

*L'enseignement de la sécurité et de l'ergonomie*

INTERVENTION DE 

**M. MERLAUD**

**LYCEE Diderot**  
PARIS

# **La place de l'homme dans les SAP est et reste essentielle.**

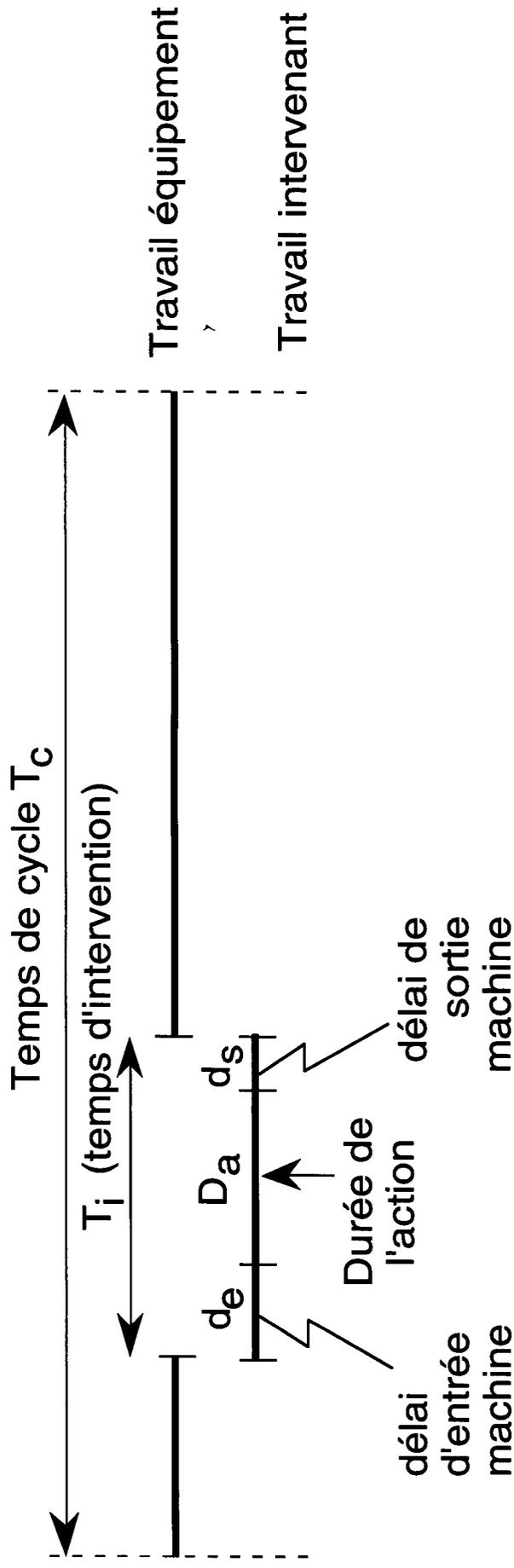
Il doit :

- réaliser des tâches souvent complexes (actions, conduite, surveillance) ;
- superviser l'ensemble du système ;
- prendre des décisions essentielles, engageant des coûts et des risques parfois très importants, qui conduiront, :
  - soit à l'arrêt du système,
  - soit à sa mise dans une situation sûre,
  - soit à la poursuite du fonctionnement
- maintenir et/ou récupérer la disponibilité et la sécurité lors de dysfonctionnements.

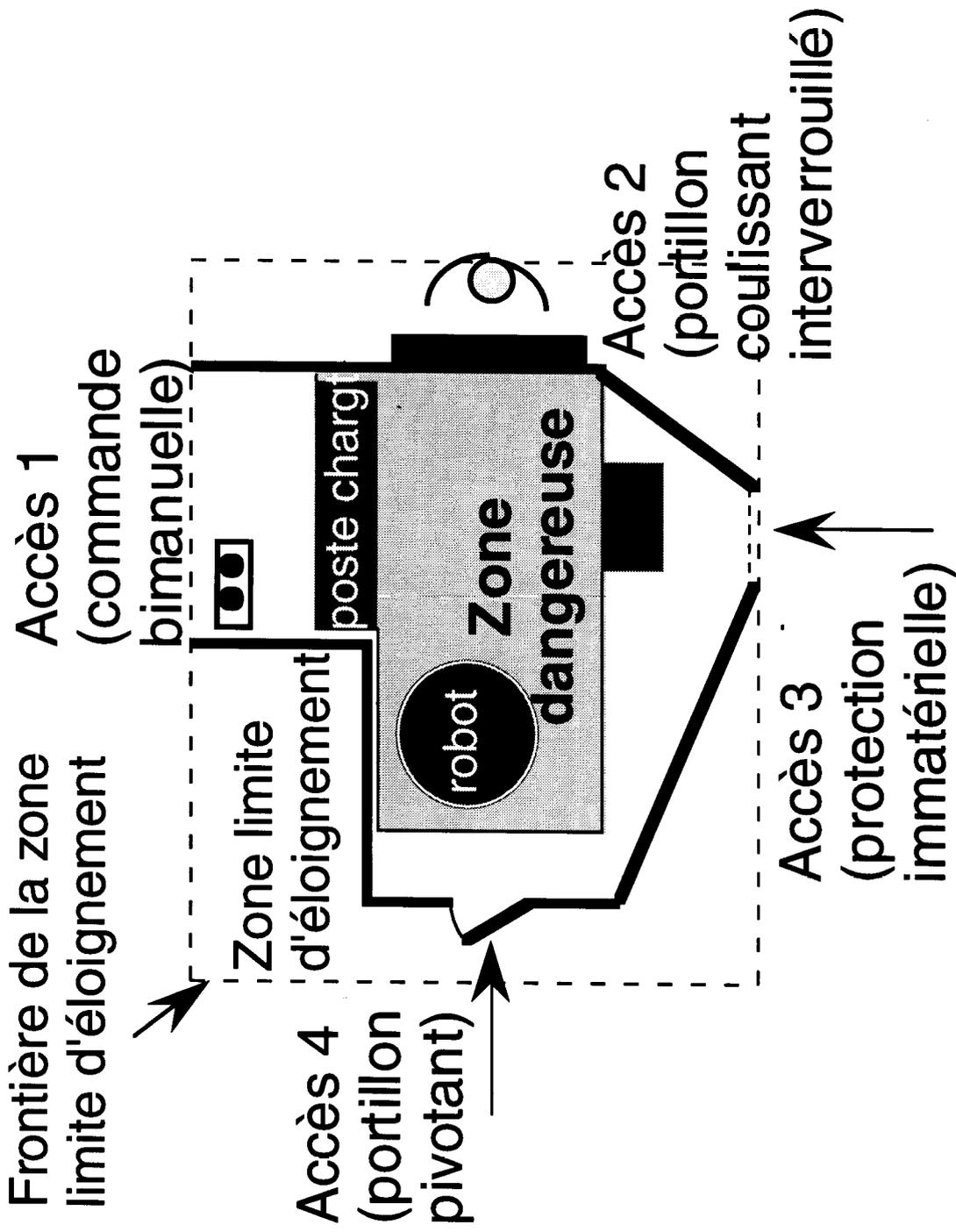
Des catastrophes ont attiré l'attention du grand public sur la «fiabilité humaine», et souvent abusivement retenu la seule faute des opérateurs, oubliant :

- les responsabilités des concepteurs ;
- celles des systèmes de formation et de management des opérateurs.

# La sécurité et les coûts d'exploitation

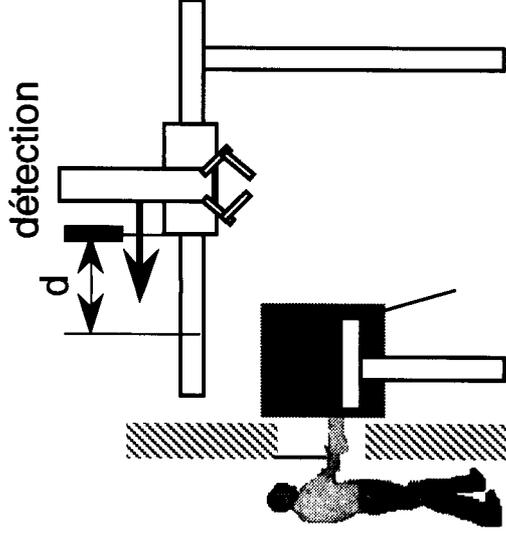


# Configuration de zone protégée, mettant en évidence une variété de solutions d'accès protégés à une zone dangereuse

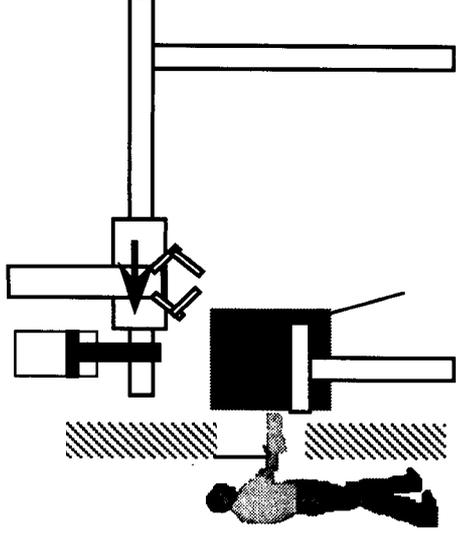


# Les quatre familles de solutions d'interverrouillage de l'accès de l'entité dangereuse en zone protégée) Procédure avec pénalisa-

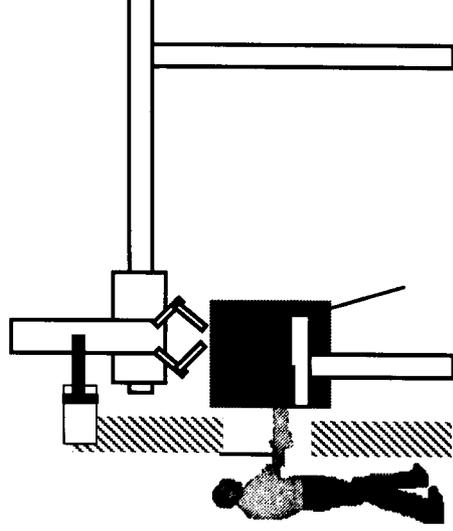
S1 : arrêt sûr à distance de sécurité (détection standard éventuellement redondante)



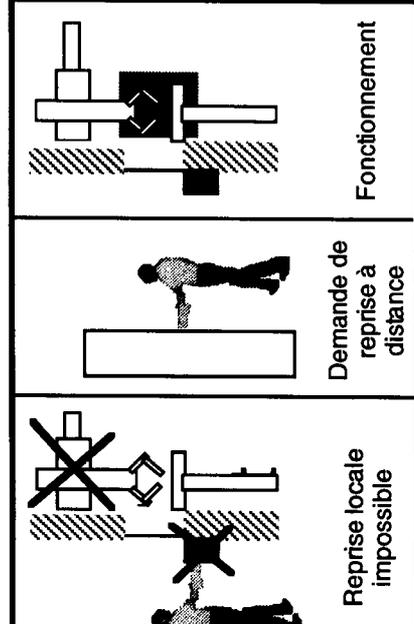
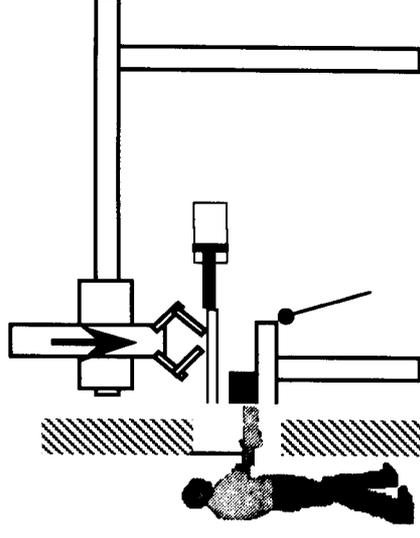
S2 : butée d'arrêt rapproché éclipssable sur absence homme) (comportement orienté : butée sortie)



S3 : verrou éclipssable en position arrière de l'axe dangereux (comportement orienté dans l'état verrouillé)



S4 : barrière escamotable (ou panier) au plus près de la zone dangereuse (comportement orienté dans l'état sorti)



# Probabilités de risque d'erreurs pour des tâches types en surveillance ou maintenance de systèmes

(extrait d'un cours du CEA, rapport DSN n° 89, issu des travaux de Swain et Guttman «Handbook of human reliability analysis for nuclear power plant» NUREG/CR-1278, 1983)

Tâche prescrite	P <sub>0</sub>	Limites estimées
Action ou décision (à prendre dans un délai de 5 mn) en situation accidentelle <b>non prévue</b> .	1	
Action en situation accidentelle prévue:		
- action à prendre en moins de 3 mn	10 <sup>-1</sup>	
- action à prendre entre 5 et 10 mn	10 <sup>-2</sup>	
Action nécessitant réglages ou prise en compte de plusieurs paramètres, erreur de diagnostic sur contrôle prescrit par procédure	10 <sup>-1</sup>	
Action selon liste courante (omission ou erreur)	10 <sup>-3</sup>	
Action intempestive erronée et non commandée	10 <sup>-4</sup>	
Remarquer état incorrect d'un signal lumineux dans un groupe	0,99	0,98 à 0,998
Reconnaître un état incorrect, en utilisant <i>correctement</i> une check-list lors d'une ronde.	10 <sup>-1</sup>	5.10 <sup>-2</sup> à 5.10 <sup>-1</sup>

Avec P<sub>0</sub> probabilité de base d'occurrence d'une d'erreur d'exécution de la tâche

# Les tâches confiées aux opérateurs dans les systèmes automatisés (1)

La capacité à exécuter une tâche **prescrite** est d'abord fonction de l'aptitude de l'opérateur à la modéliser pour s'en construire une représentation, la **tâche réelle**, avant d'agir.

Un écart dans ce processus peut se manifester dans l'activité réelle :

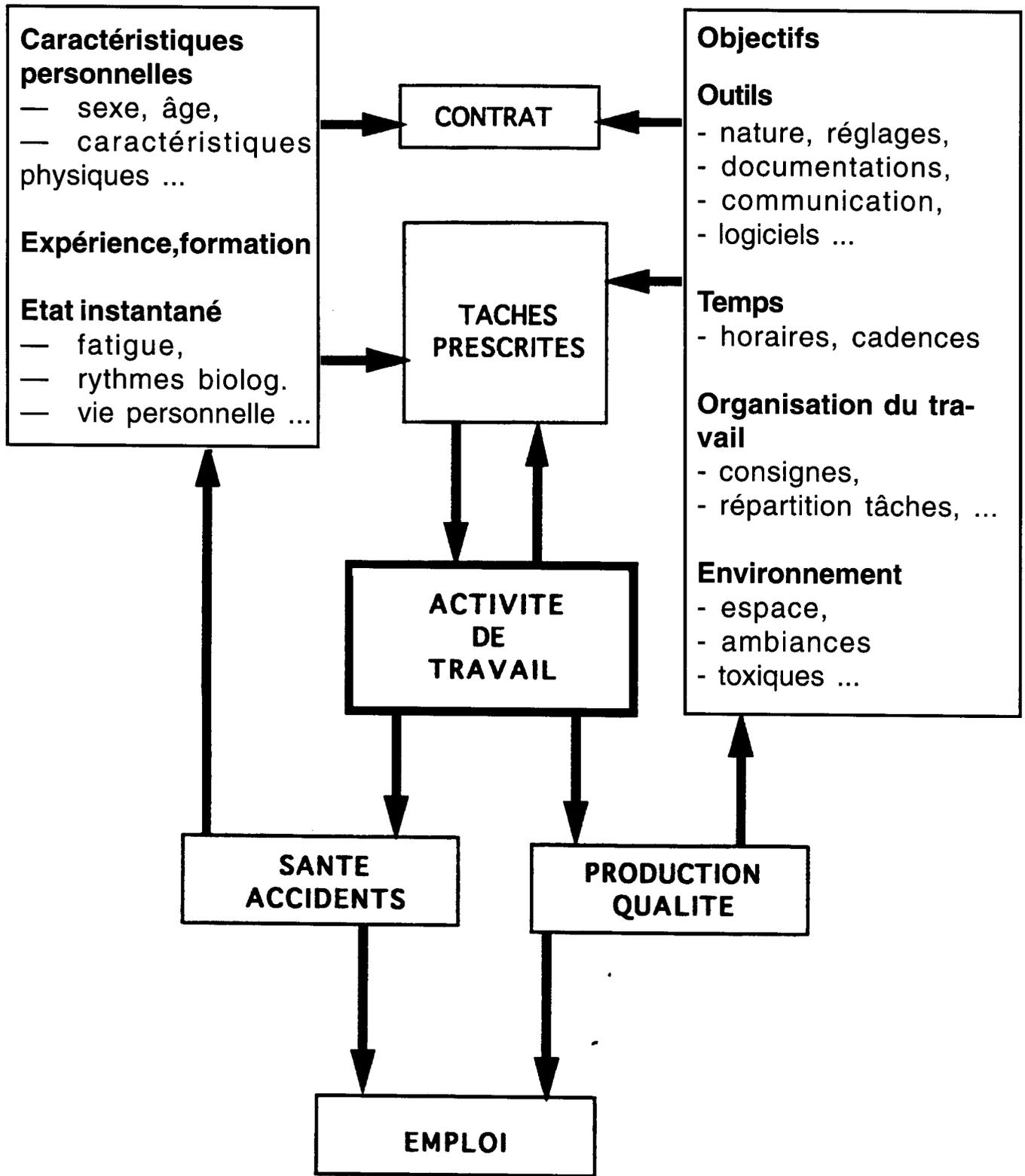
- commande erronée dans le contexte,
- action correctrice non effectuée, ou non effectuée au bon moment,
- non respect de certaines consignes ou procédures.

Les causes d'écart sont de nature :

- individuel,
- collective, par effet de groupe,
- social et organisationnel, lié à l'organisation générale du processus technique et de la logistique.

# L'OPERATEUR

# L'ENTREPRISE



# **L'homme, la femme, ces inconnu(e)s**

- L'opérateur ou l'intervenant "**moyen**" n'existent pas !
- La "**moyenne d'âge**" des opérateurs est associée à une très forte dispersion.
- L'individu n'est pas une donnée invariante.
- L'adaptation du travail à l'homme ne repose pas sur une formule générale mais sur un ensemble de situations particulières

**Les sciences humaines constituent le fondement de la réflexion ergonomique**

**La production  
ses variations, ses contraintes,  
ses risques et ses nuisances**

## Les tâches confiées aux opérateurs dans les systèmes automatisés (2)

Au plan individuel, l'erreur peut résulter d'un dysfonctionnement dans le mode de traitement de l'information disponible :

— **machinal**, fondé sur l'expérience et l'habileté) ;

— **procédural**, fondé sur des règles d'association apprises et mémorisées par la formation et l'entraînement) ;

— **cognitif**, fondé sur un raisonnement à partir de connaissances.

Quelques causes de dysfonctionnements possibles, propres à l'homme :

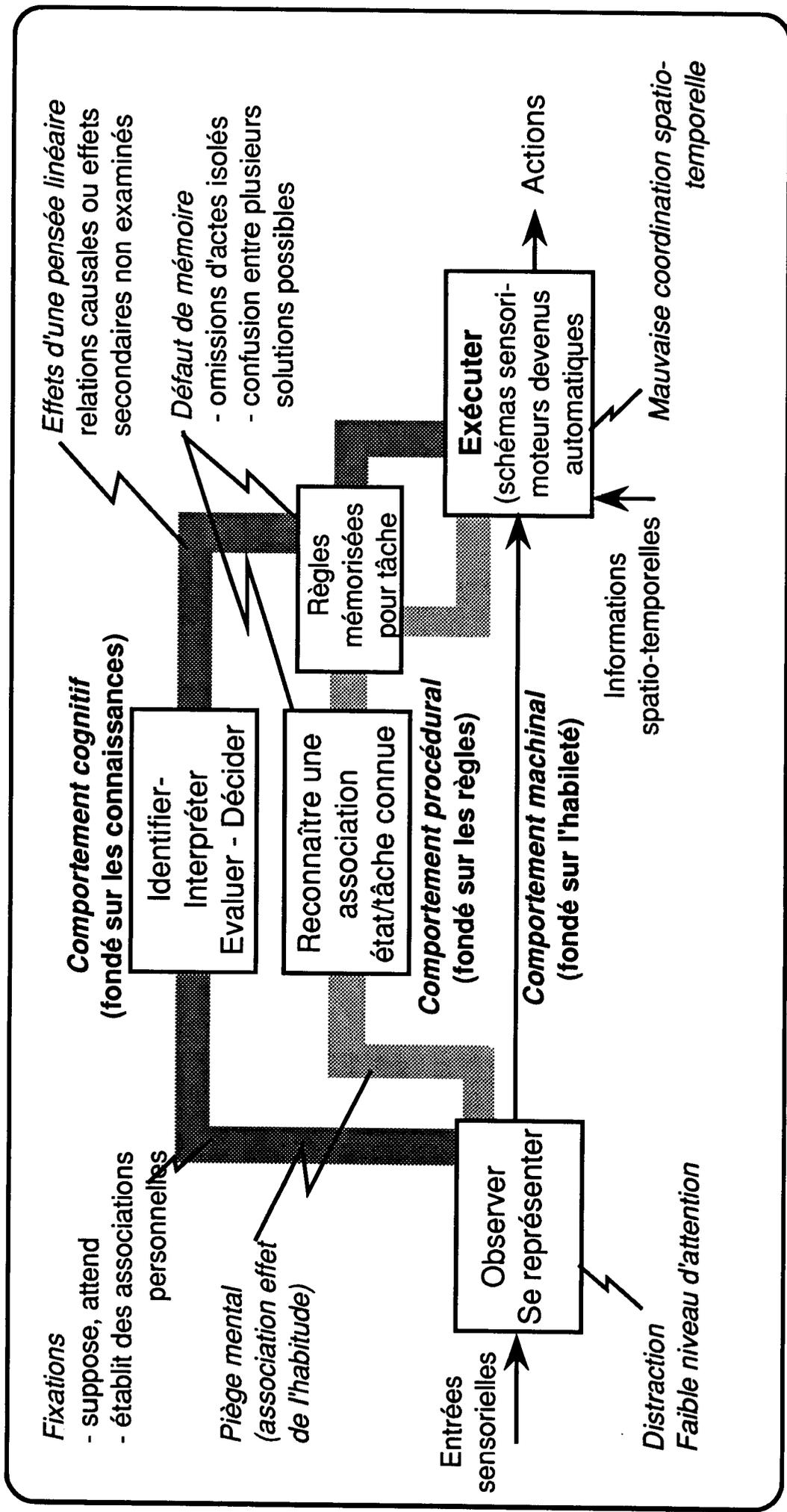
— des capacités limitées de traitement ;

— un raisonnement séquentiel et "monoprocasseur"

— la difficulté à remettre en cause un diagnostic posé.

# Modèle humain du traitement de l'information

## Dysfonctionnements types



## Les tâches confiées aux opérateurs dans les systèmes automatisés (3)

Un point crucial concerne le niveau d'information vis-à-vis de la tâche prescrite, fonction tant de sa formation que de la logistique (pupitres, écrans, manuels procédures, communications...).

Un opérateur peut engager une action à risque :

- s'il ne connaît pas bien l'installation (**défaut de formation, de qualification ou d'habilitation**) ;
- s'il ne sait pas bien ce qu'il faut faire dans des circonstances précises (**défaut de procédure**) ;
- s'il n'a pas été correctement informé de l'état d'une action (**défaut de communication entre opérateurs**) ;
- si l'information est mal signalée (**défaut de conception**).

## Les tâches confiées aux opérateurs dans les systèmes automatisés (4)

Au plan collectif, psychologues et sociologues proposent des modèles explicatifs pour éclairer le comportement de groupes d'opérateurs :

- Le modèle de «**pensée de groupe**». Un groupe homogène, à forte cohésion, tend à adopter le comportement de son leader, à acquérir une grande confiance en lui, à nier les indices contraires à la perception du groupe et à s'autocensurer, devenant progressivement peu réceptif au changement et aux anomalies.
- Le modèle «**d'idéologie défensive de métier**», développé par des groupes pour construire une organisation informelle du travail dangereux sous forme de «règles de métier». Rassurant pour le fonctionnement normal, le comportement peut s'avérer inadapté en cas de dysfonctionnement majeur.

## Les tâches confiées aux opérateurs dans les systèmes automatisés (5)

Au plan logistique il faut distinguer :

— d'une part, l'insuffisance des systèmes d'information ou des outils d'assistance (diagnostic ou opération) ;

— d'autre part, la discordance voire le conflit entre le système de contrôle-commande et l'opérateur, notamment en situation perturbée ou dangereuse :

- **conflit entre disponibilité et sécurité** : l'opérateur, qui cherche à maintenir la production, entre en conflit avec le système de contrôle-commande, généralement à comportement orienté vers l'arrêt,

- aggravé par le fait que l'activité réelle est le plus souvent extrême (faible en fonctionnement normal pendant la majorité du temps ; intensive et stressante en cas de perturbation importante ou de situation dangereuse.

- et par la mauvaise adaptation des systèmes de supervision actuels aux situations de préaccident, alors qu'a priori il s'agit d'un besoin essentiel.

# Définitions de l'ergonomie

- **Etymologie**

Du grec ERGON (travail) et NOMOS (loi naturelle)

- **Petit Robert (1991)**

Étude scientifique des conditions (psychophysiologiques et socioéconomiques) de travail et des relations entre l'homme et la machine.

- **A. Wisner (1972)**

L'ergonomie est l'ensemble des connaissances scientifiques relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité.

- **F. Daniellou (cours B4 CNAM)**

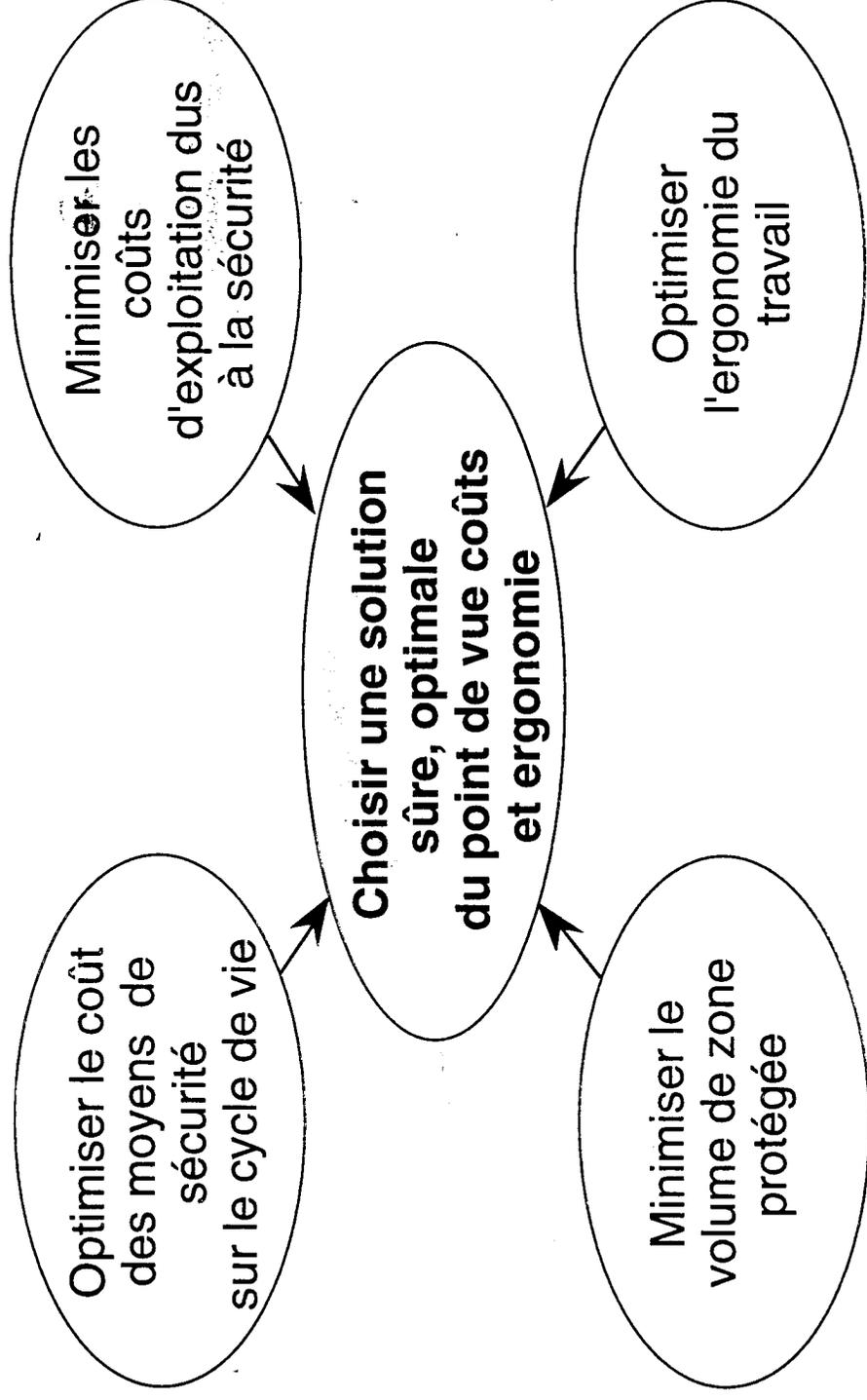
L'ergonomie étudie l'activité de travail afin de mieux contribuer à la conception de moyens de travail adaptés aux caractéristiques physiologiques et psychologiques de l'être humain, avec des critères de santé et d'efficacité économique.

# Objectifs de l'ergonomie

Transformer le travail, de manière à ce que :

- les nouvelles situations de travail n'altèrent pas la santé des opérateurs, afin qu'ils puissent exercer leurs compétences sur un plan individuel et collectif ;
- les objectifs économiques que l'entreprise s'est fixée soient atteints

Le choix d'une solution de sécurité résulte toujours d'un compromis entre le niveau effectif de sécurité, c'est-à-dire la minimisation des risques résiduels de l'installation, et le niveau des coûts et de l'ergonomie en résultant.



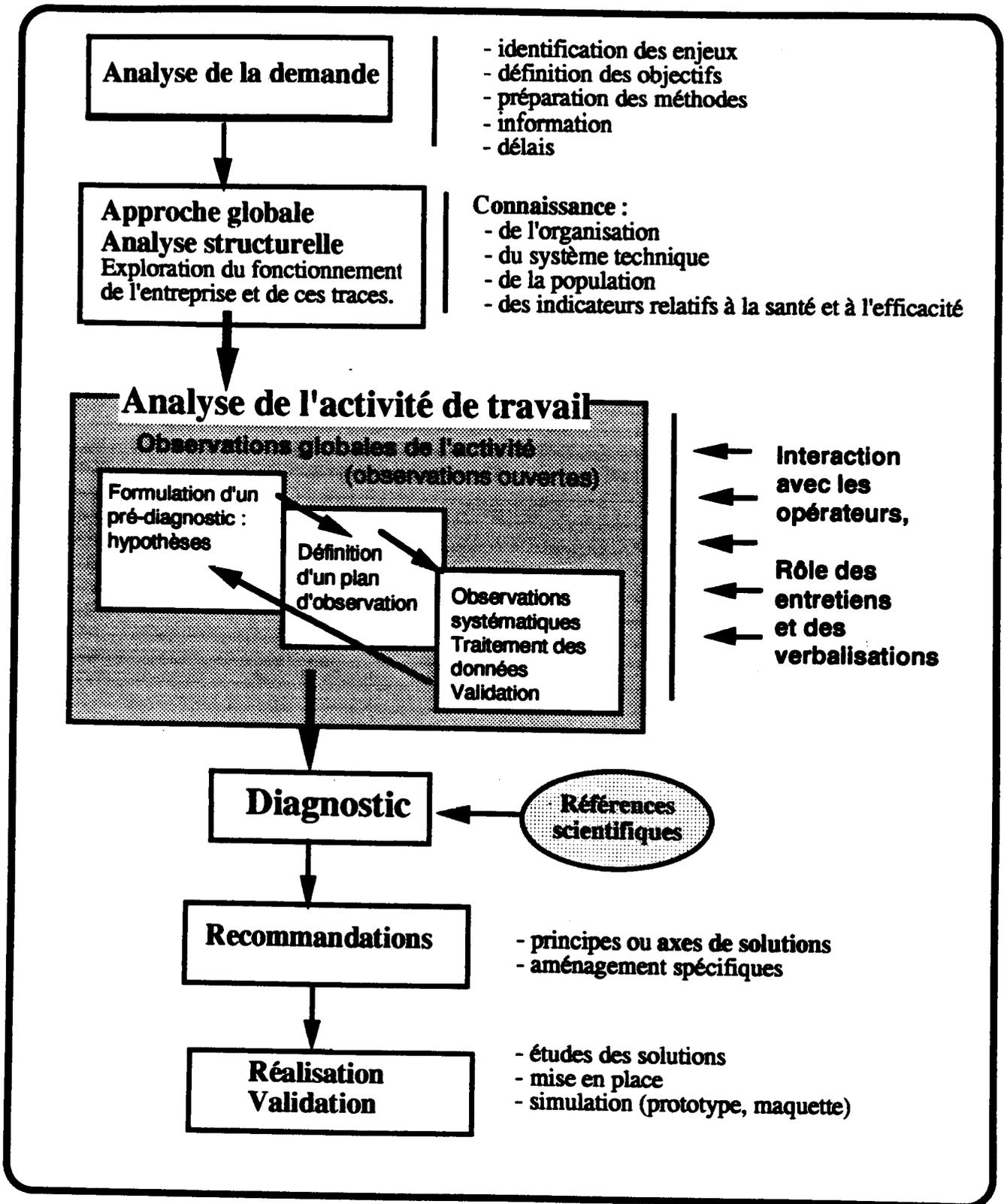
## **L'ergonomie fait appel à différentes disciplines :**

- physiologie du travail
- psychologie du travail
- physique
- psychopathologie du travail,...

Elle développe des concepts et une méthodologie qui lui sont propres :

- **travail prescrit et travail réel**
- **analyse de l'activité réelle de travail** (regard sur la situation de travail qui met en relation l'activité, la production et la santé)
- **charge de travail** : l'opérateur élabore et met en œuvre des modes opératoires pour travailler. Ceux-ci supposent des composantes mentales (élaboration d'une réponse adaptée) et des composantes physiques (efforts, postures...) permettant d'atteindre les objectifs assignés.
- **dimension collective de l'activité** (formes d'interactions entre activités)

# SCHEMA GÉNÉRAL DE LA DÉMARCHE D'ANALYSE ERGONOMIQUE



# Découverte d'une situation de travail

## QUOI ?

### Objectif

- . tâche prescrite
- . mode opératoire ?
- . exigences : qualité, quantité, délais

Produit fini : caractéristiques...

## AVEC QUOI ?

### Machines

- . degré technologique

### Matières premières

- . caractéristiques, variabilité...

### Outils

- . Nature, usure, réglages
- . documentation
- . moyens de communication
- . logiciels...

Risques : machines, produits...

## COMMENT ?

### Organisation

- . organigramme
- . répartition des tâches
- . autonomie
- . possibilités d'entraides

## QUI ?

### Individu - Population

- . âge, sexe...
- . caractéristiques physiques
- . qualification
- . formation, expérience...
- . itinéraire professionnel...

## OÙ ?

### Environnement

#### Espaces

- . ambiances physiques : bruit, éclairage...
- . espaces de travail
- . espaces de circulation
- . stockage
- . caractéristiques batiment
- . risques...

## QUAND ?

### Aménagement du temps

- . délais
- . cadence
- . rythme de travail
- . horaires
- . pause...
- . urgences...

## ACTIVITE DE TRAVAIL

### Conséquences pour l'opérateur

- . plaintes
- . difficultés rencontrées
- . pbs santé...
- . accidents
- . satisfaction
- . compétences développées

### Résultats production

- . quantité
- . qualité
- . défauts, rebuts
- . respect des délais