

# Capteurs et actionneurs

- Problématique de la production
- Les capteurs, définitions, exemples,
- Les actionneurs, exemples,

# Problématique de la production

- Votre mission en tant qu'ingénieur télécom réseaux
- Votre intégration dans la gestion d'un atelier
- Votre culture générale

# Gestion d'atelier



Poste de travail

Tapis roulant

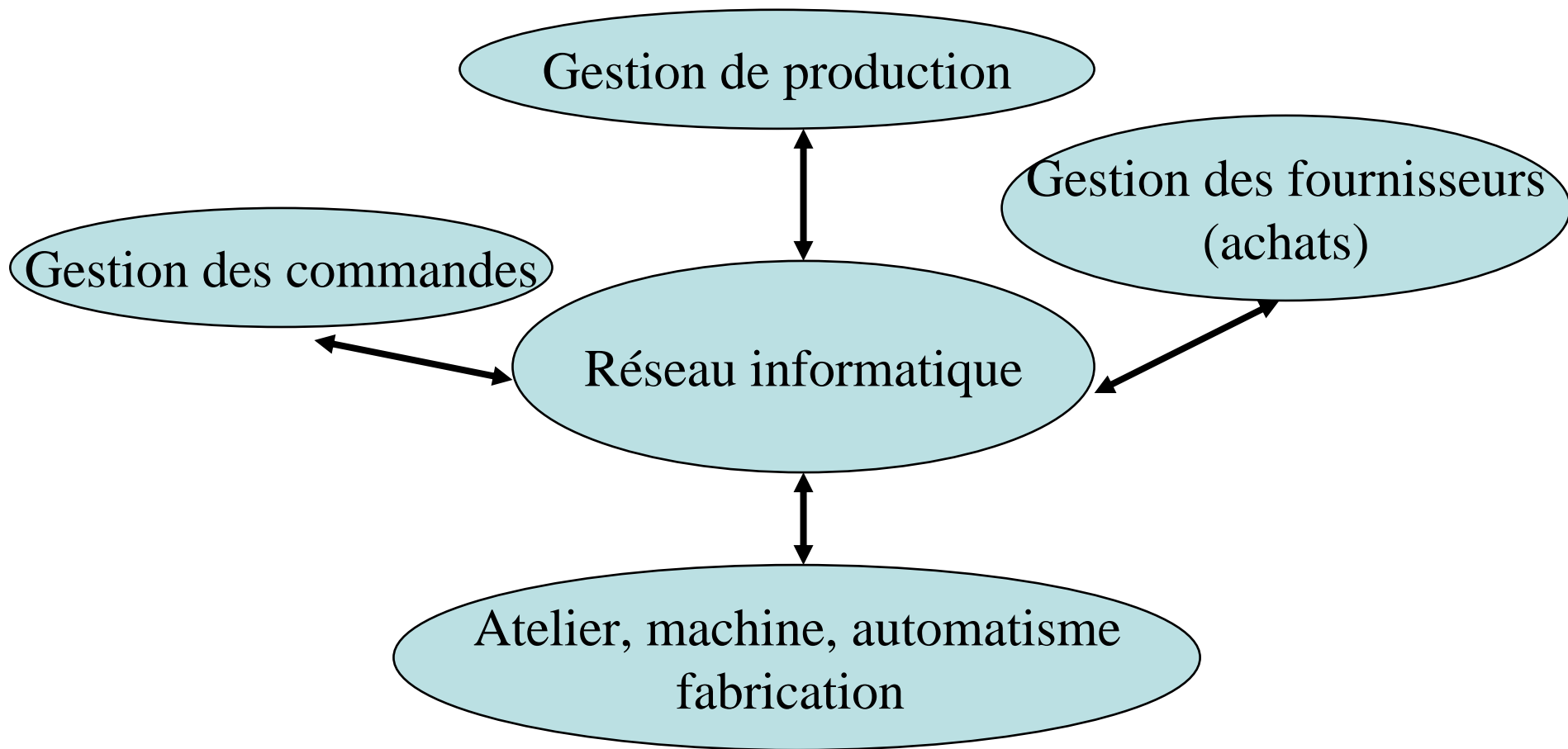
machine

Réseau informatique de supervision

# Gestion d 'atelier

- Réseau informatique  
=
- Support à la gestion d 'atelier
  - KanBan, MRP ou autre
- Rôle de l 'ingénieur télécom réseau :  
gestion des flux d 'informations,  
administration du réseau  
interface entre la production et la gestion

# Gestion d'atelier (usine sans papier)



# Ingénieur télécom réseaux

- Nécessité de connaître (un minimum) les machines de production, leur fonctionnement, les capteurs et actionneurs susceptibles d'être interfacés sur le réseau

# Cours interactif...

- Imaginons un atelier de fabrication d 'auto radio...
- Penser une architecture d 'atelier...
- Identifier et lister les capteurs et actionneurs à mettre en œuvre...

# Fin de l'inventaire

- Etes vous sur de ne rien avoir oublié ?



# Les capteurs

six grandes familles :

- Mécanique : déplacement, force, débit etc
- Thermique : température, flux etc
- Electrique : tension, courant, impédance etc
- Magnétique : champ, moment etc
- Radiation : lumière visible, infrarouge, rayon X etc
- Chimique : humidité, gaz etc

# Caractéristiques métrologiques

- **Etendue de mesure**

plage dans laquelle les caractéristiques du capteur sont parfaitement spécifiées :

- Plage nominale d'utilisation

plage normale dans laquelle la grandeur mesurée peut évoluer sans altération des caractéristiques du capteur.

- Plage de non détérioration

plage dans laquelle peut évoluer le mesurande sans que les caractéristiques du capteur soient définitivement altérées

- Plage de non destruction

Elle définit les limites de fonctionnement du capteur

# Caractéristiques métrologiques

- **Résolution**

Plus petite variation du mesurande que le capteur est capable de déceler

- **Caractéristique de transfert entrée sortie**

relation statique entre la grandeur d'entrée et celle de sortie.

- **Sensibilité**

pente de la caractéristique de transfert :  $d(\text{grandeur de sortie})/d(\text{grandeur d'entrée})$ . Capteur linéaire : sensibilité constante sur toute la gamme de fonctionnement.

- **Linéarité**

Plage de variation du mesurande dans laquelle la sensibilité du capteur peut être considérée constante.

# Caractéristiques métrologiques

- **Caractéristique statique**

**La fidélité :**

C'est l'aptitude d'un capteur à fournir un même résultat lors de mesures répétitives d'un même mesurande : l'erreur de fidélité correspond à l'écart type obtenu sur une série de mesures à mesurande constant.

**La justesse :**

C'est la capacité d'un capteur à délivrer un résultat proche de la valeur vraie indépendamment de la fidélité.

**La précision :**

C'est l'écart en % maximum entre la valeur réelle et la valeur fournie par le capteur.

# Caractéristiques métrologiques

- **Caractéristique dynamique**

aptitude du capteur à suivre plus ou moins rapidement les variations de la grandeur mesurée. La rapidité peut s'exprimer par un temps de montée et/ ou une bande passante.

# Les erreurs

- **Les erreurs de mesures :**

1. **Erreurs systématiques :**

- Dues aux imperfections de l'appareil.
- Constantes en grandeur et en signe.
- Peuvent être éliminées par un étalonnage fréquent.

# Les erreurs

- **Les erreurs de mesures (suite) :**

## **2. Erreurs fortuites :**

- Dues à l'insuffisance des qualités mécaniques de l'appareil et à l'imperfection des qualités sensorielles de l'expérimentateur.
- Aléatoires en grandeur et en signe.
- Peuvent être éliminées partiellement en faisant la moyenne des résultats observés sur plusieurs expériences.

# Les erreurs

- **Les erreurs de mesures (suite) :**

## **3. Erreurs de précision intrinsèques**

- Linéarité
- Mobilité
- Hystérésis
- Dérive du zéro
- Fidélité (répétabilité ou reproductibilité)
- Justesse (exactitude)



# Les erreurs

- **Les erreurs de mesures (suite) :**

## 4. **Erreurs d'ambiance :**

- Température
- Pression statique de procédé
- Humidité, Corrosion
- Chocs, Vibrations
- Rayonnements
- Alimentation de l'instrument
- Temps (vieillesse)
- Accélération gravitationnelle

# Les erreurs

- **Les erreurs de mesures (suite) :**

## **5. Erreurs d'utilisation**

- Erreurs de montage
- Erreurs de lecture
- Erreurs d'étalonnage

# Les types de capteurs

- **Capteurs passifs**

Le capteur se comporte comme dipôle passif , résistif, inductif, ou capacitif.

Par exemple, on exploite la variation de résistivité de semi conducteurs pour mesurer la température et/ou un flux optique. Et celle d'alliage de nickel pour des mesures de déformation.

# Les types de capteurs

- **Capteurs actifs**

la sortie est équivalente à une source de tension ou de courant

avec impédance interne.

exemple : les thermocouples, ou les capteurs piézo électrique

(mesure de force, pression etc) mais aussi les capteurs de position à effet Hall.

# Choix des capteurs

Tenir compte de trois informations :

1. la définition du cahier des charges de l'application ;
2. les considérations techniques externes affectant le choix du capteur ;
3. les caractéristiques intrinsèques du capteur.

se documenter chez les fournisseurs pour connaître les technologies et les dispositifs disponibles sur le marché.

# Choix des capteurs

- Identifier précisément:
  - a) la nature et le type de grandeur physique à mesurer ;
  - b) la précision demandée par l'application ;
  - c) le signal de sortie requis ;
  - d) les contraintes financières ;
- Déterminez la technologie appropriée pour l'application :
  - a) électrique ;
  - b) électronique ;
  - c) mécanique ;
  - d) pneumatique ;
  - e) hydraulique ;

# Choix des capteurs

- Faire le choix de l'élément de mesure :
  - a) en fonction du cahier des charges ;
  - b) en fonction de l'application et des solutions technologiques ;
  - c) en fonction de la disponibilité chez les fournisseurs.

# Conditionneurs des capteurs

- Conditionneur = circuit d'interface permettant de rendre la mesure exploitable par un utilisateur.

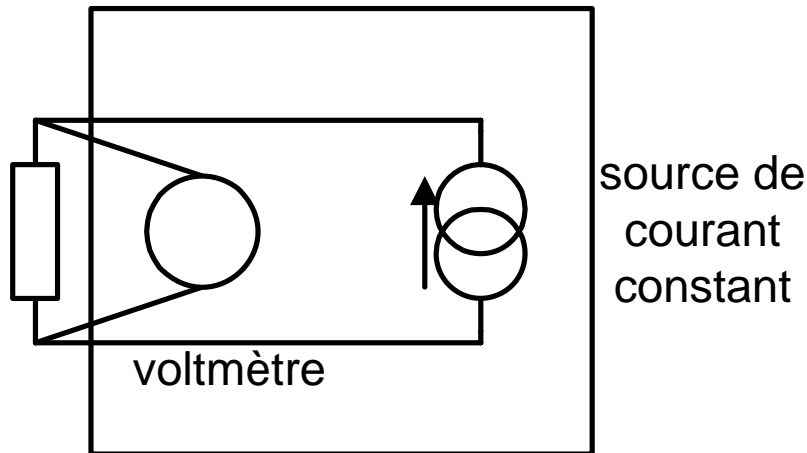
Ce circuit peut être extérieur au capteur ou bien intégré suivant les cas.



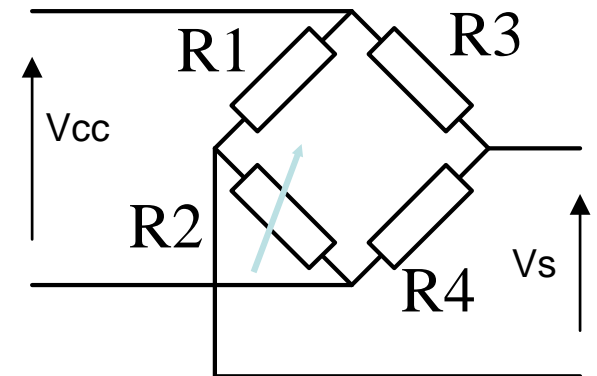
# Conditionneurs des capteurs

- Conditionneur pour capteur passif

exemple : capteur résistif



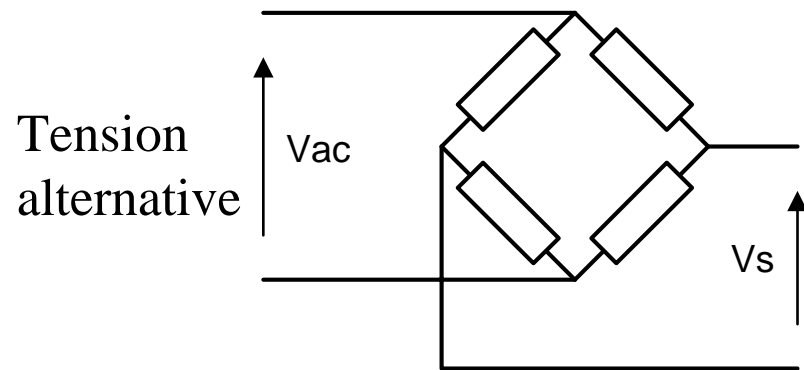
mesure 4 fils ou pont de wheatstone



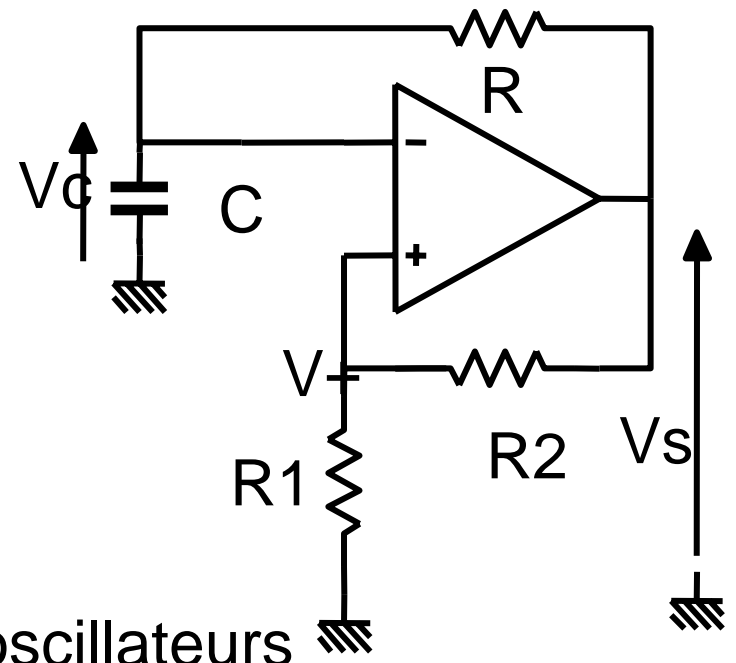
# Conditionneurs des capteurs

- Conditionneur pour capteur passif

exemple : capteur réactif (L ou C)



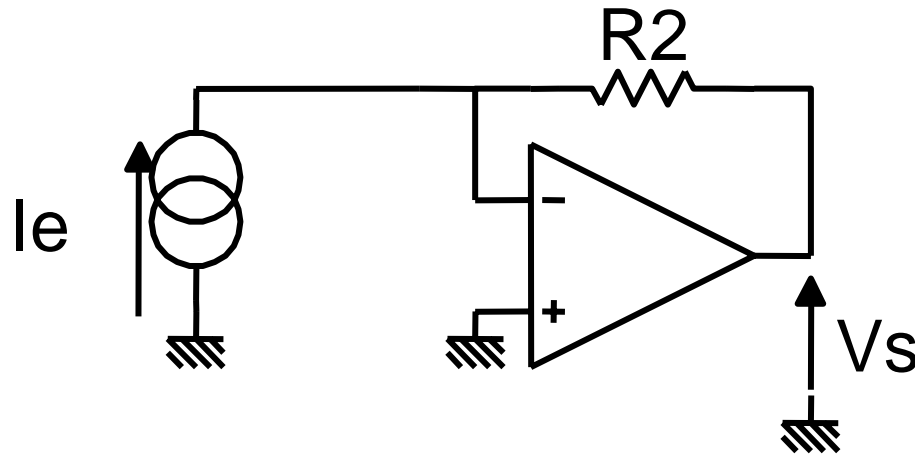
mesure en pont ou oscillateurs



# Conditionneurs des capteurs

- Conditionneur pour capteur actif

exemple : le capteur est une source de courant

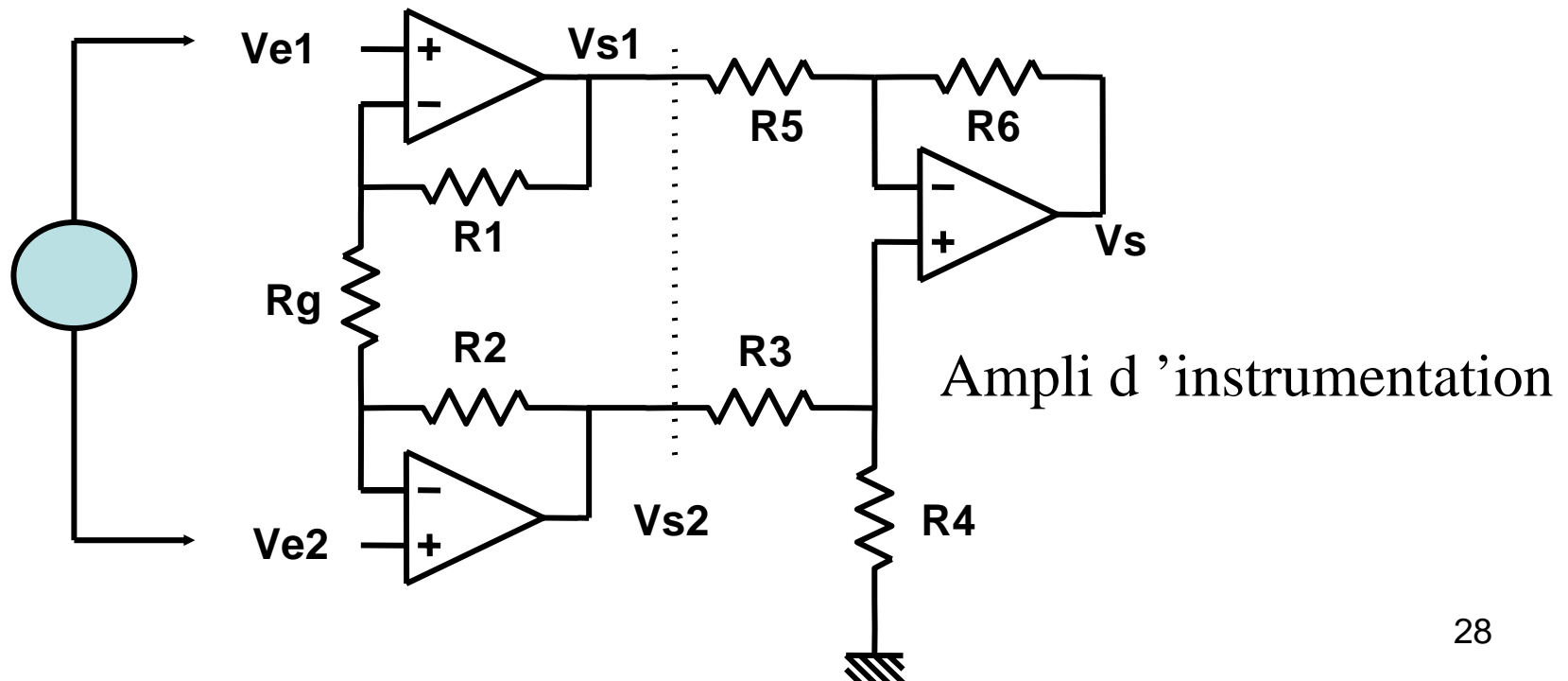


Convertisseur courant tension

# Conditionneurs des capteurs

- Conditionneur pour capteur actif

exemple : le capteur est une source de tension



# Conditionneurs des capteurs

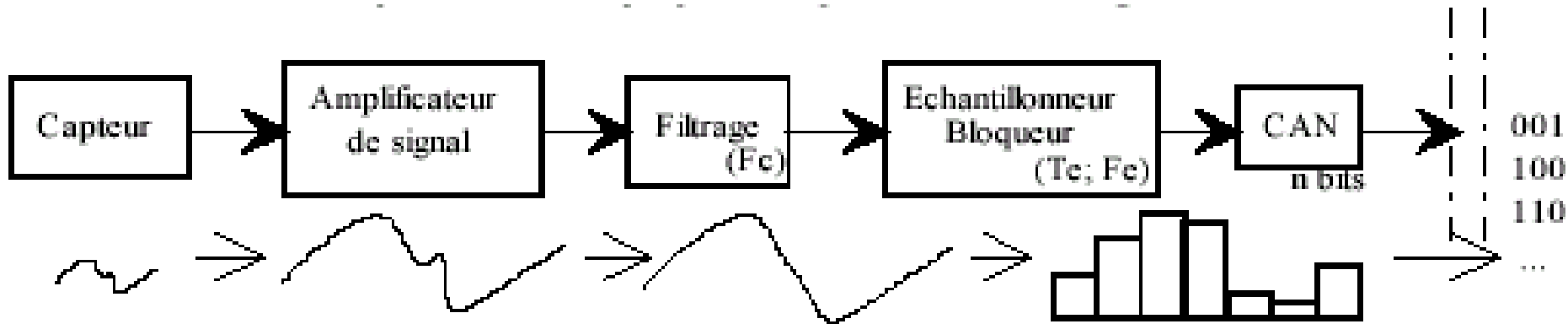
- Conditionneur pour capteur actif

exemple : le capteur est une source de charge

Convertisseur charge tension

# Conditionneurs des capteurs

- Chaîne d'acquisition



# Les perturbations

- **Naturelles :**
  - Foudre
  - Décharges électrostatiques
- **Artificielles :**
  - Télécommunications
  - Coexistence de courants forts et de courants faibles
  - Commutation industrielle
  - Distances entre équipements et entre éléments de + en + faibles
- ⇒ perturbations électromagnétiques
- ⇒ norme CEM directive européenne  
CEM89/336/CEE

# Les perturbations

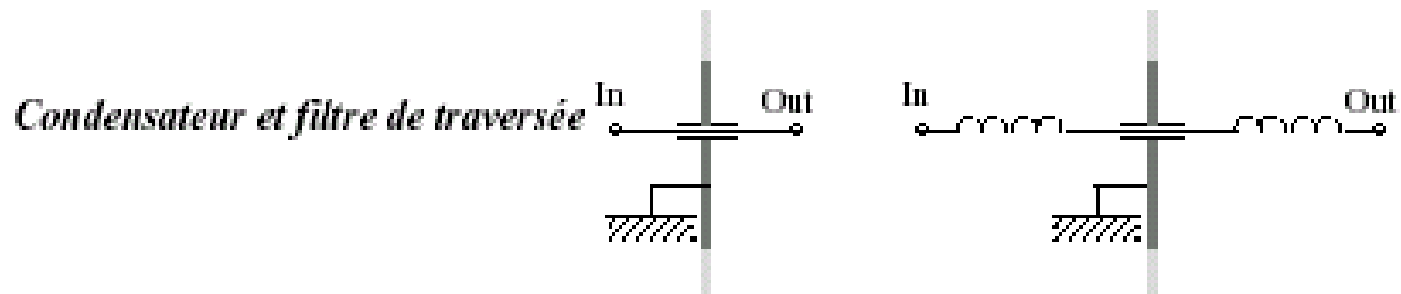
- **Perturbations par couplage galvanique**
- On dit qu'il y a couplage galvanique lorsque le conducteur commun est le siège de perturbations créées par un dispositif perturbant ou bien lorsque le conducteur commun est la cause de naissances de tensions parasites dues aux courants qui le traversent.



# Les perturbations

**Pour limiter l'impact de ces perturbations :**

- Filtrage des alimentations secteur et continu dans chaque boîtier.



(Figures extraites des cours de G. Pinson et A Borie)

# Les perturbations

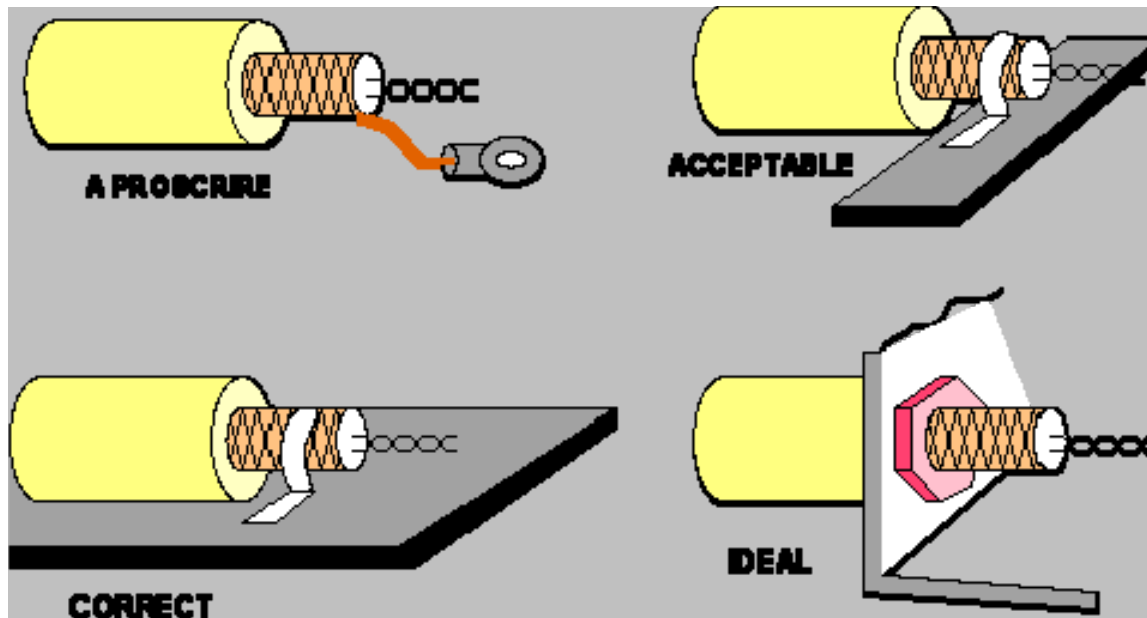
**Pour limiter l'impact de ces perturbations :**

- Piste de masse routée en étoile ou plan de masse
- Ne pas mélanger signaux analogiques bas niveau, numérique et puissance.

# Les perturbations

Pour limiter l'impact de ces perturbations :

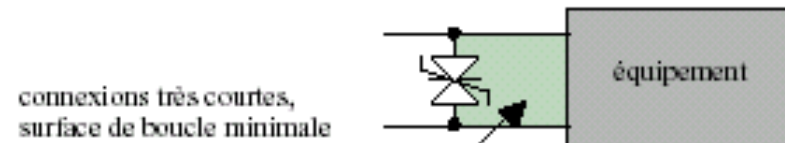
- Raccord de masse entre conducteur et châssis



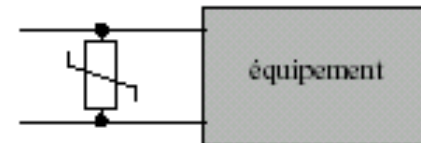
# Les perturbations

Pour limiter l'impact de ces perturbations :

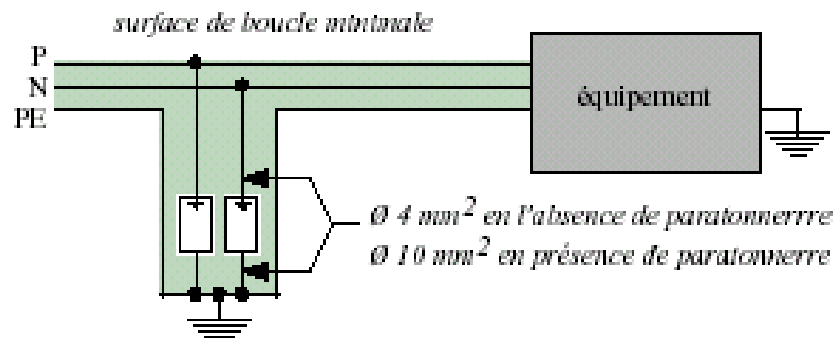
- Suppresseurs de transitoires (zener, transil, éclateur à gaz) Diode écrêteuse (transil, trisil...)



Varistance (VDR, MOV, ZNO...)



$L < 50 \text{ cm}$



# Les perturbations

**Pour limiter l'impact de ces perturbations :**

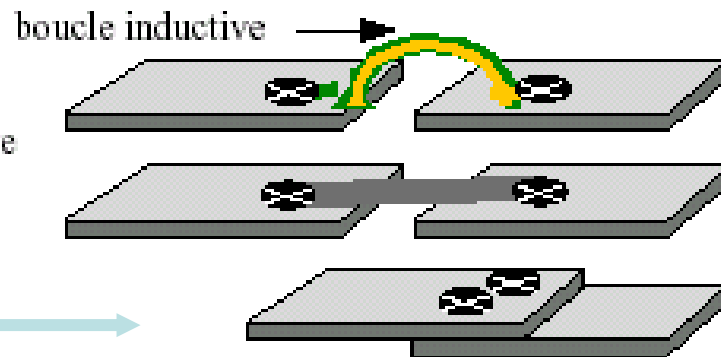
- Relier les masses métalliques châssis, carcasse.

*Continuité des masses métalliques :*

Mauvais :  
raccordement par un câble PE ordinaire

Moyen :  
raccordement par une tresse rectiligne

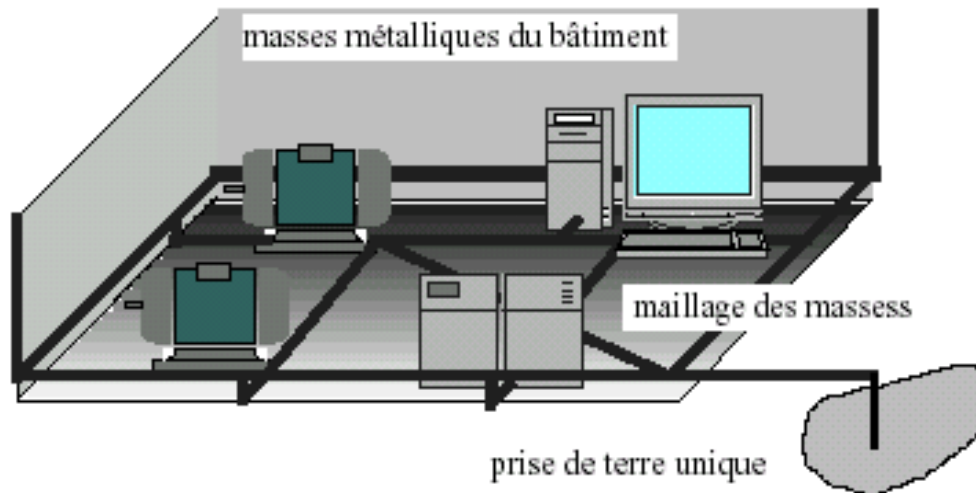
Bon :  soudure ou vissage direct des masses métalliques



# Les perturbations

**Pour limiter l'impact de ces perturbations :**

- Relier les masses mécaniques (châssis, carcasse) à la terre.



# Les perturbations

- **Perturbations par couplage galvanique**
- On dit qu'il y a couplage électrique lorsqu'un dispositif crée un champ électrique qui influence le comportement de circuits voisins. Dans la plupart des cas, des couplages capacitifs en sont à l'origine.

# Les perturbations

## **Pour limiter l'impact de ces perturbations**

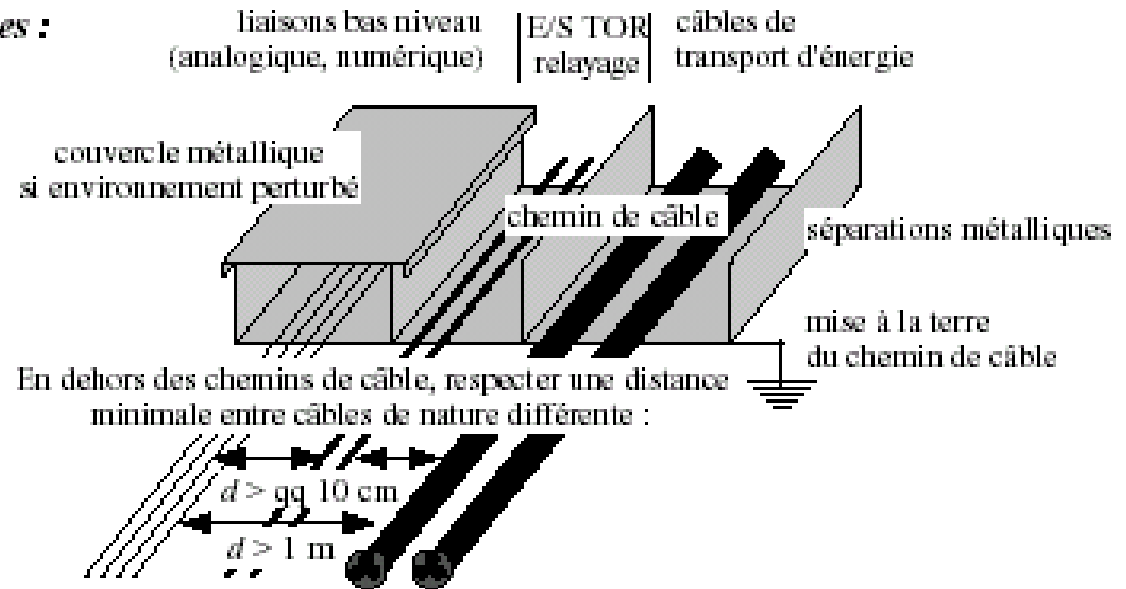
- Eloigner les conducteurs
- Plan de masse,
- Eviter des conducteurs parallèles sur une grande longueur,
- Blindage électrostatique



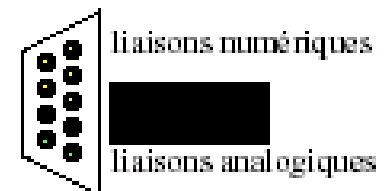
# Les perturbations

## Pour limiter l'impact de ces perturbations

### *Séparation des câbles :*



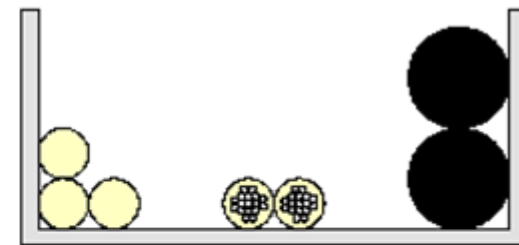
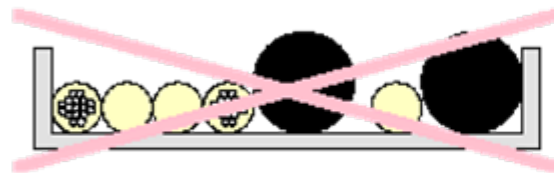
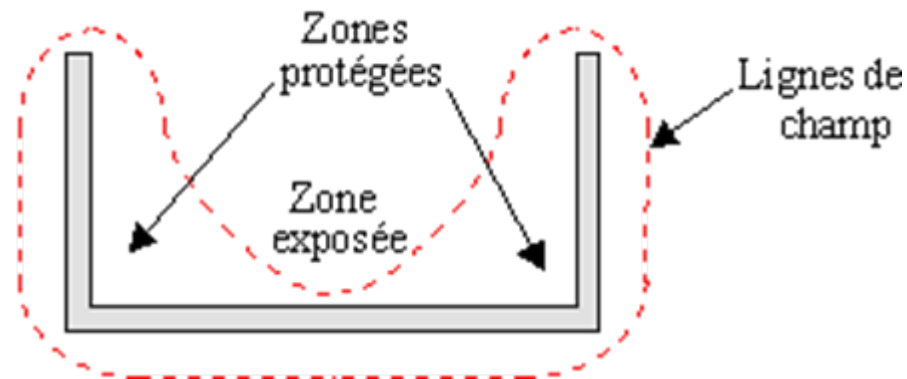
### *Séparation au niveau des connecteurs :*



# Les perturbations

Pour limiter l'impact de ces perturbations

Position des câbles dans une goulotte blindée



Câbles de puissance



Câbles sensibles mesures analogiques



Câbles E/S

# Les perturbations

- **Perturbations par couplage électromagnétique**
- On dit qu'il y a couplage électromagnétique lorsque les rayonnements électromagnétiques créés par un dispositif influencent le comportement de circuits voisins. Dans la plupart des cas, des couplages capacitifs en sont à l'origine.
- Dès qu'un courant parcourt un conducteur, il y a apparition d'un champ électrique et d'un champ magnétique et propagation suivant les lois de Maxwell. 43

# Les perturbations

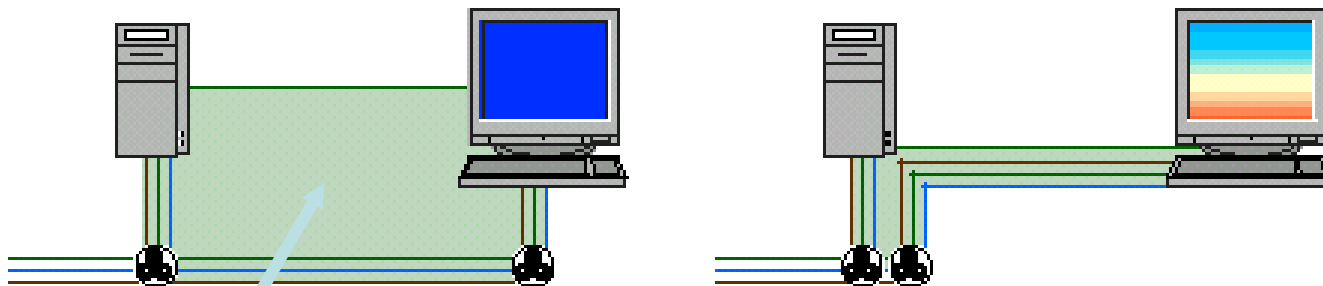
## Pour limiter l'impact de ces perturbations

- Utiliser des câbles compatibles CEM
  - Les paires torsadées : câble dont le conducteur aller et le conducteur retour sont torsadés => annulation du champ magnétique
  - Les câbles blindés : un écran (tresse, feuillard) autour du câble atténue l'influence des perturbations HF.
  - Les paires torsadées blindées : cumule les deux aspects ci dessus.
  - Les câbles blindés avec écran ferrite : blindage ferrite constitué d'un élastomère chargé de poudre de ferrite. Ce câble possède deux écrans : un écran ferrite extérieur efficace sur les perturbations HF, un écran classique interne chargé d'arrêter les perturbations BF.

# Les perturbations

## Pour limiter l'impact de ces perturbations

- Réduire les boucles inductives (antennes involontaires)



Boucle

# Les perturbations

## Pour limiter l'impact de ces perturbations

- Choisir un boîtier de blindage en cuivre ou aluminium (très conducteurs) sauf dans le cas du champ H dominant (proximité transfo par ex)  
=> prendre alors un boîtier en  $\mu$ métal :  
(74% Ni - 20% Fe - 5% Cu - 1% Cr)

# Les perturbations

## Pour limiter l'impact de ces perturbations

- Pour le passage des câbles, préférer plusieurs petites ouvertures circulaires plutôt qu'une grande

