

## **1. Construction du modèle logique**

La construction du modèle logique peut dès lors s'articuler en plusieurs étapes en principe successives définies ci-après :

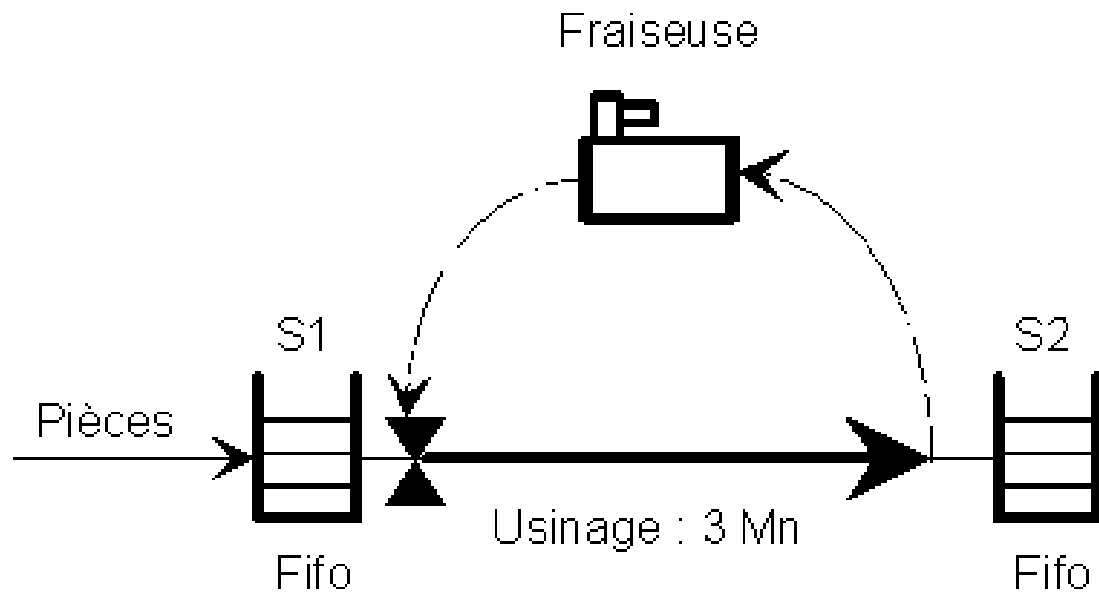
### **Etape 1 : Identifier Les entités**

Les entités physiques sont en général facilement repérables; les questions à se poser sont: qu'est-ce qui est transformé par le système? Quel est le flux qui le traverse? Pièces dans un atelier, clients dans un magasin, automobiles dans une station-service, skieurs dans une station de sports d'hiver ...

Outre ces entités qui caractérisent le sous-système physique du modèle, et qui sont toujours présentes, il peut en exister d'autres relatives au sous-système d'information et qui vont servir à la commande du précédent. Dans le cas d'un atelier géré en flux poussé, c'est-à-dire dans lequel les pièces sont produites dès que les ressources nécessaires sont disponibles, la seule information nécessaire à la commande du flux physique concerne la disponibilité de ces ressources. Dans l'approche processus, ces informations sont gérées automatiquement par le logiciel, et il n'y a donc pas lieu de les faire figurer en tant qu'entités explicites.

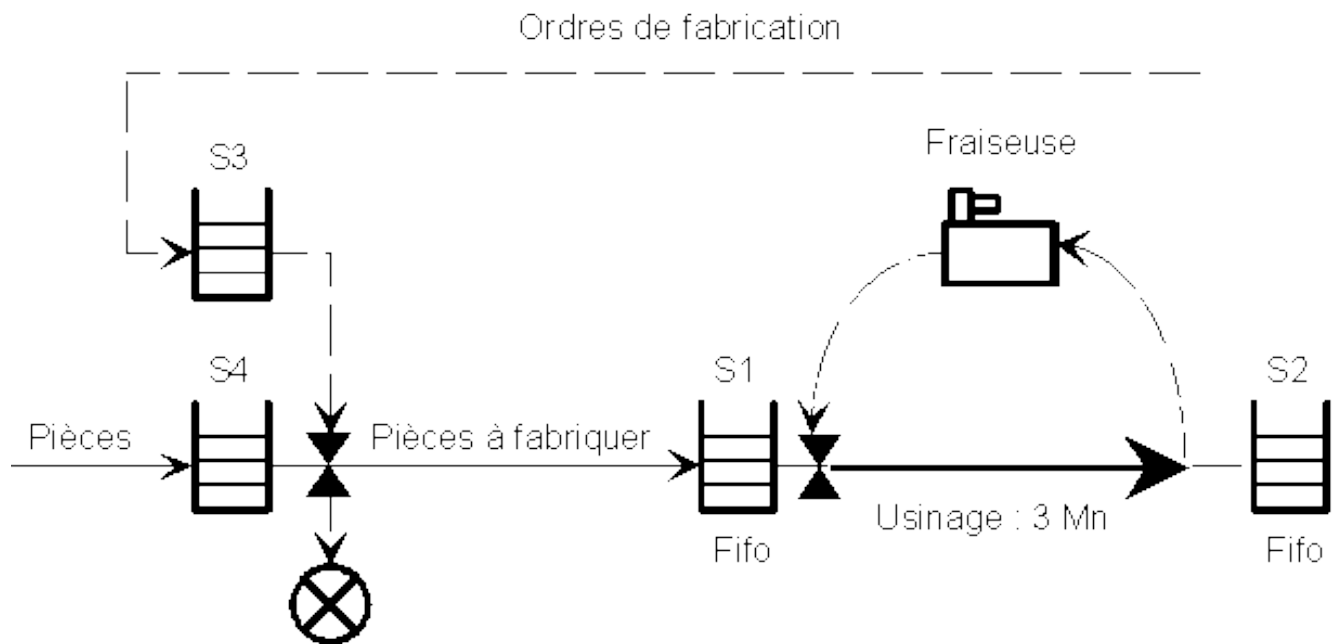
Les pièces arrivent dans une file d'attente S1 gérée en FIFO ou elles attendent la disponibilité de la fraiseuse. Lorsque celle-ci est libre, elle commande la sortie de S1 et la pièce sélectionnée est usinée pendant 3 minutes. Une fois l'opération terminée, la fraiseuse est libérée et la pièce est envoyée en S2.

.



En revanche, si l'on travaille en flux tiré, la seule disponibilité de la ressource ne suffit pas pour commander l'opération de fraisage. Encore faut-il que le poste aval ait émis une demande de fabrication. Celle-ci apparaît dans le modèle comme une entité informationnelle de commande: elle est détruite une fois qu'elle a été prise en compte.

.



## **Etape 2 : Identifier Les processus**

Il n'y a pas de principes absolus puisqu'à l'évidence à chaque système correspondent des processus spécifiques. Cependant, un certain nombre de règles générales peuvent être mises en évidence:

- ★ Tout modèle comporte en au moins un processus d'entrée dans lequel sont créés les entités physiques dans leur état initial;
- ★ Tout modèle contient au moins un processus de sortie sans lequel les entités, une fois parvenues à leur état final, sont détruites, après d'éventuelles prises de mesures statistiques.
- ★ Tout modèle comporte, entre une entrée et une sortie, un certain nombre de processus de transformation qui interagissent les uns sur les autres, en particulier à travers l'utilisation de ressources partagées.

## **Etape 3 : Identifier Les ressources**

Ce sont, au sens large, tous les objets dont les entités ont besoin au cours de leur transformation: ressources de stockage dans lesquelles elles sont mises en attente d'un certain événement, et ressources de transformation à proprement parler qui dépendent du processus étudié. L'un des schémas classiques des processus de transformation est le suivant: l'entité est mise en attente d'une (ou plusieurs) ressource dans une file d'attente; lorsqu'elle lui est

attribuée, elle l'utilise pendant un certain temps, puis la libère (cf. processus de fraisage précédent).

#### **Etape 4 : Identifier Les variables d'etat**

Elles caractérisent le système dans son évolution au cours du temps et elles ont une double utilité.

Tout d'abord, elles interviennent dans la commande du système: par exemple la gamme de fabrication d'une pièce va déterminer les décisions d'envoi de cette pièce sur les machines de l'atelier pour y subir les opérations appropriées. Ce cheminement est en général caractérisé par deux variables par pièce; l'une est statique et désigne la gamme à proprement parler, l'autre est dynamique et indique à chaque instant la position courante de la pièce dans sa gamme.

La deuxième fonction des variables d'état est la production de mesures à partir desquelles seront évaluées les performances du système étudié. Elles concernent en général les durées de séjour des entités, les taux d'utilisation des diverses ressources, le niveau des en-cours.

Dans de nombreux logiciels de simulation, un certain nombre de variables d'état sont gérées automatiquement, sans que l'utilisateur ait besoin de le faire explicitement dans le modèle: c'est le cas en particulier de toutes celles qui concernent les ressources et les files d'attente. L'utilisateur n'a plus qu'à se préoccuper que de deux types de variables:

- Les attributs: ce sont des variables spécifiques à une entité donnée et qu'elle transporte avec elle pendant sa durée de vie dans le système (type d'entité, gamme opératoire, date d'entrée dans le système, ...). Ces variables sont locales c'est-à-dire que lorsqu'une entité active une transformation dans un processus, seuls les attributs de cette entité déclenchante sont visibles.
- Les variables globales sont celles qui, au contraire, sont connues de tous les processus.

La dynamique des variables d'état permet de faire la distinction entre deux types de modèles : si elles ne changent de valeurs qu'à des dates discontinues, le modèle est dit à événements discrets. Si

elles le font en permanence, le modèle est continu. Il est important de remarquer que ce n'est pas le système réel qui est discret ou continu, c'est le modèle que l'on en fait, qui est lui-même fonction des buts que l'on poursuit. Dans la plupart des cas, les systèmes manufacturiers font l'objet de modèles discrets avec, parfois, des composantes continues. Sauf précision contraire, les modèles présentés ici sont discrets.

### **Etape 5 : Décrire Les processus**

Il ne reste plus qu'à assembler tous les éléments précédemment définis dans un modèle logique approprié composé de processus parcourus par des entités utilisant des ressources et se synchronisant entre eux. Il importe, dans la représentation choisie, de distinguer clairement :

- Le sous-système physique constitué des processus d'entrée, de transformation et de sortie des entités physiques;
- Le sous-système d'information constitué des variables d'état et des processus parcourus par les entités informationnelles;
- Le sous-système de commande qui est à l'interface entre les deux précédents.

Cette distinction est d'autant plus nécessaire, que l'on est souvent conduit, dans la recherche d'une meilleure solution, à modifier l'un (en particulier la commande), sans toucher aux autres.