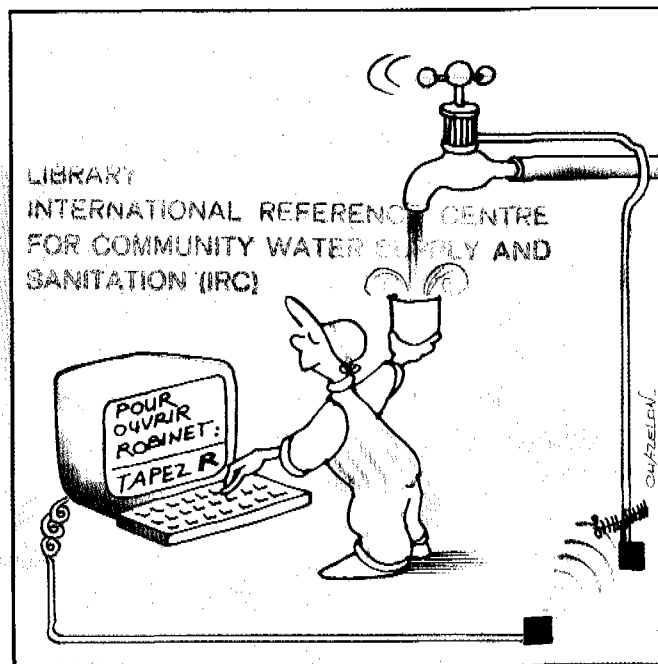


11.

LES
CAHIERS
TECHNIQUES



fondation
de l'eau



LA TELEGESTION DES RESEAUX

PRINCIPES
MATERIELS ET EQUIPEMENTS
EXPLOITATION

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

LES CAHIERS TECHNIQUES DE LA DIRECTION DE L'EAU ET DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS

262-0-89TE 6265

Ce cahier technique a été réalisé
avec le concours de la Société

FLU
TEC

Achévé d'imprimer le 25 octobre 1989
Imprimerie Centre Impression - Limoges
Dépôt légal : juillet 1989

© Fondation de l'Eau 1989
Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays

Prix : 75 FF/TTC
Franco de port France métropolitaine

PREFACE

Les récents progrès réalisés en matière :

- de transfert des informations grâce aux réseaux de communication;
- d'acquisition et de traitement des informations grâce à l'électronique, aux microprocesseurs et aux équipements informatiques en général,

permettent aux gestionnaires des réseaux de distribution d'eau potable ou d'assainissement de mettre en place de nouvelles stratégies d'exploitation répondant à de multiples objectifs :

- la recherche d'une plus grande sécurité d'approvisionnement par rapport aux ressources disponibles;
- l'obtention d'un fonctionnement régulier et continu des installations;
- une réduction sensible des coûts directs ou indirects du mètre cube d'eau produit;
- des conditions de travail améliorées pour les agents d'astreinte;
- une meilleure utilisation des infrastructures des réseaux en place et, par voie de conséquence, une définition plus précise des investissements futurs;
- ou encore, en matière d'assainissement, une diminution des pollutions du milieu naturel;
- etc.

La télégestion, permettant la transmission d'informations entre des sites géographiquement éloignés, à des fins de surveillance des installations et d'optimisation du processus, répond à ce besoin.

Encore faut-il bien déterminer les types et le nombre d'informations qui sont nécessaires, leur mode de transport et d'exploitation.

La mise en place d'un système de télégestion doit donc, dès le départ, faire l'objet d'une étude de faisabilité visant à identifier et à définir les objectifs qui devront être remplis par ce système, puis à choisir les moyens nécessaires à sa réalisation.

Ce cahier technique n'a pas d'autre objectif que de faire comprendre les mécanismes (et, pourquoi pas, le vocabulaire) des différentes techniques qui y sont associées.

Ainsi l'exploitant qui souhaite "automatiser" son réseau, ou qui commence à utiliser ces systèmes, pourra mieux faire ses choix et exploiter ce nouvel outil.

Cet effort d'information et de sensibilisation me paraît essentiel et je souhaite que cet ouvrage y contribue largement.

Michel MOUSEL,
Directeur de l'Eau
et de la Prévention des Pollutions
et des Risques.

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)

P.O. Box 93160, 2509 AD The Hague

Tel. (070) 814911 ext. 141/142

RN: ISN 6265

LO: 262.0 897E

Sommaire

Des pages jaunes pour mieux utiliser ce guide

Des pages roses pour tester vos connaissances

Des pages bleues pour les informations techniques

Des pages vertes pour vous aider à résoudre des problèmes concrets et quotidiens

<input type="checkbox"/>	1 POUR QUI, POUR QUOI?	Page 3
	A qui et à quoi peut servir ce guide et la façon de l'utiliser efficacement.	
<input checked="" type="checkbox"/>	2 JEU-TEST	4
	Pour sonder vos connaissances sur la télégestion. A faire avant et/ou après la lecture du guide.	
<input checked="" type="checkbox"/>	3 LE SAVEZ-VOUS ?	6
<input checked="" type="checkbox"/>	4 LES ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN RESEAU TELEGERE	13
<input checked="" type="checkbox"/>	5 FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DES DONNEES	21
<input checked="" type="checkbox"/>	6 LES PROCEDES DE COMMUNICATION	27
<input checked="" type="checkbox"/>	7 JEU-TEST	32
<input checked="" type="checkbox"/>	8 QUELQUES MATERIELS ET LEURS POTENTIALITES	33
<input checked="" type="checkbox"/>	9 QUELQUES REALISATIONS EN MATIERE DE TELEGESTION	35
<input checked="" type="checkbox"/>	10 INFORMATIQUE ET TELEGESTION	38
<input type="checkbox"/>	11 LEXIQUE	39
<input type="checkbox"/>	12 INDEX	39



POUR QUI POUR QUOI?

POUR QUI? POUR QUOI?

Ce cahier technique s'adresse aux gestionnaires des réseaux de distribution d'eau potable ou d'assainissement, aux prescripteurs, et à tous ceux qui souhaitent mieux connaître l'utilisation des techniques de télétransmissions.

La télégestion, s'appuyant sur les techniques de télétransmissions et de traitement informatique des données en provenance du réseau, donne aux exploitants les moyens d'assurer un fonctionnement plus régulier, plus économique, au service public dont ils ont la responsabilité.

Mais ces techniques sont très ouvertes dans leurs possibilités et très diverses dans leurs solutions... et ces qualités se transforment aussitôt en difficultés!

En effet, il est nécessaire — afin de ne pas procéder à des investissements démesurés, ou de ne pas subir des frais d'exploitation trop élevés — de définir précisément et de ne pas dépasser le seuil de complexité résolvant juste le problème posé.

Il importe alors que les parties concernées maîtrisent bien les potentialités et les objectifs particuliers de chacun des systèmes disponibles.

COMMENT ?

Ce cahier technique peut s'utiliser de plusieurs façons : pour une première lecture, nous vous conseillons de feuilleter l'ensemble afin de bien comprendre la structure, la couleur des pages (voir sommaire) vous indiquant le type d'informations fournies, puis de reprendre au début.

En suivant l'ordre proposé, vous aurez ainsi une bonne compréhension :

- des finalités respectives des différents systèmes utilisables;
- du fonctionnement des matériels mis en œuvre, nécessaires à leur exploitation.

Si vous cherchez une information particulière, le lexique et/ou l'index peuvent vous permettre de la trouver rapidement.

Les exercices qui vous sont proposés vous permettront de vérifier ou d'élargir le champ de vos connaissances sur ce thème.

En espérant que les questions que vous vous posez trouveront leur réponse lors de la lecture de ce document, et avec tous nos encouragements, **BON TRAVAIL.**



CACHER LA PARTIE "REPONSES AU TEST".

PRENDRE UN CRAYON A PAPIER.
LIRE ATTENTIVEMENT LES QUESTIONS.

COCHER LA OU LES CASES DES REPONSES PROPOSEES
QUI VOUS SEMBLER JUSTES
(pour une même question, une ou plusieurs réponses sont possibles)

CONSULTER LES REPONSES.

1

Une liaison de télétransmission utilise :

- a - un terminal informatique
- b - une ligne de communication
- c - un modem

2

Une procédure de communication :

- a - gère le protocole de transmission
- b - stocke les informations

3

Le baud est une unité :

- a - de longueur des informations
- b - de quantité des informations
- c - de vitesse de modulation

4

4

Le bit représente :

- a - une information élémentaire à deux états (0 et 1)
- b - une caractéristique du support de communication

5

Une information de type logique est :

- a - une information vraie ou fausse
- b - une information variable
- c - une information à deux états

6

Une information de type analogique est :

- a - une information ne pouvant prendre que deux valeurs
- b - une information variable dans le temps
- c - une information toujours croissante

7

Pour suivre le niveau d'eau dans un réservoir, on utilise :

- a - un capteur logique
- b - un capteur analogique

8

Pour détecter le débordement d'un réservoir, on utilise :

- a - un détecteur de seuil
- b - un capteur logique
- c - un capteur analogique

9

Le Minitel est :

- a - un terminal informatique
- b - un modem
- c - un micro-ordinateur

10

On module un signal pour :

- a - l'amplifier
- b - permettre sa transmission à grande distance
- c - enlever les parasites
- d - le protéger

11

En télétransmission, la modulation de signal la plus utilisée est :

- a - la modulation d'amplitude
- b - la modulation d'impulsion codée
- c - la modulation par déplacement de fréquence
- d - la modulation de phase

12

La numérisation d'un signal permet :

- a - de l'identifier parmi d'autres
- b - de coder son amplitude instantanée
- c - de détecter sa valeur maximale

13

Qu'est-ce que la bande passante d'un circuit ?

- a - la quantité d'informations véhiculées par le circuit
- b - la qualité du circuit
- c - l'ensemble des fréquences transmissibles par le circuit

14

La vitesse maximale de transmission sur une ligne spécialisée est :

- a - 1200 bits/s
- b - 1800 bits/s
- c - 9600 bits/s

15

L'impédance caractéristique à 800 hertz d'une ligne téléphonique de communication est :

- a - 50 ohms
- b - 75 ohms
- c - 600 ohms

16

Le niveau de référence 0 décibel (dB) correspond à une puissance de :

- a - 0 mw
- b - 0,775 mw
- c - 1 mw

17

Aux bornes d'un circuit de résistance 600 ohms, à 800 hertz, dissipant 1 mw, le niveau de référence 0 dB correspond à :

- a - 0,775 V
- b - 1 V
- c - 1,5 V

18

Le mode de transmission simplex permet :

- a - d'émettre et de recevoir simultanément des informations
- b - d'émettre et de recevoir alternativement des informations
- c - d'émettre uniquement des informations
- d - de recevoir uniquement des informations.

19

Une ligne spécialisée est une ligne :

- a - mise à la disposition exclusive d'un usager
- b - mise à la disposition d'un nombre restreint d'utilisateurs

20

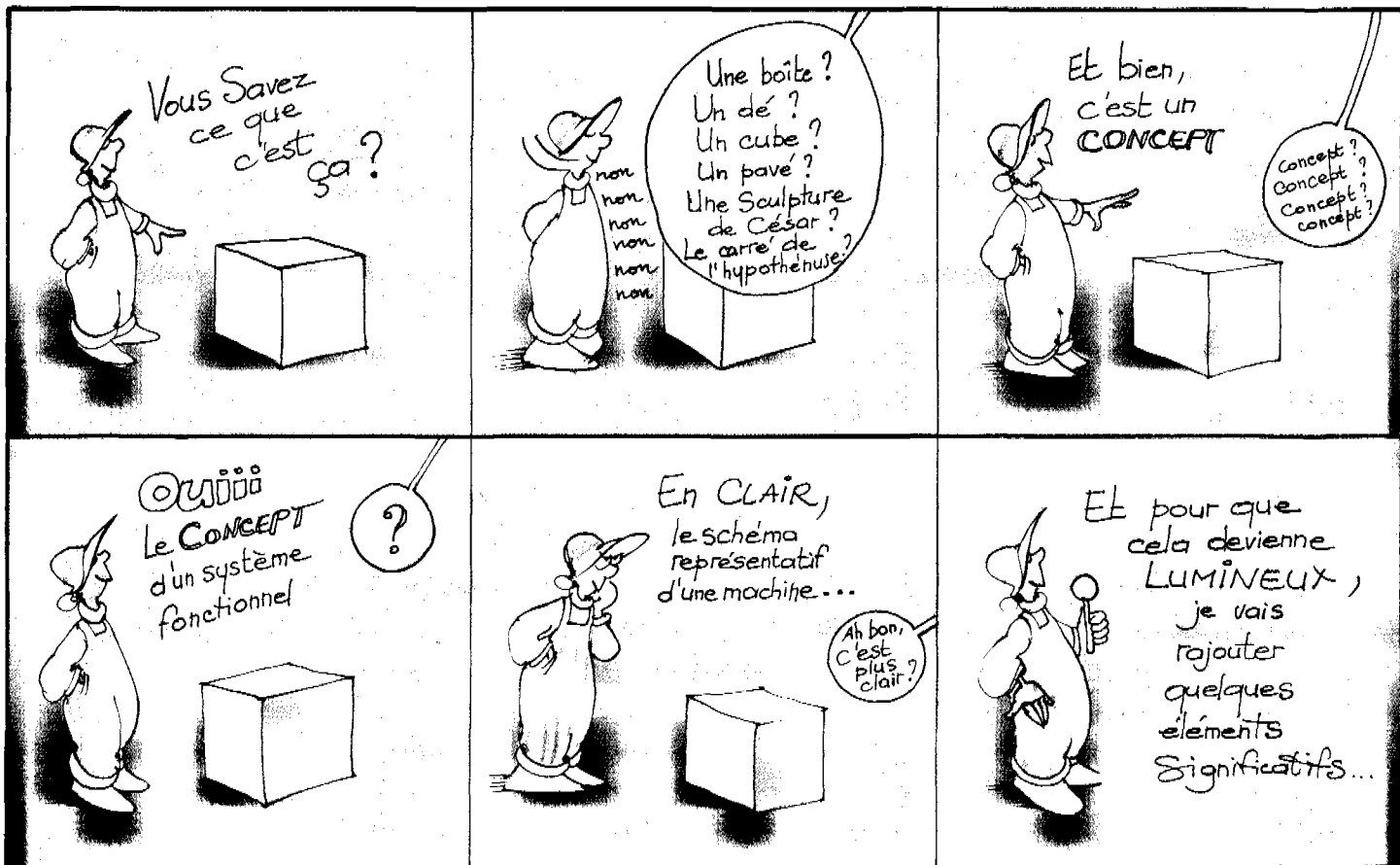
Lorsqu'on doit transmettre beaucoup d'informations, fréquemment, et sur de longues distances, on choisira de préférence :

- a - une ligne spécialisée
- b - une liaison radio
- c - une ligne téléphonique

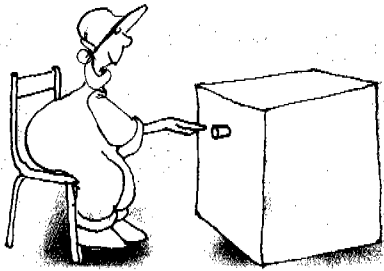


QUESTIONS	REPONSES	VOIR PAGE
1	b-c	30
2	a	20
3	c	19
4	a	19
5	a et c	16
6	b	16
7	b	16
8	a et b	16
9	a et b	30
10	b, d	27
11	b, c	27
12	b	29
13	c	29
14	c	19
15	c	32
16	c	32
17	a	32
18	c ou d	30
19	a	19
20	a	19

3 LE SAVEZ-VOUS?



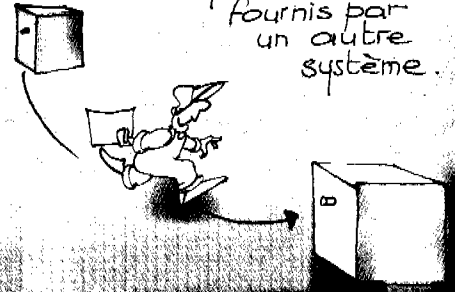
LA FONCTION COMMANDE



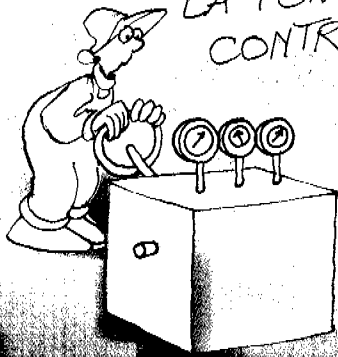
pour mettre en route
ou arrêter
le système,
quand
JE veux,
ou quand
IL faut...



... En fonction d'un planning
de programmation
... ou en fonction d'autres
paramètres
fournis par
un autre
système.



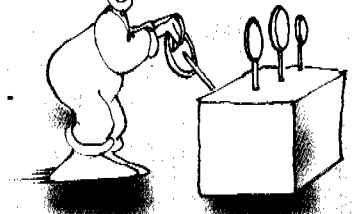
LA FONCTION CONTRÔLE



pour
vérifier
le
bon
fonctionnement...

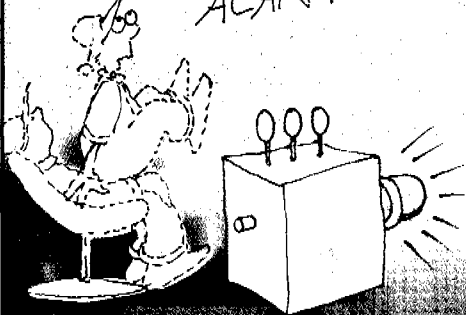


... et procéder
à des
réglages...

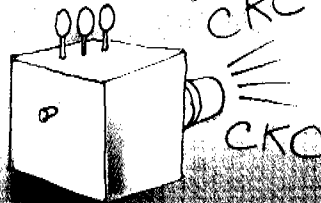


... en fonction de
indications
relevées

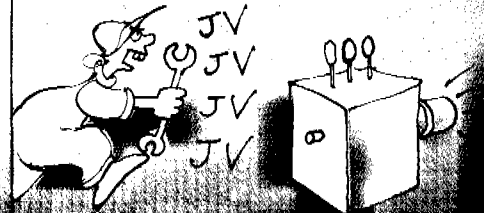
LA FONCTION ALARME



Pour avertir
d'un dysfonctionnement
important,
voire
dangereux...



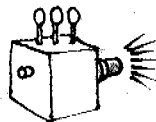
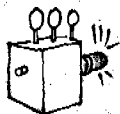
... Et inciter
à une intervention
rapide...



Et s'il
4 a
2
concepts?

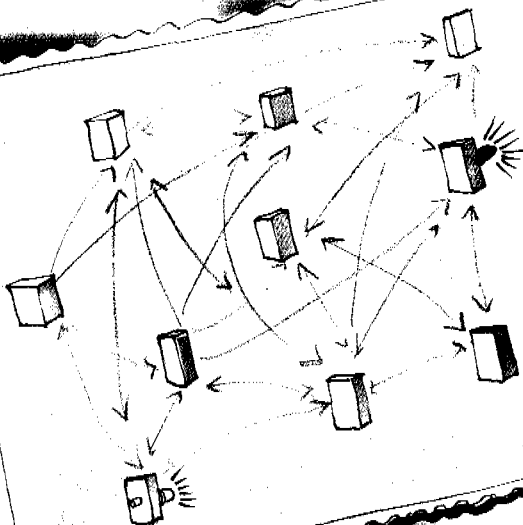
2
CONCEPTS
?

Et bien,
il suffit de se
déplacer de l'un à l'autre
et de s'assurer des
3 fonctions:
- commande
- contrôle
- alarme



Et pour
10 concepts
et plus...

10?
vraiment?



Heureusement,
la photo date
de 10 ans,
car maintenant
nous avons la
ELEGESTION

LA
TÉLÉGESTION
?

Et OUI,
la
GESTION
À
DISTANCE...



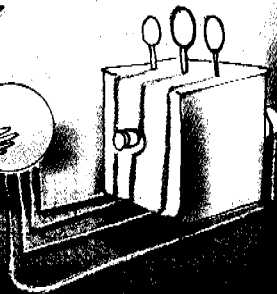
UN PRINCIPE DE BASE:
"Si tu ne vas pas
à l'information,



"l'information
ira à toi" *

* Comme quoi, l'ordinateur et la
communication sont une seule
histoire...

Le "CONCEPT" est relié
à un poste
satellite...



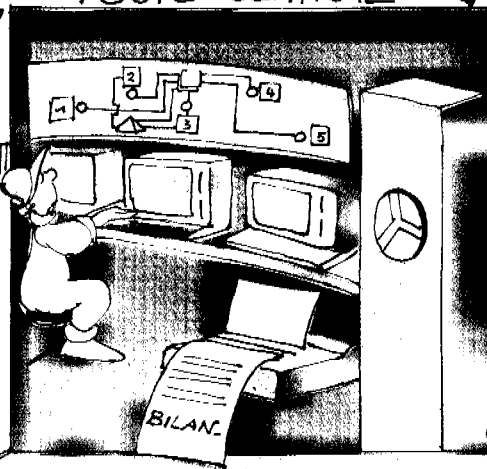
... qui est en liaison permanente
(émission - réception)

avec un
poste
central...

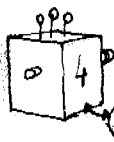


Le poste satellite
est parfois
relié à un
poste
périphérique
secondaire
(Sorte de mini
poste central)

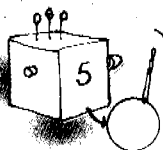
POSTE CENTRAL



... Soit par liaison
matérielle,



... Soit par liaison
radio.



Toutes les informations
sont centralisées,
traitées sur ordinateur,
étant immédiatement
répercutées sur
tous les
"CONCEPTS"
(même 10 et plus...)



BON.

Il est temps, je crois, de matérialiser les "CONCEPTS".

Cela peut être :



• Une station de traitement des eaux.

• Une station de pompage.

• Un réservoir.

• Un appareil de régulation du réseau.

• Une station d'épuration...

Avec toujours, les 3 FONCTIONS :

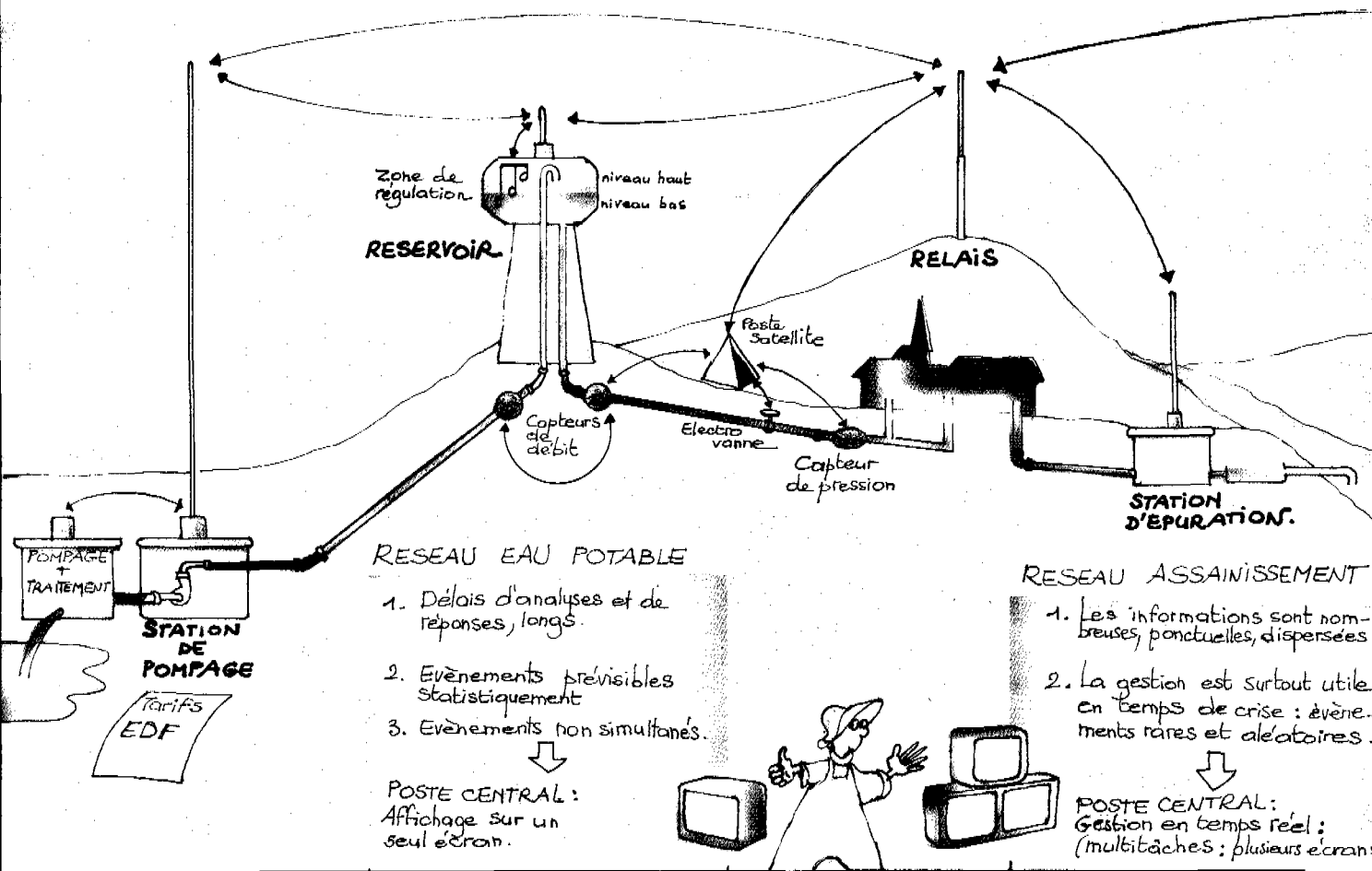


FONCTION COMMANDE,

pour la mise en route ou l'arrêt d'un équipement du réseau.



On pourra aussi réaliser le réglage à distance des appareils (électrovannes...)



FONCTION CONTROLE

Des capteurs permettent des mesures de débit et de pression, les informations étant transmises en permanence au poste central qui les traite et agit en conséquence.

FONCTION ALARME

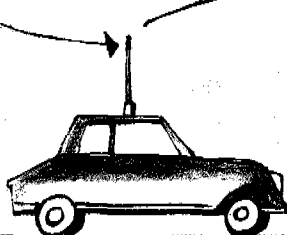
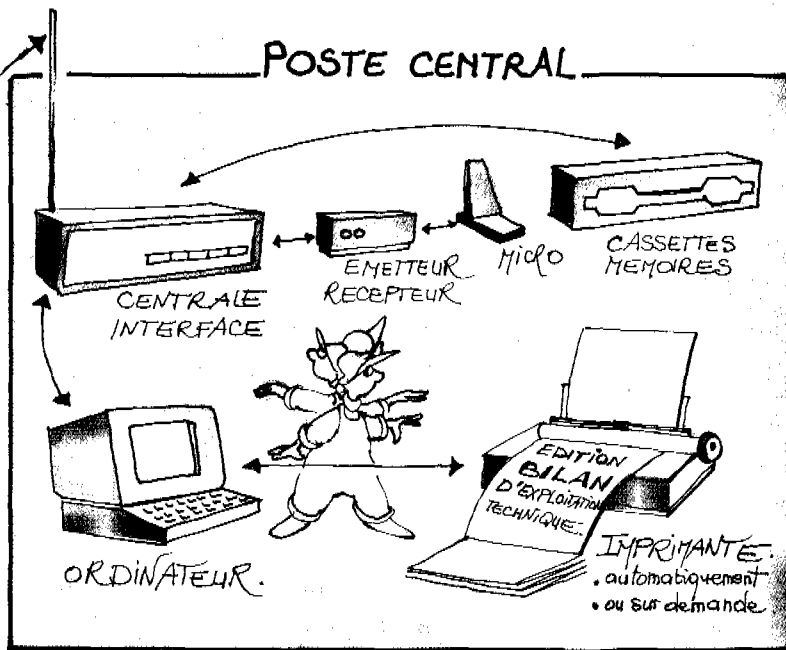


La détection d'un dysfonctionnement des installations par le poste satellite est immédiatement répercutée vers le poste central.

Selon la nature de la panne, la réception de l'alarme sera suivie ou non d'une intervention immédiate de l'équipe d'astreinte.



POSTE CENTRAL



Agent de permanence recevant les alarmes.

AVANTAGES DE LA TELEGESTION

1. MEILLEURE RENTABILITE'

- directe:
 - économies d'énergie.
- indirecte:
 - réduction des déplacements
 - réduction du travail poste
 - libération du personnel pour des tâches plus productives.

2. MEILLEURE QUALITE DU SERVICE.

- ### 3. MEILLEURE GESTION DU PATRIMOINE TECHNIQUE.
- optimisation des potentialités existantes!
 - report d'investissements nouveaux.

4. MEILLEURES CONDITIONS DE TRAVAIL.

ATTENTION

Pour réussir
la mise en place d'un
système de télégestion,
2 aspects doivent être
IMPERATIVEMENT pris en compte:

**1 LA NÉCESSITÉ
ABSOLUE
D'ÉTUDES FONCTIONNELLES
PRÉALABLES**



INGENIEUR CONSEIL

- Analyse du fonctionnement du réseau.
- Campagnes de mesures
- Essais de modélisation.
- Expérimentation.
 - stations locales
 - transmissions
 - central informatique.

C'est le rôle de
l'INGENIEUR
CONSEIL
de définir
clairement
le
cahier des
charges.

2

**LA PROFONDE
MODIFICATION
DE L'ORGANISATION
HUMAINE.**



FORMATION DU PERSONNEL

Le personnel
doit être
associé dès
la conception
du nouvel outil
en étant
consulté
régulièrement.

La redéfinition
du rôle de
chacun
passe par
l'acquisition
de nouvelles
compétences
et donc
d'une formation
nouvelle et suivie
du personnel.

De l'immaculée
CONCEPTION
à
la CONCEPTION
de la tâche,
20 siècles
nous
contemplant...

4



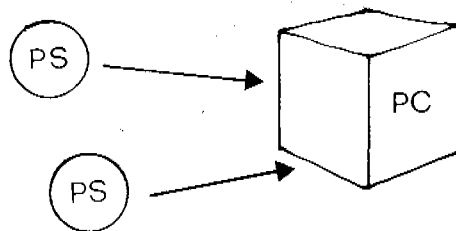
LES ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN RESEAU TELEGERE

Un système de transmission des données est constitué de postes satellites, de postes secondaires, communiquant avec le poste central via un support de transmission.

La nature de ces données sera différente en fonction du type d'émetteur ou de récepteur impliqué dans la transmission.

Nous distinguerons ainsi :

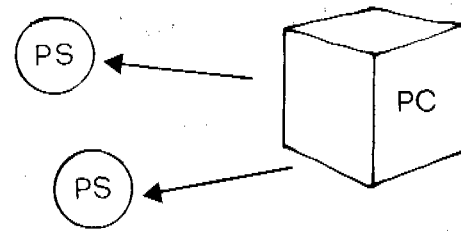
A. LES DONNEES A TRANSMETTRE DES SATELLITES VERS LE POSTE CENTRAL



Ce sont :

- les télésignalisations (états des organes)
- les téléalarmes (pannes diverses, seuils critiques)
- les télémesures (niveaux, pressions, débits, positions d'organes)
- les télécomptages (intégrations locales d'événements ou de mesures).

B. LES DONNEES A TRANSMETTRE DU POSTE CENTRAL VERS LES SATELLITES

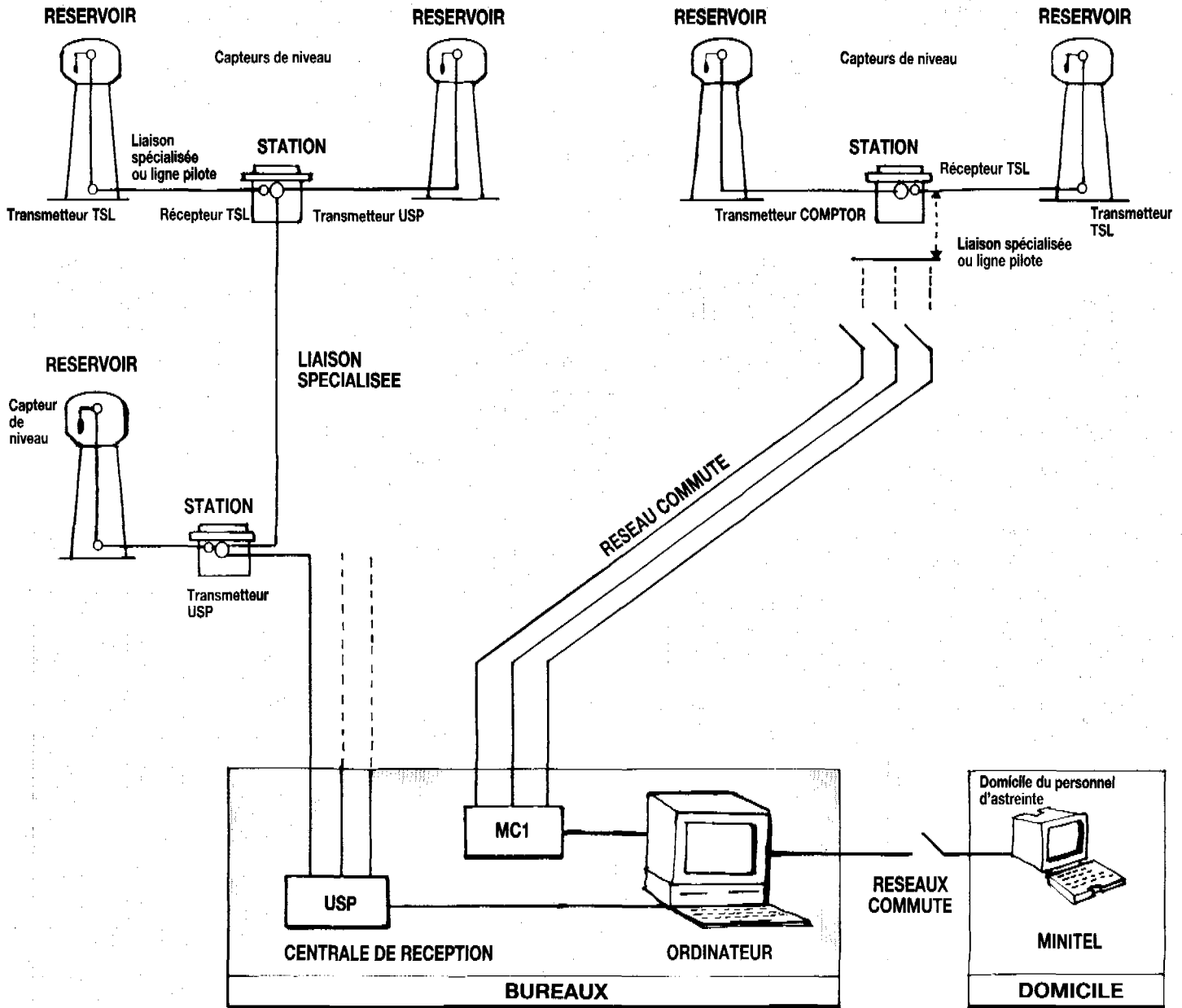


Ce sont :

- les télécommandes (marche ou arrêt d'organes)
- les téléajustages (consignes de régulation).



Examinons de plus près
l'organisation générale
d'un réseau télégeré
à partir de l'illustration
suivante...



STRUCTURE GENERALE D'UN RESEAU TELEGERE

Globalement, un système de télégestion peut se décomposer en quatre parties :

1. Les capteurs,
2. Les stations d'acquisition des données,
3. Les supports de communication,
4. Les centres de traitement de l'information.

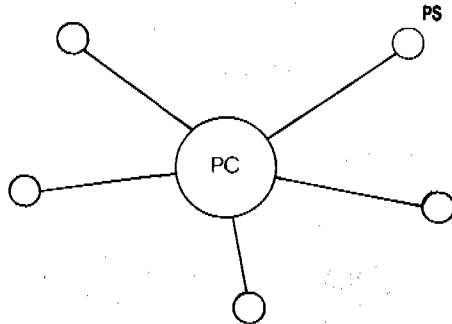
Nous remarquons que les stations d'acquisition de données peuvent être reliées au poste principal de plusieurs manières, selon :

- la disposition et la répartition spatiale du réseau à surveiller,
- l'importance du réseau (linéaire et nombre d'ouvrages particuliers),
- le degré de sécurité recherché par le système,
- le coût consenti pour les installations et le matériels.

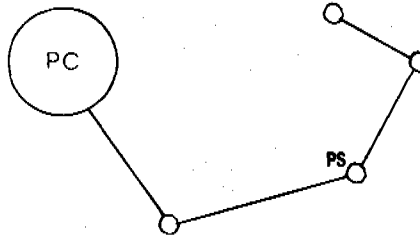
Différentes possibilités existent pour relier l'ensemble des postes satellites au poste central : on les désigne sous le terme d'architectures du réseau, celles-ci n'offrant pas les mêmes garanties pour le système de télétransmission.

LES ARCHITECTURES D'UN RESEAU

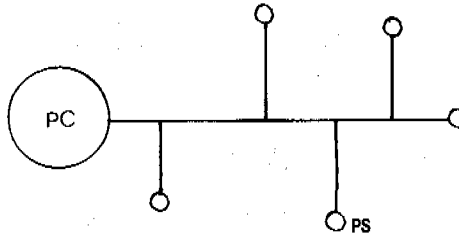
RESEAU EN ETOILE



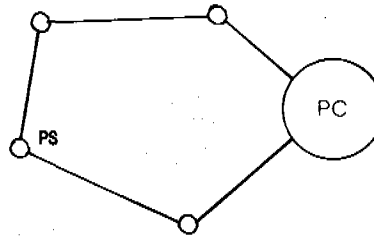
RESEAU EN CASCADE



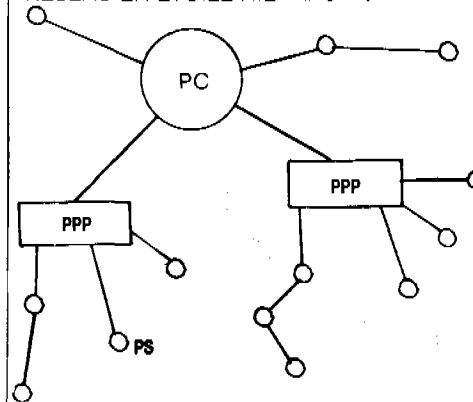
RESEAU EN LIGNE OU COUPLE



RESEAU EN ANNEAU (ou en boucle)



RESEAU EN ETOILE HIERARCHISEE



PPP = Poste périphérique principal.

Les liaisons utiliseront comme supports les liaisons spécialisées, les lignes privées, le réseau téléphonique commuté ou les liaisons radio-électriques.

ARCHITECTURE DES RESEUX ET SECURITE DE FONCTIONNEMENT

Les différents schémas relatifs aux architectures nous révèlent que la sécurité de la transmission ne sera pas identique...

Ainsi, pour un réseau en cascade ou en ligne, si un incident se produit sur le support de transmission au niveau d'une station donnée, toutes les informations émises par les postes satellites situés en aval ne pourront plus parvenir au poste central qui va se trouver, en quelque sorte, paralysé !

C'est pourquoi la conception du réseau de télégestion devra avoir une structure permettant d'assurer une sécurité maximale des transmissions (en particulier, lors des périodes orageuses pendant lesquelles les lignes ou les postes satellites d'acquisition des données peuvent être endommagés par la foudre).

Le concepteur pourra combiner plusieurs dispositions et réalisera une étude technico-économique entre le degré de sécurité et son impact financier.

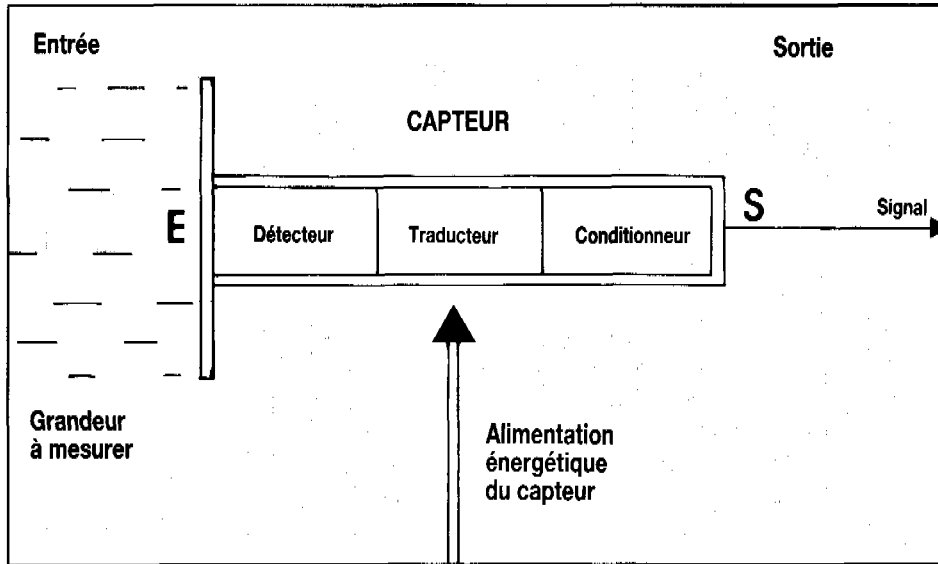
Par exemple :

- Certaines lignes peuvent être doublées par des branchements sur le réseau commuté utilisé uniquement en cas de panne,
- Le réseau en étoile présente une sécurité de transmission maximale, mais un coût maximum d'exploitation,
- Le réseau en boucle, à sécurité de transmission moins grande, présente un coût d'exploitation souvent inférieur;
- Le réseau hiérarchisé représente souvent une solution optimale.

LES CAPTEURS

Un capteur est un instrument permettant l'acquisition automatique des informations que l'on souhaite connaître soit sur l'état d'un milieu (*exemple* : capteur de température), soit sur le fonctionnement d'une installation (*exemple* : moteur à l'état de marche ou d'arrêt).

A. CONSTITUTION D'UN CAPTEUR



Le capteur reçoit en entrée la valeur E de la grandeur à mesurer, et délivre en sortie un signal S , qui traduit l'information sur la valeur de E . L'élaboration du signal S résulte d'une succession d'opérations élémentaires. On identifiera en général trois parties constitutives :

- le détecteur, qui convertit la grandeur mesurée E en une grandeur intermédiaire plus facilement "manipulable";
- le traducteur, qui délivre une grandeur énergétique pouvant servir de signal;
- le conditionneur, générant un signal standard susceptible d'être transmis à distance.

B. LES DEUX TYPES DE CAPTEURS

Selon le type d'application, nous aurons deux éventualités :

1° Il est suffisant de connaître l'état de la grandeur par rapport à une valeur prédéterminée appelée **seuil**.

Exemple :

- Le niveau d'eau a atteint (ou non) une cote critique,
- La vanne est en position ouverte ou fermée.

Le signal correspondant, émis par le capteur, est alors de type "tout ou rien" (T.O.R.).

L'information est du type logique — généralement représentée par l'état d'un contact — et le capteur est souvent appelé **détecteur de seuil**.

2° Il est nécessaire de suivre la valeur de la mesure E de la grandeur à l'intérieur d'un intervalle de variation donné.

Le signal S , image de la grandeur E , sera lui aussi variable. La relation sera linéaire ($S = K E + S_0$) ou plus généralement univoque ($S = K.f(E) + S_0$).

Les informations et les capteurs de ce type sont dites **analogiques**.

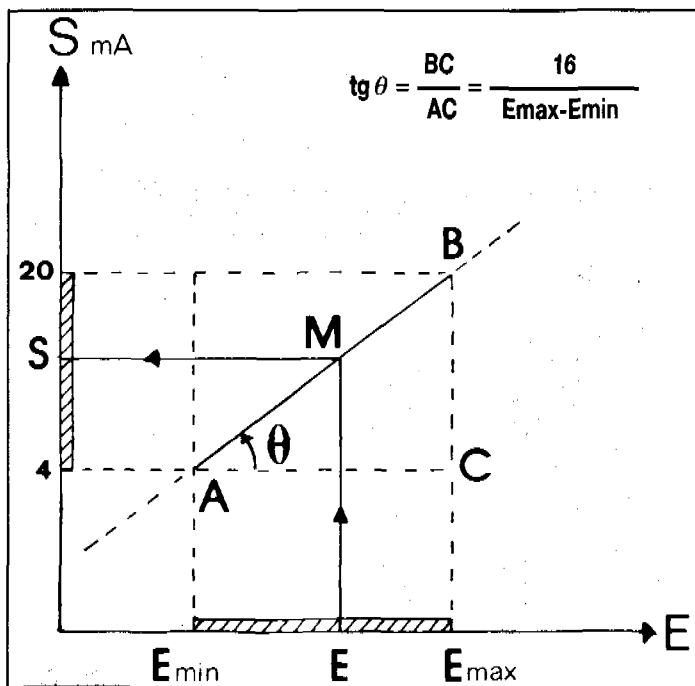
C. NORMALISATION DES SIGNAUX

Pour que les signaux transmis soient facilement utilisables par les récepteurs, ces signaux doivent être standardisés.

Exemples :

- Signaux pneumatiques : de 20 KPa à 100 KPa (3 à 15 psig)
- Signaux en tension :
 - 0 à 1 volt,
 - 0 à 10 volts.
- Signaux en courant :
 - 0 à 20 mA,
 - 4 à 20 mA.
 (sur R, charge maximum de 1.000 ohms).

Voyons l'intérêt d'un standard pour le signal en courant 4-20 mA :



$$\text{Ici : } S = 4 + 16 \frac{E - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}}$$

- pour $E = E_{\min}$ alors $S = 4 \text{ mA}$ ("zéro non nul", dit "vivant")
- pour $E = E_{\max}$ alors $S = 20 \text{ mA}$

Lorsque $S = 0 \text{ mA}$, on en conclut que le circuit est ouvert dans la ligne du récepteur.

D. LES DIFFERENTS TYPES DE CAPTEURS

Dans l'industrie de l'eau, les capteurs les plus couramment utilisés sont ceux relatifs à la mesure :

- des paramètres de l'écoulement du fluide : pression, débit, vitesse, hauteur d'eau,
- des paramètres physico-chimiques de la composition et de l'état du fluide : température, pH, conductivité, turbidité, teneur en ions, teneur en oxygène dissous, etc.

Les capteurs sont classifiés en deux catégories :

- ceux permettant la détection d'un seuil,
- ceux permettant la mesure en continu de la grandeur.

E. CHOIX D'UN CAPTEUR

Ce choix résulte d'un compromis entre les performances et le prix de l'appareil.

Les critères à prendre en compte sont :

- la plage de la mesure (valeurs mini et maxi de l'échelle),
- la précision nécessaire à la mesure;
- les conditions d'utilisation :
 - température ambiante, mini et maxi,
 - degré d'hygrométrie maxi,
 - présence d'une atmosphère corrosive ou non
 - alimentation en énergie,
 - présence de vibrations,
 - risques divers (chocs, colmatage, encrassement...),
 - place disponible, encombrement,
 - etc.,

mais aussi :

- les conditions de maintenance et de garantie,
- la sécurité apportée par la qualité du service après-vente,
- l'existence (ou non) d'un département métrologique au sein du service utilisateur avec les compétences requises (humaines, présence de bancs d'étalonnage...).

D'où l'importance que l'on doit attacher aux choix des fournisseurs d'équipements, qui sont généralement des spécialistes au service de leur client.

LES STATIONS D'ACQUISITION DES DONNEES

A. L'ACQUISITION DES INFORMATIONS

Elle concerne :

- en entrée, celles émises par les capteurs (TS, TA, TM, TLC),
- en sortie, celles renvoyées vers les actionneurs (TC, TLR)

et sont relatives à des alarmes, des seuils, des mesures, des comptages, etc.

B. LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS

Il pourra se faire à deux niveaux :

- le traitement courant des informations, par exemple l'élaboration ou l'inhibition de TS,
- le traitement ponctuel des informations, par exemple le cumul journalier des changements d'états pour les TS.

C. LA TRANSMISSION DES INFORMATIONS

Elle s'opère à plusieurs niveaux :

- gestion des supports de communication,
- mise en mode "interrogation" à partir du poste central,
- mise en mode d'appel spontané (sur alarme),
- rôle de relayage de l'information.

D. LA REALISATION D'AUTOMATISMES LOCAUX

- par programmation depuis le poste central;
- par génération de télécommandes et de téléreglages.

E. LE DIALOGUE

La station d'acquisition peut permettre le dialogue sur site à l'aide d'un terminal, par exemple :

- visualisation d'informations physiques : TS, TM, TLC,
- remise à l'index des compteurs physiques.

LES SUPPORTS DE TRANSMISSION

Les signaux modulés peuvent être acheminés d'un point géographique (émetteur A) à un autre (récepteur B) par les quatre supports suivants :

- les lignes privées,
- les lignes spécialisées,
- le réseau téléphonique commuté,
- les liaisons radio-électriques.

LES CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES DIFFERENTS SUPPORTS DE TRANSMISSION

A. LES LIGNES PRIVEES

Ce sont des câbles de télécommunication, installés par l'exploitant, en général le long de la conduite.

Ces câbles sont posés, si possible, en fourreau avec la réalisation de chambres de tirage régulièrement espacées pour en faciliter la maintenance.

La sécurité de fonctionnement est réduite par la présence même de la conduite.

Sur le plan administratif, les lignes privées sont régies sous le code de la propriété, mais elles doivent être déclarées.

Sur le plan fonctionnel, la ligne est à la disposition permanente du gestionnaire.

B. LES LIGNES SPECIALISEES

Elles constituent le support le plus utilisé.

Les lignes spécialisées sont classifiées en deux catégories :

- les LS 2 fils,
- les LS 4 fils (de qualité normale ou supérieure)

offrant ainsi une possibilité de choix dans la qualité et la rapidité du transfert des signaux.

Sur le plan administratif, les liaisons spécialisées sont régies sous le code de la location-entretien.

Sur le plan fonctionnel, la ligne spécialisée est à la disposition exclusive (et donc permanente) de l'utilisateur.

Si le coût d'installation est minime (évalué par extrémité de tronçon), le coût d'exploitation, lié à la distance entre points (mais non pas au nombre d'informations) peut être élevé.

Elles sont donc intéressantes dès lors que l'on doit transmettre de façon continue un grand nombre d'informations.

C. LE RESEAU TELEPHONIQUE COMMUTE (RTC)

C'est le réseau téléphonique "classique".

Sur le plan administratif, les liaisons RTC sont régies sous le code de la location-entretien.

Sur le plan fonctionnel, la liaison RTC n'est établie que lorsqu'il y a un appel (par composition automatique d'un numéro téléphonique par exemple). L'utilisateur paie donc une redevance pour raccordement ainsi que le coût des communications (durée de l'information et distance de transmission).

Ce support n'est donc pas adapté à un trafic important et rapide des informations; il est cependant retenu pour assurer la télésurveillance de certaines installations, ou pour les téléalarmes, ou encore en support de secours.

D. LES LIAISONS RADIO-ELECTRIQUES

Ce sont les transmissions par voie hertzienne, régies par le monopole de l'Etat.

C'est un support à bon marché, surtout lorsqu'il n'est pas nécessaire de prévoir des stations relais (c'est le cas en zone rurale).

En zone urbaine, des relais peuvent être nécessaires et les risques d'interférences accidentelles existent.

Les liaisons radio-électriques sont bien adaptées aux différentes conditions géographiques d'isolement des installations, de rapidité et de simultanéité de l'information.

La portée de la transmission sera fonction :

- de la puissance de l'émetteur,
- du choix de l'antenne, des pertes dans les câbles, etc.,
- des fréquences utilisées

et varie de quelques kilomètres à plusieurs dizaines.

Enfin, elles ont l'avantage de présenter des coûts d'exploitation minimes, mais, en revanche, les transmissions radio peuvent être perturbées par les orages *au moment les plus critiques de la gestion du réseau* (télégestion appliquée à l'assainissement, par exemple).

SERVICES DES TELECOMMUNICATIONS EN FRANCE			DEBITS EN BITS/SECONDE	
LIAISONS SPECIALISEES	Analogique	— Ligne 2 fils — Ligne 4 fils QN ou QS — Bande de base	200 à	2 400 1 200 à 9 600
	Numérique	— Transmic	1 200 à	72 000
RESEAUX COMMUTES	De circuits	— Téléphonique — Caducée	200 à	2 400 2 400 à 9 600
	De paquets	— Transpac	50 à	48 000
Remarque : — Le bit caractérise une quantité d'informations. — Le baud caractérise une rapidité de modulation.				

LES FRONTAUX

Le frontal constitue l'un des équipements du poste central.

Le rôle du frontal est de gérer en temps réel les communications entre le poste central et l'ensemble des postes satellites : il réalise donc l'interface entre le réseau de communication et le micro-ordinateur.

Sur le plan fonctionnel, le frontal regroupe un certain nombre de cartes électroniques telles que :

- carte CPU,
- carte mémoire,
- carte alimentation,
- interface de transmission,
- gestion des périphériques.

Les synoptiques y sont directement connectés, assurant ainsi le secours en cas d'indisponibilité du calculateur.

Le frontal est configuré par le micro-ordinateur.

LE POSTE CENTRAL

A. LA FONCTION "TRANSMISSION"

Elle regroupe la gestion :

- des supports de communication,
- des interrogations des postes périphériques secondaires et des satellites.

Il s'agit donc de la gestion du mode de scrutation du réseau.

B. LA FONCTION "REPORT D'ASTREINTE"

Elle sera réalisée selon le degré d'urgence :

- avec report par RTC ou Euro Signal,
- avec émission de message par synthèse vocale,
- avec acquittement local ou à distance.

C. LA FONCTION "DIALOGUE AVEC L'OPERATEUR"

Un guide d'utilisation du système (ou menu) permet :

- d'interroger les stations,
- de visualiser les informations,
- d'accéder aux données archivées,
- de configurer le réseau,
- d'effectuer des reprogrammations (d'astreinte).

Des clés de sûreté hiérarchisent l'accès au menu.

D. LES FONCTIONS "TRAITEMENT DES INFORMATIONS"

Elles sont multiples : stockage, tri, réalisation de calculs, générations de variables et de seuils, génération de télésignalisations, invalidation de télésignalisation, etc.

E. LA FONCTION "CONFIGURATION DU RESEAU"

Permet la création et l'identification des satellites ou le paramétrage de l'exploitation du système télégré.

F. LA FONCTION "AUTOMATISME"

Elle permet la définition de plages horaires, la génération de télécommandes, l'émission de télé réglages...

G. LA FONCTION "RESTITUTION D'INFORMATIONS"

Les informations seront fournies sur :

- imprimante (imprimante au fil de l'eau, indiquant séquentiellement les événements survenant dans le réseau par exemple),
- Ecran,
- Enregistreurs,
- Synoptique,
- Terminal déporté (pouvant être un Minitel).

5



FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE DONNEES

DIFFERENTES ARCHITECTURES RENCONTREES

A. LES STATIONS DE TRANSMISSION

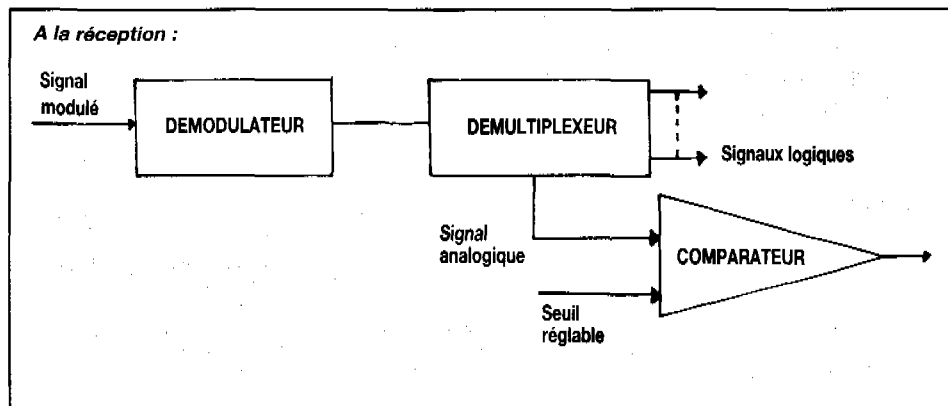
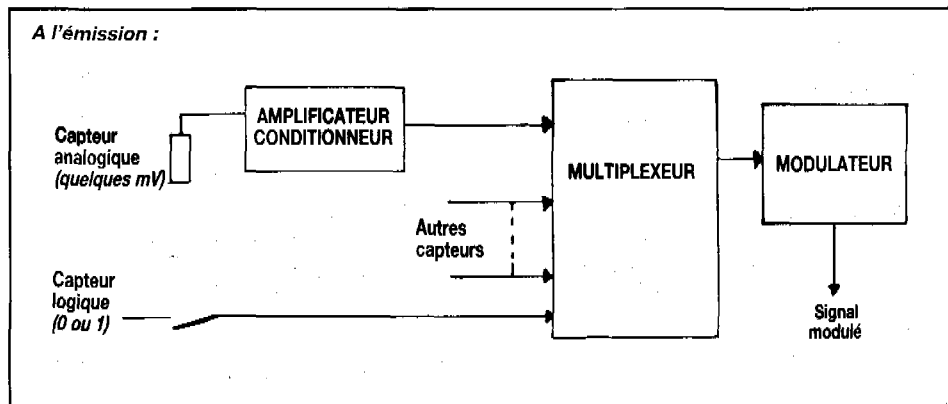
Ces dispositifs simples sont en général utilisés pour réaliser une transmission en continu. Ils nécessitent donc la mise en place d'organes de prise en compte et de traitement côté station de réception.

Fonctions assurées à l'émission :

- acquisition de la grandeur physique (capteur),
- mise en forme et conditionnement du signal électrique issu du capteur,
- multiplexage des signaux à transmettre,
- modulation du signal obtenu afin de le véhiculer sur le support de transmission.

Fonctions assurées à la réception :

- démodulation en vue de la restitution du signal utile;
- séparation des divers signaux transmis (démultiplexeur),
- restitution des signaux logiques et analogiques,
- traitement des signaux analogiques (détection de seuils).



B. STATIONS D'ACQUISITION - TRAITEMENT - TRANSMISSION

Pour répondre à des objectifs de gestion locale automatisée, on trouve des systèmes plus complexes qui assurent le traitement des données et la mise en œuvre d'automatismes locaux. Ces stations ont pu voir le jour grâce à l'avènement des microprocesseurs qui mettent à disposition des techniciens une puissance de traitement énorme et une grande souplesse d'utilisation. Il n'est donc plus nécessaire de faire une transmission en continu, mais seulement lorsque la station le décide (ce qui abaisse considérablement le coût de la transmission).

Les opérations réalisées par la station seront décidées par l'exploitant lors du paramétrage de celle-ci, en fonction de ses besoins spécifiques. Telle entrée sera considérée comme une alarme, telle autre comme une entrée compteur.

Les traitements les plus couramment rencontrés sont :

- la détection de la disparition ou de l'apparition d'une information logique,
- le comptage du nombre de changements d'état,
- la prise en compte après un certain laps de temps (temporisation),
- le franchissement de seuils pré-programmés,
- le calcul de valeurs mini, maxi, moyennes pour les télémesures,
- comptage par tranches horaires tarifaires EDF,
- la mise à jour d'index de télécomptages,
- la correction de la loi de conversion du capteur,
- diverses opérations mathématiques (racine carrée),
- la mise en œuvre de régulations (proportionnelles, intégrales),
- la conversion de signaux électriques en grandeurs exploitables directement (m^3/h , bars...)

Les fonctions logiques élémentaires (ET, OU, NON, Tempo) disponibles permettent de réaliser par leur combinaison des automatismes locaux complètement autonomes. Ceci est aussi dû à la modularité de ces stations qui peuvent s'adapter aux besoins précis de l'exploitant par l'adjonction de cartes d'entrées ou de sorties.

Remarque : Les entrées logiques (signalisation, alarme) et les entrées analogiques (mesures) seront traitées différemment. En effet, les mesures sont en général converties en valeur numérique de façon à être traitées par l'unité centrale (le microprocesseur). Cette fonction de conversion-codage est assurée par un convertisseur analogique-numérique, dont la précision est en général comprise entre 8 et 12 bits.

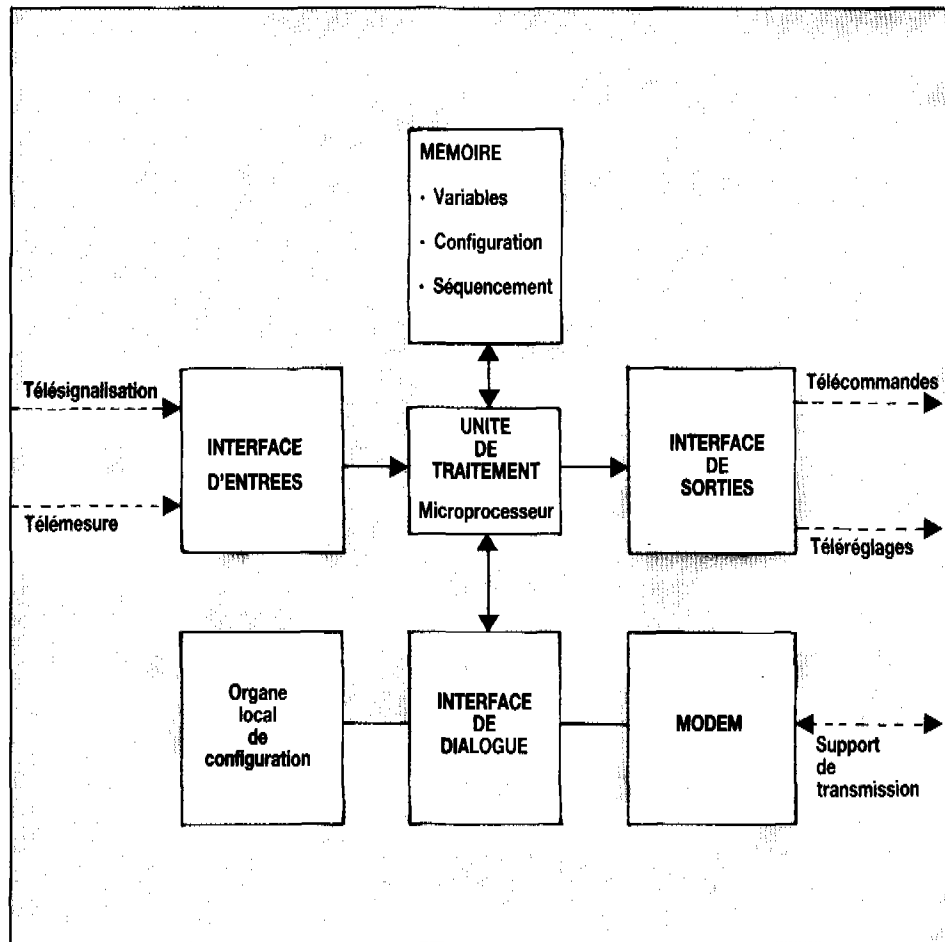


Schéma de station d'acquisition-traitement-transmission.

Fonctionnement :

L'unité de traitement, construite autour d'un microprocesseur, assure le séquencement et l'exécution des tâches contenues dans la mémoire programme. Ces tâches sont les suivantes :

- configuration du système,
- lecture des entrées et mise à jour des sorties,
- fonctions élémentaires d'automatismes,
- dialogue avec un organe local,
- gestion du protocole de communication sur le support (numérotation, appel, réponse).

La mémoire est composée de trois structures différentes dont le rôle est :

- mémoire à lecture-écriture : contient toutes les variables de travail utilisées par le microprocesseur,
- mémoire à lecture seule : contient la suite d'ordres constituant les tâches à réaliser par le système,
- mémoire reprogrammable : contient la configuration du système (nature et nombre des entrées-sorties...).

Les interfaces d'entrées et de sorties permettent l'adaptation des signaux électriques ainsi que l'isolement de l'électronique avec l'environnement de travail.

L'interface de dialogue gère la communication entre le système et l'opérateur, ainsi qu'entre le système et le support de transmission.

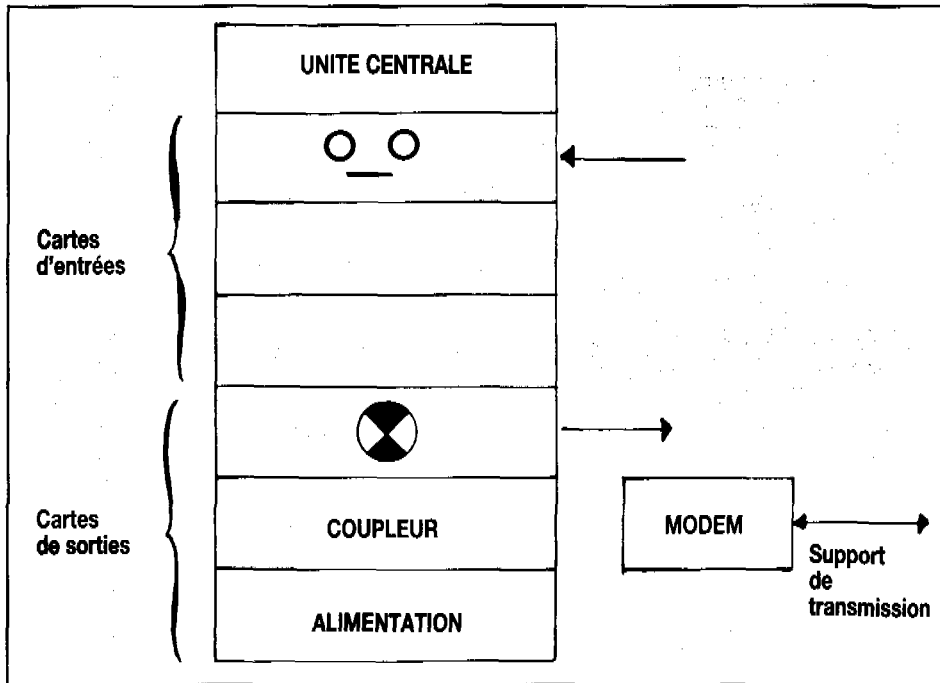
Le modem ou modulateur-démodulateur adapte les signaux au support de transmission utilisé.

L'organe local de configuration est en général un terminal informatique (ou un Minitel) qui permet la saisie de la configuration et la consultation sur le site.

AUTOMATISATION DES INSTALLATIONS

La complexité toujours croissante des installations nécessite de plus en plus la mise en place d'organes de gestion automatisés. Cette fonction, assurée par les automates programmables, est parfois confiée à un micro-ordinateur industriel.

A. LES AUTOMATES PROGRAMMABLES (API)



L'automate programmable est un ensemble électronique doté d'une unité centrale (à base de microprocesseur) chargée d'exécuter une suite d'instructions stockées dans la mémoire programme. Les données traitées sont des entrées (capteurs) et des sorties (actionneurs) de l'installation.

Les instructions utilisées pour définir l'automatisme constituent un langage spécialisé à l'usage des automaticiens et des électriciens, ne nécessitant qu'une adaptation de leurs compétences.

Les automates programmables sont des dispositifs très modulaires. En effet, leur capacité d'entrées-sorties peut atteindre 2048. Ils sont par contre peu adaptés au traitement des grandeurs analogiques, lorsqu'elles sont en grand nombre. Leur capacité de communication, bien qu'en pleine évolution, leur permet difficilement de gérer une transmission de données à grande distance.

● Notons au passage que certaines stations d'acquisition modernes permettent également la réalisation d'automatismes.

B. LES MICRO-ORDINATEURS INDUSTRIELS

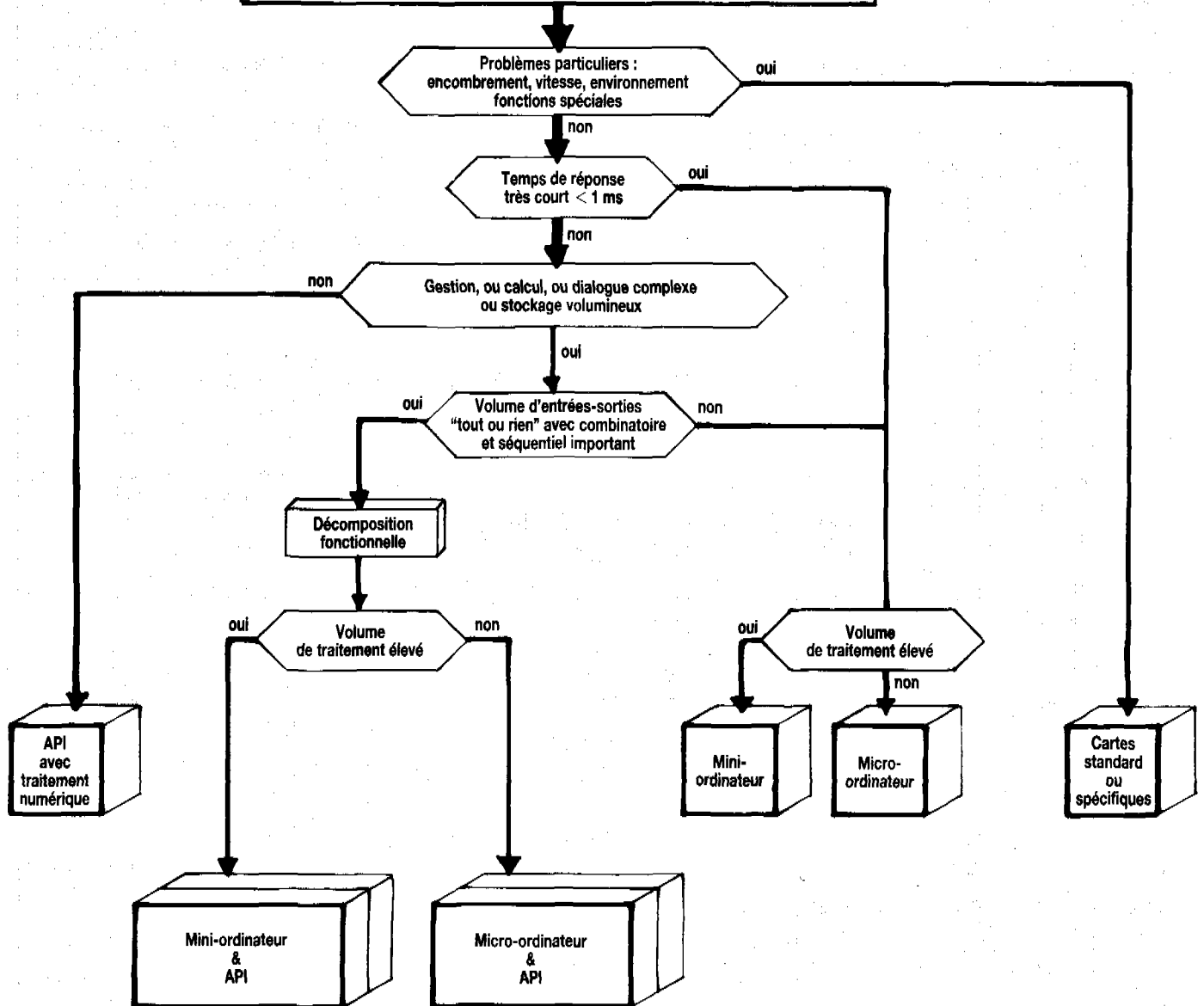
Leur architecture est très voisine de celle d'un micro-ordinateur classique, mais ils sont adaptés à un fonctionnement dans un environnement industriel (température, humidité, poussière...).

Leur structure est modulaire et permet de traiter comme avec un automate programmable un grand nombre d'entrées-sorties industrielles. Les langages de programmation mis à disposition sur de tels systèmes sont des langages qui permettent de traiter un grand nombre de valeurs analogiques et d'effectuer dessus des opérations complexes. L'utilisation de tels langages demande des compétences spécifiques.

Pour communiquer, il est nécessaire de leur adjoindre des dispositifs tels que cartes de communication et modems.

C. CARACTERISTIQUES COMPAREES

EQUIPEMENT réalisé unitairement ou semi-unitairement travaillant en ambiance non explosible à signaux d'entrées/sorties "tout ou rien" numériques et analogiques, pouvant comporter un nombre limité de commandes d'axes et de boucles de régulation

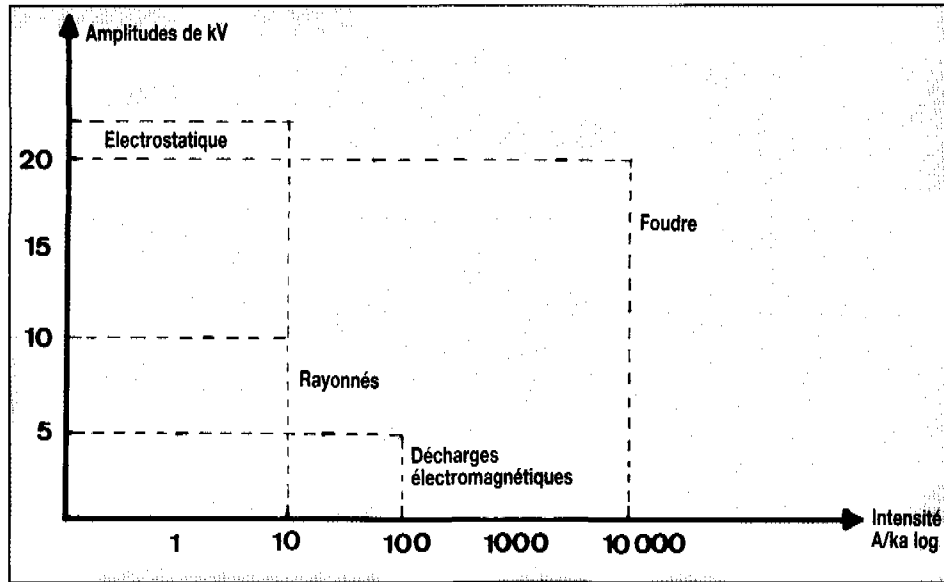


LES DIFFERENTES PROTECTIONS

Les parasites électriques en milieu industriel ont diverses origines, leurs principales manifestations sont :

- les perturbations rayonnées par les câbles de puissance (commutation, champs électromagnétiques),
- les décharges électrostatiques,
- les décharges magnétiques dues aux charges selfiques,
- les coups de foudre.

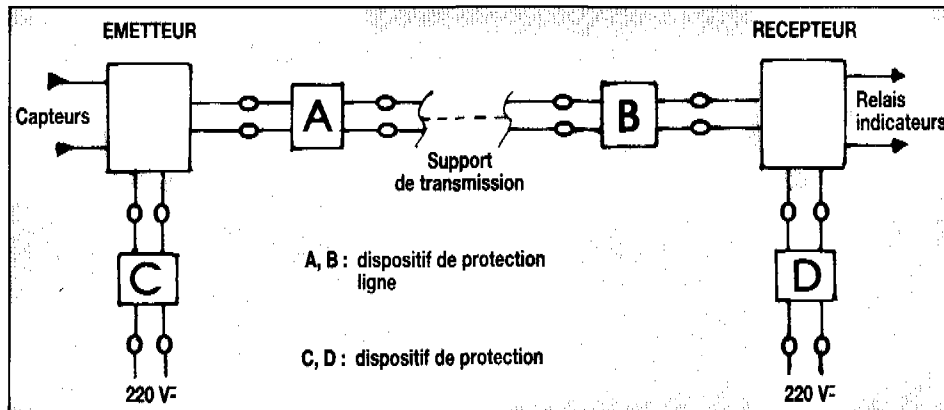
A. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES DES PERTURBATIONS



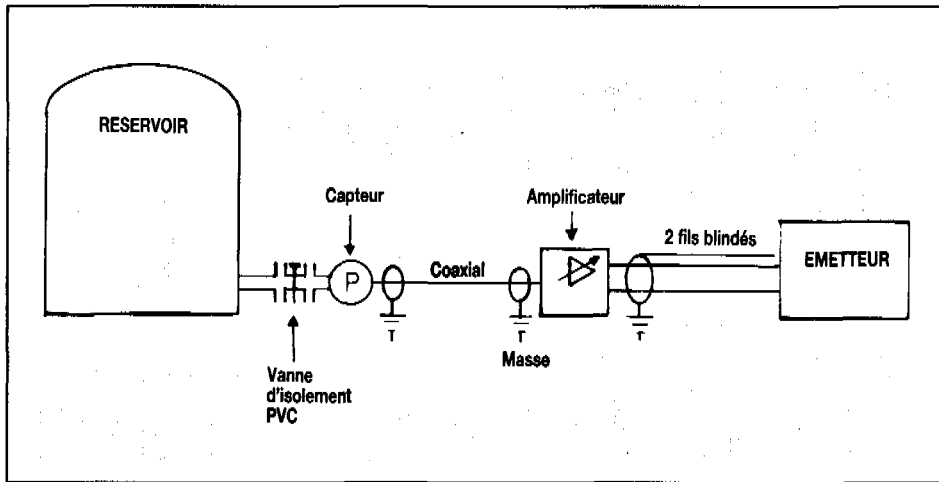
Ces perturbations agissent selon deux directions :

- mode commun, entre un fil actif et la terre (foudre, décharge électrostatique),
- mode différentiel, entre deux fils actifs (perturbations rayonnées).

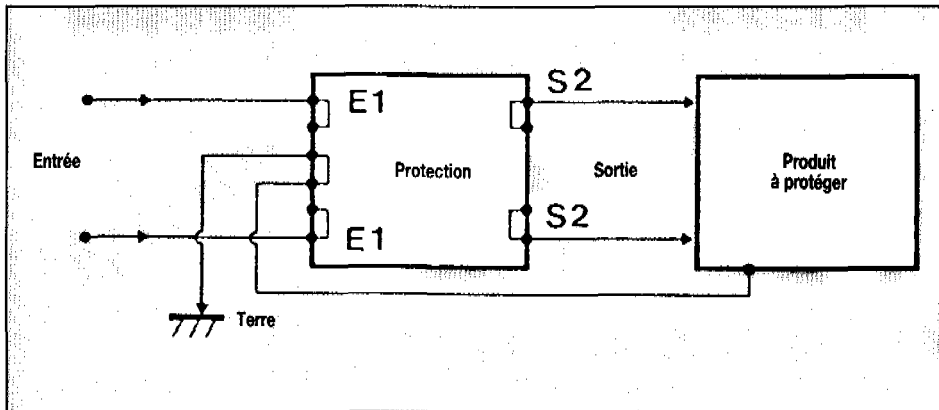
B. REGLES GENERALES ADAPTEES POUR LA PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS



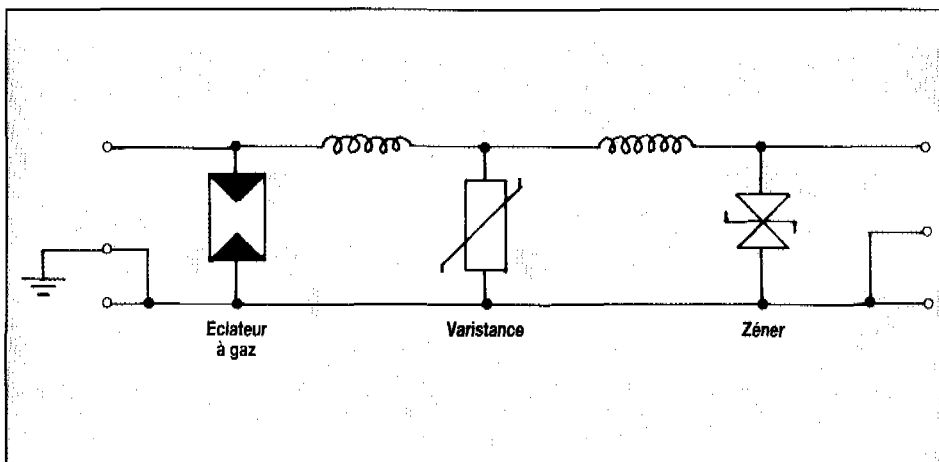
- Les prises de terre doivent présenter une résistance la plus faible possible,
- les câbles de raccordement aux capteurs doivent être blindés avec un écran relié à la terre et posés à l'écart des lignes de puissance,
- des dispositifs parasurtenseurs seront insérés dans les lignes d'alimentation et de transmission.



C. EXEMPLE DE RACCORDEMENT D'UN CAPTEUR ANALOGIQUE



D. EXEMPLE DE MONTAGE D'UN DISPOSITIF PARASURTENSEUR



E. EXEMPLE DE PRODUIT INDUSTRIEL

- Protection fil actif/terre,
- Courant d'écoulement à la terre = 10 kA,
- Tension maxi pour une perturbation de $1 \text{ kV}/\mu\text{s} < 1.7 \text{ V}$,
- Eclateur à gaz : protège contre les impulsions positives et négatives (temps de réponse long),
- Varistance : maintient la tension, à ses bornes, constante,
- Zéner : écrête les surtensions (temps de réponse court).

6



LES PROCÉDES DE MODULATION

Un signal est défini par sa nature, sa structure, son mode de transmission et sa modulation.

NATURE

Dans le domaine de l'industrie de l'eau, la nature énergétique des signaux de transmission est, pour l'essentiel, électrique.

STRUCTURE

Un signal sera de type analogique ou numérique (logique) et sera émis de manière continue ou discontinue :

- un signal analogique est un signal dont l'amplitude varie de manière continue dans le temps,
- un signal numérique est un signal représenté par une suite d'éléments à deux niveaux (0 ou 1) qui représente son amplitude instantanée.

MODE DE TRANSMISSION

La transmission de signaux sur un même canal peut s'effectuer en mode parallèle ou en mode série.

MODULATION DU SIGNAL

La variation de la grandeur observée est traduite par la modulation d'un des paramètres du signal utilisé. Il existe

de nombreux procédés de modulation dont les plus utilisés aujourd'hui sont ceux liés à l'envoi de signaux numérisés. Ceci est dû en grande partie à l'apparition des micro-processeurs et de leur mode de traitement numérique.

Pour la transmission à longue distance, seules les modulations des signaux analogiques à onde porteuse ou à impulsions, ainsi que les signaux numériques sont utilisés.

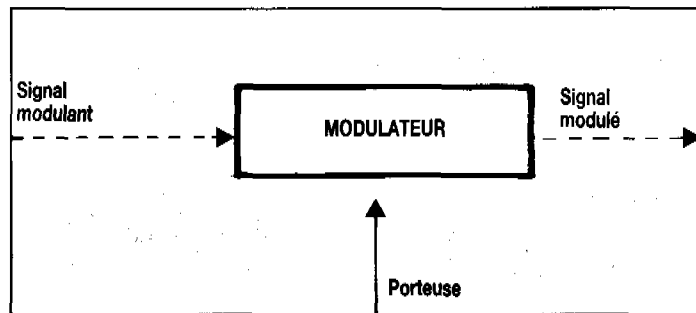
DIVERSES MODULATIONS RENCONTREES

Ces modulations varient selon le signal à transmettre. Le signal peut être de nature analogique ou numérique et l'onde porteuse est soit une onde sinusoïdale, soit des impulsions.

Les modulations les plus fréquemment rencontrées en télétransmission :

- la modulation analogique d'impulsions (amplitude, durée, position),
- la modulation par déplacement de fréquence (FSK),
- la modulation par impulsion et codage.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE MODULATION



Le signal modulant agit sur l'onde porteuse en modifiant l'une de ses caractéristiques en fonction de la valeur instantanée de celui-ci. A la réception, le signal est démodulé par un démodulateur qui reconstitue le signal utile.

Lorsque le canal de transmission est utilisé dans les deux sens, l'appareil agit tantôt en modulateur, tantôt en démodulateur, il est appelé MODEM.

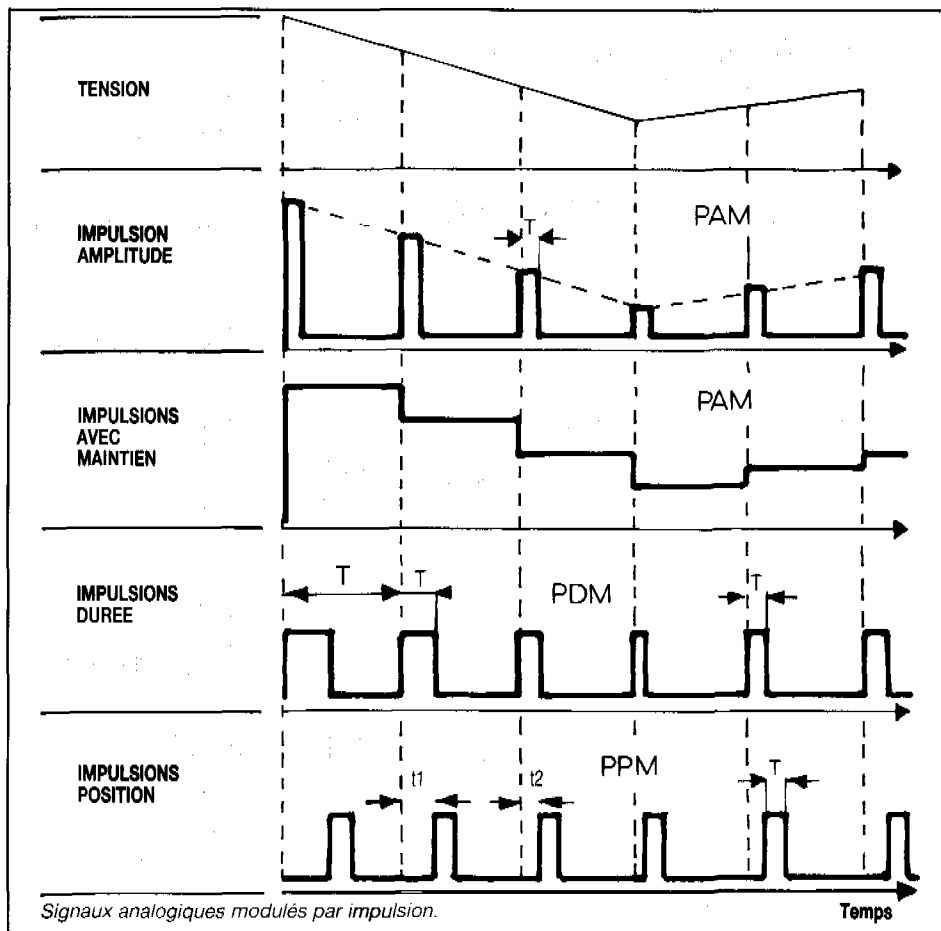
LES MODULATIONS ANALOGIQUES D'IMPULSION

Le signal analogique par impulsions est un signal échantillonné représentant la valeur de son amplitude à un instant donné.

Les intervalles d'observation sont répétés de manière à obtenir l'image la plus fidèle possible du signal à surveiller.

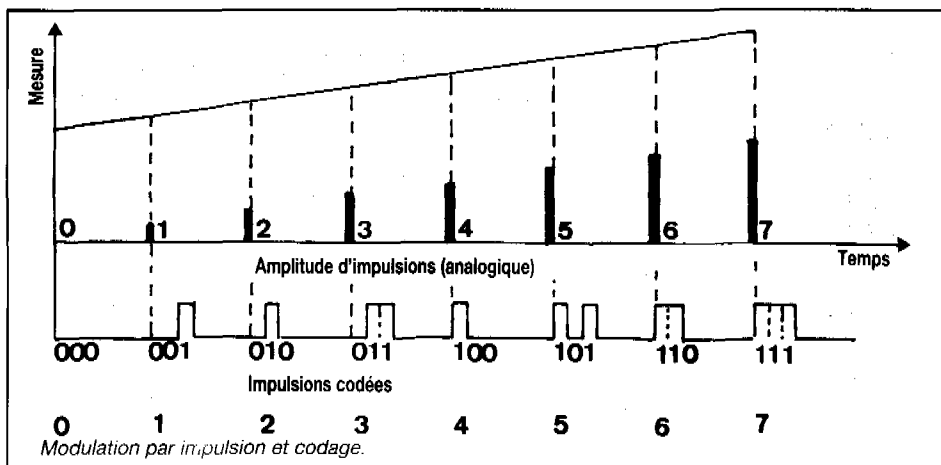
Il existe diverses modulations d'impulsions qui sont :

- amplitude (PAM),
- amplitude avec maintien, (PAM)
- durée (PDM),
- position (PPM),
- fréquence (PFM).



LA MODULATION D'IMPULSIONS CODEES (MIC)

Le signal est échantillonné pour donner des impulsions images du signal instantané. Elles sont ensuite codées pour former un train d'impulsions binaires correspondant à la valeur numérique (en code binaire) de l'amplitude du signal.

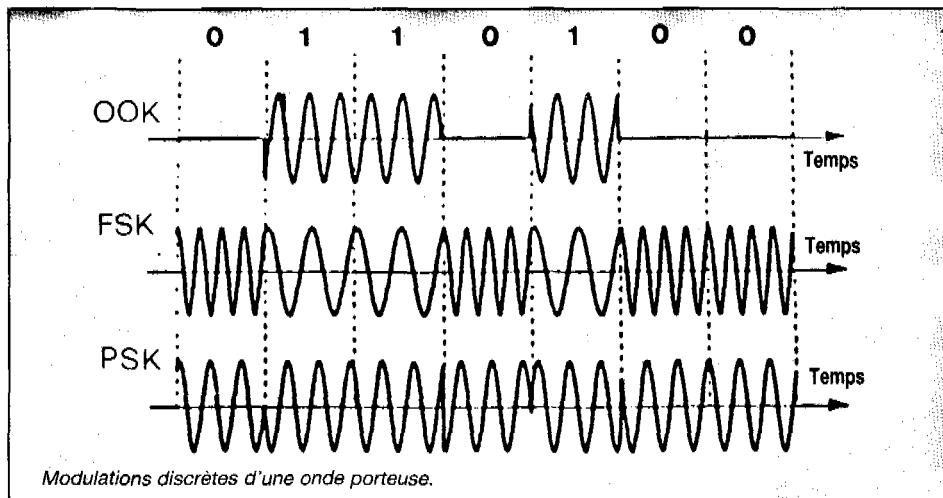


LA MODULATION NUMERIQUE D'UNE ONDE SINUSOÏDALE

C'est une modulation discrète; le paramètre modulé ne peut prendre que deux valeurs, selon la valeur codée du signal (0 ou 1).

On distingue trois types de modulation discrète d'une onde sinusoïdale :

- la modulation d'amplitude (ASK ou OOK) : absence (0) ou présence (1) de la porteuse,
- la modulation par déplacement de fréquence (FSK) : la fréquence de la porteuse peut prendre deux valeurs discrètes,
- la modulation par déplacement de phase (PSK) : la phase de la porteuse peut prendre deux valeurs discrètes.



LA TECHNIQUE DU MULTIPLEXAGE

Le multiplexage est une opération qui consiste à regrouper plusieurs signaux élémentaires pour les transmettre sur le même support physique de transmission. Cette technique est d'autant plus justifiée que le nombre de signaux à transmettre est grand et que les distances de transmission sont importantes.

Il existe deux modes de multiplexage :

- le multiplexage à répartition dans le temps (temporel),
- le multiplexage à répartition en fréquence (fréquentiel).

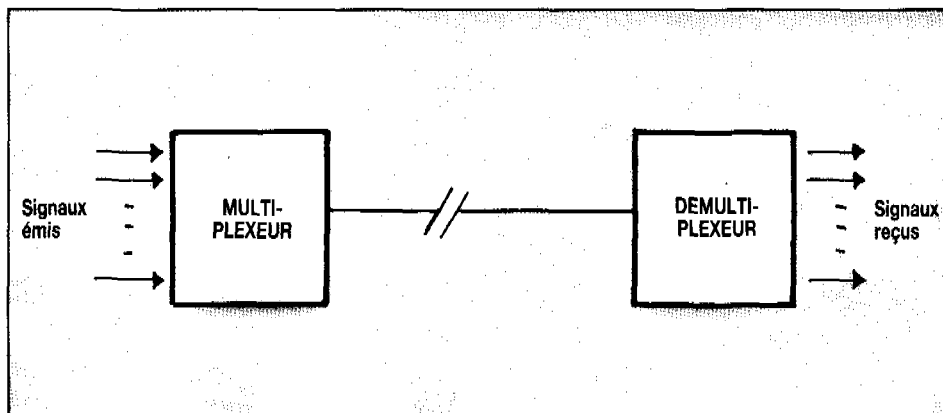
A. MULTIPLEXAGE TEMPOREL

C'est aujourd'hui la technique la plus employée, car elle peut être facilement mise en œuvre par les microprocesseurs. Les signaux sont en général modulés en impulsions.

Les signaux échantillonnés (impulsion proportionnelle ou codage binaire) sont transmis séquentiellement (les uns après les autres). La fréquence d'échantillonnage étant élevée, la durée de chaque train d'impulsion est faible; on peut transmettre un grand nombre de signaux en un temps très court.

B. MULTIPLEXAGE FREQUENTIEL

Cette technique est bien adaptée lorsque le nombre de signaux à multiplexer est peu important. En effet, chaque signal va moduler en fréquence une sous-porteuse. Le décalage entre les sous-porteuses sera de 120 hertz. La bande passante d'une ligne téléphonique étant de 3 000 hertz, on ne disposera donc que de 24 canaux.



LES MODEMS

Le modem est un organe qui s'intercale entre un dispositif d'émission et le support de transmission. Il réalise la fonction de modulation et de démodulation pour une communication bidirectionnelle.

Il existe deux types de modems qui correspondent aux supports de communication :

- les modems en bande de base pour les liaisons locales (< 50 km par simple paire métallique),
- les modems utilisés pour les transmissions par transposition de fréquence.

Les caractéristiques techniques des modems sont normalisées par un avis du CCITT, ces spécifications concernent :

- le débit (en bauds),
- le type de transmission (synchrone, asynchrone),
- le mode d'exploitation (simplex, half duplex, full duplex),
- la qualité de la ligne (2 fils ou 4 fils),
- le principe de la modulation utilisée (amplitude, phase, fréquence),
- le type de support (lignes spécialisées, commutées, groupe primaire).

REMARQUE

Le Minitel remplit la fonction de modem (il émet à 75 bauds et reçoit à 1 200 bauds).

	TRANSMISSION ASYNCHRONE										TRANSMISSION SYNCHRONE	
	DEBIT (bit/s)	<300	600	1200	2400	4800	9600	19200	48000	72000	144000	
RESEAU COMMUTE	V30	V22	V26bis	V27ter								
LIGNES SPECIALISEES	V21	V23	V28	V27/V27bis	V29							
GRUPE PRIMAIRE								V36	V37			
PAIRES METALLIQUES			MODEMS EN BANDE DE BASE (NON NORMALISES)					MODEMS EN BANDE DE BASE (NON NORMALISES)				

Tableau d'avis des modems normalisés CCITT.

GESTION DU TRAFIC DES INFORMATIONS

A. PRINCIPE

Dans les réseaux complexes, le système doit gérer de très nombreuses informations circulant entre tous les postes.

Le système doit donc être capable de :

- distinguer quel est le poste émetteur d'où sont issues les informations,
- distinguer quel est le poste récepteur destinataire de ces informations.

Divers procédés de codification des messages permettent de résoudre ce problème.

Par exemple, le système de communication en HDCL :

- des fanions délimitent le début et la fin du message,
- des adresses identifient l'émetteur ou le récepteur,

- des caractères de contrôle permettent de détecter, voire de corriger, des erreurs éventuelles qui se seraient glissées à l'intérieur de l'information au cours de sa transmission.

A noter qu'une des qualités d'un système de télétransmission est donnée par la probabilité de non-détection des erreurs, qui doit être, bien sûr, aussi faible que possible.

B. EXEMPLE DE REPRESENTATION D'UN MESSAGE

Communication en HDLC (High Level Data Link Control)

- Recommandation
-
-
-

1 OCTET

1 OCTET

1 OCTET

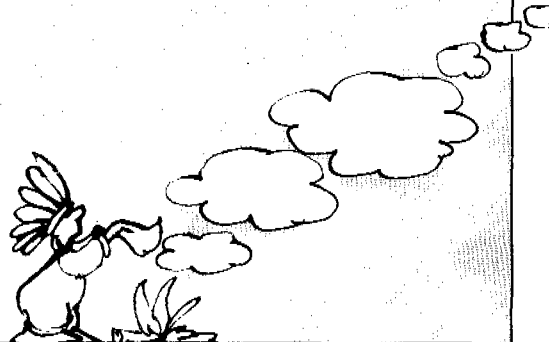
N OCTETS

2 OCTETS

1 OCTET

FANIONS	ADRESSE	COMMANDE	INFORMATIONS	CRC	FANIONS
---------	---------	----------	--------------	-----	---------

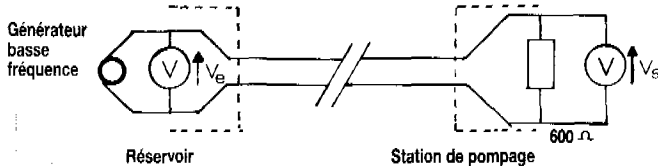
- Fanions :
- Adresse :
- Commande :
- Informations :
- CRC :



7 JEU TEST

EXERCICE N° 1

On décide de transmettre le niveau d'un réservoir ainsi que deux alarmes (niveau trop haut, trop bas) jusqu'à une station de pompage. La liaison est réalisée grâce à une ligne bifilaire à continuité métallique existante. Il est nécessaire de vérifier la qualité de la ligne. Pour cela, on réalise le montage suivant :



Si on injecte un signal de 1 V à l'aide du générateur, quelle devra être la lecture V_s pour respecter les valeurs suivantes ?

- 300 à 500 Hz : affaiblissement maxi = 9 dB
- 500 à 1700 Hz : affaiblissement maxi = 6 dB
- 1700 à 2300 Hz : affaiblissement maxi = 9 dB

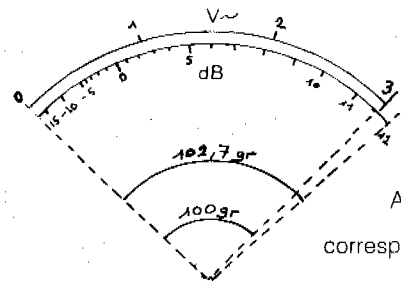
EXERCICE N° 2

On se propose de graduer un voltmètre alternatif sur le calibre 3 V \sim afin de lire directement un gain en dB.

- L'aiguille décrit un angle de 100 grades à pleine déviation
- L'indication 0,775 V sera lue pour un angle de :

$$\frac{100}{3} \times 0,775 = 25,8 \text{ grades}$$

- L'angle de 25,8 grades correspondra donc au 0 dB.



A quelle tension et à quel angle correspondra la valeur 10 dB ?

REponses

N° 1 :
 $\frac{V_s}{V_e} = 20 \log \frac{V_s}{V_e}$ dans notre cas, il ne s'agit pas d'un gain, donc $G = -9 \text{ dB}$
 pour $G = -9 \text{ dB}$, on lira $V_s = V_e \times 10^{(-9/20)} = 1 \times 10^{(-9/20)} = 354 \text{ mV}$
 pour $G = -6 \text{ dB}$, on lira $V_s = 1 \times 10^{(-6/20)} = 500 \text{ mV}$

N° 2
 $G = 20 \log \frac{V_s}{V_e}$ $V_e = 0,775 \text{ V}$
 $V_s = V_e \times 10^{(G/20)} = 0,775 \times 10^{(10/20)} = 2,45 \text{ volts}$
 $3 \text{ V} \rightarrow 100 \text{ grades}$
 $2,45 \rightarrow x = \frac{3}{100} \times 2,45 = 81 \text{ grades}$

REMARQUE

Il peut être intéressant de constituer un tableau d'équivalence entre volts et décibels pour un signal injecté.

Atténuation ou affaiblissement	— 40 dB \rightarrow 7,75 mV
	— 30 dB \rightarrow 24,5 mV
	— 20 dB \rightarrow 77,5 mV
Gain	— 10 dB \rightarrow 245 mV
	0 dB \rightarrow 775 mV ou 0,775 V
	+ 10 dB \rightarrow 2,45 V
	+ 20 dB \rightarrow 7,75 V
	+ 30 dB \rightarrow 24,5 V
	+ 40 dB \rightarrow 77,5 V

8

QUELQUES MATERIELS ET LEURS POTENTIALITES

DEBITMETRE A ULTRASONS MDU

Le débitmètre à ultrasons MDU permet la mesure des débits de fluide, principalement dans les canalisations sous pression.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'électronique du MDU convertit la différence de temps de propagation d'une onde acoustique entre deux sondes à la fois émettrices et réceptrices, en une grandeur électrique directement proportionnelle au débit Q.

SCHEMA DE FONCTIONNEMENT

Voir schéma ci-contre.

PRINCIPAUX AVANTAGES

Le MDU réalise la mesure du débit avec une excellente précision (1 %), une fidélité de 0,1 %, sans perte de charge et de manière indépendante de la célérité C du son dans le fluide

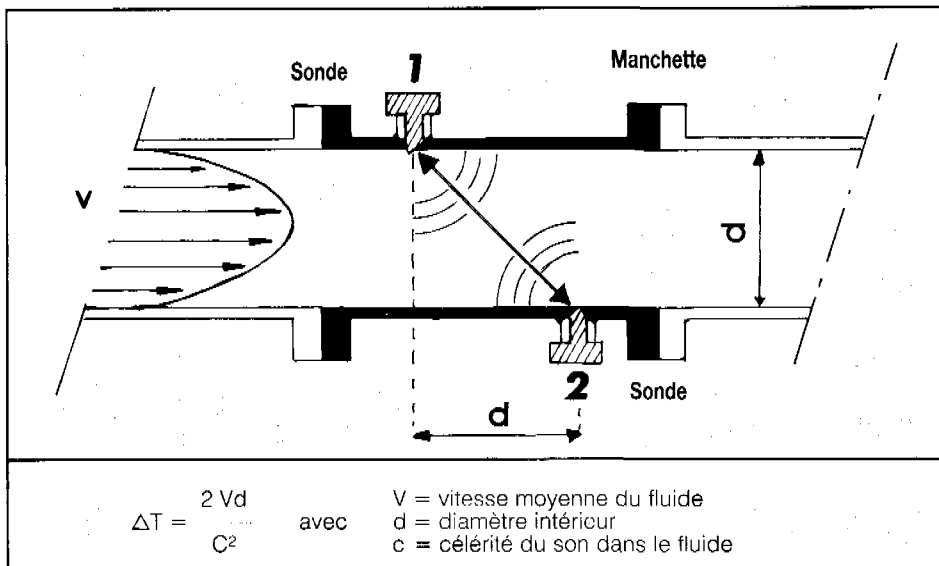
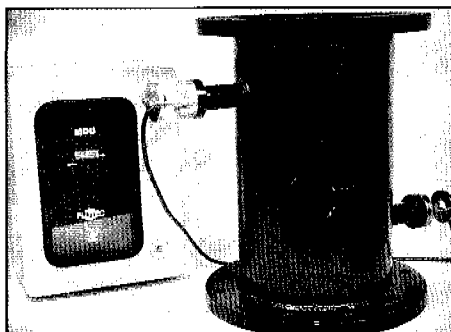
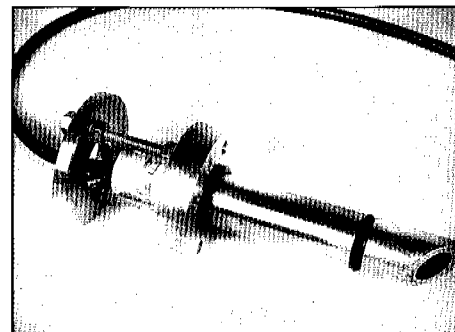


Schéma de fonctionnement.



Débitmètre à ultrasons MDU.
(Source FLUTEC.)



Sonde ultrasonique.
(Source FLUTEC.)

SONDE LIMNIMETRIQUE PIEZO-RESISTANTE IMMERGEE

Ce capteur est destiné à être immergé dans le liquide. La pression hydrostatique déforme une membrane céramique sur laquelle est déposé un pont de jauges de contrainte.

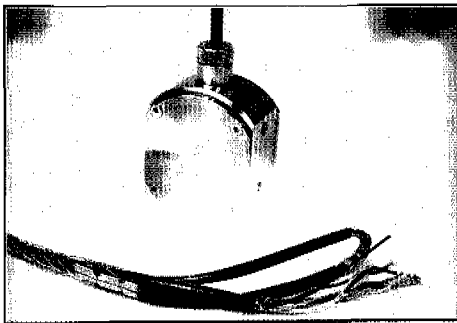
Un circuit électronique incorporé amplifie la variation des résistances du pont de jauges et élabore un signal utilisable. Le câble de liaison spécial permet le raccordement électrique et inclut un tube de mise à l'atmosphère.

Ce capteur est installé par simple suspension dans les puits, réservoirs, plans d'eau, égouts, etc.

Mesure de niveau jusqu'à 20 mètres.

Précision, 0,5 % pleine échelle.

Grande facilité d'installation.



Capteur piézo-résistif.
(Source FLUTEC.)

EQUIPEMENT DE TRANSMISSION POINT A POINT TM 120 - TM 280

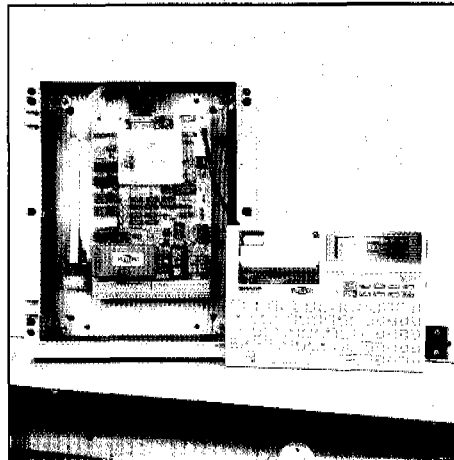
L'ensemble, constitué par une station de transmission TM 280 associée à une station TM 120, permet de réaliser une liaison autonome, particulièrement adaptée à la transmission d'informations d'un point "A" vers un point "B" et vice-versa (liaison bilatérale).

La liaison peut être constituée par des lignes spécialisées louées ou des lignes téléphoniques privées.

L'application typique est l'asservissement d'une station de pompage en fonction du niveau d'un réservoir.

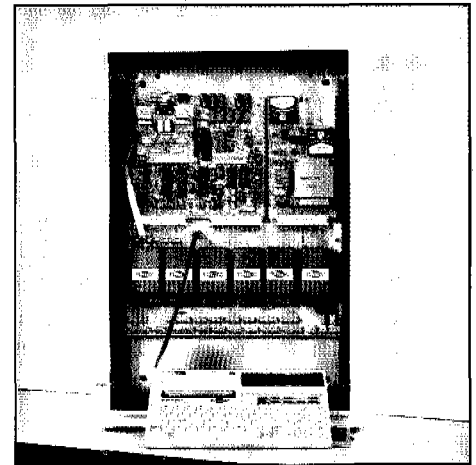
Les capacités en entrées/sorties sont les suivantes :

	TM 120	TM 280	
Emission de tout ou rien ou comptages	8	8 à 24	Au total max. 24
Réception de télécommandes	2	1 à 16	
Emission de valeurs analogiques	2	1 à 4	Au total 4 max.
Réception de téléconsignes	—	1 à 2	



TM 120

(Source FLUTEC.)



TM 280

(Source FLUTEC.)

9

AVANTAGES DE LA TELEGESTION SUR QUELQUES EXEMPLES

1. LA TELEGESTION POUR LES RESEAUX DE DISTRIBUTION

A. – EN FRANCE

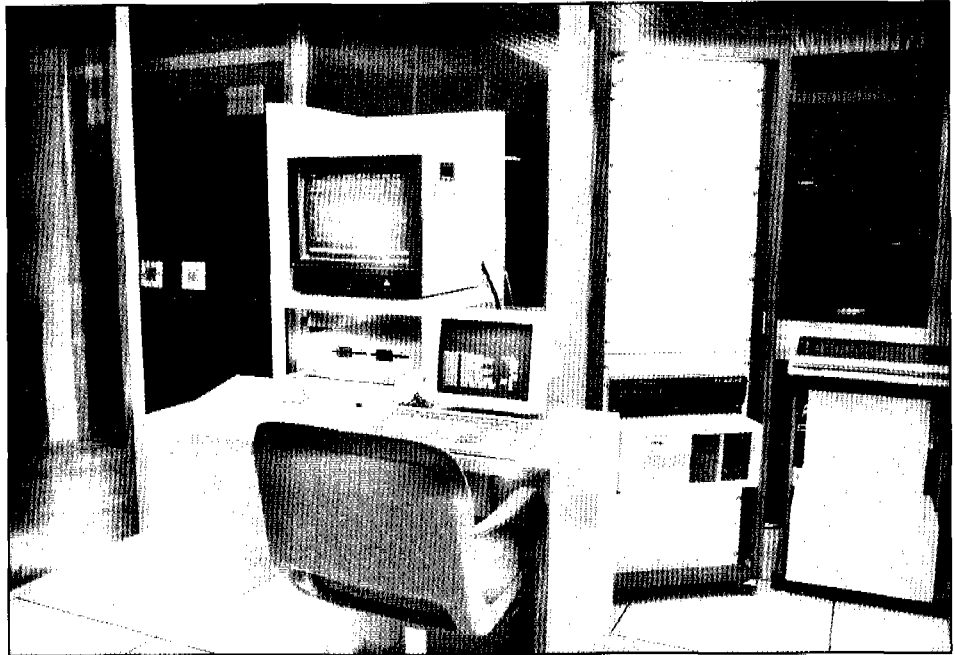
• OPTIMISATION DE RESEAU (DUNKERQUE)

Télegestion du réseau d'eau potable.

Optimisation de la production et de la distribution (économie d'énergie).

22 ouvrages télégérés ainsi que l'usine de traitement.

Courbes et statistiques sur le comportement des ouvrages.



(Source FLUTEC.)

- **AUTOMATISATION
ADDUCTION (NIMES)**

Surveillance de la conduite principale d'adduction.

Contrôle des paramètres de l'adduction par l'action sur les vannes distribuées tout au long de la conduite.

Visualisation de tous les ouvrages en synoptiques graphiques en couleur et animation en temps réel de tous les paramètres.

- **TELESURVEILLANCE DU RESEAU
(MONTEREAU)**

Surveillance en temps réel des ouvrages eau potable dispersés sur les grandes distances.

Historiques et visualisation de courbes pour analyse.

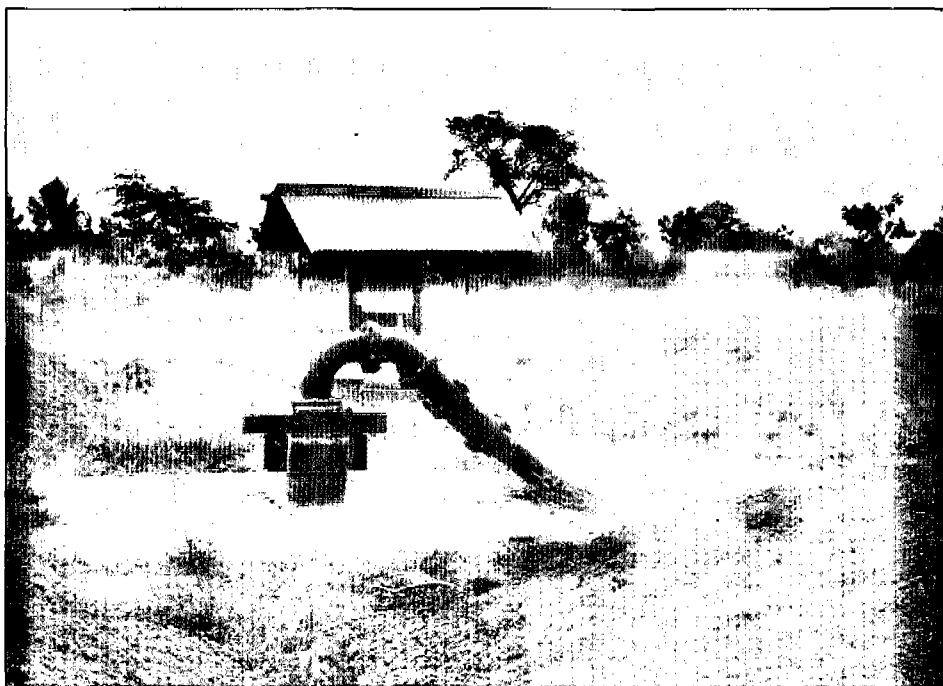
B. – A L'ETRANGER

- **PRODUCTION ET DISTRIBUTION (LOME - TOGO)**

Télesurveillance des captages et réservoirs.

Poste Central Informatisé avec visualisation graphique des ouvrages et animation en temps réel.

Historiques sur 13 mois pour visualisation sous forme de courbes et histogrammes des paramètres analogiques et des consommations.



Lome (Togo).

(Source FLUTEC.)

2. LA TELEGESTION POUR LES RESEAUX D'ASSERVISSEMENT

• RESEAU D'ASSAINISSEMENT DU SIVOM DE ROYAN

Télégestion du réseau et automatisation des stations de relèvement.

Diagnostic permanent du réseau par enregistrement des volumes en surverse et des temps de fonctionnement des pompes.

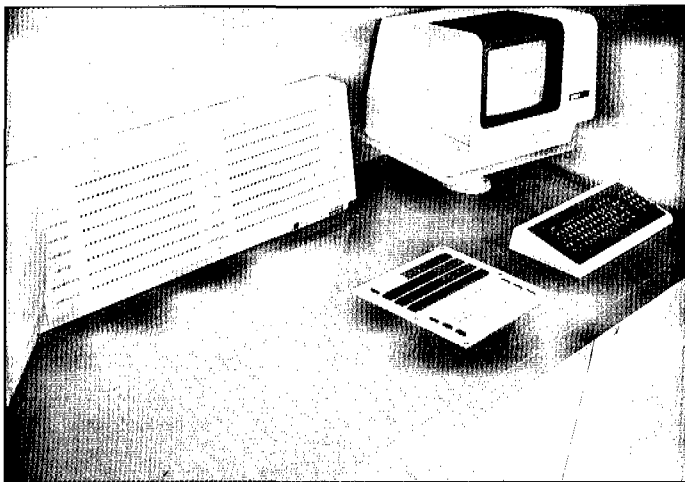
3. LA TELEGESTION POUR LES RESEAUX D'IRRIGATION

• AUTOMATISME ET TELECONTROLE DU PERIMETRE DE GIANNITSA (GRECE)

43 stations de pompages autonomes, fonctionnant en automatique en fonction de la demande.

Possibilité de déiestage de l'automatisme local et prise en main par télécontrôle du fonctionnement de la station à partir du Poste Central Informatisé.

Liaisons radioélectriques en VHF.



(Source FLUTECH.)



CONCLUSION

La Charte européenne de l'Eau du 6 mai 1988 du Conseil de l'Europe proclame :

«— Il n'y a pas de vie sans eau. C'est un bien précieux, indispensable à toutes les activités humaines.

— Les ressources en eau douce ne sont pas inépuisables. Il est indispensable de les préserver, de les contrôler et, si possible, de les accroître. »

C'est pour respecter l'esprit de cette Charte que certains industriels ont développé une gamme de produits spécialement conçus pour les besoins des métiers de l'Eau et apportent une approche globale à ces problèmes permettant d'offrir des solutions originales.

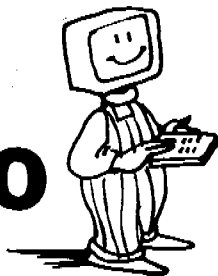
Ces produits comprennent une gamme complète et homogène d'instruments de mesure et de contrôle :

- Capteurs de mesure physico-chimiques;
- Convertisseurs-conditionneurs de signaux;
- Systèmes modulaires de télétransmission et d'automatismes;
- Logiciels d'exploitation et de gestion.

Par ailleurs, en complément à ces produits, des activités de service sont offertes :

- L'étude des besoins en télégestion;
- La définition des moyens à mettre en œuvre;
- La réalisation;
- La supervision et la mise en service des installations;
- La formation du personnel d'exploitation et d'entretien;
- La maintenance des équipements.

Telles sont les clefs de réussite du mariage des métiers de l'Eau et des Technologies de pointe.



INFORMATIQUE ET TELEGESTION

L'informatique étant par définition le traitement automatique d'informations, son utilisation est obligatoire dans un réseau télégéré.

Un système informatique est constitué par des matériels informatiques (hardwork) et par un ensemble de modules de traitement (logiciels) des données.

Nous n'aborderons que l'aspect "logiciel".

A. PRINCIPALES QUALITES DES LOGICIELS.

Généralement, le logiciel est configurable par l'utilisateur, c'est-à-dire que l'exploitant peut :

- y adjoindre d'autres fonctionnalités,
- modifier les modes de traitement des informations.

Le logiciel doit être modulaire afin de permettre à l'opérateur de faire face à d'éventuelles extensions ou restructurations du réseau.

B. LES MODULES DE TRAITEMENT DES DONNEES

Ils peuvent être très nombreux :

- module de gestion de communications avec le frontal,
- module de gestion d'imprimantes alphanumériques ou graphiques,
- module de gestion synoptique,
- module de traitement de l'information (stockage, triage, sélection, classement, etc.),
- module d'édition de bilans, de tableaux, de courbes,
- module de gestion des télécommandes, télé réglages instantanés ou programmables dans le temps,
- module de calcul et d'envoi de consignes,
- module de gestion des astreintes,

- module de gestion des signalisations et commande en mode secours (ou dégradé),
- module de gestion d'interfaces (vidéotext pour astreinte sur Minitel),
- module de gestion des communications avec d'autres calculateurs,
- etc.

C. LA MODELISATION

La modélisation, qui se traduit par des programmes informatiques spécialisés, permet la simulation du fonctionnement d'un réseau en fonction de divers paramètres d'exploitation.

Elle s'avère indispensable dès lors que l'on souhaite prévoir la réaction du réseau face à un ou plusieurs événements identifiés : c'est en particulier le cas pour toute analyse prospective.

Pour les gros réseaux, les calculs sont toujours complexes et, même traités par un ordinateur, leur résolution est longue.

D. LES LOGICIELS PERMETTANT LA GESTION TECHNIQUE DES RESEAUX

En utilisant :

- les informations très détaillées sur les différents modes de fonctionnement du réseau, transmises par le système de surveillance,
- les informations sur les pannes et incidents éventuels transmis par le système de télé-alarme,
- etc.,

et en ajoutant l'archivage des données économiques, variables dans le temps, l'exploitant peut accéder à l'informatisation de la maintenance du réseau.

Ainsi, le dépouillement automatique des historiques des incidents permet l'élaboration de stratégies d'entretien.

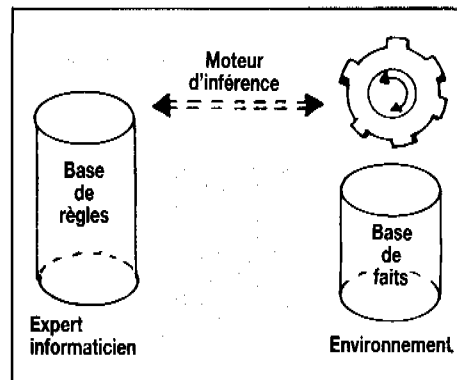
Il existe des logiciels d'entretien, d'auscultation, etc.

E. LES SYSTEMES EXPERTS

Un système expert prend en compte :

- **une base de faits** qui contient les faits donnés par l'extérieur (capteur, exploitant) et ceux déduits par le système (par exemple, en analysant l'historique de faits antérieurs conservés en archives),
- **une base de règles** établies par l'informaticien à partir des renseignements fournis par les experts humains,
- **un moteur d'inférence** qui met en relation la base de faits et la base de règles

selon le schéma suivant :

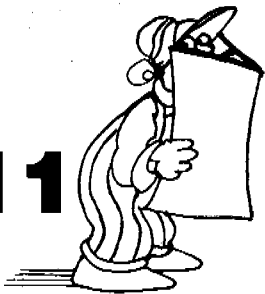


Le système expert, par la rapidité de l'établissement du diagnostic qu'il propose, augmente l'efficacité de l'intervention et réduit les coûts des conséquences de la panne ou du dysfonctionnement observés.

Il implique la définition :

- des objectifs d'exploitation et de leur hiérarchisation,
- de leur taux de satisfaction (critères de performances).

11 LEXIQUE



De manière à traiter un signal avec un microprocesseur, il est nécessaire de le **coder** à l'aide d'une suite de bits.

Le nombre de bits utilisé pour le codage définit la **précision de la conversion**.

A. PRINCIPE DE LA CONVERSION

Rappel : en système décimal (base 10) :

$$127 = 100 + 20 + 7 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 7 \times 10^0 \text{ et } n^0 = 1.$$

Par exemple : \longrightarrow

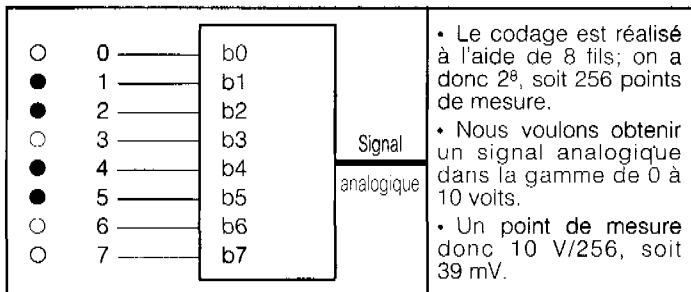
Nombre décimal	Codage en système binaire (base 2)	Représentation en code binaire
0	$0 = 0 \times 2^0$	0
1	$1 = 1 \times 2^0$	1
2	$2 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	10
3	$3 = 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	11
4	$4 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	100
5	$5 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	101
6	$6 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	110
7	$7 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	111
8	$8 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	1000
9	$9 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	1001
etc.	etc.	etc.

B. EXEMPLE DE CONVERSION NUMERIQUE /ANALOGIQUE

Les cartes de traitement des signaux analogiques sont parfois pourvues d'indicateurs lumineux qui donnent une image de la valeur du signal.

Il est donc intéressant de pouvoir interpréter ces informations.

Par exemple : \longrightarrow



	b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7								
Poids de chaque bit \longrightarrow	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7								
	1	2	4	8	16	32	64	128								
Valeur à convertir \longrightarrow	0	1	1	0	1	1	0	0								
Equivalent décimal \longrightarrow	0	+	2	+	4	+	0	+	16	+	32	+	0	+	0	= 54 points
Valeur analogique obtenue :	$54 \times 39 \text{ mV} = 2106 \text{ mV}$, soit 2,1 volts.															

12

INDEX

Affaiblissement	32
Atténuation	32
Analogique	16
Baud	19
Bande passante	29
Capteur	16
Conditionneur	16, 21
Convertisseur	39
Démodulateur	21
Démultiplexeur	29
Gain	32
Interface	22
Ligne spécialisée	19
Mémoire	22
Micro-ordinateur	23
Microprocesseur	22
Modem	27
Modulation	27
Multiplexage	29
Numérique	29
Onde porteuse	27, 29
Surtension	25, 26
Transducteur	16
Unité de traitement	22

FLUTECH

UNE ENTREPRISE DE TECHNOLOGIE



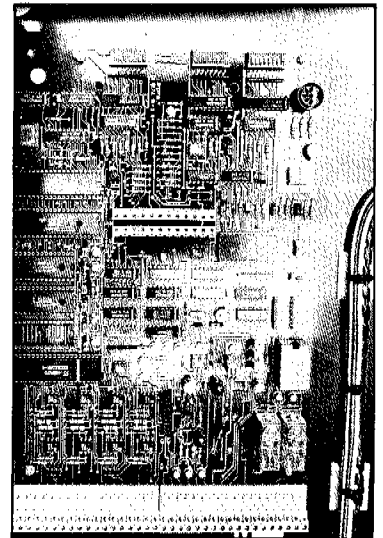
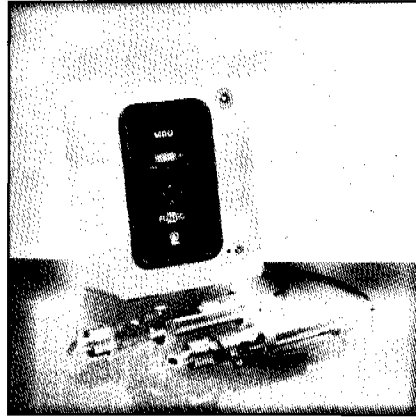
INSTRUMENTS ET SYSTEMES

Une gamme de produits.

FLUTEC conçoit et commercialise une gamme complète et homogène d'instruments de mesure et de contrôle.

Cette activité concerne quatre lignes de produits :

- Capteurs de mesure physique :
 - niveau,
 - débit,
 - pression.
- Convertisseurs conditionneurs de signaux.
- Systèmes modulaires de télétransmission et d'automatismes :
 - station d'acquisition,
 - station automates,
 - frontaux de communication.
- Logiciels d'exploitation et de gestion.



SERIE BLEUE	SERIE VERTE	N ^{os}	TITRES	DISPONIBLES AUPRES DE	PRIX		
<p>1 LES POMPES CENTRIFUGES Entretien et maintenance.</p> <p>2 Techniques et méthodes de RECHERCHE ET DETECTION DES FUITES dans les réseaux d'adduction d'eau.</p> <p>3 L'utilisation des REACTIFS DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE et le contrôle de leur mise en œuvre.</p> <p>4 Utilisation et entretien des INSTRUMENTS DE MESURE dans le contrôle de la qualité des eaux.</p> <p>5 La distribution de l'eau potable : LE COMPTAGE.</p> <p>6 LA ROBINETTERIE Choix - Mise en œuvre - Entretien.</p> <p>7 RESEAUX D'ASSAINISSEMENT Conception - Réception - Entretien - Réhabilitation.</p> <p>8 Eaux usées urbaines : NITRIFICATION DENITRIFICATION DEPHTOSPHATATION : Contraintes d'exploitation.</p>	<p>9 L'OZONATION DES EAUX Principe, exploitation et maintenance des installations.</p> <p>10 LA CHLORATION DES EAUX Principe, exploitation et maintenance des installations</p> <p>11 LA TELEGESTION DES RESEAUX Principes, matériels et équipements, exploitation.</p> <p>A PARAITRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • POMPES à motricité humaine • EAUX DE CHAUDIERE ET DE REFROIDISSEMENT • POSE DES CANALISATIONS. 	2	Techniques et économie de l'épuration des eaux résiduaires (1979)	Centre de Documentation de l'eau 14, boulevard du Général-Leclerc 92524 Neuilly-sur-Seine Cedex	Gratuit		
		3	Elimination des déchets des ménages (1979)	ANRED 2, square Lafayette - B.P. 406 49004 Angers Cedex	15 F		
		5	Assainissement individuel (1981)	AFB	25 F		
		6	La décharge contrôlée de résidus urbains (1981)	ANRED ou Mission administrative	20 F		
		7	La valorisation agricole des boues de stations d'épuration (1982)	ANRED	20 F		
		8	Guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels (1984)	ANRED ou Mission administrative	50 F		
		12	L'analyse et la caractérisation des déchets industriels (1984)	ANRED ou Mission administrative	40 F		
		13	La collecte sélective des ordures ménagères (1984)	ANRED ou Mission administrative	50 F		
		14	L'entretien des cours d'eau (1984)	AFB ou Mission administrative	50 F		
		15	Les odeurs et les nuisances olfactives (1984)	CITEPA ou Mission administrative 3, rue Henri-Heine, 75016 Paris Tél. 45.27.12.88	50 F		
		16	L'élevage porcin et l'environnement (1984)	CITEPA	30 F		
		17	Modes de traitement des matières de vidange domestique (1985)	ANRED	40 F		
		18	Traitements de surface : dépollution à la source (1985)	AFB (Loire-Bretagne)	70 F		
		19	Système de gestion du service d'élimination des déchets des ménages (1986)	ANRED	—		
		20	Traitement de surface : méthodes d'analyse des effluents aqueux	CETIM - Service de diffusion 52, rue Félix-Louat, 60304 Senlis Tél. 44.58.32.66	70 F		
		21	Les techniques propres dans l'industrie	ADIFE 14, boulevard du Général-Leclerc 92524 Neuilly-sur-Seine	180 F		
		<i>Les numéros 1 et 4, épuisés, sont en consultation au Centre de Documentation des Déchets.</i>					

11 LA TELEGESTION DES RESEAUX
Principes
Matériels et équipements
Exploitation.

Edité par : **SEDA**, B.P. 1516, 87021 Limoges Cedex.
Tél. 55.38.48.48.

Réalisé avec le concours de :

Jean-Louis LERMITERIE, Fondation de l'Eau.

Jean-Claude CHAZELON, Communication Graphisme, Limoges.