



*INTRODUCTION
A LA
SUPERVISION*



Université
Lille 1
Sciences et Technologies

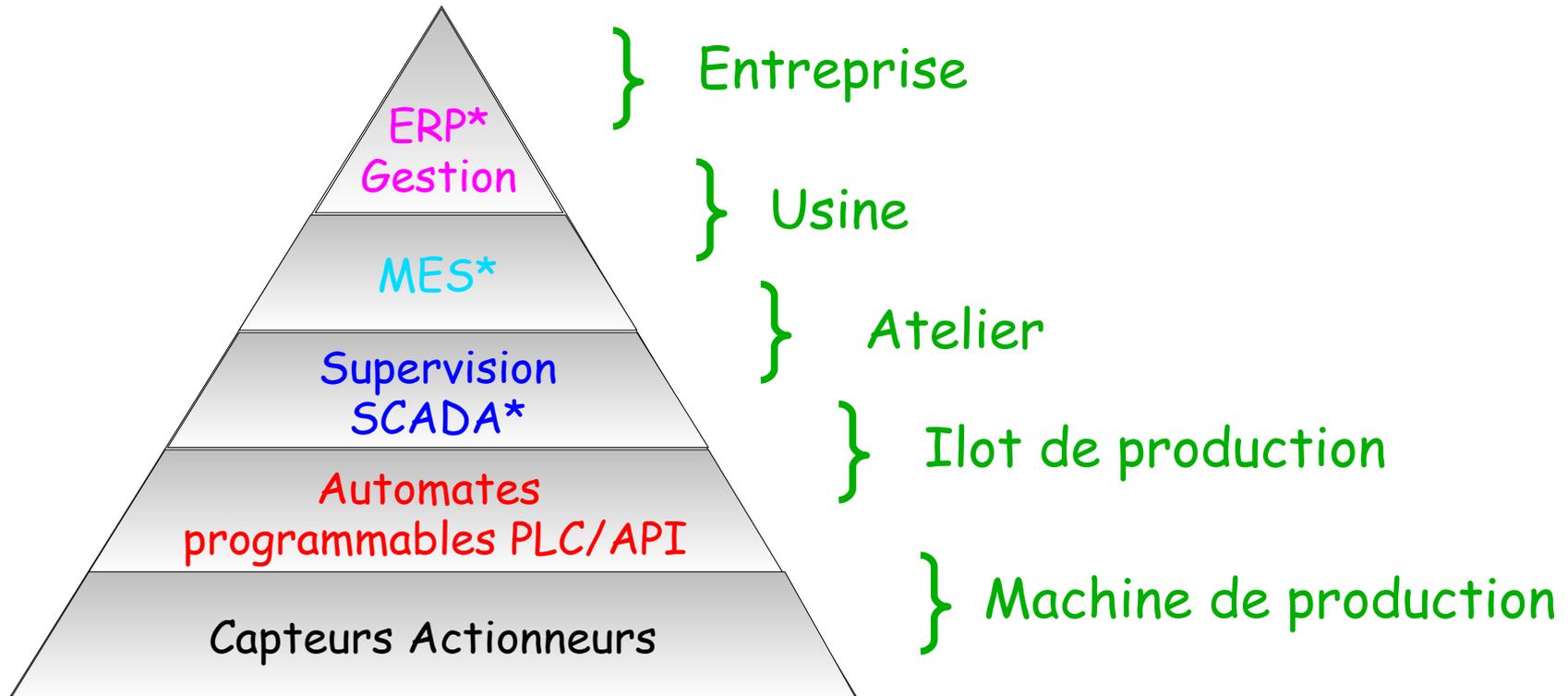
IEEA
Informatique
Electronique
Electrotechnique
Automatique

Pierre BONNET

Master SMaRT
Novembre 2010

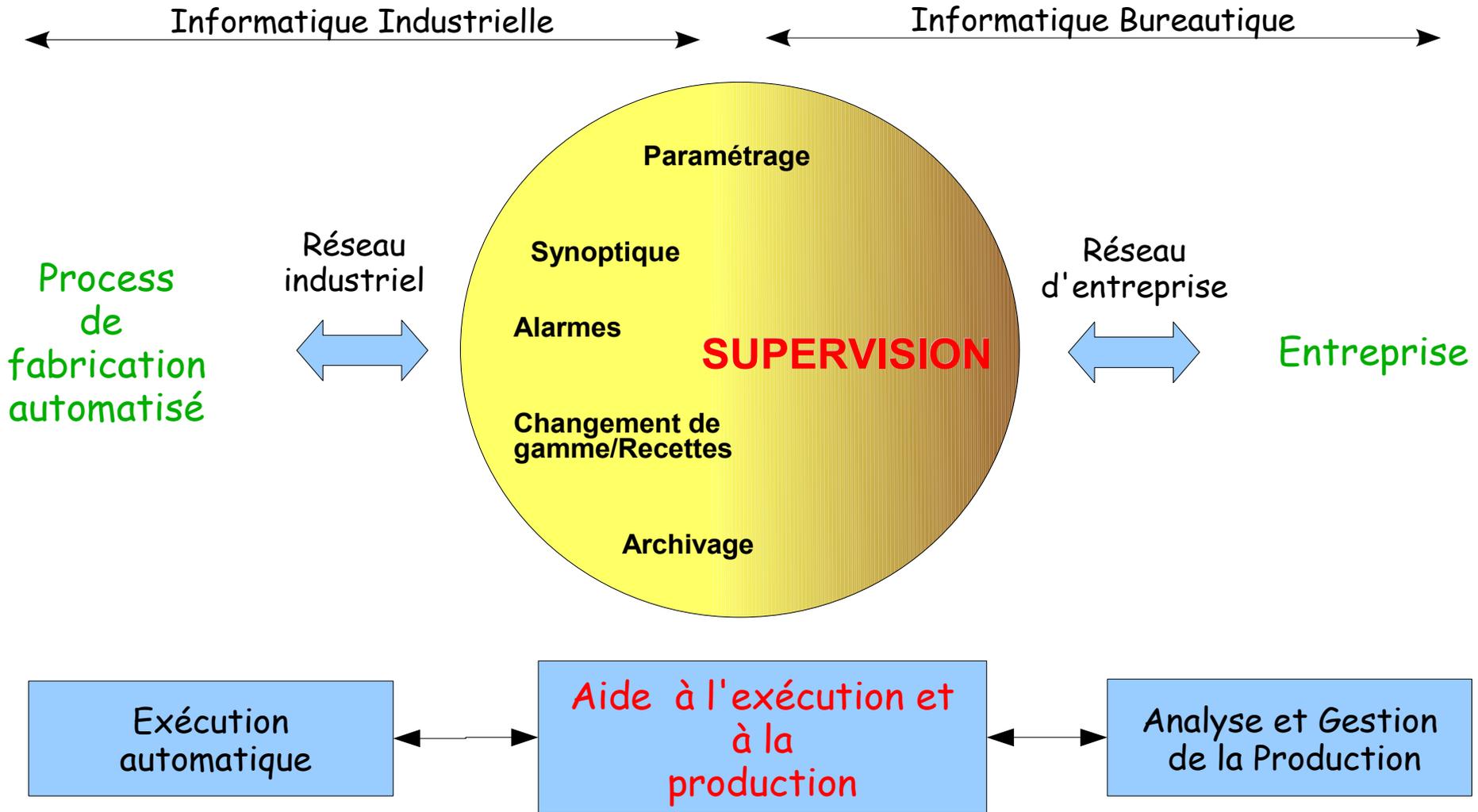
Fonctions de la Supervision Supervisory Control & Data Acquisition

La supervision dans la hiérarchie d'une entreprise manufacturière



*MES : Manufacturing Execution System *ERP : Enterprise Resource Planning

Fonctions de la Supervision

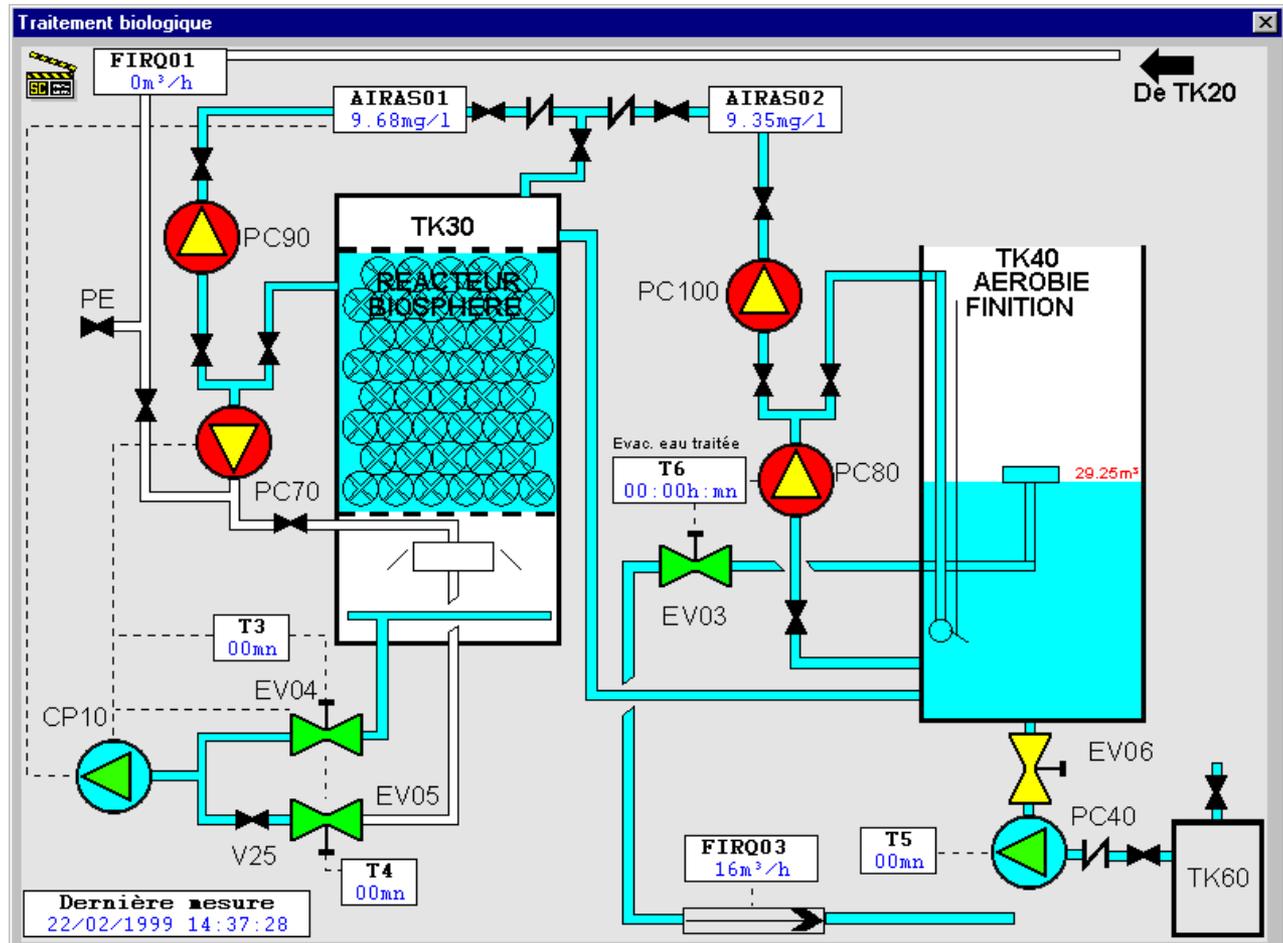


Fonctions de la Supervision

- ⇒ Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés à la production dont les buts sont :
- l'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique...)
 - la visualisation de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée de contrôle de processus , avec une mise en évidence des anomalies (alarmes)
 - la collecte d'informations en temps réel sur des processus depuis des sites distants (machines, ateliers, usines...) et leur archivage
 - l'aide à l'opérateur dans son travail (séquence d'actions/batch , recette/receipe) et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème ...)
 - fournir des données pour l'atteinte d'objectifs de production (quantité, qualité, traçabilité, sécurité...)

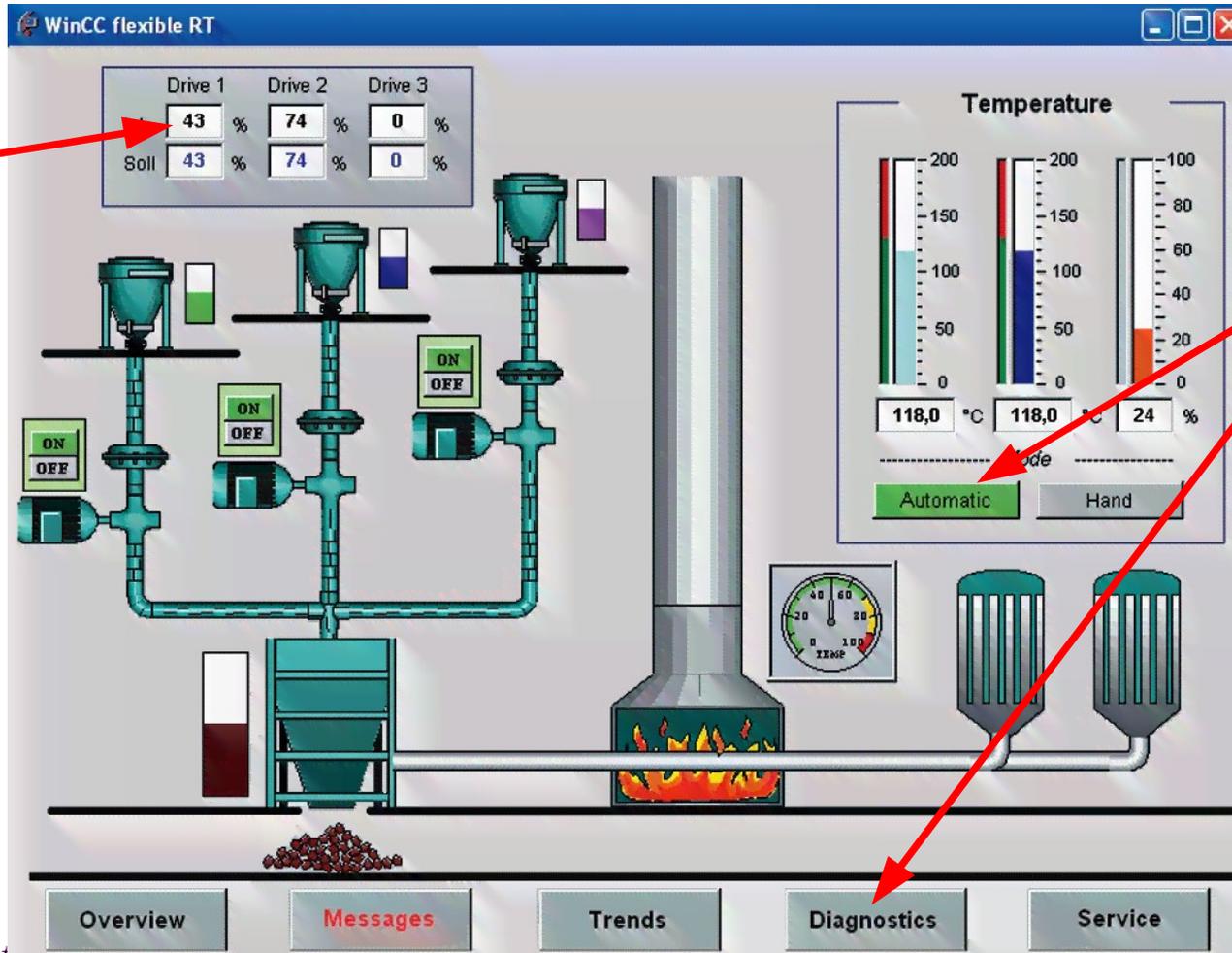
Fonctions de la Supervision

⇒ **Synoptique** fonction essentielle de la supervision, fournit une **représentation** synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des moyens de production de l'unité



Fonctions de la Supervision

- ⇒ **Synoptique** : permet à l'opérateur d'**interagir** avec le processus et de visualiser le comportement normal



fenêtres de saisie

bouton en interaction avec l'opérateur

Fonctions de la Supervision

⇒ **Synoptique** : permet à l'opérateur de visualiser le comportement **anormal**

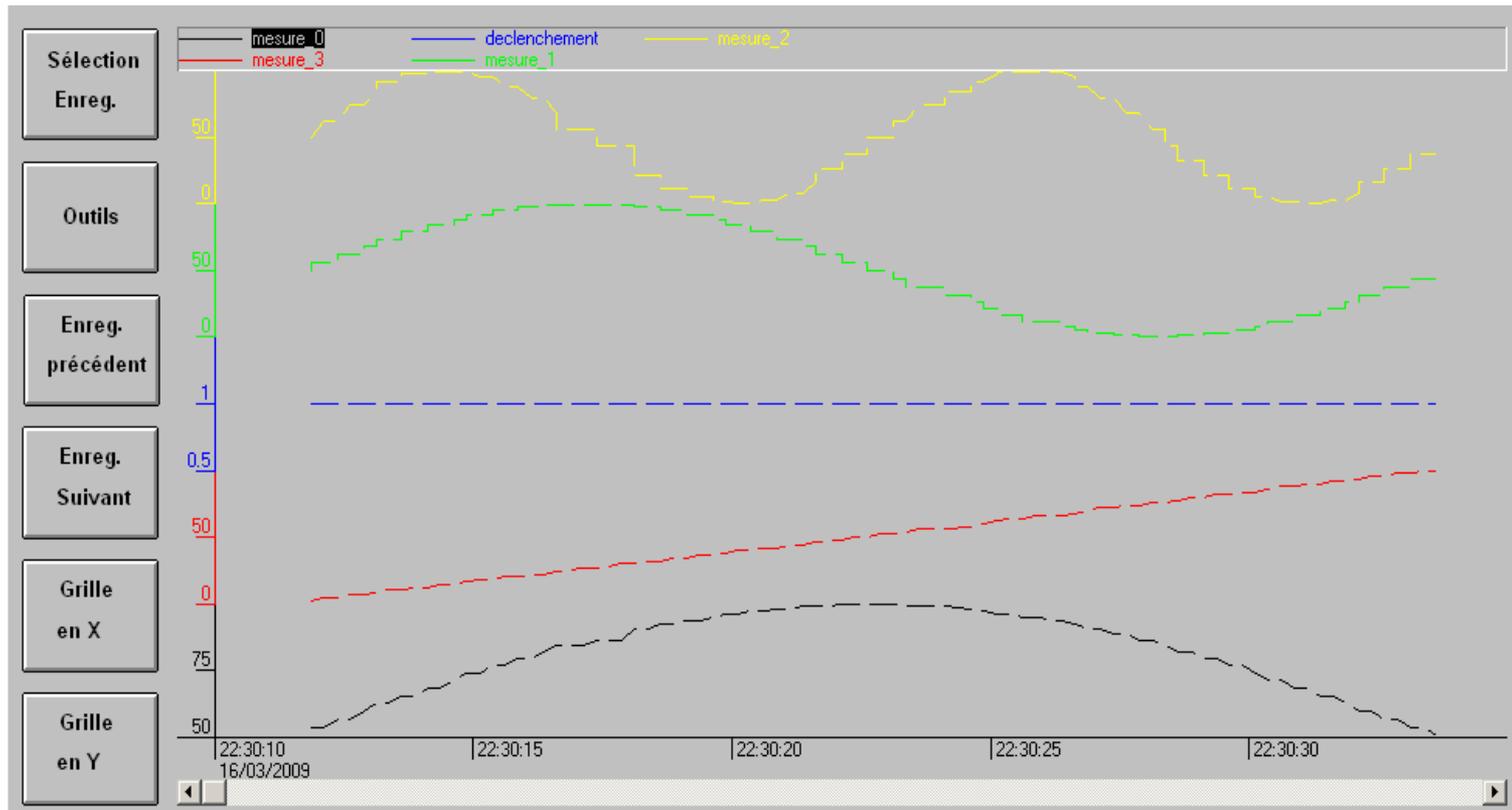
Date	Heure	ID	Description	Status
18/10/2008	20:10:35	ALL040SC1	Disp. NAcc	Défaut discordance allumage 04 Station 02
18/10/2008	09:09:23	ALL040SC3	Disp. NAcc	Défaut discordance allumage 04 Station 02
18/10/2008	07:21:25	ALL140SC3	Disp. NAcc	Défaut discordance allumage 14 Station 02
18/10/2008	19:28:15	ALL140SC4	Disp. NAcc	Défaut discordance allumage 14 Station 02

éléments en défaut de communication

Fonctions de la Supervision

⇒ Courbes:

- donne une représentation graphique de différentes données du processus
- donne les outils d'analyse des variables historisées



Fonctions de la Supervision

- ⇒ **Alarmes:**
- calcule en temps réel les conditions de déclenchement des alarmes
 - affiche l'ensemble des alarmes selon des règles de priorité,
 - donne les outils de gestion depuis la prise en compte jusqu'à la résolution complète
 - assure l'enregistrement de toutes les étapes de traitement de l'alarme

The screenshot displays a software interface for alarm management. At the top, a section titled "Consignation d'état" contains two small tables. The left table is empty, while the right table shows a single entry: "16/03/2009 22:30:52 Départ lot n° 1." Below this is a larger section titled "Consultation des historiques" with a "(Filtre courant :)" label. This section contains a large table with columns for Date, Heure, Événement, Libellé Alarme, Poste, and Opérateur. The table lists multiple fire detection events from March 16, 2009, at 22:30:00 to 22:31:57, involving buildings 1, 2, and 4. The events are color-coded: green for "Disp. Acq", red for "Alm Acq", and black for "Alarme". At the bottom, there are two panels: "Filtres" and "Acquittements". Each panel has a "General" button and a dropdown menu with options "Pompes", "Palettes", and "GTC- GTB".

Date	Heure	Événement	Libellé Alarme	Poste	Opérateur
16/03/2009	22:32:02	Disp. Acq	Batiment2 Détection incendie 2eme étage Sud		
16/03/2009	22:32:02	Alm Acq	Batiment1 Détection incendie Rez de chaussée Nord		
16/03/2009	22:32:01	Alm Acq	Batiment2 Détection incendie 2eme étage Sud		
16/03/2009	22:32:00	Disp. Acq	Batiment4 Détection incendie 1er étage Sud		
16/03/2009	22:31:58	Alm Acq	Batiment4 Détection incendie 1er étage Sud		
16/03/2009	22:31:57	Disp. Acq	Batiment2 Détection incendie 1er étage Sud		
16/03/2009	22:31:57	Alarme	Batiment1 Détection incendie Rez de chaussée Nord		
16/03/2009	22:31:53	Disp. NAcq	Batiment2 Détection incendie 1er étage Sud		
16/03/2009	22:31:52	Alarme	Batiment2 Détection incendie 2eme étage Sud		
16/03/2009	22:31:50	Disp. Acq	Batiment4 Détection incendie 1er étage Nord		
16/03/2009	22:31:48	Alarme	Batiment4 Détection incendie 1er étage Sud		
16/03/2009	22:31:48	Alm Acq	Batiment4 Détection incendie 1er étage Nord		
16/03/2009	22:31:44	Alarme	Batiment2 Détection incendie 1er étage Sud		
16/03/2009	22:31:42	Alarme	Batiment4 Détection incendie 1er étage Nord		

Fonctions de la Supervision

⇒ Historisation du procédé:

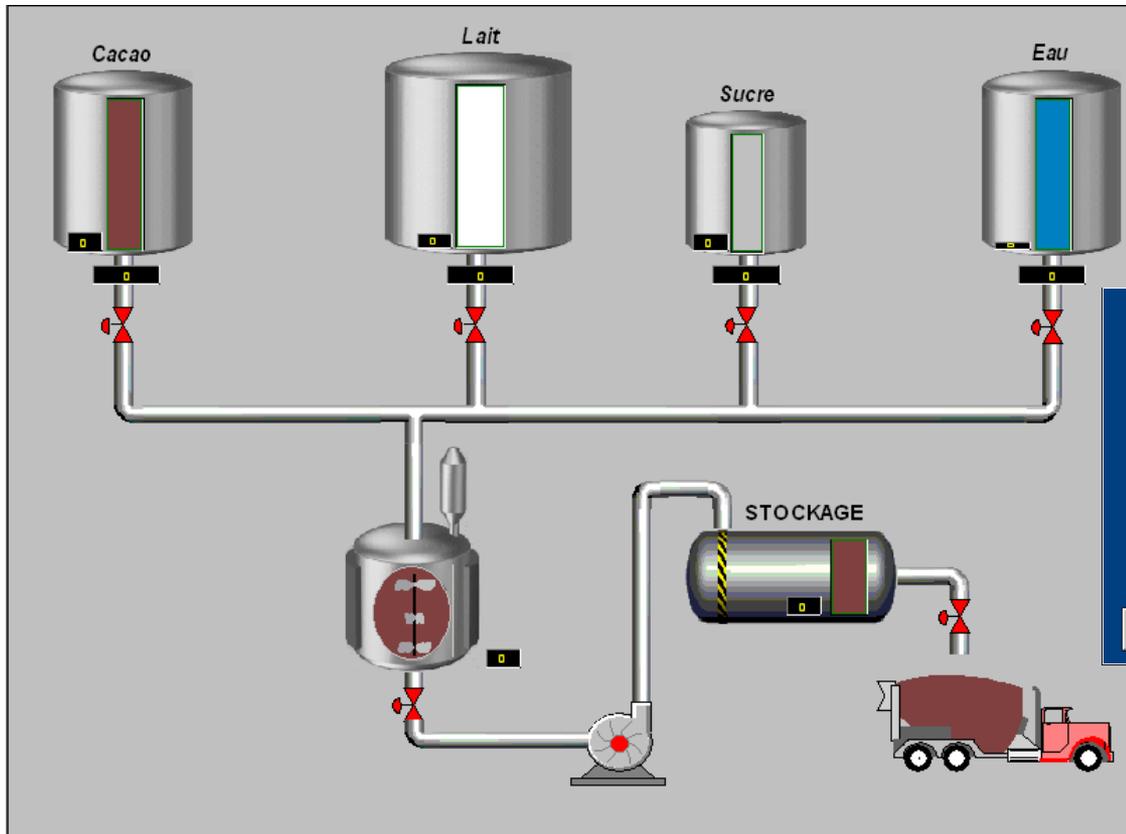
- permet la sauvegarde **périodique** de grandeurs (archivage au fil de l'eau)
- permet la sauvegarde d'**événements horodatés** (archivage sélectif)
- fournit les outils de recherche dans les données archivées
- fournit la possibilité de refaire fonctionner le synoptique avec les données archivées (fonction de magnétoscope ou de replay)
- permet de garder une **trace validée** de données critiques (**traçabilité** de données de production)



Fonctions de la Supervision

⇒ **Gestion des gammes de fabrication et recettes:**

- donne un outil de **gestion des lots** de fabrication (batchs)
- gère les **paramètres** de réglage des machines pour chacun des lots (recettes)



Visualisation
Produit / OF : 0

	Qté	Durée
Eau :	0	Mélange : 0
Lait :	0	Chauffe : 0
Sucre :	0	Refroid : 0
Chocolat :	0	

Nouvelle Enregistrer Visualiser Fermer

Fonctions de la Supervision

⇒ Quelques superviseurs commerciaux:



Monitor Pro, Vidjeo
Look, Citect



Panorama P2,
Panorama E2



TopKapi



PcVue, PlantVue



ControlMaestro,
Wizcon



SIMATIC WinCC
Version 7



Genesis 32



InTouch,
InControl

Où et Quand une supervision ?

Domaines d'application :

- ⇒ Le pilotage de grandes installations industrielles automatisées:
 - métallurgie (laminoir) production pétrolière (distillation),
 - production et stockage agroalimentaire (lait, céréales...)
 - production manufacturière (automobile, biens de consommation...)

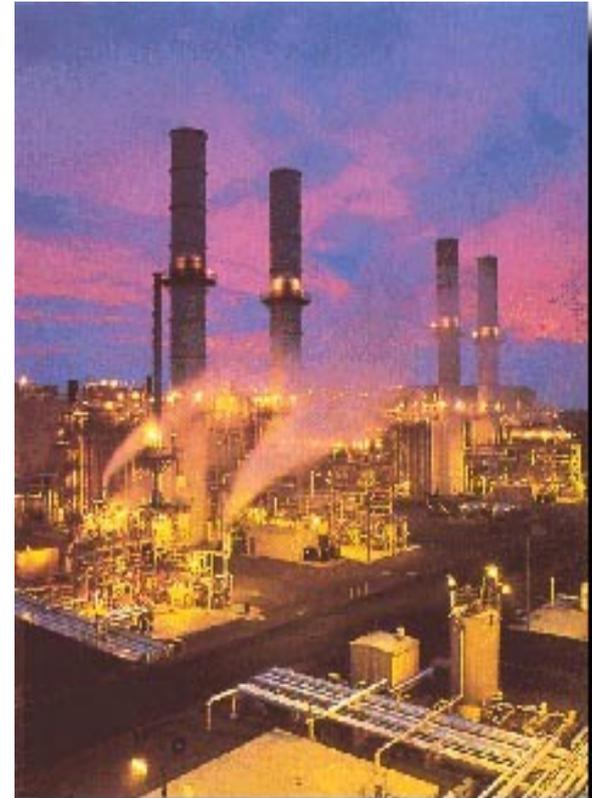
- ⇒ Le pilotage d'installations réparties:
 - alimentation en eau potable,
 - traitement des eaux usées,
 - gestion des flux hydrauliques (canaux, rivières, barrages...)
 - gestion de tunnels (ventilation, sécurité)

- ⇒ La gestion technique de bâtiments et gestion technique centralisée (GTC):
 - gestion des moyens de chauffage et d'éclairage (économies d'énergie)
 - gestion des alarmes incendies
 - contrôle d'accès, gestion des alarmes intrusion
 -

Où et Quand une supervision ?

Exemple industriel : une plateforme pétrolière :

- La supervision se fait par la surveillance de 500 variables analogiques et 2500 variables logiques (TOR)
-
- Les alarmes sont générées sur des dépassements de seuils.
-
- Une avalanche d'alarmes peut mettre en jeu 500 alarmes (variables) en moins d'une minute.
-
- Un problème mineur toutes les demi-heure et un problème majeur par semaine.
-
- Il y a plus d'avantages à éviter un arrêt de l'installation qu'à gagner qq % de production



Où et Quand une supervision ?

Exemple d'un Système manufacturier :

- Objectif : remonter l'information de l'atelier de production vers le système d'information de l'entreprise
-
- Conduite du procédé
-
- (synoptiques, tracés de courbes, alarmes)
-
- Suivi de fabrication
-
- Suivi des commandes
-
- Qualité
-
- Traçabilité
-
- SPC (statistic Process Control)



Où et Quand une supervision ?

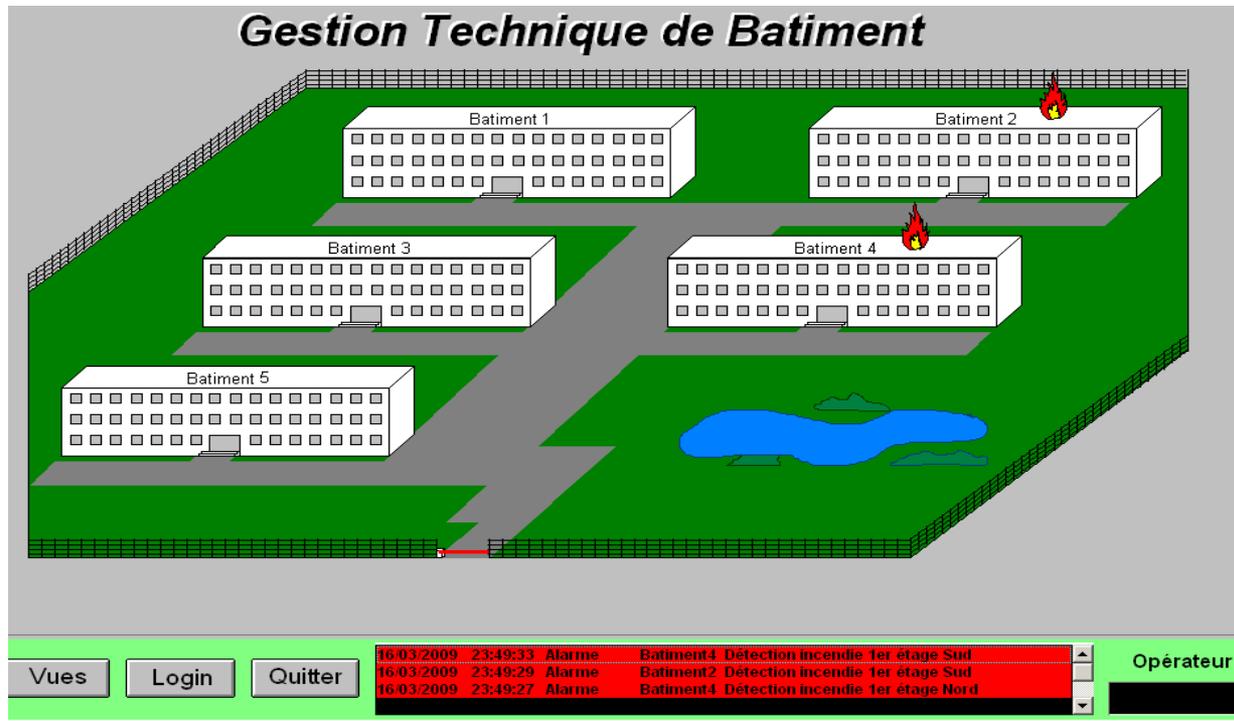
Pour les grands systèmes continus :

- La supervision assure surtout le rôle de contrôle-commande.
 - Elle est souvent centralisée dans une salle de contrôle.
 - Beaucoup de variables analogiques
-
- Tâches de transition (arrêt, démarrage, changement de consigne)
 - Contrôle et suivi de l'installation (anticiper les défaillances, optimiser la production)
 - Détection de défauts et diagnostic
 - Compensation et correction.



Où et Quand une supervision ?

Gestion Technique de bâtiments :



Exemple d'application:
le Conseil Régional de Lille 2400 régulateurs de chauffage/ventilation

Où et Quand une supervision ?

⇒ A la **conception** d'un nouveau moyen de production et lorsqu'un fort investissement est décidé, l'ajout d'une supervision n'a qu'un impact mineur. Il est donc souhaitable de l'inclure dès la conception.

⇒ Lorsqu'il est nécessaire d'**améliorer l'efficacité** d'un moyen de production existant.

*Si le matériel est ancien, la documentation faible ou si les concepteurs de l'outil de production ont disparu, il est alors **peu conseillé** d'implanter à postériori une supervision.*

Où et Quand une supervision ?

⇒ Le retour sur investissement est très élevé

- **Exemple :** soit une ligne qui fabrique 10000 produits par jour vendus à 2 euros, et une supervision qui apporte un gain de 3 points de productivité de la ligne.

Actions	Coûts / Gains	Commentaire
Prix	30000	
Arrêt de la ligne (2 semaines)	$10000 * 2 * 10 = 200000$	L'arrêt du moyen est à éviter au maximum
Gains de productivité induits	$10000 * 2 * 3\% = 600 /j$	
Retour sur investissement	50 jours	Sans arrêt
Retour sur investissement	383 jours	Avec arrêt

Fonctionnalités d'un système de Supervision :

Un système SCADA comprend 2 sous-ensembles fonctionnels:

- la **commande**
- la **surveillance**

Fonctionnalités d'un système de Supervision : commande

Le rôle de la **commande** est de faire exécuter un ensemble d'opérations (élémentaires ou non suivant le niveau d'abstraction auquel on se place) au **procédé** en fixant des consignes de fonctionnement en réponse à des ordres d'exécution.

Il s'agit de réaliser généralement une **séquence** d'opérations constituant une gamme de fabrication dans le but de fabriquer un produit en réponse à une demande d'un client.

La **commande** regroupe toutes les fonctions qui agissent directement sur les actionneurs du procédé qui permettent d'assurer :

- le fonctionnement en l'absence de défaillance ,
- la reprise ou gestion des modes ,
- les traitements d'urgence ,
- une partie de la maintenance corrective.

Fonctionnalités d'un système de Supervision : commande

Les fonctions de **commande** en marche normale sont:

- ⇒ L'envoi de **consignes** vers le procédé dans le but de provoquer son évolution.
- ⇒ L'acquisition de **mesures** ou de compte-rendus permettant de vérifier que les consignes envoyées vers le procédé produisent exactement les effets escomptés.
- ⇒ L'acquisition de mesures ou d'informations permettant de reconstituer l'**état réel** du procédé et/ou du produit.
- ⇒ L'envoi vers le procédé d'**ordres prioritaires** permettant de déclencher des procédures de sécurité (arrêts d'urgence par exemple)

Fonctionnalités d'un système de Supervision: surveillance

La partie **surveillance** d'un superviseur a pour objectifs :

- ⇒ La **détection** d'un fonctionnement ne correspondant plus à ce qui est attendu.
- ⇒ La recherche des **causes** et **conséquences** d'un fonctionnement non prévu ou non contrôlé
- ⇒ L'élaboration de solutions permettant de **pallier** le fonctionnement non prévu
- ⇒ La **modification** des modèles utilisés pendant le fonctionnement prévu pour revenir à ce fonctionnement : changement de la commande, réinitialisations, etc.,
- ⇒ La **collaboration** avec les opérateurs humains pour les prises de décision critiques, pour le recueil d'informations non accessibles directement et pour l'explication de la solution curative envisagée ou appliquée

Fonctionnalités d'un système de Supervision: surveillance

La partie **surveillance**:

- **recueille** en permanence tous les signaux en provenance du procédé et de la commande
- **reconstitue** l'état réel du système commandé
- fait toutes les **inférences** nécessaires pour produire les données utilisées pour dresser des historiques de fonctionnement
- met en oeuvre un processus de traitement de **défaillance** le cas échéant

Dans cette définition, la **surveillance** est limitée aux fonctions qui collectent des informations, les archivent, font des inférences, etc. sans agir réellement ni sur le procédé ni sur la commande. La surveillance a donc un **rôle passif** vis-à-vis du système de commande et du procédé.

Fonctionnalités d'un système de Supervision

Le **système de supervision** **contrôle** et **surveille** l'exécution d'une opération ou d'un travail effectué par d'autres sans rentrer dans les détails de cette exécution.

⇒ en fonctionnement **normal**, son rôle est surtout de prendre en **temps réel** les dernières décisions correspondant aux degrés de liberté exigés par la flexibilité décisionnelle. Pour cela, il est amené à faire de l'ordonnancement temps réel, de l'optimisation, à modifier en ligne la commande et à gérer le passage d'un algorithme de surveillance à l'autre.

⇒ en présence de **défaillance**, la supervision va prendre toutes les décisions nécessaires pour le retour vers un fonctionnement **normal**. Après avoir déterminé un nouveau fonctionnement, il peut s'agir de choisir une solution curative, d'effectuer des réordonnements "locaux", de prendre en compte la stratégie de surveillance de l'entreprise, de déclencher des procédures d'urgence, etc.

Cahier des charges externe d'un système SCADA

⇒ Accéder aux informations (**lecture et écriture**) des unités de traitement (automates, régulateurs, chaînes d'acquisition, cartes E/S, systèmes d'identification, terminaux...) en **temps réel**.

⇒ Ces périphériques sont généralement **hétérogènes** :

communications physiques diverses:

- liaison série standard RS 232 ou RS485
- liaison dédiée (ASI, CAN, Profibus)
- réseau Ethernet...

protocoles différents

- Modbus ASCII, RTU, TelWay
- CanOpen, DeviceNet
- UDP, TCP/IP, ModbusTCP ...

Cahier des charges externe d'un système SCADA

⇒ **Visualiser** les informations dans un interface HMI du type graphique **réactif** aux données et **interactif** avec l'opérateur ..

L'environnement graphique peut être propriétaire (logiciel graphique intégré au superviseur) ou standard (utilisation d'un interface de type navigateur Web).

La visualisation graphique sur poste **distant** (Web?) est souvent demandée par l'exploitant.

La visualisation est **répartie** sur plusieurs postes graphiques pour les applications de grande dimension.

Cahier des charges externe d'un système SCADA

- ⇒ Calculer des grandeurs définies par des **formules** et/ou des séquences d'**évènements**
- ⇒ **Détecter** prioritairement les situations d'**alarme**, gérer les alarmes multiples, lancer les actions sur le processus et prévenir les opérateurs, y compris à distance (envoi de sms, mails, appel téléphonique automatique)
- ⇒ Gérer la prise en compte des alarmes par les opérateurs (**acquiescement**)
- ⇒ Donner les moyens de contrôle direct des opérateurs sur le processus (**forçage**)
- ⇒ Fournir des **recettes** [recipe] pour les changements de gamme de fabrication

Cahier des charges externe d'un système SCADA

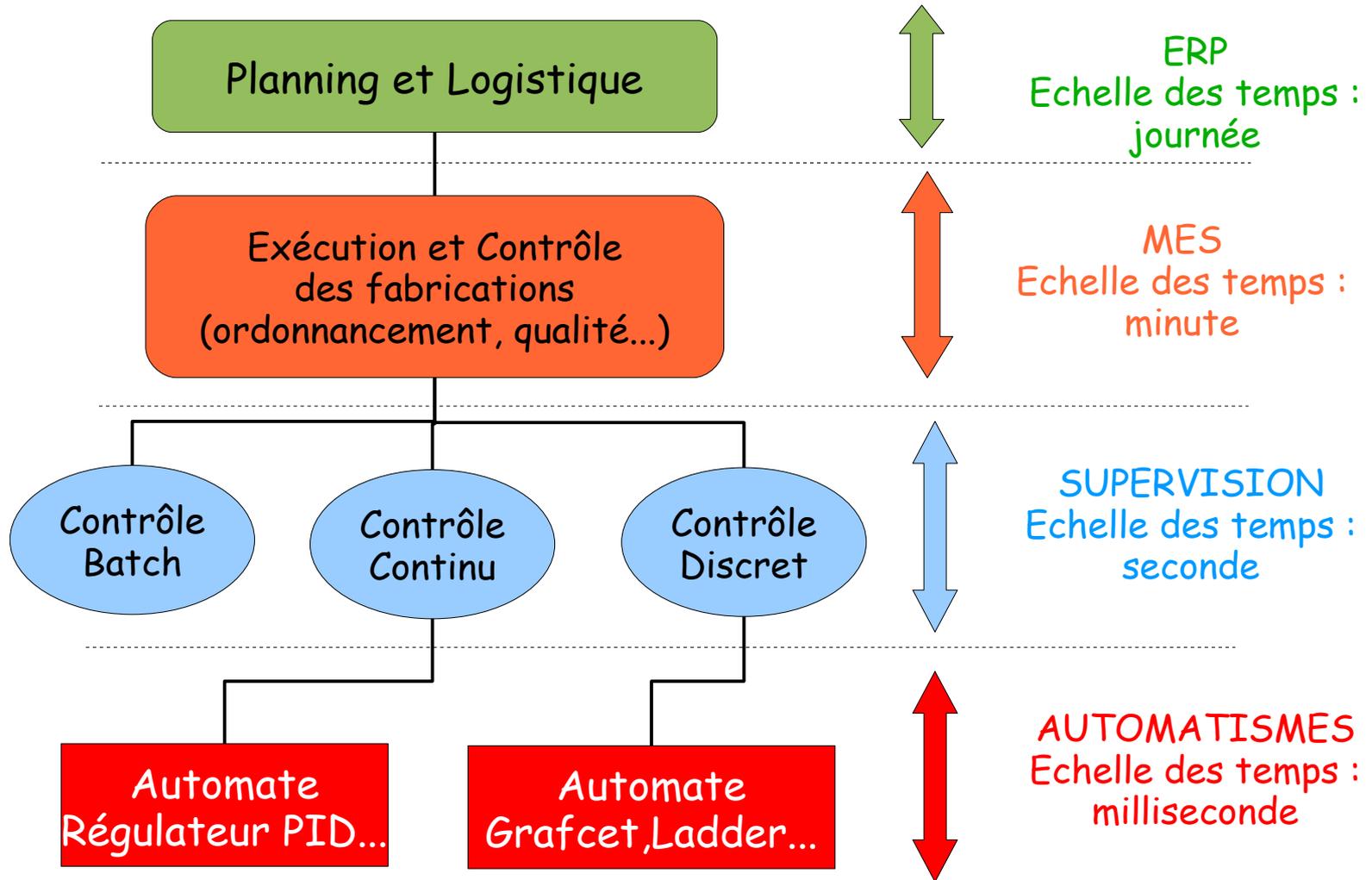
- ⇒ **Enregistrer** les valeurs des variables et les actions des opérateurs en vue d'une analyse ultérieure des incidents (mode magnétoscope)
- ⇒ **Archiver** sélectivement les données (grandeurs sources, variables internes calculées, commandes, alarmes) et permettre la traçabilité
- ⇒ Donner des **outils d'analyse** de données en vue d'une analyse visuelle, d'une exploitation statistique (MTBF, MTTR, TRS...) ou d'une correction du processus (Maîtrise Statistique de la Qualité..)

Cahier des charges d'un système SCADA

⇒ Gérer la **sûreté** de fonctionnement

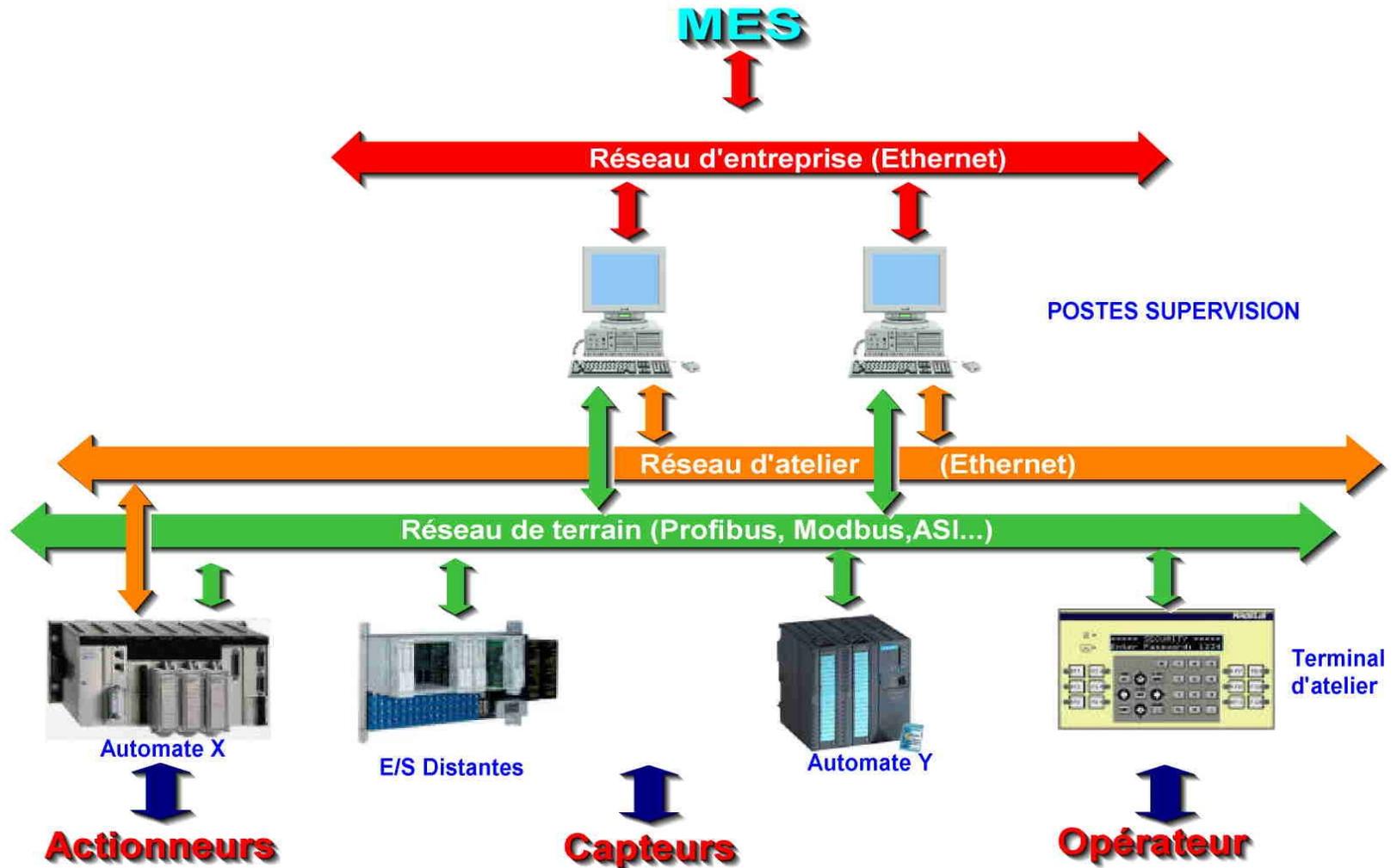
- sûreté interne des programmes
- sûreté de la machine support du superviseur
- identification de l'utilisateur
- sûreté vis à vis des demandes de l'utilisateur (verrouillage de fonctionnalités suivant le niveau hiérarchique de l'utilisateur)
- sûreté des communications (détection des défauts de mise à jour des variables) et gestion automatique de la redondance matérielle ou logicielle

Architecture matérielle du système de supervision



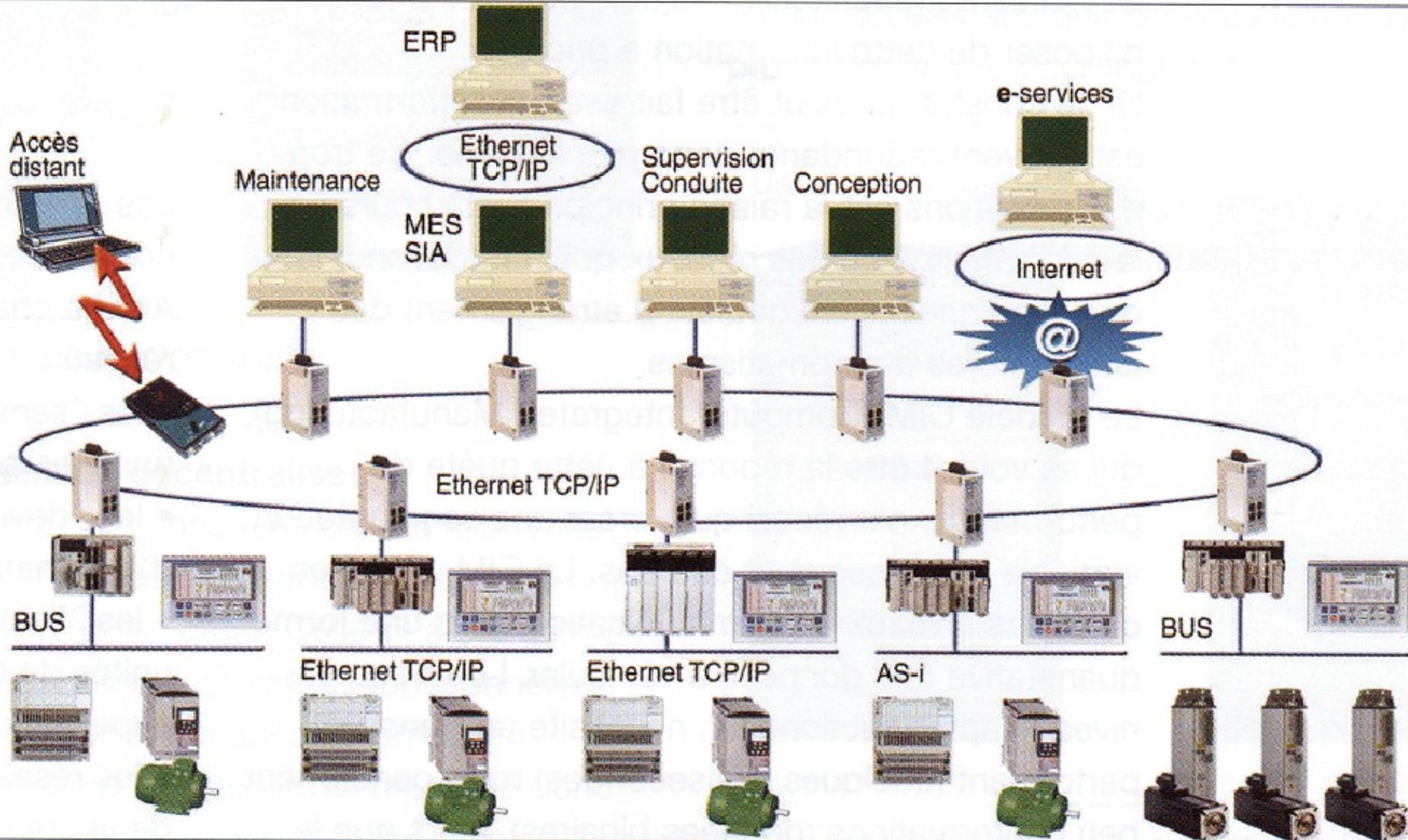
Source:ISA

Architecture matérielle du système de supervision

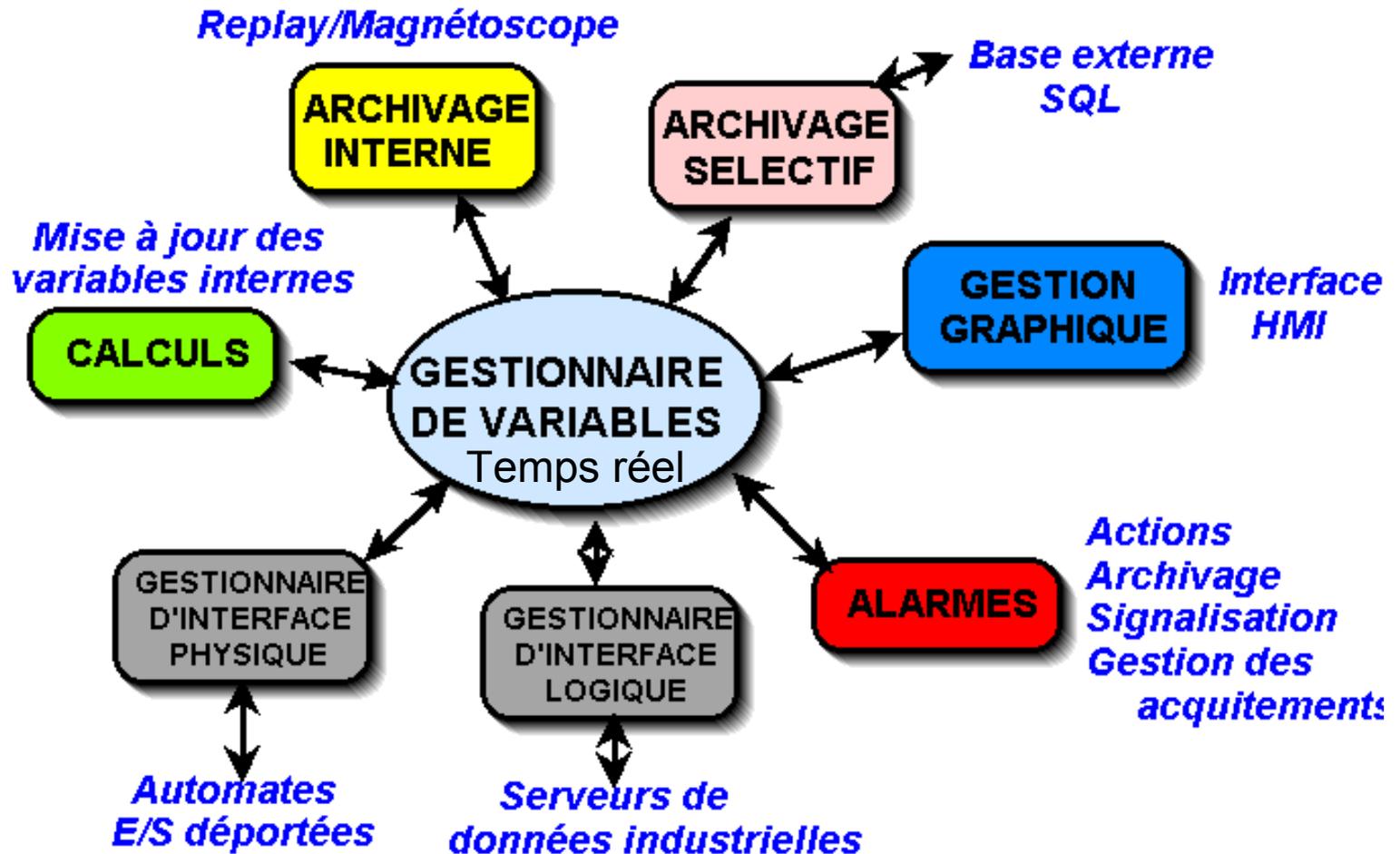


SUPERVISION, SCADA, MES...

Architecture matérielle du système de supervision



Organisation logicielle d'un système de Supervision



Organisation logicielle d'un système de Supervision

⇒ **types particuliers** dédiés au contrôle-commande

- variable booléenne ou TOR (0-1 , false-true)
- variable numérique (real, double)
- variable chaîne de caractère

**GESTIONNAIRE
DE VARIABLES
Temps-Réel**

⇒ **variable "objet"**

- valeur de la variable
- unités
- échelle, limites
- horodatage, fraîcheur
- hystérésis

Ces notions ont été intégrées dans la **norme OPC** (Object for Process Control)

Organisation logicielle d'un système de Supervision

⇒ spécificité Temps-réel de la base des variables

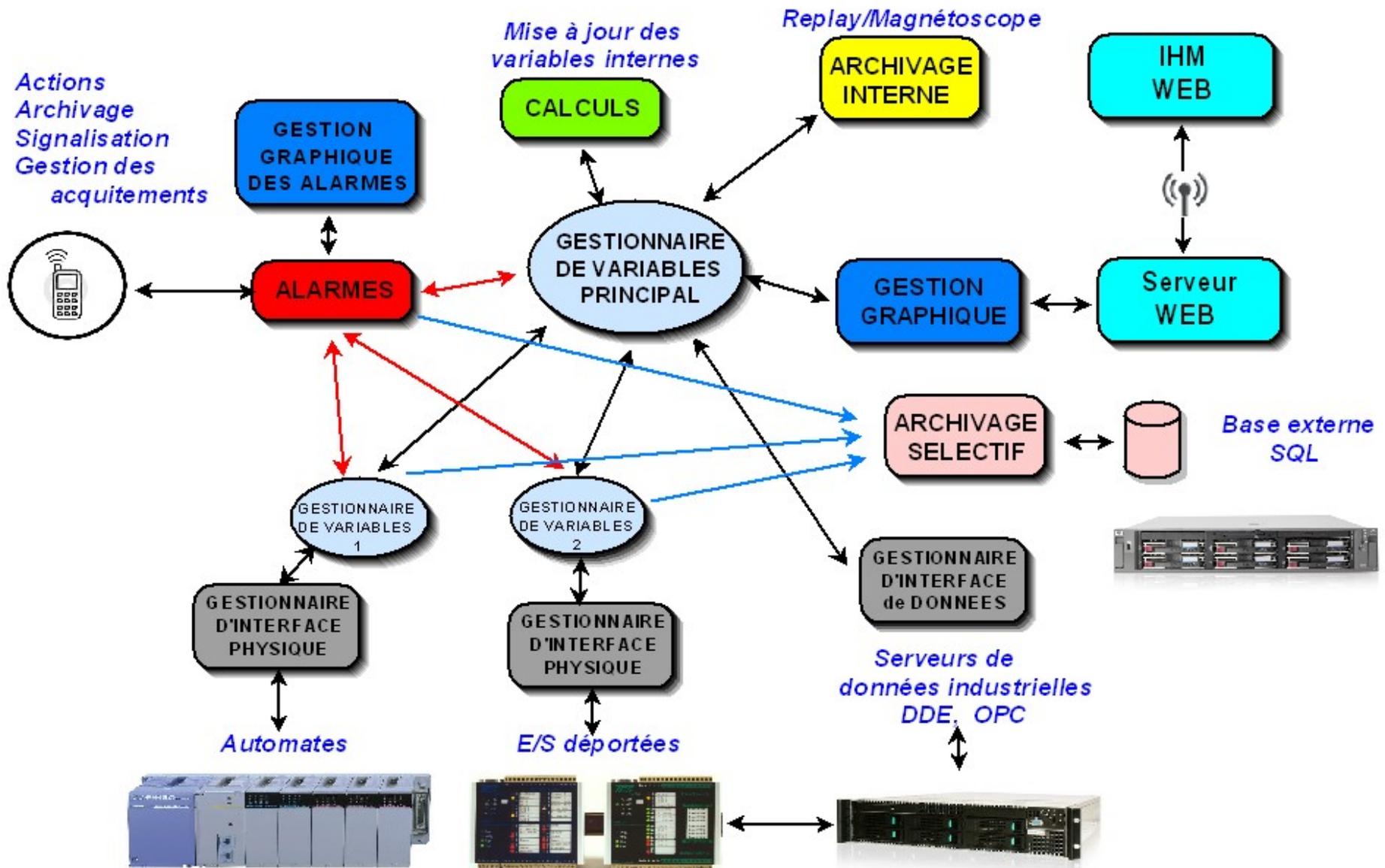
**GESTIONNAIRE
DE VARIABLES
Temps-Réel**

- **synchronisme** avec l'interface IHM par
 - mise à jour de l'affichage (valeurs affichées, graphismes)
 - prise en compte des actions (boutons, curseurs)
 - prise en compte des valeurs (saisie)
- **synchronisme** avec le matériel
 - lecture des variables en entrée
 - envoi des valeurs en sortie

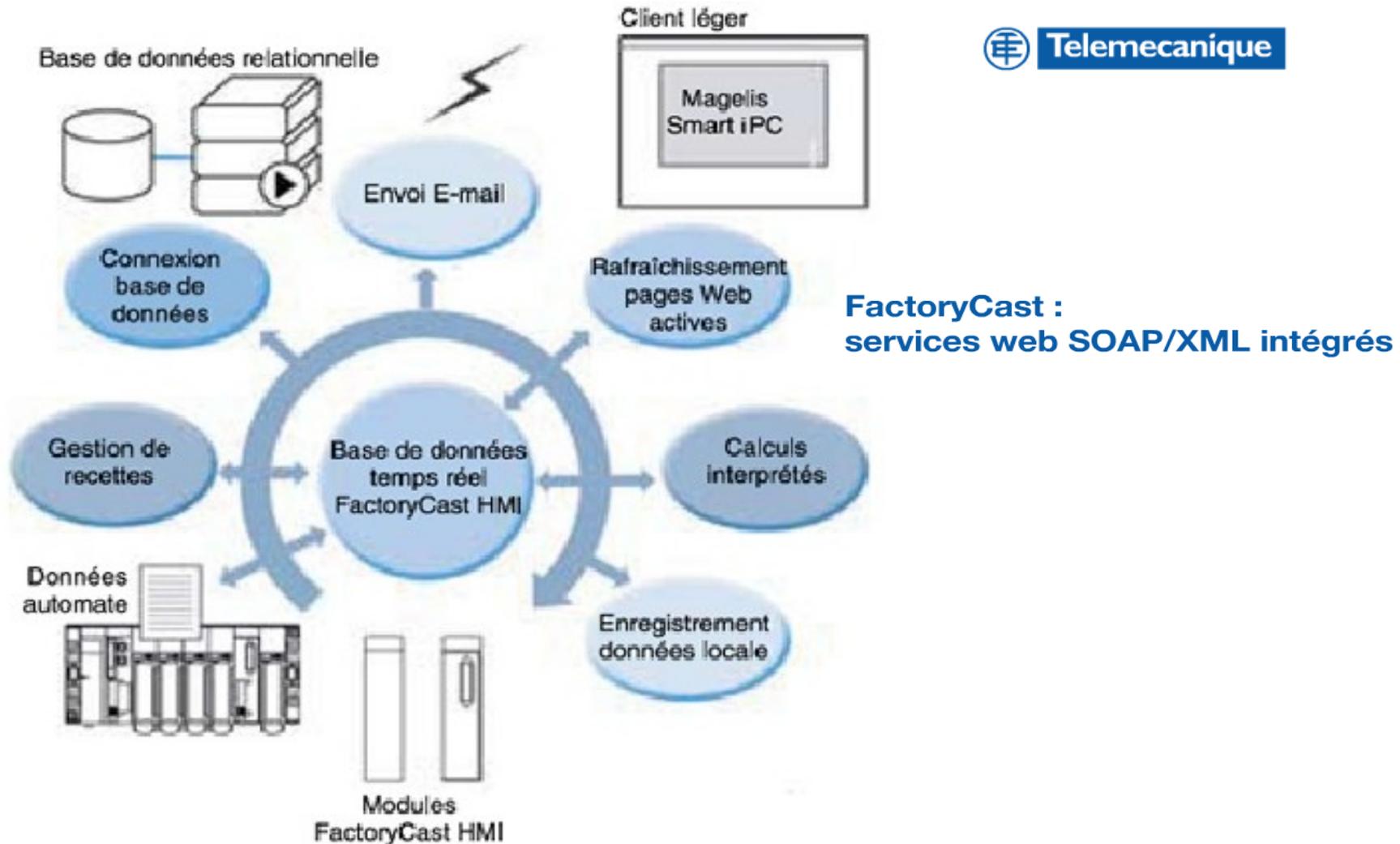
Le synchronisme peut être obtenu de 2 manières :

- par accès cyclique aux périphériques
- par analyse des changement de valeur et activation ndes fonctions associées

Organisation logicielle répartie d'un système SCADA



Exemple d'Organisation d'un système SCADA commercial



Analyse des caractéristiques d'un SCADA

● Système d'exploitation

- mono ou multi-utilisateurs (sécurité de gestion des utilisateurs)
- mono ou multi-tâches (traitement de la base de données , rafraîchissement des vues, alarmes, communications, édition...)
- périodicité des tâches garanties ou non
- interruption de tâches

● Communications

- communications entre tâches (liaison dynamique, protocole, ex DLL, OLE)
- communications matérielles (périphériques, cartes spécialisées, protocoles ex série, CAN, TCP, UDP)

● Supervision répartie

- postes autonomes en réseau
- répartition des tâches ou des variables entre plusieurs postes
- postes clients d'un serveur multi-utilisateur

Analyse des caractéristiques d'un SCADA

- Base de données « variables » du superviseur
 - contient les informations venant des processus relatives aux automatismes
 - rafraîchissement :
 - cyclique (mise à jour périodiquement)
 - cyclique paramétrable (base partagée en plusieurs blocs)
 - sélectif (mise à jour uniquement des variables des vues de l'écran actif)
 - flash (mise à jour à l'ouverture d'une vue)
 - sur exception (rafraîchissement sur changement d'état des variables)
 - capacité

Analyse des caractéristiques d'un SCADA

● Traitements graphiques

- cartes et résolutions supportés
- redimensionnement des vues, des textes (vectorisation ex SVG)
- affichage multi-lingue
- affichage dédié ou standard, affichage distant (Web)

● Conduite

- télécommande directe du processus par forçage des variables depuis l'IHM
- validation de la conduite selon niveau opérateur

● Traitement des alarmes

- hiérarchie et priorité des alarmes
- datation
- occurrence multiple
- acquittement par des postes multiples

Analyse des caractéristiques d'un SCADA

● Archivage

- historique des variables
- archivage sélectif
- archivage court terme/long terme
- capacité et structure d'archivage
- archivage sur structure standard (SQL, Oracle...)

● Programmation

- éditeur graphique
- bibliothèque de composants (ActiveX)
- structure générale de gestion (hiérarchies des objets, instanciation)
- programmation des fonctions prédéfinies
- développement de traitements spécifiques
- extensions matériel (nouveau couplage)
- extension logicielle par ajout de composants externes (ActiveX)

Analyse des caractéristiques d'un Superviseur

- **Sûreté de fonctionnement**

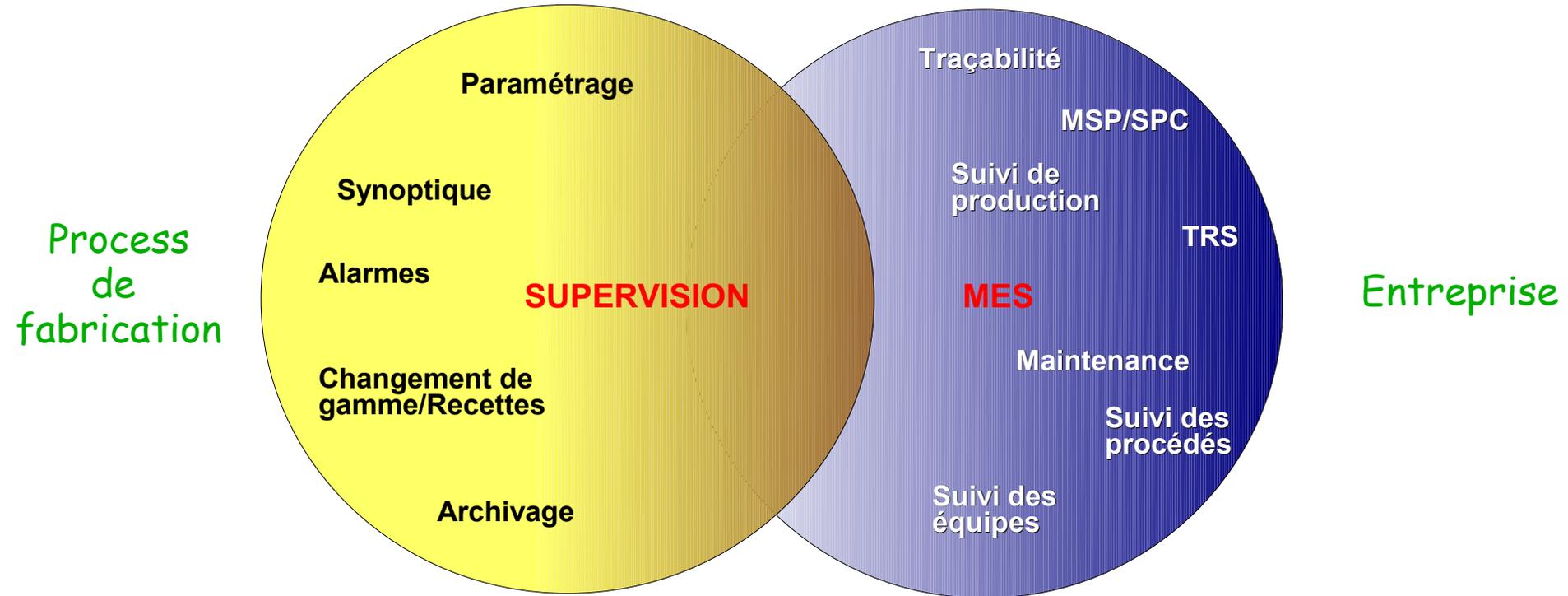
- sûreté de communication (détection des pannes, recouvrement des erreurs, mode repli, redondance)
- sûreté du matériel de traitement (coupure d'alimentation, fiabilité du système d'exploitation)
- sûreté du logiciel de supervision
- sûreté des commandes (contrôle d'accès aux vues, protection des variables)

- **Performances/Prix**

- prix de l'équipement complet (matériel + système d'exploitation + logiciel)
- cycle de vie, mise à jour, assistance, documentation

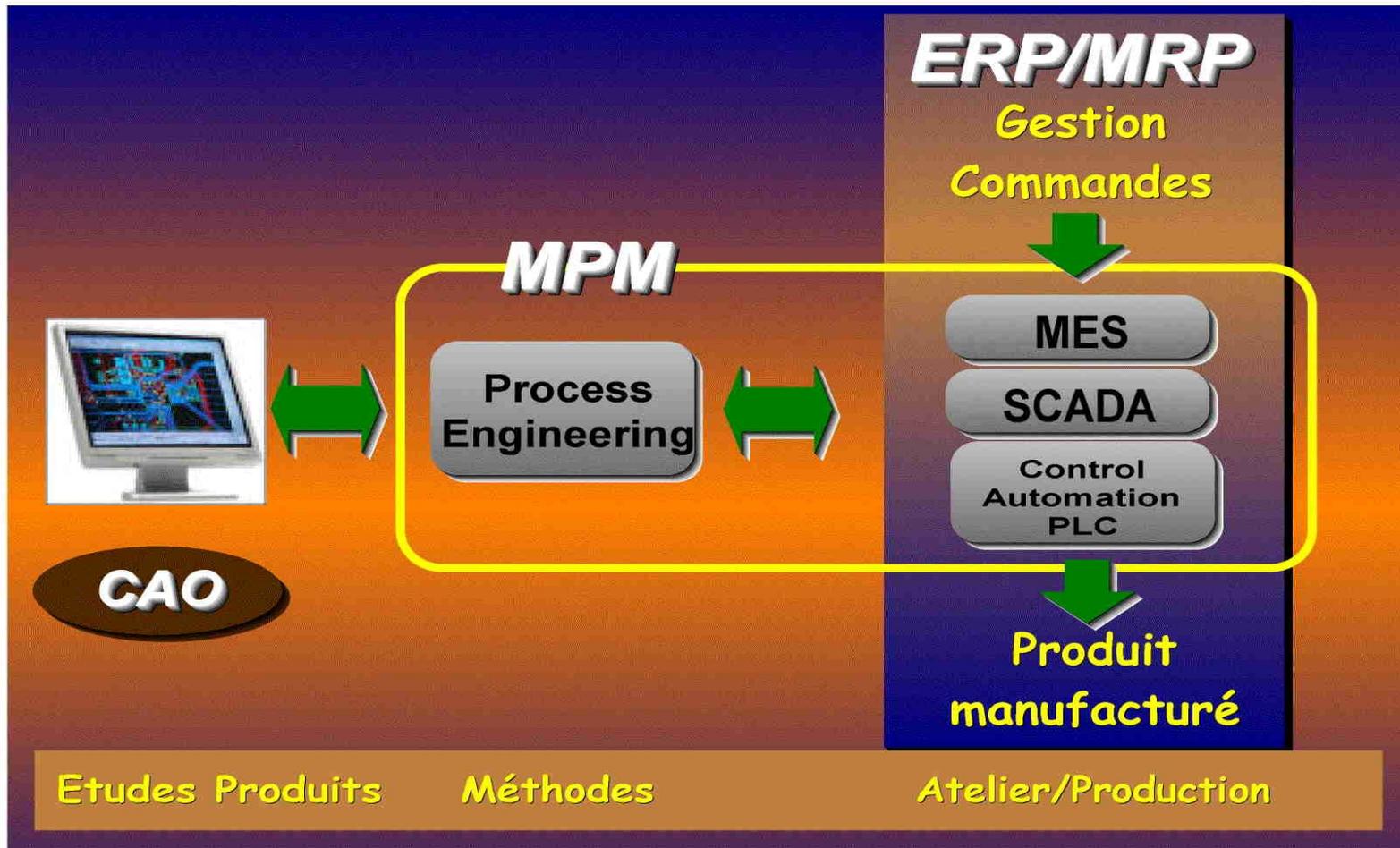
COMPLEMENTS M.E.S.

Manufacturing Execution System



Exécution <--> Aide à la production <--> Analyse de la production <--> Gestion

Manufacturing Execution System



Source: Sercos.com

Manufacturing Execution System

⇒ Le Manufacturing Execution System (M.E.S.) fournit les informations nécessaires à l'**optimisation** des activités de production, depuis la création de l'ordre de fabrication jusqu'au produit fini.

⇒ Le M.E.S. , renseigné par des informations constamment mises à jour, réagit aux activités de l'atelier ou de l'usine et fournit des **rapports** sur ces activités.

Le MES se situe à un niveau supérieur de la supervision

La supervision prend en charge une partie des besoins du MES.

Manufacturing Execution System

Les informations données par le M.E.S doivent:

- ⇒ donner les indications aux services commerciaux pour la prise de commande (**délais de fabrication** compte tenu des **commandes en cours**, des **fabrifications en cours**, des **cadences réelles** et des **approvisionnements**)
- ⇒ permettre la mise en fabrication rapide d'un nouveau produit (recettes, procédures de travail, formation...)
- ⇒ proposer l'**ordonnancement** ou le réordonnancement de la production face à un imprévu
- ⇒ **diagnostiquer** rapidement une dérive de production
- ⇒ respecter les exigences réglementaires (suivi de lots, **traçabilité**)

Manufacturing Execution System

Le M.E.S permet de faire :

⇒ Le suivi de production

- évaluer par tranche de temps le nombre de produits fabriqués, rebutés et acceptés
- mesurer les temps de travail (ouverture, production, changement de gamme, arrêts)
- identifier les pertes de production
- évaluer des indicateurs de production (TRS)

⇒ La Traçabilité

- enregistrer toute information caractéristique des produits avec pour objectif de pouvoir identifier le plus petit ensemble de produits susceptibles d'avoir le même défaut qu'un produit donné.
- la traçabilité produit : chaque produit est identifié
- la traçabilité lot : chaque ensemble homogène de produits est identifié.
- Identification des éléments tracés (code à barre, tatouage, puce électronique,...).

⇒ Identifier les pertes de production

Manufacturing Execution System

Le M.E.S permet de faire :

⇒ **La Maîtrise statistique du procédé (MSP):**

- Des cartes de contrôle statistique (MSP / SPC) automatiques vont permettre de détecter toute anomalie SPC (Statistical Process Control) .
- Les cartes de contrôle sont connectées au processus à surveiller. Les mesures sont contrôlées.
- Déclenchement de certains traitements sur détection d'anomalies.

⇒ **La Maintenance des équipements :**

- Enregistrement du nombre de cycles ou de la durée de fonctionnement d'éléments critiques (moteurs, pompes, lampes).
- Maintenance préventive de ces éléments

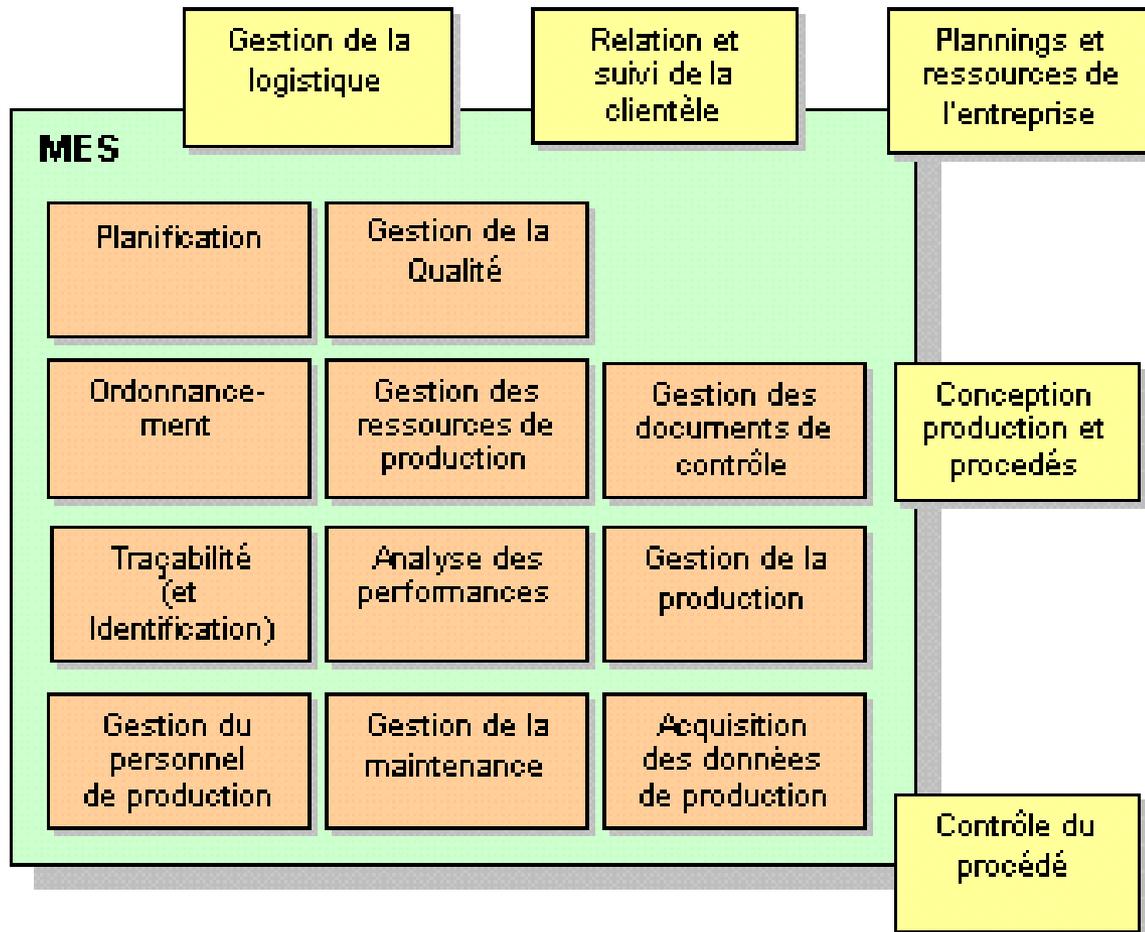
Les 11 fonctions du Manufacturing Execution System (norme groupe MESA)

- 1 - Gestion des ressources (historique, état en temps réel des équipements, personnels, documents, réservation des ressources)
- 2 - Ordonnancement de détail des activités en tenant compte de la disponibilité des équipements, du personnel, des priorités et des caractéristiques du travail pour optimiser la production
- 3 - Ventilation des informations de production, de cheminement des produits et des lots (batch) selon les recettes et les gammes de fabrication, modification en temps réel en fonction des événements
- 4 - Gestion des documents nécessaires à l'exploitation de l'atelier avec stockage des données historiques, documents de contrôle
- 5 - Collecte et acquisition de données de production (données issues de systèmes de contrôle/ commande ou saisies manuellement)

Les 11 fonctions du Manufacturing Execution System (norme groupe MESA)

- 6 - Gestion des ressources humaines (état en temps réel, suivi du travail direct et indirect en maintenance, outillage, préparation)
- 7 - Gestion de la qualité (mesures, analyse en laboratoire, indicateurs temps réel, identification des problèmes potentiels, alertes)
- 8 - Gestion du procédé (interface entre les systèmes frontaux et le système MES par collecte des données, analyse des données)
- 9 - Gestion de la maintenance (disponibilité des équipements, maintenance périodique, maintenance préventive)
- 10 - Gestion du produit (traçabilité , état de chaque lot, historique)
- 11 - Analyse de la performance du processus (analyse de l'évolution du procédé, correction des problèmes)

Les fonctions du Manufacturing Execution System (norme groupe MESA)



Source: Logique

MES Functional Model

