

LABORATOIRE UNIVERSITAIRE DE RECHERCHE EN PRODUCTION AUTOMATISEE

Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique
61, avenue du Président Wilson - 94230 CACHAN

ANALYSE FONCTIONNELLE POUR L'INFORMATISATION
D'UN ATELIER AUTOMATISE FLEXIBLE :

APPLICATION DE LA METHODE SADT

Par Corinne DESTOMBES et Martine PAPANICOLA
Chercheurs au L.U.R.P.A. - E.N.S.E.T. -

- Résumé : Nous présentons une analyse fonctionnelle d'un atelier automatisé flexible par une méthode de type SADT. Nous illustrons plusieurs façons de procéder et les conséquences qu'elles impliquent pour l'analyse organique et l'implémentation de la gestion de l'atelier flexible.
- Mots clés : Atelier automatisé flexible, SADT, analyse fonctionnelle, gestion de production.

Introduction :

Le L.U.R.P.A. (Laboratoire Universitaire de Recherche en Production Automatisée) a pour objectif la conception et la réalisation d'un atelier "Pilote" automatisé flexible en mécanique générale.

L'atelier, composé de cellules de fraisage, de tournage et de mesure, est alimenté par des pièces provenant d'un magasin automatique. La préparation des montages d'usinage et des outils est une opération manuelle. Le transport des plateaux de pièces, des outils, des montages d'usinage est assuré par des chariots filoguidés.

Le but de notre étude est de concevoir une architecture logicielle permettant l'intégration de la gestion de l'atelier flexible in situ dans l'ensemble de la gestion générale de la production. Il s'agit donc d'établir les relations existant entre les divers aspects de la production (aspect commercial, technique, comptable...) de façon à obtenir l'intégration désirée et la compatibilité des informations manipulées par le système général.

I - Description et choix de la méthode :

I.1 - Considération sur le choix de la méthode :

La gestion de la production au niveau d'un atelier flexible est un problème complexe qui met en jeu des éléments et des services divers : services commercial, comptable, bureaux des études et des méthodes... Selon les principes de la technologie de groupe, l'analyse fonctionnelle doit intégrer ces aspects de la production et mettre en évidence le rôle de chaque type de traitements aux différents stades de la production. Il semble donc nécessaire d'adopter une démarche à la fois structurée et très modulaire afin de gagner en clarté et en compréhension du modèle. La structure hiérarchique à niveau de décomposition quelconque présente l'avantage d'être modulaire et d'isoler certains traitements ; ceci induit une fiabilité accrue de l'analyse et de l'implémentation. De plus, elle permet la répartition des tâches de la réalisation tout en assurant la cohérence des données et des traitements.

Partant de ce principe d'analyse, la structure choisie utilise un critère de décomposition du système complexe qui minimise le flux d'informations entre modules d'un même niveau et entre niveaux hiérarchiques (VID 82).

Plusieurs optiques du système sont possibles ; nous nous sommes efforcés de choisir une décomposition adéquate parmi les diverses ébauches de décomposition : les principaux points de vue consistent :

- d'une part, à décomposer le processus en fonction de sa structure "physique", en l'occurrence par cellules (de tournage, de fraisage, de mesure, de magasinage) ;

- et d'autre part, en fonction de sous-processus "logiques" de tâches à réaliser par le système. Nous verrons que le choix de décomposition, difficile a priori, s'avère plus aisé après les différentes études si l'on veut conserver le critère de minimisation des flux d'information énoncé précédemment.

.../...

Parmi les méthodes d'analyse possibles, celles de type GRAFCET (BLA79) s'avèrent complexes à mettre en oeuvre, eu égard à la grande diversité des données et à l'importance des actions sur ces données. De plus, la notion temporelle (succession/simultanéité des traitements) complexifie l'approche de modélisation. Ce genre de méthodes sera donc utilisé de façon préférentielle pour l'analyse organique de l'atelier flexible.

Le modèle choisi sera plutôt de type "graphe", ou plus exactement un réseau, principalement hiérarchique pour les raisons déjà évoquées de modularité et de fiabilité. Nous n'avons pas retenu la méthode GRAI (PUN 82, LAN 83) pour notre analyse, à cause de la liaison temporelle très forte. Nous avons préféré une méthode plus indépendante du temps et qui nous permette de définir de façon assez précise les différentes données nécessaires aux différents traitements.

1.2 - Description de la méthode :

La méthode utilisée dans notre analyse est fortement inspirée de la méthode SADT (Structured Analysis and Design Technique) (ADE 80) qui est une méthode pratique d'analyse fonctionnelle et d'étude de systèmes (ADEPA). Elle intègre à la fois les techniques pour réaliser l'analyse et la façon de les appliquer ; c'est la combinaison des concepts fondamentaux suivants :

1. SADT aborde un problème en construisant un modèle ou une représentation qui exprime une connaissance profonde de ce problème. On peut ainsi avoir plusieurs modèles SADT établis selon des points de vue différents.

2. L'analyse est faite de façon descendante, hiérarchique, modulaire et structurée.

3. SADT cherche à faire la distinction entre l'analyse fonctionnelle et un modèle de mise en oeuvre.

4. SADT modélise à la fois les choses et les événements.

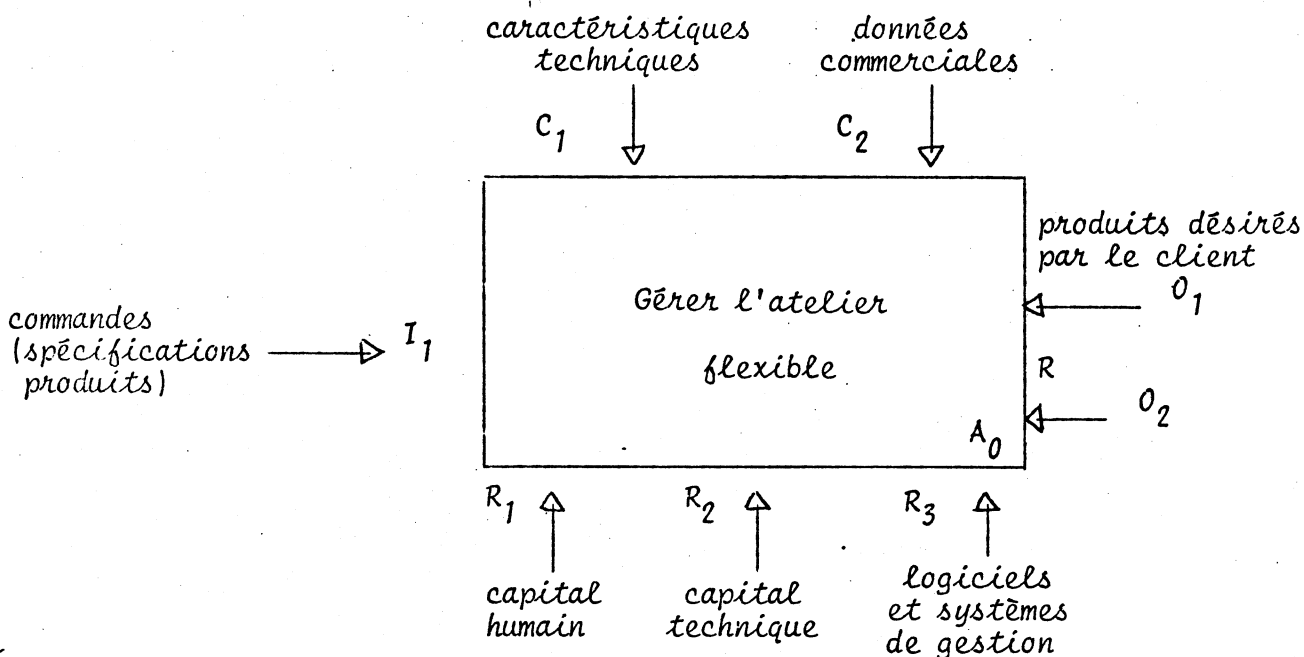
5. Le langage SADT est une technique graphique utilisant des diagrammes qui montrent les composants, leurs relations et comment on les assemble dans une structure hiérarchique.

6. Utilisée de façon disciplinée par les différents membres de l'équipe, la méthode reflète la pensée de l'équipe.

7. Toutes les décisions de l'analyse et de la mise en oeuvre sont mises sous forme écrite.

De façon pratique, un module est représenté par un pavé, et toute décomposition d'un module fournit de 3 à 6 modules de façon à être sûr qu'il y ait assez de détails pour rendre la décomposition digne d'intérêt et qu'elle soit compréhensible. Un module est placé dans son contexte de relations avec les autres modules par l'intermédiaire de flèches d'interconnexion. Ces flèches représentent les contraintes de liaison entre les boîtes. Elles ne représentent NI des COMMANDES, NI un SEQUENCÉMENT. Une boîte ne peut fonctionner que si les boîtes amont lui fournissent les résultats nécessaires par l'intermédiaire des flèches d'entrée.

De façon pratique, un module s'exécute quand les flèches d'entrées sont validées.



Les entrées (flèche I) sont traitées en fonction des contraintes du système (flèches C) qui, dans certains cas, correspondent aussi à des commandes pour l'activation du module (fonction de transfert) qui nécessite des ressources données (flèches R).

Les sorties (flèches O) du module peuvent être des entrées ou des contraintes d'autres modules.

Les flèches n'ont pas de signification séquentielle. Elles peuvent provenir d'un niveau supérieur (dans ce cas, elles sont repérées de façon adéquate). Elles peuvent aussi provenir de sources extérieures à l'analyse ; dans ce cas, elles sont repérées par ().

II - Présentation de l'analyse :

II.1 - Ebauche de structuration "physique" de l'atelier automatisé flexible :

Une première approche de structuration de l'atelier flexible consiste à décomposer la gestion de l'atelier par les différentes "fonctions physiques" présentes : la fonction de production, celle de transport (indifférenciée pour les outils et pour les pièces), celle du magasinage... voir schéma 1 et 2.

Cette approche nous a fait apparaître plusieurs phénomènes :

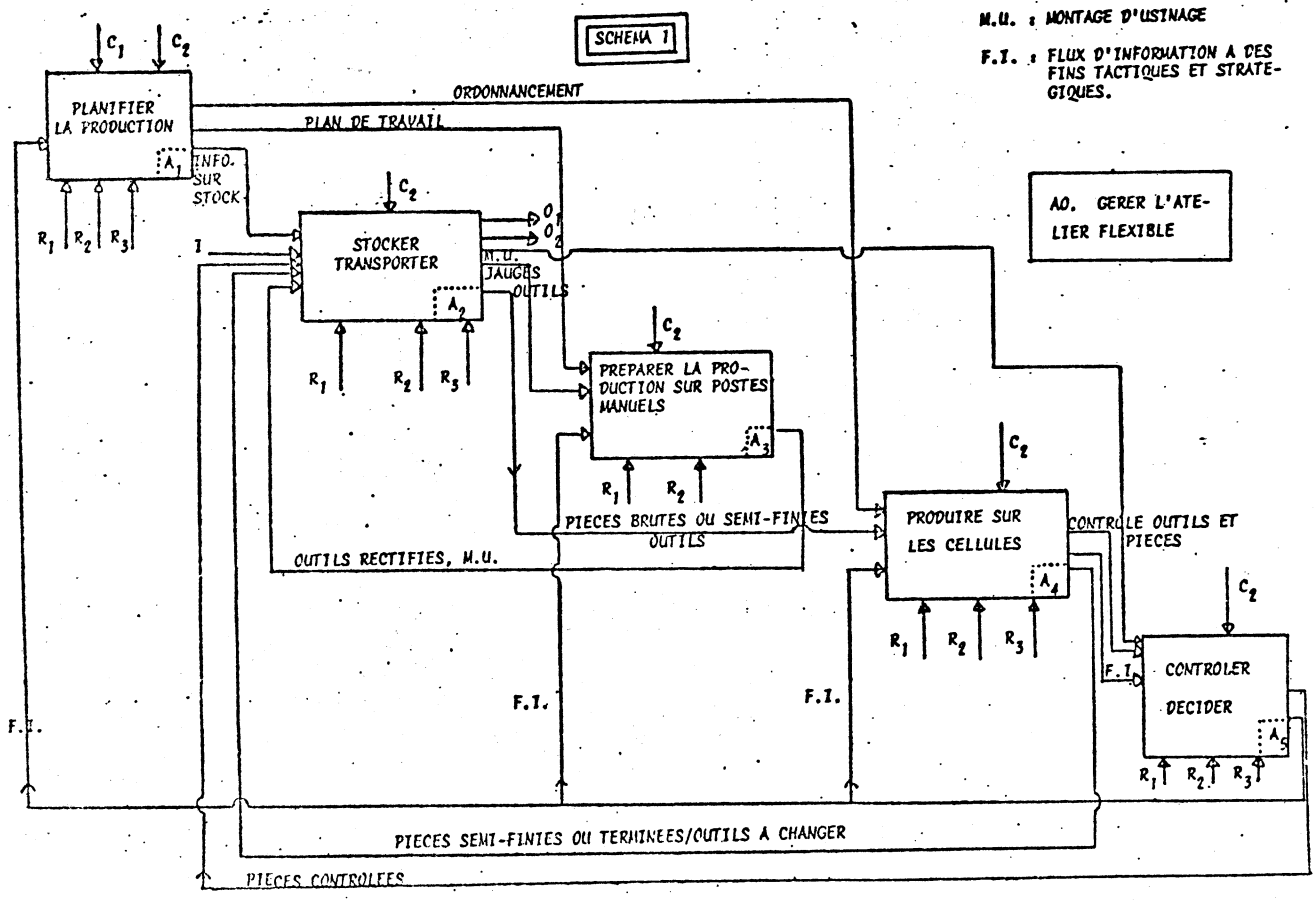
1. Le cycle suivant : stockage → transport → production → transport → stockage apparaît à plusieurs niveaux de décomposition.

On voit donc une bonne utilisation d'algorithmes généraux utilisables sur des classes différentes d'objets correspondant aux niveaux considérés (CETI 78).

..!...

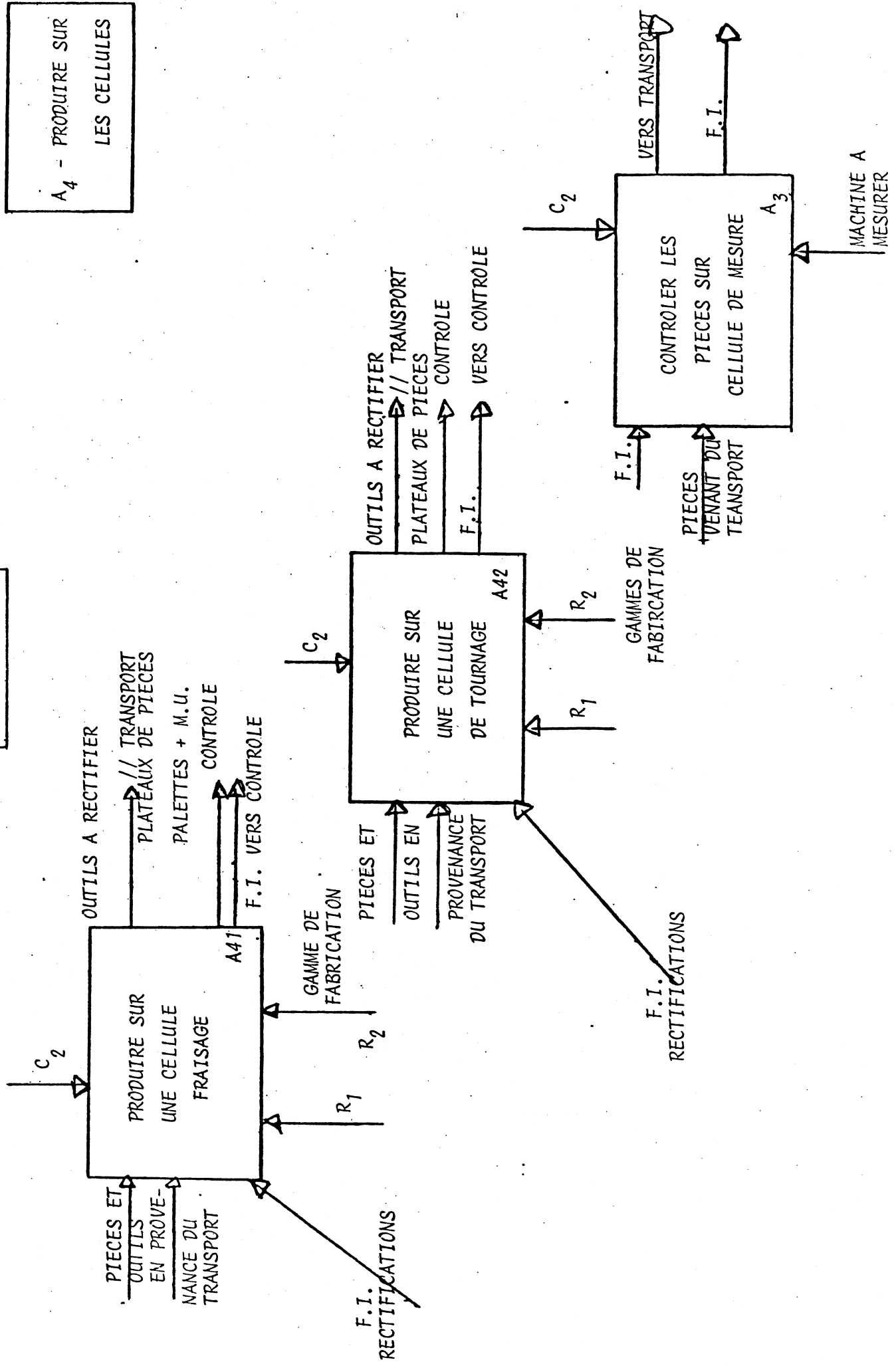
2. La démarche est équivalente à celle qui consiste à simuler la gestion de l'atelier : en effet, la modélisation du suivi des pièces dans l'atelier revient à étudier chacune des activités (transport, usinage, stockage), et, compte tenu de leur fréquence et des temps associés, à déduire le meilleur ordonnancement pour la gestion de la production. C'est donc cette approche "physique" qui sera retenue et détaillée pour la phase de simulation de l'atelier flexible.

3. Cette structuration présente l'inconvénient suivant : au niveau du suivi de la fabrication dans l'atelier, la fonction de transport est omniprésente, et nuit à l'aspect structuré de la méthode. En effet, la fonction de fabrication est intimement liée à la fonction de transport : une pièce peut être fraisée, puis tournée (ou vice-versa), et suivre un cheminement d'usinage quelconque dans l'atelier, sur des cellules distinctes, mais toujours via la fonction de transport. Il s'ensuit que si l'on isole les tâches dans l'atelier par ces fonctions, la complexité des diagrammes est importante et ne minimise pas le critère que nous nous étions fixé : la minimisation des flux au sein d'un même niveau et entre des niveaux. Nous présentons quelques-uns des diagrammes les plus significatifs de cette décomposition dans les schémas 1 et 2.



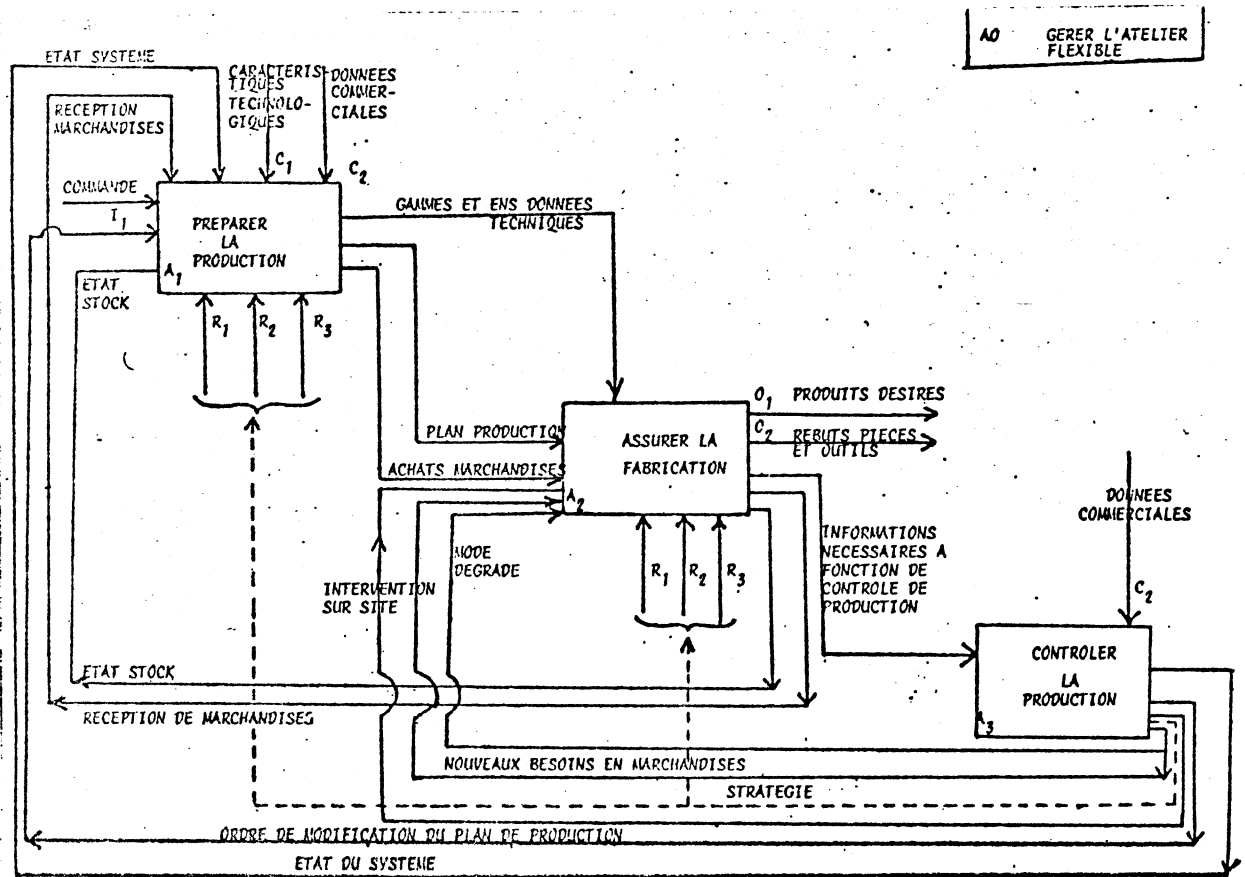
SCHEMA 1

SCHEMA 2

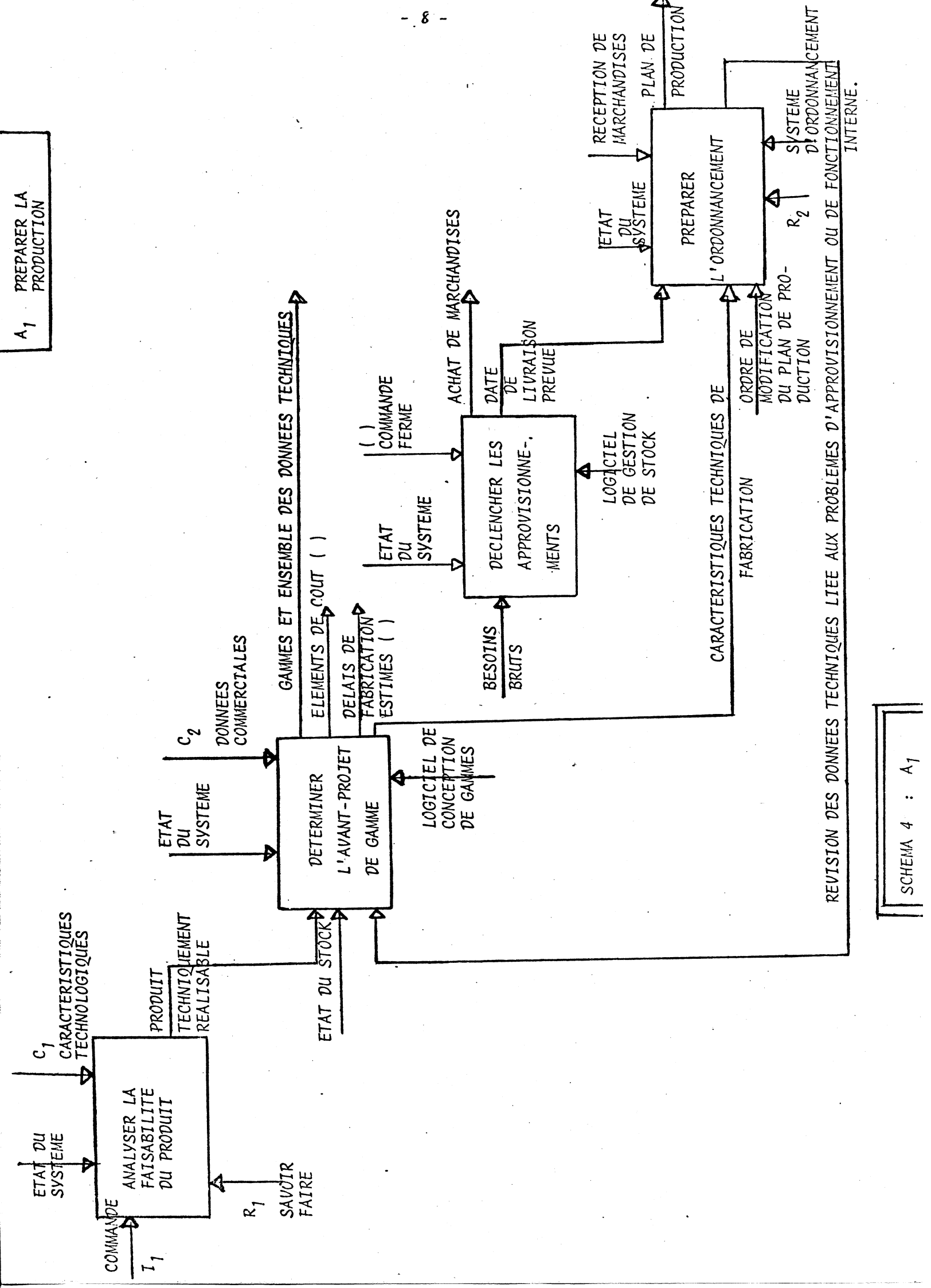


II.2 - Structuration logique de l'atelier :

La structuration "logique" de l'atelier suit le processus général de la production : la préparation de la production, la production proprement dite et le contrôle a posteriori. Cette approche situe la fabrication dans l'ensemble des traitements matériels et logiciels de gestion de la production. Elle présente de façon claire la place de la fabrication dans l'atelier par rapport au contexte général de la production. De plus, elle met en évidence les traitements préalables à la fabrication et les traitements de prévision et de contrôle nécessaires aux différents stades. De même, nous distinguons les niveaux essentiellement logiciels des niveaux matériels où la bonne marche de l'atelier est suivie par logiciel, que les traitements matériels de la fabrication soient réalisés de façon automatique ou non. L'atelier a donc comme caractéristique principale d'être avant tout adaptatif (flexible), il répond bien au critère de fabrication de petites et moyennes séries de pièces variées. La seconde caractéristique importante, en l'occurrence l'aspect automatisé de l'atelier n'apparaît qu'au niveau de la mise en oeuvre des traitements aux différents niveaux de la production. Ce modèle met en valeur chaque module de traitement et les liens qui existent entre eux, cf schémas 3-4-5-6.



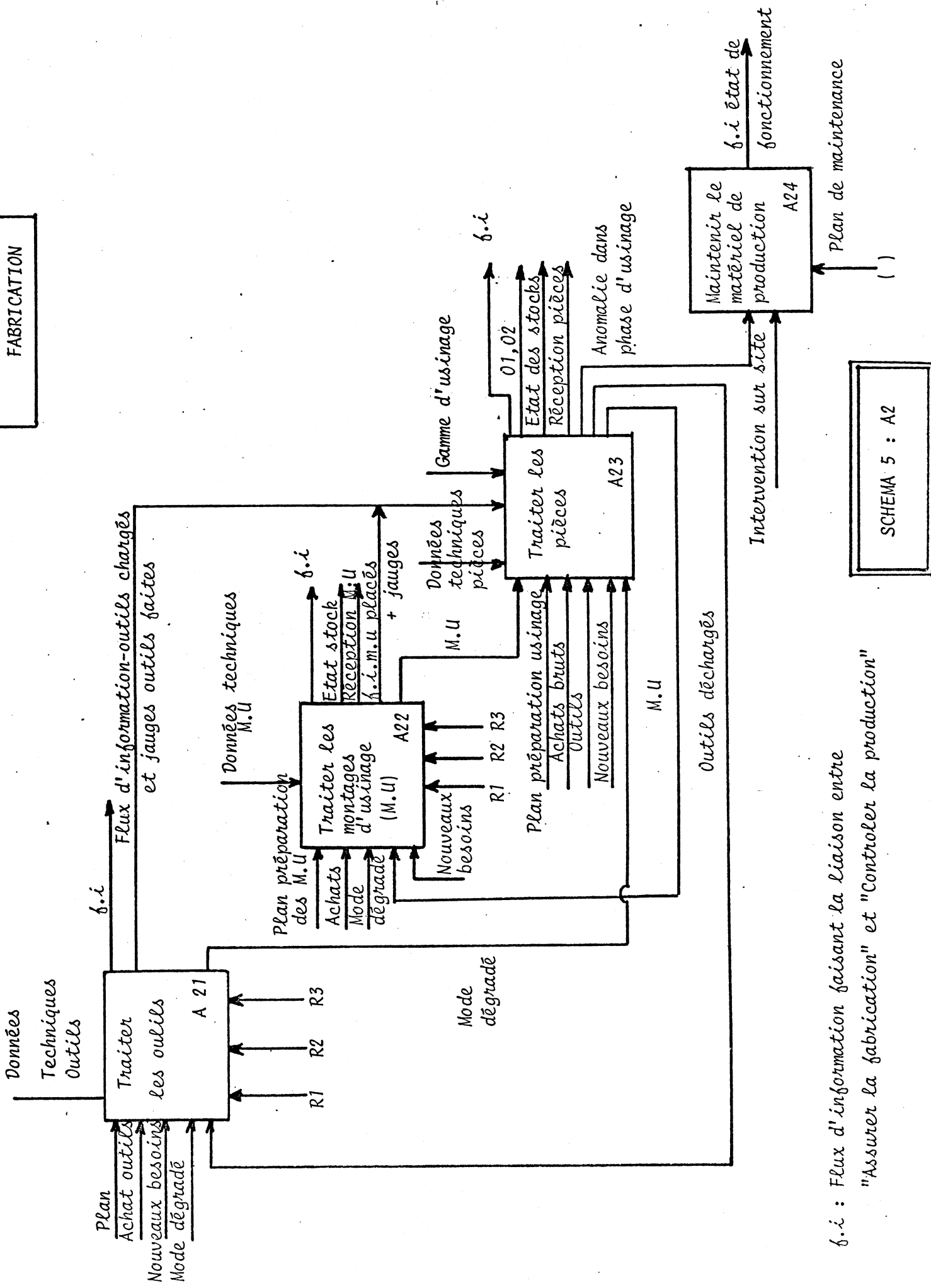
SCHEMA 3 : A0



A1 PREPARER LA PRODUCTION

SCHEMA 4 : A1

A2
ASSURER LA
FABRICATION



SCHEMA 5 : A2

δ.i : Flux d'information faisant la liaison entre "Assurer la fabrication" et "Contrôler la production"

