

## Ordonnancement à capacité finie

# COMMENT ACCROÎTRE LA PERFORMANCE INDUSTRIELLE ? PLACE ET FONCTIONS DU PROGICIEL « PILOTE »

par J. N. DEGLAIRE

*Directeur Délégué  
Cabinet Arthur Andersen & Cie*

"PILOTE" est un progiciel d'ordonnancement à capacité finie, fonctionnant sur micro-ordinateurs de type IBM ou compatible, développé en France, et commercialisé par Arthur Andersen & Cie. Cet article vise à :

- donner un aperçu des idées forces, nécessairement adaptées à chaque cas industriel, à appliquer pour utiliser avec profit un tel outil,
- décrire rapidement les principales caractéristiques du progiciel, qui traduisent les principes précédents.

Historiquement, PILOTE fut d'abord une "boîte à outils" d'algorithmes paramétrables d'ordonnancement à capacité finie. Il était alors proposé sous le nom de Pilot 1. Il est maintenant devenu un progiciel complet de gestion d'atelier, en principe orienté vers les fabrications de produits individualisés, connectable à des progiciels de type MRP tournant sur gros et moyens systèmes. Ses premières références sont dans le domaine des fabrications unitaires, de petites séries et de prototypes.

### 1. L'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE INDUSTRIELLE ET LA PLACE DE "PILOTE" : QUELQUES IDEES FORCES

Dans ce paragraphe, sous le terme d'améliorations de la "performance industrielle" sont regroupés :

- l'amélioration de la qualité des produits fabriqués,
- la réduction du cycle total de fabrication, permettant une plus grande réactivité à la demande commerciale, des réductions d'en-cours et de stocks,
- le respect des délais de livraison pré-établis,

- une meilleure utilisation des vraies ressources critiques :

- . hommes,
- . matériaux et machines goulots,
- . délai ;

- des gains accrus de productivité, sur les tâches indirectes comme sur les tâches directes.

Il est clair que c'est l'attente d'améliorations de la performance industrielle qui motive l'emploi d'un outil d'ordonnancement informatisé.

Il est donc naturel de combiner l'emploi de cet outil avec les mesures d'accompagnement qui, par elles-mêmes, concourent à l'amélioration de la performance et qui sont requises pour assurer l'efficacité de l'ordonnancement.

De plus, mettre en pratique quelques principes simples peut éviter, sans grands frais, un échec parfois cuisant. Celui-ci risque de survenir en cas d'utilisation d'outils, soit inadaptés, soit disproportionnés, soit adéquats mais non accompagnés des conditions d'environnement industriel nécessaires pour réussir.

Dans le cadre limité de cet article, quatre principes pour mettre en oeuvre un bon ordonnancement supporté par Pilote, seront évoqués :

- simplifier les flux physiques, focaliser les fabrications, réduire les contraintes internes,
- décentraliser les décisions qui peuvent l'être,
- formaliser les règles du jeu,
- reconnaître que l'industrie vit en environnement changeant.

### 1.1 Simplifier les flux physiques, focaliser les fabrications, réduire les contraintes internes

Les problèmes d'ordonnancement ont une complexité qui augmente exponentiellement avec le nombre de paramètres à prendre en compte (postes de charges à ordonnancer, opérations ...).

Pour résoudre ces problèmes, deux approches sont possibles :

- l'une consiste à ne rien changer aux flux et processus physiques mais à identifier les données clés dans la masse des informations manipulées : machines goulots, ordres critiques, temps de changement d'outils, ... Par une analyse assistée informatiquement, le progiciel propose alors, à un problème complexe, une solution complexe ; il utilise néanmoins, pour aboutir dans des temps de calcul raisonnables, les possibilités latentes de simplification du processus,

- l'autre, autrement plus satisfaisante et plus sûre, consiste à transformer d'abord le problème complexe initial en une juxtaposition de problèmes plus simples :

- . création par famille de produits, de flux physiques linéaires, ou en "arête de poisson", utilisant en grande partie des moyens dédiés,

- . réduction des contraintes internes : temps de préparation réduits permettant d'avoir comme unité de compte le lot de manutention ; stocks focalisés, minimisant les délais de manutention ; sur-capacités peu coûteuses, permettant des moyens dédiés ; polyvalence du personnel limitant les contraintes d'affectation ...

On se rend compte alors :

- . que pour certains des nouveaux sous-ateliers ou cellules, l'ordonnancement devient trivial,

- . que la taille des problèmes à résoudre pour ceux des ateliers qui conservent des flux complexes (traitant des produits à demande erratique, très divers, requerrant souvent des moyens lourds, difficilement duplicables), a été très fortement réduite,

- . que la nature de l'ordonnancement à réaliser pour les sous-ateliers "en flux" (séquencement des travaux sur des lignes, équilibrage de lignes ou entre cellules), a été modifiée. Les problèmes initialement ressentis comme d'ordonnancement apparaissent clairement comme des problèmes de programme de fabrication (Master Schedule).

Surtout peut-être, la clarté retrouvée des flux rend au personnel d'atelier sa capacité d'innovation pour l'amélioration de la performance et en particulier de la qualité. Cette capacité créatrice pouvait auparavant s'être diluée dans une organisation trop segmentée, opaque et administrative, dont la compréhension globale échappait.

## 1.2 Décentraliser les décisions qui peuvent l'être

Une des difficultés de l'ordonnancement de la production tient aux interactions croisées entre décisions et incidents multiples : décisions d'approvisionnement, de choix des tailles de lots de fabrication, de priorités données à des opérations effectuées sur des pièces différentes mais destinées aux mêmes produits finis, aléas de livraison fournisseurs, défauts de qualité, horaires de travail différents, capacités déséquilibrées, modifications de programme, etc.

La multiplicité des facteurs à prendre en compte et des aléas possibles, rend :

- très difficile à réaliser en pratique la concentration en temps utile en un même point de toutes les données théoriquement pertinentes,
- rapidement caduques les informations qui étaient pertinentes à un instant donné,
- complexe, ou même impossible, la fixation de règles de décision générales.

L'ambition de centralisation totale doit donc, à notre avis, être abandonnée comme ayant un coût excessif sans rapport avec les bénéfices possibles, même quand elle serait techniquement réalisable.

Par contre, l'information qu'il est nécessaire de communiquer entre pôles de décision (= ateliers) pour que chacun de ceux-ci puisse intelligemment prendre ses décisions d'ordonnement propre peut être, en pratique, relativement limitée : état des stocks ou en-cours intermédiaires, délais prévus de mise à disposition des composants, quantités et dates de livraison des composés.

Il est, en général, possible de mettre ces informations à disposition de tous les ateliers en temps réel, dès lors que les flux - et les nomenclatures de production - ont été simplifiés (arborescence d'ateliers contribuant à la production d'un même produit fini à deux ou trois niveaux au plus dans sa branche la plus longue). Chaque atelier peut alors être rendu maître de son ordonnancement permanent.

Il faut d'ailleurs remarquer que, dans la plupart des sociétés, la réalité est bien conforme à un schéma à deux niveaux :

- engagement, décidé à un niveau central, à intervalles du mois ou de la semaine, des moyens "lourds" (horaires de travail, personnels engagés, cadences et mix moyens par famille de produits, périodes d'arrêt planifiées, ...);
- ordonnement décidé localement, des opérations à exécuter immédiatement.

Les avantages de cette solution décentralisée sont multiples :

- responsabilisation et possibilité d'initiative du personnel d'atelier qui connaît mieux que tout autre, souvent de visu, sans besoin de papiers ou d'informatique, ce qui se passe,
- réactivité aux modifications,
- incitation au progrès en matière de qualité et de fiabilité notamment.

De fait, pourquoi chercher à prévoir dans le détail ce qui est imprévisible alors que l'on peut souvent se contenter, pour l'action, de prévisions approximatives et de certitudes sur les besoins réels à très court terme ?

### 1.3 Formaliser les règles du jeu

C'est la conséquence obligatoire d'une décentralisation réussie.

Par "formaliser les règles du jeu", on entend aussi bien :

- définir ce que l'on appelle de "bonnes" performances d'ordonnancement, qu'il s'agit bien sûr de mesurer et de faire progresser,
- définir les informations à mettre à la disposition mutuelle de secteurs de fabrication en relation clients/fournisseurs, et instaurer des habitudes :
  - . de solidarité (c'est le résultat global, et non la performance individuelle qui compte),
  - . de transparence (pas de progrès si les faiblesses sont dissimulées),
  - . de fiabilité (c'est plus facile lorsque l'emploi des informations demandées est clairement compris),
- définir les règles de souplesse requises et acceptées avec les interlocuteurs extérieurs : commercial et clients, fournisseurs externes ou internes,
- définir le cadre de réservation de capacités à l'intérieur duquel se fera l'ordonnancement,
- définir les tolérances de qualité à l'intérieur desquelles doit opérer l'ordonnancement, etc.

### 1.4 Reconnaître que l'industrie vit en environnement changeant

Les produits évoluent, le carnet de commandes aussi, les moyens de production également. Enfin, malgré les progrès réalisés, subsistent toujours des pannes, des ruptures d'approvisionnement, des urgences imprévues. Le processus d'ordonnancement mis en oeuvre doit explicitement reconnaître cet environnement et permettre d'y répondre. Même s'il n'a pas pour ambition de rendre tout possible à lui tout seul (ce n'est qu'une partie de la gestion de la production), il doit savoir réagir aux aléas les plus fréquents et pouvoir être débrayé, pour repartir ensuite sans heurt, en cas de situation exceptionnelle que seul un arbitrage humain ad-hoc peut traiter.

## 2. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU PROGICIEL PILOTE

Nous nous limiterons ici à quelques caractéristiques clés :

### 2.1 Réordonnement possible avec un délai de réaction très bref

L'algorithme original qu'utilise Pilote permet, en cas de modification rendant inexécutable l'ordonnement précédent, de relancer un nouvel ordonnancement jusqu'à plusieurs fois par jour. L'ordre de grandeur du temps d'exécution est du quart d'heure pour environ 1000 opérations à ordonner sur un IBM AT. Ces temps sont diminués sur un matériel plus rapide. L'algorithme est de type "décomposition", ce qui permet de ne pas nécessairement ordonner avec le même niveau de détail ou simultanément toutes les opérations en portefeuille. On peut paramétrer l'algorithme pour le stopper avant d'atteindre l'optimum théorique.

### 2.2 Possibilité de paramétrer la fonction mesurant la qualité de l'ordonnement

Par défaut, l'algorithme cherche à respecter, pour tous les ordres traités, les délais de livraison, sous de multiples contraintes : calendriers et capacités des moyens de production, disponibilité des composants, tailles des lots de manutention, durée de préparation et de changements d'outils, temps de manutention minimum inter-postes, processus de fabrication alternatifs possibles, ...

Il n'attribue pas à chaque opération "exécutable" une priorité dépendant du ratio critique, du temps minimum, etc. Par contre, l'utilisateur peut attribuer à certains ordres des degrés de priorité supérieurs à la normale, et dans ce cas l'algorithme accordera plus de poids au respect des délais de ces ordres.

Dans des cas particuliers, il est possible de modifier les critères d'appréciation de la qualité de l'ordonnement. Il est également possible d'adopter des règles spéciales de décomposition des opérations à ordonner.

### 2.3 Suivi d'atelier en temps réel

Ce suivi est double :

- enregistrement en temps réel de tout ce qui modifie l'état de l'atelier (quantités produites par opération intermédiaire ou de fin d'ordre, composants rendus disponibles, indisponibilités pour pannes ou entretien, changements de programmes, rebuts, modification des temps restant à passer suite à retouches, par exemple ...), et donc tenue à jour permanente de cet état,

- enregistrement des performances réalisées (temps passés, machine ou main-d'oeuvre, au niveau soit de l'opération soit du poste de charge, soit du centre de fabrication) et comparaison possible avec les temps alloués, pour apprécier le réalisme de ceux-ci et l'efficacité réelle ; saisie des temps "improductifs".

L'enregistrement des données de réalisation est préparé par l'édition de documents ateliers où figurent éventuellement des codes à barres.

### 2.4 Production d'informations prévisionnelles et réelles sur la performance

Il s'agit par exemple des informations suivantes :

- indice de respect des délais,
- délais d'écoulement moyens,
- charges et degrés d'utilisation des ressources (en moyenne ou détaillés),
- indisponibilités diverses,
- délais prévisionnels ordre par ordre (pour un ordre précis, par exception pour les retards, pour tous les ordres, par date ...).

Ces données sont en général consultables sur écran et sur papier. Les plus significatives d'entre elles (charges, plannings d'enchaînement d'opérations par machine ou ordre, de type GANTT) sont présentées graphiquement.

### 2.5 Possibilité de "débrayage" de l'ordonnancement algorithmique pour réaliser un ordonnancement manuel graphique à capacité finie

Cette possibilité, qui permet éventuellement d'utiliser le progiciel sans son noyau algorithmique dans une fonction de "planning mural informatisé", est offerte par manipulation graphique à l'écran, à l'aide d'une souris, des opérations à affecter. Des fonctions :

- de manipulation de masse,
- de contrôle de cohérence,
- de zoom,
- de calcul de la durée de l'opération en fonction de son affectation ...

sont proposées pour faciliter cet ordonnancement manuel. Les fonctions disponibles pour l'examen des résultats obtenus sont identiques à celles offertes en cas d'ordonnancement algorithmique.

Le progiciel permettant de "geler" les opérations que l'on désire, les opérations que l'on souhaite affecter à la main ne seront pas modifiées lors d'un nouvel ordonnancement algorithmique.

Elles seront alors considérées comme autant de capacités réservées, comme s'il s'agissait de plages indisponibles suite à "entretien", "panne", ou "horaire de fermeture exceptionnel", par exemple.

### 2.6 Gestion autonome sur micro des données de base, mais connexion possible avec des systèmes de gestion usine résidents sur matériels centraux

Cette gestion de données inclut, de façon non exhaustive :

- les calendriers (modulables par ressource),
- la description des processus opératoires et des temps de référence (productif, de préparation, ...). Il est notamment possible de décrire :
  - . des alternatives de mode de fabrication,
  - . des gammes arborescentes (niveaux d'assemblage ou d'appairage non matérialisés par un numéro d'article composé) ;
- les ressources (à capacité finie, avec calendrier et besoins main-d'oeuvre associés ; à capacité infinie, avec un délai associé), et éventuellement les temps de changement de fabrication associés aux passages, sur ces ressources d'une famille de produits à une autre.



La possibilité d'interfaces automatisés avec des systèmes centraux :

- évite les redondances de saisie de données de base,
- permet des échanges bi-directionnels (programmes à exécuter, production réalisée, liens vers la comptabilité industrielle usine ...) entre "PILOTE" et les outils "usine" ou centraux.

Elle est disponible en standard avec certains progiciels de type MRP. Aujourd'hui sont analysées les liaisons avec des progiciels basés sur IBM 38 (MAC-PAC 38), HP 3000, et (dans une version simplifiée) IBM 43XX.

Ces fonctions, et en premier lieu la capacité de "PILOTE" à réactualiser fréquemment l'ordonnancement atelier, chaque fois que l'environnement a suffisamment évolué pour rendre caduc l'ordonnancement précédent, concourent à l'amélioration de la performance industrielle.

