

L'ORDONNANCEMENT DE LA PRODUCTION : BIEN PLUS QU'UNE QUESTION DE CALCUL

M. GUÈVREMONT, P. BAPTISTE, R. PELLERIN

École Polytechnique de Montréal
2500, chemin de Polytechnique, Montréal, Québec, Canada H3T 1J4
(Adresse postale: C.P. 6079, succ. Centre- Ville, Montréal, Québec, Canada H3C 3A7)

RÉSUMÉ : *Cet article vise à établir les relations existantes entre la qualité du résultat de l'ordonnancement et les caractéristiques de l'organisation responsable de cette fonction. Pour y arriver, de multiples interviews et observations ont été réalisés au sein de cinq entreprises de production québécoises. L'analyse des résultats démontrent notamment que le processus d'ordonnancement en entreprise dépasse largement la fonction de calcul et de génération de calendrier de travail. De plus, un bon nombre de facteurs systémiques et organisationnels influencent la qualité du résultat de l'ordonnancement.*

MOTS-CLÉS : *Ordonnancement, planificateurs, système, mesure, logiciels.*

1 INTRODUCTION

La grande majorité des entreprises manufacturières a recouru à une forme quelconque d'outils informatiques, variant des tableurs aux progiciels spécialisés, pour supporter leur processus d'ordonnancement de la production. La grande variété des choix de progiciels d'ordonnancement disponibles sur le marché peut s'avérer déroutante pour le profane. Une analyse sur les sites web de l'*American Production and Inventory Control Society* (APICS), de l'*Institute of Industrial Engineers* (IIE), du *CXP International* et de *productionsscheduling.com* rapporte rapidement plus de 500 produits logiciels d'ordonnancement. De plus, les coûts attachés à l'achat, l'implantation et au fonctionnement de ces systèmes sont parfois difficiles à estimer au départ et peuvent s'avérer astronomiques. Ainsi, il peut être difficile de budgéter adéquatement les sommes requises pour l'implantation et l'exploitation de ces technologies.

L'objectif de cet article est d'offrir un cadre d'analyse pratique pour comparer différents éléments de production, d'organisation, de processus et de systèmes pour effectuer la mise en service de l'ordonnancement en entreprises. Pour ce faire, une base de comparaison approfondie des processus d'ordonnancement reposant sur des données recueillies auprès de cinq entreprises industrielles québécoises est présentée. Bien que certaines données demeurent estimatives ou confidentielles, le présent modèle permet toutefois d'améliorer la compréhension des activités et pré-requis liés aux processus d'ordonnancement en entreprises. L'impact des différents facteurs d'analyse sur la qualité du processus d'ordonnancement, mesurée en fonction du respect des dates planifiées, y est aussi analysé.

Pour y arriver, le présent article présente d'abord une brève revue de la littérature. La démarche de recherche est par la suite présentée à la section 3. Cette section comprend aussi une description du questionnaire et des entrevues et les éléments d'analyses retenus avec les entreprises. Ensuite, la section 4 présente les données et résultats obtenus. Ces derniers sont analysés dans la section 5 et discutés à la section 6. Finalement, une brève conclusion termine cet article en soulignant les avenues de recherche potentielles.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Depuis les trois dernières décennies, l'ordonnancement a été un produit de recherche d'un point de vue mathématique, incarné par les communautés de recherche opérationnelle, de gestion des opérations et de l'intelligence artificielle. Depuis l'apparition des premiers livres sur l'ordonnancement (Conway *et al.*, 1967; Baker, 1974), plus de 20,000 articles traitants du problème d'ordonnancement ont été publiés (Dessouky *et al.*, 1995). Dans ces recherches, l'ordonnancement est habituellement défini comme "l'allocation d'un ensemble de ressources afin de performer un groupe de tâche". Dans les systèmes de production, cela se traduit comme l'allocation d'un ensemble de machines et d'employés afin de réaliser un groupe d'opérations de production dans une période de temps connue. La résultante de l'ordonnancement est un échancier, qui est défini comme "un plan faisant référence à une séquence de tâches ou d'opérations à temps définis et nécessaires pour compléter une action" (Vollmann *et al.*, 1988).

De plus, il y a eu des efforts de recherche substantiels orientés dans la conception de systèmes de gestion de la production prenant en compte le problème d'allocation et leur évaluation en situation réelle (Bauer *et al.*, 1991; Kempf *et al.*, 1991; Kempf, 1994; Pinedo, 1992). Les

résultats des efforts variés de développement de ces systèmes ont été utilisés à bonnes fins dans certaines industries reposant sur des précédés industriels en continu (Rigby *et al.*, 1995) mais peu d'applications ont été appliquées au cas de job shop (Wiers, 1997a).

Plus récemment, certains chercheurs se sont concentrés sur l'analyse des tâches effectuées par les responsables de l'ordonnancement et le déroulement des processus d'ordonnancement au sein d'entreprises (Crawford and Wiers, 2001). La modélisation du processus d'ordonnancement est cependant difficile du fait que les processus d'ordonnancement sont propres à chacune des entreprises. Par exemple, MacCarthy et Wilson (2001) ainsi que Herrmann (2006) citent le déroulement typique de l'ordonnancement dans des entreprises variées telle une usine manufacturière d'outils, une firme d'ingénierie, une usine de linge, une usine de feuilles de métal et une usine pharmaceutique. Les mêmes auteurs citent les descriptions des fonctions liées aux opérateurs ainsi qu'aux principaux acteurs de l'ordonnancement. Ainsi, ils considèrent les directeurs, les gestionnaires, les planificateurs, les *ordonnanceurs* et leurs supports administratifs comme les acteurs principaux impliqués avec le système d'ordonnancement. De façon semblable, Wortman et al (1996) ont fait ressortir les interactions entre différents planificateurs ainsi que Stoop et Wiers (1996) qui ont identifié les relations entre les intervenants du plancher de la production et les planificateurs.

Au cours des dernières années, quelques chercheurs se sont penchés sur l'aspect des sciences humaines inhérentes à l'ordonnancement et son processus dont Van Wezel et al (2006) qui créent un cadre d'analyse expliquant comment l'ordonnancement, les caractéristiques de production, et les éléments organisationnels agissent ensemble pour générer le goulot flexible de la planification. Ils montrent, à travers leurs analyses, que la pratique de la planification dépasse les approches de planification, les systèmes ERP et APS afin de pouvoir résoudre les problèmes typiques de l'industrie. Zoryk-Schalla et al (2004) examine le processus de planification et mentionne la difficulté de capturer l'ensemble de la prémisses hiérarchique dans un système APS.

Malgré tout, il n'existe pas à ce jour de modèle unique qui permet de caractériser un processus d'ordonnancement et éventuellement, d'en établir les coûts de façon cohérente. La littérature portant directement sur les coûts liés aux systèmes d'ordonnancement nous paraît d'ailleurs inexistante.

C'est dans cette optique que nous cherchons ici à mieux cerner les différents éléments qui affectent la qualité d'un processus d'ordonnancement en entreprise. Avant d'exposer les éléments de notre analyse, nous présentons en premier lieu de notre méthodologie de recherche dans la prochaine section.

3 MÉTHODOLOGIE

Compte tenu du caractère pratique et exploratoire de cette recherche, nous avons développé une méthode d'observation de processus réels d'ordonnancement de la production. Cette méthode comporte 5 grandes étapes :

- 1) Choix des entreprises à observer ;
- 2) Construction d'une grille d'observation concernant la production, les ressources, le processus d'ordonnancement lui-même, les acteurs et les coûts liés à l'ordonnancement ;
- 3) Définition du protocole d'entrevue et d'observation ;
- 4) Conduite des entrevues et des observations ;
- 5) Analyse des résultats.

Un projet de recherche effectuée dans le cadre d'un partenariat entre l'École Polytechnique de Montréal et un éditeur principal du marché des logiciels d'ordonnancement nous a permis de conduire ce projet d'observation et de visites en entreprise. Cinq entreprises de la région de Montréal et ses environs ont été visitées et vingt-cinq acteurs de l'ordonnancement ont été interviewés. Les entreprises ont été sélectionnées sur la base de critères de choix tel que les différents types de production (industrie en flux continu et en lots), différents types d'organisation (ligne d'assemblage, atelier multi gamme), différents secteurs industriels (pharmaceutique, alimentaire, automobile, militaire et aérospatiale) et différents type d'activités (production et maintenance). Le choix final des entreprises a cependant été arbitraire et basé sur les relations privilégiées du responsable de groupe.

3.1 Questionnaire et entrevues

Une étude bibliographique et une analyse des logiciels d'ordonnancement ont permis d'élaborer un questionnaire global. Pour des raisons de confidentialité nous ne l'incluons pas avec cet article.

Les questions touchant la production permettaient de connaître la taille de l'entreprise, la nature de la production, le nombre de produits, la nature de la demande, les informations de temps de cycle, le nombre d'ordres de productions ouvert moyens, le nombre d'ordres moyens complétés par jour, les durées moyennes des opérations complétées, le nombre moyen de matériaux ou pièces par produit et le pourcentage moyen de rejet.

Au niveau des ressources, les questions couvraient notamment le nombre et type de machines, le nombre d'opérateurs, les corps de métiers, les quarts de travail et le nombre de centre de travail.

Finalement, les questions touchant le processus de planification ont permis de déterminer les acteurs et d'effectuer une cartographie complète des processus

d'ordonnancement et de ré-ordonnancement en utilisant la méthode EPC (*Event Process Chain*).

Plutôt que d'utiliser une méthode de questionnaires, nous avons utilisé des interviews orientés. La diversité des situations et des répondants aurait rendu impossible la simple distribution d'un questionnaire. En effet, les entreprises variaient en termes de taille, de complexité, de processus, de produits et de leur approche de planification et d'ordonnancement. Aussi, comme l'ordonnancement en entreprise implique divers tâches cognitives et divers rôles sociaux, une première rencontre avec un responsable de la logistique ou de la production, selon les cas, a été effectuée dans le but d'identifier les données de base et les acteurs susceptibles de mieux répondre à l'ensemble des questions. Chaque entrevue a requis une heure en moyenne par employé rencontré. Une fois l'information colligée et organisée, une deuxième réunion et des observations de terrain étaient tenues afin d'apporter des précisions et de combler tout manque d'informations. Les entrevues et observations ont été conduites de mai 2007 à août 2007 par quatre chercheurs et trois professeurs chercheurs.

3.2 Éléments d'analyse

En plus de chercher à mieux définir le processus d'ordonnancement en entreprise, cette recherche vise aussi à établir les relations existant entre la qualité du processus d'ordonnancement et les caractéristiques de l'organisation responsable de cette fonction. Pour ce faire, nous avons retenus trois dimensions d'analyse, soient :

- les caractéristiques du système de production et de son environnement ;
- l'organisation du travail ; et
- les processus et systèmes mis en place.

Comme le démontre la Figure 1, ce cadre d'analyse suppose que les caractéristiques de production et les décisions prises par les entreprises en termes d'organisation du travail et de mise en place de processus et de systèmes d'information influencent directement la qualité du résultat final d'ordonnancement.



Figure 1. Cadre d'analyse

Dans un premier temps, il fut nécessaire de prendre en compte le contexte et le niveau de difficulté de chaque entreprise. Pour chaque entreprise, les éléments suivants ont été évalués:

- volume de production ;
- variété des produits ;
- nombre de contraintes ;
- variabilité des opérations ;
- variabilité des besoins en matériels ;
- variabilité de la demande

Deuxièmement, l'analyse qualitative des organisations fut réalisée à partir des critères suivants :

- précision des responsabilités ;
- imputabilité des planificateurs ;
- nombre de planificateurs ;
- niveau de formation ;
- niveau de scolarité à l'embauche ;
- progression et cheminement de carrière.

Finalement, nous avons cherché à évaluer et comparer les processus et les systèmes d'information utilisés pour mener à bien la fonction d'ordonnancement. Les éléments d'analyse suivants ont donc été retenus :

- processus d'établissement des dates de début et de fin des ordres ;
- processus de suivi ;
- processus de correction ;
- système de planification ;
- système d'ordonnancement ;
- intégration des processus.

4 CONDUITE DES OBSERVATIONS

La structure des environnements de travail observés varie en termes de fonctionnement. L'activité d'ordonnancement a été investiguée en l'évaluant dans son environnement normal, soit un environnement manufacturier complexe et dynamique. Tel qu'illustré dans le tableau 1, deux cas utilisent une approche à flux continu (*flow shop*), deux autres entreprises utilisent une approche multi-gamme (*job shop*) et une fonctionne en mode mixte. Chaque entreprise est brièvement décrite ci-après.

Entreprise	Secteur	Type d'environnement
A	Défense	Atelier multi-gamme
B	Pharmaceutique	Mixte (flux continu et multi-gamme)
C	Aérospatial	Atelier multi-gamme
D	Alimentaire	Atelier à flux continu
E	Transport	Atelier à flux continu

Tableau 1. Entreprise et type d'environnement

4.1 Entreprise A

L'entreprise A est spécialisée dans le secteur de la défense. Elle offre des services de réparation et de

remise en état de véhicules de combat et de systèmes de transport. Opérant dans un mode discret, les processus sont hautement variables et un total de 25 858 produits différents y est reporté. On y trouve une usine de remise à neuf et un atelier d'usinage comptant un total de 419 employés.

Dans l'entreprise A, un seul planificateur est appuyé par un groupe de 8 techniciens pour permettre le résultat de l'ordonnancement. Les logiciels utilisés sont SAP (R/3 et BW) et MS Excel.

4.2 Entreprise B

L'entreprise B se spécialise dans les produits pharmaceutiques, biotechnologiques et de soins de santé pour les humains et les animaux. Sa structure en micro-usines permet la production en petits lots de produits spécialisés. On y trouve des micro-usines en mode discret et en mode continu ainsi que des laboratoires d'intrants et d'extrants nécessaires à la production de 478 produits distincts.

L'entreprise B compte 21 planificateurs. Un total de plus de 1300 employés y travaille. Les logiciels utilisés sont JD Edwards (JDE), Taylor Scheduling System (TESS), Brio et MS Excel.

4.3 Entreprise C

L'entreprise C se spécialise dans les produits et services pour l'industrie de l'aérospatiale comme fournisseur d'équipements de simulation de vols. L'entreprise opère en processus discrets et a peu de produits. Toutefois, plus de 12 000 pièces sont requises par produit final.

L'entreprise C emploie près de 200 employés dont 4 planificateurs. Les logiciels utilisés sont Solomon, PS8, MS Project, Job Boss et MS Excel.

4.4 Entreprise D

L'entreprise D agit dans le secteur alimentaire et produit des biscuits, céréales, barres tendres, pretzels et craquelins. La production de 600 produits différents est effectuée principalement en mode continu.

L'entreprise D a choisi d'utiliser SAP, un système ERP général, et d'y ajouter un module d'ordonnancement développé par des programmeurs maison. L'entreprise emploie près de 500 employés. De plus, c'est un vice-président qui y a la responsabilité de l'ordonnancement. Il gère une équipe de 5 planificateurs.

4.5 Entreprise E

L'entreprise E œuvre dans le milieu des transports en offrant des services de conception, de fabrication et de support à ces clients. L'entreprise opère en mode discret et fabrique plus de 8 000 produits.

Paradox 7 est le logiciel d'ordonnancement utilisé par l'entreprise. Plus de 1000 employés y travaillent dont 20 planificateurs.

5 ANALYSE DES RÉSULTATS

L'analyse des résultats est faite en quatre parties. Nous avons d'abord évalué différents éléments caractérisant la complexité de la production à la section 5.1. La section 5.2 propose une appréciation de certains facteurs organisationnels influençant le processus d'ordonnancement. La section 5.3 présente par la suite des éléments propres aux processus et aux systèmes d'ordonnancement utilisés par les entreprises. Finalement, la section 5.4 tente d'évaluer la qualité des processus d'ordonnancement observés.

5.1 Environnement de production

Dans un premier temps, les données décrivant les volumes de production, la variété des produits, le nombre de contraintes, la variabilité des opérations et la variabilité de la demande ont été recueillies. Une comparaison des caractéristiques propres à chaque environnement de production est illustrée à la Figure 3. On y note d'ailleurs que l'entreprise A affiche le plus grand niveau de complexité.

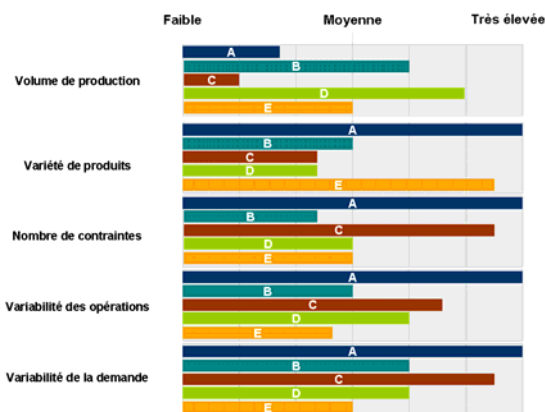


Figure 2. Analyse de la complexité des environnements de production

Ces données nous permettent de différencier les entreprises selon leur difficulté à produire un échéancier de production réalisable. En utilisant la classification de Wiers (1997b), il nous est possible de classer nos 5 entreprises en atelier lisse, social, de stress ou socio-technologique. Selon cette classification, l'abscisse représente l'incertitude liée à la complexité de la production et l'ordonnée relate l'habileté humaine usant de flexibilité pour récupérer de l'incertitude et des perturbations.

Ainsi comme le démontre la figure 3, on remarque que les ateliers multi gammes représentent des environnements plus turbulents et plus difficiles à maîtriser. Nous notons que l'entreprise A œuvre dans l'environnement le plus complexe et l'entreprise B dans l'environnement le plus facile. En lien avec les capacités humaines, il est noté que l'entreprise A travaille dans un milieu où l'intervention des employés à un impact au mieux marginal sur la capacité de redresser une situation d'urgence.

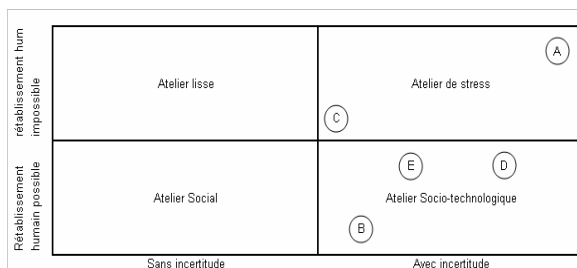


Figure 3. Typologie des unités de production

5.2 Éléments d'organisation

Nous avons aussi caractérisé les éléments organisationnels des entreprises visitées. La précision des responsabilités, le nombre de planificateurs, la formation interne, le niveau de scolarité à l'embauche et la progression et cheminement de carrière ont été questionné et sont analysés à la Figure 4. Nous notons que l'entreprise B affiche la plus grande maturité organisationnelle et que l'entreprise A montre le plus faible niveau d'efficacité organisationnelle.

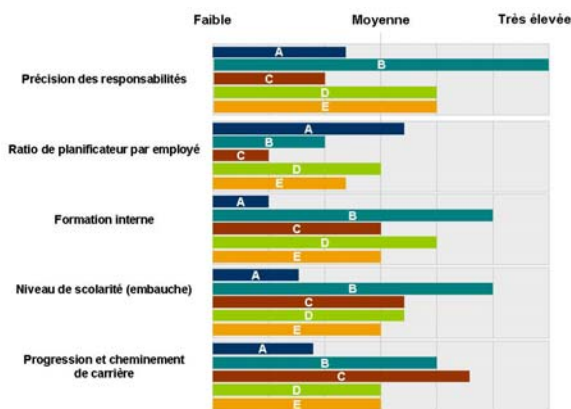


Figure 4. Analyse des éléments organisationnels

Chose surprenante, on note que le ratio de planificateur par employé se situe à près de 2% pour l'ensemble des entreprises. L'écart type est très faible sachant que les pourcentages varient entre 1.18% et 2.14%.

Nous notons aussi une grande variance dans le niveau de scolarité à l'embauche dans les entreprises visitées. L'éducation des planificateurs au Québec est intimement

liée aux spécificités locales et l'expertise est caractérisée par la combinaison de trois éléments :

- Le niveau de formation académique ;
- Les certifications professionnelles ;
- Les années d'expériences sur le marché du travail.

Au Québec, la progression des études postsecondaires commencent par des études collégiales de 2 ans dites générales ou de 3 ans dites techniques. Par la suite, les étudiants poursuivent au premier cycle universitaire, soit le baccalauréat qui varie de 3 ans pour des études en administration ou 4 ans pour des études en ingénierie. Ensuite, vient la maîtrise qui permet d'accéder à un domaine de spécialisation et requiert environ 2 ans de développement.

Les formations académiques des planificateurs observées en entreprises étaient variées. Nous avons observés dans les entreprises de cette étude que des Diplômes d'Études Collégiales (DEC), Baccalauréats (BACC, niveau ingénieur ou administration de la gestion des opérations) ou Maîtrises (cours (M.ing.) ou recherche (M.Sc.A.)) sont généralement requis comme critère d'embauche des candidats de l'ordonnancement. Cependant, beaucoup d'employés sont formés à l'interne. D'autres suivent des formations reconnues et accréditées par le gouvernement.

La formation professionnelle des planificateurs au Canada est aussi sujette à de grandes variations car il n'y a aucun ordre professionnel qui règlemente cette profession. L'Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE) propose une certification *Planning and Scheduling Professional (PSP)*. L'American Production and Inventory Control Society (APICS) propose aussi une certification *Certified in Production and Inventory Management (CPIM)* tandis que l'Institute of Project Management (PMI) propose une certification de *Project Management Professional (PMP)*. Toutes ces certifications couvrent des éléments de connaissances propices aux planificateurs et sont habituellement valorisées par les entreprises rencontrées.

L'analyse des années d'expériences dans le marché du travail des acteurs de l'ordonnancement a aussi fait partie de l'analyse. Plusieurs profils ont été interviewés; certains étaient fraîchement sortis des bancs d'école alors que d'autre affichaient plus de 30 ans d'expériences. Nous avons d'ailleurs observé un nombre important d'acteurs dans la quarantaine qui cumulaient entre 10 et 15 ans d'expériences au sein de leur industrie. Les entreprises visitées jumelaient les équipes en fonction de leur expérience de façon à obtenir un bénéfice optimal tout en maximisant le développement des employés.

En somme, les employés montrent différents niveaux d'expérience et de formation.

5.3 Processus et systèmes d'ordonnancement

L'analyse des processus et des systèmes d'ordonnancement est représentée à la Figure 5. Le processus d'établissement des dates de début et de fin des ordres, le processus de suivi, le processus de correction, les systèmes d'ordonnancement et l'intégration des processus ont été analysés. Nous notons que l'entreprise B montre le plus grand déploiement de processus et systèmes tandis que l'entreprise A affiche peu de rigueur dans la mise en place des processus et des systèmes d'ordonnancement.

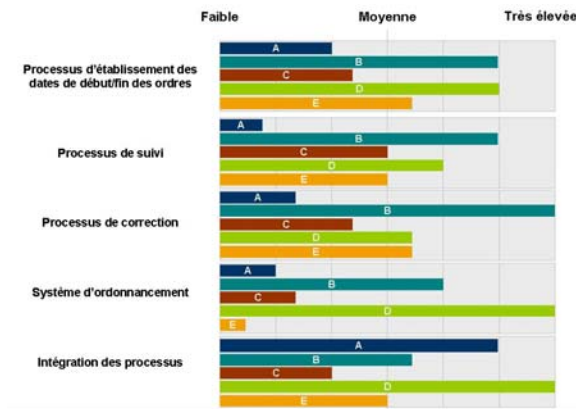


Figure 5. Analyse des processus et des systèmes

5.4 Qualité d'ordonnancement

Bien qu'il existe différentes façons d'évaluer la qualité du résultat de l'ordonnancement, nous avons ici cherché à la mesurer en fonction uniquement du respect des dates planifiées. La Figure 6 illustre la capacité de chacune des entreprises analysées à rencontrer ce critère.

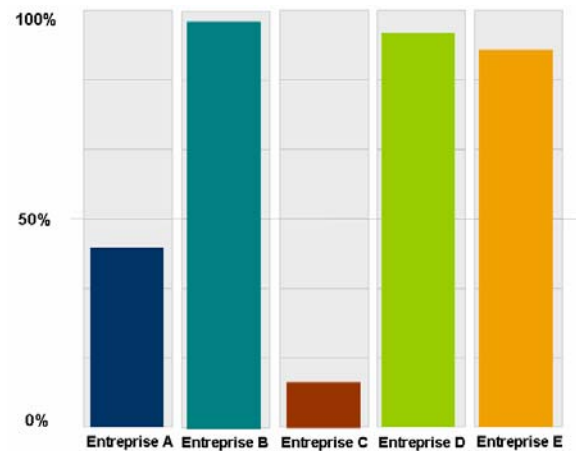


Figure 6. Taux de respect des dates planifiées

Le faible rendement de l'entreprise A s'explique en grande partie par le caractère hautement dynamique et aléatoire de son environnement. Avec un résultat similaire, l'entreprise C présente des résultats décevants et difficilement explicables sachant qu'elle opère dans un environnement de production plus stable. Les trois autres entreprises affichent un taux de respect des dates planifiées élevé. Comme prévu, les entreprises à flux continu semblent plus enclines à respecter les dates planifiées.

6 DISCUSSION

D'un point de vue logiciel, aucun système d'ordonnancement ne peut opérer efficacement sans boucle de rétroaction afin de permettre au planificateur de prendre des décisions rapides et en confiance. Il a été constaté que les planificateurs passent en moyenne 50% de leur temps à collecter de l'information et à générer différents plans de production. La coordination entre les différents services et la correction du plan initial occupent l'autre moitié de leur temps. Cette réalité fut observée dans tous les cas, peu importe la fréquence de l'évaluation des prévisions et des mises à jour de l'échéancier.

Ce constat nous amène à redéfinir le processus d'ordonnancement comme un ensemble d'activités intégrées qui comprend la collecte des données, la génération des échéanciers, la coordination et le suivi de la production (voir la Figure 7). Ainsi, une telle définition nous oblige à considérer d'autres acteurs dans le processus d'ordonnancement en entreprise que seul le planificateur. Les superviseurs ou contremaîtres de production sont d'ailleurs des acteurs clés de l'ordonnancement en menant les activités de raffinement, de coordination et de correction des échéanciers de production. Dans tous les cas, nous avons noté que les superviseurs de production modifient l'échéancier initialement produit par le planificateur de façon à tenir compte de contraintes locales non prises en compte par le planificateur et les systèmes d'ordonnancement.

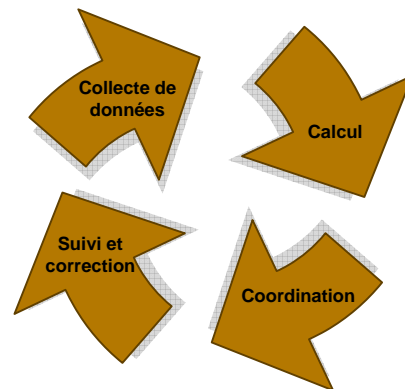


Figure 7. Processus itératif de l'ordonnancement

Au niveau des systèmes d'information, nous avons noté que certaines entreprises ont développé leurs propres instruments. D'autres ont préféré utiliser des applications commerciales. Les facteurs de choix incluent la qualité des solutions générées, la quantité d'options tant pour l'utilisation que dans la présentation des résultats. Aussi, il est intéressant de constater que chacune des entreprises recourt à l'utilisation de MS Excel à divers degrés d'intensité d'utilisation.

Nous avons constaté chez les entreprises A, B et D l'utilisation d'un double système d'ordonnancement à savoir qu'un premier était utilisé par les employés du plancher de la production et un deuxième par les employés de bureau et les gestionnaires. Ceci alimente l'idée fréquemment évoquée que les gestionnaires posent un regard sur des opérations en ayant une vision erronée de la situation réelle.

Les entreprises visitées montrent des variations significatives en quantités tant pour le nombre de planificateurs que pour les logiciels d'ordonnancement utilisés. Cependant, notons que les revenus annuels ainsi que le nombre d'employés totaux varient tout autant.

De façon individuelle, nous constatons que l'entreprise A fait face à une production complexe et montre une faiblesse tant du point de vue organisationnel que des systèmes pour répondre à cette dernière. À l'opposé, l'entreprise B possède un ordonnancement de très grande qualité mais affiche une structure imposante relativement à sa complexité de la production.

En termes de rendement, l'analyse des résultats montre que l'entreprise A, qui est classée dans un atelier de stress, montre un taux de respect des dates planifiées relativement faible. On peut en déduire une faible capacité de l'entreprise à répondre au changement de production. En comparaison, l'entreprise C, qui opère dans un atelier social, montre aussi un taux de livraison de qualité faible malgré le fait qu'elle soit dans un environnement de production plus facile à maîtriser. Cette faiblesse s'explique par des lacunes organisationnelles et par le manque de rigueur dans les processus. Les systèmes utilisés sont également faibles à plusieurs égards.

De façon plus globale, il est intéressant de comparer le taux de respect des dates planifiées et les différentes caractéristiques des entreprises. À cet égard, nous avons tenté de cumuler le niveau d'efficacité organisationnelle et d'efficacité des processus et systèmes au sein d'une seule mesure, dénoté comme l'efficacité globale de l'entreprise. Cette mesure fut simplement établie en calculant la moyenne de l'ensemble des critères mesurés aux Figures 4 et 5. Ainsi, la figure suivante mets en relation le niveau d'efficacité globale de l'entreprise et sa complexité de production. Dans cette illustration, la taille de chaque point est directement proportionnelle au

taux de respect des dates de livraison de l'entreprise. On note ainsi que la complexité de l'appareil de production semble être déterminant sur la qualité du résultat d'ordonnancement.

Le résultat de l'entreprise C semble toutefois incohérent avec ce dernier énoncé. Ce comportement nous a amené à revoir notre mesure de complexité. Suite à nos observations, il semble que le volume de production n'ajoute pas de difficultés supplémentaires au planificateur dans son processeur d'ordonnancement.

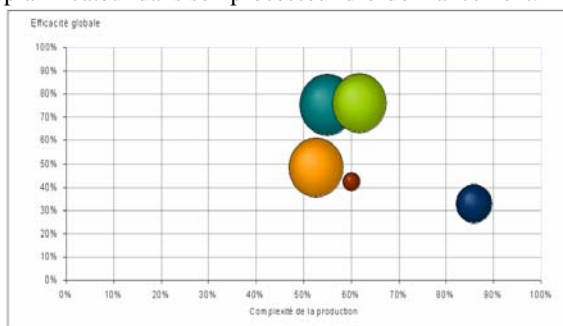


Figure 8. Taux de respect des dates planifiées en fonction de l'efficacité et de la complexité

En supprimant ce critère comme mesure de complexité, nous avons recalculé nos mesures de complexité des environnements de production et chercher à les mettre en relations avec le taux de respect des dates planifiées. La Figure 9 montre ainsi que la qualité de l'ordonnancement est directement affectée par la complexité de l'environnement de production.

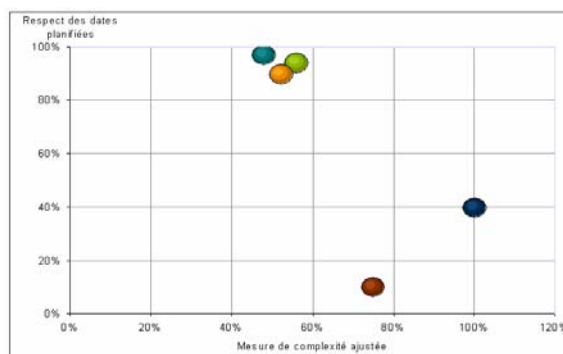


Figure 9. Taux de respect des dates planifiées en fonction de la mesure de complexité modifiée

Les progiciels d'ordonnancement sont souvent considérés comme essentiels à l'établissement d'échéanciers fiables. Dans le cas des entreprises recensées, nous avons été confrontés à des cas d'utilisation systématique de progiciels d'ordonnancement, à des cas d'utilisation partielle ou locale (i.e. certains centres de travail seulement) et à des entreprises où pratiquement aucun outil n'était mis à la disposition du planificateur. Ainsi donc, nous avons tenté d'isoler le niveau d'utilisation de ces progiciels et de le comparer au taux de respect des dates planifiées. Nos résultats, présentés à la Figure 10, semblent

démontrer que la qualité du processus d'ordonnement n'est pas reliée directement au niveau d'utilisation de progiciels modernes d'ordonnement.

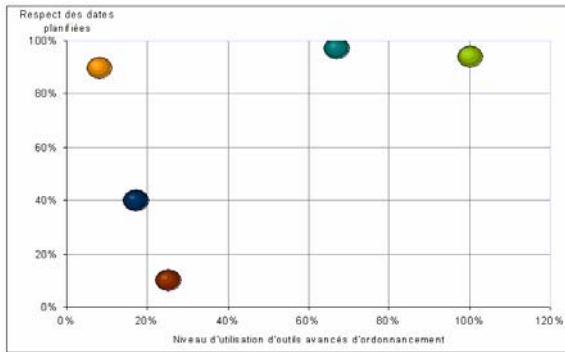


Figure 10. Taux de respect des dates planifiées en fonction du niveau d'utilisation d'outils avancés d'ordonnement

Il est également pertinent de chercher à mesurer l'effet des décisions prises en termes d'organisation et en termes de systèmes et processus sur le taux de respect des dates planifiées. Ici aussi, la moyenne des critères pour chacune des facettes analysées permet d'établir une mesure d'efficacité moyenne. Comme en témoigne la Figure 11, il semble que les décisions organisationnelles et le choix des systèmes et des processus influencent directement la qualité de l'ordonnement.

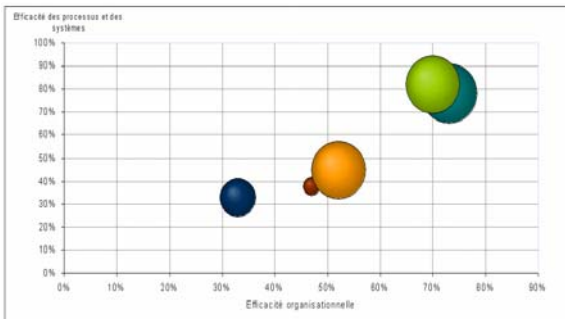


Figure 11. Taux de respect des dates planifiées en fonction de l'efficacité organisationnelle et de l'efficacité des processus et des systèmes.

7 CONCLUSION

Cette recherche a d'abord permis d'identifier les activités et les joueurs impliqués dans un processus d'ordonnement de la production. Comme mentionné précédemment, nos observations démontrent clairement que le processus d'ordonnement est bien plus qu'une activité de calcul et que les superviseurs de production y jouent aussi un rôle clé.

À la lumière des mesures présentées dans cet article, il semble aussi que l'utilisation des progiciels modernes d'ordonnement ne peut garantir à elle seule une grande qualité d'ordonnement. Malgré le faible

nombre d'entreprises recensées, on peut conclure que la complexité de l'environnement de production et les décisions prises touchant l'organisation du travail et la rigueur des processus sont des facteurs plus déterminants.

Du point de vue de la recherche, une évaluation plus exhaustive d'entreprises permettrait certainement de raffiner notre analyse. La comparaison de divers facteurs en fonction des types d'opération et des secteurs industriels semble également une avenue de recherche prometteuse.

REFERENCES

- Baker, K.R., 1974. *Introduction to scheduling and sequencing*, New-York, John Wiley & Sons.
- Bauer, A., R. Rowden, J. Browne, J. Duggan and G. Lyons, 1991. *Shop floor control systems: From design to implementation*, London, Chapman & Hall.
- Conway, R.N., W.L. Maxwell and L.W. Miller, 1967. *Theory of scheduling*, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Crawford, S. and V.C.S. Wiers, 2001. *From anecdotes to theory: a review of existing knowledge on human factors of planning and scheduling*, in: MacCarthy, B.L. and J.R. Wilson (Eds), *Human performance in planning and scheduling*, London: Taylor and Francis, p.15-43.
- Dessouky, M.I., N. Moray and B. Kijowski, 1995. Strategic behavior and scheduling theory. *Human Factors*, 7(3), p.443-472.
- Herrmann, J.W., 2006. *Handbook of production scheduling*, Springer.
- Kempf, K.G., 1994. Scheduling semiconductor wafer production, in: Zweben, M. and M.S. Fox (Eds.). *Intelligent Scheduling*, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, p.517-544.
- Kempf, K.G., B. Russell, S. Sidhu and S. Barrett, 1991. AI-based schedulers in manufacturing practice: Report of a panel discussion. *AI Magazine*, 5, p.46-55.
- MacCarthy, B.L. and J.R. Wilson, 2001. *Human performance in planning and scheduling*, Taylor and Francis.
- Pinedo, M., 1992. Scheduling, in: Salvendy, G. (Ed.). *Handbook of Industrial Engineering*, 2nd ed., Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Interscience, p.2131-2153.
- Rigby, B., L.S. Lasdon and A.D. Waren, 1995. The evolution of Texaco's blending systems: From OMEGA to StarBlend. *Interfaces*, 25(5), p. 64-83.
- Stoop P.M.P. and V.C.S. Wiers, 1996. The complexity of scheduling in practice. *International journal of operations and production management*, 16(10), p. 37-53.
- Van Wezel, W., D.P. Van Donk and G. Gaalman, 2006. The planning flexibility bottleneck in food

- processing industries. *Journal of operations management*, 24, p. 287-300.
- Vollmann, T.E., W.L. Berry and D.C. Whybark, 1988. *Manufacturing planning and control systems*, Homewood, IL: Irwin.
- Wiers, V.C.S., 1997a. A review of the applicability of OR and AI scheduling techniques in practice. *OMEGA – International Journal of Management Science*, 25(2), p. 145-153.
- Wiers, V.C.S., 1997b. *Human-computer interaction in production scheduling: Analysis and design of decision support systems for production scheduling tasks*. Thèse de Doctorat, Université des technologies d'Eindhoven, Pays-Bas.
- Wortman, J.C., M.J. Euwe, M. Taal and V.C.S. Wiers, 1996. A review of capacity planning techniques within standard software packages. *Production Planning and Control*, 7(2), p. 117-128.
- Zoryk-Schalla, A., J.C. Fransoo and T.G. de Kok, 2004. Modeling the planning process in advanced planning systems. *Information & management*, 42, p. 75-87.