

# **CANTONS, SIGNAUX ET DETECTEURS en MODELISME FERROVIAIRE**

UNE APPROCHE SIMPLIFIÉE

## SOMMAIRE

1	CANTONS ET ZONES D'AIGUILLES .....	3
1.1	CANTONS.....	3
1.2	ZONES D'AIGUILLES .....	4
2	LA DÉCOUPE EN CANTONS DU RÉSEAU .....	6
3	RÉTROSIGNALISATION.....	10
3.1	ZONE DE RALENTISSEMENT ET ZONE D'ARRÊT .....	10
3.2	IMPLANTATION PRATIQUE DES DÉTECTEURS .....	12
3.2.1	LES DIFFÉRENTS CATÉGORIES DE DÉTECTEURS .....	12
3.2.2	EXEMPLE BASÉ SUR DES DÉTECTEURS DE POSITION .....	13
3.2.3	EXEMPLE BASÉ SUR DES DÉTECTEURS DE ZONE .....	14

# 1 CANTONS ET ZONES D'AIGUILLES

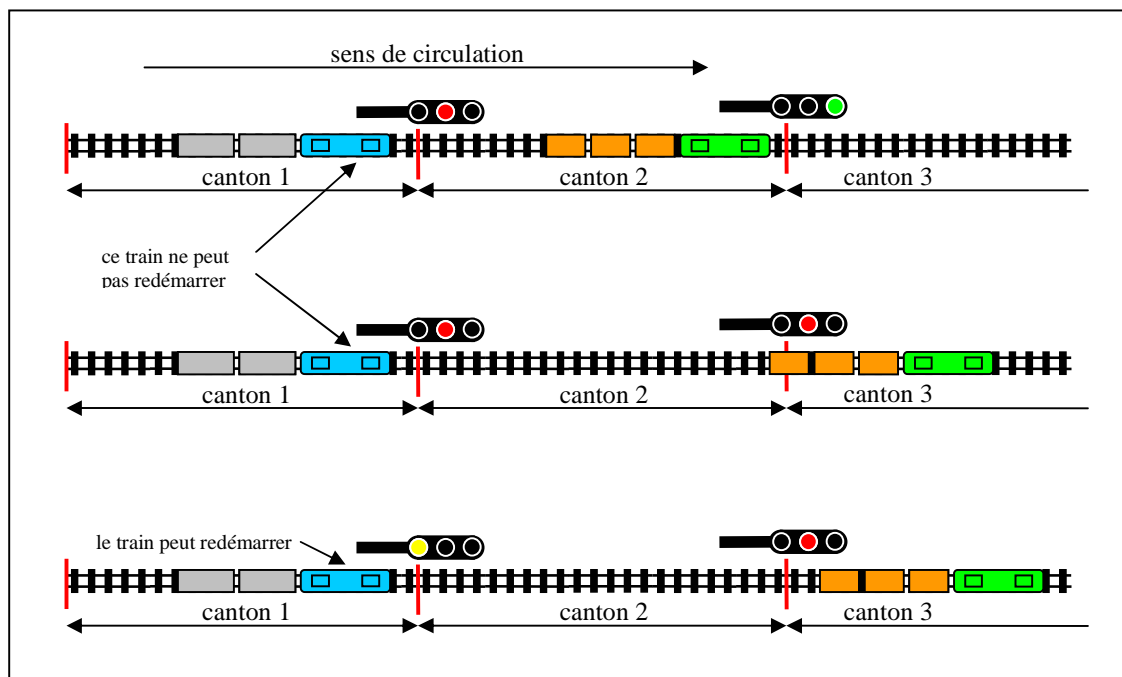
Le contrôle de la circulation des trains en modélisme ferroviaire consiste à faire arrêter un train lorsque:

- a) il s'approche de trop près d'un autre train situé sur la même voie que lui,
- b) il arrive devant une zone où il y a des aiguillages mal positionnés pour lui, ou bien où un autre train doit passer avant lui.

## 1.1 CANTONS

Pour gérer l'espacement des trains sur une même voie (condition "a" ci-dessus), on définit des **cantons**.

Un canton est une section de voie sur laquelle on ne peut trouver au maximum qu'un train (et même une partie de train).



**Figure 1: fonctionnement des cantons**

Le fonctionnement des cantons est illustré sur la figure 1.

- Sur la configuration du haut, le train à la loco verte est totalement situé sur le canton 2, ce qui interdit au train suivant (à la loco bleue) de dépasser la limite entre les deux cantons. Dans les réseaux réels, à cette limite entre cantons, serait associé un signal qui serait alors dans l'état rouge (arrêt).

- Sur la configuration du milieu, le train à la loco verte a presque totalement franchi la limite entre le canton 2 et le canton 3, mais le dernier wagon empiète encore sur le canton 2. Rien de changé par rapport au cas précédent: le canton est toujours considéré comme occupé, et le train à la loco bleue doit toujours rester en arrêt sur le canton 1.
- Sur la configuration du bas, le train à la loco verte est maintenant totalement passé sur le canton 3, et a libéré le canton 2. Le signal à la frontière du canton 1 et du canton 2 change d'état: il n'est plus rouge, mais jaune, ce qui autorise le train bleu à redémarrer à vitesse limitée. Si le canton 3 était aussi libéré, alors le signal entre les cantons 1 et 2 serait vert, et le train bleu pourrait redémarrer à pleine vitesse.

**Sur les chemins de fer réels** la sécurité fait aussi appels à des cantons. Et il y a obligatoirement un signal à chaque frontière de cantons.

**En modélisme**, quand on veut automatiser le fonctionnement du réseau, il est aussi indispensable de définir des cantons.

**Les limites entre cantons doivent être matérialisées physiquement par un détecteur, ou une coupure sur les rails, de façon à savoir lorsqu'il y a franchissement par un train.**

En modélisme, les signaux, eux, ne sont pas indispensables: s'il y en a, ils sont pilotés par le logiciel, ou l'automate de contrôle, mais n'ont aucun impact sur le contrôle des trains.

Enfin, les cantons doivent obéir à la règle suivante, très importante:

**la longueur d'un canton doit toujours être supérieure au train le plus long qui peut se trouver sur ce canton.**

## **1.2 ZONES D'AIGUILLES**

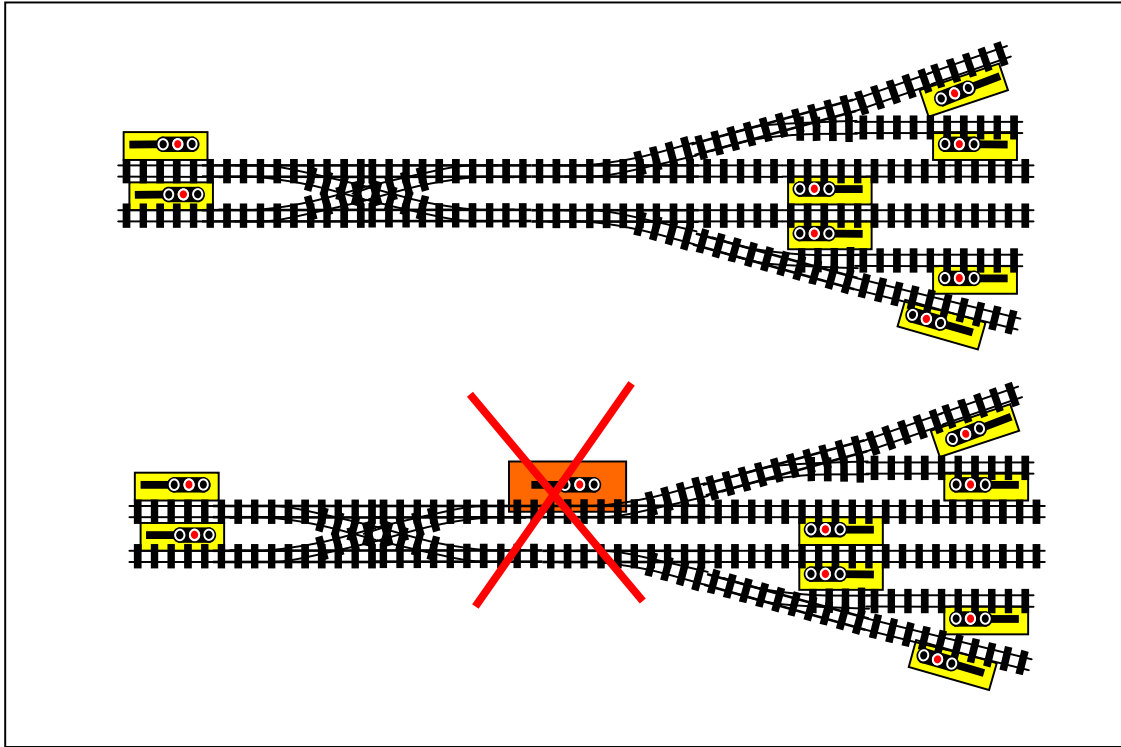
Une zone d'aiguilles est une zone où on trouve des aiguillages regroupés, comme dans les grills d'entrée de gare entre autres.

La règle de protection d'une zone d'aiguilles est simple:

**on doit trouver un signal en protection de la zone d'aiguilles (donc visible par un train qui arrive sur le zone d'aiguilles), sur chacune des voies qui arrive sur cette zone d'aiguilles, même sur les voies à sens de circulation unique.**

La figure 2 montre deux configurations:

- la configuration du haut est ce qu'il faut faire: signaux en protection sur toutes les voies qui arrivent sur la zone d'aiguilles,
- la configuration du bas est ce qu'il vaut mieux éviter: le signal sur fond rouge, au milieu de la zone d'aiguilles, n'apporte aucune protection supplémentaire, et au contraire va compliquer et gêner le fonctionnement correct de la protection.



**Figure 2: protection d'une zone d'aiguilles**

En pratique, en modélisme, comme on l'a dit plus tôt à propos des cantons, il n'y a pas besoin de signal physique (qui, encore une fois, n'est là que pour le décor), puisque c'est l'automate de contrôle qui décidera d'arrêter à temps tel ou tel train, à la position du signal "virtuel".

Par contre, comme dans le cas des limites de cantons, il faudra un détecteur ou une coupure sur les rails, c'est-à-dire un moyen physique de faire remonter à l'automate de contrôle l'information de franchissement d'un de ces signaux "virtuels".

## 2 LA DÉCOUPE EN CANTONS DU RÉSEAU

Il ressort du chapitre précédent que ce qui est essentiel pour un réseau de modèles réduit, c'est de bien définir les limites de cantons (emplacement des signaux "virtuels"):

- à l'entrée des zones d'aiguilles,
- à l'intérieur des section de "pleine voie".

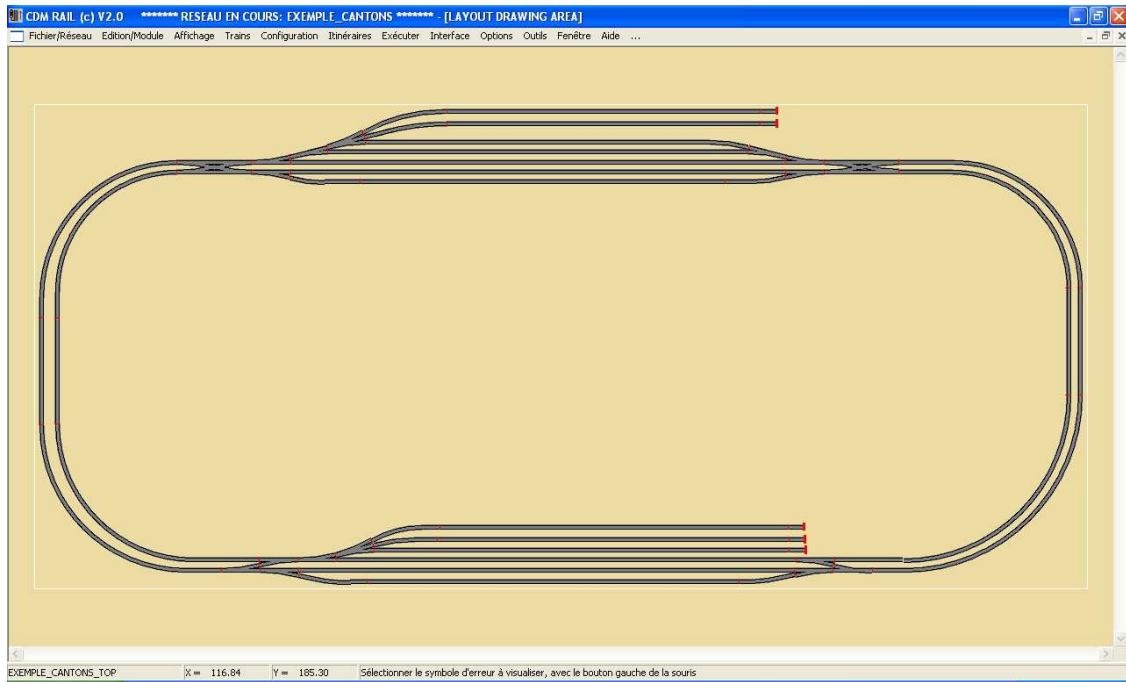
L'approche la plus saine consiste à dessiner le réseau, en plaçant ces signaux virtuels (même, encore une fois, s'ils ne correspondent pas à des signaux physiques sur le réseau). Le fait de dessiner ces signaux virtuels permet ensuite d'être absolument clair sur l'emplacement des détecteurs (voir chapitre 3).

En pratique, pour un réseau donné, on arrive en général assez facilement à une première approche de découpe en cantons en procédant comme suit.

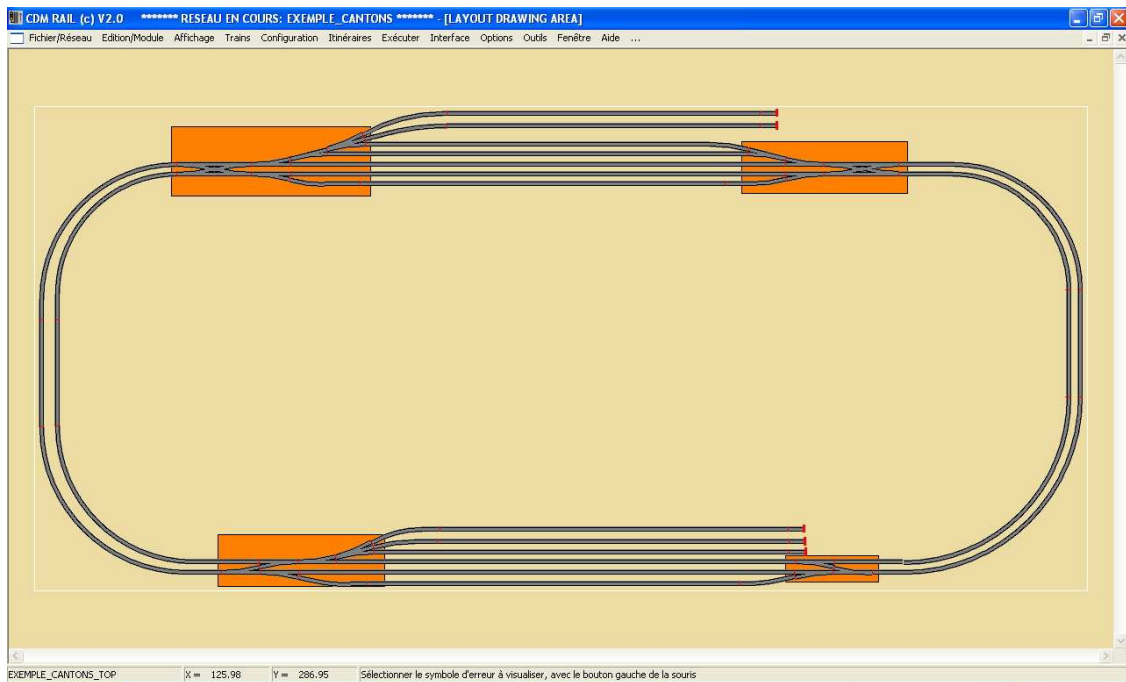
- **ETAPE 1:** Déterminer les différentes zones d'aiguilles du réseau. C'est en général assez facile, mais il peut souvent rester quelques aiguillages isolés. Toutefois, pour cette première approche, nous laisserons ce cas de côté.
- **ETAPE 2:** Placer les signaux virtuels en amont de ces zones d'aiguilles, comme expliqué dans la section 1.2. Ces signaux virtuels indiquent les fins de cantons sur les voies qui arrivent à ces zones d'aiguilles, **fins de cantons qui devront être matérialisées par un détecteur ou une coupure de voie.**
- **ETAPE 3:** Enfin, sur toutes les sections de "pleine voie" ainsi délimitées entre zones d'aiguilles, tronçonner en autant de cantons que souhaité et (surtout) possible, en respectant la règle de longueur ( supérieure à la longueur du train le plus long).

Ces trois étapes sont illustrées sur le réseau de la figure 4, constitué de deux ovales et deux zones de gares.

La figure 5 illustre la première étape: la détermination des zones d'aiguilles (repérées par les rectangles orange).

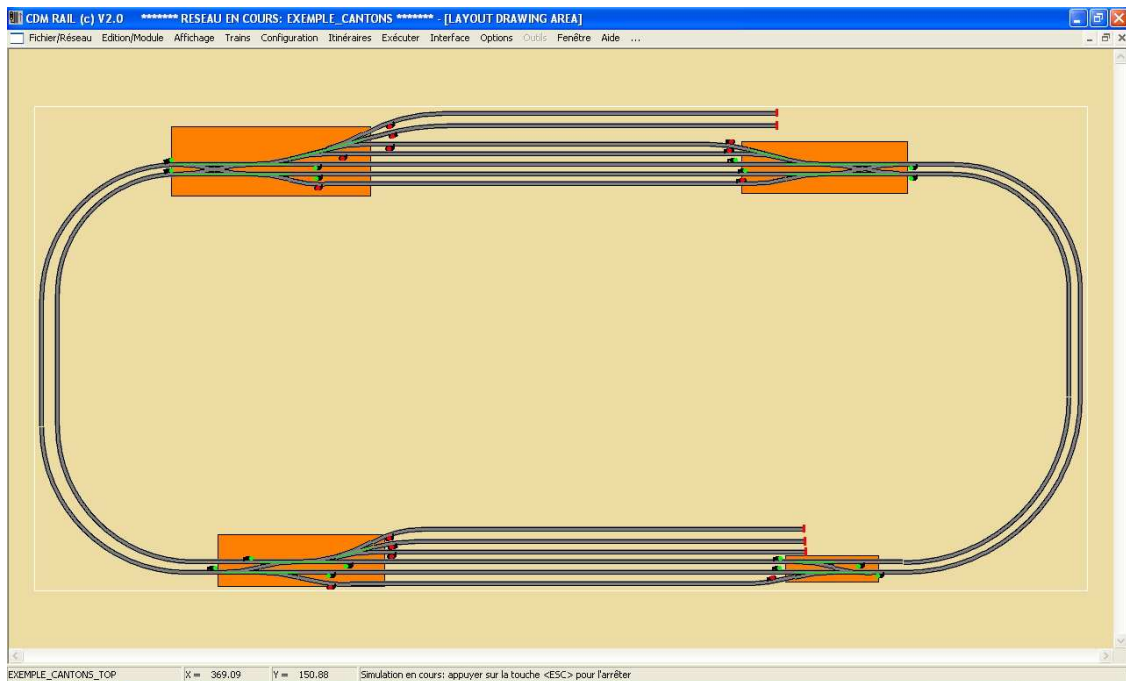


**Figure 3: le réseau à découper en cantons**

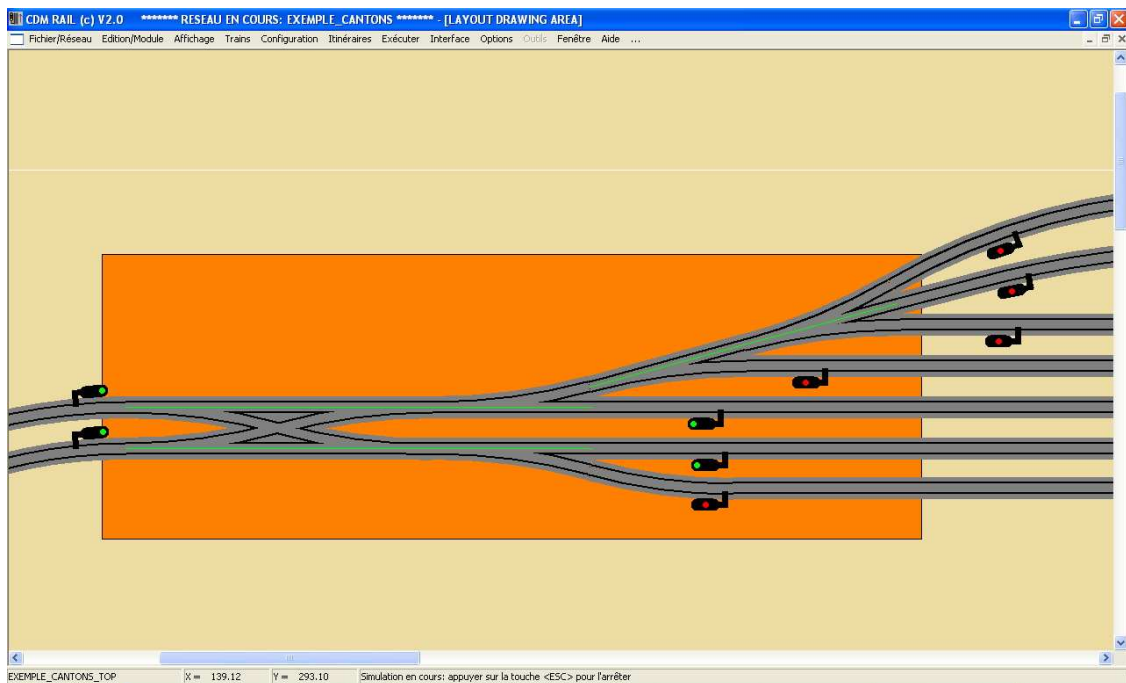


**Figure 4: ETAPE 1 - détermination des zones d'aiguilles**

Les figures 5 et 6 montrent l'ajout des signaux de protection des zones d'aiguilles



**Figure 5: ETAPE 2 - protection des zones d'aiguilles**

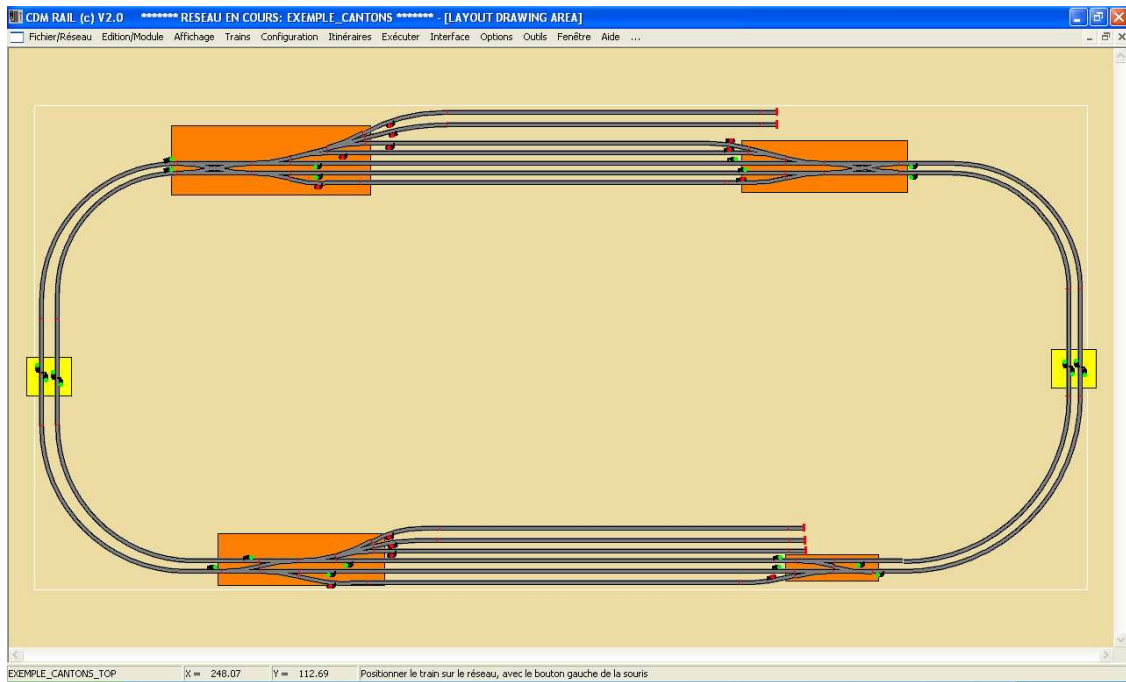


**Figure 6: protection des zones d'aiguilles (zoom sur la zone en haut à gauche)**



A ce stade, pour la plupart des réseaux de taille modeste, l'essentiel de la découpe est faite.

Si la taille du réseau le permet, on peut encore subdiviser les cantons définis par l'étape 2 en cantons plus petits. C'est ce qui a été fait sur l'exemple de la figure 7 où des signaux intermédiaires (limites de cantons) ont été introduits à l'emplacement des rectangles jaunes.



**Figure 7: ETAPE 3 - découpe en cantons intermédiaires**

Noter que sur chacune des voies, on a mis deux signaux "tête-bêche", un pour chaque sens de circulation. Si les voies sont à sens unique, il est possible de ne mettre qu'un seul signal, dans le sens de la circulation.

On notera toutefois que ça ne change pas grand chose au niveau du nombre de détecteurs: qu'il y ait un seul signal, ou deux en sens inverse, il faut de toute façon un détecteur ou une coupure de rail (voir chapitre suivant).

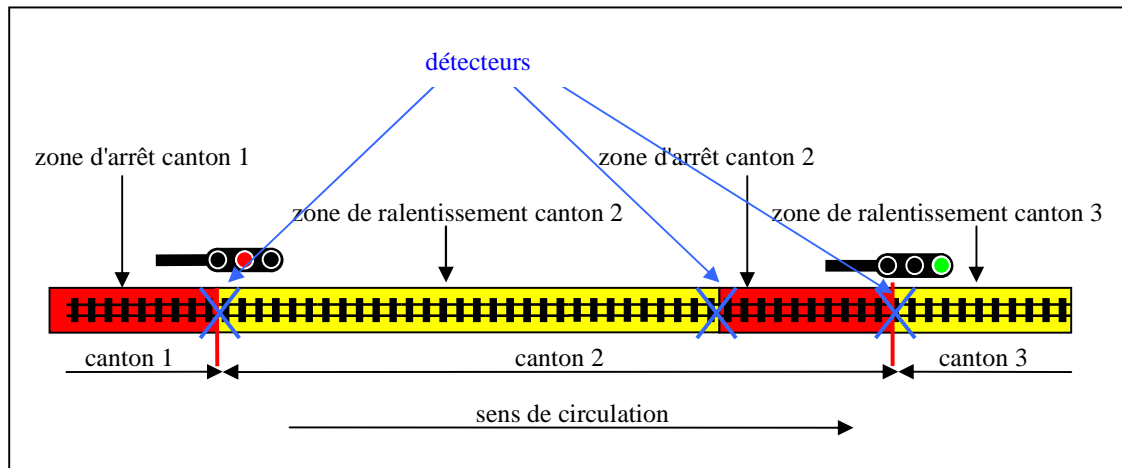
### 3 RÉTROSIGNALISATION

La rétrosignalisation consiste à renvoyer vers l'automate (ou logiciel) de contrôle l'information de présence des trains, de façon à ce que le système de contrôle ait le temps de réagir pour faire arrêter un train quand c'est nécessaire (signal virtuel au rouge), soit parce que le canton suivant est occupé par un autre train, soit parce qu'une zone d'aiguilles n'est pas prête pour ce train.

#### 3.1 ZONE DE RALENTISSEMENT ET ZONE D'ARRÊT

Avant d'arriver à une fin de canton, il est donc nécessaire de ménager une **zone d'arrêt**, d'une longueur de 30 à 50 cm en HO. La zone complémentaire à cette zone d'arrêt, qui s'étend donc du début du canton au début de la zone d'arrêt, s'appelle la **zone de ralentissement**, puisque c'est en entrant dans cette zone (à partir du début du canton), que le train doit commencer à ralentir si le canton suivant est occupé. ( On notera que dans le cas de cantons très longs, il peut y avoir une 3ème zone dite de pleine voie entre le début du canton et le début de la zone de ralentissement, mais ceci sort du cadre de ce document simplifié).

La figure 8 montre comment se décompose un canton (n° 2) entre zone de ralentissement (en jaune) et zone d'arrêt (en rouge), dans la cas d'une voie à sens de circulation unique. Cette figure met en évidence qu'il faudra un détecteur au début du canton, et au début de la zone d'arrêt.



**Figure 8: zone de ralentissement et zone d'arrêt  
(cas d'une voie à sens de circulation unique)**

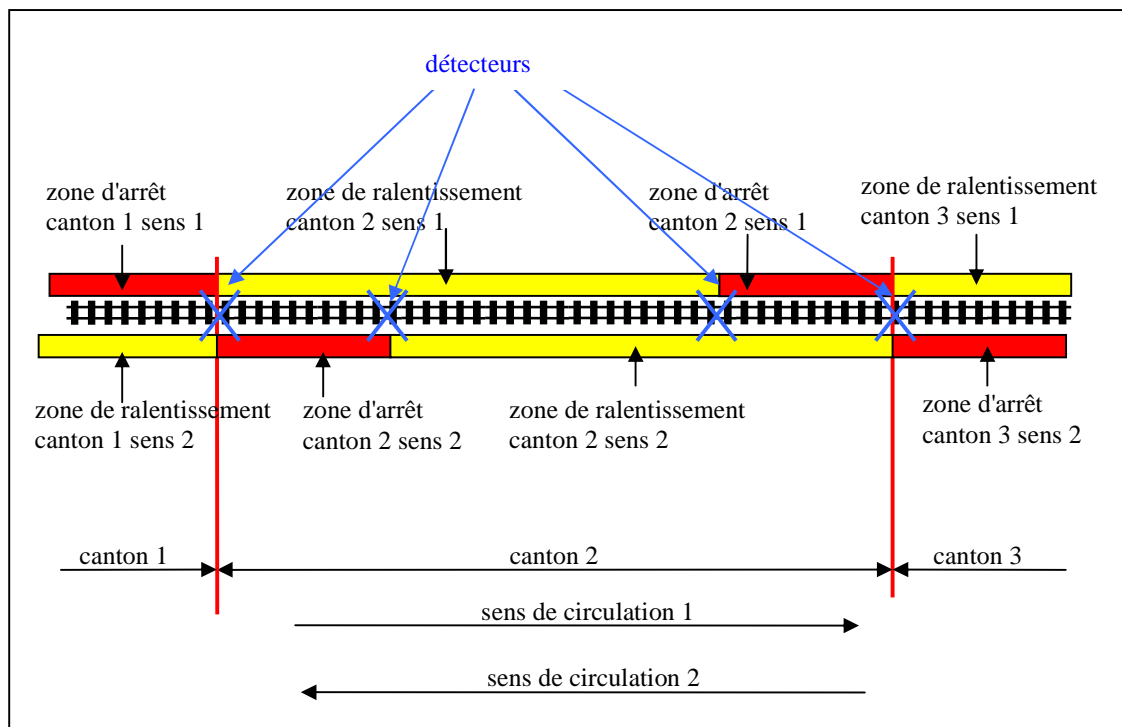
Il y a donc 3 détecteurs présents sur chaque canton:

- un au début du canton,
- un au début de la zone d'arrêt,
- un au début du canton suivant (comptabilisé dans le canton suivant)

**Soit en moyenne 2 détecteurs par canton.**

La figure 9 montre ce que deviennent les zones de ralentissement et zones d'arrêt dans le cas d'une voie à double sens de circulation. Il faut alors une zone d'arrêt de chaque côté du canton, un pour chaque sens.

Dans ce cas, il faut un détecteur supplémentaire pour le début de la zone d'arrêt du sens 2, **soit en moyenne 3 détecteurs par canton.**



**Figure 9: zones d'arrêt et de ralentissement  
(dans le cas d'une voie à double sens de circulation)**

## 3.2 IMPLANTATION PRATIQUE DES DÉTECTEURS

### 3.2.1 LES DIFFÉRENTS CATÉGORIES DE DÉTECTEURS

Il faut distinguer deux catégories bien distinctes de détecteurs, qui ne se gèrent pas du tout de la même façon:

- les **détecteurs de passage**, qui détectent le passage du train à un endroit bien précis,
- les **détecteurs de zone**, qui détectent la présence du train sur une zone étendue (typiquement, la zone d'arrêt ou la zone de ralentissement).

Dans les **détecteurs de passage**, on trouve les détecteurs à aimant et ILS (interrupteur à lame souple), ou encore les détecteurs à barrière ou réflexion infra-rouge. Les détecteurs de passage doivent être placés sur les limites de cantons, et de zones. Plus précisément, il doivent être placés exactement à l'emplacement des croix bleues sur les figure 8 et 9.

Les détecteurs de zone reposent le plus souvent sur la détection d'un courant sur les rails, qui indique que le train est présent sur la zone. **Il est donc indispensable (pour ce type de détecteur) de faire des coupures sur un des deux rails aux deux extrémités de la zone**, de façon à pouvoir mesurer séparément des zones voisines le courant consommé sur cette zone.

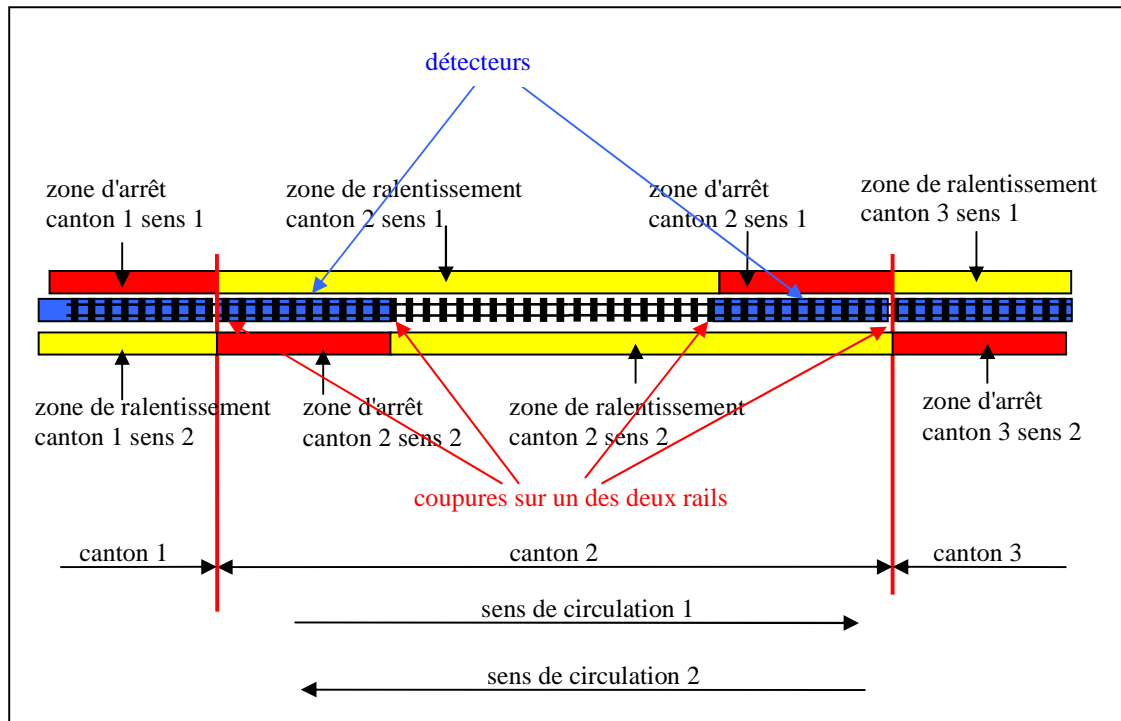


Figure 10: implantation de détecteurs de zones

La figure 10 ci-dessus est l'équivalent de la figure 9 avec des détecteurs de zone.

**On notera qu'il y a seulement deux détecteurs par canton (un sur chaque zone d'arrêt), au lieu de 3 avec des détecteurs de passage.**

Chaque détecteur de zone remplit le rôle de deux détecteurs de position. Si on prend l'exemple (figure 10) du détecteur de zone le plus à gauche sur le canton 2, ce détecteur assure la détection du début de canton (ou de la zone de ralentissement) pour le sens 1, et la détection du début de la zone d'arrêt pour le sens 2.

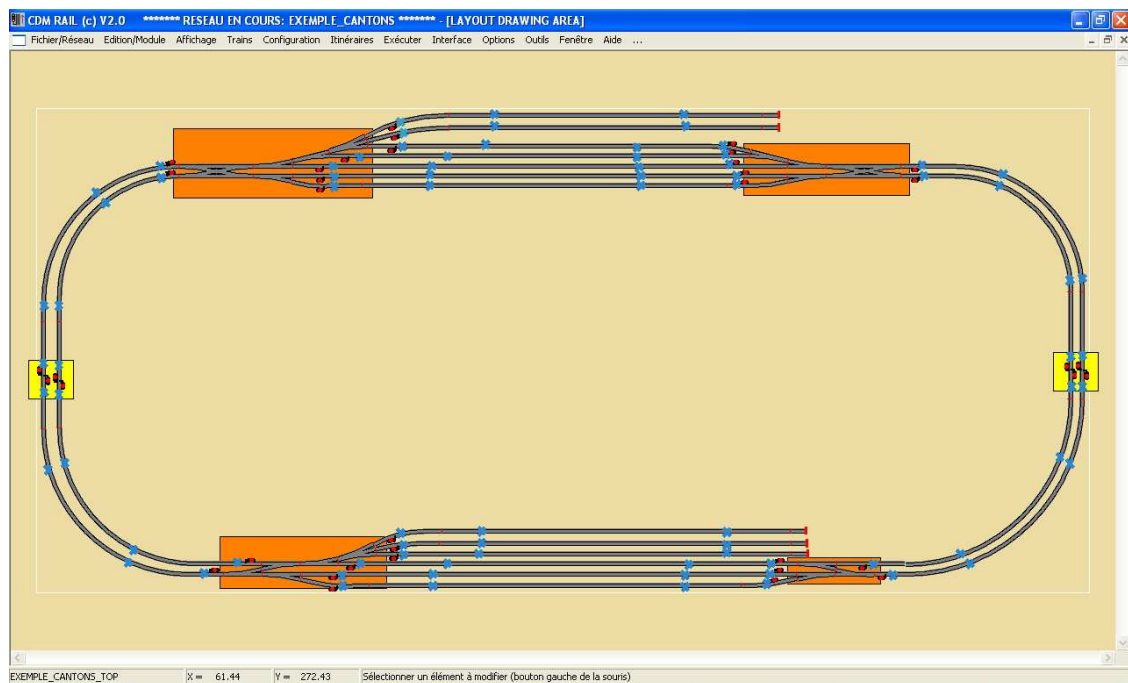
On notera aussi que, dans le cas d'une voie à sens unique de circulation, il faudrait un détecteur pour la zone d'arrêt, et aussi un détecteur pour la zone de ralentissement.

**Par conséquent, lorsqu'on met en place la rétrosignalisation à base de détecteurs de zones, on a tout intérêt à équiper TOUTES les voies en vue d'une circulation à double sens: le nombre de détecteurs est le même.**

Les deux sections suivantes reprennent la base de l'exemple déjà utilisé au chapitre 2 pour illustrer l'implantation des deux types de détecteurs.

### 3.2.2 EXEMPLE BASÉ SUR DES DÉTECTEURS DE POSITION

Les détecteurs (schématisés par les petites croix bleues) encadrent les zones d'arrêt sur chaque canton.



**Figure 11: exemple de rétrosignalisation basée sur des détecteurs de position**

### 3.2.3 EXEMPLE BASÉ SUR DES DÉTECTEURS DE ZONE

Dans ce cas (figure 12) les zones sur lesquelles sont câblées les détecteurs sont représentées en bleu, et coïncident avec les zones d'arrêt.

**Chacune de ces zones doit être encadrée de chaque côté par une coupure sur un des deux rails.**

**Il n'est pas recommandé de placer des détecteurs de zones sur les zones d'aiguilles.**

On peut le faire, mais il faut en général plusieurs détecteurs pour une même zone d'aiguilles, et les emplacements des coupures entre les différentes "sous-zones" de la zone d'aiguilles ne sont absolument pas évidents à déterminer. Ceci sort du cadre de ce document simplifié.



**Figure 12: exemple de rétrosignalisation basée sur des détecteurs de zones.**

**A signaler enfin:** le logiciel RRTC (Railroad Train Controller) est capable de fonctionner en n'utilisant **qu'un seul détecteur de zone étendu à tout le canton**. A condition de renseigner la longueur de chaque canton, et de calibrer très précisément la vitesse de chaque train, c'est le logiciel qui sait quand il convient de faire ralentir le train pour le faire arrêter à temps. Il n'y a donc plus besoin de marquer physiquement la zone d'arrêt par un autre détecteur.

Mais ceci reste un cas particulier.