plaques est trop fortement sollicitée. Pour une telle utilisation, on construit des batteries spéciales, pourvues de plaques positives plus épaisses et de séparateurs spéciaux. La figure 14 représente une batterie de 12 volts de ce type, destinée à la traction électrique des tondeuses à gazon.

Ces batteries conviennent aussi particulièrement pour les installations mobiles d'appareils de radio et de télévision ainsi que pour les petites installations d'éclairage, etc.

Toutefois, les batteries spéciales pour tondeuses à gazon ne peuvent être utilisées comme batteries de démarrage.

Batteries de démarrage ne nécessitant pas d'entretien

Les batteries au plomb de type courant nécessitent un entretien régulier approprié qui consiste, pour l'essentiel, à remplacer, par addition d'eau distillée ou déminéralisée, l'eau qu'elles perdent en service.

La perte d'eau — abstraction faite d'une évaporation minimale — est provoquée par deux causes principales:

1. la décharge spontanée,
2. la surcharge.

Décharge spontanée

La décharge spontanée a pour cause essentielle (voir paragraphe 6.15.) la présence d'antimoine dans l'alliage de plomb constituant les plaques à grille, métal destiné en particulier à en augmenter la résistance mécanique. A mesure que la batterie vieillit, par suite de la corrosion de la grille des plaques positives, de plus en plus d'antimoine se libère et se dirige sur les plaques négatives où il s'associe à la matière active (plomb pur) pour former des éléments locaux en court-circuit provoquant une décomposition de l'eau, avec formation d'hydrogène, et une décharge spontanée des plaques négatives.

Surcharge

Lorsque la batterie chargée à fond demeure reliée à la source de courant de charge, celui-ci, en continuant de circuler, décompose l'eau de l'électrolyte (voir paragraphe 2.2.5.). A mesure que la batterie vieillit, l'intensité du courant de surcharge s'accroît, de même que la

décomposition de l'eau qui l'accompagne, car la tension des plaques négatives diminue fortement par suite de la séparation de l'antimoine décrite précédemment.

De nombreux travaux de recherche et de mise au point ont montré qu'il est possible, par des mesures appropriées, de réduire la consommation d'eau à une quantité infime.

Il s'agit principalement de mesures d'ordre métallurgique tendant à réduire l'action défavorable de l'antimoine et, par suite, la décharge spontanée ainsi que la décomposition d'une trop grande quantité d'eau due à la surcharge.

L'amélioration ainsi obtenue est encore renforcée par des mesures intéressant la fabrication.

Les batteries ne nécessitant pas d'entretien obtenues par ces procédés n'exigent aucun remplissage ultérieur en eau distillée ou déminéralisée au cours de toute leur durée de vie. Ces batteries étant hermétiquement fermées, on n'a plus à redouter les fausses manoeuvres et les inconvénients qui en résultent (p. ex. débordement d'électrolyte par excès de remplissage). En outre, le fait que la condition d'accessibilité n'est plus requise donne une grande liberté dans le choix de l'emplacement de montage de ce type de batteries sur le véhicule.

De même que dans le cas des batteries normales, la durée de vie des batteries ne nécessitant pas d'entretien est limitée, entre autres, par la désagrégation de la matière active et la corrosion des grilles.

Programme de livraison de batteries Bosch

Notre catalogue de batteries (VDT-AHE 410/2) présente le programme de livraison de batteries Bosch.

Les batteries Bosch sont livrées

soit
chargées, non remplies (souvent appelées: "chargées sèches")
soit
chargées, remplies.

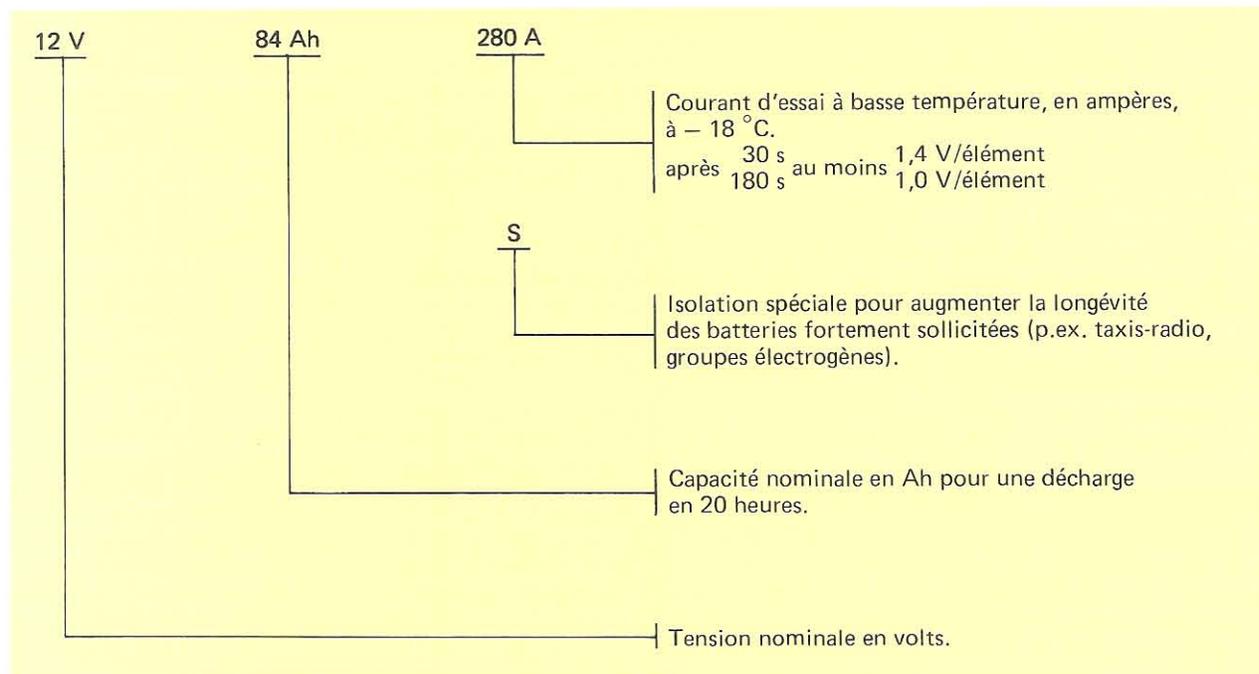
Avant la mise en service, les batteries chargées sèches doivent être remplies avec de l'électrolyte conforme aux prescriptions.

Certaines batteries sont livrées sous forme de "Set". Le "Set Batterie Bosch" comprend une batterie chargée, non remplie, et un récipient en matière plastique contenant l'électrolyte nécessaire (le tout dans un carton solide).

Signification de la formule de type

A côté de la référence à utiliser exclusivement pour la commande de la batterie, celle-ci porte une formule de type renfermant ses principales caractéristiques.

Exemple:



5. Robinet de batterie

En général, le branchement de l'équipement électrique des véhicules automobiles est réalisé de manière que le fait de retirer la clé de contact coupe le circuit d'alimentation reliant le contacteur de marche (éclairage/allumage/démarrage) à l'ensemble des récepteurs (équipement d'allumage, feux clignotants, essuie-glace p. ex.). Mais les câbles reliant la batterie au démarreur et au contacteur de marche demeurent sous tension. Un défaut d'isolement de ces câbles peut donc provoquer un court-circuit aux conséquences désagréables (décharge de la batterie du véhicule, risque d'incendie). L'utilisation d'un robinet de batterie permet d'éviter tous ces risques.

Le robinet de batterie se monte au voisinage immédiat de la batterie (fig. 22), dans le câble de masse. De sa place au volant, le conducteur doit pouvoir actionner à tout moment la poignée du robinet de batterie.

Remarque

Sur les équipements comportant un alternateur, le robinet de batterie ne doit toutefois, dans le cas général, pouvoir être manoeuvré qu'à l'arrêt du moteur. En effet, sur ces équipements, en raison du risque de destruction

des composants électroniques par les pointes de tension de l'alternateur, tout fonctionnement batterie hors circuit est rigoureusement proscrit.

Les robinets de batterie à levier amovible font également office d'antivol. La figure 20 représente un exemple de robinet de batterie unipolaire.

Sur les véhicules lourds à équipement 24 V (en particulier sur les autocars), l'installation électrique doit être mise totalement hors tension au retrait de la clé de contact afin d'éliminer, d'une part, tout risque de court-circuit et, d'autre part, l'apparition de phénomènes de désintégration par électrolyse pouvant affecter les pièces parcourues par un courant électrique lorsqu'elles sont souillées par des projections d'eau salée (service d'hiver).

On utilise alors un relais de batterie (robinet de batterie électromagnétique, fig. 21) monté à proximité de la batterie et relié au contacteur de marche par un câble de commande spécial. Le relais est mis indirectement en ou hors circuit par le conducteur actionnant la clé de contact du véhicule.

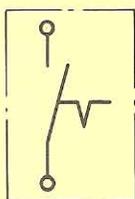
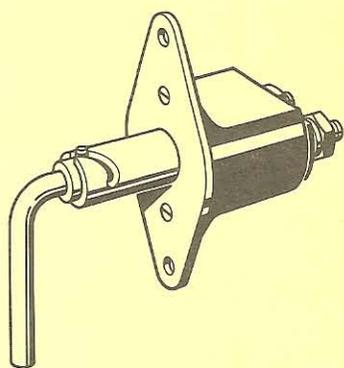
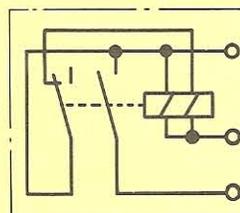
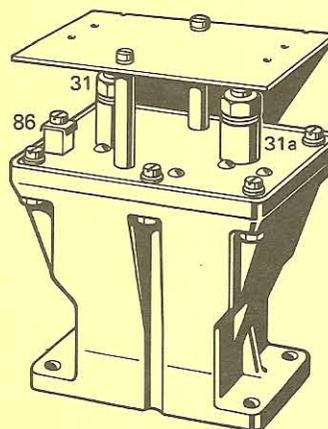


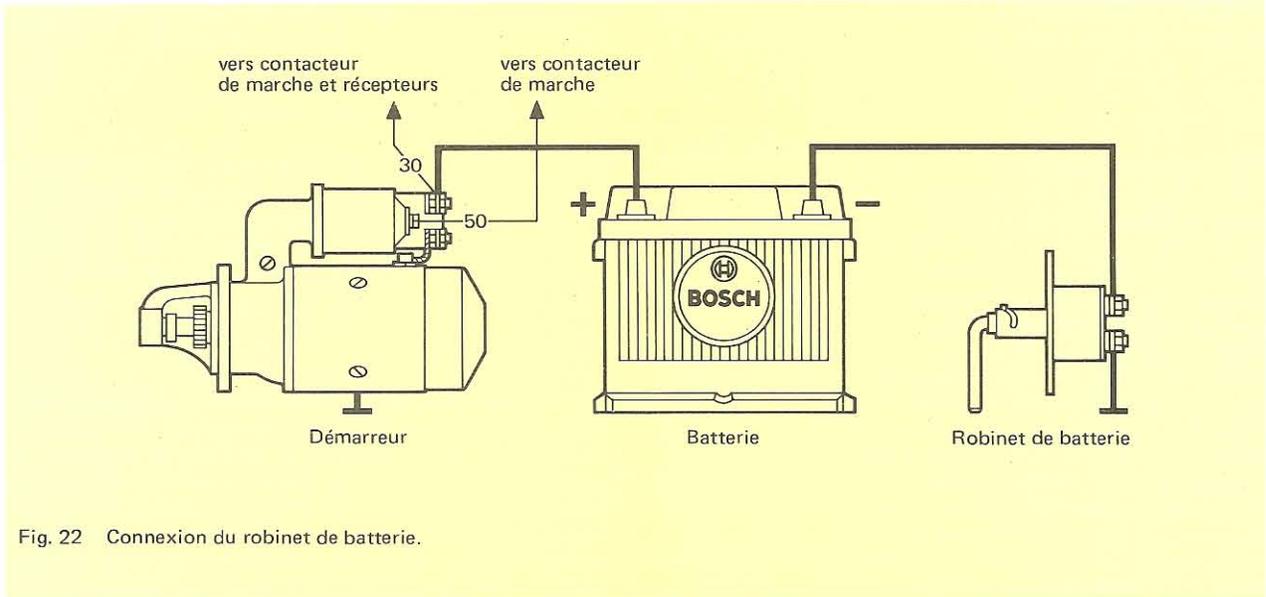
Fig. 20 Robinet de batterie Bosch (exemple).



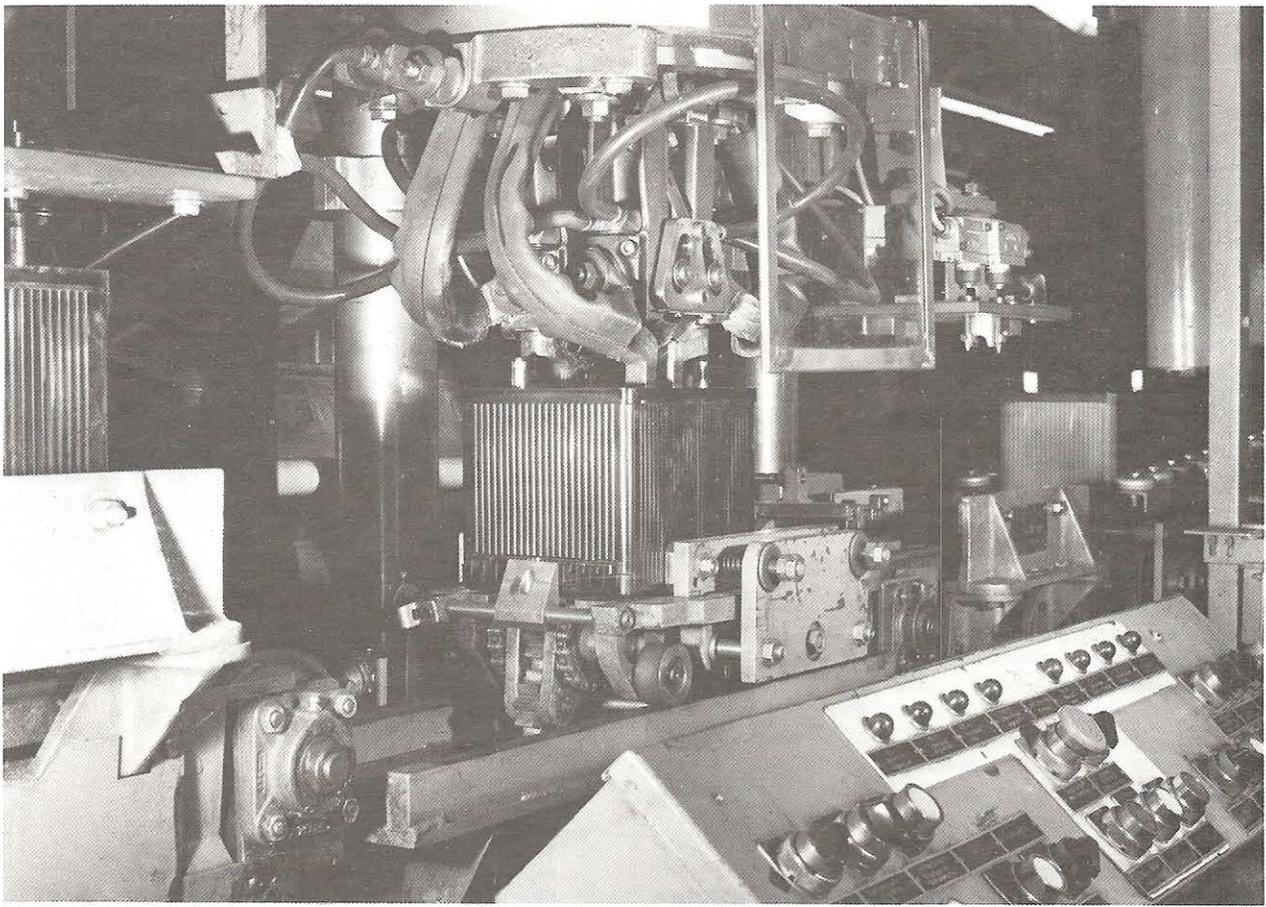
vers la borne
négative de la
batterie

Câble de commande
vers contacteur
de marche

Fig. 21 Robinet de batterie à commande électromagnétique pour véhicules lourds (camions, autocars, etc.) (exemple).



Poste de soudage et de contrôle des barrettes de connexion.



6. Notions et propriétés techniques

Ce chapitre est consacré à l'explication détaillée de termes techniques utilisés très fréquemment dans la pratique. L'index alphabétique, donné à la fin de cette notice, permettra au lecteur intéressé de retrouver aisément les termes essentiels de ce chapitre.

Parmi les caractéristiques les plus importantes, nous citons la tension nominale, la capacité nominale (6.12.) et le courant d'essai à basse température (6.6.).

6.1. Matière active

On désigne sous le nom de matière active la partie constitutive des plaques de batteries qui est soumise à des transformations chimiques lors du passage du courant, c'est-à-dire à la charge et à la décharge. Lors de la fabrication des batteries, on obtient cette matière active en faisant une pâte composée d'oxyde de plomb — renfermant encore ordinairement 5 à 15 % de plomb métal en fines particules (oxyde gris) — mélangé et pétri avec de l'eau, de l'acide sulfurique dilué, et parfois encore avec certains autres additifs, et des fibres courtes de matière plastique. Il se forme alors des sulfates de plomb basiques dans la pâte, qui contient cependant encore de l'oxyde de plomb et du plomb métal. La matière active est ensuite insérée dans les mailles des grilles de plomb (plaques à grilles de la batterie) où elle se solidifie. Enfin, après formation¹⁾, la matière active est définitivement prête et la fabrication des plaques achevée.

6.2. Tension de décharge

A la décharge de la batterie, la tension est d'autant plus réduite que le courant de décharge est intense. On distingue en particulier:

La tension moyenne de décharge

Valeur moyenne de la tension pendant toute la durée de la décharge, spécialement dans le cas de la décharge à courant constant.

La tension finale de décharge

Tension déterminée jusqu'à laquelle une batterie peut être déchargée; elle dépend de la valeur du courant de décharge.

D'après les normes allemandes, la tension finale de décharge dans le cas de la décharge en 20 heures (c'est-à-dire à l'intensité nominale, voir 6.12., "Valeurs nominales") est de 1,75 V par élément, et donc de 10,5 V pour une batterie de 12 V par exemple. A la décharge au courant d'essai à basse température, cette tension n'est plus que de 1,0 V par élément.

6.3. Formation

On désigne sous ce nom le traitement électrochimique auquel le constructeur de la batterie soumet la matière active pour la rendre apte à remplir son rôle.

On procède de la manière décrite ci-après.

La batterie, composée de plaques non formées²⁾, est d'abord remplie d'une solution d'acide sulfurique. On la relie ensuite à une source de courant continu pendant un temps prolongé, ce qui provoque la transformation de la matière contenue dans les mailles des plaques à grille³⁾ en peroxyde de plomb PbO_2 finement divisé à l'électrode positive et en plomb métal pulvérulent (plomb spongieux) à l'électrode négative. Les plaques positives

prennent alors une couleur brun foncé et les plaques négatives, au contraire, une couleur gris métallique (plomb).

Remarque

Après formation, les batteries qui doivent être livrées "chargées sèches" sont vidées de l'électrolyte, rincées à l'eau et soumises à un traitement de séchage.

6.4. Tension de dégagement gazeux

La tension de dégagement gazeux est la tension de charge à partir de laquelle l'accumulateur commence à "fumer" visiblement. D'après les normes, la valeur de la tension de dégagement gazeux d'un élément se situe entre 2,40 et 2,45 V pour les accumulateurs au plomb.

6.5. Résistance interne

La résistance interne d'un élément est la somme de diverses résistances partielles. Elle comprend principalement la résistance de polarisation, c'est-à-dire la résistance de passage entre électrodes et électrolyte. A la résistance de polarisation s'ajoutent la résistance que les électrodes (plaques) opposent au courant électronique, la résistance opposée au courant ionique par l'électrolyte (et les séparateurs) ainsi que la résistance propre des pièces intérieures de jonction (barrettes de jonction des plaques, connexions inter-éléments).

La résistance interne diminue lorsque le nombre de plaques augmente (surface totale des plaques); autrement dit, plus grande est la capacité de la batterie⁴⁾ et plus faible est la résistance interne.

En outre, celle-ci dépend de l'état de décharge de la batterie et de la température des éléments. Au fur et à mesure que la décharge s'accomplit, la résistance interne augmente.

Lorsque l'électrolyte est à basse température (forte viscosité), la résistance interne de la batterie est plus forte qu'à la température normale. Comme le montre la figure 23, aux basses températures, la tension de décharge diminue sensiblement en raison de l'accroissement de la résistance interne. A l'état chargé et à la température normale, la résistance interne d'une batterie de démarrage de 12 volts (50 Ah) est d'environ 5 milliohms.

6.6. Courant d'essai à basse température

Pour une batterie de voiture qui doit fournir de l'énergie électrique au démarreur, l'aptitude au démarrage à froid

1) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.3.

2) Voir aussi paragraphe 6.1.

3) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.1.

4) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.7.



est encore plus importante que la capacité¹⁾. C'est par conséquent, avec la tension nominale, une caractéristique essentielle de la batterie. Le courant d'essai à basse température permet de juger de l'aptitude au démarrage de la batterie. Il s'agit du courant prescrit, de valeur très élevée, auquel on décharge la batterie à essayer, celle-ci ayant été refroidie au préalable à la basse température initiale de -18°C .

Une bonne batterie doit supporter cet essai au froid pendant une durée minimum déterminée sans que la tension finale de décharge prenne une valeur inférieure aux valeurs prescrites par les normes.

Ainsi, une batterie qu'on décharge au courant d'essai à basse température (-18°C) doit présenter une tension de 1,4 V minimum par élément après une décharge de 30 secondes, et une tension de 1,0 V après une décharge de 180 secondes. (Voir fig. 23).

6.7. Capacité

(Voir aussi paragraphe 6.12., "Valeurs nominales")

La quantité d'électricité qu'on peut prélever sur une batterie représente sa "capacité"; celle-ci se mesure en ampères-heures (Ah) et caractérise la taille de la batterie. A la construction, la capacité de la batterie est déterminée par la quantité de matière active²⁾ dont elle est pourvue. Pour obtenir une puissance élevée (p. ex. un fort courant de décharge au démarrage d'un moteur à explosion), il faut que la surface extérieure et intérieure de la matière active soit importante (nombre élevé de plaques de grandes dimensions géométriques). La grande surface intérieure est obtenue par le processus de formation³⁾ auquel on soumet les plaques.

Toutefois, la capacité n'est pas une valeur constante; elle dépend entre autres des facteurs suivants:

- intensité du courant de décharge;
- masse volumique et température de l'électrolyte;
- déroulement de la décharge (lorsqu'on observe des pauses au cours de la décharge, la capacité est plus grande que lorsqu'on effectue une décharge continue);
- âge de la batterie (diminution de la capacité lorsque la batterie approche de la fin de sa durée de vie, à cause de pertes de matière active des plaques).

L'intensité du courant de décharge est le plus important de tous ces facteurs (fig. 24). Plus le courant de décharge est faible, plus la capacité est forte et inversement. La raison en est que, lorsque le courant de décharge est faible, les réactions électrochimiques s'effectuent lentement et en profondeur dans les pores des plaques, tandis que, pour un fort courant de décharge, les transformations sont surtout superficielles.

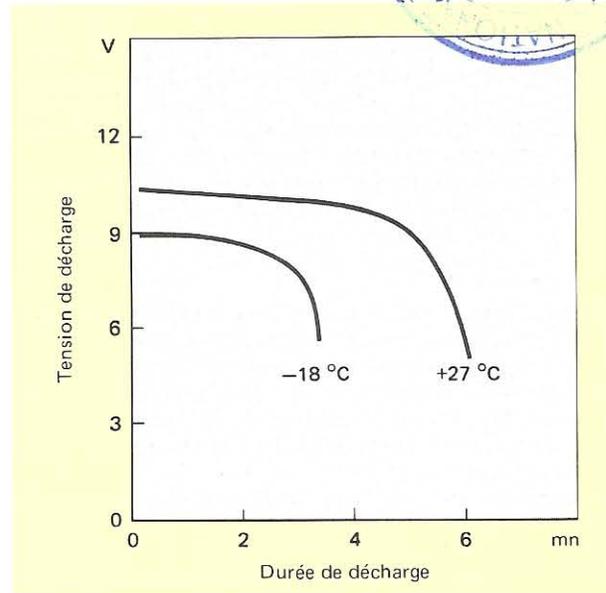
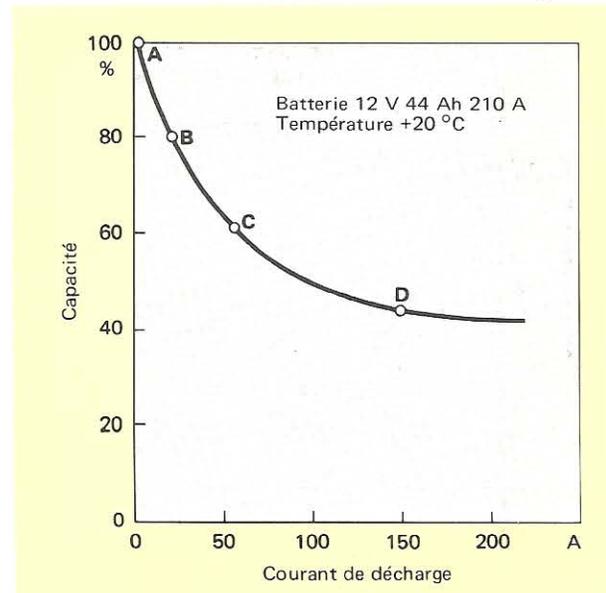


Fig. 23 Décharge d'une batterie de 12 V à -18°C et $+27^{\circ}\text{C}$ au courant d'essai à basse température.

Fig. 24 Capacité de la batterie en fonction du courant de décharge: plus l'intensité du courant de décharge est faible, plus la capacité de la batterie est grande.

Pour comparaison, on donne ici le courant absorbé par différents récepteurs importants et le courant de décharge de la batterie en 20 heures.

- A = courant de décharge en 20 heures (tension finale de décharge $U_s = 10,5\text{ V}$)
- B = courant absorbé par allumage + éclairage ($U_s \approx 9\text{ V}$)
- C = courant absorbé par allumage + éclairage + feu antibrouillard + chauffage + dégivreur + essuie-glace + radio ($U_s \approx 9\text{ V}$)
- D = courant moyen de démarrage ($U_s = 6\text{ V}$)



1) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.7.
 2) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.1.
 3) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.3.

Pour permettre la comparaison des batteries sous le rapport de la capacité, on se réfère actuellement, en Allemagne et dans la plupart des autres pays, à la capacité correspondant à une décharge effectuée en 20 heures, l'électrolyte étant à la température de +27°C.¹⁾

Un exemple numérique va nous permettre de concrétiser ces notions.

Considérons une batterie qu'il faut décharger à l'intensité de 4,2 A pour que sa tension finale de décharge soit atteinte au bout de 20 heures de décharge (suivant la norme DIN: 1,75 V par élément). La capacité de cette batterie est donc de 4,2 A x 20 h = 84 Ah.

Si l'on voulait décharger la même batterie au double de cette première intensité, soit 8,4 A, sa capacité serait inférieure à 84 Ah. Autrement dit, la durée de décharge serait alors inférieure à 10 heures²⁾.

L'influence de la *température* est également importante: la capacité et la tension de décharge d'une batterie s'élèvent lorsque la température s'accroît, principalement parce que la diminution de la viscosité de l'électrolyte entraîne une réduction sensible de la résistance interne³⁾; au contraire, la capacité diminue lorsque la température s'abaisse (fig. 25).

On voit donc qu'il ne faut pas choisir une batterie de voiture de capacité trop justement calculée; le démarreur risquerait en effet, par temps très froid, de ne pas pouvoir faire tourner le moteur assez vite et assez longtemps pour le lancer. La figure 26 concrétise cette difficulté.

La courbe 1 représente — en fonction de la température — la puissance de l'équipement de démarrage (batterie et démarreur) et la courbe 2, par opposition, la puissance de démarrage requise par le moteur à explosion. A basse température, celle-ci est très élevée, en raison des fortes résistances de frottement qu'il faut vaincre pour entraîner le moteur (viscosité accrue de l'huile de graissage).

Le point d'intersection S des courbes 1 et 2 détermine la température limite de départ à froid; au-dessous de cette température, le démarrage électrique n'est plus possible car l'énergie que peuvent délivrer la batterie et le démarreur est inférieure à l'énergie de démarrage requise par le moteur à explosion.

6.8. Tension aux bornes de la batterie au repos et à la décharge (travail)

La tension aux bornes est la tension mesurée entre les deux pôles de la batterie.

Lorsqu'un récepteur est relié aux bornes d'un élément ou d'une batterie, on constate que la tension aux bornes (tension de décharge, voir paragraphe 6.2.) est inférieure à la tension aux bornes de la même batterie débranchée du circuit extérieur (tension au repos, voir paragraphe 6.13.). Ceci est causé par la résistance interne de l'élément. Ainsi, lorsqu'un courant I traverse l'élément, la résistance interne R_1 provoque une chute de tension U_1 qui augmente quand l'intensité du courant s'élève (voir fig. 27). Autrement dit, lorsqu'on prélève un fort courant sur l'élément, la tension aux bornes est, à cause de la chute de tension accrue, plus faible qu'en cas de prélèvement d'un courant moins intense.

1) Voir aussi paragraphe 6.12., "Capacité nominale".

2) Pour divers courants de décharge, on peut calculer la durée de décharge correspondante (et également la capacité à partir de $I \cdot t$) en appliquant l'équation suivante: $I_1^{1,36} \cdot t_1 = I_2^{1,36} \cdot t_2$

3) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.5.

Fig. 25 Influence de la température sur la tension de décharge. Courbes caractéristiques de décharge d'une batterie de 12 V (semi-déchargée) établies pour diverses températures.

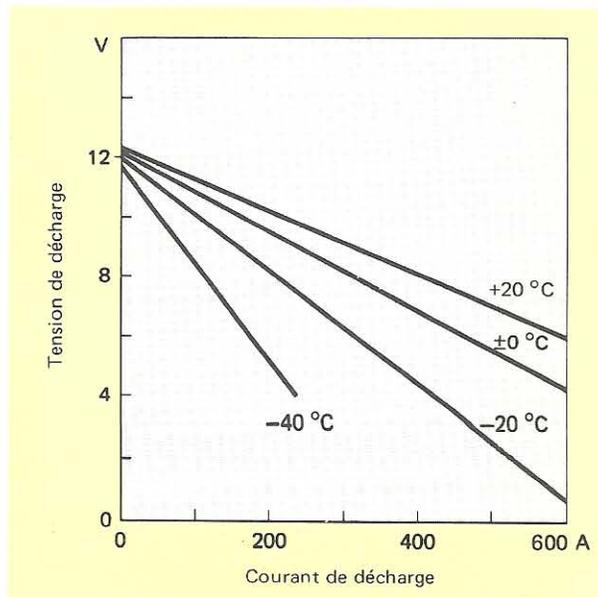
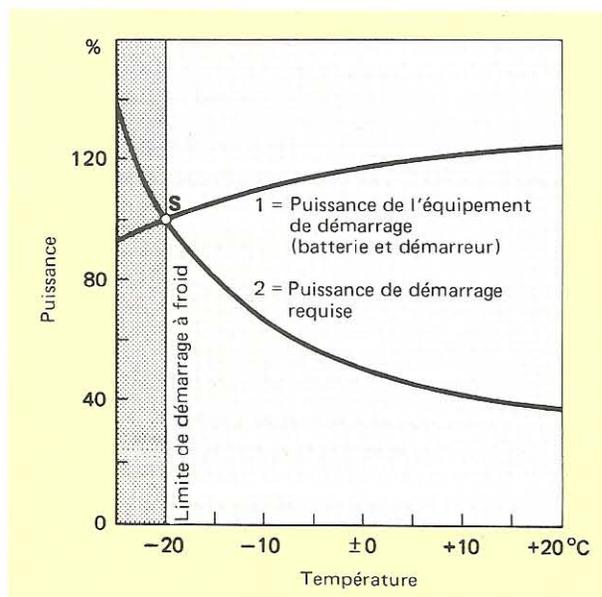


Fig. 26 Influence de la température sur la puissance de l'équipement de démarrage et sur la puissance de démarrage requise par un moteur à explosion.



En pratique, il est important de retenir que la mesure de la tension aux bornes d'une batterie non reliée à un circuit extérieur (batterie au repos) ne donne aucune certitude quant à son état de charge. En effet, une batterie déchargée prise au repos présente également une tension de 2 volts environ par élément. Seule la mesure de la tension aux bornes d'une batterie débitant dans un circuit permet de juger approximativement de son état de charge.

6.9. Tension de charge

La tension de charge d'une batterie dépend de son état de charge, de l'intensité du courant de charge et de la température de l'électrolyte. Elle est toujours supérieure à la tension au repos¹). Il faut distinguer particulièrement:

la tension de charge moyenne
qui est la valeur moyenne de la tension calculée sur toute la durée de la charge;

la tension finale de charge
qui est la tension de la batterie totalement chargée, mesurée avant coupure du courant de charge.

6.10. Courant de charge

C'est l'intensité (A) à laquelle on charge la batterie. Lorsqu'on utilise un chargeur de batterie qui ne maintient pas constante l'intensité du courant pendant la charge, il y a lieu de distinguer l'intensité de début de charge et l'intensité de fin de charge (batterie totalement chargée). (Voir paragraphe 11.2., "Courbes caractéristiques").

6.11. Durée de vie

Pour une batterie de démarrage, on peut se baser sur une longévité de 3 ans environ. Celle-ci dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels nous citons ci-après les plus importants.

Soins donnés à la batterie (charge et entretien)

Les prescriptions consignées au chapitre 8 sont très importantes en ce qui concerne une longue durée de service de la batterie.

Conditions de service

Par exemple travail imposé à la batterie (récepteurs en surnombre!), conditions de charge sur le véhicule, échauffement anormalement élevé, vibrations excessives, etc.

Sollicitations imposées aux plaques à la charge et à la décharge

En cours de service, la matière active des plaques devient de plus en plus poreuse et perd par conséquent sa solidité. Cela résulte principalement du fait que le sulfate de plomb produit à la décharge a besoin de plus d'espace pour se loger que le plomb métal et le peroxyde de plomb. Des particules de matière active se détachent des plaques et remplissent la chambre de sédimentation prévue au fond du bac des batteries.

Décharge spontanée²)

Elle augmente à mesure que la batterie vieillit. Une vieille batterie, qui pourtant accepte une charge accrue, perd cette charge de plus en plus rapidement à l'état de repos. Il arrive finalement qu'elle n'est plus capable d'assurer le démarrage.

1) Voir paragraphe 6.13.

2) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.15.

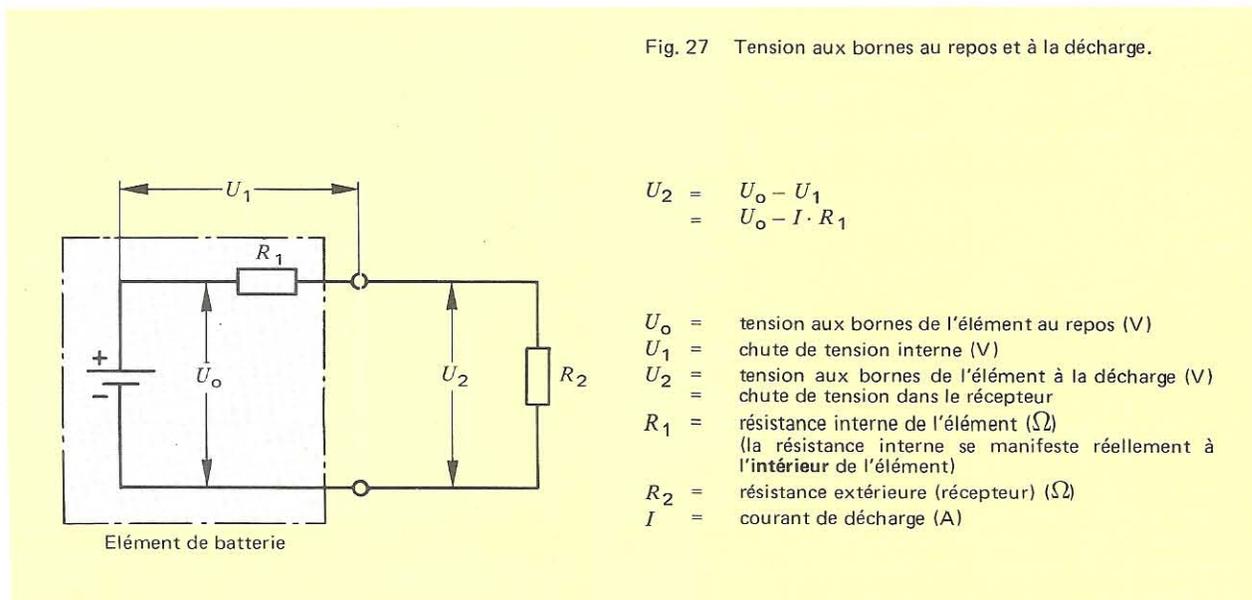


Fig. 27 Tension aux bornes au repos et à la décharge.

$$U_2 = U_0 - U_1$$

$$= U_0 - I \cdot R_1$$

- U_0 = tension aux bornes de l'élément au repos (V)
- U_1 = chute de tension interne (V)
- U_2 = tension aux bornes de l'élément à la décharge (V)
= chute de tension dans le récepteur
- R_1 = résistance interne de l'élément (Ω)
(la résistance interne se manifeste réellement à l'intérieur de l'élément)
- R_2 = résistance extérieure (récepteur) (Ω)
- I = courant de décharge (A)

Décharge en profondeur

En principe, pour ménager sa durée de vie, on ne devrait jamais décharger une batterie à fond. (Les batteries déchargées doivent être rechargées immédiatement).

Surcharge fréquente

Les grilles de plomb des plaques positives des batteries fréquemment soumises à la surcharge sont plus fortement atteintes par la corrosion.

L'utilisation de matériaux appropriés (en particulier grilles de plomb anticorrosion) dans la fabrication des batteries Bosch s'oppose à l'action de ce facteur.

6.12. Valeurs nominales

Sous ce terme, on désigne les valeurs de tension, de capacité, etc. telles qu'elles sont définies d'après les normes DIN.

Tension nominale

La tension nominale d'une batterie est le produit de la tension nominale d'un élément par le nombre d'éléments, montés en série, qu'elle comporte.

La tension nominale d'un élément est une valeur fixe; elle est de 2,0 volts pour un élément au plomb.

Capacité nominale (voir aussi paragraphe 6.7., "Capacité")

La capacité nominale est la valeur de la capacité correspondant à un courant de décharge prescrit, en fonction de la durée de décharge. En général, la capacité nominale (unité Ah) d'une batterie de démarrage est donnée pour une décharge en 20 heures, l'électrolyte étant à la température de + 27°C. En divisant la capacité nominale par 20, on obtient alors le "courant nominal" correspondant. A cette intensité, on doit pouvoir décharger pendant 20 heures une batterie chargée à fond sans que sa tension prenne une valeur inférieure à la tension finale de décharge prescrite. D'après la norme, la valeur minimum admissible de la tension finale de décharge est de 5,25 V pour une batterie de 6 volts et de 10,5 V pour une batterie de 12 volts.

La capacité nominale figure dans la formule de type de la batterie (p. ex.: 12 V 84 Ah 280 A).

Masse volumique nominale de l'électrolyte

La masse volumique nominale de la solution d'acide sulfurique est de $1,28 \pm 0,1$ kg/l, l'électrolyte étant à une température de + 27°C.

6.13. Tension au repos

C'est la tension mesurée aux bornes de la batterie en circuit ouvert, lorsqu'elle a atteint sa valeur stationnaire (égalisation de la concentration de l'électrolyte entre les plaques), après coupure du courant de charge ou de décharge.

Remarque

Il est nécessaire d'attendre que la tension se stabilise; en effet, immédiatement après la charge, on obtiendrait une valeur trop élevée et, par contre, immédiatement après une brève décharge à forte intensité, une valeur trop faible.

La valeur de la tension au repos dépend de la masse volumique de l'électrolyte (acide sulfurique). Suivant une formule empirique, la valeur numérique de la tension au repos d'un élément au plomb est supérieure de 0,84 à la valeur numérique de la masse volumique de l'électrolyte.

Exemple

Pour une concentration d'électrolyte de 1,28 kg/l (batterie chargée), la tension au repos d'un élément au plomb est à peu près de $(1,28 + 0,84)$ V, soit 2,12 V.

6.14. Masse volumique de l'électrolyte

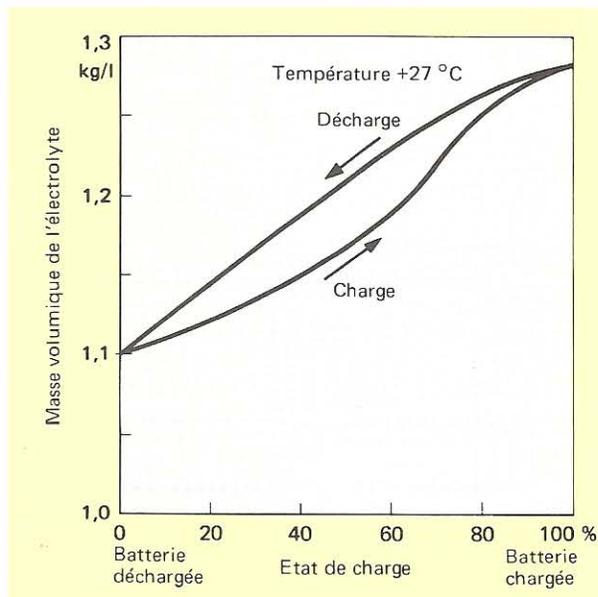
6.14.1. Masse volumique de l'électrolyte et état de charge

La masse volumique de l'électrolyte est le principal indice de l'état de charge d'une batterie¹⁾. Dans la pratique, on s'assure de l'état de charge des batteries en mesurant la masse volumique de l'électrolyte.

Les figures 28 et 29 montrent respectivement les courbes caractéristiques de la masse volumique de l'électrolyte et de la tension aux bornes à la charge et à la décharge d'une batterie.

¹⁾ En outre, le comportement de la batterie du véhicule au démarrage du moteur est décisif (essai à exécuter au moyen du contrôleur de batteries, chapitre 10).

Fig. 28 Masse volumique de l'électrolyte d'une batterie à la charge et à la décharge. Au cours de la décharge, la masse volumique de l'électrolyte diminue; elle augmente au contraire au cours de la charge.



Le tableau suivant donne quelques valeurs numériques de la masse volumique de l'électrolyte pour divers états de charge.

Etat de charge	Conditions climatiques	Masse volumique à + 20°C (en kg/l)
Batterie chargée	normales	1,28 ^{*)}
	tropicales	1,23 ^{*)}
Batterie semi-chargée	normales	1,20
	tropicales	1,16
Batterie déchargée	normales	1,12
	tropicales	1,08

*) Tolérance: $\pm 0,01$ kg/l

6.14.2. Masse volumique de l'électrolyte et température de fonctionnement

Les températures élevées provoquent une accélération des réactions chimiques de la batterie. Toutefois, si la puissance de l'équipement de démarrage et la capacité sont accrues, les plaques sont fortement sollicitées (chute de matière active, corrosion des grilles). En outre, la décharge spontanée¹⁾ est plus forte.

C'est pourquoi, pour les batteries utilisées dans les pays tropicaux, ainsi que pour les batteries auxquelles on ne demande pas une puissance de démarrage élevée, on emploie un électrolyte moins concentré, et donc moins corrosif (masse volumique 1,23 au lieu de 1,28 kg/l).

6.14.3. Mesure de la masse volumique de l'électrolyte

On utilise à cet effet un pèse-acide (fig. 38). Celui-ci consiste en une pipette (tube de verre muni d'une poire d'aspiration) dans laquelle se trouve un densimètre (flotteur) portant une graduation appropriée. On lit la masse volumique de l'électrolyte sur la graduation du flotteur. A la température de + 20 à + 27°C, la masse

volumique de l'électrolyte d'une batterie chargée à fond est de 1,28 kg/l²⁾. Il faut remarquer à ce propos qu'une diminution (augmentation) de température de 15°C entraîne une élévation (diminution) de la masse volumique de 0,01 kg/l.

6.15. Décharge spontanée

Les batteries au plomb chargées perdent progressivement leur charge même lorsqu'elles ne sont pas reliées à un circuit extérieur, c'est-à-dire lorsqu'elles sont à l'état de repos. Cette décharge est appelée décharge spontanée. Elle peut être provoquée par les différentes causes que nous mentionnons ci-dessous.

Réactions chimiques à l'intérieur de la batterie

Les dépôts d'antimoine³⁾ sur les plaques négatives d'une batterie usagée provoquent la formation d'une infinité de très petits éléments galvaniques locaux en court-circuit, constitués par l'antimoine et la matière active des plaques négatives, et qui consomment la charge des plaques.

D'autre part, la pollution de l'acide (p. ex. par la présence de traces de fer et autres métaux lourds dans l'eau d'appoint) peut provoquer la décharge des plaques négatives et positives.

Courants de fuite

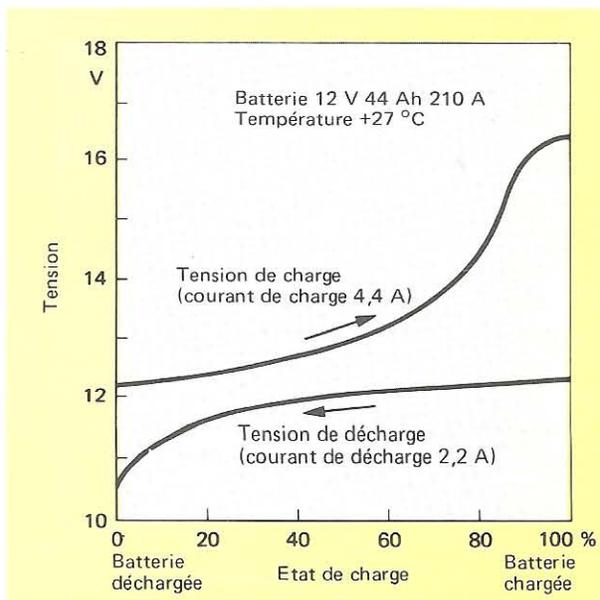
Sur les batteries mal entretenues, les vapeurs d'acide qui se dégagent à la charge peuvent former sur la surface de la batterie, en combinaison avec des particules d'impuretés, un film conducteur par lequel un courant de fuite s'établit entre la borne positive et la borne négative provoquant la décharge permanente de la batterie. En outre, dans certaines circonstances, des courants de fuite peuvent encore apparaître entre les plaques positives et les plaques négatives par le fond de la batterie couvert de résidus de plomb.

Même dans le cas de batteries construites avec de bons matériaux, la décharge spontanée atteint quotidiennement — suivant l'âge de la batterie — 0,2 à 1 % de la capacité. Aux températures élevées, la décharge spontanée est plus forte qu'aux basses températures; elle est également accélérée par l'élévation de la masse volumique de l'électrolyte.

Afin de réduire la décharge spontanée au minimum, la matière active des batteries Bosch est fabriquée avec du plomb d'un degré de pureté très poussé; en outre, pour la fabrication des plaques, on utilise un alliage dont la teneur en antimoine est aussi réduite que possible.

Pour maintenir à l'état de pleine charge une batterie non utilisée, il est nécessaire de lui fournir en permanence une charge de compensation au moyen d'un courant approprié de faible intensité. On désigne cette sorte de charge sous le nom de "charge d'entretien" (voir paragraphe 8.6.).

Fig. 29 Tension aux bornes d'une batterie à la charge et à la décharge. Pendant la décharge, la tension aux bornes diminue; au contraire, elle croît au cours de la charge.



1) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.15.

2) La masse volumique de l'électrolyte est parfois indiquée en g/cm³.

3) Pour la fabrication des grilles de plomb, principalement pour des raisons de résistance mécanique, on n'utilise pas du plomb pur mais un alliage plomb-antimoine. La teneur en antimoine doit être aussi faible que possible.

6.16. Sulfatation

Lorsqu'on laisse une batterie à l'état déchargé pendant une période plus ou moins longue, le sulfate de plomb en fins cristaux, qui s'est formé à la décharge, peut se transformer en sulfate de plomb en gros cristaux¹⁾ très difficile à réduire, quand il n'est pas, dans certains cas, totalement irréductible. On dit alors que la batterie est "sulfatée". Entre autres causes, la sulfatation est la conséquence d'un entretien insuffisant de la batterie; elle entraîne une élévation de la résistance interne et, d'autre part, elle rend plus difficiles les transformations chimiques, et par conséquent la charge. Une batterie sulfatée s'échauffe considérablement à la charge.

Dans les cas peu graves, on peut remédier à la sulfatation en soumettant la batterie à une charge prolongée à faible intensité. En cas de forte sulfatation (l'acide ayant été entièrement absorbé), la tension de charge, d'abord très élevée, tombe à une valeur très faible par suite de la formation de courts-circuits internes (courts-circuits dendritiques). La batterie est alors inutilisable.

Lorsqu'on charge une batterie sulfatée au moyen d'un chargeur²⁾, la tension de charge s'élève donc très fortement dès le commencement de l'opération. Si le degré de sulfatation est faible, le sulfate de plomb se décompose lentement et la tension de charge diminue. Dès que le sulfate de plomb est réduit, la tension commence à remonter (fig. 30).

Comme le courant de charge s'élève automatiquement lorsque la tension de charge diminue, il y a risque de surintensité, et donc de surcharge de la batterie.

Ce risque est exclu lorsqu'on utilise un chargeur de batterie moderne, les paliers d'intensité de charge étant exactement adaptés à la capacité des batteries. A l'in-

térieur des limites de chaque palier, le courant de charge se règle automatiquement, en fonction de l'état de la batterie.

6.17. Influences de la température

Les batteries de voiture sont soumises à des variations de température qui peuvent provenir soit d'influences extérieures (température ambiante), soit des réactions chimiques à l'intérieur de la batterie (échauffement pendant la charge et la décharge résultant des pertes internes $I^2 \cdot R$ ¹⁾). Ces variations ont pour effet d'accélérer ou de ralentir les transformations chimiques qui s'accomplissent à l'intérieur de la batterie, suivant que la température croît ou baisse.

En particulier, les variations de température influencent: la masse volumique de l'électrolyte (paragraphe 6.14.) la tension de décharge (fig. 25) et la capacité (paragraphe 6.7.).

Il y a lieu de remarquer que l'élévation de la température entraîne également une augmentation de la sollicitation imposée aux plaques ainsi qu'une augmentation de la décharge spontanée.

Il faut protéger les batteries contre les basses températures (gel) — en particulier quand elles se trouvent à l'état déchargé — car l'acide sulfurique très dilué peut geler à l'intérieur d'une batterie déchargée. En ce qui concerne le seuil de congélation, la figure 31 montre l'influence de la masse volumique de l'électrolyte, et la figure 32 l'influence de l'état de charge. Un bon état de charge constitue la meilleure protection contre le gel.

1) Dépôt gris blanchâtre sur les plaques.

2) Voir chapitre 11.

Fig. 30 Courbes caractéristiques fondamentales de la tension de charge et du courant de charge d'une batterie sulfatée.

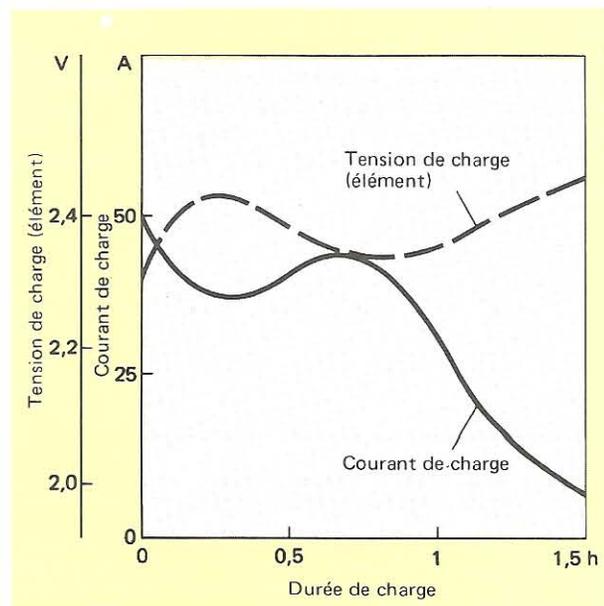
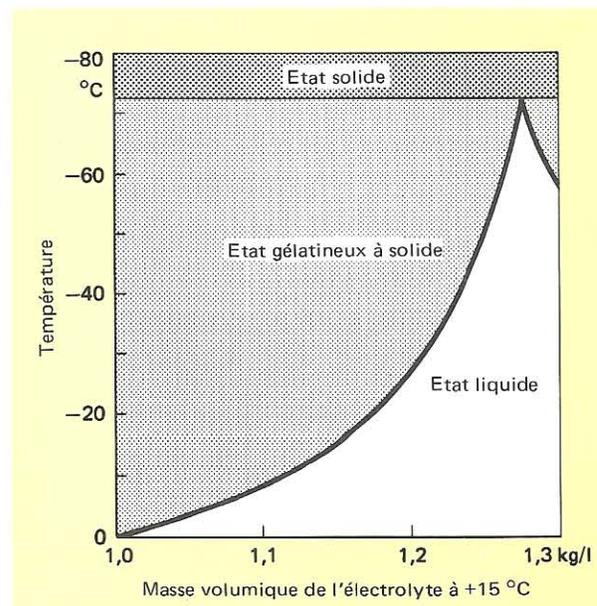


Fig. 31 Relation entre la masse volumique de l'électrolyte et le seuil de congélation.



Une batterie gelée ne débite que peu de courant, mais elle ne court pas le risque d'être endommagée car l'électrolyte gelé se présente sous une forme gélatineuse et son pouvoir d'expansion est quasi nul. Après dégel, la batterie fonctionne à nouveau parfaitement. On ne doit toutefois pas charger une batterie gelée, ou alors la charger seulement à très faible intensité; autrement, l'électrolyte sortirait par les ouvertures des éléments. (Le gaz ne pouvant en effet s'échapper que difficilement à travers l'électrolyte gelé refoulerait vers le haut les particules encore liquides).

Remarque

Les deux faits mentionnés ci-dessus — à savoir que, d'une part, la batterie s'échauffe quelque peu pendant la décharge et que, d'autre part, la capacité de la batterie augmente avec la température — ne doivent pas conduire à la fausse conclusion qu'il suffirait, avant démarrage par temps froid, de mettre d'autres récepteurs en circuit (échauffement de la batterie) pour obtenir une plus forte puissance de l'équipement de démarrage. Comme un essai le démontre, par une température de -17°C , un démarreur déterminé, alimenté par une batterie appropriée qui n'a pas été sollicitée au préalable par d'autres récepteurs (prédécharge), peut être actionné pendant 190 secondes (fig. 33).

Par contre, si avant le démarrage on a fait préalablement débiter la batterie sur des récepteurs (p. ex. 2 projecteurs absorbant 20 A au total), le même démarreur ne pourra plus être actionné que durant 160 secondes (soit, en chiffres ronds, 15 % de moins). Dans le second cas, la tension est toujours inférieure, le démarreur tourne plus lentement et l'étincelle d'allumage est plus faible.

6.18. Batteries chargées sèches

On entend par "batterie chargée sèche — ou plus exactement "chargée non remplie" — une batterie dont les plaques sont à l'état chargé mais qui est livrée sans électrolyte pour en faciliter le stockage. Lorsqu'on veut mettre une telle batterie en service, il suffit de la remplir d'électrolyte et elle est alors prête à fonctionner à bref délai. Ceci est particulièrement intéressant pour les stations-service lorsqu'une batterie usagée ou déchargée doit être rapidement remplacée sur la voiture d'un automobiliste de passage.

Les plaques de ces batteries sont formées en usine¹⁾, lavées à l'eau pour en éliminer l'acide, puis séchées. Avant séchage, les plaques négatives reçoivent en outre un traitement chimique de conservation. Ainsi, les plaques se gardent assez longtemps et on peut les monter dans cet état dans le bac de batterie. Les batteries sont ensuite dirigées sur le magasin.

Avant la mise en service d'une batterie chargée sèche, il faut en remplir les éléments avec un électrolyte de masse volumique prescrite (1,28 kg/l) et répondant aux conditions de pureté exigées. Après un temps de repos de 20 minutes environ, pendant lequel l'acide pénètre dans les pores de la matière active et prend son équilibre entre les plaques, la batterie est apte à fournir de l'énergie électrique.

Au cas où la batterie ainsi préparée n'est pas utilisée immédiatement, il est recommandé de la recharger après une période de 4 semaines.

1) Pour plus de détails, voir paragraphe 6.3.

Fig. 32 Seuil de congélation en fonction de l'état de charge.

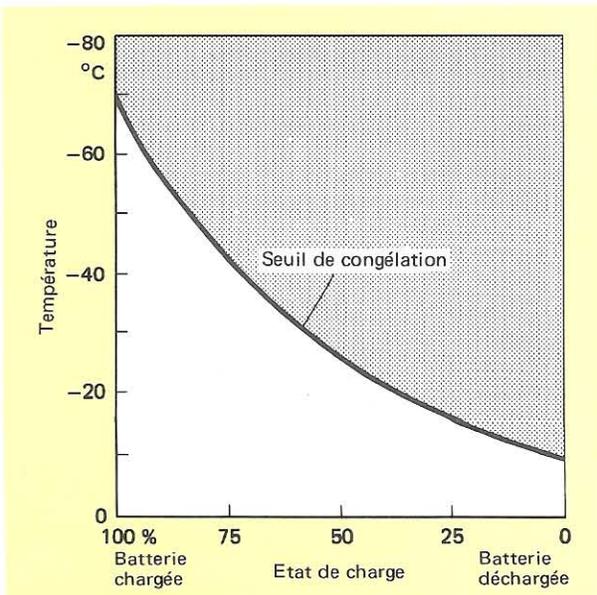
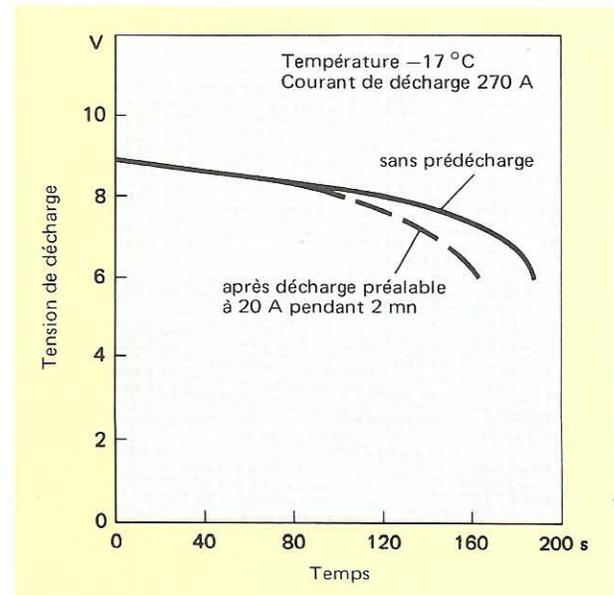


Fig. 33 Influence d'une brève prédécharge sur le comportement au démarrage (décharge à courant élevé par basse température).



6.19. Rendement

Pour la détermination du rendement, on prend une batterie totalement chargée qu'on décharge et qu'on recharge à nouveau (reconstitution de l'état de charge initial). A cause des pertes (dégagement de chaleur, décomposition de l'eau¹), on ne recueille à la décharge qu'une partie de l'énergie fournie à la charge.

On distingue le rendement en quantité et le rendement en énergie.

Rendement en quantité d'électricité

Le rendement en quantité est égal à

$$\eta_{Ah} = \frac{I_E \cdot t_E}{I_L \cdot t_L} \cdot 100 (\%)$$

I_E = courant de décharge (A)
 I_L = courant de charge (A)
 t_E = durée de décharge (h)
 t_L = durée de charge (h)

Le rendement en quantité est donc défini par le quotient de la quantité d'électricité débitée pendant la décharge par la quantité d'électricité restituée à la charge. Dans le cas de la décharge en 20 heures, à la température de +27°C, le rendement en quantité atteint environ 90 %.

¹) Paragraphe 2.2.5.

La valeur inverse du rendement en quantité, c'est-à-dire le quotient de la quantité d'électricité restituée pour recharger totalement la batterie par la quantité d'électricité précédemment débitée à la décharge, est appelée "coefficient de charge".

$$\alpha = \frac{I_L \cdot t_L}{I_E \cdot t_E} \quad \alpha = \text{coefficient de charge}$$

Le coefficient de charge est égal à 1,1 environ.

Rendement en énergie

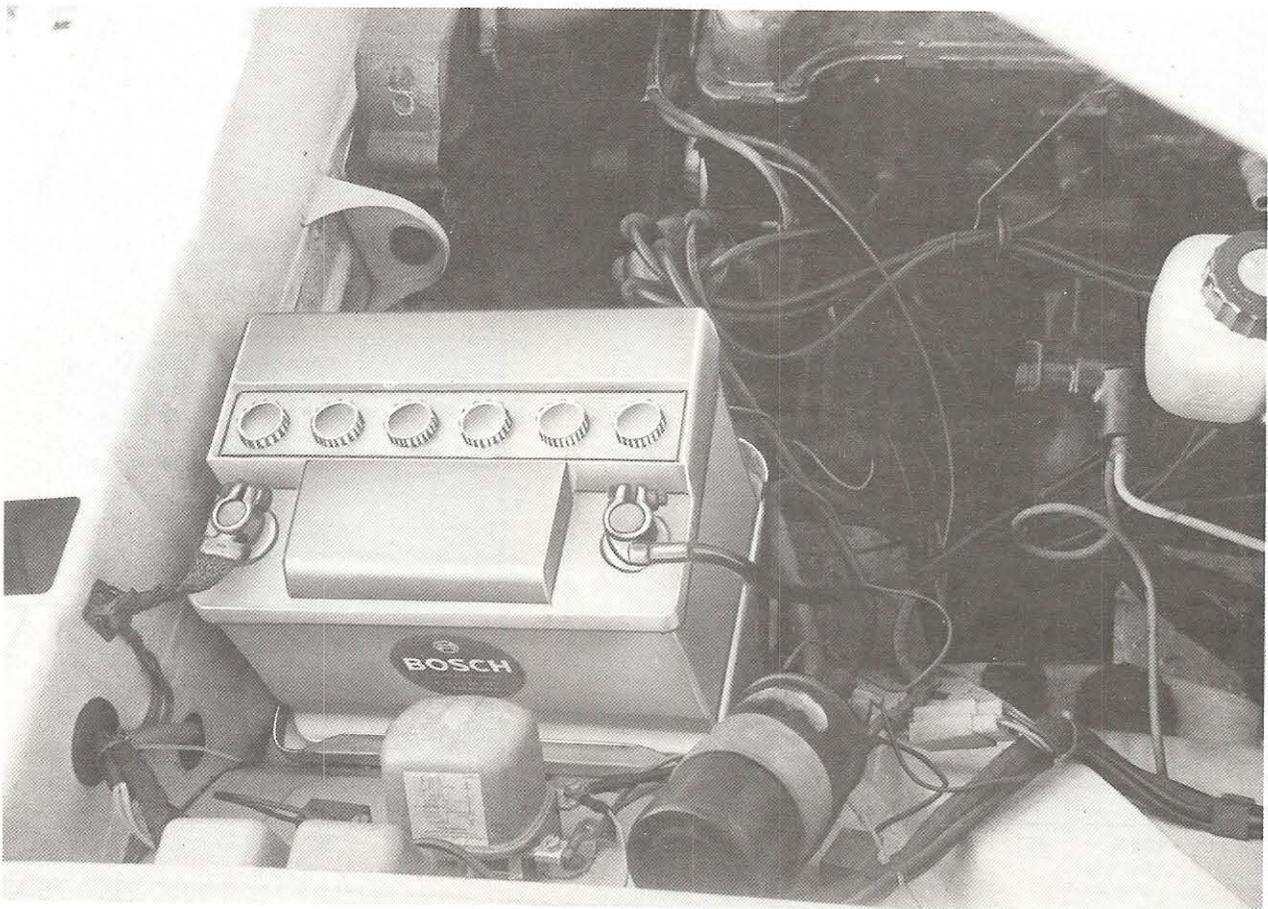
Le rendement en énergie est le quotient de l'énergie libérée lors de la décharge par l'énergie absorbée pendant la charge. Contrairement au rendement en quantité, il tient compte non seulement de l'intensité mais aussi des tensions différentes à la charge et à la décharge.

$$\eta_{Wh} = \frac{P_E \cdot t_E}{P_L \cdot t_L} \cdot 100 (\%)$$

P_E = puissance de décharge (W)
 P_L = puissance de charge (W)
 t_E = durée de décharge (h)
 t_L = durée de charge (h)

Dans le cas de la décharge en 20 heures à la température de +27°C, le rendement en énergie atteint 75 %. La différence entre les deux valeurs numériques (exprimant le rendement en quantité et le rendement en énergie) tient au fait que la tension de charge d'une batterie est toujours plus élevée que la tension de décharge.

Fig. 34 Montage d'une batterie sous le capot du moteur (exemple).



7. Montage

7.1. Généralités

Au montage d'une batterie, il faut prendre les points suivants en considération:

- facilité d'accès à la batterie;
- protection de la batterie contre l'échauffement et le refroidissement excessifs;
- protection contre l'humidité;
- protection contre les détériorations mécaniques (trop fortes vibrations p. ex.);
- protection contre les lubrifiants, les carburants, les solvants.

Une bonne accessibilité est extrêmement importante pour faciliter au maximum les opérations d'entretien (en particulier, le remplissage en eau) dont la régularité conditionne en premier lieu la longévité de la batterie. Il faut en outre veiller à la bonne aération de la batterie. On ne peut éviter le dégagement d'un brouillard d'acide par les trous d'évent des bouchons de la batterie. Sans ventilation, ces vapeurs finiraient par provoquer d'importantes formations de rouille sur les pièces métalliques voisines. Un léger brassage d'air suffit pour écarter totalement ce danger.

7.2. Emplacement de montage

Une batterie est facilement accessible à tout instant lorsqu'elle est montée sous le capot (fig. 34). En outre, chaque fois que l'automobiliste soulève le capot de sa voiture, il pense à "sa batterie". Le montage sous le capot offre également l'avantage de ne nécessiter que des câbles de connexion courts entre batterie, génératrice et démarreur, ce qui réduit les pertes par chute de tension. Ces câbles doivent présenter néanmoins une longueur suffisante et être posés de manière à ce qu'ils n'exercent, en aucun cas, une traction sur les bornes de la batterie.

L'emplacement de montage doit également être choisi de telle sorte que la batterie ne soit jamais exposée à une accumulation de chaleur. La température d'environnement permanente ne doit jamais excéder +60° C, sinon la durée de vie de la batterie serait réduite (forte décharge spontanée). Il est nécessaire d'y veiller particulièrement dans le cas du montage au voisinage du tuyau d'échappement.

Lorsque la batterie ne peut être logée sous le capot, on peut la monter, par exemple, sous le siège du conducteur, ou dans tout autre endroit approprié assurant une bonne accessibilité.

7.3. Fixation

La fixation de la batterie sur le véhicule doit être conçue de manière à exclure tout déplacement propre. Il est recommandé d'assujettir fortement la batterie sur sa surface d'appui au moyen de cadres de serrage, d'étriers ou de pattes de fixation avec vis de tension (en cas de fixation par la base), etc. La surface d'appui doit être bien plane afin que la batterie ait une bonne assise. Veiller à ce que la présence des éléments de fixation n'entrave pas les opérations d'entretien.

7.4. Connexion des câbles

Au montage de la batterie, connecter toujours le câble positif (+) en premier lieu, puis le câble négatif (-)¹; au démontage, observer l'ordre inverse.

Les connexions doivent supporter les plus fortes secousses sans se desserrer; dans le cas contraire, les résistances de passage, qui s'établiraient alors, risqueraient de provoquer des pertes d'énergie considérables aux fortes intensités. Un risque d'explosion existerait également par inflammation du mélange hydrogène-oxygène dégagé par la batterie.

Graissage des bornes et des cosses de connexion, voir paragraphe 8.4.11.

7.5. Montage des batteries de motocyclettes

Les batteries de motocyclettes sont particulièrement exposées aux contraintes mécaniques. Il faut donc les placer, dans la mesure du possible, au centre de gravité de la motocyclette, là où les vibrations et mouvements divers sont réduits au minimum. Les batteries munies d'un capot de protection seront avantageusement fixées à l'aide de colliers de serrage, avec interposition d'une garniture élastique, caoutchouc mousse par exemple.

¹) A condition que le câble négatif de la batterie doive être relié à la masse du véhicule.

8. Mise en service, entretien

Comme nous l'avons déjà dit, en dehors des conditions d'utilisation et des sollicitations qui lui sont imposées en service, c'est essentiellement de la qualité des soins apportés à la batterie que dépend sa longévité. Tout propriétaire de véhicule a donc intérêt à surveiller régulièrement sa batterie et à l'entretenir soigneusement, en respectant les prescriptions exposées ci-dessous.

8.1. Instructions générales

Ne jamais s'approcher d'une batterie ou pénétrer dans un local de charge de batteries en portant une flamme nue; éviter tout jaillissement d'étincelles et ne pas fumer (danger d'explosion!).

Prendre les plus grandes précautions lors des manipulations d'acide ou d'électrolyte de batteries (blessures, destruction de vêtements); porter des lunettes de protection, respecter les prescriptions. En cas de projection accidentelle sur la peau et sur les vêtements, rincer aussitôt et abondamment à l'eau claire.

Préserver les plaies du contact du plomb. Après tout travail sur les batteries, se laver soigneusement les mains. Ne poser aucun outil ou autres objets sur les batteries (fig. 36), c'est-à-dire sur les bornes et les barrettes de connexion (risque de courts-circuits et d'explosion!).

Utiliser exclusivement de l'électrolyte chimiquement pur, de masse volumique de 1,28 kg/l (ou 1,23 kg/l pour les batteries utilisées dans les pays tropicaux et dans les cas où une puissance de démarrage élevée n'est pas requise).

Pour diluer l'acide sulfurique, n'utiliser que de l'eau distillée ou déminéralisée.

N'ajouter aucun additif, soi-disant "améliorant", sous peine d'annulation de la garantie.

8.2. Préparation de l'électrolyte

Si l'électrolyte n'est pas livré prêt à l'emploi, le préparer en utilisant exclusivement de l'acide sulfurique chimiquement pur concentré (96 %) et de l'eau distillée ou déminéralisée. Respecter les points suivants.

L'acide sulfurique chimiquement pur est livré en bouteilles de verre, de grès ou de matière plastique et il doit toujours être conservé dans de tels récipients. Il ne doit pas contenir de traces de chlore ou de fer (destruction des plaques positives, désagrégation des grilles) et il doit répondre aux prescriptions en vigueur.

L'eau distillée ou déminéralisée ne doit pas être polluée par des traces de chlore, d'acide acétique ou de minéraux, etc.

Verser toujours l'acide sulfurique concentré dans l'eau ou dans l'électrolyte de la batterie, et jamais inversement, sans quoi l'acide serait projeté hors du récipient où l'on fait le mélange.



Fig. 36

Ne jamais déposer d'outils ou autres objets sur la batterie. (Risque de court-circuit!).

En effet, l'acide concentré que l'on verse descend aussitôt au fond du récipient et se mélange à l'eau ou à l'électrolyte. Au contraire, si l'on versait l'eau dans l'acide, celui-ci serait violemment projeté hors du récipient par suite du fort dégagement de chaleur.

Procéder de la manière suivante pour diluer l'acide à la concentration correcte (1,28 kg/l).

Verser l'eau distillée dans le récipient où l'on veut effectuer le mélange.

Ajouter peu à peu, très prudemment, de l'acide sulfurique chimiquement pur. Ne verser que de petites quantités à la fois, tout en remuant la solution avec un bâtonnet de verre ou d'ébonite (et non de métal!). Mesurer la température du mélange. Celle-ci ne doit jamais excéder +80° C; dans le cas contraire, attendre que la température ait suffisamment baissé avant de rajouter de l'acide. Laisser refroidir la solution et mesurer la masse volumique. Rectifier celle-ci à 1,28 kg/l avant d'utiliser la solution pour le remplissage des batteries.

Le tableau suivant donne les proportions d'eau et d'acide à observer pour la préparation d'électrolytes de deux masses volumiques distinctes.

Masse volumique désirée kg/l	Quantités requises	
	eau distillée ou déminéralisée cm ³	acide sulfurique concentré cm ³
1,230	790	210
1,280	745	255

Sur la graduation des pèse-acide, la masse volumique est le plus souvent indiquée en g/cm³. Les anciens appareils étaient gradués en degrés Baumé — °B — (densité relative). Nous donnons ci-dessous un tableau de conversion.

°B	g/cm ³ (kg/l)	°B	g/cm ³ (kg/l)
38°	1,360	25°	1,210
37°	1,345	24°	1,200
36°	1,332	23°	1,190
35°	1,320	22°	1,180
34°	1,308	21°	1,171
33°	1,297	20°	1,161
32°	1,285	19°	1,152
31°	1,274	18°	1,143
30°	1,263	17°	1,134
29°	1,252	16°	1,125
28°	1,241	15°	1,116
27°	1,230	14°	1,107
26°	1,220	13°	1,099

Remarque

L'indication de la densité relative en degrés Baumé est périmée et pratiquement abandonnée.

8.3. Mise en service

Munies de plaques chargées, les batteries Bosch sont prêtes à être mises en service 20 minutes après leur remplissage en électrolyte, sans qu'il soit nécessaire de les charger au préalable. On n'effectue donc le remplissage de la batterie que peu de temps avant son montage sur le véhicule. Procéder en respectant les prescriptions mentionnées ci-après.

Dévisser les bouchons de remplissage.

Retirer le cas échéant les rubans collants ou les disques d'étanchéité et les jeter.

Préparer une solution d'acide sulfurique pur.

Masse volumique: 1,28 kg/l (pour pays tropicaux, 1,23 kg/l), la température de l'électrolyte étant à +20° C.

Au moment du remplissage, l'électrolyte et la batterie doivent avoir une température d'au moins +10° C.

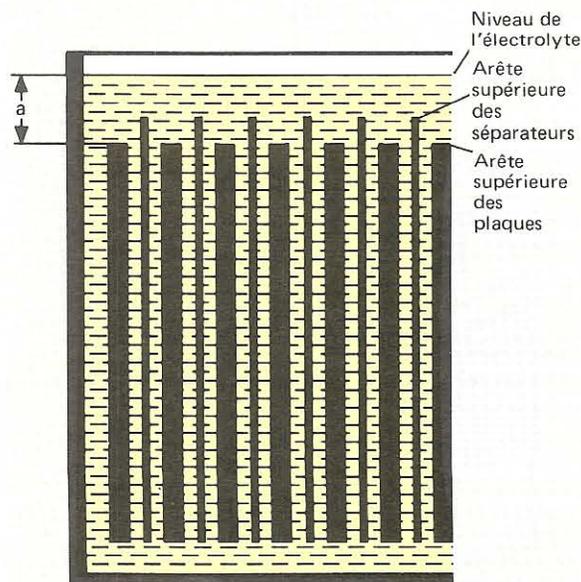
Remplir d'électrolyte les éléments de la batterie jusqu'au repère de niveau (lorsqu'il existe), c'est-à-dire jusqu'à la hauteur prescrite "a" (fig. 37), au-dessus de l'arête supérieure des plaques (et non de l'arête supérieure des séparateurs!)¹⁾.

Pour le remplissage, ne jamais utiliser d'entonnoir en métal. La hauteur "a" (fig. 37) est définie dans le tableau suivant.

Batteries normales	a = 15 mm
Batteries de tracteurs	a = 10 mm
Batteries à faible contenance d'électrolyte	
Référence Bosch	
0 180 051 811, 0 180 052 411,	
0 180 053 811, 0 180 053 820	a = 10 mm
Batteries de motocyclettes	a = 6 mm

¹⁾ Avant le remplissage des batteries du type "S" (reconnaisables à leur formule de type comportant la lettre "S" à la place de l'indication du courant d'essai à basse température, p. ex.: "12 V 84 Ah S"), consulter obligatoirement les instructions spéciales données à la fin du paragraphe 8.3.

Fig. 37 Distance comprise entre le niveau de l'électrolyte et l'arête supérieure des plaques.



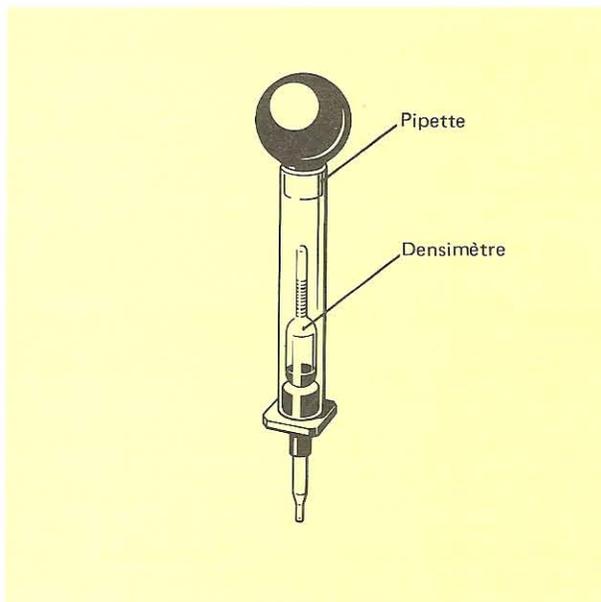
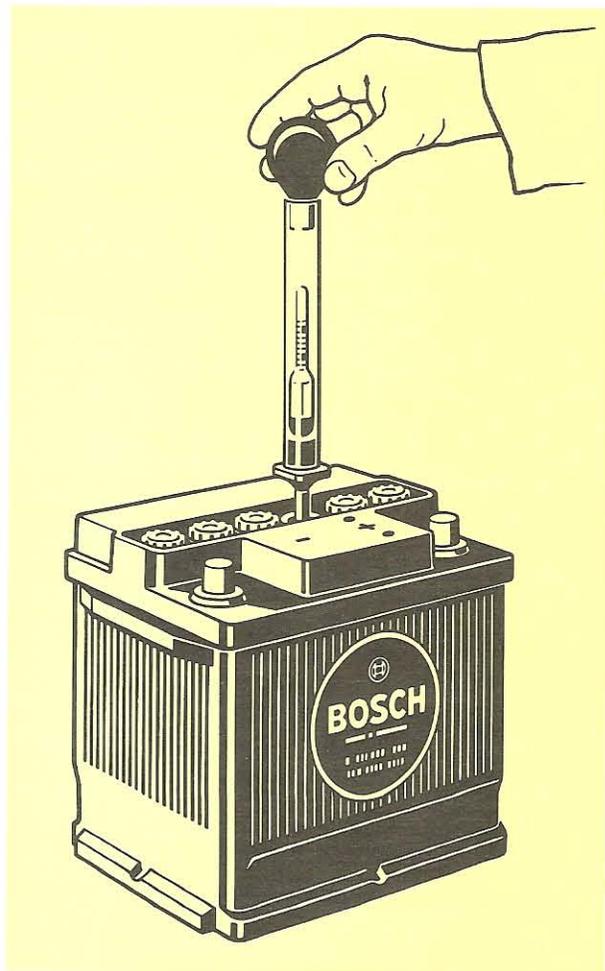


Fig. 38 Pipette pèse-acide pour déterminer la masse volumique de l'électrolyte.

Fig. 39 Mesure de la masse volumique de l'électrolyte avec la pipette pèse-acide.



La détermination du niveau d'acide dans les batteries ne comportant pas de repère de niveau s'effectue le plus commodément au moyen d'un petit tube de verre que l'on place sur l'arête supérieure d'une plaque et que l'on maintient, en haut, avec le doigt. En sortant le tube, on peut lire aisément la hauteur de l'électrolyte.

Après remplissage, laisser la batterie reposer 15 minutes, puis la secouer ou la faire basculer légèrement; ensuite, si besoin est, parfaire le niveau du liquide à la hauteur prescrite.

Revisser fortement les bouchons.

La batterie, qui est alors prête à fonctionner, peut être montée sur le véhicule.

Instructions pour la mise en service des batteries du type "S" (séparateurs spéciaux)

En raison du modèle spécial de séparateurs, respecter les points suivants lors du remplissage en électrolyte de ces batteries.

Ne remplir d'abord les éléments que dans la mesure nécessaire pour couvrir l'arête supérieure des plaques.

Secouer ou basculer légèrement la batterie à plusieurs reprises afin de provoquer l'échappement des bulles d'air.

Laisser la batterie reposer une heure environ (trempage) avant de parfaire le niveau à la hauteur prescrite.

Le remplissage immédiat au niveau prescrit fait courir le risque d'un débordement d'électrolyte avec tous les inconvénients pouvant en résulter.

8.4. Instructions d'entretien

8.4.1.

Si la batterie, par suite de températures trop basses ou de mauvaises conditions de stockage, ne délivre pas sa capacité et sa puissance normales au démarrage, ou si elle n'est pas montée sur un véhicule dans les quatre semaines qui suivent le remplissage, il est nécessaire de la recharger.

8.4.2.

Vérifier l'état de charge de la batterie en mesurant la masse volumique de l'électrolyte¹⁾ (fig. 38 et 39). Si la masse volumique se révèle inférieure à 1,21 kg/l (à +20° C et niveau d'électrolyte à la hauteur prescrite), recharger la batterie.

8.4.3.

Avant de mettre en charge des batteries gelées, il faut les faire dégeler.

8.4.4.

Avant la charge, dévisser tous les bouchons de remplissage.

8.4.5.

Les batteries ne peuvent être chargées qu'avec un *courant continu*. Pour les charger à l'aide d'un chargeur, séparer les batteries du réseau de bord et les raccorder au chargeur:

borne positive (+) de la batterie à la borne positive du chargeur

borne négative (-) de la batterie à la borne négative du chargeur.

¹⁾ Mesure de la masse volumique de l'électrolyte, voir paragraphe 6.14.3.

8.4.6.

Il est recommandé d'adopter une valeur d'intensité de charge (A) correspondant au 1/10 de la valeur numérique exprimant la capacité de la batterie, soit par exemple 4,4 A pour une capacité de 44 Ah. On peut également recharger les batteries à plus forte intensité (charge rapide) jusqu'à l'apparition du dégagement gazeux (2,4 V par élément). Dans le cas de batteries ne nécessitant aucun entretien, ou un entretien réduit, respecter les prescriptions particulières à ces types.

8.4.7.

Au cours de la charge, la température de l'électrolyte ne doit pas dépasser +55° C. Si besoin est, interrompre la charge, ou la poursuivre à intensité réduite, jusqu'à ce que la température tombe au-dessous de cette valeur limite.

8.4.8.

Poursuivre la charge jusqu'à ce que la concentration de l'électrolyte et la tension de charge cessent de s'élever dans un intervalle de 2 heures. A ce sujet, noter que la valeur de la masse volumique de l'électrolyte varie de 0,01 pour toute variation de 15° C de la température. Par exemple, si l'on mesure la concentration de l'électrolyte à la température de +34° C, il faut additionner 0,01 à la valeur mesurée pour obtenir la masse volumique correspondant à la température de +20° C.

8.4.9.

La charge terminée, vérifier le niveau de l'électrolyte et, si besoin est, ajouter de l'eau distillée ou déminéralisée pour amener le niveau jusqu'au repère, ou pour le par-

faire à la hauteur prescrite (voir tableau au § 8.3.) au-dessus de l'arête supérieure des plaques (fig. 40). Revisser ensuite les bouchons de remplissage.

8.4.10.

Fixer solidement la batterie à son emplacement dans le véhicule et la reconnecter correctement au réseau de bord (pour plus de détails, voir paragraphe 7.4.).

8.4.11.

Après connexion des cosses sur les bornes de la batterie, les enduire légèrement de graisse neutre anti-acide (p. ex. graisse anti-acide Bosch Ft 40 v 1).

Nota

On peut se procurer la graisse anti-acide Bosch Ft 40 v 1 dans le commerce, sous la référence 5 700 102 005 (tube de 50 g) ou 5 700 102 025 (tube de 250 g).

8.4.12.

Tenir la batterie propre et sèche.

8.4.13.

Toutes les 4 semaines environ, vérifier le niveau de l'électrolyte. Si besoin est, ajouter de l'eau distillée ou déminéralisée (8.4.9.) pour compenser les pertes par évaporation.

8.5. Plan d'entretien

Le tableau suivant résume les principaux travaux d'entretien:

Travaux d'entretien à effectuer	Remarques	Voir
Vérifier le niveau de l'électrolyte. Si besoin est, ajouter de l'eau distillée ou déminéralisée.	Toutes les 4 à 6 semaines environ (suivre les prescriptions du constructeur du véhicule)	8.3. 8.4.9.
Vérifier les cosses de connexion. Si besoin est, les nettoyer et rebloquer les vis; enduire légèrement de graisse anti-acide.		8.4.11.
Vérifier l'état de charge en mesurant la masse volumique de l'électrolyte à l'aide d'un pèse-acide. Le cas échéant, recharger la batterie.	Contrôle nécessaire, p. ex. si la puissance de démarrage est insuffisante.	6.14.3. 8.4.4. à 8.4.9.

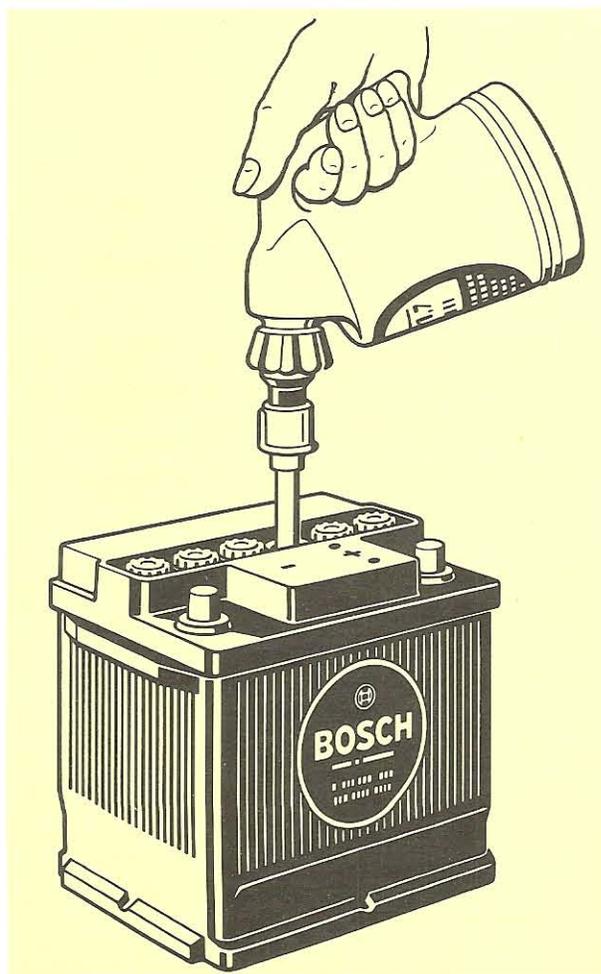
8.6. Mesures à prendre pour la mise au repos

Lorsque le véhicule ou la batterie ne doivent pas être utilisés durant un laps de temps assez long, il faut soit maintenir la batterie à l'état de pleine charge en lui appliquant en permanence un très faible courant de charge au moyen d'un chargeur d'entretien¹⁾, soit la recharger à intervalles de 1 à 2 mois.

Ne jamais laisser les batteries au repos à l'état déchargé. Les conserver dans un local frais et sec.

¹⁾ Intensité de charge (A) $\approx 0,001 \times$ valeur numérique de la capacité nominale.

Fig. 40 Addition d'eau distillée.



9. Anomalies

Les anomalies affectant les batteries se manifestent le plus souvent lors du démarrage. Les incidents les plus courants sont mentionnés dans le tableau qui suit.

Anomalies	Causes	Remèdes
9.1. Niveau de l'électrolyte insuffisant.	Surcharge, évaporation (surtout en été).	Parfaire le niveau par addition d'eau distillée ou déminéralisée (la batterie étant chargée).
9.2. L'électrolyte s'échappe par les bouchons.	1. Tension de charge trop élevée.	Vérifier le régulateur de tension, le régler ou le remplacer.
	2. Niveau d'électrolyte trop élevé.	Retirer l'électrolyte en excès au moyen de la pipette du pèse-acide.
9.3. Masse volumique de l'électrolyte trop faible.	1. Batterie déchargée.	Recharger la batterie.
	2. Génératrice en mauvais état.	Faire vérifier la génératrice.
	3. Court-circuit dans le réseau de câbles.	Faire vérifier le circuit électrique.
	4. Electrolyte trop dilué par suite d'une erreur d'entretien.	Rectifier la masse volumique de l'électrolyte.
9.4. Masse volumique de l'électrolyte trop élevée.	1. De l'électrolyte a été ajouté.	Rectifier la masse volumique de l'électrolyte.
9.5. La puissance fournie est insuffisante. La tension baisse fortement.	1. Batterie déchargée.	Recharger la batterie
	2. Tension de charge trop faible.	Régler le régulateur de tension ou le remplacer.
	3. Cosses de connexion desserrées ou oxydées.	Nettoyer les cosses de connexion et les enduire légèrement, côté intérieur principalement, avec de la graisse anti-acide Ft 40 v 1; bloquer les vis des cosses.
	4. La capacité de la batterie est insuffisante (trop de récepteurs).	Utiliser une batterie plus forte. Eventuellement, monter une génératrice plus puissante; s'adresser de préférence à un atelier spécialisé.
	5. Décharge spontanée excessive par suite de la présence d'impuretés dans l'électrolyte.	Remplacer la batterie.
	6. Batterie éventuellement sulfatée (dépôt gris blanchâtre sur les plaques positives et négatives).	Charger la batterie à faible intensité afin que le dépôt se décompose lentement. Si la puissance fournie est encore trop faible malgré des charges et décharges répétées, remplacer la batterie.

Anomalies	Causes	Remèdes
9.5. (suite)	7. Batterie usagée; matière active détachée des plaques.	Remplacer la batterie.
	8. Niveau de l'électrolyte au-dessous de l'arête supérieure des plaques.	Parfaire le niveau à la hauteur prescrite par addition d'eau distillée ou déminéralisée.
9.6. Batterie usée prématurément.	1. Batterie trop fréquemment déchargée à fond	Utiliser une batterie de plus forte capacité; adopter éventuellement une batterie du type "S"
	2. La batterie prend une température trop élevée.	Choisir un meilleur emplacement de montage.
	3. Batterie soumise à une trop forte trépidation.	Choisir un meilleur emplacement de montage.
	4. Batterie éventuellement sulfatée.	Voir § 9.5.6.
	5. Electrolyte pollué.	Remplacer la batterie.
9.7. La batterie est chargée insuffisamment en permanence.	1. Défaut à la génératrice, au régulateur de tension ou aux connexions.	Augmenter la puissance de la génératrice; remettre celle-ci en état ou la remplacer ainsi que le régulateur de tension; fixer correctement les câbles.
	2. Courroie détendue.	Retendre la courroie ou la remplacer.
	3. Trop de récepteurs en circuit.	Monter une batterie plus forte; utiliser éventuellement une génératrice plus puissante; s'adresser de préférence à un atelier spécialisé.
9.8. Surcharge permanente.	Défaut au régulateur de tension et éventuellement à la génératrice.	Remplacer le régulateur de tension ou en modifier le réglage; vérifier la génératrice.
9.9. Contacts du contacteur du régulateur de tension fondus (pour génératrices à courant continu).	- Erreur de polarité dans le branchement de la batterie.	Brancher la batterie en rétablissant la polarité correcte; remplacer le régulateur de tension.
9.10. Redresseur à diodes détérioré (pour alternateurs).	Erreur de polarité dans le branchement de la batterie.	Rebrancher la batterie en rétablissant la polarité correcte; remplacer le redresseur à diodes.

10. Contrôleurs de batterie

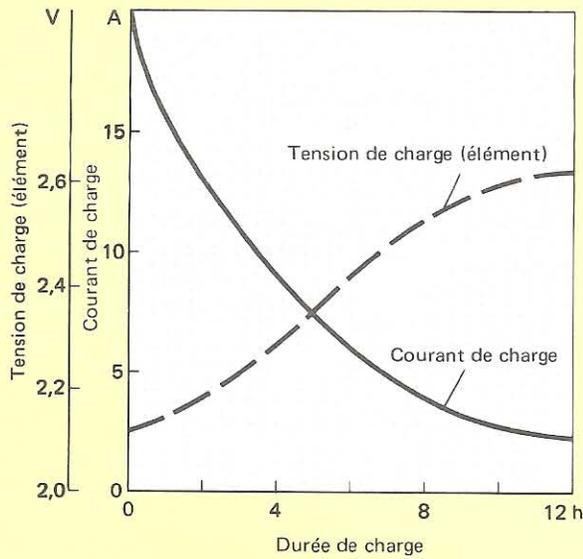


Fig. 41 Charge suivant courbe caractéristique W. \triangle

Fig. 42 Charge suivant courbe caractéristique IU. ∇

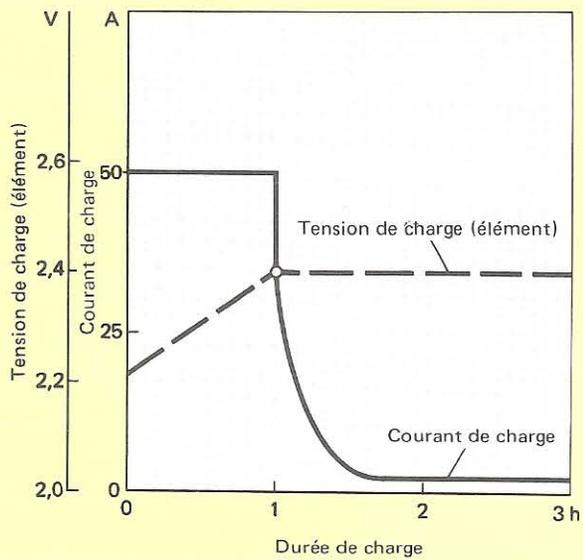
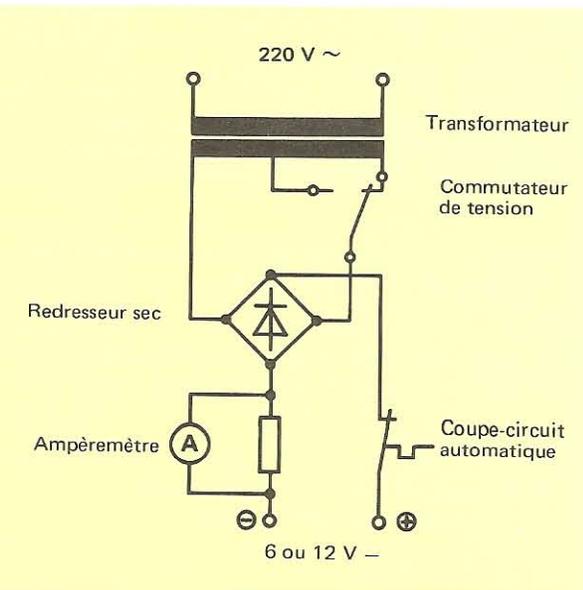


Fig. 43 Schéma du petit chargeur Eisemann.



Pour juger de l'aptitude d'une batterie de véhicule à assurer le démarrage du moteur, il est nécessaire de l'essayer quand elle débite de l'énergie. A cet effet, on utilise des contrôleurs spéciaux qui mesurent la tension de la batterie débitant un courant approprié (courant d'essai à basse température). La figure 46 représente un contrôleur de batterie associé à un chargeur automatique.

II. Chargeurs de batterie

11.1. Généralités

Pendant la marche du véhicule, la batterie est constamment chargée par une génératrice de courant (dynamo ou alternateur avec redresseur incorporé). Dans les conditions normales, l'énergie électrique fournie par cette génératrice suffit à l'alimentation de tous les récepteurs électriques ainsi qu'à la charge normale de la batterie. Si toutefois, pour une raison quelconque, la charge de la batterie n'est plus assurée — par exemple lorsque le véhicule n'est pas utilisé durant une période relativement longue — il est nécessaire de contrôler son état de charge et, le cas échéant, de la recharger au moyen d'un chargeur stationnaire.

On distingue deux procédés de charge pouvant être appliqués aux batteries: la charge normale et la charge rapide (charge automatique).

Par *charge normale*, on entend la charge effectuée avec une intensité de charge (A) atteignant 8 à 20 % (10 % en règle générale) de la valeur exprimant la capacité de la batterie. Cette méthode requiert une durée de charge assez longue (une nuit, p. ex.).

Suivant la méthode de *charge rapide* (charge automatique), la batterie est soumise à une intensité de charge représentant 5 à 10 fois le courant de charge normal. La durée de charge est alors considérablement raccourcie: 1/2 heure environ.

11.2. Courbes caractéristiques

La charge peut être effectuée suivant différentes méthodes, qui se distinguent entre elles par l'allure de la courbe du courant de charge mis en oeuvre.

La *courbe caractéristique ω* (fig. 41) est la plus simple et la plus couramment utilisée. Ici, la tension du chargeur est maintenue constante, de sorte que l'intensité de charge est déterminée seulement par la résistance interne de la batterie. L'utilisation de dispositifs de commande spéciaux n'est pas requise.

Au cours de la charge, la tension de charge s'élève (élément de batterie). La différence entre la tension du chargeur et la tension de charge (élément) va en diminuant; par conséquent, le courant de charge décroît à mesure que la batterie se charge. Le temps de charge se situe entre 8 et 12 heures.

C'est la charge suivant la courbe de la figure 41 qui répond le mieux aux exigences des garagistes qui, dans l'ensemble, désirent charger les batteries de démarrage pendant la nuit. Le déroulement de la charge, et en particulier la période critique de fin de charge, n'exige pas de surveillance. La batterie ne subit aucun dommage, même si la charge n'est pas coupée dès que la tension finale de charge a été atteinte (env. 2,65 V par élément).

Dans le cas des chargeurs fonctionnant suivant la *courbe caractéristique IU* (fig. 42), un dispositif de régulation automatique élève d'abord la tension de l'appareil à mesure que monte la tension de charge (élément de batterie). Ainsi, la différence entre la tension de l'appareil et la tension de charge demeure constante. Il s'ensuit que le *courant de charge* devient *constant*, celui-ci pouvant prendre une valeur sensiblement plus élevée que l'intensité de charge normalement utilisée (diminution du temps de charge).

Dès que la tension de dégagement gazeux a été atteinte (2,4 V par élément), la tension du chargeur est maintenue constante et le courant de charge diminue.

Les chargeurs, qui travaillent d'après la courbe de la figure 42, permettent de charger très rapidement les batteries. Mais, en raison de leurs dispositifs de commande et de régulation, leur fonctionnement fait appel à une technique très élaborée.

Dans la pratique, on utilise également des variantes des courbes que nous avons décrites.

11.3. Types de chargeurs

On distingue deux catégories de chargeurs:

les chargeurs normaux

et les chargeurs automatiques (chargeurs rapides).

Dans ces deux catégories, les modèles diffèrent principalement entre eux par leur

puissance de charge (tension et courant de charge maxima)

et par leurs

systèmes de régulation de l'intensité du courant de charge.

Chargeurs normaux

Ces chargeurs sont prévus pour effectuer en 8 à 12 heures la charge complète de batteries d'une capacité déterminée. Pour le choix d'un appareil de puissance appropriée, on se base sur le nombre et la capacité des batteries qu'on se propose habituellement de charger.

La figure 44 montre un petit chargeur. Comme tous les chargeurs, il se compose pour l'essentiel d'un transformateur (fig. 43), qui sert à abaisser la tension alternative de 220 V du secteur, et d'un redresseur qui délivre la tension continue requise pour la charge des batteries (6 ou 12 V).

La figure 45 représente un chargeur d'atelier (chargeur normal) prévu pour diverses tensions de charge et un courant de charge maximum de 16 A.

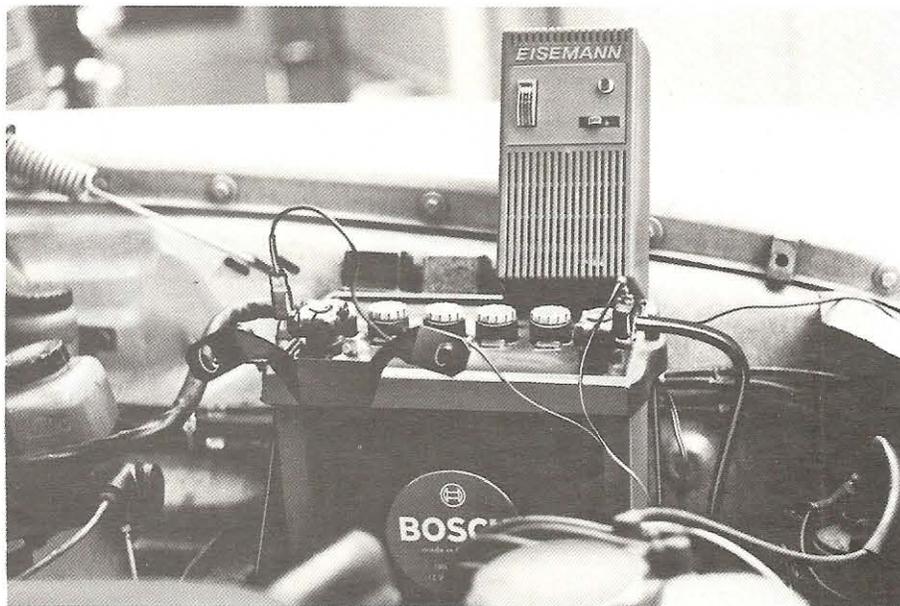
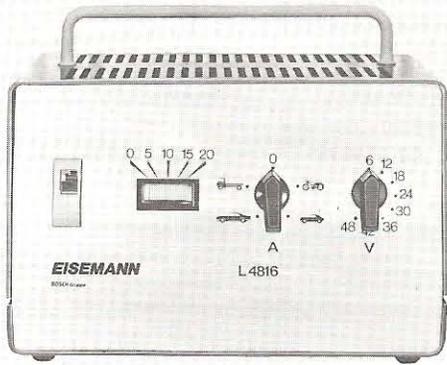


Fig. 44

Petit chargeur Eisemann pour la charge de batteries montées sur véhicules.



Chargeurs automatiques

Avec ces chargeurs rapides, on peut charger les batteries à une intensité beaucoup plus forte que l'intensité normale de charge, mais au maximum à 80 % seulement de leur capacité — c'est-à-dire jusqu'à la tension de 2,4 V par élément, à laquelle les batteries commencent à dégager des gaz. Les batteries sont alors aptes à assurer le démarrage. Si l'on désire les charger à fond, il faut poursuivre l'opération à courant de charge normal.

Avant de recharger une batterie au moyen d'un chargeur rapide, il est nécessaire de vérifier son état. Une charge rapide n'est admissible que pour des batteries en parfait état; elle est totalement à proscrire dans le cas de batteries sulfatées.

Le chargeur automatique représenté à la figure 46 est conçu pour la charge rapide et la charge normale des batteries, ainsi que pour servir d'aide au démarrage; il peut être équipé d'un contrôleur de batterie amovible.



Lorsqu'on veut charger une batterie sans la démonter, on amène le chargeur automatique à proximité du véhicule et on le relie au secteur 220 V alternatif (fig. 47).

Afin de protéger les dispositifs électroniques du véhicule, il faut alors déconnecter la batterie du réseau de bord. Ensuite, en observant la polarité correcte, on la raccorde au chargeur automatique au moyen de deux câbles à un conducteur munis de pinces de connexion spéciales. Il n'est donc pas nécessaire de sortir la batterie du véhicule. Après réglage du sélecteur de tension sur la position voulue, du sélecteur de mode de charge (position "Automatique") et du sélecteur d'intensité, l'opération de charge commence. Le dispositif électronique de surveillance et de mise hors circuit, que comporte le chargeur automatique, exclut toute surcharge et, par conséquent, l'échauffement excessif de la batterie.

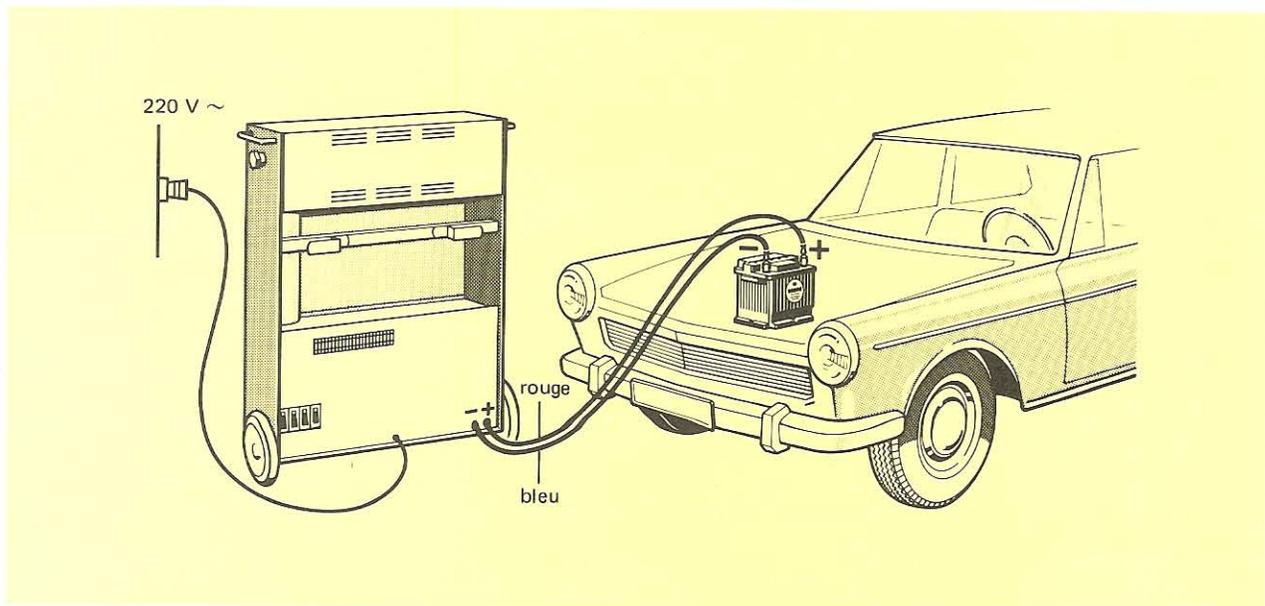


Fig. 45 Chargeur d'atelier Eisemann (pour charge normale).



Fig. 46 Chargeur automatique Eisemann avec contrôleur de batterie amovible.

Fig. 47 Connexions électriques du chargeur automatique Eisemann à la prise de courant secteur et à la batterie de démarrage.



12. Récapitulation

1. La batterie de démarrage emmagasine l'énergie électrique produite par la génératrice du véhicule pour la tenir ensuite à la disposition des divers récepteurs (p. ex. démarreur, éclairage, allumage, etc.).
2. Au cours de la charge (p. ex. à l'aide d'un chargeur), l'énergie électrique fournie à la batterie est transformée en énergie chimique.
A la décharge (prélèvement de courant), l'énergie chimique est reconvertie en énergie électrique.
3. En règle générale, une batterie est constituée de plusieurs éléments montés en série. Chaque élément d'une batterie au plomb renferme un bloc de plaques comprenant des plaques positives et négatives (matière active: à l'état chargé, peroxyde de plomb et plomb métal; à l'état déchargé, sulfate de plomb seul) ainsi que des séparateurs intercalés entre les plaques.
L'électrolyte utilisé est une solution d'acide sulfurique (masse volumique normale pour une batterie chargée: 1,28 kg/l). Il ne doit contenir aucune trace d'impureté, soit de chlore, de fer ou de cuivre qui, autrement, provoquerait la destruction des plaques positives et la désagrégation des grilles).
4. Les batteries ne peuvent être chargées qu'avec du courant continu.
5. A la charge, la tension aux bornes de la batterie s'élève; elle décroît à la décharge.
6. De même, la concentration de l'électrolyte augmente à la charge (reformation d'acide sulfurique) et diminue à la décharge (reformation d'eau).
7. En pratique, on juge de l'état de charge de la batterie en mesurant la masse volumique de l'électrolyte au moyen d'un pèse-acide (densimètre).
8. Lorsqu'on continue de charger une batterie chargée à fond (surcharge), l'eau de l'électrolyte se décompose (consommation d'eau): de l'hydrogène se dégage aux plaques négatives et de l'oxygène aux plaques positives. Après interruption du courant de charge, la batterie continue à "fumer" un certain temps.
Le mélange gazeux émis (gaz détonant) présente un risque d'explosion. C'est pourquoi les locaux de charge doivent être aérés en permanence. N'utiliser aucune flamme nue à proximité des batteries, ni aucun appareil produisant un jaillissement d'étincelles.
9. Pour remplacer l'eau de l'électrolyte consommée ou évaporée (rétablissement du niveau à la hauteur prescrite au-dessus de l'arête supérieure des plaques), n'utiliser en aucun cas de l'eau du robinet mais exclusivement de l'eau distillée ou déminéralisée. Cette eau ne doit pas être polluée par des impuretés telles que traces de chlore, acide acétique, minéraux divers.
10. L'emploi d'additifs prétendus "améliorants" est à proscrire rigoureusement.
11. Une surcharge constante, de même que l'abandon prolongé à l'état de décharge, abrège la durée de vie des batteries. Dans le second cas, il y a risque de sulfatation (formation de gros cristaux de sulfate de plomb qui ne peuvent éventuellement être décomposés lors de la charge).
12. Bien qu'étant au repos, une batterie se décharge progressivement d'elle-même (décharge spontanée); la perte de charge atteint quotidiennement 0,2 à 1 % de la capacité, suivant l'âge de la batterie.
13. Une batterie déchargée peut être rechargée au moyen d'un chargeur stationnaire. (Le courant de charge en ampères, dans le cas de la charge normale, correspond à environ 10 % de la valeur de la capacité nominale de la batterie). En ce qui concerne les batteries ne nécessitant aucun entretien ou un entretien réduit, observer les prescriptions spéciales du constructeur.
14. Les principales caractéristiques électriques d'une batterie (tension nominale, capacité nominale, courant d'essai à basse température) figurent dans sa formule de type. Exemple: 12 V 84 Ah 280 A.
15. La tension nominale d'une batterie est fonction du nombre d'éléments montés en série. Exemple: tension nominale 12 V pour une batterie composée de 6 éléments de 2 V).
16. La capacité nominale (quantité d'électricité restituée au cours de la décharge effectuée en 20 heures) caractérise la taille de la batterie; elle est fonction, entre autres, du nombre et de la taille des plaques.
17. Lorsque la température baisse, la capacité et la tension de décharge diminuent. En prévision du service d'hiver, il faut donc se garder de choisir une batterie de trop petite taille.
18. Pour juger de l'aptitude d'une batterie à assurer un bon démarrage par temps froid, on se réfère à la valeur de sa tension de décharge et au temps de décharge de la batterie débitant le courant d'essai à basse température.
19. Il est nécessaire de protéger les batteries (en particulier lorsqu'elles sont déchargées) contre les basses températures (gel). Un bon état de charge constitue la meilleure protection contre le gel. (Une batterie déchargée gèle à la température de -11°C environ, et une batterie chargée, par contre, à environ -69°C seulement).
20. La condition première pour assurer une longue durée de vie aux batteries est l'observation minutieuse des prescriptions de service, en particulier le maintien d'un bon état de charge et la protection contre les températures extrêmes et les détériorations mécaniques (p. ex. secousses et vibrations).

13. Glossaire

Accumulateur

Réservoir d'énergie qui transforme en énergie chimique l'énergie électrique qu'on lui fournit sous forme de courant continu (charge) pour la restituer ensuite sous forme d'énergie électrique lorsqu'on le raccorde à un récepteur (décharge). Un accumulateur (batterie) est constitué de plusieurs éléments montés en série.

Acide sulfurique

(Formule chimique: H_2SO_4). Utilisé en solution aqueuse comme *électrolyte* pour les batteries au plomb.

Ampère

(A). Unité de mesure de l'intensité du courant.

Ampère-heure

(Ah). Produit de l'intensité par le temps.

Anion

Ion se déplaçant vers le pôle positif au cours de l'électrolyse.

Antimoine

(Symbole chimique: Sb). Métal entrant dans la composition de l'alliage utilisé pour la fabrication des grilles de plomb (*plaques à grille*). L'antimoine a la propriété de durcir le plomb.

Atome

La plus petite particule, chimiquement indissociable, d'un élément chimique.

Bac multiple

Récipient à compartiments destiné à contenir plusieurs *éléments* d'accumulateurs.

Barrette de connexion

Conducteur électrique servant à raccorder les pôles de deux éléments.

Barrette de jonction des plaques

Liaison conductrice entre les plaques de même polarité d'un élément.

Batterie

Terme utilisé ici comme synonyme d'*accumulateur*.

Batterie au plomb

Accumulateur dont les *électrodes* (matière active) consistent en composés de plomb (plaques positives) et en plomb pur (plaques négatives). L'*électrolyte* utilisé est une solution aqueuse d'acide sulfurique.

Batterie de démarrage

Sert principalement au démarrage et à l'allumage des moteurs à combustion interne.

Batterie de traction

Batterie prévue pour l'entraînement d'un véhicule (automobile électrique).

Batterie ne nécessitant pas d'entretien

Batterie qui ne requiert aucune addition d'eau distillée ou déminéralisée pendant toute sa durée de vie.

Batterie de tondeuse à gazon

Batterie spéciale avec plaques positives d'épaisseur renforcée et séparateurs spéciaux, conçue pour la traction électrique d'une tondeuse à gazon.

Bloc de plaques

Unité constituée de l'ensemble des plaques positives et négatives d'un *élément*, comprenant également l'isolation inter-plaques (*séparateurs*).

Bornes

Servent à prélever la tension totale d'une batterie. On y branche également les câbles d'aménée du courant de charge.

Bouchon fileté

Sert à fermer l'ouverture du couvercle du bac multiple ou de l'élément. Il est muni, en général, d'un trou d'évent.

Capacité

Mesurée en ampères-heures (Ah), c'est la quantité d'électricité qu'on peut prélever sur une batterie. La capacité dépend, entre autres, de l'intensité du courant de décharge et de la température de l'*électrolyte*.

Capacité nominale

Capacité que peut fournir une batterie lors de la décharge en 20 heures, à courant nominal correspondant (à la température nominale, à la masse volumique nominale et au niveau nominal d'électrolyte) sans que la tension tombe au-dessous de la *tension finale de décharge* déterminée.

Capot

Sert à recouvrir la batterie. Utilisé par exemple pour les batteries de motocyclettes.

Catalyseur

Corps qui, par son action de présence, accélère le déroulement d'une réaction chimique, la ralentit ou la dirige dans un sens déterminé. Il se retrouve inaltéré à la fin de la réaction.

Chambre de sédimentation

Partie inférieure du *bac multiple* dans laquelle peuvent s'accumuler les particules de matière active qui viennent à se détacher des plaques.

Charge

Transformation d'énergie électrique en énergie chimique par un courant traversant la batterie dans un sens déterminé.

Charge complète

Charge pour laquelle la transformation chimique est achevée. Les batteries au plomb sont chargées complètement lorsque, en fin d'opération, la masse volumique de l'électrolyte et la tension cessent d'augmenter.

Charge d'entretien

Charge permanente à très faible intensité, effectuée pour compenser la perte d'énergie résultant de la *décharge spontanée* et maintenir les batteries en repos à l'état de pleine charge.

Charge rapide

Charge effectuée dans un temps réduit à très forte intensité, atteignant plusieurs fois la valeur du courant nominal de charge. Ne permet de faire qu'une charge partielle de la batterie.

Chargée sèche

(ou plus exactement "chargée non remplie"). Batterie non remplie d'électrolyte mais dont les plaques sont à l'état chargé.

Chargeur

Appareil conçu pour la charge des batteries (celle-ci étant entendue ici dans le sens de charge stationnaire, par opposition à la charge par la *génératrice* effectuée pendant la marche du véhicule). On distingue les chargeurs normaux et les chargeurs automatiques (chargeurs rapides).

Chargeur d'entretien

Chargeur conçu pour la *charge d'entretien*.

Chute de tension interne

Perte de tension causée par la *résistance interne* de la batterie.

Coefficient de charge

Quotient de la quantité d'électricité nécessaire pour charger complètement la batterie par la quantité d'électricité prélevée lors de la décharge précédente.

Contrôleur de batterie

Appareil permettant de tester une batterie sous forte sollicitation, comparable à celle qu'elle subit lors du démarrage.

Corrosion

Destruction (non voulue) d'un matériau par attaque chimique ou électrochimique se développant d'abord en surface.

Cosses de batteries

Colliers soudés ou vissés servant au raccordement des câbles aux *bornes* d'une batterie.

Courant de charge

Courant auquel est chargée la batterie.

Courant nominal de décharge

Courant de décharge lié à la *capacité nominale* de la batterie.

Courant d'essai à basse température

Fort courant de décharge prescrit que la batterie doit fournir à basse température initiale (-18°C), pendant un temps minimum donné, sans que la tension de décharge devienne inférieure à la *tension finale de décharge* déterminée.

Courbe caractéristique IU d'un chargeur

D'après cette courbe, la charge est d'abord effectuée à courant constant; lorsque la *tension de dégagement gazeux* est atteinte, la tension du chargeur est maintenue à valeur constante, tandis que l'intensité décroît. Possibilité de charge très rapide de la batterie.

Courbe caractéristique W d'un chargeur

La tension du chargeur est maintenue constante, de sorte que le courant de charge n'est déterminé que par la *résistance interne* de la batterie.

Court-circuit dendritique

Court-circuit entre plaques positives et négatives d'une batterie fortement sulfatée, provoqué par de fines ramifications de cristaux de plomb (dendrites) se développant à travers les *séparateurs*.

Couvercle monobloc

Couvercle commun à tous les *éléments* d'une batterie contenus dans le *bac multiple* qu'il ferme hermétiquement.

Cycle

Comprend l'opération de décharge et l'opération de recharge consécutive.

Décharge

Transformation de l'énergie chimique en énergie électrique. (Le courant de décharge est de sens inverse au courant de *charge*.)

Décharge de choc

Décharge de courte durée à forte intensité.

Décharge en profondeur

Prélèvement de courant effectué jusqu'à épuisement presque complet de la batterie.

Décharge spontanée

Décharge résultant de réactions à l'intérieur de la batterie (sans que celle-ci débite sur un récepteur).

Dégagement gazeux

Formation de gaz aux *électrodes* d'une batterie au plomb par suite de la décomposition en hydrogène et en oxygène (*gaz détonant*) de l'eau de l'*électrolyte* traversé par le courant. Se produit surtout en fin de charge.

Dégazage

Dans le cas d'une batterie munie d'un dispositif de dégazage, le mélange gazeux qui se dégage des éléments est rejeté vers l'extérieur par l'intermédiaire d'un tuyau en matière plastique débouchant à un endroit où aucun dommage ne peut apparaître.

Degré Baumé

(Abréviation $^{\circ}\text{B}$). Unité ancienne de densité des fluides. N'est plus usitée. Par exemple, 32°B correspondent à $1,285\text{ kg/l}$.

Densimètre

Flotteur gradué servant à déterminer la masse volumique d'un liquide.

Densité relative

Rapport de la masse volumique d'un corps homogène à la masse volumique d'un corps de référence, dans des conditions qui doivent être spécifiées pour les deux corps. Cette grandeur est sans dimensions.

Différence de potentiel

= tension électrique.

Diffusion

Mélange spontané de liquides ou de gaz se trouvant en contact direct. Les différences de concentrations s'équilibrent par diffusion.

Dissociation électrolytique

Dans une solution, phénomène affectant les molécules des sels qui se séparent en éléments (ions) positifs et négatifs.

Durée de vie

Durée d'utilisation jusqu'à défection de la batterie (puissance de démarrage devenue insuffisante); ou encore nombre de *cycles* (charge-décharge) assurés par la batterie jusqu'au moment où sa capacité en ampères-heures tombe au-dessous d'un certain pourcentage de la *capacité nominale*.

Eau de remplissage

Eau employée pour compenser les pertes en eau de l'électrolyte causées par la décomposition (*dégagement gazeux*) et l'évaporation. L'eau de remplissage doit répondre à des prescriptions spéciales de pureté. Ne jamais employer de l'eau du robinet!

Electrode

(Plaque de batterie). Pièce conductrice en contact avec un électrolyte. Est constituée, en général, d'un support (grille) pour la *matière active*, de matière active et d'un conducteur.

Electrolyte

Conducteur ionique reliant les *électrodes*. Par exemple, la solution eau – acide sulfurique d'une batterie constitue un électrolyte.

Electron

Particule élémentaire contenant la plus petite charge d'électricité négative; constituant de l'*atome*.

Elément

La plus petite unité constitutive d'une batterie; il comprend des plaques positives et négatives, les pièces nécessaires à l'assemblage et au raccordement, ainsi que le bac d'élément et l'électrolyte.

Elément galvanique primaire

Source d'énergie électrique obtenue par transformation directe d'énergie chimique. Par opposition à l'*élément galvanique secondaire*, l'élément primaire n'est utilisable qu'une fois (non rechargeable).

Elément galvanique secondaire

Elément électrolytique qui peut passer successivement de l'état chargé à l'état déchargé et inversement par circulation de courants électriques de sens inverse.

A la différence de l'*élément galvanique primaire*, la transformation chimique est réversible dans l'élément secondaire, c'est-à-dire que l'état initial de l'élément avant la décharge peut être reconstitué par apport d'énergie électrique (charge).

Elément local

Petite source chimique de courant en court-circuit intérieur que des particules d'impuretés métalliques forment sur les plaques des batteries. Les éléments locaux provoquent la *décharge spontanée* de la batterie.

Etat de charge

Exprime à quel degré la batterie est chargée (déterminé en pratique par la mesure de la *masse volumique de l'électrolyte*).

Fonctionnement en tampon

Fonctionnement en parallèle (batterie branchée en parallèle sur la *génératrice*), la batterie absorbant les pointes de courant et maintenant la tension.

Formation

Processus électrochimique destiné à former la *matière active des plaques*.

Gaz détonant

Mélange détonant d'hydrogène et d'oxygène.

Génératrice

Désigne ici la génératrice de courant entraînée par le moteur du véhicule et qui produit le courant continu nécessaire aux récepteurs électriques de bord ainsi qu'à la charge de la batterie. (Génératrice à courant continu ou alternateur avec redresseur).

Graisse anti-acide

Graisse spéciale, non acide et résistante à l'action de l'électrolyte, utilisée pour la protection des bornes et des cosses de batterie contre l'action corrosive de l'électrolyte.

Ion

Particule d'atome ou de molécule possédant une charge électrique négative ou positive (considéré de l'extérieur, il n'est donc pas électriquement neutre).

Limite de démarrage à froid

Température limite pour le démarrage d'un moteur à combustion interne. Lorsque la température descend au-dessous de cette valeur, le démarrage électrique du moteur n'est plus possible, l'équipement de démarrage (batterie et démarreur) ne pouvant plus fournir la puissance requise.

Masse volumique

Quotient de la masse par le volume. Elle s'exprime par exemple en kg/l.

Matière active

Matière des plaques (*électrodes*) qui subit des transformations chimiques lors du passage du courant.

Microporeux

Se dit des corps pourvus de pores minuscules qui les rendent perméables.

Molécule

Particule formée par la réunion de deux ou plusieurs *atomes* et électriquement neutre vue de l'extérieur.

Montage en parallèle

Les pôles de même nom sont réunis ensemble. Exemple: montage en parallèle d'une *génératrice* et d'une batterie dans le cas de *fonctionnement en tampon*.

Montage en série

Dans le montage en série (p. ex. les six éléments au plomb d'une batterie 12 V), les pôles de nom contraire des éléments voisins sont toujours reliés ensemble.

Niveau nominal d'électrolyte

Hauteur prescrite que doit atteindre le niveau de l'électrolyte au-dessus de l'arête supérieure des plaques (et non des séparateurs). Il est le plus souvent indiqué par un "*repère de niveau*" porté sur le bac.

Peroxyde de plomb

(Formule chimique: PbO_2). Matière active des plaques positives chargées (*électrodes*) d'une batterie au plomb.

Pèse-acide

Pipette d'aspiration (tube de verre et poire en caoutchouc) contenant un *densimètre* gradué pour la mesure de la masse volumique de l'électrolyte.

Pile à combustible

Élément générateur d'énergie électrique par réaction combustible — oxygène en présence d'un *catalyseur*.

Plaques à grille

Les plaques à grille d'une batterie au plomb sont constituées principalement d'une grille en plomb garnie de *matière active*. La grille en plomb sert donc de support à la matière active.

Plaque négative

Plaque dont la matière active (la batterie étant chargée) est constituée de plomb métal Pb.

Plaque positive

Plaque dont la matière active (la batterie étant chargée) est constituée de peroxyde de plomb PbO_2 .

Plomb spongieux

(Plomb pur sous forme spongieuse). Matière active des plaques négatives (*électrodes*) chargées d'une batterie au plomb.

Polypropylène

Matière thermoplastique possédant des qualités thermiques et mécaniques particulièrement bonnes (grande résistance mécanique, faible poids spécifique). Utilisé par exemple pour la fabrication des *bacs multiples*.

Pression de la solution

Tendance poussant les métaux, par exemple, à passer sous forme d'*ions* positifs dans la solution qui les environne. Le métal, qui conserve des charges négatives, se charge donc négativement.

Puissance de démarrage

Puissance requise pour le démarrage du moteur à explosion.

Puissance du démarreur

Puissance fournie par le démarreur (dépend entre autres de la batterie de démarrage).

Raccord de sonde

Les batteries de démarrage avec raccord de sonde sont utilisées sur les véhicules comportant une fiche centrale pour poste de diagnostics. La sonde incorporée permet de contrôler le niveau de l'électrolyte.

Redresseur

Convertit le courant alternatif en courant continu. Est utilisé, par exemple, dans les chargeurs de batteries.

Relais de batterie

Contacteur à commande électromagnétique utilisé pour séparer électriquement la batterie du circuit électrique du véhicule.

Rendement

Rendement en quantité d'électricité = $\frac{\text{quantité d'électricité débitée (Ah)}}{\text{quantité d'électricité restituée (Ah)}}$

Rendement en énergie = $\frac{\text{quantité d'énergie débitée (Wh)}}{\text{quantité d'énergie restituée (Wh)}}$

Repère de niveau d'électrolyte

Repère indiquant le niveau d'électrolyte prescrit.

Résistance interne

Résistance s'opposant au passage du courant à l'intérieur de la batterie. C'est la somme de diverses résistances partielles.

Résistance de polarisation

Résistance qui apparaît entre l'*électrode* et l'*électrolyte* au passage du courant.

Robinet de batterie

Interrupteur à commande manuelle qui permet de séparer électriquement la batterie du circuit électrique du véhicule.

Sens du courant

1. Suivant la manière conventionnelle de s'exprimer: du positif au négatif.

2. Suivant le sens réel du déplacement des électrons: du négatif au positif.

(Dans cette notice, nous utilisons le sens du déplacement des électrons).

Séparateur

Pièce perméable à l'électrolyte, intercalée entre les plaques de polarité différente.

Séparateurs spéciaux

Les batteries munies de séparateurs spéciaux (exécution "S") peuvent être soumises à une exploitation particulièrement intense (p.ex. fréquentes décharges poussées) et offrent néanmoins une grande longévité.

"Set Batterie"

Livraison sous emballage commun d'une batterie chargée sèche et de la quantité d'électrolyte nécessaire à son remplissage (dans récipient matière plastique).

Sulfatation

Transformation en sulfate de plomb en gros cristaux de la matière active d'une batterie au plomb mal entretenue.

Sulfate de plomb

(Formule chimique: $PbSO_4$). A la décharge d'une batterie au plomb, la matière active de toutes les plaques (*électrodes*) est transformée en ce composé de plomb, soufre et oxygène.

Tension aux bornes

Tension régnant entre les deux bornes d'une batterie.

Tension au repos

Tension mesurée aux bornes d'une batterie en circuit ouvert lorsque celle-ci, après coupure du courant de charge ou de décharge, a repris son état d'équilibre.

Tension de dégagement gazeux

Tension de charge au-dessus de laquelle une batterie commence à dégager franchement des gaz.

Tension de charge

Tension au cours de la charge.

Tension finale de charge

Tension à la fin de la charge complète, avant coupure du courant de charge.

Tension finale de décharge

Tension déterminée au-dessous de laquelle on ne doit pas pousser la décharge, celle-ci étant effectuée à l'intensité appropriée. (Lorsque la tension finale de décharge est atteinte, la décharge est terminée).

Tension moyenne de décharge

Valeur moyenne de la tension pendant toute la durée de la décharge, en particulier lorsque celle-ci s'effectue à courant constant.

Tension nominale d'une batterie au plomb

Produit du nombre d'éléments montés en série (p. ex. 6 éléments pour une batterie de 12 V) par la tension nominale de l'élément au plomb (2,0 V).

Transformateur

Appareil permettant de transformer une tension électrique alternative en une autre tension alternative (de même fréquence). Utilisé par exemple dans les chargeurs de batteries.

Valence

Etat de charge d'un élément chimique.

Valeurs nominales

Valeurs de tension, capacité, niveau d'électrolyte, masse volumique, température, etc. déterminées d'après les normes en vigueur. Exemples: tension nominale, capacité nominale, niveau nominal de l'électrolyte.

Viscosité

Caractérise la diminution du frottement interne d'un fluide (frottement entre molécules) lorsque la température s'élève.

Volt

Unité de tension.

Watt-heure (Wh)

Produit de la puissance (W) par le temps (h). Unité d'énergie électrique.

14. Série de tests

Pour les lecteurs intéressés, nous avons réuni ci-après une série de tests relatifs aux batteries de démarrage. Marquer d'une croix la réponse que vous estimez juste et comparer ensuite avec les solutions données à la page suivante.

1. Une batterie de démarrage se compose
 - a) d'éléments galvaniques primaires
 - b) d'éléments galvaniques secondaires
 - c) de piles à combustible
2. Les batteries de démarrage sont particulièrement indiquées dans les cas d'utilisation exigeant
 - a) le prélèvement d'une puissance élevée
 - b) une décharge en profondeur fréquente
3. La matière active de l'électrode positive d'une batterie totalement chargée est constituée essentiellement
 - a) de sulfate de plomb
 - b) de plomb métall
 - c) de peroxyde de plomb
4. Le déplacement du courant dans l'électrolyte (solution eau – acide sulfurique) se fait par
 - a) conduction électronique
 - b) conduction ionique
5. La masse volumique de l'électrolyte d'une batterie de démarrage normale à pleine charge est de
 - a) 1,28 kg/l
 - b) 1,23 kg/l
 - c) 1,12 kg/l
6. Pendant la décharge d'une batterie, la masse volumique de l'électrolyte
 - a) augmente
 - b) diminue
7. Le dégagement gazeux d'une batterie entraîne
 - a) une perte d'acide (H_2SO_4)
 - b) une perte d'eau (H_2O)
8. Une batterie qui dégage des gaz
 - a) doit être protégée contre les étincelles
 - b) est totalement inoffensive
9. En règle générale, les différents éléments d'une batterie sont
 - a) montés série
 - b) montés en parallèle
10. Pour la distinguer de la borne positive, la borne négative d'une batterie est
 - a) plus forte (diamètre plus grand)
 - b) moins forte (diamètre plus petit)
11. La capacité d'une batterie est d'autant plus élevée
 - a) qu'un plus grand nombre d'éléments sont montés en série
 - b) que le nombre de plaques est plus important et les dimensions des plaques plus grandes
 - c) que l'intensité du courant de décharge est plus faible
 - d) que la température est plus élevée
12. La tension nominale d'une batterie dépend
 - a) de la surface des plaques
 - b) du nombre des éléments montés en série
13. La tension aux bornes d'une batterie est
 - a) dépendante de la sollicitation à laquelle la batterie est soumise
 - b) indépendante de la sollicitation à laquelle la batterie est soumise
14. Lorsque la température décroît
 - a) la puissance de l'équipement de démarrage (batterie + démarreur) diminue
 - b) la puissance de démarrage requise par le moteur à combustion interne diminue
15. Une indication sur l'aptitude de la batterie à assurer le démarrage par basse température est donnée par
 - a) la tension nominale
 - b) l'aptitude à fournir le courant d'essai à basse température
16. Comparé à une batterie déchargée, l'électrolyte d'une batterie totalement chargée gèle
 - a) à température plus basse (froid plus intense)
 - b) à température plus élevée (froid moins rigoureux)
17. Dans les cas peu graves, la sulfatation peut être éliminée par
 - a) charge prolongée à forte intensité
 - b) charge prolongée à faible intensité
18. Pour remplacer l'eau consommée ou évaporée, parfaire le niveau de la batterie avec
 - a) de l'eau du robinet
 - b) de l'eau déminéralisée
 - c) de l'eau distillée

