

A - GÉNÉRALITÉS SUR LES SYSTÈMES ANTI-INTRUSION

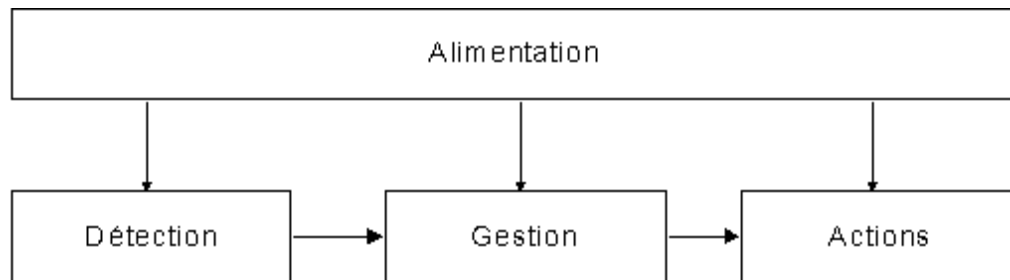
L'analyse des risques d'un site, d'un bâtiment, d'un local ... peut produire à les équiper :

- de protections mécaniques : grilles, verrous, portes blindées..., ces moyens retardent ou interdisent l'intrusion.
- d'une surveillance électronique, c'est un système qui, lors d'une intrusion, déclenche différents moyens d'alarmes.

1. OBJECTIF D'UN SYSTÈME D'ALARME ANTI-INTRUSION.

Un système d'alarme a pour vocation de détecter une intrusion, ou une tentative d'intrusion le plus tôt possible afin de mettre en œuvre des moyens d'alarmes.

2. COMPOSITION D'UN SYSTÈME D'ANTI-INTRUSION.



La détection : Pour un bâtiment, quatre zones de détections sont définies :

- la détection périphérique. Elle couvre la proximité du bâtiment.
- la détection périmétrique. Elle concerne le périmètre du bâtiment (frontière entre l'extérieur et l'intérieur).
- la détection volumétrique. Elle englobe le volume intérieur du bâtiment.
- la détection ponctuelle (coffre-fort ...).

La gestion : Elle est assurée par une centrale qui :

- exploite les données en provenance de la détection,
- traite ces informations en fonction de paramètres et consignes imposés,
- gère l'activation des moyens d'alarmes.

Les actions : Elles sont classées en trois catégories qui sont :

- les actions préventives : préalarme ...
- les actions dissuasives : sirènes ...
- Les actions curatives : transmissions d'informations, verrouillage des issues ...

L'alimentation : On trouve, au minimum, la configuration suivante :

- une source principale assurée par le secteur,
- une source secondaire assurée par une batterie et rechargée par la source principale.

B - LES BOUCLES CLASSIQUES

1. GÉNÉRALITÉS.

Un ou plusieurs détecteurs peuvent être câblés sur une entrée d'une centrale anti-intrusion.

Il existe différentes technologies de câblages associées à une installation d'alarme :

- Les boucles filaires 'classiques' (objet de cette étude).
- Les boucles 'équilibrées'.
- Les bus.

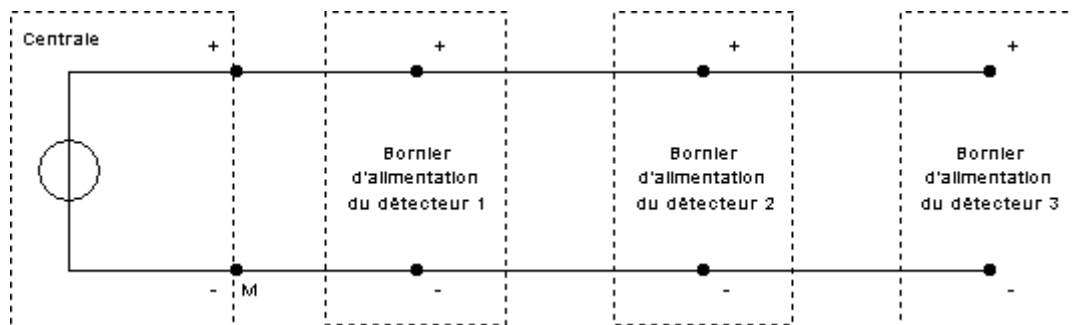
2. LES BOUCLES 'CLASSIQUES'.

Ces boucles sont constituées de deux ou trois *paires* de conducteurs qui sont affectées respectivement :

- à l'alimentation (obligatoire uniquement pour les détecteurs intégrant de l'électronique)
- à la détection (intrusion),
- à l'auto-protection (malveillance),

L'alimentation.

L'alimentation est câblée en parallèle.



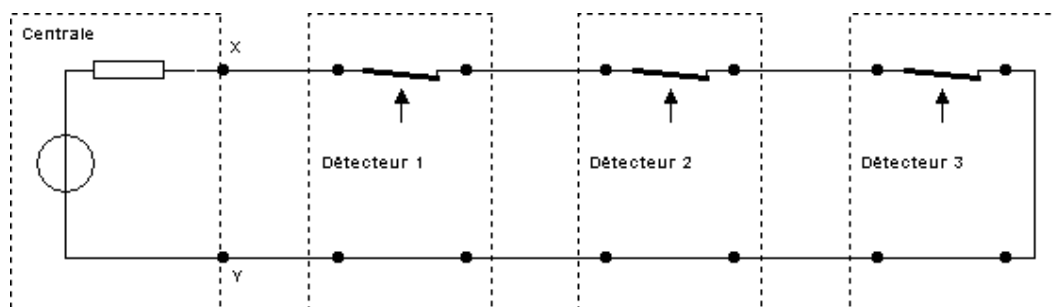
La détection. : En fonction de la technologie du capteur utilisé, on utilise deux types de boucles.

La boucle à contact NF (ou NC).

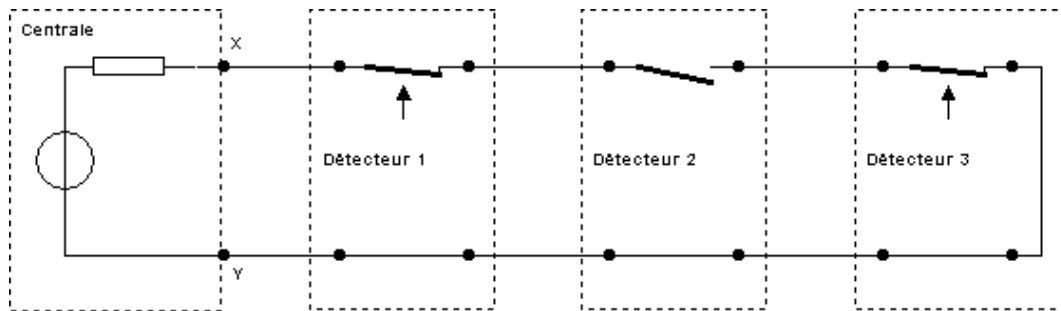
Tous les détecteurs sont équipés d'un contact NF (Normalement Fermé) lorsque l'installation est en fonction.

Dans le cas d'une détection, il se produit une ouverture du contact.

Tous les contacts doivent donc être câblés en série.



Si un ou plusieurs détecteurs sont sollicités, la boucle XY s'ouvre. Cette ouverture est détectée par la centrale.



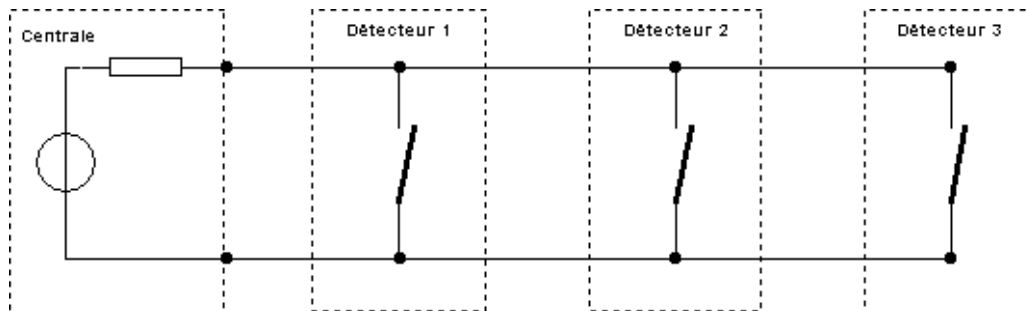
L'avantage de ce type de boucle est qu'une défaillance de l'installation (détecteur ou câblage) est signalée comme une intrusion.

La boucle à contact NO.

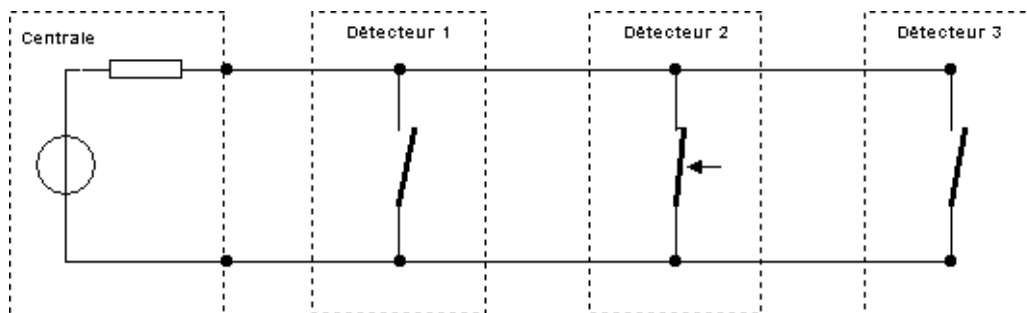
Tous les détecteurs sont équipés d'un contact NO (Normalement Ouvert) lorsque l'installation est en fonction.

Dans le cas d'une détection, il se produit une fermeture du contact (exemple : tapis de sol)

Tous les contacts doivent donc être câblés en parallèle.



Si un ou plusieurs détecteurs sont sollicités, la boucle XY se ferme. Cette fermeture est détectée par la centrale.



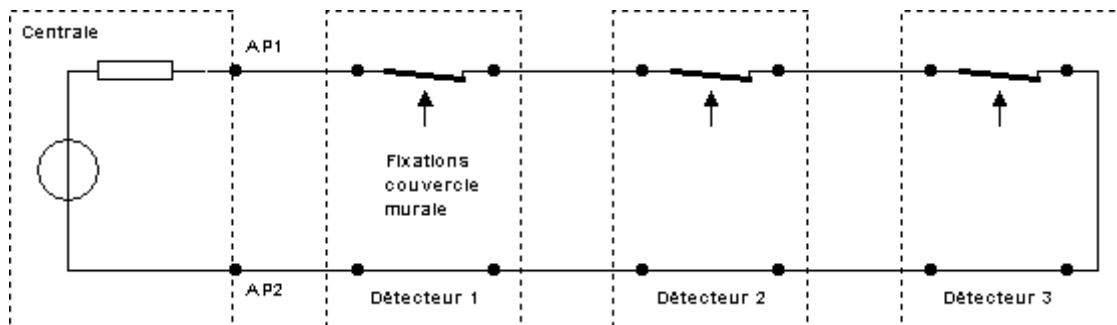
L'inconvénient de ce type de boucle est qu'une défaillance de l'installation (détecteur ou câblage) ne peut être détectée que lors d'une vérification fonctionnelle de l'installation.

L'auto-protection.

C'est une boucle de type NF.

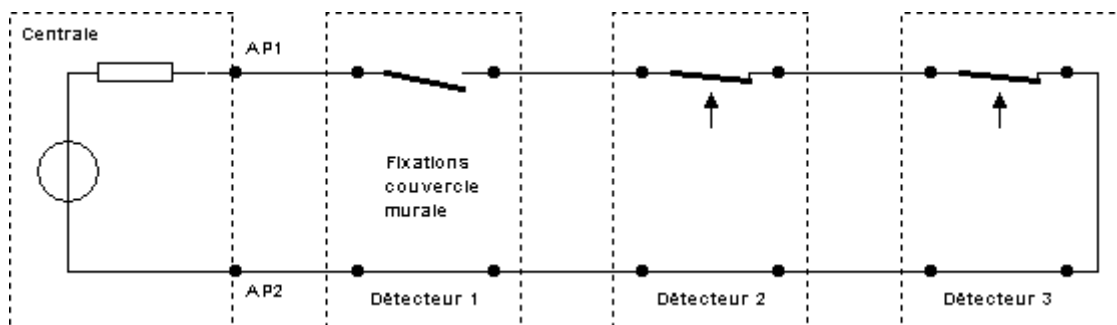
Elle prévient toute malveillance (sectionnement d'un câble ou arrachement d'un boîtier) envers l'installation.

Tous les éléments de l'installation sont pourvus d'un contact. Ce contact est fermé en utilisation normale.



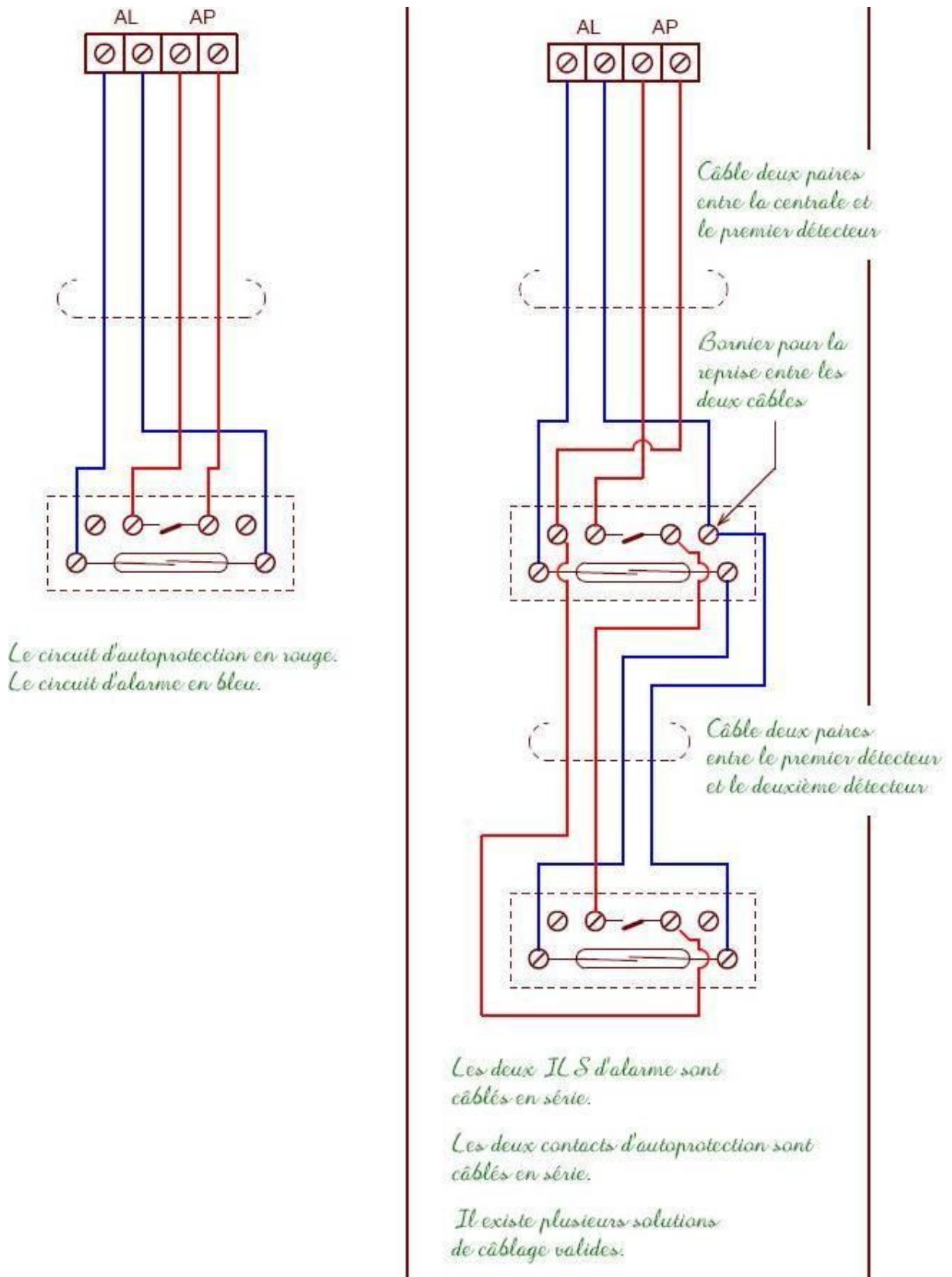
Si un boîtier est arraché de son support ou si son couvercle est démonté, le contact s'ouvre.

Cette ouverture est détectée par la centrale.



LES BOUCLES CLASSIQUES - Câblage d'ILS

La représentation d'une vis isolée sur un ILS est un bornier non connecté en attente



C - LES BOUCLES ÉQUILIBRÉES

Chez certains constructeurs, les informations d'intrusion ou de sabotage sont véhiculées par une seule boucle.

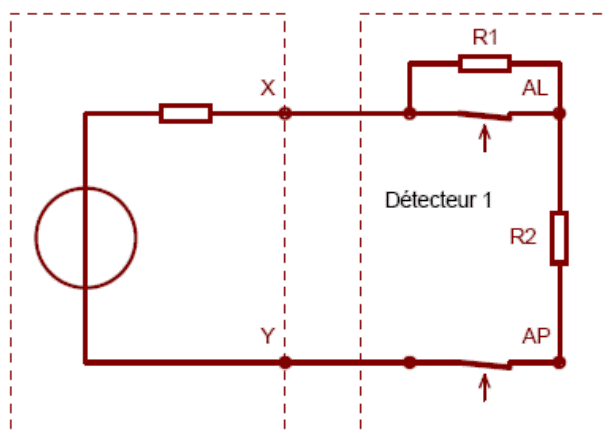
L'avantage de cette technologie permet de câbler les :

- détecteurs actifs avec
4 fils (2 pour l'alimentation, 2 pour les informations), au lieu de
6 fils (2 pour l'alimentation, 2 pour l'intrusion, 2 pour le sabotage),
- détecteurs passifs avec
2 fils (pour la détection et l'autoprotection), au lieu de
4 fils (2 pour la détection et 2 pour l'autoprotection).

Discrimination des informations.

Grâce à ce type de câblage, la centrale est capable de discriminer un événement qui agit sur la boucle.

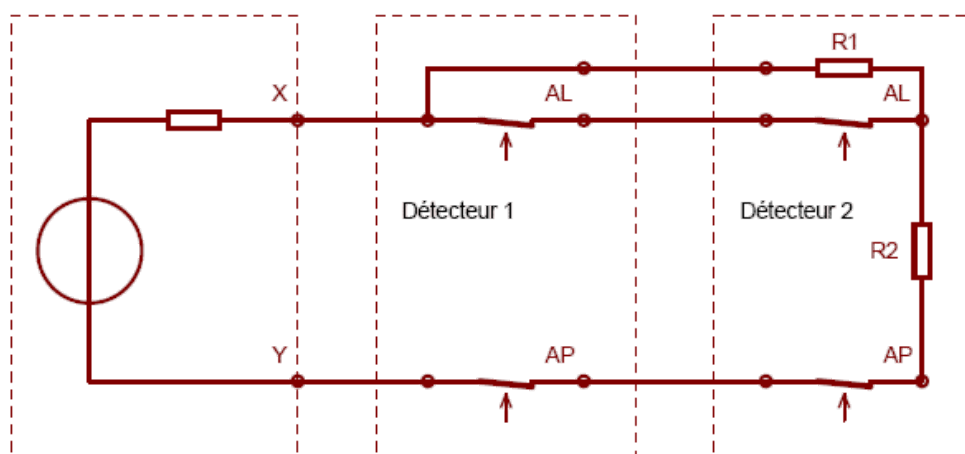
Principe de fonctionnement.



On travaille avec la marque Aritech. Chaque composant résistif a pour valeur 4,7 k Ω

Une résistance est câblée en parallèle avec le contact de détection (R1).

Une résistance est câblée en série avec le contact d'autoprotection (R2, résistance terminale).



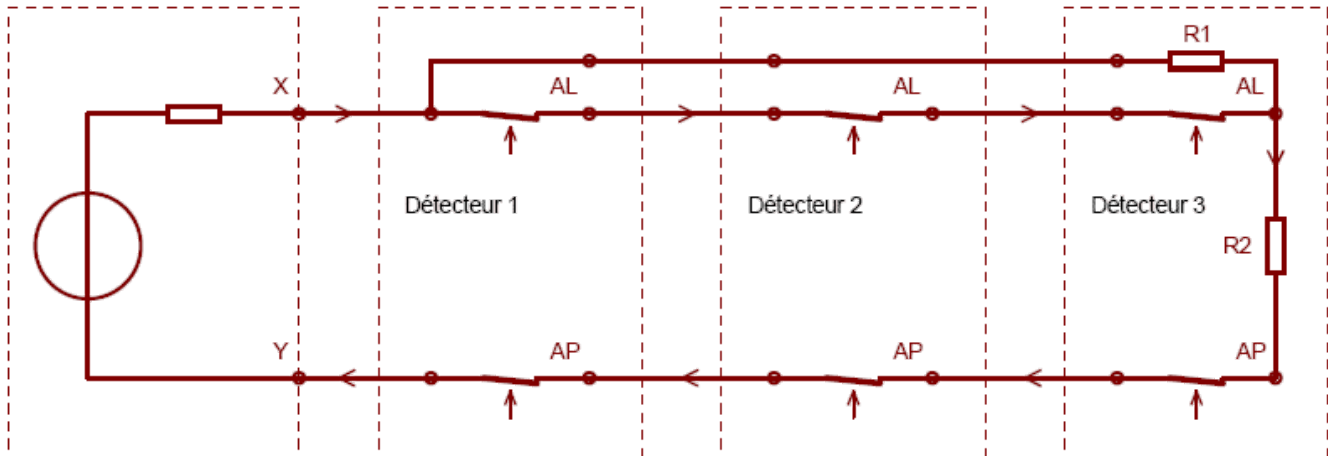
Les deux contacts d'alarme sont câblés en série. La résistance R1 est câblée en parallèle sur la boucle de détection.

Les deux contacts d'autoprotection et la résistance terminale sont câblés en série.

La résistance terminale est implantée dans le dernier détecteur.

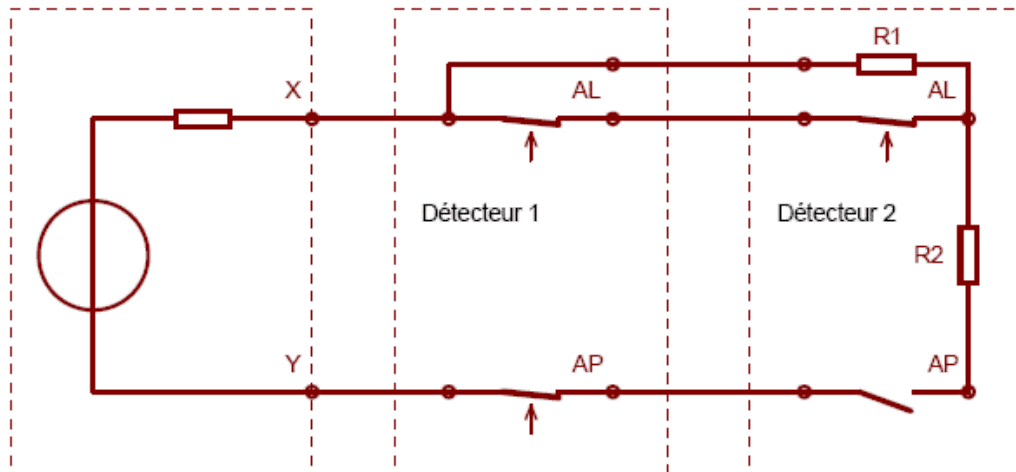
Discrimination des informations

Fonctionnement sans anomalie



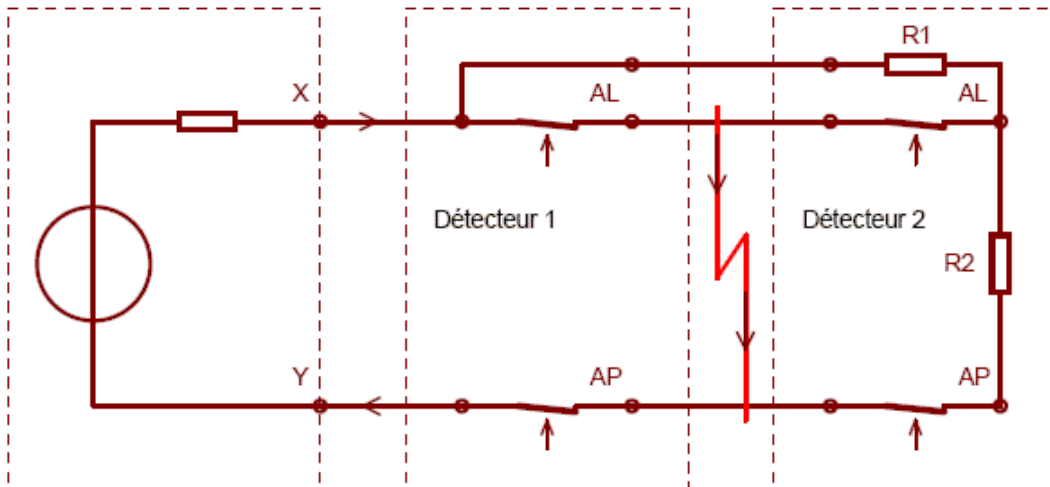
La centrale "voit" la résistance terminale $R2 = 4,7 \text{ k}\Omega$

Fonctionnement lors d'un sabotage (ouverture d'un couvercle)



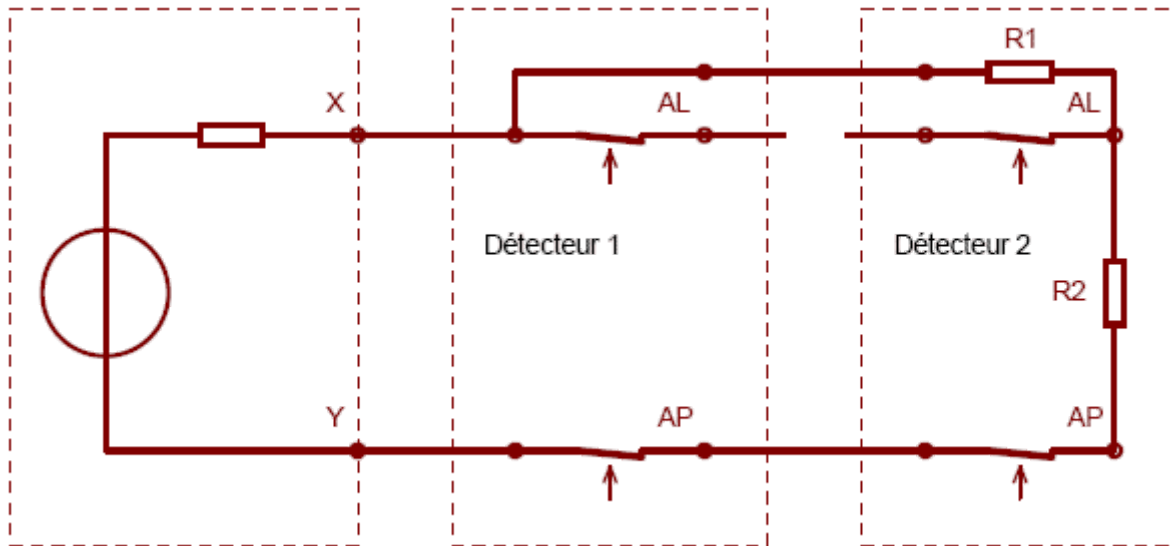
La boucle est ouverte. L'intensité du courant dans le circuit est nulle.
La centrale "voit" une résistance infinie.

Fonctionnement lors d'un sabotage (court-circuit)



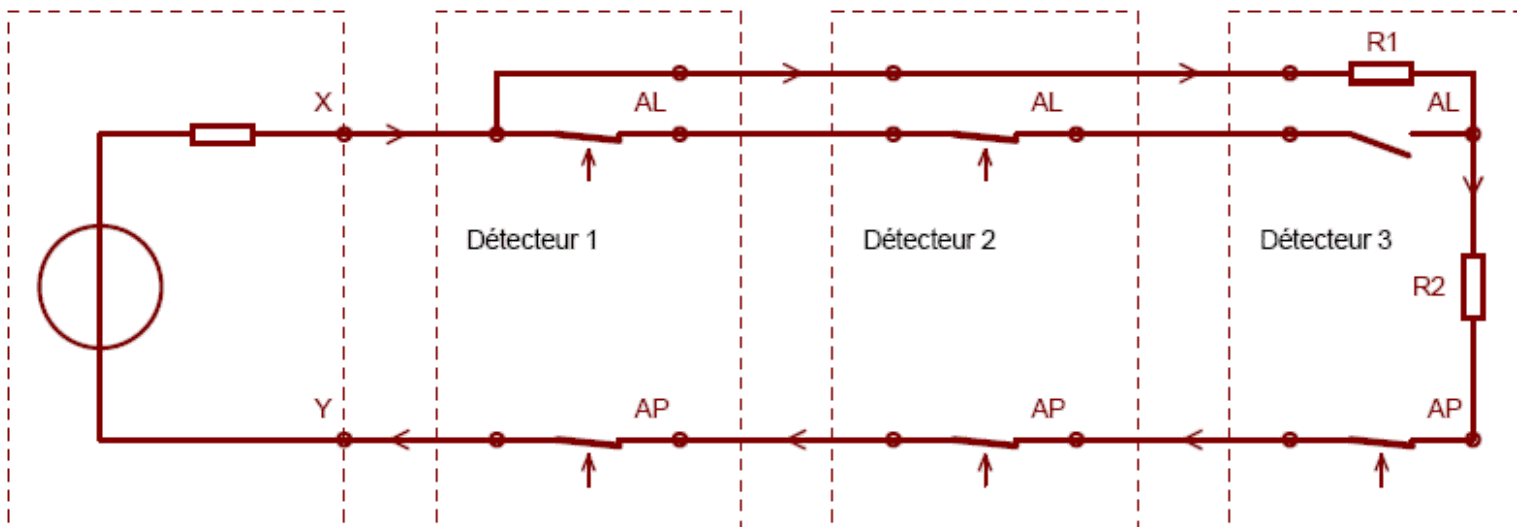
La boucle n'est constituée que par des conducteurs.
La centrale "voit" une résistance nulle.

Fonctionnement lors d'un sabotage (coupure d'un câble)



La centrale "voit" les deux résistances R1 et R2 câblées en série. Donc $4,7 + 4,7 = 9,4 \text{ k}\Omega$
Il faut remarquer que suivant le conducteur coupé, le comportement de la centrale peut être différent.

Fonctionnement lors d'une tentative d'intrusion



La centrale "voit" les deux résistances R1 et R2 câblées en série. Donc $4,7 + 4,7 = 9,4 \text{ k}\Omega$.

Boucle inutilisée

Lorsque la centrale est en fonctionnement, elle doit "voir" une résistance de $4,7 \text{ k}\Omega$ sur chaque boucle équilibrée (hors perturbation).

On câblera donc une résistance de $4,7 \text{ k}\Omega$ directement sur les deux bornes concernées (dans la centrale).

D - Les interrupteurs à lame souple

1. GÉNÉRALITÉS.

Les détecteurs d'ouverture sont des détecteurs d'état. Ils sont utilisés :
en surveillance périmétrique sur les issues et les ouvrants à protéger (intrusion),
en surveillance ponctuelle sur les portes des boîtiers des éléments de l'installation (autoprotection).
Il en existe deux types :

- les détecteurs à contact mécanique,
- les détecteurs à contact "magnétique".

2. LES DÉTECTEURS À CONTACT MÉCANIQUE.

Ils sont utilisés le plus souvent sur les boîtiers des éléments de l'installation en autoprotection, contre l'ouverture du couvercle et son arrachement. Il s'agit d'un interrupteur ou d'un inverseur. Le contact à fermeture du détecteur est toujours utilisé.

Les deux contacts ferment la boucle d'autoprotection lorsque le couvercle du boîtier est fermé et que le boîtier est fixé sur son support.

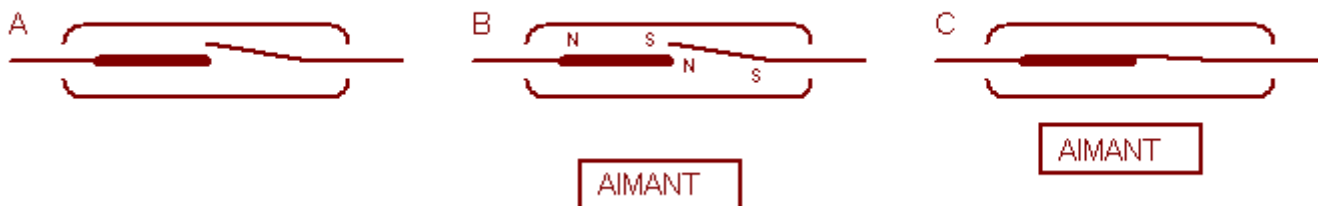
Chez certains constructeurs, un seul contact assure ces deux fonctions. Un dispositif mécanique double, états du couvercle et de la fixation du boîtier, agit sur un même contact.

3. LES DÉTECTEURS À CONTACT MAGNÉTIQUE.

Ces détecteurs sont utilisés sur les issues ou les ouvrants à protéger.

Le détecteur est composé de deux parties, un contact installé sur l'hubriserie et un aimant sur la partie mobile.

Le contact est un interrupteur à lame souple (**ILS ou contact Reed**).



Lorsque l'aimant est éloigné de l'ILS, le contact de celui-ci est ouvert.

Lorsque l'aimant, encore éloigné, s'approche de l'ampoule, les deux lames de l'ILS sont soumises au champ magnétique. Chaque lame se comporte alors comme un aimant. La force d'attraction entre les deux lames n'est pas encore suffisante pour que la lame souple se déforme.

L'aimant est suffisamment proche de l'ILS. La lame souple se déforme et entre en contact avec la lame rigide. Le contact électrique est établi.

Le constructeur fournit la distance maximale qui doit exister entre l'aimant et l'ampoule afin d'établir le contact.

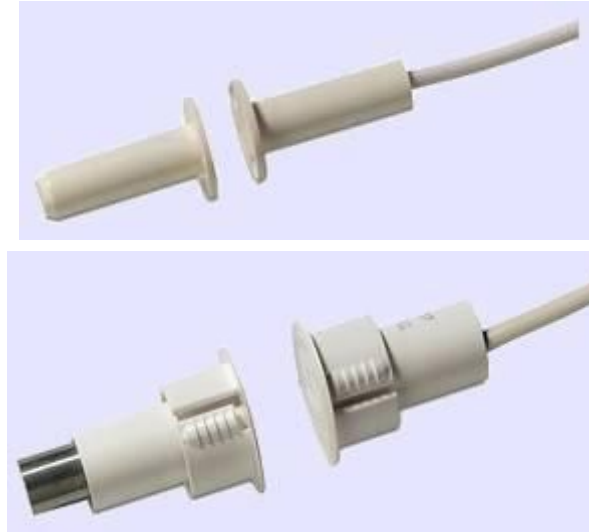
Un environnement métallique réduit considérablement cette distance (hubriserie métallique par exemple).

La distance d'établissement du contact (fermeture de l'issue) est toujours supérieure à celle de rupture (ouverture).

Le contact à l'intérieur de l'ampoule de verre est protégé contre l'oxydation. Il a une excellente tenue dans le temps., par contre, le contact est sensible aux chocs et aux vibrations.

4. LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONTACTS MAGNÉTIQUES.

Les contacts encastrables.



Ci-dessus sont présentés des ILS encastrables Aritech. Ce type de détecteur est conseillé pour une installation dans une maison neuve, les conduits étant alors encastrés. Les contacts magnétiques hautes performances sont conçus pour offrir simplicité d'installation, durabilité et fiabilité élevées. La plupart sont prévus pour fonctionner au moins 10.000.000 cycles, ce qui garantit une grande longévité. Chaque contact magnétique, sans exception, est testé avant de quitter l'usine. Les lames de contact sont plaquées au rhodium ou ruthénium et scellées hermétiquement dans une atmosphère d'azote sec. D'où une protection optimale contre les phénomènes d'adhérence et un environnement exempt d'humidité, évitant la corrosion.

Tous les contacts Reed sont encapsulés dans une masse polyuréthane exclusive, qui permet de garantir l'équilibre critique entre souplesse et pouvoir de maintien maximal (documentation Aritech). La photographie de droite représente un ILS encastrable pour huisseries métalliques.

Les contacts en saillie.



Les détecteurs d'ouverture magnétiques sont la réponse aux souhaits des installateurs professionnels de la sécurité. Au regard de la facilité d'installation et d'utilisation d'abord: une boîte de raccordement a été intégrée, et deux vis sont libres pour permettre la mise en série avec

d'autres détecteurs. Des cales enclipsables, pour l'aimant et le contact, permettent de s'affranchir de la plupart des problèmes d'ajustement. L'aimant est spécialement étudié pour être installé sur des huisseries métalliques, sans risque de dispersion de son champ magnétique. Au regard de la fiabilité ensuite: l'ampoule REED, le coeur du contact, est protégée d'éventuels chocs lors de l'installation. Plus de risque de casser l'ampoule avec un tournevis par exemple. Les lames d'autoprotection, afin d'éviter les problèmes de fausses alarmes dues à l'oxydation sont équipées de contacts plaqués or. Chaque connexion est soudée à la main pour une meilleure durée de vie. L'étanchéité du détecteur est assurée par des joints caoutchouc au niveau des entrées de câble.

La photographie de droite présente un détecteur haute sécurité. Pour les applications de haute sécurité, Aritech présente une série de contacts polarisés. Un petit aimant est fixé au contact Reed et le fait changer d'état. Le contact est donc en équilibre, et le reste tant que l'aimant actionneur se trouve dans une zone spécifique. Dès que l'aimant actionneur s'approche ou s'éloigne du contact Reed, ou qu'il y a tentative de la neutralisation à l'aide d'un aimant externe, le contact Reed change d'état et génère une alarme. Pour les applications de très haute sécurité, ce modèle est un contact tri-polarisé, doté d'un dispositif anti-arrachement.

Sur les modèles en saillie, il existe un repère (différent suivant les fabricants) qui indique comment monter l'aimant en regard du détecteur.

La photographie ci-dessous représente un contact de type sabot utilisé pour la protection des portes de garages.



E - LES DÉTECTEURS INFRAROUGES

1. FONCTION.

Un détecteur infrarouge passif peut analyser le rayonnement thermique émis par tout mammifère. Un corps présentant une température supérieure à celle du 0 absolu produit des infrarouges. L'homme présente une température externe avoisinant les 35°C. Il émet donc un rayonnement infrarouge.

La longueur d'onde moyenne de ce rayonnement est approximativement de 10 μm .

Cette longueur d'onde se situe « en dessous » de celle du rouge (0,65 μm = 650 nm pour les lasers rouges).

La fonction d'un détecteur infrarouge sera :

- de discriminer le rayonnement émis par un être humain ou un animal avec celui émis par des objets,
- de déterminer si la source d'émission du rayonnement est fixe ou en mouvement,
- d'émettre une information dans le cadre d'une détection (chaleur animale en mouvement).

2. CONSTITUTION ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

Un détecteur est constitué :

- d'un capteur pyroélectrique sensible au rayonnement infrarouge passif,
- d'une lentille de Fresnel (parfois associée à un miroir) chargée de faire converger les rayons sur le capteur,
- d'une partie électronique dont le rôle est de traiter le signal issu du capteur et de produire une information destinée à la centrale.

La lentille de Fresnel alterne des zones surveillées et non surveillées (cf. un diagramme d'ouverture). Une partie du rayonnement infrarouge émis par un corps converge en direction de la surface sensible du capteur lorsque ce corps est placé dans un secteur surveillé. Si ce même corps est placé dans un secteur non surveillé, le rayonnement atteignant le capteur est très faible.

L'électronique analyse une variation du rayonnement infrarouge auquel est soumis le capteur, lorsqu'une source de chaleur se déplace d'une zone surveillée vers une zone non surveillée (et réciproquement).

Le détecteur doit déterminer si l'intrus est un humain ou un animal. Cette discrimination est assurée en mesurant la quantité d'énergie émise par le corps en déplacement. Un animal domestique rayonne moins d'énergie qu'une personne. Cette technologie n'est pas fiable à 100%.

3. LES TYPES DE DÉTECTEURS.

Les détecteurs IR font parti de la famille des détecteurs volumétriques.

Il existe principalement les types de détecteurs suivants : - les détecteurs grand angle.

. L'angle d'ouverture varie entre 90° et 180°. Leur portée de détection peut atteindre 20m.

. Ce type de détecteur est utilisé couramment, car placé judicieusement, il couvre le volume d'une pièce. - les détecteurs longue portée.

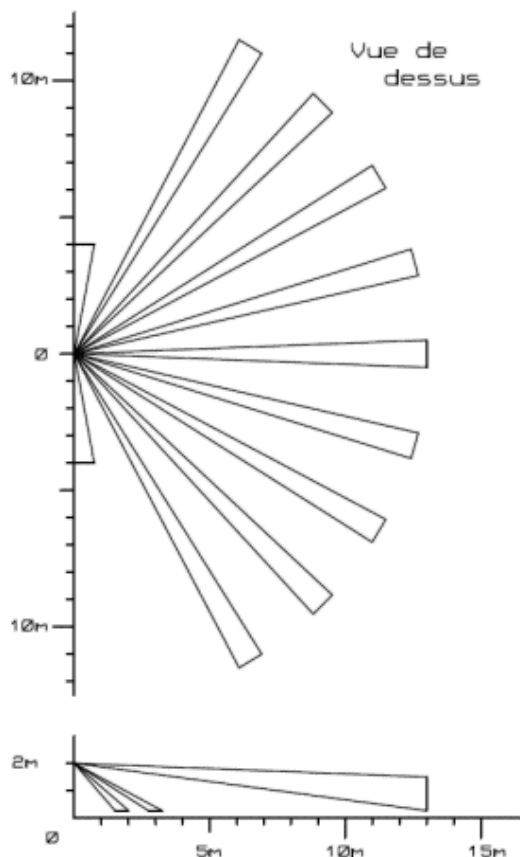
. L'angle d'ouverture est très faible (quelques degrés).

. Leur portée de détection peut atteindre 60m.

. Ils sont utilisés pour la surveillance de couloirs ou de corridors. - Les détecteurs de type "rideau".

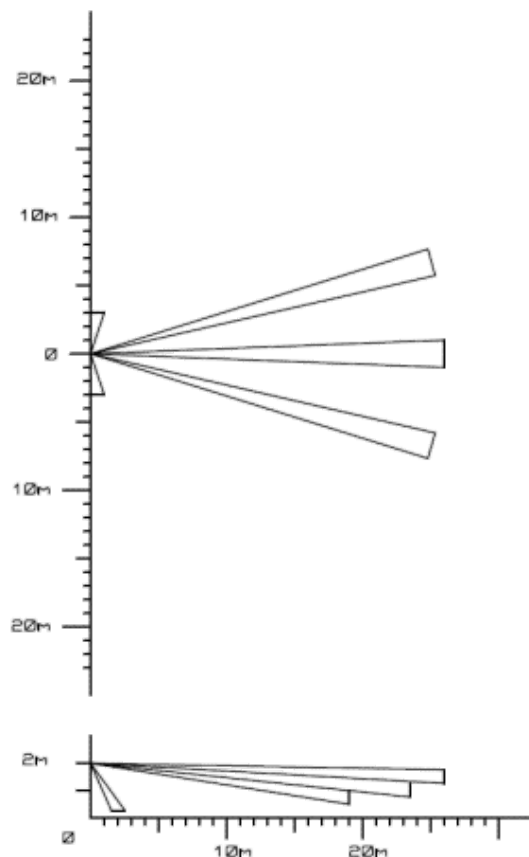
. Leur zone de détection est très fine. L'angle d'ouverture peut varier entre 1 et 20°.

. Ils sont utilisés pour détecter le passage d'un intrus par une alcôve, une baie vitrée... Les détecteurs sont caractérisés par un lobe de détection (volume aux formes arrondies).



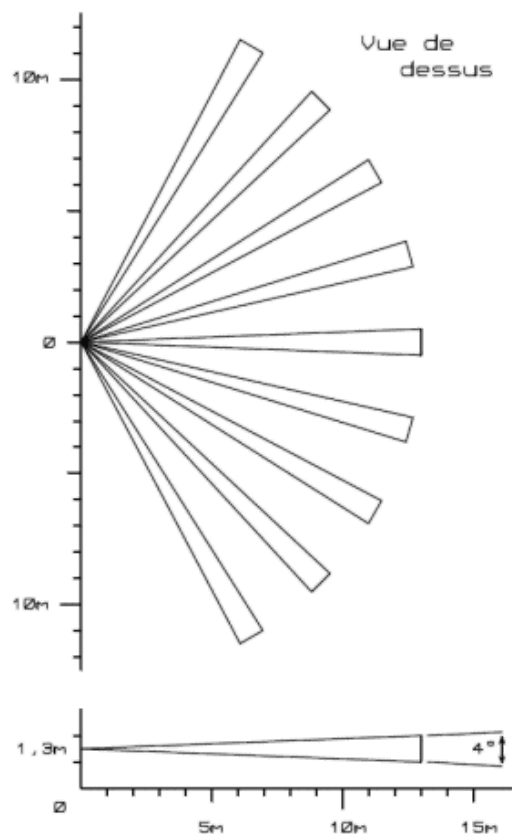
Grand angle

Placé dans un coin d'une pièce, il en couvre le volume



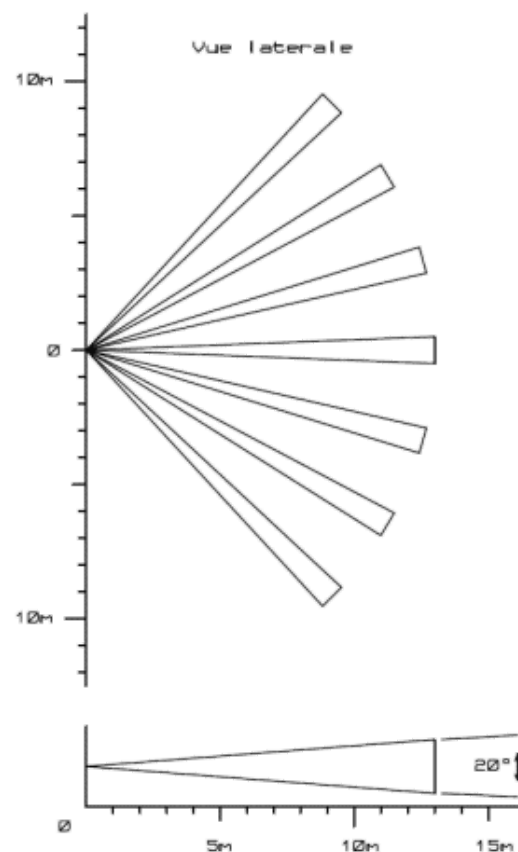
Longue portée.

Réservé pour les couloirs, on peut remarquer une zone de détection au pied du détecteur qui interdit l'inhibition.



Spécial petits animaux.

Le lobe n'atteint pas le sol. Des animaux peuvent se déplacer. Il y a risque de détection d'un chat qui sauterait sur une table



Rideau.

Le détecteur est placé afin que le rideau soit vertical. Le franchissement du rideau engendre une détection

4. L'INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT.

Les sources de chaleur.

Les sources de chaleur, comme les convecteurs électriques, peuvent créer des variations rapides de rayonnement infrarouge. La dernière génération de détecteurs est peu sensible à cette perturbation. Il faudra toutefois lors d'une installation, éviter de placer un convecteur sous un détecteur. Le détecteur ne doit pas être exposé directement aux rayons du soleil.

Les courants d'air.

Dans certaines circonstances, une nappe d'air chaud peut se former dans une pièce. Un courant d'air soudain et qui déplace cette nappe peut être interprété par un détecteur comme étant le déplacement d'un corps. Ce phénomène engendre une alarme intempestive.

Lorsque l'alarme est en service, il faut proscrire l'utilisation de ventilateurs.

5. LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS.

Avantages le système est passif, donc invisible pour l'œil humain, les rayonnements IR ne traversent pas les vitrages, insensibilité totale aux bruits et vibrations.

Inconvénients sensibilité aux variations de température, masquable (sauf les dernières générations).

6. LES VOIES DE PÉNÉTRATION.

La détection est effective lorsqu'un intrus transite d'une zone non surveillée vers une zone surveillée ou inversement. Le détecteur sera donc placé, dans la mesure du possible, afin que ses rayons de détection soient perpendiculaires au chemin emprunté par l'intrus. Cette stratégie améliore la précocité de la détection.

7. CONSTITUTION D'UN DÉTECTEUR.

Ci-dessous, une photo d'un détecteur Aritech.

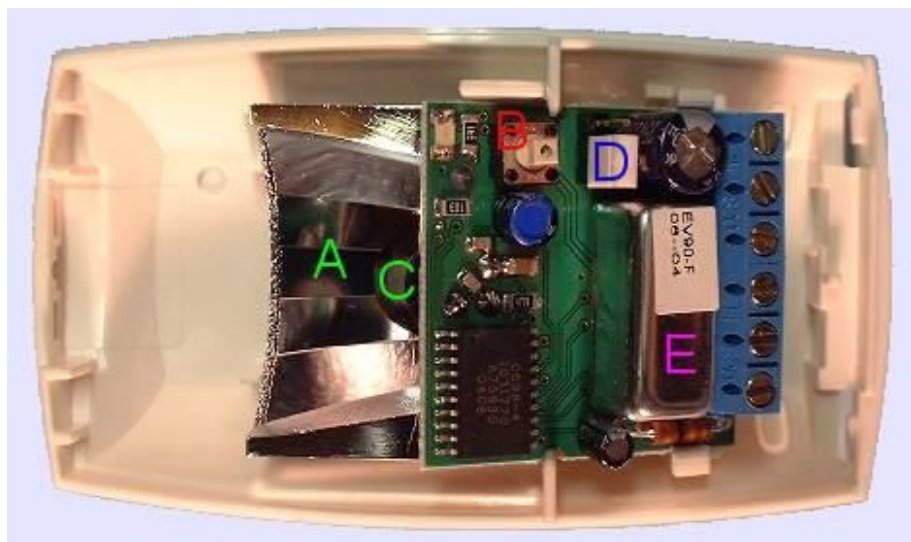
En (A), la lentille de Fresnel est remplacée par un miroir parabolique segmenté.

Le capteur pyroélectrique (C) est orienté en direction du miroir.

En (B) on peut distinguer le contact d'autoprotection qui surveille l'ouverture du couvercle du détecteur.

En (D) un cavalier qui permet d'autoriser l'allumage de la Led lors d'une détection. Pour certaines applications sensibles, la Led reste éteinte. Ce mode laisse dans le doute une personne malveillante lors d'une intrusion ou d'un repérage.

En (E) le relais dont un contact est en liaison avec le bornier.



F - LES DISPOSITIFS SONORES

1. RÔLE.

Dans un système de détection d'intrusion, les dispositifs sonores assurent la fonction alarme. Ils sont sollicités à la suite des évènements suivants :

- détection d'une intrusion pendant la période de surveillance,
- sectionnement du câble existant entre la centrale et le dispositif (auto-alimenté), arrachement, ouverture capot,
- décharge de la batterie entraînant à cours terme le non fonctionnement du dispositif.

Les dispositifs d'alarme sonore ont pour but de dissuader l'intrus détecté de poursuivre ses investigations par l'émission de sons de forte puissance.

Deux types de dispositifs d'alarme sonore sont à distinguer :

- les dispositifs intérieurs qui ont pour rôle d'agresser le système auditif de l'intrus au delà du seuil de douleur,
- les dispositifs extérieurs qui ont pour rôle d'avertir le voisinage, avec la possibilité d'identification de l'intrus.

2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

Le principe de fonctionnement du dispositif repose sur la transformation de l'énergie électrique en énergie acoustique. Les différentes étapes qui interviennent dans la gestion du dispositif sont :

Le comparateur à seuil.

Le dispositif est commandé par un ordre en provenance de la centrale. Il fonctionne en sécurité positive. La centrale présente sur le bornier du dispositif sonore une tension de blocage (environ 12 V). La disparition de cette tension entraîne la mise en service de la temporisation.

La temporisation.

Une fois la tension de blocage disparue le dispositif est en service pour une durée limitée :

- Un dispositif extérieur ne doit pas fonctionner plus de 3 minutes (arrêté du ministère de l'intérieur), au-delà de cette durée, le dispositif est réduit au silence et réarmable uniquement manuellement.
- Un dispositif intérieur peut fonctionner 30 minutes.

La modulation de fréquence.

Pour accentuer l'effet agressif, le signal sonore est modulé en fréquence (cadence de modulation 1,5 Hz environ). Le signal est modulé sur une bande de fréquence s'étalant de 1,4 à 1,6 kHz pour les dispositifs externes. La fréquence de modulation est libre pour les dispositifs internes.

L'étage de puissance.

Cet étage adapte le signal en fonction des caractéristiques du transducteur. Pour un haut-parleur, c'est un amplificateur en courant. Pour un piézo, c'est un transformateur qui se charge de l'amplification en tension.

Le transducteur.

L'énergie électrique fait bouger la membrane du transducteur. Cette membrane communique son mouvement aux molécules d'air. L'amélioration du rendement acoustique est réalisée en plaçant devant le transducteur une chambre de compression de forme exponentielle.

3. CONSTITUTION D'UN DISPOSITIF D'ALARME SONORE.

Un dispositif d'alarme sonore est composé :

- d'un circuit imprimé intégrant généralement un micro-processeur pour la gestion des signaux (E / S / batterie),
- du transducteur sonore,
- de la batterie,
- du coffret.

Le coffret assure la protection mécanique du dispositif. Il est prévu pour résister à l'environnement et aux malveillances. Il est constitué d'un socle surveillé à l'arrachement et d'un capot muni d'un contact d'autosurveillance. Les ouvertures pratiquées sur la face avant permettent aux sons de sortir du boîtier. Elles sont communément appelées « ouies ».

- le bornier :

Il est constitué généralement de cinq bornes (ou six dont une inutilisée) qui sont :

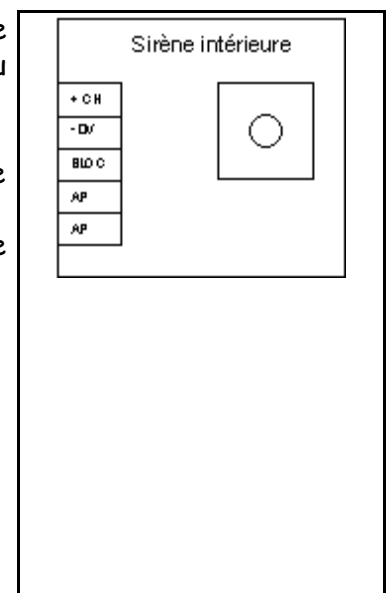
L'alimentation de maintien de la charge batterie (+CH / -OV), l'ordre de grandeur de cette ddp est de 13,7V (entretien d'une batterie au plomb).

La ddp de blocage entre les bornes (BLOC / -OV), l'ordre de grandeur de cette ddp est de 12V en veille et de 0V en alarme. Certains constructeurs ont adopté une logique négative de contrôle (Aritech).

La boucle d'autoprotection.

L'ordre de grandeur de la ddp entre les deux bornes (AP) est de

- 0V si la boucle est fermée,
- 12V si la boucle est ouverte



G - LES SORTIES PROGRAMMABLES

1. GÉNÉRALITÉS.

Dans les dernières générations de centrales anti-intrusion, une sortie peut commander indifféremment une sirène, un flash, un buzzer, un transmetteur ...

En fonction du besoin, elle doit être paramétrée de manières physique et logicielle.

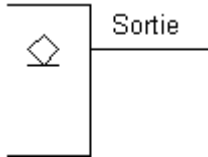
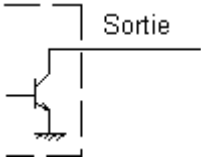
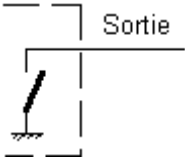
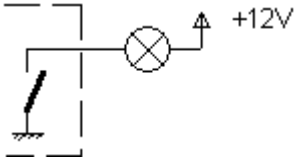
La technologie interne d'une telle sortie est complexe. Afin d'appréhender son fonctionnement, elle peut être décomposée en fonction de la programmation établie.

2. STRUCTURE INTERNE D'UNE SORTIE - PROGRAMMATION PHYSIQUE.

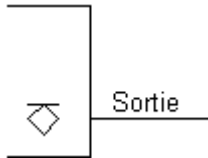
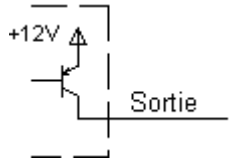
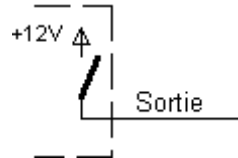
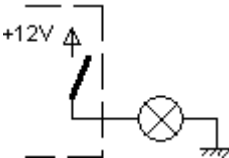
Physiquement, une sortie intègre deux transistors à collecteur ouvert. Le paramétrage physique impose la mise en service d'un transistor et l'inhibition de l'autre.

Deux cas peuvent donc se présenter :

Sortie programmée physiquement comme collecteur ouvert NPN.

			
Le symbole est un losange, le trait horizontal représente la masse.	La structure interne est un transistor NPN dont le collecteur reste ouvert	Le transistor peut être modélisé par un contact.	La charge est connectée entre la sortie à collecteur ouvert et le +12V.

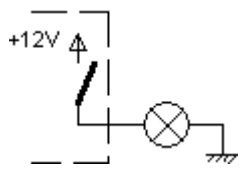
Sortie programmée physiquement comme collecteur ouvert PNP.

			
Le symbole est un losange, le trait horizontal représente le +12V.	La structure interne est un transistor PNP dont le collecteur reste ouvert	Le transistor peut être modélisé par un contact.	La charge est connectée entre la sortie à collecteur ouvert et la masse.

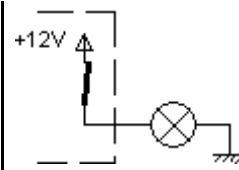
3. LOGIQUE POSITIVE OU NÉGATIVE - PROGRAMMATION LOGICIELLE.

Une sortie peut fonctionner en logique positive ou négative. C'est une option paramétrable de manière logicielle. Nous allons étudier une sortie à collecteur ouvert NPN (le principe étant identique pour une sortie à collecteur ouvert PNP).

Sortie programmée en logique positive.

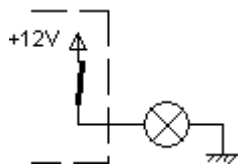


La sortie n'est pas commandée. Le transistor interne est bloqué. La charge n'est donc pas alimentée.

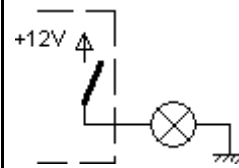


La sortie est commandée. Le transistor interne est saturé. La charge est donc alimentée.

Sortie programmée en logique négative.



La sortie n'est pas commandée. Le transistor interne est saturé. La charge est donc alimentée.



La sortie n'est pas commandée. Le transistor interne est bloqué. La charge n'est donc pas alimentée.

4. LIMITES PHYSIQUES.

Il faut respecter les caractéristiques constructeurs de la sortie programmable.

- Si la limite en courant est dépassée, la solution la plus simple est d'ajouter un relais dont le pouvoir de coupure du contact sera suffisant pour l'application concernée.
- Pour la tension, les appareils commandés fonctionnent généralement en 12V. La sortie programmable est conçue pour cela. Attention aux charges inductives qui produisent des transitoires de plusieurs centaines de volts et qui sont donc destructrices pour les transistors. La solution est de monter une diode de roue libre en protection.