



**P r o d u c t i o n   i n d u s t r i e l l e**  
**a u t o m a t i s é e   e t   i n f o r m a t i s é e**

---

**Chapitre 4**  
**Système productique**

---

**C**onsacré au fonctionnement d'un système de production industrielle, le chapitre précédent s'est achevé sur un premier inventaire des XAO, c'est-à-dire des systèmes technologiques requis pour automatiser une production industrielle.

Dédié au concept de productique, le présent chapitre débute par un second inventaire des XAO. Plus détaillé que le premier, ce second inventaire ne s'intéresse plus seulement aux différents systèmes d'automatisation et d'informatisation d'un production industrielle, mais à leur intégration au sein d'une même architecture. Il privilégie, dans ce second inventaire, les systèmes technologiques flexibles, c'est-à-dire utilisables à tout instant pour fabriquer des produits différents et réutilisables lors d'un changement de fabrication ; et ce, par simple (ou presque !) reprogrammation.

C'est ainsi qu'est progressivement défini le concept de productique et que sont déterminés les différents niveaux de l'architecture d'un système productique avec ses réseaux locaux et son réseau étendu. Puis est proposée une classification des technologies de la productique dont l'intégration nécessite et en même temps rend possible une double standardisation : standardisation des produits et des procédés ou, en d'autres termes, standardisation des nomenclatures de produits et standardisation des gammes de fabrication.

Enfin, après avoir caractérisé le domaine d'intervention de l'homme sur un système de production devenu partiellement autonome, le chapitre s'achève par l'énoncé de ce qui justifie, dans une entreprise de production industrielle, de tels investissements. Cela a déjà été dit à la fin du précédent chapitre : un système productique est l'unique moyen qui permet à une entreprise industrielle d'atteindre simultanément trois objectifs pour partie contradictoires :

- augmenter la productivité des ateliers,
- augmenter la flexibilité des lignes de fabrication,
- garantir un niveau constant de qualité des produits.

---

## Système productique

### Table des matières du chapitre 4

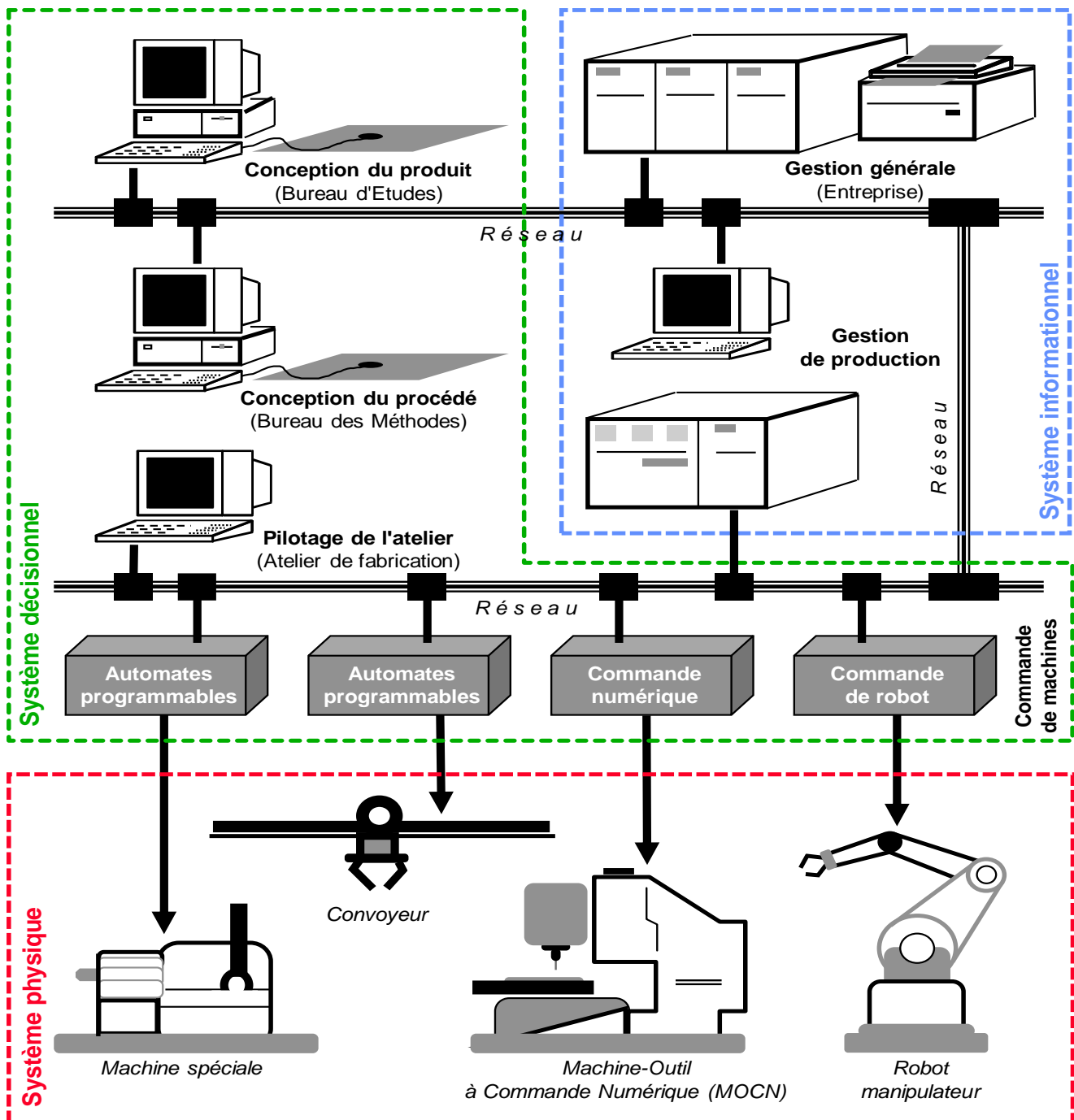
1. Système intégré de production.....	4
1.1. Production intégrée par ordinateur : <i>CIM</i> de niveau 1.....	4
1.2. Management intégré par ordinateur : <i>CIM</i> de niveau 2 .....	5
2. Architecture d'un système intégré de production.....	6
2.1. Les niveaux de la productique .....	7
2.2. Les technologies de la productique.....	9
2.3. L'optimisation par l'intégration.....	11
3. Domaine d'intervention de l'homme.....	12
3.1. Trois niveaux de décision .....	12
3.2. Rémanence des effets de la décision.....	12
4. La productique : pour quoi faire ? .....	13
4.1. Compétitivité de l'entreprise.....	13
4.2. Simultanéité d'objectifs à atteindre .....	14
4.3. Gestion des aléas : du discontinu au continu .....	15
Conclusion .....	16

# 1. Système intégré de production

L'intégration de tout système de production s'effectue sur deux niveaux bien distincts : le niveau 1 de la **production intégrée par ordinateur** qui privilégie la fabrication des produits et le niveau 2 du **management intégré par ordinateur** qui privilégie la gestion de production.

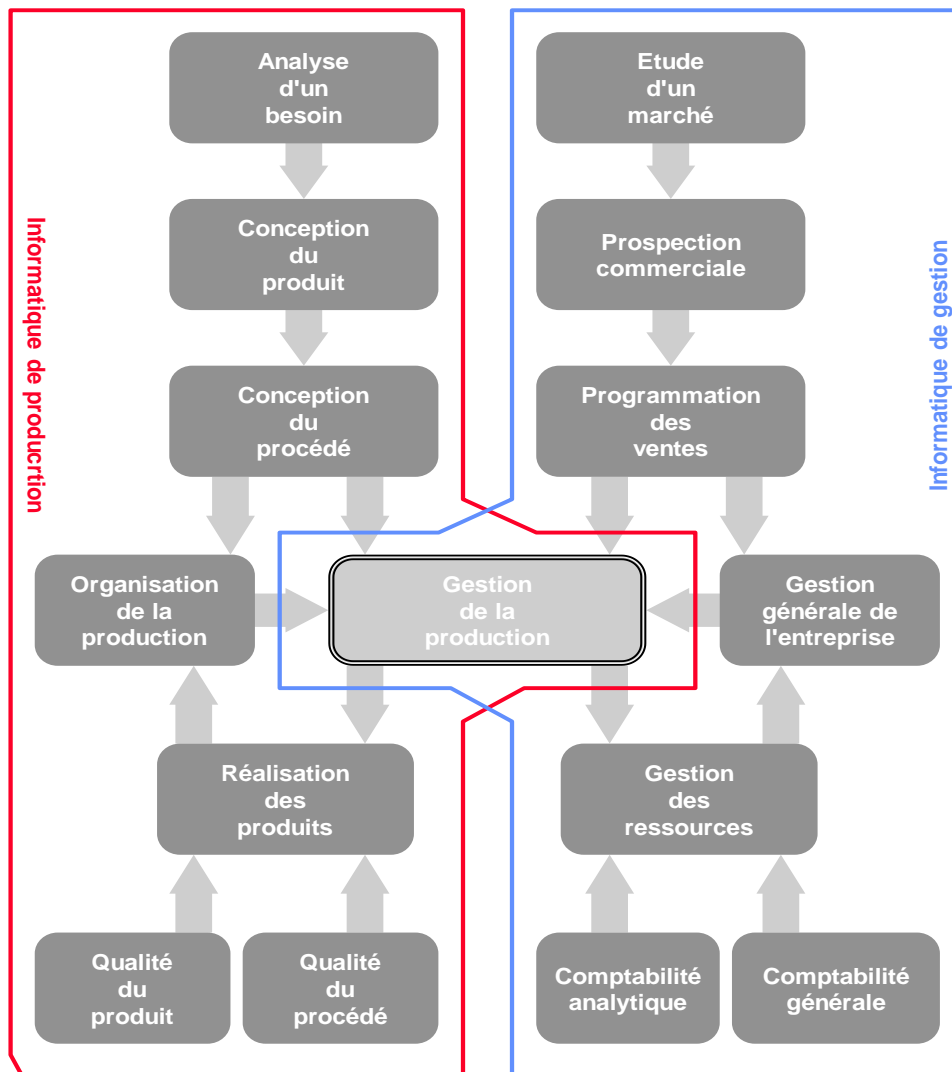
## 1.1. Production intégrée par ordinateur : CIM de niveau 1

Est ici représenté un système intégré de **production assistée par ordinateur** ou *Computer Integrated Manufacturing* ou encore *CIM* de niveau 1, c'est-à-dire n'assurant que les fonctions nécessaires à la production : c'est l'**informatique de production**.



## 1.2. Management intégré par ordinateur : CIM de niveau 2

Le schéma suivant associe, d'une façon très synthétique, l'**informatique de production** et l'**informatique de gestion** ; la gestion de production constituant la partie commune à ces deux grands domaines d'application de l'ordinateur dans l'ensemble de l'entreprise.



Reliés entre eux par la gestion de production, ces deux domaines d'application de l'informatique peuvent être intégrés l'un à l'autre et rendus ainsi interopérables. Ils constituent un seul et même système intégré qui se situe par conséquent à un niveau supérieur. Ce système intégré de niveau 2 n'est plus un système de production assistée, mais un système de **management assisté par ordinateur** ou *Computer Integrated Management*, ou encore **CIM de niveau 2**. A ce niveau d'intégration, le système de management assisté par ordinateur interconnecte ou rend définitivement interopérables toutes les fonctions d'une **entreprise de production industrielle**.

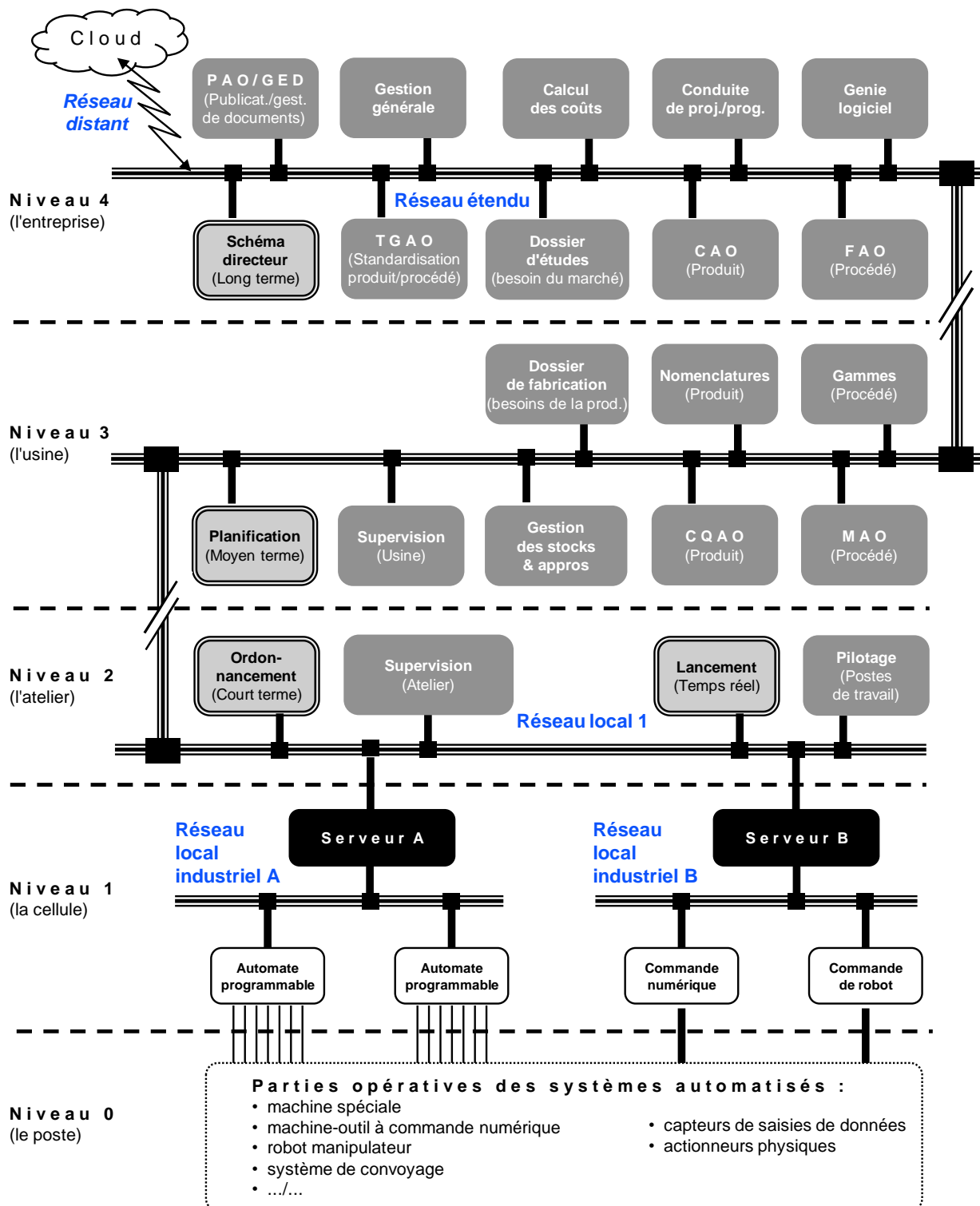
## 2. Architecture d'un système intégré de production

Déjà au niveau 1 d'intégration et plus encore au niveau 2, l'architecture d'un système intégré de production devient absolument déterminante. Plus le nombre des système interconnectés et surtout leur diversité augmentent et plus la structure générale de l'architecture devient importante. L'organisation des niveaux, la répartition sur ces niveaux des différents système, matériels et logiciels, les liens fonctionnels entre ces systèmes, ..., tous ces éléments résultent de décisions stratégiques qui ont été prises et amendées tout au long de la conception, puis de la réalisation et de la mise en œuvre du système intégré de production.

Dans ce qui va suivre, sont successivement déclinés d'abord les niveaux de l'architecture, puis les systèmes répartis sur ces différents niveaux. Cette déclinaison des technologies de la productique constitue un second inventaire nécessairement plus détaillé des XAO.

### 2.1. Les niveaux de la productique

Le schéma ci-dessous propose ce deuxième inventaire des XAO. C'est une représentation de l'architecture d'un **système productique** et de ses cinq niveaux. Numérotés de 0 à 4, ces cinq niveaux sont ceux sur lesquels se répartissent tous les sous-systèmes automatisés et/ou informatisés qui assistent les différentes fonctions de l'entreprise impliquées dans une production industrielle ou manufacturière.



Un tel schéma illustre parfaitement les trois concepts :

- d'**intégration** de systèmes différents, automatisés et/ou informatisés,
- de **réseaux locaux** à l'intérieur des murs de l'entreprise,
- du **réseau étendu** à l'extérieur des murs de l'entreprise.

Il montre singulièrement ce qu'est un système intégré de production, c'est-à-dire un système productique. Il montre que les différents sous-systèmes automatisés et/ou informatisés qui le composent sont interconnectés et rendus par conséquent interopérants, c'est-à-dire capables d'interagir entre eux. Ou dit en d'autres termes, ce que « fait » chaque sous-système est « utile » à un ou plusieurs des autres sous-systèmes du système intégré de production.

Dans ce schéma, le « carrefour » de la gestion de production assistée par ordinateur s'illustre ici par la répartition de cette fonction sur les niveaux 4, 3 et 2.

- Sur le niveau 4, la GPAO établit le **schéma directeur à long terme** à partir :
  - de l'analyse du besoin à satisfaire,
  - de l'analyse du marché à couvrir.

C'est à ce niveau que la CAO décide ce que sera le produit à fabriquer et que la FAO décide de ce que sera le procédé de fabrication.

- Sur le niveau 3, la GPAO établit la **planification à moyen terme** à partir :
  - de la **nomenclature**, est-à-dire l'inventaire des matières premières et/ou composants du produit à fabriquer,
  - de la **gamme**, c'est-à-dire la chronologie des opérations de fabrication et l'inventaire des outils requis par le procédé de fabrication.

C'est à ce niveau que se gèrent les stocks et se déclenchent les approvisionnements.

- Sur le niveau 2, la GPAO établit d'abord l'**ordonnancement à court terme** à partir :
  - du **programme du commercial**, c'est-à-dire des délais de fabrication et des dates de livraison,
  - du **calcul des besoins de la fabrication**, c'est-à-dire des temps de fabrication et quantités nécessaires de matières premières ou de composants.

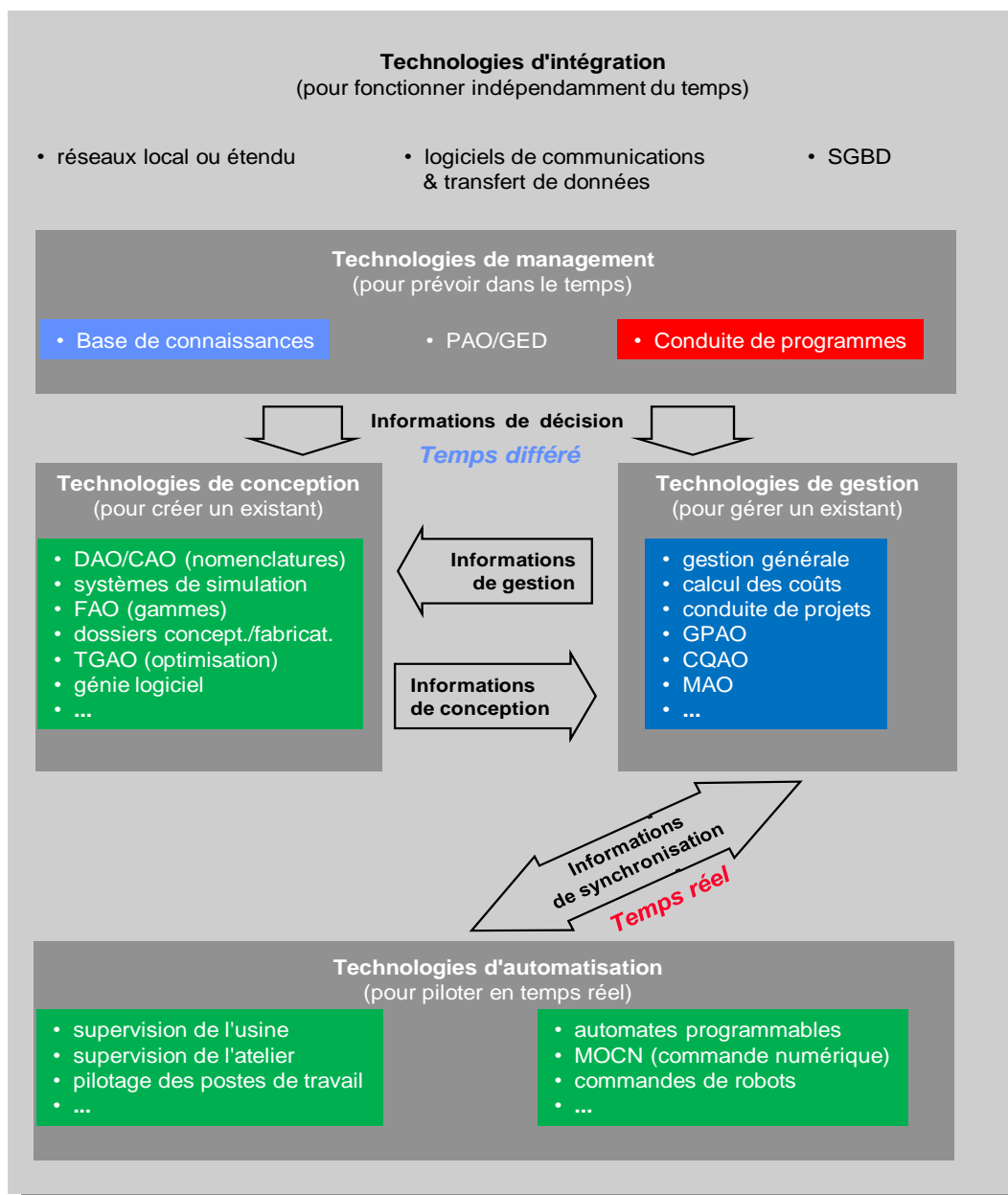
C'est donc à ce niveau que la GPAO actualise en permanence la chronologie des ODF (Ordres De Fabrication) pour respecter la chronologie des ODV (Ordres De Ventes) en provenance du commercial.

Par conséquent, à chaque lancement d'un ODF correspondant à un ODV particulier, la GPAO intègre, simultanément et au même niveau, des **données commerciales** relatives au client et au marché et des **données techniques** relatives au produit et au procédé,

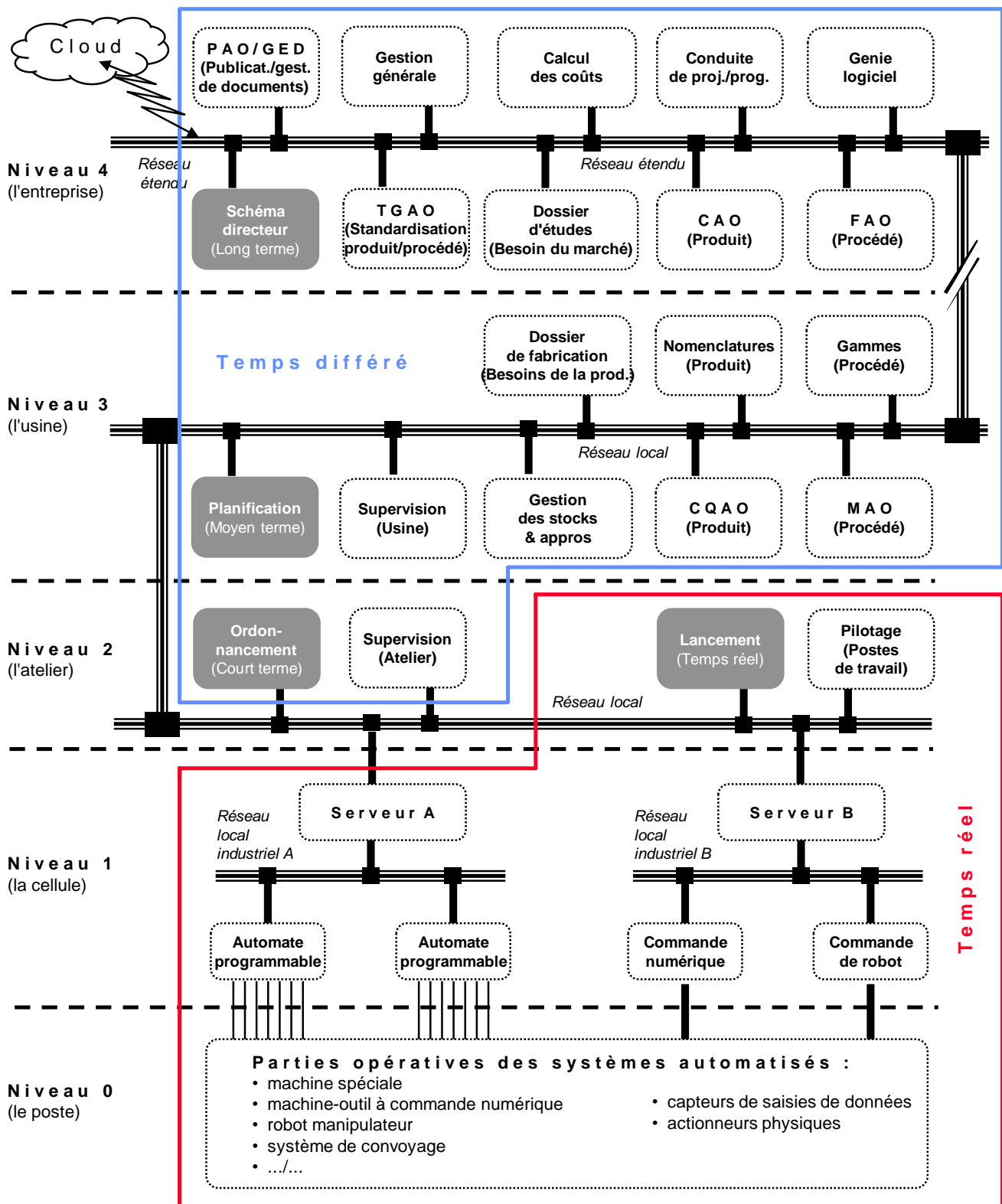
## 2.2. Les technologies de la productique

Listées dans le schéma ci-dessous, les technologies de la productique se répartissent selon cinq types : technologies d'**automatisation**, de **conception**, de **gestion**, de **management** et d'**intégration**. Ces dernières, les technologies d'intégration assurent la circulation d'informations entre les technologies des quatre autres types :

- circulation des informations de décision, de conception ou de gestion **en temps différé**,
- circulation des informations de synchronisation en **temps réel**.



Il est intéressant de reprendre l'architecture d'un système productique et de ses cinq niveaux pour y repérer ces deux grands domaines du temps différé et du temps réel.



Encadré de rouge, le domaine du temps réel recouvre l'ensemble des moyens mobilisés pour fabriquer ainsi que le lancement des ordres de fabrication. Et encadré de bleu, le domaine du temps différé recouvre tout le reste du système de production de l'entreprise.

### 2.3. L'optimisation par l'intégration

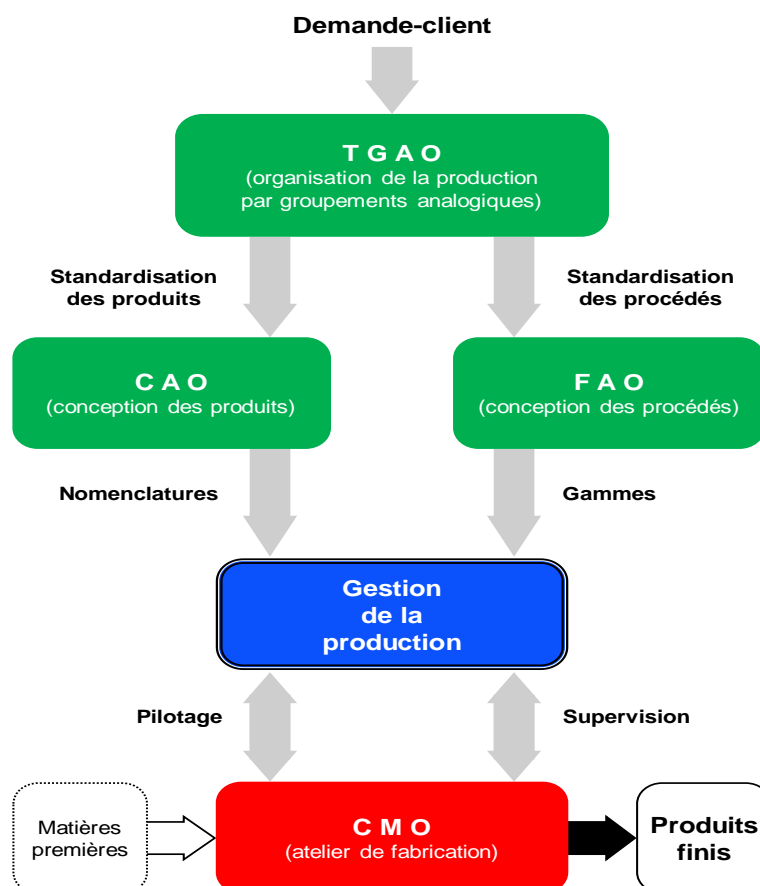
Organiser la production par **groupements analogiques**, c'est effectuer une double standardisation :

- **standardisation des nomenclatures** en faisant en sorte qu'elles aient entre elles un maximum de composants communs à des produits différents ;
- **standardisation des gammes** en faisant en sorte qu'elles aient entre elles un maximum d'opérations communes à des procédés différents.

La démarche adoptée autant sur les produits que sur les procédés consiste successivement à :

- caractériser les composants de chaque produit et les opérations de chaque procédé,
- repérer les analogies (de forme, de fonction, etc.) existant entre composants ou opérations,
- regrouper par familles (de forme, de fonction, etc.) les composants ou opérations.

Eu égard aux nombres généralement grands de composants dans les nomenclatures et d'opérations dans les gammes, on a recours à l'ordinateur pour effectuer cette double standardisation.



C'est le rôle dédié à un logiciel de TGAO (Technologie de Groupes Assistée par Ordinateur) qui se doit d'être interopérable avec ceux de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et de FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur).

### 3. Domaine d'intervention de l'homme

Après avoir caractérisé les niveaux de l'architecture d'un système productique et décliné les technologies qui s'y trouvent, on a montré comment l'intégration de ces technologies au sein d'un unique système productique permet d'aller très loin dans l'automatisation de fonctionnalités du système de production. Cela ne signifie pas pour autant que le domaine d'intervention de l'homme soit réduit à la portion congrue. Cela signifie au contraire que si l'homme s'est affranchi de la conduite des machines à l'atelier, c'est pour se consacrer dorénavant au management de la production : déchargé en majeure partie du pilotage de systèmes en temps réel, l'homme a définitivement fait de la prise de décisions en temps différé son domaine de prédilection.

#### 3.1. Trois niveaux de décision

Pour repérer le domaine d'intervention de l'homme, il suffit en effet de repérer les lieux de prises de décisions. L'acte de décision se repère à la rémanence des effets qu'il produit. En prenant cette rémanence pour critère, on distingue trois niveaux auxquels des décisions peuvent se prendre. Ces trois niveaux sont listés ci-dessous par ordre de rémanence croissante des effets des décisions prises. Ce sont :

- le **niveau stratégique** où les décisions portent sur le long terme et, parfois, sur le moyen terme (choisir l'architecture d'un système, décider d'un investissement, etc.) ;
- le **niveau tactique** où les décisions portent sur le moyen terme et, parfois, sur le court terme (démarrer telle phase d'un projet, lancer un ordre de fabrication, etc.) ;
- le **niveau logistique** où les décisions sont prises sur le court terme, voire en temps réel (répartir des moyens, réagir à des aléas, etc.).

Plus on va vers les niveaux à forte rémanence des effets induits et plus on se rapproche du domaine de prédilection de l'homme ;

#### 3.2. Rémanence des effets de la décision

Plus on progresse vers les niveaux à forte rémanence des effets induits par la décision, et plus on se rapproche du domaine de prédilection de l'homme ; la machine ne pouvant s'y substituer pour décider à sa place. Au contraire, plus on va vers les niveaux à faible rémanence des effets produits et plus on se rapproche du domaine de prédilection de la machine.

Il est donc clair que, même si elle étend son domaine, la machine ne pourra sans doute jamais se substituer à l'homme pour décider à sa place à tout instant et en tous lieux. Il est donc aussi incorrect qu'illusoire de parler d'automatisation de la prise de décisions ; tout au plus, peut-on parler d'aide à la prise de décisions, c'est-à-dire de prise de décisions assistée par une utilisation pertinente des outils de modélisation et de simulation.

## 4. La productique : pour quoi faire

Au terme du présent chapitre sur le système productique et après s'être singulièrement interrogé sur le domaine d'intervention de l'homme, il convient de revenir sur une triple affirmation formulée dès le début du premier chapitre : face à des marchés définitivement concurrentiels et mouvants, les entreprises industrielles doivent en permanence et simultanément :

- augmenter leur **productivité** : pouvoir produire plus avec moins de moyens ;
- augmenter leur **flexibilité** : pouvoir s'adapter à toute nouvelle donnée technico-commerciale ;
- garantir un niveau de **qualité** : pouvoir satisfaire le client autant dans l'instant que dans le temps.

En fait, derrière cette triple affirmation se cache la réponse à la question de la pertinence de la productique.

### 4.1. Compétitivité de l'entreprise

Toutes les entreprises ont développé des méthodes et des outils visant à améliorer leur compétitivité sur leurs marchés. Il s'agit de pratiques s'articulant autour de grands thèmes tels que la productivité, la flexibilité, la qualité, l'optimisation, l'organisation, la standardisation, l'innovation, la communication, etc. Toutes ces composantes de la compétitivité de l'entreprise sont interdépendantes. Pour être efficace, l'entreprise doit donc être capable de progresser sur tous ces registres à la fois, même si dans la pratique elle se fixe des priorités.

Parmi l'ensemble des entreprises, les entreprises industrielles sont celles qui assurent elles-mêmes la fabrication de tout ou partie de leurs produits. Pour assurer sa compétitivité, une entreprise doit généralement travailler à améliorer les performances de son système de production. Pour se faire, elle peut agir dans trois directions :

- sur la **productivité** de son système de production,
- sur la **flexibilité** de son appareil de fabrication,
- sur la **qualité** de ses produits.

Pour assurer sa compétitivité, l'entreprise industrielle commence généralement par essayer d'accroître sa productivité. Il s'agit alors pour elle de pouvoir produire autant, voire plus, en utilisant moins de moyens, en mobilisant moins de ressources, en réduisant les temps passés sur les postes de travail, en diminuant les quantités de matières consommées, le nombre de composants à assembler, le nombre d'opérations à effectuer, etc.

Ensuite, pour rester compétitive, l'entreprise industrielle va chercher à accroître la flexibilité de son appareil de fabrication. Il s'agira alors pour elle de pouvoir offrir, sans augmenter ses coûts de production, une plus large gamme de produits, de pouvoir élargir son offre sur son marché, etc.

Enfin, toujours pour demeurer compétitive, l'entreprise industrielle a aussi la possibilité de renforcer sa politique de qualité. Parfois, il s'agira d'augmenter le niveau de qualité de ses produits ; parfois, il s'agira de maintenir sa production à un niveau de qualité pertinent sur son marché ou attendu de ses clients.

Tels sont les trois registres sur lesquels une entreprise industrielle peut agir pour améliorer les performances de son système de production et rester compétitive sur son ou ses marchés.

#### 4.2. Simultanéité d'objectifs à atteindre

La **productique** n'a qu'une seule et unique vertu. Elle est le moyen le plus adapté pour **atteindre simultanément trois objectifs a priori non-convergent** :

- augmenter la productivité,
- augmenter la flexibilité,
- garantir un niveau de qualité.

Précisons ce que veulent dire ces trois objectifs.

- Face à un marché concurrentiel et en mutation permanente, **augmenter la productivité**, c'est pouvoir fabriquer, avec la même efficacité et la même rentabilité, des séries aussi bien petites et moyennes que très grandes.
- Face à un marché concurrentiel et en mutation permanente, **augmenter la flexibilité**, c'est pouvoir répondre quasi-immédiatement à des demandes commerciales variables aussi bien en quantité qu'en qualité.
- Face à un marché concurrentiel et en mutation permanente, **garantir un niveau de qualité**, c'est pouvoir atteindre ce niveau défini comme le plus ajusté à la demande et s'y maintenir.

S'il ne s'agit que d'accroître la productivité de la fabrication de produits très standardisés, de faible qualité et en grande quantité et une organisation très taylorienne de la production au sein d'une grande entreprise reste une très bonne solution.

S'il ne s'agit que d'accroître la flexibilité de la fabrication de produits très peu standardisés, en quantité moyenne, et avec des niveaux de qualité pouvant varier d'une commande à l'autre, une structure légère de type PMI (Petite ou Moyenne Industrie) s'impose.

S'il ne s'agit que d'accroître la qualité de la fabrication de produits pas standardisés parce que réalisés à la commande et en faible quantité, une fabrication manuelle (ou tout au plus mécanisée mais pas nécessairement automatisée) au sein d'une structure artisanale demeure la meilleure solution.

La productique reste donc bien la seule solution aujourd'hui connue pour atteindre simultanément ces trois objectifs de productivité, de flexibilité et de qualité. Recourir à la productique, c'est donc mettre en œuvre un système *CIM* (*Computer Integrated Manufacturing*) qui est le seul moyen permettant d'agir simultanément sur les performances du système de production pour y maintenir un niveau élevé de productivité et de flexibilité du système de production et pour y maintenir un niveau donné de qualité des produits.

### 4.3. Gestion des aléas : du discontinu au continu

En fait, l'ambition de la productique, dans ses réalisations les plus avancées et ses projets les plus prometteurs, grâce singulièrement aux outils flexibles de production automatisée et informatisée (robots, MOCN, etc.), est finalement de **réintroduire de la continuité dans les processus discontinus de fabrication d'objets** ; et ce, à l'image de ce qui se passe dans les industries de processus continus, par exemple, dans l'agro-alimentaire, dans la chimie ou la pétrochimie.

En d'autres termes, il s'agit de doter les industriels de systèmes d'une extraordinaire flexibilité pour supporter les aléas d'une demande toujours plus difficile à prévoir et à planifier à l'avance.

Doués d'une telle flexibilité, ces robots ou MOCN exécutent, les uns derrière les autres, des tâches différentes sur un même objet complexe comme sur des objets identiques mais en séries limitées. En d'autres termes, de telles machines évitent au gestionnaire de la production d'avoir à regrouper les objets fabriqués, soit par types de gestes à accomplir, soit par types de produits à fabriquer comme au bon vieux temps du taylorisme.

## Conclusion

Dédié au concept de productique, ce chapitre permis de clarifier la notion d'intégration et plus précisément de niveaux d'intégration. C'est ainsi qu'ont été distingués et définis les concepts de *CIM* de niveau 1 et de niveau 2 : *Computer Integrated Manufacturing* au niveau inférieur et *Computer Integrated Management* au niveau supérieur. Puis s'agissant plus précisément de l'architecture d'un système de production intégré, quatre niveaux allant de 0 à 4 ont été clairement définis ; quatre niveaux sur lesquels ont pris place chacun des systèmes automatisés et informatisés constitutifs de l'ensemble du système productique.

Pour avoir montré le niveau d'intégration qu'on peut atteindre quand sont rendus interopérant des systèmes automatisés et informatisés, le présent chapitre s'est attaché d'abord à situer la place de l'homme dans le pilotage d'un système productique avant, pour finir, de rappeler ce qui, pour toute entreprise industrielle, justifie de tels investissements.

Dans le chapitre qui va suivre, il s'agit, au sein du système productique, de privilégier la fabrication. Il s'agit par conséquent de descendre au niveau des ateliers de fabrication pour en étudier les différentes organisations possibles, pour examiner les informations qui y circulent, pour analyser comment le temps et l'espace y sont utilisés et maîtrisés.

---