

Guide pratique d'électricité appliquée à l'automobile
pour l'enseignement technique

Célestin Bernard Wambo Tengwo

Guide pratique d'électricité appliquée à l'automobile
pour l'enseignement technique

4^e année

 L'Harmattan

© L'Harmattan, 2011
5-7, rue de l'École-Polytechnique, 75005 Paris

<http://www.librairieharmattan.com>
diffusion.harmattan@wanadoo.fr
harmattan1@wanadoo.fr

ISBN : 978-2-296-54312-6
EAN : 9782296543126

Préface

Dans un monde où la formation intellectuelle et technique n'est plus considérée comme un ensemble immuable, la formation (enseignement) technique ne peut pas se permettre d'ignorer les technologies de pointe qui se développent dans divers secteurs.

Le caractère dynamique de l'électricité appliquée à l'automobile impose une nécessaire formation continue à tous ceux qui veulent renouveler leurs pratiques et s'adapter au progrès.

La réalisation du guide pratique d'électricité automobile qui est un outil d'information et de formation autant que d'autres activités techniques s'inscrit dans cette logique.

L'ouvrage développe l'électricité automobile et ses différents schémas d'une manière simple et compréhensible et s'adresse à un large public : étudiants, formateurs, amateurs et professionnels dans le domaine.

C'est le lieu ici de remercier et d'encourager son auteur, monsieur Wambo Tengwo pour avoir pris le risque de s'aventurier dans ce secteur complexe où le progrès de la recherche technologique, l'une des plus galopantes, est inversement proportionnel à celui de la maintenance de cet indispensable outil qu'est l'automobile.

Ce document est à l'évidence dans la ligne des orientations officielles. Ceci est un encouragement à la production des documents disciplinaires allant dans le même sens.

Emmanuel Sietcheping
Inspecteur Pédagogique National
de Mécanique Automobile

Introduction

Le 21 siècle sera certainement celui de la haute technologie, le domaine de l'automobile ne sera pas en reste tant il est vrai que cette spécialité est devenue l'une des plus sollicitées dans les établissements d'enseignement technique, sollicitation qui fait face le plus souvent à un manque accru de documents supports.

Afin d'apporter notre modeste contribution à la résolution tout au moins partielle de ce problème, nous avons pensé mettre à la disposition du public, une série de publications dont le premier est un guide pratique d'électricité automobile.

Il traite de la pratique de maintenance en électricité automobile, des effets du courant électrique dans l'automobile, du principe de câblage et des différents récepteurs des circuits électriques appliqués à l'automobile, ainsi que des circuits des générateurs du courant utilisés en automobile, du circuit de démarrage, d'allumages classique et électrique, d'éclairage et des indicateurs du tableau de bord. Il traite également du système de climatisation automobile, du préchauffage des bougies des moteurs diesel, du verrouillage électrique des portières et du système de lève-vitre électrique.

Certaines parties de l'ouvrage prodiguent des conseils relatifs au contrôle, à la détection et à la protection des composants des circuits électriques automobiles.

Que cet ouvrage devienne un livre de chevet pour les passionnés en cette matière.

Tout en restant attentif à toute critique indispensable pour l'amélioration de cet ouvrage, nous osons croire que le lecteur saura tirer profit de son contenu.

Chapitre I : La matière

Objectifs :

Après l'étude de ce chapitre, l'élève devrait être capable :

- de marquer une différence entre un conducteur et un isolant ;
- de définir ce que c'est la matière ;
- de comprendre le rôle des électrons libres dans un conducteur ;
- de comprendre le phénomène des différents effets du courant électrique automobile.

A- Connaissance de la matière

L'ensemble des circuits électriques automobiles a pour source génératrice de courant, la batterie par ses deux pôles négatif et positif. Cette source appelée tension, force électromotrice, différence de potentiel, s'écoule dans les matières conductrices de courant vers les multiples récepteurs électriques.

Une réflexion sur ces matières pouvant conduire la source du courant nous permettra de faire une différence entre les matières conductrices et isolantes.

Un conducteur est toute matière capable de permettre le déplacement des électrons libres d'un générateur vers un récepteur, alors qu'un isolant est toute matière incapable de permettre le déplacement des électrons libres. Comme exemple, le schéma ci-dessous nous permettra de savoir si une matière est un conducteur ou un isolant. Il suffira de relier une matière entre les points **2** et **1** du schéma ; si la lampe s'allume, la matière est un conducteur, si la lampe ne s'allume pas, la matière est un isolant.

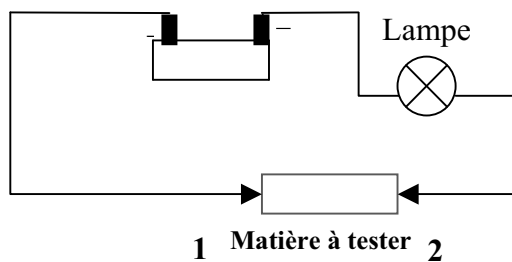


Schéma d'exemple test d'une matière.

Testons plusieurs matières :

- le cuivre : la lampe s'allume, corps conducteur de courant ;
- le plastique : la lampe ne s'allume pas, corps isolant de courant ;
- l'aluminium : la lampe s'allume, corps conducteur de courant ;

- le carton : la lampe ne s'allume pas, corps isolant de courant ;
- le fer : la lampe s'allume, corps conducteur de courant ;
- l'eau pure (distillée) : la lampe ne s'allume pas, corps isolant de courant ;
- l'eau sale (sel de cuisine) : la lampe s'allume, corps conducteur de courant.

Pendant le test des matières, les isolants n'allument pas la lampe, ils ont pour rôle d'empêcher tout contact entre les différences de potentiel alors que les conducteurs allument la lampe et ont pour rôle d'écouler la différence de potentiel de la batterie.

B- Constitution de la matière

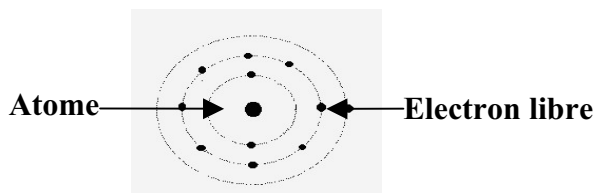
Tout corps présent dans la nature est constitué de la matière et se présente sous différentes formes d'état physique (gazeux, liquide, solide).

La matière est toujours formée de molécules qui sont elles-mêmes faites de combinaisons de corps simples dont l'unité élémentaire est l'atome, et l'atome n'est pas un élément fini mais un assemblage de particules : les neutrons, les protons et les électrons. Les atomes sont composés de neutrons et de protons. Tous constituent l'essentiel de la masse ; un certain nombre d'électrons gravitent autour du noyau sur plusieurs orbites. Il existe différentes sortes d'atomes, chacun d'entre eux est caractérisé par son nombre d'électrons.

Exemple 1 : Toute matière dont les atomes ont plus de 4 électrons sur son orbite extérieure est un corps isolant (le plastique, le vernis, le carton, etc.).

Exemple 2 : Toute matière dont les atomes ont 4 électrons sur leur orbite extérieure est par contre, tantôt isolant, tantôt conducteur ; c'est un semi-conducteur (les diodes, les transistors, etc.).

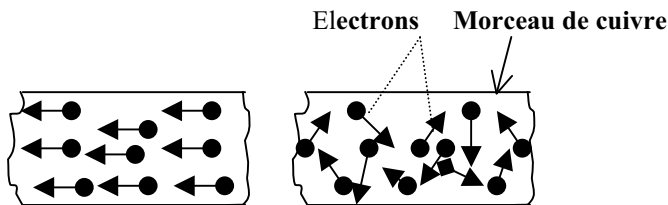
Exemple 3 : Toute matière dont les atomes ont moins de 4 électrons sur leur orbite extérieure est un corps conducteur de courant (le fer, l'aluminium, le cuivre, etc.). Ces électrons des orbites extérieures des matières conductrices sont appelés électrons célibataires ou libres. Seuls, ils ont l'aptitude d'écouler le courant dans les matières conductrices.



L'électron à l'orbite extérieure est appelé électron libre ou célibataire.

C- Phénomène des électrons libres dans un conducteur

Dans un conducteur quelconque, les électrons libres ou célibataires sont en mouvement dans tous les sens, ce qui se traduit par un courant nul. Dès qu'on applique la tension aux bornes du conducteur, les électrons s'ordonnent et prennent tous une même direction. C'est donc ce déplacement ordonné des électrons libres soumis à la tension de la batterie qui est le courant électrique circulant dans les matières conductrices. Ce courant électrique est utilisé pour le fonctionnement des effets des systèmes électriques automobiles.



Agitation ordonnée des électrons libres / Agitation désordonnée des électrons libres.

Schéma : Phénomènes des électrons libres dans un conducteur.

Exemple d'un conducteur : le cuivre

L'atome de cuivre a un électron sur son orbite extérieure. C'est le conducteur le plus utilisé dans les systèmes électriques automobiles, sa souplesse permet une manipulation facile, sans risque de rupture importante. Quelle que soit son utilisation dans les systèmes électriques automobiles, le fil est constitué d'une âme et d'un isolant pour éviter les contacts entre les enroulements et les autres matériaux conducteurs. Dans les systèmes électriques automobiles, ce conducteur est utilisé dans le transport du courant par faisceau de fil, dans le bobinage des moteurs (démarreur, essuie-glace, etc.) et dans les systèmes comportant des enroulements (relais, injecteur, etc.).

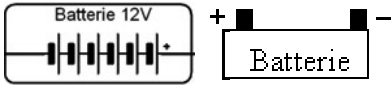
D- Les effets du courant électrique de l'automobile

Bien que l'électricité prenne une place de plus en plus importante dans l'automobile, il est souvent difficile de répondre à la question : qu'est-ce que le courant électrique ? Afin que nous puissions tirer un maximum de profit des installations et des montages des circuits électriques automobiles, nous allons définir le courant électrique automobile à travers ses effets qui sont à l'origine de la production du courant, et du fonctionnement de tous les récepteurs électriques et électroniques de l'automobile.

Le courant électrique automobile se manifeste à travers 3 effets principaux :

❖ **L'effet chimique** : il se manifeste dans la batterie qui est un générateur producteur de courant utilisé pour tous les récepteurs des circuits automobiles.

Dans la batterie, nous avons des plaques de plomb positives et négatives munies de matières actives et plongées dans de l'acide sulfurique. Entre les bornes négative et positive, il existe une différence de potentiel qui est transportée par les conducteurs, pour le fonctionnement des multiples récepteurs des systèmes électriques automobiles.

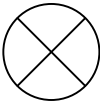


Symbole d'une batterie.



Photo d'une batterie.

❖ **L'effet lumineux** : il se manifeste à toutes les lampes de l'automobile ; lorsqu'un filament s'échauffe, l'échauffement provoque souvent une incandescence du filament et une émission de lumière (incandescence : état d'un corps devenu lumineux sous l'effet d'une température élevée) ; le filament est protégé par l'ampoule de verre qui contient un gaz. Ce gaz empêche le filament de brûler, nous avons les ampoules à un ou deux filaments. Exemples de lampes dans l'automobile : lampes phares, lampes clignotants, lampes veilleuses, lampes tableau de bord, etc.



Symbole d'une ampoule.



Photo d'une ampoule

❖ **L'effet magnétique** : dans l'automobile, il est à la base de tous les moteurs électriques et de tous les relais. (Exemple : démarreur, alternateur, relais phare, relais klaxon, etc.).

Expérience d'un effet magnétique

Isoler un clou avec un tissu et sur ce tissu, enrouler un fil de cuivre, dénuder les deux extrémités du fil en grattant le vernis, relier les deux extrémités aux bornes d'une pile de 9 volts et approcher le clou près d'une petite pièce métallique ; vous constatez que le clou s'aimante et qu'il attire la pièce. Nous avons le même phénomène dans tous les moteurs à effet magnétique de l'automobile.

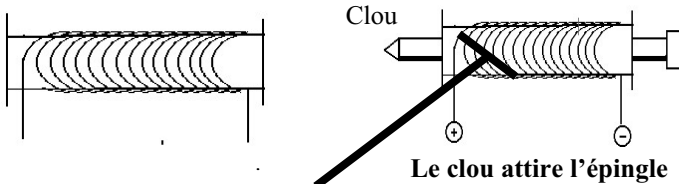


Schéma d'exemple d'application de l'effet magnétique.

Exemple application de l'effet magnétique dans l'automobile sur un relais

Un relais est constitué en son centre d'un barreau de fer, noyau autour duquel sont enroulés des fils isolés appelés bobine ; près du barreau de fer, nous avons l'armature qui peut pivoter entre deux contacts. Quand le courant passe dans la bobine, l'armature s'aimante et relie le contact travail du relais ; lorsque le début et la fin d'enroulement de la bobine ne sont plus reliés à une source de courant, on dit que le relais est au « repos » ; dans le cas contraire, il est en position « travail ». Le relais se présente sous la forme d'un petit boîtier en plastique ou en métal.

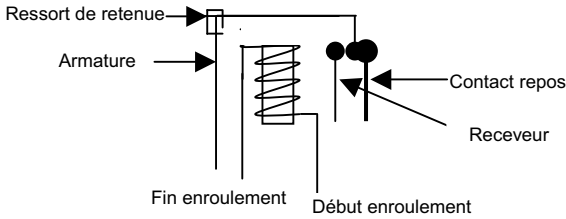


Schéma d'un relais à 5 fiches



Photo d'un relais.

Exemple application de l'effet magnétique sur un rotor d'alternateur

Le rotor se constitue d'une bobine formée de plusieurs tours de fil de cuivre très fin enroulé autour d'un noyau de métal isolé.

Les deux extrémités sont reliées à deux collecteurs isolés l'un de l'autre. Sur ces deux collecteurs frottent deux charbons.

Quand ces deux charbons sont alimentés en énergie, nous avons un champ magnétique autour du noyau du rotor.

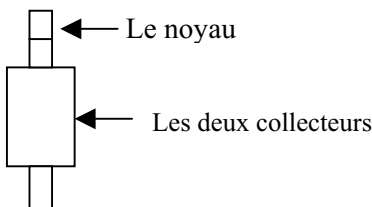


Schéma du rotor d'un alternateur.

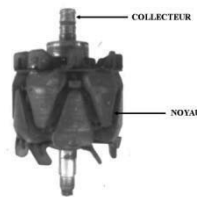


Photo d'un rotor d'alternateur.

E- Manifestation secondaire des effets électriques automobiles

Tout appareil électrique, qu'il soit chimique, lumineux ou magnétique, dégage un effet thermique lorsqu'il est parcouru par un courant.

La surtension ou le mauvais fonctionnement des effets électriques automobiles fera dégager plus d'effet thermique avec risque d'endommager le producteur de courant qui est l'effet chimique ou les consommateurs qui sont les effets lumineux et magnétique.

Exercices d'application

- Quels sont les différents effets du courant électrique automobile ?
- Quelle est selon vous la différence entre un isolant et un conducteur ?
- Comment appelle-t-on le liquide que contiennent les batteries d'accumulation ?
- Citez quatre conducteurs et quatre isolants.
- Schéma symbole d'une ampoule.

Chapitre II : Circuit électrique automobile

Objectifs :

Après l'étude de ce chapitre, l'élève devrait être capable :

- d'identifier dans un circuit, les organes et leurs différents rôles ;
- de faire le schéma électrique d'un circuit électrique automobile ;
- d'utiliser les instruments de mesure des circuits électriques ;
- de comprendre la différence entre la tension, l'intensité, la puissance et la résistance.

A- Le circuit

Le circuit électrique d'une automobile peut être comparé aux parties du circuit d'une torche de poche :

- 1) La pile, source d'énergie de la torche, est comparée à la batterie, source d'énergie du système électrique automobile ;
- 2) Les parties métalliques conductrices électriques de la torche sont comparées aux différents conducteurs électriques automobiles ;
- 3) La lampe, récepteur électrique de la torche, est comparée aux différents récepteurs à effet magnétique ou lumineux de l'automobile ;
- 4) Les parties en plastiques de la torche sont comparées aux isolants des circuits électriques automobiles ;
- 5) L'interrupteur de la torche est comparé aux différentes gammes d'interrupteurs automobiles.

Nous allons schématiser ce circuit en représentant chaque élément par un symbole.

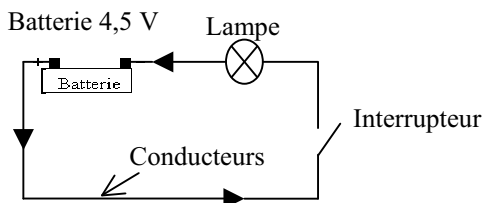


Schéma : circuit torche de poche.

L'ensemble du circuit d'une torche de poche est formé comme un circuit électrique automobile. Si nous suivons la circulation du courant dans ce circuit, le courant part de la batterie, traverse l'interrupteur (s'il est fermé), passe par l'ampoule puis revient à la batterie.

Pour comprendre le circuit électrique automobile, il suffit de repérer les éléments présents dans le circuit ainsi que la manière dont les différentes bornes de chaque élément sont reliées entre elles. Un circuit électrique doit être réalisé de la façon la plus simple, et doit recommencer par un schéma.

B- Polarité des récepteurs électriques automobiles

La polarité détermine les bornes négative et positive de la batterie servant de différence de potentiel pour l'alimentation des différents récepteurs électriques automobiles. Elle est transportée par les fils conducteurs vers les différents récepteurs.

Les récepteurs fonctionnent pour un but précis, ils sont commandés par les interrupteurs.

Les différents concessionnaires des faisceaux électriques alimentent les récepteurs en trois méthodes distinctes :

- le récepteur recevant directement le positif et le négatif venant de l'interrupteur ;
- le récepteur recevant directement le négatif et le positif venant de l'interrupteur ;
- le récepteur recevant de l'interrupteur ou d'un relais, en même temps le négatif et le positif.

Avant une intervention dans un système électrique, il est important de savoir quelle méthode le concessionnaire utilise pour l'alimentation de ces récepteurs.

C- Rôle de chaque élément du circuit

C.1- La batterie

C'est l'élément qui fournit l'énergie nécessaire pour le fonctionnement des récepteurs.

C.2- Les conducteurs

Ils servent au transport de cette énergie vers les différents récepteurs.

C.3- Les récepteurs

Ils fonctionnent pour un but précis et reçoivent le courant électrique fourni par la batterie. Ils sont aussi appelés organes consommateurs d'énergie dans les circuits électriques automobiles puisqu'ils servent à l'exécution du travail après l'alimentation des organes de commande.

Exemple 1 : Exécution du travail d'un démarreur qui est un consommateur : il met le moteur en fonction après alimentation.



Photo d'un démarreur.

Exemple 2 : Exécution du travail d'une pompe à essence électrique qui est un actionneur ayant pour rôle d'aspirer le carburant du réservoir d'essence pour le refouler vers les injections ou vers le carburateur après alimentation.



Photo d'une pompe à essence.

Exemple 3 : Exécution du travail d'un moteur essuie-glace qui est un consommateur ayant pour rôle de nettoyer la vitre après alimentation.



Photo d'un moteur à essuie-glace.

Exemple 4 : Exécution du travail des ampoules phares qui est un consommateur lumineux ayant pour rôle d'éclairer la nuit pour la visibilité.



Photo d'une ampoule phare.

C.4- Les isolants

Ils empêchent tout contact entre les différences de potentiel de la batterie et entre les différents conducteurs.

C.5- Les interrupteurs

Encore appelés organes de commande, ils assurent le relais entre les commandes et les consommateurs via les câbles électriques. Certains de ces organes de commande automobile reçoivent des informations avant d'assurer l'alimentation des actionneurs en énergie.

Dans la plupart des cas, l'organe de commande est directement lié aux consommateurs qu'il alimente. Mais avec les nouvelles technologies

automobiles, l'organe de commande permet d'abord d'alimenter les relais et les boîtes électroniques et non plus directement les consommateurs.

Dans les différentes gammes d'automobiles, les organes de commande sont divisés en cinq grands groupes :

- les organes de commande manuelle ;
- les organes de commande mécanique ;
- les organes de commande à grandeur physique ;
- les organes de commande par télécommande ;
- les organes de commande par impulsion.

C.5.1- Les organes de commande manuelle

Ils sont généralement munis d'un dessin fait sur la tige du bloc interrupteur ou sur l'interrupteur, indiquant le symbole et la direction de manipulation de fonctionnement de l'interrupteur.

Ces interrupteurs sont regroupés sur un seul bloc interrupteur qui met en fonction plusieurs systèmes : ce bloc interrupteur peut mettre en fonction les différents phares, les veilleuses, le klaxon, les clignotants, les essuie-glaces ; ce bloc est généralement appelé **Comodo**. Il est généralement monté sur la tige du volant pour faciliter la manipulation pendant la conduite. Les autres interrupteurs manuels sont montés sur le tableau de bord.

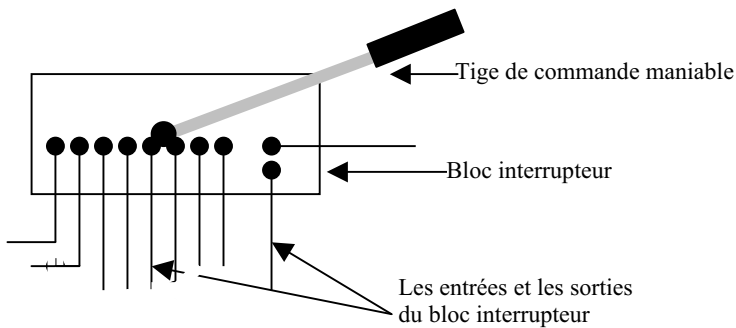


Schéma d'un bloc interrupteur manuel.



Photo de deux modèles de Comodo de phare.

C.5.2- Les organes de commande mécanique

Ce sont des organes montés à des endroits précis qui permettent de fermer ou d'ouvrir les contacts par simple manœuvre d'un organe mécanique.

Exemple 1 : Lorsque le levier de vitesse est en position de marche arrière, les ampoules arrière s'allument immédiatement, ce qui permet d'émettre un signal aux usagers.

Exemple 2 : Lorsque le levier de vitesse est en position réducteur, le tableau de bord s'allume pour informer le conducteur que le véhicule est en position (4WD).

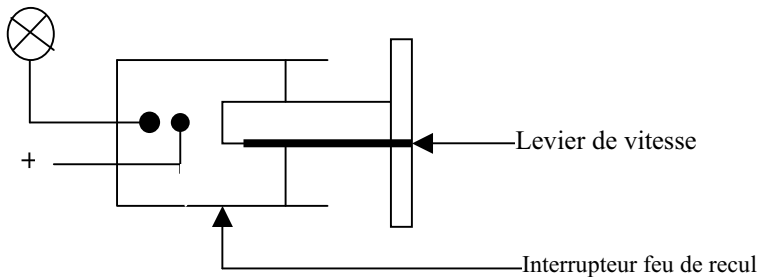
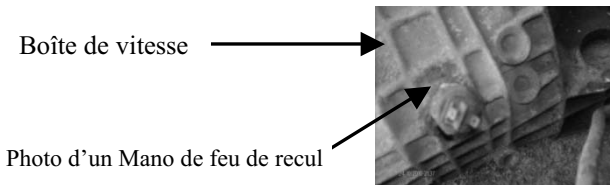


Schéma d'un organe de commande mécanique.



C.5.3- Les organes de commande à grandeur physique

Ils sont des interrupteurs à grandeur physique montés à des endroits précis ; ils peuvent fermer ou ouvrir leurs contacts d'après une information logique définie par la grandeur contrôlée.

Exemple 1 : Un contact électrique peut se fermer lorsque la pression atteint 4 barres.

Exemple 2 : Un thermo-contact peut ouvrir et fermer ses contacts quand la température du liquide de refroidissement atteint 75 degrés de chaleur.

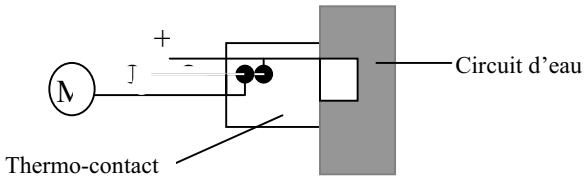


Schéma thermo-contact appliqué sur système de refroidissement pour déclenchement automatique du ventilateur.



Photo d'un thermo contact.

C.5.4- Les organes de commande par télécommande

Avec ces nouveaux systèmes de commande répandus seulement dans certaines hautes gammes de voitures qui deviennent plus compliquées pendant la maintenance, nous avons une télécommande qui peut faire fonctionner, et à une distance prévue, certains consommateurs d'énergie (les phares, le verrouillage électrique des portières, l'alarme, l'ouverture de contacteur antivol, le démarrage etc.).

Fonctionnement du système

La télécommande est munie d'un interrupteur poussoir et d'un voyant lumineux. Quand l'interrupteur est appuyé, le voyant s'allume, les ondes transportent le signal d'après une distance prévue vers l'entrée de la boîte électronique ; ce signal est amplifié par l'alimentation reçue par la boîte. A la sortie de la boîte, l'alimentation peut mettre en fonction un consommateur.

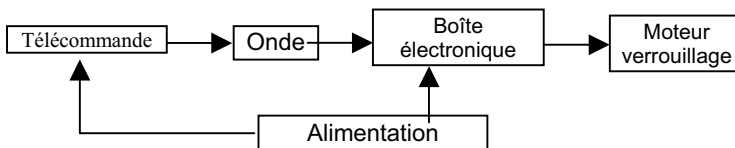


Schéma séquentiel : Verrouillage électrique des portières par télécommande.



Photo d'un interrupteur télécommande.