e-Prelude.com

Exercice d'ordonnancement : le cas REDIX

Cet exercice nécessite le niveau de licence avancé

La société REDIX est une petite entreprise familiale qui réalise des pièces pour l'industrie aéronautique, en très petites séries. Son effectif est de 70 personnes pour un chiffre d'affaires de 10 M€.

Le Directeur souligne que la principale difficulté est de répondre rapidement à de nombreuses petites commandes, à livrer dans des délais courts (de l'ordre de 2 à 3 semaines).

Le circuit d'une commande est le suivant. La commande est enregistrée par le Service administratif, puis transmise au Bureau des Méthodes. Son rôle est d'établir des devis, puis, une fois la commande confirmée, de vérifier les plans, de définir la gamme opératoire ainsi que les programmes pour les machines à commande numérique. La commande va ensuite au service Ordonnancement, qui prépare le dossier de fabrication et établit le planning. Le dossier de fabrication comprend les plans techniques transmis par le client (complétés, le cas échéant, par les fiches d'instruction détaillées du Bureau des Méthodes), une fiche suiveuse, ainsi que des bons de travaux. La fiche suiveuse accompagne le lot de pièces durant son transport d'une section à l'autre. Elle spécifie la machine sur laquelle les pièces doivent être travaillées. Le bon de travail fixe à l'opérateur les temps alloués pour l'opération, et permet, une fois le travail terminé, d'enregistrer le temps passé et le nombre de pièces bonnes. Ces indications sont essentielles pour la connaissance des coûts réels et le contrôle de l'efficacité (il n'est pas rare de constater sur une commande un écart de +/- 10% entre les temps alloués et les temps passés).

Quand un opérateur a terminé l'ensemble du lot, il prévient le manutentionnaire qui vient chercher les pièces pour les porter au poste suivant. Une fois la dernière opération achevée, les pièces sont portées au contrôle. Le rôle du contrôleur est de vérifier les caractéristiques dimensionnelles par prélèvement avant expédition. Le contrôle fait appel à des techniques assez simples (palmer électronique, gabarits). L'atelier possède une cinquantaine de machines organisées en 8 sections. Chaque section est sous la responsabilité d'un chef d'équipe. Les opérateurs sont des professionnels, polyvalents. L'ancienneté moyenne est de 18 ans, la moyenne d'âge de 44 ans. L'absentéisme moyen est de 3 %.

Le rôle du service ordonnancement

Chaque jeudi après-midi, le service Ordonnancement étudie la liste des commandes à livrer pour la semaine suivante.

Il vérifie que les matières premières sont disponibles. La plupart sont tenues en stock, et on dispose même d'une avance confortable, ce qui permet d'anticiper la fabrication d'une commande planifiée plus tard si l'on a du temps libre.

Le planning est effectué sur un tableau mural. Ce tableau comporte des gouttières où glissent des bandes de carton d'une longueur égale à la durée prévue pour l'opération (planning de Gantt). Depuis quelque temps, le Directeur étudie la possibilité d'acquérir un logiciel d'ordonnancement, de façon à assurer une planification plus rapide et surtout plus fiable de l'atelier.

Les contraintes dont le responsable doit tenir compte dans l'établissement du planning sont les suivantes :

- Il faut attendre qu'un lot soit achevé avant de le transporter à la machine suivante, afin de ne pas surcharger le manœuvre. Une autre raison justifie cette règle : il n'y a qu'un dossier de fabrication, qui est acheminé avec le lot.

- On évite de fractionner une commande (c'est-à-dire de la couper en deux lots, planifiés séparément), car cela entraîne un double changement d'outil (la durée d'un changement d'outil et du réglage pour une nouvelle série est en moyenne d'une heure). De même, il n'est pas possible de diviser un lot et de le travailler sur deux machines en parallèle.

- Le contrôle final ne dure que dix à douze minutes par commande. Mais comme ce temps est très faible, le technicien a pris l'habitude de regrouper l'ensemble des contrôles en fin de journée (heure 8). Cependant, en cas de nécessité extrême, il accepte de rester le soir.

- Chaque machine fonctionne 8 heures par jour (7 le vendredi). En cas de surcharge, il est possible de faire des heures supplémentaires, jusqu'à 4 heures par jour et par machine. Cette possibilité est cependant exclue le jeudi ou le vendredi en raison des activités sportives. Les heures supplémentaires doivent être planifiées au moins la veille (demandées le jour même, les opérateurs les refusent en général).

Nous allons ordonnancer des commandes du cas REDIX sur un exemple simplifié. Nous supposons que nous sommes le **lundi 3** janvier 2022.

Ouvrir le dossier Scheduling

Sur la page **Gestion des documents**, sélectionner le dossier qui se trouve dans le répertoire **Documents publics en français**, sous répertoire **Exercice sur l'ordonnancement**. Sélectionner le dossier **Scheduling** et cliquer sur le bouton **Ouvrir**.

Les données techniques

Il a été saisi :

- 12 articles, notés de A à L, correspondant aux articles commandés ; ces articles ne possèdent pas de nomenclature.
- 12 gammes, notées également de A à L, correspondant aux processus de fabrication de chaque commande ; on a considéré que, pour toutes les opérations, le temps de réglage était d'une heure,
- 2 qualifications, l'une pour le contrôleur (**CONTROL**), l'autre pour le reste du personnel d'exécution (**OPER**) ; les effectifs ont été placés provisoirement à 1,
- 6 postes de charge ainsi que les machines ; les postes de charge de fabrication sont regroupés dans l'atelier FAB, le contrôle constitue l'atelier LABO.

Les commandes à servir

Le carnet de commandes a été entré directement par création directe de 12 ordres de fabrication fermes (voir **Liste des OF fermes**, menu **Ordonnancement**).

La date de besoin est le lendemain de la date de livraison promise (car le besoin est supposé intervenir dès la première heure d'une journée et non en fin de journée). Exemple : le premier ordre (\mathbf{A}) doit être terminé le lundi soir, sa date de besoin est donc le mardi.

Nota : les commandes à livrer le lundi suivant (le 10/01/2022) doivent être terminées le vendredi 7 au soir.

Les calendriers

Pour décrire la situation de REDIX, il est nécessaire de créer 4 calendriers :

- le calendrier Atelier (CA) en horaire normal (sans heures supplémentaires) de 8 heures du matin pour une durée de 8 heures quotidiennes (7 heures le vendredi),
- le calendrier Atelier comportant des heures supplémentaires en deuxième équipe (**HS**), à partir de 16 heures pour une durée de 4 heures du lundi au mercredi (la plage horaire se termine donc à 20 heures),
- le calendrier du contrôleur (**CC**) qui peut rester le soir ; sa plage d'activité commence donc à 16 heures et peut durer 5 heures (jusqu'à 21 heures) du lundi au mercredi pour contrôler les fabrications réalisées en heures supplémentaires,

• le calendrier standard de l'usine (**CS**) qui reprend les plages maximales d'ouverture (12 heures).

Examiner ces calendriers (menu Planification).

Au départ, les postes de charges relèvent tous du calendrier **CA** à l'exception du contrôle qui suit le calendrier **CC**.

Questions 1 : Jalonnement des ordres et analyse des charges

Effectuer le jalonnement des ordres (fonction **Jalonnement et calcul des charges** menu **Planification**), date de fin de jalonnement : *14 janvier 2022* et aucune option de jalonnement sélectionnée).

Pourquoi certains ordres ne peuvent être jalonnés ?

Afficher le **planning de jalonnement** (menu **Planification**) avec les options **OF fermes**, Afficher par **jour**. Sélectionner successivement les diverses options de dates.

Afficher le tableau des marges des OF fermes (menu **Ordonnancement**, option **Marges des OF fermes**).

Pourquoi certains OF ont des marges positives. Que cela signifie-t-il ?

Examiner, sur la page de **Gestion des ordres fermes** (menu **Ordonnancement**), les dates de jalonnement des ordres jalonnées et non jalonnés (onglet **Dates**) ainsi que celles de leurs opérations.

Examiner le **Tableau des charges** (menu **Planification**). Sélectionner l'option *Périodes*... Jours.

Cliquer sur une cellule pour voir l'**origine des charges** dans une période pour un poste de charge.

Expliquer.

Cliquer sur le bouton **Utilisation**. Sélectionner l'option *Type* **Charge/Capacité**. Sélectionner successivement le nombre de **jours** (Périodes) de 1 à 5.

Qu'en concluez-vous ?

Examiner le **graphique des charges** (menu **Planification**). Sélectionner les options *Périodes* **Jours**, *Charges* **Machine** et *Jalonnement* **au plus tôt** et. Cliquer ensuite sur les diverses options de type.

Examiner les **rapports Charge/Capacité** de chacun des postes de charge. Qu'en concluez-vous ?

Sélectionner l'option **Jalonnement au plus tard** et afficher le graphique pour chacun des postes de charge.

Qu'en concluez-vous ?

Sélectionner le *type* **Retard cumulé** et afficher le graphique pour chacun des postes de charge.

Qu'en concluez-vous ?

Question 2 : Modification des calendriers

Changer le calendrier de ces postes pour inclure des heures supplémentaires : appeler la page poste de charges et modifier la zone **Calendrier** pour y placer **HS**, le calendrier avec heures supplémentaires pour tous les postes sauf le contrôle qui conserve son calendrier **CC**.

Relancer un **jalonnement et calcul de charges** (menu **Planification**). Examiner le **graphique des charges** (menu **Planification**). Sélectionner les options **Équipes**, **au plus tard** et **Machine**. Cliquer ensuite sur les diverses options de type.

Cliquer successivement sur chacun des postes de charge. Qu'observez-vous ?

Question 3 : Ordonnancement

Ordonnancement d'un OF

Préparer le planning des machines (menu **Ordonnancement**, option **Ordonnancement à capacité finie**, Type d'ordonnancement : *Préparation du planning*, date limite : **14/01/2022**).

Le planning des machines est présenté.

Sélectionner l'OF de l'article **B** dans la liste de gauche et cliquer sur **Ordonnancer** (avec l'option *Au plus tôt*). Cliquer sur **Fermer**.

Sélectionner Afficher par... Heures.

Sélectionner le planning des OF (bouton Planning).

Sélectionner de nouveau l'OF de l'article **B** dans la liste de gauche et sélectionner l'option **au plus tard** et cliquer sur **Ordonnancer**.

Examiner de nouveau le planning des machines et des OF.

Expliquer les différences entre l'ordonnancement au plus tard et l'ordonnancement au plus tôt.

Ordonnancement complet au plus tôt

Effectuer un ordonnancement complet au plus tôt (menu Ordonnancement, option Ordonnancement à capacité finie, Type d'ordonnancement : *Chargement au plus tôt*, Critère de tri : **3 -Date de besoin**.

Que conclure de cet ordonnancement ?

Examiner le planning des machines (bouton **Plannings**). Sélection l'option **Jours travaillés seulement**.

Dans le bouton **Planning**, sélectionner l'option **OF**.

Cliquer sur le bouton **Retards et avances**. Examiner le graphique et le tableau des retards et avances.

Revenir en arrière et cliquer sur le bouton **Charges**. Sélectionner les options *Périodes...* **Jours** et *Charges...* **Machines**. Cliquer sur les diverses options de type. Cliquer sur chacun des postes de charge.

Cliquer sur le bouton **Utilisation**. La page de synthèse des taux d'utilisation est affichée.

Examiner l'évolution des files d'attente (menu **Ordonnancement**, option **Évolution des files d'attentes**). Sélectionner successivement chacun des postes de charge.

Cliquer sur les boutons **Événements** et **Occupation du poste**. Expliquer.

Recommencer l'ordonnancement pour tester les autres critères de tri.

Peut-on dire que certains sont meilleures que d'autres ?

Ordonnancement complet au plus tard

Effectuer les mêmes opérations en prenant l'option **Chargement au plus tard** et la règle **8** (**Marge**).

Examiner de nouveau le **planning des machines**, le planning des OF, les **retards et avances** et le **graphique des charges**. Qu'en concluezvous ?

Ordonnancement par gestion de files d'attente

Effectuer un ordonnancement par gestion de files d'attente (règle **7** – *Marge mini*).

Examiner de nouveau le **planning des machines**, le planning des OF, les **retards et avances** et le **graphique des charges**.

Recommencer l'ordonnancement pour tester les diverses règles de priorité.

Certaines règles sont-elles meilleures que d'autres ?

Appeler la liste des événements d'atelier. Expliquer.

Cliquer sur le bouton **Simulation**. La page qui présente visuellement la succession des événements prévisionnels est présentée.

Cliquer sur le bouton **Evénement suivant** et suivre le déroulement de la simulation pas à pas.

Cocher la case Auto pour lancer l'exécution automatique.

Question 4 : Gestion des effectifs

Examiner le **graphique des charges** (menu **Planification**). Sélectionner les options *Périodes* **Jours**, **au plus tard**. Dans le panneau de gauche, sélectionner le volet **Qualifications** et cliquer sur la qualification **OPER**. Tester les diverses options de type, en particulier les rapports charge / capacité.

Qu'observez-vous ?

Estimez le nombre de personnes nécessaires.

Modifier les effectifs de la qualification **OPER** sur la première et la deuxième équipe (accès : menu **Technique, Gestion des qualifications**, bouton **Effectifs**).

Relancer un **jalonnement et calcul des charges**. Effectuer des modifications d'effectif jusqu'à obtenir une solution satisfaisante.

Rappeler le **graphique des charges** (menu **Planification**) pour la qualification **OPER** avec l'option **Périodes : Equipes**.

Effectuer un ordonnancement complet au plus tôt (menu **Ordonnancement**, option **Ordonnancement à capacité finie**, Type d'ordonnancement : *Chargement au plus tôt*, Critère de tri : **3 -Date de besoin**.

Examiner le graphique des charges (menu Ordonnancement).

Cliquer sur le bouton Utilisation.

Question 5 : Ajustement du contrôle

Nous voyons que malgré l'augmentation de la capacité des ressources, un ou des OF sortent en retard.

Expliquer pourquoi.

Modifier le calendrier du poste de contrôle de telle sorte qu'il effectue son opération pendant les heures supplémentaires des opérateurs.

On relance alors un **jalonnement et calcul des charges** puis un **ordonnancement**.

Nous voyons que tous les OF sortent à l'heure (fonction **Retards et Avances**, menu **Ordonnancement**).

Question 6 : Mise en œuvre du chevauchement

Certaines opérations des OF ont été créées avec chevauchement.

Relancer le jalonnement en cochant l'option Chevauchement.

Analyser les Marges des OF fermes.

Qu'en concluez-vous ?

Préparer le planning des machines (menu **Ordonnancement**, option **Ordonnancement à capacité finie**, Type d'ordonnancement : *Préparation du planning*, date limite : **14/01/2022**).

Sur la liste de gauche, sélectionner l'OF de l'article **B.** Sélectionner l'option *Au plus tôt* et cocher la case **Chevauchement**). . Cliquer sur **Ordonnancer** puis **Fermer**. Sélection l'affichage par **Heures**.

Qu'observez-vous ?

Relancer un ordonnancement (menu **Ordonnancement**, option **Ordonnancement à capacité finie**, Type d'ordonnancement : *Chargement au plus tôt*, Critère de tri : **3 -Date de besoin**, cocher la case **Chevauchement**.

Examiner les plannings et les retards et avances.

Question 7 : Outillages

Nous allons maintenant supposer que nous ne disposons que d'un outillage spécial pour certaines opérations de fraisage.

Cet outil est nécessaire pour les ordres concernant les articles B, C et D. Nous créons dans la **table des outillages** (menu **Technique**) un outil code *OUTIL1*, libellé *Outillage spécial*, nombre d'outils *1*.

Nous précisons maintenant que cet outil est nécessaire pour les opérations 002 des OF fermes 2, 3 et 4 (menu **Ordonnancement**,

option **Gestion des ordres de fabrication fermes**). Appeler successivement les OF puis cliquer sur le tableau sur la deuxième opération. Dans la liste déroulante Outillage, sélectionner OUTIL1. Valider l'opération.

Relancer un **jalonnement et calcul des charges** (menu **Planification**).

Examiner le **tableau des charges** et le **graphique des charges** (menu **Planification**) pour l'outillage avec les options Jalonnement au plus tôt / au plus tard.

Qu'en concluez-vous ?

Relancer un **ordonnancement par gestion de files d'attente** en cochant la case **Tenir compte des outillages**.

Expliquer les résultats.

Examiner le **graphique des charges** (menu **Ordonnancement**) pour l'outillage (bouton **Planning**).

Question 8 : Indisponibilité des machines

Examiner les conséquences d'une indisponibilité de la scie de 5 heures le lundi matin de 8 h à 13 h pour maintenance.

Introduire une indisponibilité de cette machine (menu Ordonnancement, option Indisponibilité des machines, bouton Nouvelle).

Relancer l'ordonnancement et examiner le planning.

On peut voir l'indisponibilité sur le **graphique des charge**s (type : **Capacité**) et sur l'**occupation des postes.**