

Date: 10/2008

Version: 1.0

Id:

ROSTUDEL Professional Services

FAST MODELINGS TO TACKLE TIMETABLING PROBLEMS

* * *

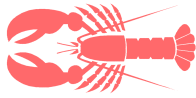
MODELISATIONS RAPIDES POUR RESOUDRE LES PROBLEMES D'EMPLOI DU TEMPS

Abstract / résumé

Le spectre des problèmes d'emploi du temps est très large car les modèles métiers sont issus de toutes les formes d'organisation humaine : si l'on pense aux hôpitaux, au secteur manufacturier, au transport ou de l'éducation, on imagine aisément que ces organisations n'ont pas les mêmes règles d'organisation, la même finesse de détail de plannings ou les mêmes horizons de planification. Le développement d'applications spécifiques à chacun des secteurs est donc un passage obligé, ce qui confine éditeurs et intégrateurs SIRH (Système d'informations en Ressources Humaines) dans leur segment commercial.

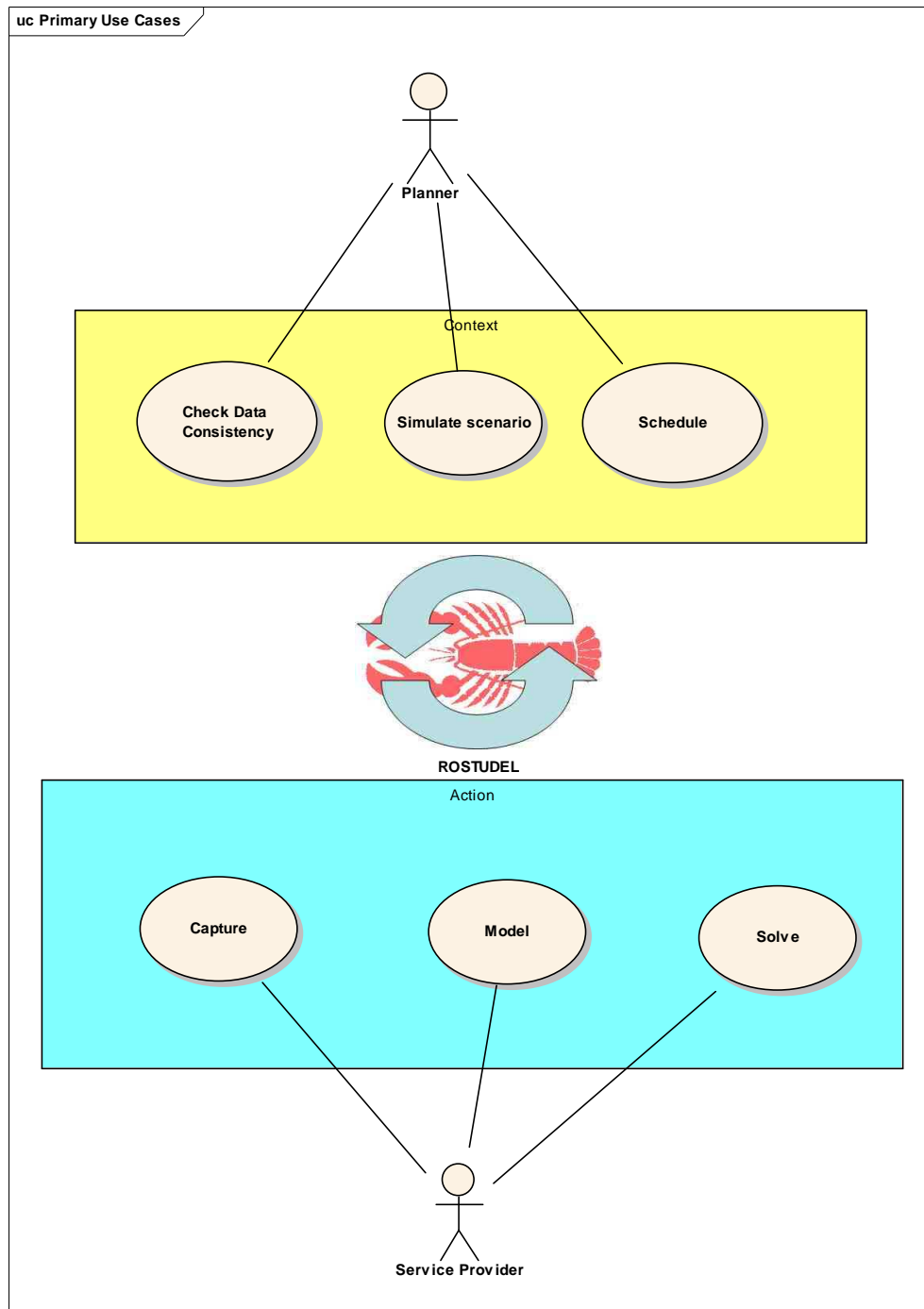
La nouvelle génération d'outils de modélisation et de résolution de problèmes combinatoires permet d'envisager une petite révolution dans cette approche. Nous montrons ici sur un problème relativement générique d'emploi du temps – le planning posté – comment ces outils permettent de capturer de manière particulièrement puissante l'ensemble des données métiers et de définir plusieurs modèles mathématiques afin de tester différentes approches de résolution basées sur les paradigmes suivants : programmation mathématique, programmation par contraintes, et recherche locale.

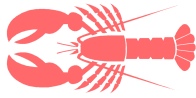
L'approche « optimization as a service » préconisée par ROSTUDEL donne une possibilité inédite aux acteurs du métier pour prototyper des solutions ad-hoc en un temps record : quelques jours alors que le temps de cycle des éditeurs est actuellement de l'ordre de l'année !



1. COMMENT BOOSTER LE CYCLE DE VIE D'UNE APPLICATION D'AIDE A LA DECISION ?

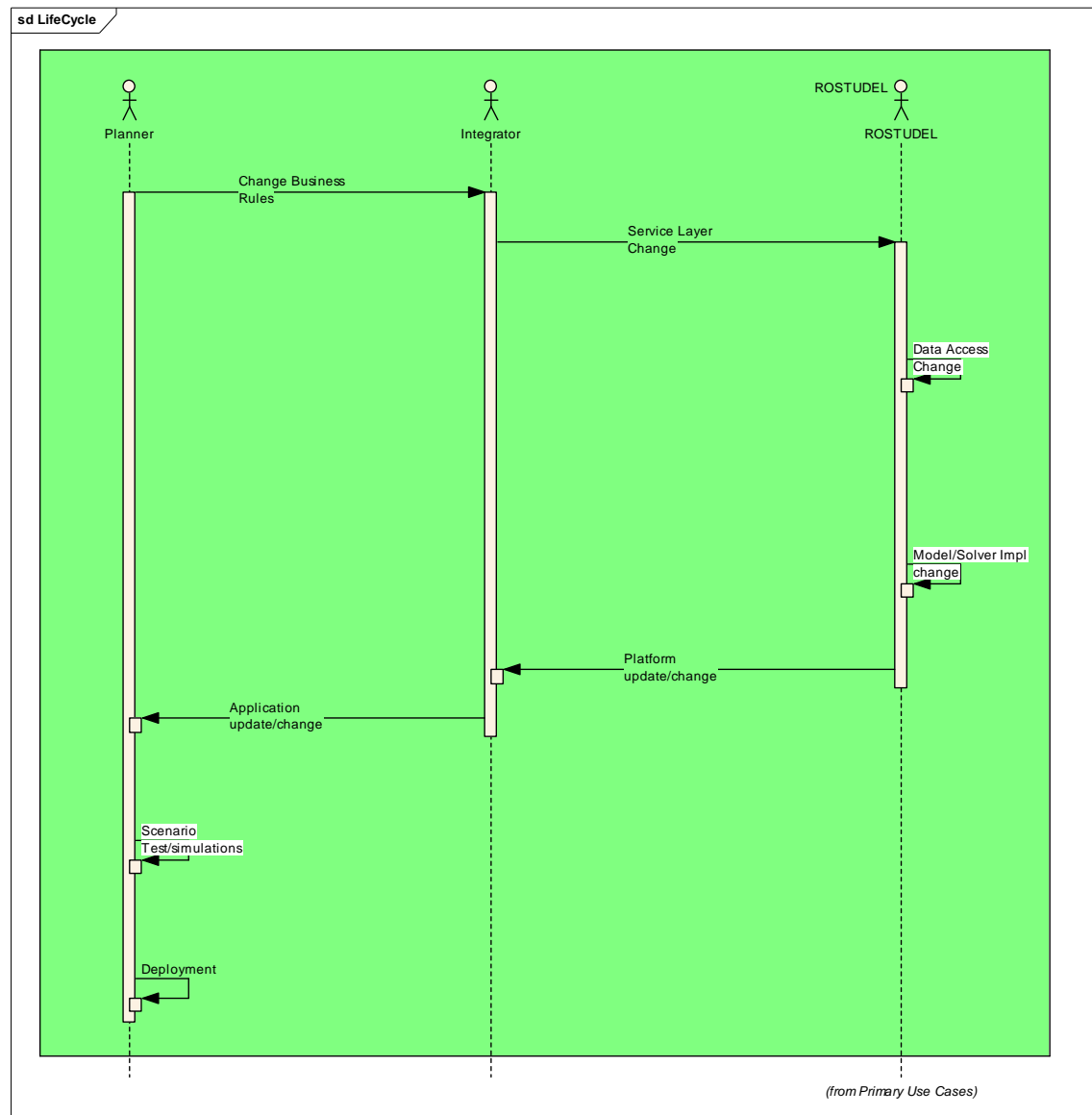
Le schéma ci-dessous montre l'approche fonctionnelle du point de vue de l'utilisateur final (le « planner » ou planificateur), et du point de vue du fournisseur de services (l'éditeur de logiciels ou le consultant). Chaque évolution est pour le fournisseur une nouvelle capture de besoins, un nouveau modèle mathématique et potentiellement une nouvelle approche de résolution. Du point de vue utilisateur, il s'agit de mettre au point des cas utilisateurs de test, de simulation puis de déploiement de la nouvelle application.



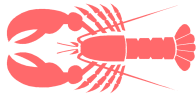


Grâce à une expertise des nouvelles plateformes de modélisation mathématique telles que OPTIMJ, OPL ou COMET, **ROSTUDEL raccourcit considérablement le cycle d'évolution et de communication**. Bien interfacé, bien modéliser, choisir et adapter la meilleure stratégie de résolution du problème, c'est apporter à l'utilisateur final la dynamique du changement maîtrisé et rapide, à l'intégrateur une réactivité inégalée à ce jour sur ce type d'application.

Les plateformes de modélisation/optimisation sont un atout technologique crucial dans l'accélération du cycle de vie : elles permettent en effet de se concentrer sur le modèle de données, le modèle mathématique et sa résolution. Grâce à un langage de haut niveau, l'expert en recherche opérationnelle a pour la première fois à sa disposition des outils puissants et élégants lui permettant d'aller droit au but : modéliser et résoudre des problèmes fortement combinatoires.



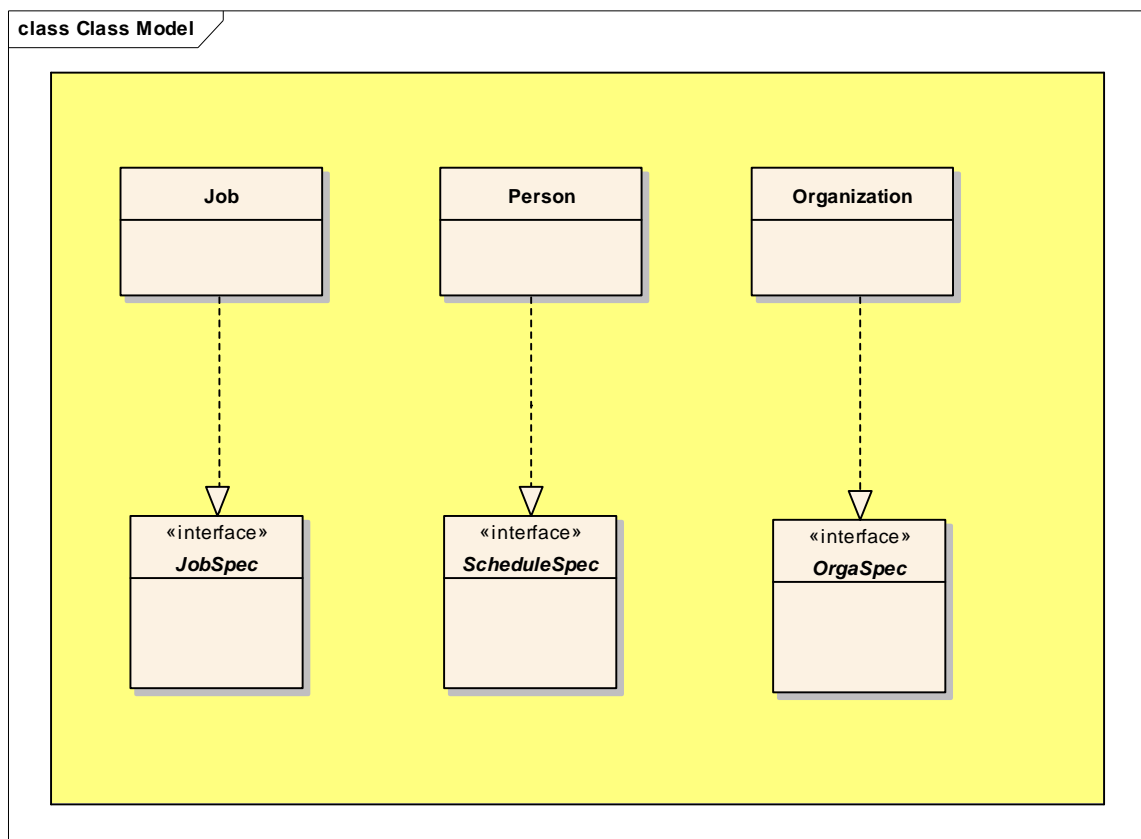
Nous illustrons par la suite comment ces langages capturent simplement un problème type de la planification en ressources humaines –le planning posté - en présentant principalement le formalisme type « *Programmation mathématique* » mais en incluant également des passerelles vers les notions de contrainte globales utilisées en « *Programmation par contraintes* » ou « *Recherche locale* ».



2. MODELE METIER GENERIQUE DU PLANNING POSTE

De nombreux problèmes d'emploi du temps concernent la couverture de besoins modélisés par des postes de travail. Il s'agit en général d'affecter chacun des postes à des personnes ayant la qualification requise sous diverses contraintes réglementaires : des contraintes individuelles liées à la réglementation en vigueur et au contrat de travail, des contraintes et préférences dans la constitution d'équipes ou des lissages dans le temps entre employés d'un même groupe.

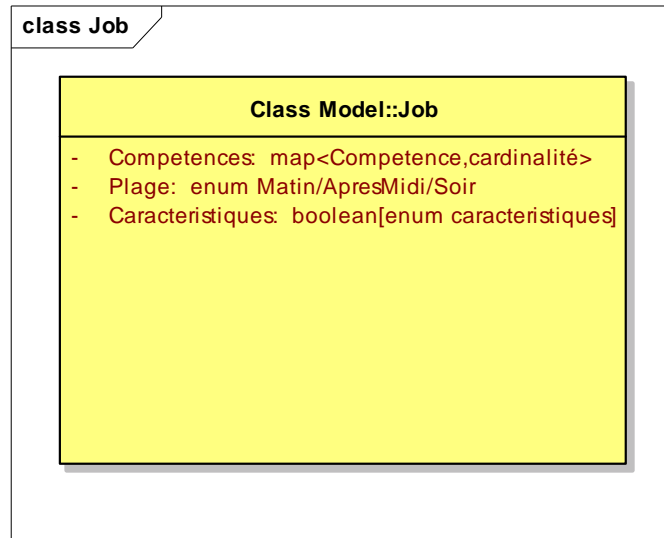
Nous définissons ci-dessous un modèle générique de ces postes (job) et du personnel.



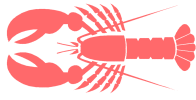


2.1. Job Spec

La notion de « **JobSpec** » recouvre un certain nombre de caractéristiques statiques ou dynamiques :

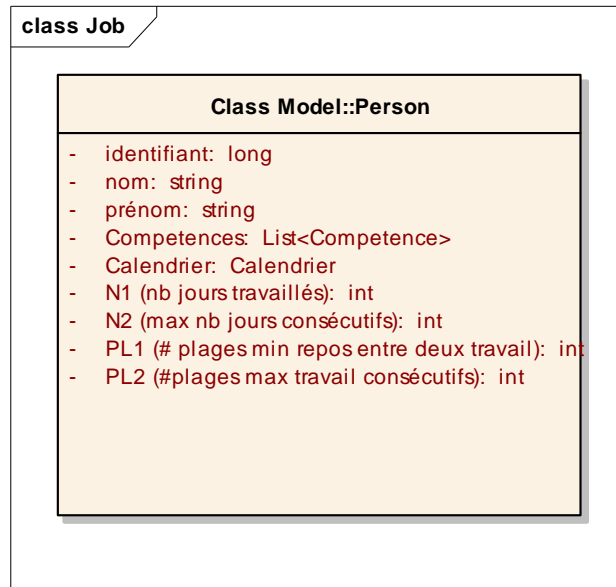


- la charge de travail : combien de personnes requises pour ce job et avec quelles compétences ?
 - « Le poste P nécessite deux employés ayant la compétence C1 et un employé ayant la compétence C2 »
 - « Le poste P nécessite un employé du groupe G1 obligatoirement et un employé du groupe G2 ou G3 optionnellement »
- Le type de poste : outre les compétences requises, on peut imaginer des caractéristiques telles que la pénibilité, le caractère tardif du poste (lié ou non à l'horaire), la plage de travail (matin, midi soir dans le cadre d'organisation 3x8), ou des caractéristiques autres (un poste d'ouverture ou de fermeture d'un magasin par exemple). On aura donc globalement un type énuméré des caractéristiques de poste, et chacun des postes aura un indicateur booléen par caractéristique.

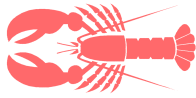


2.2. Schedule Spec

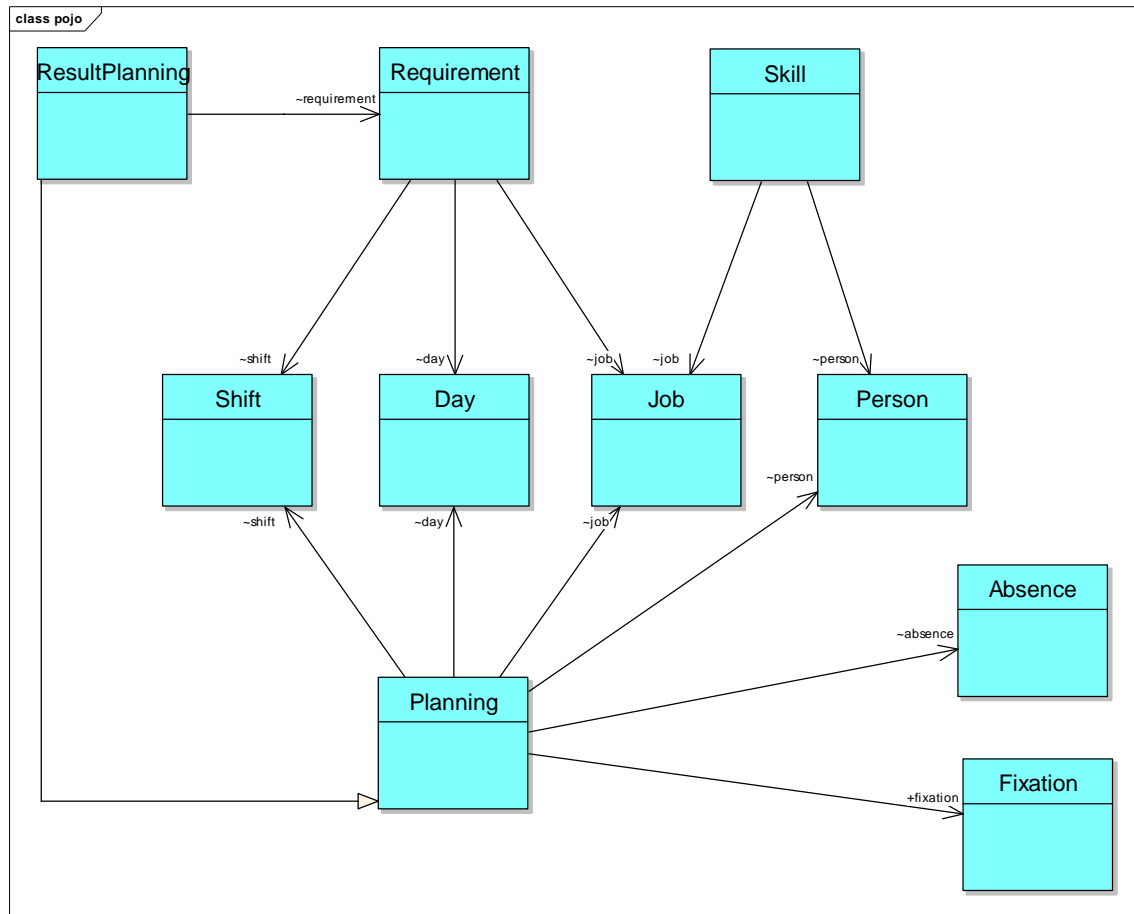
L'interface « **ScheduleSpec** » renseigne les caractéristiques du contrat de travail d'une personne



- Liste des compétences
- Profil hebdomadaire :
 - Calendrier : quelles sont les plages disponibles de travail, quels sont les jours préfixés ? Ainsi, on donnera la liste de plages sur la semaine ou le travail est possible et une liste de postes pré affectés.
 - nombre de jours de travail sur la semaine
 - Patron journalier : on le définira par le nombre minimum de plages de repos consécutives entre deux plages travaillées et le nombre maximal de plages travaillées consécutives. Exemple : une plage travaillée suivie de deux plages de repos, ou bien deux plages travaillées suivies d'une plage de repos. Ce patron dit journalier s'applique en réalité de manière glissante (y compris du jour J au jour J+1)
 - Patron hebdomadaire : pas plus de N jours travaillés consécutifs ($N \leq 6$) sur une semaine. Attention, cet objectif est glissant d'une semaine à l'autre : il faut mémoriser en début de semaine le nombre cumulé sur la semaine précédente des derniers jours consécutifs de travail.



2.3. Vue d'ensemble du modèle statique



2.4. OrgaSpec

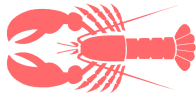
L'« **OrganisationSpec** » définit principalement des règles d'organisation entre les personnes et les postes:

- La couverture des postes : on cherche à couvrir si possible l'intégralité des postes, mais une priorisation est en général nécessaire lorsque l'objectif global risque de ne pas être atteint : on autorise donc la violation d'un ou plusieurs postes, générant un sous-effectif local. La pondération peut être globale ou liée à un poste particulier, une caractéristique du poste...
- Équité de la sous couverture de certains types de poste : il est préférable d'avoir un déficit d'un poste quotidien plutôt qu'un déficit de 5 postes le lundi
- Groupes de personnes filtrés sur certains critères et sur lesquels on souhaite réaliser des objectifs transverses : volume moyen minimal de travail, équité entre les personnes sur le temps de travail cumulé sur une période glissante débordant de l'horizon de planification, sur le nombre de plages de nuit
- Préférences pour certaines personnes à travailler ensemble ou au contraire à ne pas travailler ensemble.



2.5. **Objectifs**

La planification consiste à couvrir au mieux l'ensemble du JobSpec en respectant le ScheduleSpec, plus les contraintes d'organisation. Le modèle générique décrit ci-dessus aura comme brique élémentaire la variable de décision Travail[personne p,job j] indiquant si le poste j est assigné à la personne p.



3. Résolution des problèmes de planification de personnel

On l'a compris, les problèmes de planification de personnel ont une grande diversité. Si chacun des objectifs pris indépendamment n'est pas en soi difficile à modéliser, le mélange d'objectifs souvent contradictoires est omniprésent. Pour schématiser, les employés souhaitent maximiser leurs préférences individuelles, leur bien-être au sein d'une équipe et bien sûr leur salaire si celui-ci dépend de la pénibilité des postes, le management souhaitant en priorité la couverture maximale et équilibrée des besoins. Trouver un point fixe globalement optimal est une gageure lorsqu'on s'affranchit de méthodologie. C'est alors tout le savoir-faire métier qui prime dans la résolution pratique des problèmes de planification. D'où la pérennité des « **planners** » dans des organisations industrielles, personnes dédiées à la planification et acquérant une expertise dans la confection d'emploi du temps.

Un outil d'aide à la décision n'a pas prétention à remplacer cette expertise. En tout état de cause, il est même souhaitable d'intégrer les *planners* à la mise au point de l'outil. C'est leur « œil » qui permet de valider la qualité d'un planning. La confrontation avec le consultant en recherche opérationnelle va faire émerger puis converger le modèle mathématique vers la capture réaliste des besoins métiers.

De plus, l'outil informatique et mathématique apporte une puissance de calcul inégalée qui permet de jouer à la demande autant de scénarii que souhaités, de fournir une vue globale des différentes contraintes et objectifs en cours, de proposer la ré optimisation d'un planning existant en tenant compte de nouvelles contraintes, de proposer plusieurs solutions autour d'une solution de référence, d'apporter une vision **multi-objectifs**... Ainsi, les méthodes de **programmation mathématique** ont une vision orientée « coût » particulièrement intéressante lorsque les objectifs sont quantifiés par exemple en valeur monétaire. Lorsque le problème est plutôt un « casse-tête » dans lequel un grand nombre de règles métiers complexes s'entremêlent et qu'exhiber une seule solution réalisable devient une difficulté, des approches comme la **programmation par contraintes** ou la **recherche locale** sont efficaces.

Les très grands problèmes de planification de personnel – aérien, chemins de fer, transports par bus - font de plus en plus appel à des **méthodes hybrides** qui intègrent dans un schéma global de résolution différentes méthodes de résolution. La **génération de colonnes** par exemple délègue à un **problème maître** le problème de couverture des besoins à coût minimal tandis qu'un **problème esclave** est en charge de générer des candidats sous forme de planning complet d'une personne intégrant l'ensemble de ces règles métiers. Celles-ci étant fort complexes, l'esclave fonctionne souvent sur la base de programmation par contraintes ou de programmation dynamique couplée à des heuristiques.

Pour conclure, la qualité d'un outil d'aide à la décision se mesure à :

1. une bonne modélisation mathématique, puissante et évolutive
2. une plateforme de simulation : KPI et IHM pour capturer l'ensemble des indicateurs entrée-sortie pertinents. Ainsi, chaque classe de contraintes pourra être globalement ou localement désactivée, renforcée ou rendue inviolable (par exemple sur une personne particulière)
3. l'intégration des experts métiers dans le calibrage et l'analyse des résultats