

## protection des réseaux par le Système de Sélectivité Logique

F. Sautreau

MERLIN GERIN  
Service information  
38050 Grenoble cedex  
France  
tél. 76.57.60.60

CT 2  
septembre 90

*la maîtrise  
de l'énergie électrique*



MERLIN GERIN

Les cahiers techniques constituent une collection de document édités à l'intention des responsables de l'industrie qui recherchent une information plus approfondie, complémentaire de celle des fiches techniques et catalogues.

Certains cahiers se proposent de dépasser le stade de l'information et constituent des outils de formation pratique pour les cadres et techniciens de l'industrie comme pour les élèves ingénieurs.

Ils y trouvent des éléments pour mieux comprendre les problèmes techniques et économiques posés par les équipements électrotechniques, l'électronique industrielle, le transport et la distribution de l'énergie électrique.

La liste des cahiers techniques édités est envoyée sur demande adressée à :

MERLIN GERIN  
Service Information  
38050 GRENOBLE CEDEX

Reproduction autorisée après accord MERLIN GERIN et avec mention obligatoire :  
" Cahier Technique Merlin Gerin n° 2 "

# protection des réseaux par le Système de Sélectivité Logique

F. Sautriau

Un défaut se produisant en un point quelconque d'un réseau de distribution ne doit, en aucune façon, priver de courant électrique l'ensemble de l'installation. Il résulte de cette évidence, la nécessité d'isoler rapidement la partie en défaut sans priver d'énergie les autres utilisateurs ; c'est le principe même de la sélectivité des déclenchements.

L'élément de protection (disjoncteur ou fusibles) qui est placé immédiatement en amont de la partie de circuit où se produit le défaut doit, et lui seul, fonctionner, les autres protections ne devant pas déclencher. Les procédés classiques de sélectivité (ampèremétrique et chronométrique) permettent de répondre à cette exigence plus ou moins parfaitement.

Le Système de Sélectivité Logique (brevet Merlin Gerin), permet d'obtenir une sélectivité totale entre tous les étages d'un réseau de distribution électrique, industrielle ou tertiaire, ceci, de la haute tension à la basse tension. Par ailleurs il permet l'élimination du défaut en un temps très réduit et indépendant de l'endroit où s'est produit l'incident.

## sommaire

<b>1. les procédés classiques de sélectivité et leurs limites</b>	La sélectivité ampèremétrique	p. 2
	La sélectivité chronométrique	p. 2
<b>2. la sélectivité logique</b>	Principe du Système de Sélectivité Logique	p. 3
	Application de la sélectivité logique à la gamme Vigirack	p. 4
	Application de la sélectivité logique au Sepam	p. 5
	Mise en œuvre de la sélectivité logique	p. 6
	Quelques schémas d'application de la sélectivité logique	p. 7
<b>3. avantages de la sélectivité logique</b>		
<b>4. bibliographie</b>		

# 1. les procédés classiques de sélectivité et leurs limites

## la sélectivité ampéremétrique

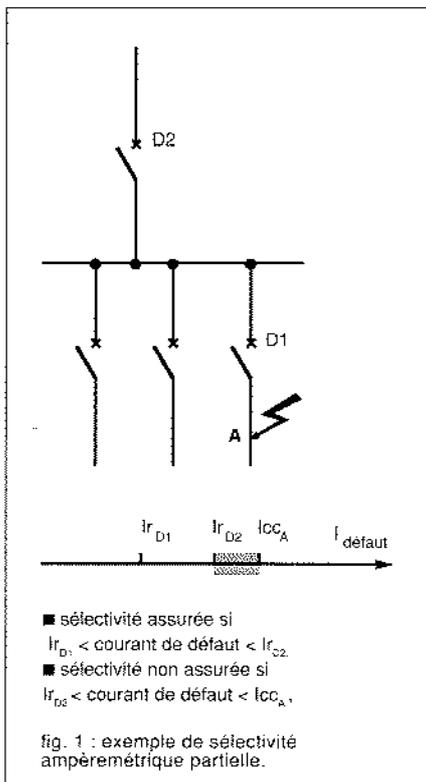
Elle met en œuvre des appareillages de protection instantanés (disjoncteurs rapides ou fusibles).

Elle est basée sur le fait que l'intensité de court-circuit est d'autant plus élevée que le défaut est proche de la source, d'où par principe  $I_{r_{D2}} > I_{r_{D1}}$ . En conséquence, elle est surtout utilisée en basse tension où les impédances de liaison ne sont pas négligeables.

Sur le schéma de la figure 1, en désignant par  $I_r$  les valeurs de réglage du déclenchement instantané et par  $I_{cc_A}$  la valeur maximale du courant de court-circuit pouvant s'établir au point A et sachant qu'il n'y a déclenchement que lorsque  $I_{défaut} > I_r$  :

■ si  $I_{r_{D2}} > I_{cc_A} > I_{r_{D1}}$ , la sélectivité est totale;

■ si  $I_{cc_A} > I_{r_{D2}}$ , il n'y a pas sélectivité ampéremétrique totale, la sélectivité est dite partielle car le fonctionnement ne sera sélectif que si  $I_{défaut} < I_{r_{D2}}$  ;



## la sélectivité chronométrique

Elle consiste à retarder le fonctionnement de la protection amont pour que la protection aval ait le temps d'isoler le départ en défaut.

L'écart de temporisation entre deux protections successives correspond au temps de coupure du disjoncteur aval augmenté du temps de désexcitation de la protection amont, (cf. fig. 2).

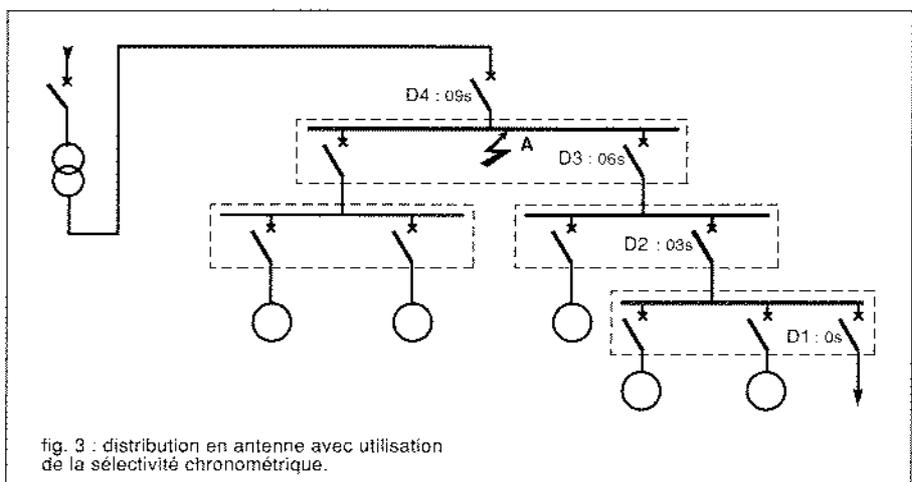
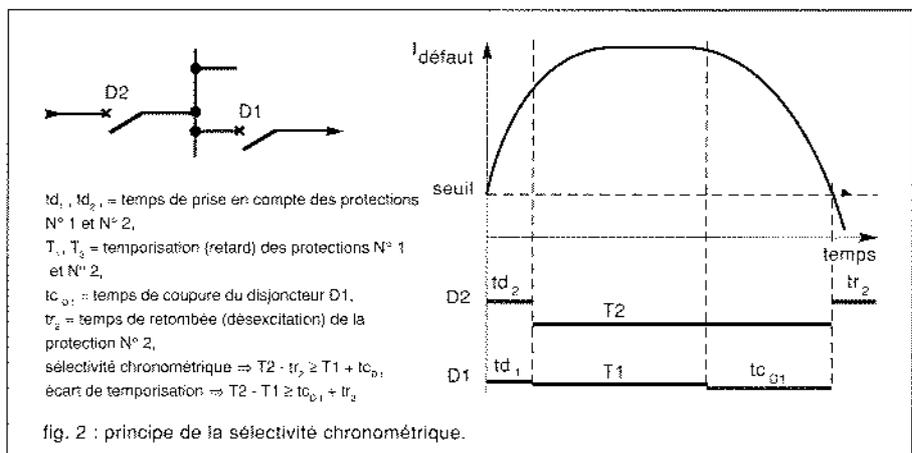
Aussi, la sélectivité totale ne peut-elle être obtenue qu'en retardant les protections par des temporisations d'autant plus longues que les appareils sont situés plus près de la source d'énergie.

Dans l'exemple de la figure 3 les disjoncteurs D1 ne sont pas retardés,

les disjoncteurs D2 sont retardés de 0,3 s, D3 de 0,6 s, et les disjoncteurs D4 de 0,9 s.

Une conséquence néfaste de ces retards échelonnés est le retard très important apporté à l'ouverture du circuit pour un défaut situé en amont de l'installation, dans l'exemple précédent : 0,9 s au niveau A. Au niveau de la source ce retard devient excessif et a plusieurs inconvénients :

- il est souvent incompatible avec les impératifs du distributeur d'énergie qui demande une temporisation plus courte au niveau du disjoncteur de livraison;
- il impose un surdimensionnement thermique des câbles et des tableaux;
- il accroît considérablement les destructions dues à l'arc du défaut.



## 2. la sélectivité logique

Les sélectivités ampèremétriques et chronométriques ont, comme nous venons de le voir, leurs faiblesses.

Les électriciens ont appris à s'en accommoder... souvent au détriment de la sélectivité elle-même.

Le Système de Sélectivité Logique a été développé dans le but de remédier à ces inconvénients ; il permet d'obtenir une sélectivité au déclenchement parfaite, et par ailleurs, de réduire considérablement le retard au déclenchement des disjoncteurs situés les plus près de la source.

### principe du Système de Sélectivité Logique

Lorsqu'un défaut se produit dans un réseau en antenne, le courant de défaut parcourt le circuit situé entre la source et le point de défaut :

- les protections en amont du défaut sont sollicitées;
- les protections en aval du défaut ne sont pas sollicitées;
- seule la première protection en amont du défaut doit agir.

A chaque disjoncteur est associée une protection apte à émettre et recevoir un ordre d'attente logique. Lorsqu'une protection est sollicitée par un courant de défaut :

- elle émet un ordre d'attente logique;
- elle provoque le déclenchement du disjoncteur associé.

La figure 4 décrit de façon simplifiée une distribution en antenne (un seul disjoncteur est représenté par tableau).

#### Fonctionnement lorsqu'un défaut apparaît au point A de la figure 4

- les protections N°1, N°2, N°3...N°n sont sollicitées;
- la protection N°1 émet un ordre d'attente logique vers l'amont et un ordre de déclenchement au disjoncteur D1;
- les protections N°2, N°3...N°n émettent un ordre d'attente logique de l'aval vers l'amont, et reçoivent un ordre d'attente logique qui les empêchent de donner l'ordre de déclenchement aux disjoncteurs D2, D3... Dn associés (le raisonnement s'interrompt lorsque la protection N°n a un réglage tel que le courant de

défaut n'atteint pas son seuil de fonctionnement  $I_r$ )

Le disjoncteur D1 élimine le défaut A au bout du temps :

$$T_{D1} = T_1 + t_1,$$

avec :

$T_1$  : temporisation (retard) de la protection N°1,

$t_{c_{D1}}$  : temps de coupure du disjoncteur D1.

#### Fonctionnement lorsqu'un défaut apparaît au point B de la figure 4

- la protection N°1 n'est pas sollicitée;
- les protections N°2, N°3... N°n sont sollicitées et émettent un ordre d'attente logique vers l'amont;
- seule la protection N°2 ne reçoit pas d'ordre d'attente logique et émet un ordre de déclenchement.

Le disjoncteur D2 élimine le défaut B au bout du temps :

$$T_{D2} = T_2 + t_2.$$

avec :

$T_2$  : temporisation de la protection N°2,

$t_{c_{D2}}$  : temps de coupure du disjoncteur D2.

Le même raisonnement peut être appliqué à l'un quelconque des disjoncteurs constituant le réseau de distribution.

Les temporisations  $T_1, T_2, T_n$  des protections N°1, N°2...N°n n'interviennent pas dans la sélectivité et ne sont prévues que pour la fonction de protection : les réglages peuvent être aussi courts que le permettent la protection et les transitoires de mise sous tension (moteurs, transformateurs).

Avec le Système de Sélectivité Logique le temps d'élimination des défauts peut être très réduit et est indépendant du nombre d'étages. Ainsi, il est possible d'obtenir la sélectivité entre une protection instantanée amont et une protection temporisée aval, par exemple de prévoir une temporisation plus réduite à la source que près des récepteurs.

Remarque :

La fonction "attente logique" correspond à une augmentation de la temporisation propre à la protection amont. Par souci de sécurité, la durée de l'attente logique est limitée, ce qui permet à la protection amont de fonctionner en secours de la protection aval défaillante.

Le Système de Sélectivité Logique s'applique aux protections :

- de technologie statique analogique de la gamme Vigirack,
- de technologie numérique à microprocesseur, Sepam.

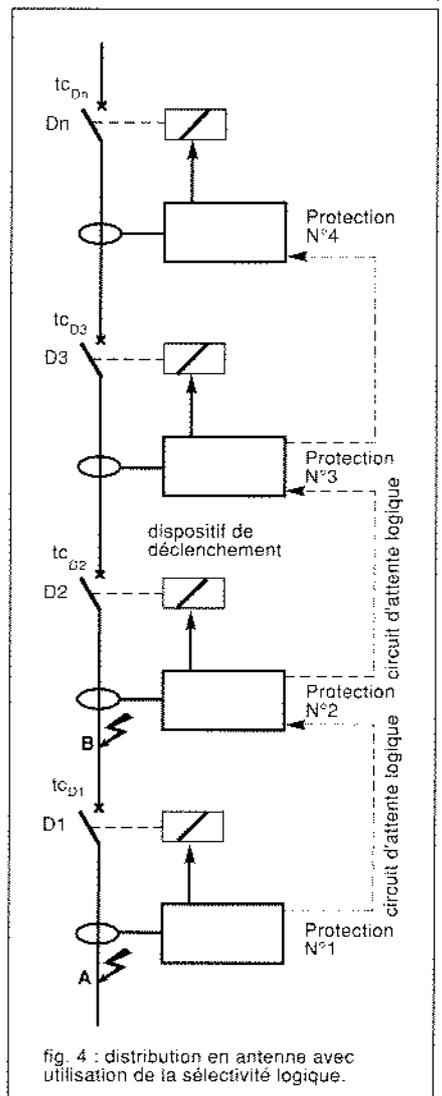


fig. 4 : distribution en antenne avec utilisation de la sélectivité logique.

## application de la sélectivité logique à la gamme Vigirack

La gamme Vigirack est constituée de paniers ou racks recevant des cartes électroniques embrochables correspondant aux fonctions de protection des réseaux et de récepteurs électriques (cf. fig. 5).

**Pour obtenir les avantages de la sélectivité logique, il suffit :**

- d'implanter la carte Vigirack logique dans le panier contenant les cartes Vigirack de protection de surintensité;
- de réaliser le câblage des circuits d'attente logique entre les paniers de protection des disjoncteurs du tableau et entre les tableaux.

**Fonctionnement** (cf. fig.6 et 7)

Le dépassement de seuil de l'une des cartes de protection de surintensité d'un panier provoque :

- l'émission instantanée d'un ordre d'attente logique de durée limitée  $T^2$ ,
- l'interruption de l'ordre d'attente logique après le déclenchement du disjoncteur associé aux cartes de protection, c'est à dire après  $T^1 + T^3$ .

La réception par une carte de Sélectivité Logique d'un ordre d'attente logique retarde le démarrage de la temporisation des fonctions de protection (ampèremétrique et/ou homopolaire) qui lui sont associées.

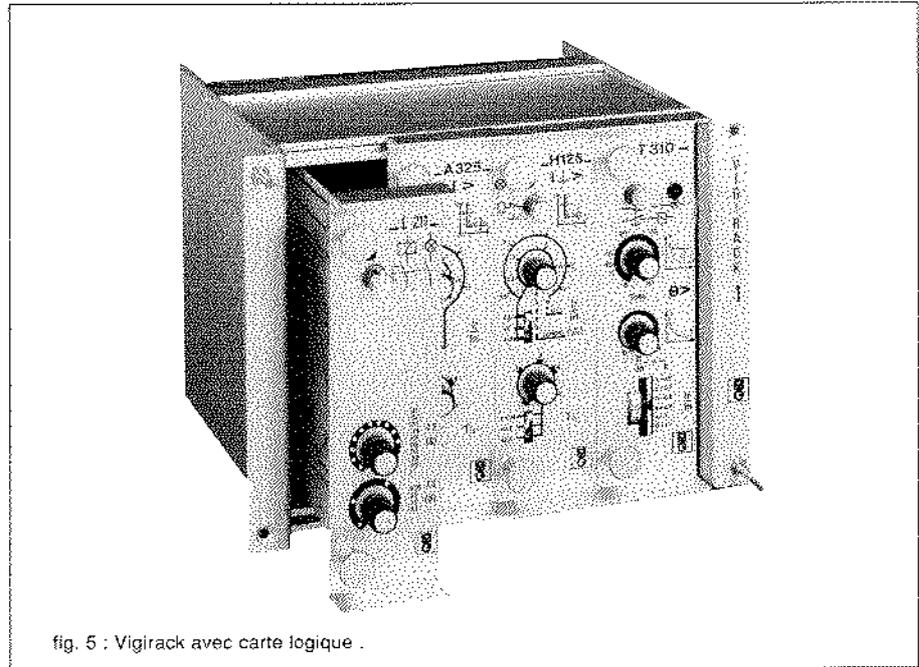


fig. 5 : Vigirack avec carte logique .

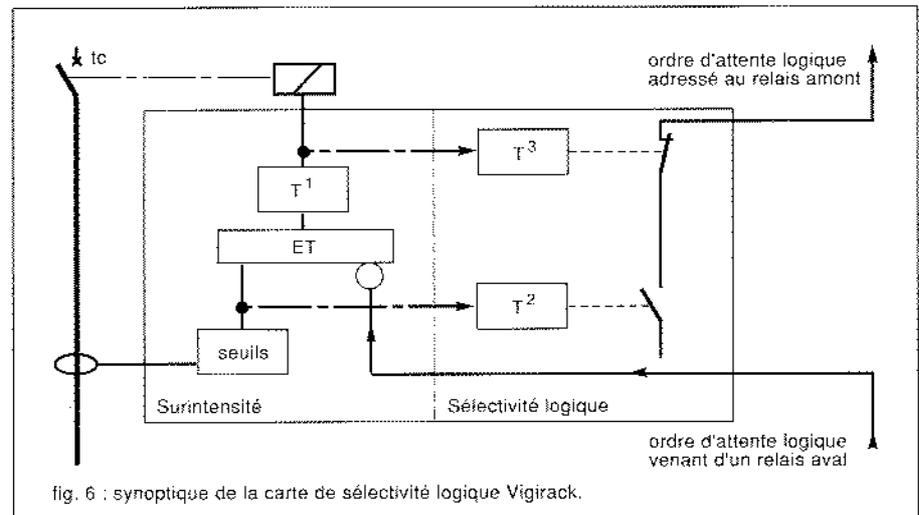


fig. 6 : synoptique de la carte de sélectivité logique Vigirack.

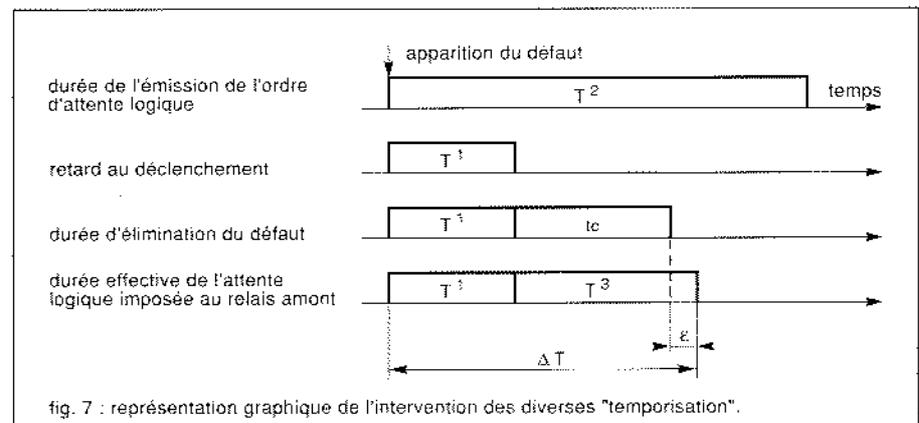


fig. 7 : représentation graphique de l'intervention des diverses "temporisations".

## application de la sélectivité logique au Sepam

Sepam est une unité programmable qui assure les fonctions mesure, protection, automatisme et communication pour le contrôle commande des réseaux électriques (cf. fig. 8).

Il comporte une cartouche mémoire embrochable contenant les paramètres des protections et le programme des automatismes.

**Pour obtenir les avantages de la sélectivité logique, il suffit :**

- de programmer les instructions logiques dans l'automatisme du Sepam (cf. fig. 9),
- de réaliser le câblage des circuits d'attente logique entre les Sepam des disjoncteurs du tableau et entre les tableaux.

**Fonctionnement** (cf. fig. 9)

La sollicitation d'une protection de surintensité d'un Sepam provoque :

- l'émission instantanée d'un ordre d'attente logique,
- l'interruption de l'ordre d'attente logique après le déclenchement du disjoncteur associé au Sepam.

La réception par un Sepam d'un ordre d'attente logique provoque pendant une période de temps limité, un retard au déclenchement par les fonctions de surintensité du Sepam.

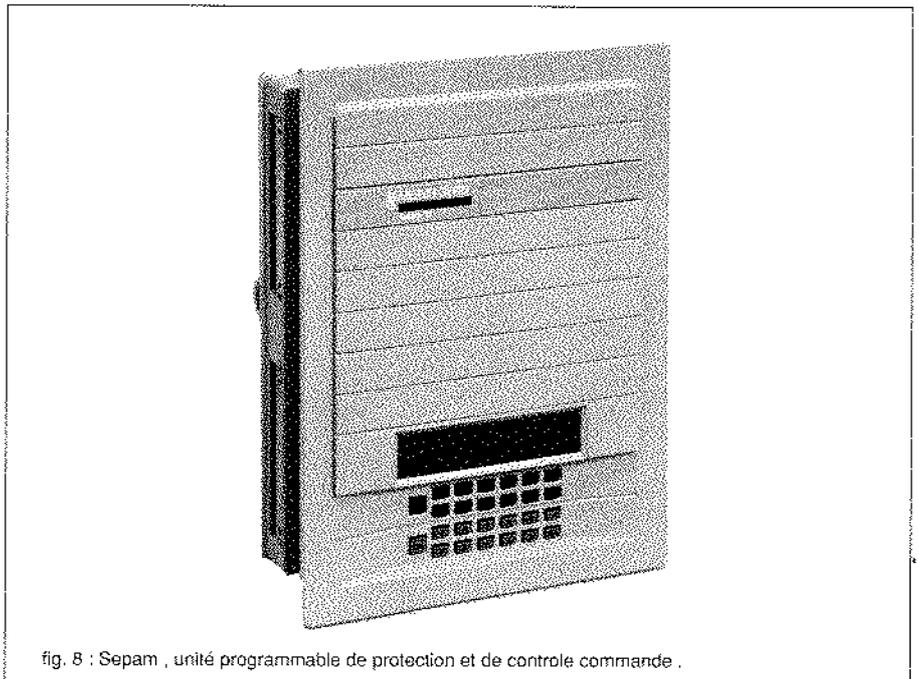
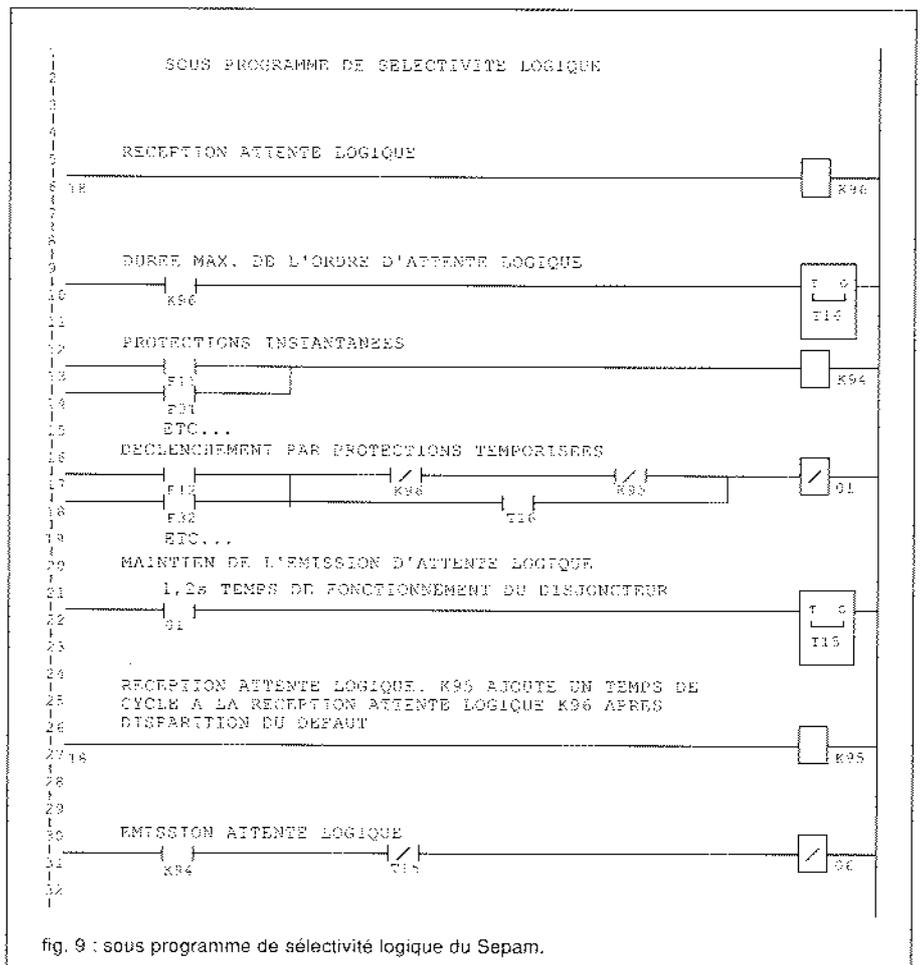


fig. 8 : Sepam , unité programmable de protection et de contrôle commande .



## mise en œuvre de la sélectivité logique

Principe du câblage des circuits d'attente logique (cf. fig. 10)

Détermination des réglages des temporisations

### ■ de protection

La temporisation  $T^1$  de chaque protection est déterminée pour s'affranchir des surintensités normales ou inévitables (mise sous tension de transformateurs, démarrage de moteur) et pour éliminer les défauts le plus rapidement possible. Le souci de sélectivité (chronométrique) n'intervient pas dans le choix de la temporisation par exemple une protection de court-circuit instantanée peut être utilisée pour un tableau dont les départs vers les récepteurs comportent des protections de court-circuit qui sont temporisées.

### ■ de sélectivité logique

Elle comporte 2 temporisations :

- $T^2$  correspond à la durée maximale de l'attente logique, quoiqu'il arrive;  $T^2$  doit être réglée une valeur égale à 2 fois le plus long temps d'élimination de défaut en aval;

- $T^3$  correspond au temps pendant lequel il faut maintenir l'attente logique après le fonctionnement de la protection,  $T^3$  doit être réglée à une valeur légèrement supérieure au temps de fonctionnement de l'organe de coupure (disjoncteur ou contacteur) associé à la protection.

Remarque :

La limitation de la durée maximum  $T^2$  de l'attente logique est réalisée

- par la protection qui émet l'ordre d'attente dans la solution Vigirack,
- par la protection qui reçoit l'ordre d'attente dans la solution Sepam.

Emploi du système de sélectivité logique (cf. fig. 11)

La sélectivité logique peut être mise en œuvre :

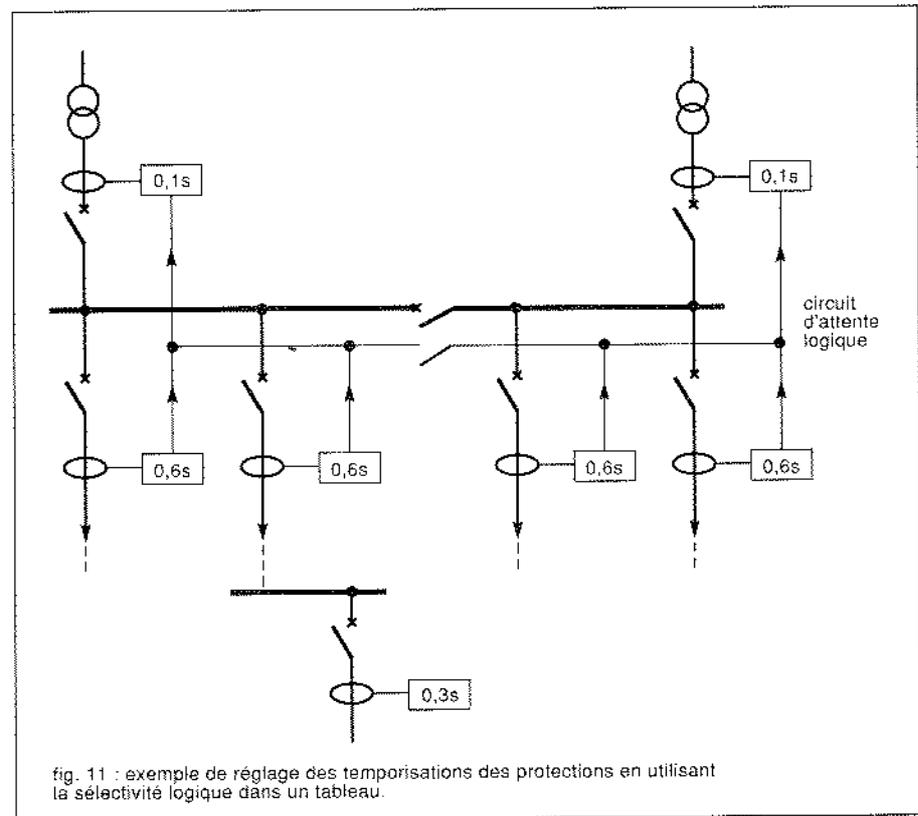
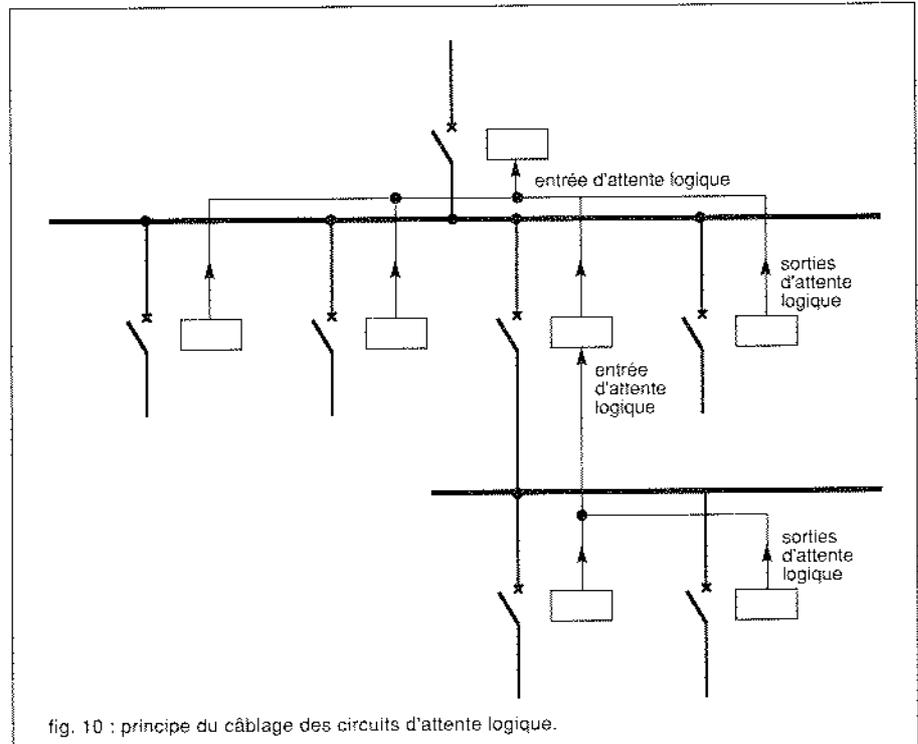
- pour les protections de court-circuit et de défaut homopolaire,
- sur toute l'étendue d'un réseau, depuis la haute tension jusqu'aux départs principaux basse tension,
- sur un élément de réseau seulement, par exemple dans un tableau, la sélectivité étant partie intégrante de l'équipement construit et essayé en usine.

En fonction des besoins de l'utilisateur et des circonstances de la réalisation d'un réseau électrique, l'utilisation de la sélectivité logique peut être :

- ponctuelle dans un poste,
- progressive en s'étendant d'un poste à

un autre à l'occasion des campagnes de travaux d'entretien du réseau,

■ globale si elle est prévue dès la conception du réseau.



## quelques schémas d'application de la sélectivité logique

Le principe a été exposé en l'appliquant aux réseaux en antenne, mais d'autres schémas peuvent bénéficier de la sélectivité logique : câbles en parallèle et distribution en boucle.

### Câbles en parallèle

Le schéma de la figure 12 représente 2 postes reliés par 2 câbles en parallèle.

Si un court-circuit se produit au point A, il faut que les disjoncteurs D2 et D4 et eux seuls s'ouvrent, afin d'isoler le câble en défaut et de continuer à alimenter le poste. Pour cela, les ordres d'attente logique échangés par les protections sont orientés à l'aide de relais directionnels.

L'examen du schéma montre que les protections associées aux disjoncteurs D0 à D4 "voient" toutes le défaut : elles émettent donc toutes un ordre d'attente logique.

Le relais directionnel associé à D4 ayant basculé, les ordres d'attente logique sont aiguillés de telle façon que seuls les disjoncteurs D2 et D4 déclenchent.

### Distribution en boucle

Le schéma de la figure 13 décrit le principe de l'utilisation du système de sélectivité logique dans une distribution en boucle, en utilisant des relais directionnels.

Remarque :

L'appellation «relais directionnel» désigne :

- soit une carte électronique de la gamme Vigirack de technologie statique analogique,
- soit une fonction programmée du Sepam de technologie numérique à microprocesseur.

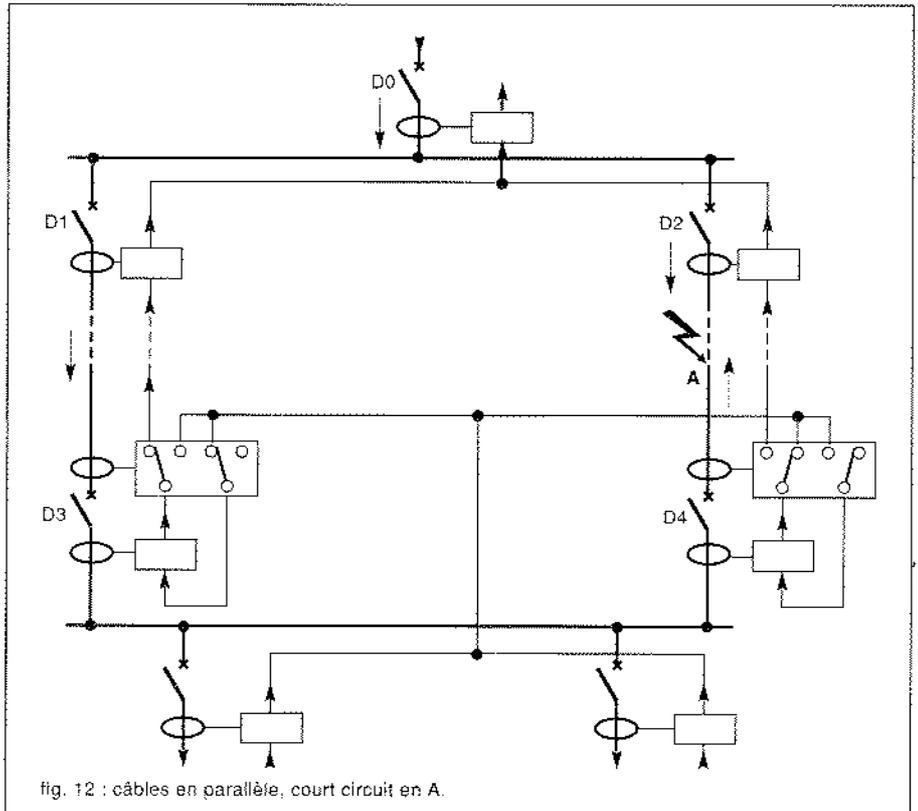


fig. 12 : câbles en parallèle, court circuit en A.

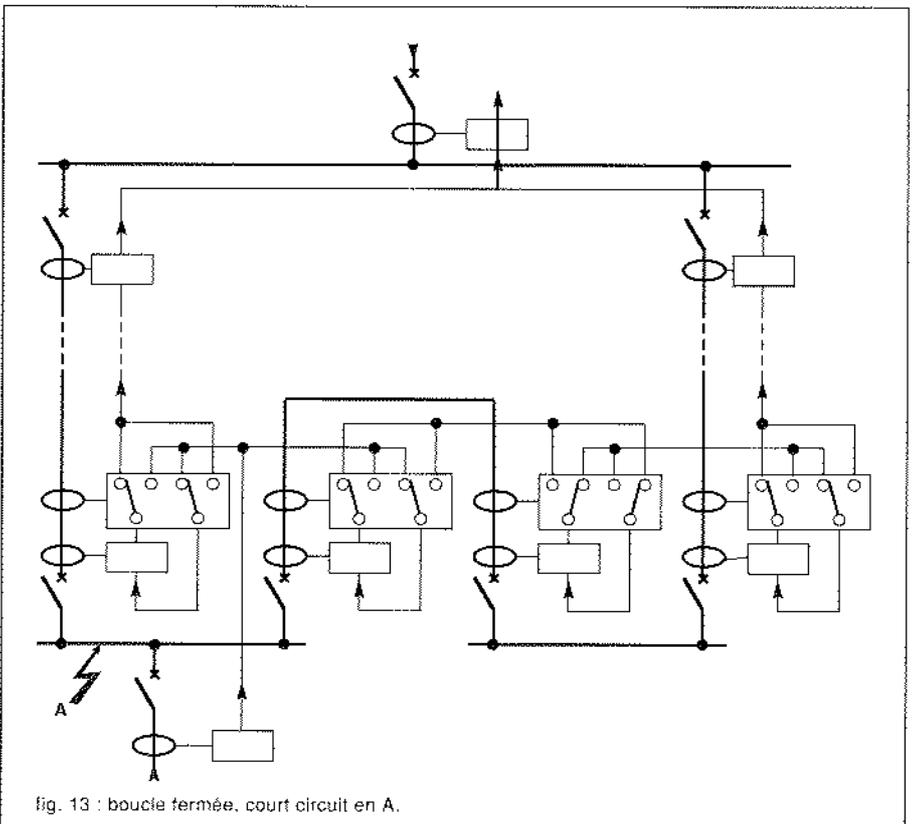


fig. 13 : boucle fermée, court circuit en A.

---

### 3. avantages de la sélectivité logique

Outre la sélectivité de la protection, qui est la fonction première du système, la rapidité des déclenchements obtenue permet de réduire les exigences sur la tenue au court-circuit des canalisations, de l'appareillage, des transformateurs de courant, etc... dans des proportions économiquement appréciables.

Ce procédé est très sûr : il consiste, comme nous l'avons vu, en la possibilité qu'à le relais aval d'augmenter intelligemment la temporisation propre du disjoncteur amont. Une défaillance ne peut, en

aucun cas, affecter l'ensemble des protections. Il utilise bien sûr la sélectivité ampèremétrique et présente l'immense avantage de permettre d'obtenir des temps de déclenchement non cumulatifs. Il permet de résoudre le problème de la sélectivité au déclenchement sur l'ensemble du réseau, des principaux départs basse tension jusqu'à la haute tension.

D'une mise en oeuvre peu complexe, la sélectivité logique s'adapte sans difficulté aussi bien aux installations en études

qu'aux installations existantes. En effet elle autorise des extensions sans modifications des réglages, et ne nécessite qu'une simple liaison par fil pilote entre tableaux aval et tableau amont pour transmettre les informations logiques.

De plus, le système étant indépendant du nombre d'étages protégés, la conception des réseaux se fait en fonction des besoins réels de l'utilisateur et non en fonction des exigences du distributeur.

---

### 4. bibliographie

- La sélectivité des protections.  
Cahier Technique Merlin Gerin n°13,  
(F. Sautriau).
- Brevet français n° 1 421 236.
- Notice technique relais Vigirack,  
AC248.
- Notice technique Sepam, AC 068/1.

**François Sautriau,**

**Diplômé ingénieur E.S.E. en 1968.**

**Après avoir effectué des études de réseaux et de protections, il a été responsable de bureau d'étude de réalisation d'ensembles industriels, puis responsable de service technique pour la réalisation d'équipements destinés à la marine.**

**Aujourd'hui, il est conseiller au service marketing du département Protection et Contrôle - Commande.**