

LA PROBLEMATIQUE DE LA PLANIFICATION

Résumé

Ce chapitre est consacré à la présentation de la problématique « planification » d'une part, et d'autre part à la présentation du travail de cette thèse.

Pour mieux cerner ce qu'est la planification ainsi que la complexité inhérente à sa réalisation, nous commençons par donner les différentes définitions sous plusieurs formes. Ensuite nous élargissons les définitions pour traiter le contexte statique autour de la planification, et enfin ses aspects dynamiques dans l'élaboration des plannings.

Nous présentons les objectifs de cette thèse dans le domaine de la planification, ainsi que nos propositions pour résoudre le problème de production d'un planning.

1.1. QU'EST-CE QUE LA PLANIFICATION ?

Afin de rester pérenne dans l'économie globale moderne, toute entreprise doit organiser et planifier le travail de ses salariés. Cela passe par la détermination des capacités de tout un chacun, par le recensement des activités futures et des besoins en personnel. L'entreprise doit satisfaire ces derniers en affectant la bonne personne, à la bonne place au bon moment. Cela sous-entend la satisfaction simultanée des aspects « **JuSTE** » :

- **Juridique** : la législation française en matière de droit du travail (durées de travail et de repos) sur différents horizons de temps (journalier, hebdomadaire, mensuel et annuel)
- **Social** : répartition équitable des tâches entre salariés, entre hommes et femmes, avec respect des indisponibilités, préférences individuelles et autres souhaits des salariés. Répartition équitable du temps de travail et du repos.
- **Technique** : les règlements des différents métiers de l'entreprise (prise en compte des compétences et des niveaux requis)
- **Economique** : Respect des besoins de l'entreprise à chaque moment de l'horizon de planification. Cela se présente comme la meilleure adaptation de l'énergie disponible aux charges à chaque moment de l'horizon. On cherche à ne pas dépenser inutilement cette énergie. Les coûts salariaux peuvent représenter jusqu'à 70% du budget opérationnel dans un établissement de soins [WHC+98].

Afin d'appréhender concrètement la problématique de la planification, voici plusieurs définitions.

Définition opérationnelle de la planification

Pour le planificateur professionnel, la planification est un processus global décrit par le schéma SADT suivant :

La problématique

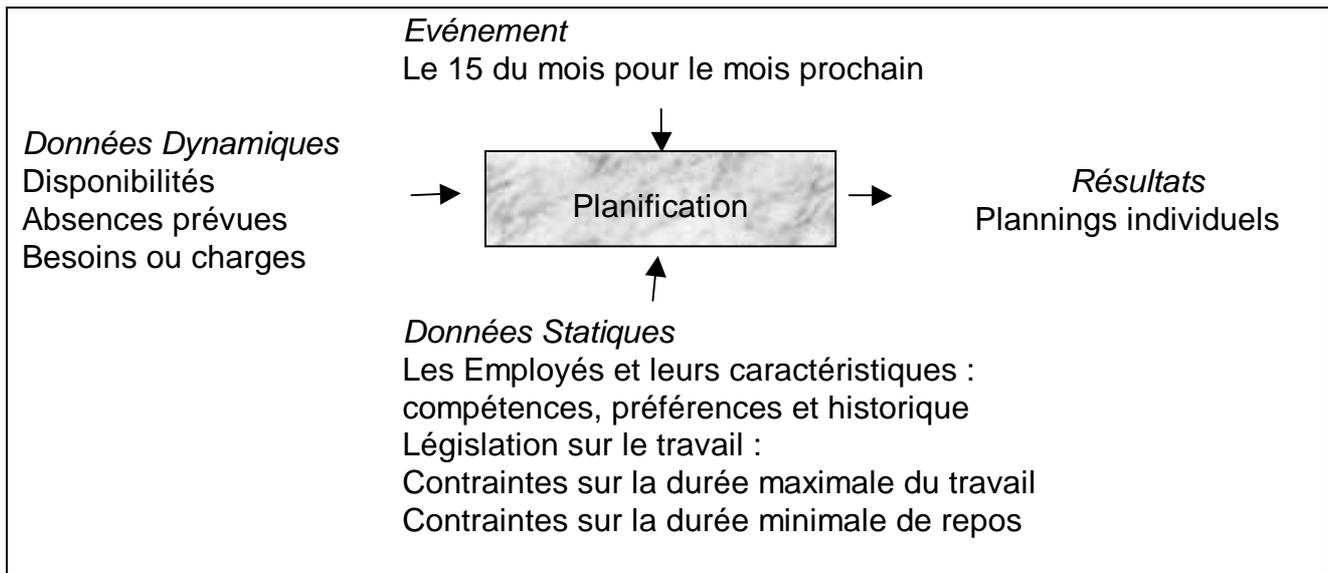


Figure 1.1. Schéma SADT A0 illustrant le problème de la planification

La planification vise à affecter les ressources humaines pour chaque intervalle de temps sur un horizon donné, de telle sorte que les besoins par intervalle soient couverts et que les différentes contraintes soient satisfaites.

Définition mathématique de la planification

La planification peut être définie sous la forme de fonction mathématique qui associe un salarié et un intervalle de temps à une affectation. Voici plusieurs exemples de fonctions de planification à des intervalles de temps de taille différente et d'affectations différentes, compte tenu de la législation en vigueur (Loi Aubry) :

Tableau 1.2. Définitions de différents niveaux de planning.

Au niveau journalier Période = 15, 30 ou 60 minutes	f_j (Salarié, Période) = Activité/Compétence Sur la journée, cette fonction permet de déterminer les heures de présence du salarié (ce qui définit sa vacation) et ses activités de la journée
Au niveau mensuel, Période = 1 jour	f_m (Salarié, Jour) = Vacation Pour le mois (ou la semaine), cette fonction permet de déterminer la suite des vacations du salarié pour la semaine ou le mois
Au niveau annuel Période = 1 semaine	f_a (Salarié, Semaine) = Nombre d'heures de travail Cette fonction permet de déterminer le nombre d'heures travaillées sur l'année

Le tableau ci-dessus sera complété des formules représentant des contraintes au chapitre 5. Comme le décrit [Par98], on remarque la présence de plusieurs modèles distincts à diverses granularité temporelles. Le niveau journalier correspond au problème de construction de vacations et le niveau mensuel à celui de grilles.

1.2. QU'EST-CE QU'UN BON PLANNING ?

Si un planning est facile à obtenir, un *bon* planning l'est beaucoup moins. S'agissant des personnes, le coût d'un planning n'est pas la somme des coûts horaires des employés. En effet, la planification est rendue beaucoup plus complexe avec les contraintes et souhaits individuels. La satisfaction des salariés est un facteur important sur leur motivation et leur productivité. Il faut aussi tenir en compte les coûts indirects : la formation, les délais d'embauche ou de licenciement, la santé et la sécurité des salariés.

Compte tenu des différents points de vue au sein d'une même entreprise, des contraintes complexes et parfois contradictoires, créer un bon planning implique à la fois une négociation entre le planificateur et les différents employés concernés, et un calcul d'optimisation combinatoire.



Figure 1.3. Un problème multicritère, adapté de [Par98]

Pour le *chef d'entreprise*, le bon planning permet de dimensionner la force de travail au plus juste et d'utiliser ses ressources au bon moment pour fournir le meilleur service au meilleur *coût*. Cela est synonyme de réduction des heures supplémentaires, des coûts liés aux aléas imprévus ou des contrats à durée déterminée.



Figure 1.4. Un bon planning résulte souvent des compromis des différents acteurs

Le *planificateur*, afin de respecter les impératifs de productivité et de demandes des clients, veut disposer d'une souplesse suffisante en main d'œuvre permettant de traiter les imprévus quotidiens.

Le *commercial* lui, exige pour son client une qualité de service irréprochable dans les délais impartis.

La problématique

Pour le *syndicaliste*, un bon planning doit respecter sans scrupule la législation sur le temps de travail et sur le repos des employés, ainsi que les conventions collectives des différents métiers de l'entreprise.

Le *salarié* recherche une satisfaction sociale de son travail, par rapport à ses contraintes de disponibilités, par rapport à ses préférences ou par rapport à l'équité de traitement. Le bon planning permet au salarié de travailler quand il veut et limite le recours aux horaires atypiques (pour chaque salarié), lui permettant d'organiser son temps libre.

1.3. LE CONTEXTE STATIQUE DE LA PLANIFICATION

Pour mieux comprendre la problématique de la planification, nous envisageons dans ce paragraphe les différents aspects statiques de la planification.

1.3.1. Où faut-il planifier ?

Le problème du planning est central dans toutes les entreprises disposant des ressources humaines que ce soit dans le secteur de l'agriculture, de l'industrie ou dans le secteur tertiaire. Il est d'autant plus ardu lorsque le travail doit être continu.

- > 8H/J : le repos journalier des salariés à organiser
- > 5J/7 : le repos hebdomadaire à prévoir
- > 35H/Semaine : les congés annuels et l'annualisation à gérer

C'est le cas notamment dans les services *autonomes* suivants :

- Industrie : sidérurgie (industrie dite à feu continu)
- Services dans les hôpitaux : [WP72], [AR81], [BS93]
- Services dans les aéroports : agents au sol [JM88], [Che91], [Jaq+98]
- Services pénitenciers [CW00], casernes de pompiers, commissariats de police et gendarmerie
- Services dans les centres de loisir : Disneyland, etc.

D'autres exemples dans le domaine tertiaire :

- Agents de péage [Dan54], [BP73]
- Opérateurs téléphoniques [Seg74], [HB76], [Kei79]
- Services postaux : [Jar+94]
- Caissiers de supermarchés [Tho88]

En fait, le problème de planning apparaît *systématiquement* dans les situations suivantes :

1. Si le travail doit être assuré pendant plus d'une journée (7H12 si 36H par semaine) il faut prévoir la succession de plusieurs personnes sur le même poste dans la journée. Un outil d'aide est nécessaire lorsque le nombre de postes dépasse la quinzaine, par exemple pour gérer les absences imprévues des salariés (pour cause de maladie, accidents, etc.).
2. Si le travail doit être assuré pendant plus de 35 H par semaine, un outil automatique devient indispensable lorsque le nombre de postes dépasse la trentaine pour gérer la succession de plusieurs personnes dans la semaine, ainsi que les absences imprévues.

La problématique

1.3.2. Planifier quoi ?

En se limitant à la planification des ressources humaines (sans prendre en considération les ressources matérielles), il faut décider si l'on planifie les horaires de présence du personnel ou les tâches effectuées par le personnel.

La planification des horaires de présence : Un planning peut être utilisé pour prévoir les horaires de présence du personnel, sans préciser les tâches journalières à effectuer. Dans certains services, on ne peut affecter qu'un certain nombre de personnes pour chaque heure quel que soit le besoin réel, pour des raisons de postes disponibles ou de budget fixe.

Cette pratique se rencontre aussi lorsque la direction souhaite cacher le détail des affectations des tâches, pour des raisons soit de sécurité (afin de déjouer toute complicité des agents avec des éléments relevant de leur poste de travail), soit pour une meilleure souplesse au jour le jour (surtout dans des petites et moyennes entreprises). Il n'existe aucune obligation légale de communiquer l'affectation des tâches au personnel. Pour chaque vacation, on connaît les besoins en nombre de personnes. L'emplacement de l'activité (guichet i, machine j, etc.) est volontairement ignoré pour réduire la complexité du calcul.

Sur un horizon de plusieurs semaines ou mois, la planification se réalise en fonction des poids horaires hebdomadaires. Effectivement, la législation française prévoit une moyenne hebdomadaire qui ne dépasse pas la limite de 38 heures sur tout horizon de 12 semaines glissantes.

La planification des tâches : Dans les entreprises à haute technicité, comportant de nombreux métiers et compétences distincts, lorsqu'un besoin non satisfait se traduit en perte d'affaires, il est souhaitable d'affecter le personnel en fonction des tâches. Cela exige d'une part une décomposition fine des opérations ou des tâches en gammes opératoires, d'autre part, le repérage des tâches que chaque personne est capable d'accomplir.

Le planning se distingue en fonction du type des tâches à planifier :

- Tâches sécables ou non : détermination des pauses et leur durée
- Tâches qui se chevauchent sur 24 H, générant un planning dit « continu ». Dans un planning dit discontinu, on pourra planifier jour par jour.
- Tâches liées à un lieu géographique ou liées à un déplacement géographique : il faut donc considérer le temps de transport ou le temps passé hors dépôt. Exemple des transporteurs par avion, bateau, train, bus ou camion.
- Tâches avec contraintes de succession entre elles, typiquement des problèmes d'ordonnancement dans un atelier.

1.3.3. Planifier qui ?

La planification anonyme raisonne au niveau du nombre de salariés dans des groupes homogènes identifiés par les modèles appropriés. Ainsi, il est possible que le découpage en groupes prenne en compte les différences en matière de compétences ou de contrats temps. Cette approche permet de prendre en compte un grand nombre de salariés et de profiter au maximum de la synergie entre les salariés. Cependant elle ne tient compte ni des préférences individuelles ni des plannings antérieurs.

La planification individuelle raisonne au niveau de chaque salarié, en s'appuyant sur

- les compétences individuelles
- les contrats temps par ex. plein temps, mi-temps ou autres
- les préférences individuelles pour les horaires et les durées de travail et/ou de pauses
- l'historique du planning afin d'assurer l'équité entre personnes au niveau des horaires désagréables telles que les affectations tôt le matin le lendemain d'un jour d'absence (jour férié, week-end ou congé), ou les affectations tard le soir la veille d'une absence.

Cela exige un calcul plus lourd et limite le nombre de personnes traitées par rapport à la planification anonyme.

1.3.4. L'horizon de planification

Le planning journalier est un planning avec des intervalles de 5 à 30 minutes. Ce type de planning convient à l'affectation des tâches, lorsque le planning est discontinu et lorsqu'ils sont connus de façon précise. A ce niveau, on peut gérer les pauses et déterminer qui et quand.

Le planning hebdomadaire est un planning avec des intervalles allant de 15 minutes à une heure. Ce type de planning est utilisé dans certains pays pour une paie hebdomadaire. On gère le repos hebdomadaire et durée de travail hebdomadaire. Par exemple en France dans le secteur de la santé, on dispose de quatre jours de repos sur la quinzaine travaillée, dont au moins deux consécutifs, dont un dimanche.

Le planning mensuel est un planning avec des intervalles allant d'une heure à un jour. Ce type de planning est utile pour le calcul des coûts pour les besoins de la paie. On peut gérer les jours de repos hebdomadaires, les journées RTT, la mensualisation des heures.

Le planning annuel est un planning avec typiquement des intervalles de journée ou de semaine. Ce type de planning est utile pour l'annualisation des heures de travail et permet de gérer les journées de RTT, les congés annuels ou la formation continue.

La problématique

1.3.5. Types de plannings

Il y a deux types de plannings acyclique ou cyclique :

Un planning est acyclique s'il est différent chaque semaine. Pour construire un planning mensuel automatiquement, on dispose de règles qui permettent d'enchaîner les vacances pour une même personne.

Le planning acyclique correspond à une pratique de gestion nécessitée par la demande de service rendu. Il est typiquement utilisé dans le cas d'un besoin non satisfait, ce serait une perte, le client pourrait se diriger vers un autre fournisseur.

Un planning est cyclique si au bout d'une durée P, le salarié retrouve son planning de départ. La période P est généralement mesurée en termes de semaines par exemple 4, 6, 12, 13 ou 17 semaines. Ces cycles hebdomadaires permettent de tenir compte des week-ends. Les cycles à 13 ou à 17 semaines sont qualifiés d'annuel car il s'effectuent un nombre fixe fois par an : 4 fois 13 étant 52 et 3 fois et 17 donnant 51, la dernière semaine se planifie manuellement pour les fêtes de fin d'année. Très souvent ils intègrent des semaines de congés annuels.

Il existe aussi des cycles journaliers définis sur un nombre de jours, qui ne tiennent alors pas compte des week-ends.

Le planning cyclique correspond à une gestion dirigée par l'offre de service rendu. Il est utilisé typiquement dans le cas où le client est captif et ne peut pas consulter un autre fournisseur. En ignorant les besoins ponctuels, cette gestion met l'accent sur une approche à moyen terme. Cela peut être assimilé à la construction d'un planning acyclique sur un horizon égal à la période du cycle. Cependant, puisqu'il sera par la suite déroulé plusieurs fois par an, il faudra envisager avec soin le nombre total des heures, le rythme des journées travaillées et des journées de repos.

Le déroulement systématique du cycle ne permet pas la moindre perturbation extérieure, par exemple des pré-affectations comme les congés annuels ou les formations. Au chapitre 4, nous proposons une étude du déroulement des cycles avec relaxation de contraintes.

La planification des horaires peut être cyclique, car on ne distingue que les heures effectuées et on confond les tâches spécifiques devant avoir lieu. Par contre, la planification des tâches ne peut être qu'acyclique, sauf cas exceptionnel où les tâches sont répétitives d'une semaine sur l'autre.

1.4. LA DYNAMIQUE DE LA PLANIFICATION

1.4.1. Les phases de planification

Le contexte statique ne suffit pas à expliciter la complexité de la planification. Au-delà des modèles, ce paragraphe détaille la dynamique à travers les différentes phases de planification :

- *Phase Conception : processus à long terme*
Cette phase couvre les activités dites *stratégiques*, permettant de cerner le problème et de se poser des questions sur le contexte de planification déjà présenté ci dessus § 0. Pendant cette phase, on élabore les différentes façons de travailler, les types de personnel (contrats à durée déterminée / intermittents du spectacle / pigistes) les horaires, les cycles de travail, les méthodes de prévision des besoins, etc.
- *Phase Ordonnancement : processus prévisionnel à court / moyen terme*
L'élaboration des plannings prévisionnels se fait sur différents horizons : un an, un mois ou une semaine. Cette phase est détaillée au paragraphe 1.4.2.
- *Phase Réaction : processus réactif à court/moyen terme*
Les horaires réalisés seront archivés ainsi que les absences, pour alimenter le processus de paie et pour l'inspection du travail. Pour boucler la boucle, il faut contrôler l'adhérence au planning prévisionnel et ajuster la prévision des besoins. On tire des conclusions sur le dimensionnement des équipes et au cas échéant, lance des embauches.

Comme nos travaux portent essentiellement sur la phase ordonnancement, celle-ci sera détaillée par la suite. La phase réaction est importante dans la vie de l'entreprise mais elle implique une informatique décentralisée (utilisant des techniques de réseau et base de données) ; elle ne présente pas de difficulté conceptuelle majeure en calcul combinatoire. La phase conception est encore très expérimentale et comporte beaucoup de variantes : elle n'est pas mûre pour une modélisation générique. Néanmoins, nous présenterons l'état de l'art sur le dimensionnement au chapitre 2.

1.4.2. La phase ordonnancement

La *Phase Ordonnancement* est un processus prévisionnel (ou proactif) à court / moyen terme. L'élaboration des plannings se fait à plusieurs niveaux suivant la taille de l'entreprise :

- *Planning théorique*
Le planning théorique est typiquement obtenu par le déroulement d'un cycle de travail sur une année de façon formelle. On obtient un planning parfaitement équitable qui satisfait des besoins prédéfinis mais qui n'est pas forcément réalisable à cause des absences de type congés annuels ou formation.
- *Planning théorique ajusté*
Le planning théorique est ajusté pour tenir compte des absences prévues (congés, formation, etc.). Cet ajustement peut être automatique mais les relaxations doivent être spécifiées, cf. [CW00]. Comme ces choix dépendront des stratégies de

La problématique

l'entreprise, ces développements ne peuvent pas devenir génériques pour toutes les entreprises.

- *Planning prévisionnel*
Le planning théorique ajusté est porté à la connaissance des salariés en temps en en heure. Cependant il peut encore subir une ou plusieurs modifications pour tenir compte des aléas ou d'autres imprévus. Le planning prévisionnel doit être archivé pour calculer des primes de prévenance.
- *Planning réalisé*
Pour compléter la liste des différents type plannings, on appelle les relevés bruts des badgeuses, le planning réalisé brut. Compte tenu des différentes règles de gestion mise en place par l'employeur, ces relevés sont aussitôt modifiés donnant le planning réalisé net. Deux exemples de règles :
 - les présences en dehors des plages admises, non demandées par l'employeur, sont ignorées
 - les arrondis à l'heure : ex. les arrivées entre 7H57 et 8H03 seront arrondies à 8H.
- *Planning validé*
Il s'agit du planning réalisé officiel, après validation par les cadres de proximité. Cette validation est nécessaire si l'entreprise pratique l'auto-déclaration du temps de présence.

1.4.3. Le processus de planification prévisionnel

La planification consiste à créer un planning sur une période allant d'une semaine à un mois. Les données sont des estimations de la quantité de travail à réaliser par intervalle de temps, obtenu grâce aux statistiques et corrigées pour des événements exceptionnels et ponctuels. Ces chiffres sont traduits en nombre de personnes.

A partir des ces besoins en nombre de personnes, le processus de création d'un planning [BB92] propose de planifier suivant la disponibilité réelle du personnel. La **construction des vacations** crée un ensemble de vacations qui permet de couvrir les besoins avec un minimum de surplus de main d'œuvre par rapport aux besoins prévus pour chaque intervalle de temps. Cette construction sera réalisée pour chaque jour de la semaine ou les besoins différents. Elle est souvent réalisée pour un personnel anonyme, donc sans la connaissance des contrats temps ou préférences de chaque salarié.

Connaissant le nombre de vacations dont on a besoin pour satisfaire les charges, il faut ensuite enchaîner les vacations journalières et obtenir un planning hebdomadaire ou mensuel pour chaque salarié. Ce processus est appelé **construction des tours**. Il peut être réalisé de façon cyclique ou non.

Afin d'optimiser les ressources, il convient de choisir des intervalles de l'ordre de 15 minutes. A cette granularité, la planification sur un horizon d'une semaine est un problème très complexe. Pour résoudre ce problème combinatoire, les chercheurs proposent des plannings cycliques basés sur un planning parfait de courte durée (par ex. 1 semaine) ou réutiliser des plannings acycliques basés sur des besoins hebdomadaires identiques.

1.4.4. Le planificateur

Dans la plupart des entreprises, la planification est déléguée et décentralisée. Le cadre fonctionnel, par exemple le directeur de ressources humaines, n'exerce qu'une activité de direction de l'activité de planification et de contrôle des plannings, souvent a posteriori.

Le cadre opérationnel ou le cadre de proximité qui réalise le planning quotidien soit manuellement, soit à l'aide des outils informatiques, est souvent le **chef d'équipe** ou le **superviseur** dans les centres d'appels téléphoniques. Ainsi lorsque la taille de l'équipe ne dépasse pas 30, la planification reste le ressort de ce cadre. Dans une unité de soins de 30 personnes, la planification prend 20-40% du temps de l'infirmière en chef [WHC+98].

Dès que le pool de ressources dépasse la centaine, une personne à plein temps est souvent nommée pour gérer les divers problèmes qui peuvent subvenir. Dans les centres disposant de plusieurs centaines d'employés, les **planificateurs** sont plusieurs et souvent regroupés par métier afin de réaliser des économies d'échelle.

1.4.5. Le facteur humain dans les plannings

Malgré les progrès de la modélisation de plannings, le planificateur a toujours un rôle à jouer parce qu'il détient des connaissances approfondies sur le fonctionnement de l'entreprise ou de l'équipe. Ces connaissances sont difficiles à mettre en évidence car elles peuvent résulter des négociations ou du contexte spécifique à l'entreprise. En général, les fonctionnements spécifiques ne sont pas pris en compte par les logiciels standards et le planificateur doit contrôler le planning manuellement pour en assurer la conformité.

Une collaboration réussie doit permettre au planificateur de participer efficacement à l'élaboration des plannings. L'interface homme-machine joue un rôle primordial : il est indispensable pour le planificateur de comprendre la situation planifiée dans sa globalité et ses détails. Dans la pratique, le planificateur cherche un outil pratique qui peut rendre service dès le début, et ce, sans une formation approfondie.

Le générateur automatique de plannings doit donc admettre des pré-affectations faites manuellement, pour que l'utilisateur puisse réagir avec les plannings automatiques. Très souvent les diverses contraintes applicables sont contradictoires : le planificateur doit choisir les contraintes à assouplir afin de produire des plannings.

La problématique

1.5. NOS PROPOSITIONS

1.5.1. Limites des solutions actuelles

Pour créer des plannings, le planificateur ne peut plus se fier à son intuition car il doit satisfaire à la fois la législation, les impératifs de l'entreprise, ses contraintes et les souhaits individuels du personnel.

L'état de l'art présenté au chapitre 2 fera ressortir le fait que les modèles et méthodes utilisés aujourd'hui soient trop rigides par rapport aux processus complexes de la planification. Ces limites sont de plusieurs natures :

- L1. Limites des méthodes de calculs
- L2. Limites des modèles
- L3. Limites de prise en compte du contexte dynamique

On retrouve ces limites dans deux références.

Dans son livre [Bee66] aujourd'hui à sa neuvième édition, S. Beer faisait état de 6 obstacles à la bonne application de la recherche opérationnelle. Ne seront pas considérés les points liés aux chercheurs : (a) Conformisme des chercheurs, enfermés dans leur spécialisation ; (b) Pesanteur de l'attitude scientifique, inapplicable au commerce ; (c) Attitude provoquée par l'autosatisfaction des chercheurs et les conflits entre ces derniers et la direction.

Un logiciel, en plus de la complexité en temps et en espace mémoire, doit gérer une *complexité politique*. Dans tout problème ayant une dimension sociale, la résolution de cette complexité exige le compromis ou la négociation. Le professeur Anthony Aaby¹ propose trois points sur l'axe de la complexité politique : des problèmes bien définis, des problèmes mal définis et des problèmes malicieux².

Limites des méthodes de calculs

Les méthodes courantes décomposent la planification en sous-étapes séquentielles et irrévocables. La somme des sous-solutions optimales n'est pas toujours optimale globalement.

[Par98] décompose la planification en deux étapes : la construction de vacations (au niveau journalier avec des périodes d'un quart d'heure) puis la construction des grilles (au niveau mensuel avec des périodes d'un jour).

[Heu96] décompose la construction des grilles en l'affectation des jours de repos puis l'affectation d'étiquettes (ou vacations) pour les jours œuvrés.

[Rot00] distingue deux échelles de décision : ordonnancement *au quart d'heure* sur un horizon de plusieurs semaines, et la planification *gros grain*.

La législation française ne suit pas les règles d'analyse qui permettent aux scientifiques de choisir une (seule) granularité pour résoudre le problème. Effectivement, le choix

¹ <http://cs.wvc.edu/~aabyan/> du Walla Walla College, Washington

² well-defined problems, ill-defined problems and wicked problems. Voir le glossaire.

d'une échelle de temps fait, on risque de générer des plannings illégaux par rapport à d'autres échelles de temps, ce qui est inadmissible pour un logiciel commercial.

Ce point a été décrit dans [Bee66] par le conformisme des solutions qui conduit à en rétrécir l'éventail, notamment à cause des cloisonnements interdisciplinaires.

Limites des modèles

Les modèles courants se contentent de calculer le nombre de salariés dans chaque groupe homogène du modèle, voir par exemple [Jar+94], [Bru00]. Ils ne tiennent compte ni des caractéristiques individuelles des salariés telles que leurs compétences, leurs demandes pour convenances personnelles et les préférences des salariés et/ou des managers, ni de l'historique de planning pour générer des plannings équitables.

Aujourd'hui, dans nombreux secteurs le manque en main d'œuvre qualifiée est patent, il est absolument nécessaire de proposer des plannings qui prennent en compte les individus : les qualifications, les préférences, et l'historique pour générer des plannings équitables. Comme il y a souvent des règles implicites ou des négociations personnelles, ces systèmes ne pourront pas satisfaire tous les planificateurs. Avec ces modèles, la planification des ressources humaines devient *mal-définis* : on ne sait plus dire qu'une solution est « optimale ».

Ce point a été décrit dans [Bee66] par la stéréotypie dans la définition des problèmes, souvent trop partielle pour rendre compte de la réalité.

Limites de la prise en compte du contexte dynamique

Les systèmes courants ne permettent pas aux utilisateurs d'interagir avec le processus de planification. Nous avons vu au paragraphe 1.4 que la planification est un processus dynamique auquel contribuent plusieurs acteurs de l'entreprise. Pour un logiciel commercial, il est capital que l'utilisateur puisse réagir avec le générateur automatique de planning, et maîtriser le planning final qui sera communiqué au personnel.

Les problèmes mal-définis dont la spécification changent, sont des problèmes *malicieux*. Dans certaines entreprises, les plannings sont sujets à aléas en ressources et en charge, et qu'il faut réviser le planning en conséquence.

Ce point a été décrit dans [Bee66] par la stéréotypie des critères de rentabilité, fondé sur une approche statique ou rétrospective plutôt que prospective.

1.5.2. Nos propositions et objectifs

Nous proposons un modèle et une méthode de planification permettant de dépasser les limites résumées ci-dessus, avec un ou plusieurs solveurs exploitant les principes de la Propagation Par Contraintes. [Par98] a déjà démontré que cette approche est valable dans le cas de l'affectation des tours, au niveau mensuel.

O1. Nous proposons des modèles et des méthodes globales, ne découpant pas le processus de planification en étapes de calculs irrévocables. Les différentes étapes ou niveaux de détails temporels (journalier, mensuel et annuel) travailleront simultanément.

La problématique

Dans les applications GYMNASTE et EQUITIME, nous utiliserons les **contraintes dites « globales »** permettant de générer des plannings en une seule passe. Au chapitre 5, nous proposerons un modèle pour traiter simultanément les contraintes aux niveaux journaliers, hebdomadaires et annuels.

O2. En tenant compte des caractéristiques individuelles des salariés telles leurs préférences et l'historique de planning, nous proposons un modèle pour créer des plannings de grande qualité. Cependant, le nombre de salariés traité ne pourrait pas dépasser la centaine.

Chaque salarié sera considéré comme une ressource unique, avec ses propres caractéristiques que notre système prendra en compte, en utilisant les techniques basées sur la Propagation Par Contraintes.

O3. Notre système permettra aux utilisateurs non-informaticiens de participer activement à l'élaboration des plannings et d'y ajouter leur savoir-faire.

Nous proposerons des interfaces avancées, permettant aux non-informaticiens de comprendre facilement un planning complexe, et d'y apporter des modifications.

Cette méthode de planification ainsi que les concepts d'IHM se concrétisent dans le produit EQUITIME, qui allie une méthode rigoureuse automatique avec une visualisation du planning permettant au planificateur d'intervenir manuellement si besoin est, afin de faire respecter des contraintes sous-entendues qui font partie de la pratique quotidienne.

1.5.3. Limites du champ d'investigation

Du fait de la grande diversité des situations de planification, ce mémoire est naturellement limité au planning des ressources humaines seules dans le secteur tertiaire et le secteur de l'industrie : on s'intéresse à la couverture des besoins en main d'œuvre.

En particulier, nous nous intéressons aux problèmes de planification des employés, et non à l'emploi de temps hebdomadaire des collèges ou lycées, ni à la planification des cours ou des épreuves (par ex. à l'université). De même, ne sont pas envisagés :

- La planification des ressources matérielles avec des contraintes de capacité des machines et des contraintes de succession de tâches
- La planification du personnel avec des dispositions géographiques (contraintes de distance avec des retours à la base en fin de semaine).

Ce mémoire met l'accent sur les modèles et méthodes de planification proprement dite, mais ne traite ni la prévision des besoins (phase amont) ni le suivi (phase en aval de la planification). On considère que les besoins sont connus : ces prévisions s'appuient sur des lois statistiques.