

# Planification mensuelle du service des brigades de gendarmerie

Gaël de Léséleuc de Kérouara, Robin Michard

Datalab, Gendarmerie Nationale

{gael.de-leseleuc-de-kerouara,robin.michard}@gendarmerie.interieur.gouv.fr

**Mots-clés :** *Planification, Recherche par voisinage, OR-Tools*

## 1 Conception du service des brigades de gendarmerie

Chaque mois, chacun des 1700 commandants d'unités de la Gendarmerie nationale doit réaliser la planification mensuelle du service des brigades placées sous son commandement. Il s'agit d'affecter pour chaque jour et moment de la journée (matin, après-midi et nuit), et pour chaque gendarme de la brigade (soit environ 25 militaires en moyenne), une position statutaire (repos, permanence opérationnelle, permanence judiciaire, chargé d'accueil, etc).

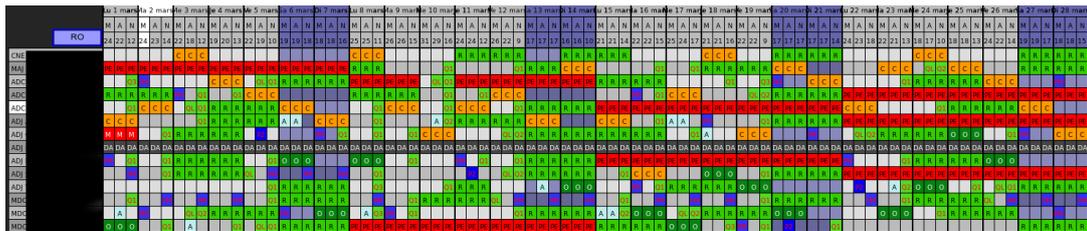


FIG. 1 – Extrait du planning d'une unité

Cet exercice nécessite de prendre en considération un nombre important de contraintes et objectifs : respect d'un nombre minimum de gendarmes pour chaque type de position de service, prise en compte des desiderata des gendarmes, répartition équitable des tâches, interdiction d'effectuer certains enchaînements de positions, etc. La résolution de ce problème requiert environ une journée de travail aux commandants d'unité et le résultat obtenu peut parfois être éloigné des solutions les plus équitables.

Notre objectif est de concevoir un assistant permettant aux commandants d'unités de réaliser une planification équitable du service en un temps restreint.

## 2 Paramétrisation du problème

Un tel assistant doit être facilement paramétrable par les commandants d'unités afin de pouvoir s'adapter à la diversité des modes de fonctionnement des brigades de gendarmerie : présence ou non d'un groupe nuit, regroupement de brigades à faible effectif au sein d'une communauté de brigades, variété dans les natures des missions à réaliser, etc.

Grâce à une interface web, les commandants d'unités peuvent configurer l'assistant à travers un parcours utilisateur. Ils vont ainsi définir : les positions de service propre à l'unité, les besoins en militaires pour chaque position, la capacité de chaque militaire à prendre chaque position, les enchaînements de positions obligatoires ou interdits, le nombre cible de positions à prendre pour chaque militaire, etc. L'utilisateur est également en mesure de définir des contraintes souples et d'y associer des degrés de priorité.

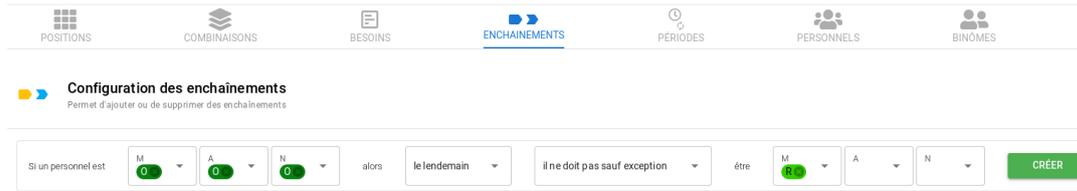


FIG. 2 – Capture d’écran de l’interface web. Ici l’utilisateur spécifie que si un militaire est de permanence judiciaire pendant une journée, alors il ne doit pas être de repos le lendemain matin. De plus, il s’agit ici d’une contrainte souple (cf : "sauf exception")

### 3 Résolution

Afin de modéliser mathématiquement le problème, nous définissons les variables suivantes :

$$X_{i,k,j,m} = \begin{cases} 1 & \text{si le gendarme } i \text{ est en position } k \text{ le jour } j \text{ au moment } m \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (1)$$

L’ensemble des contraintes du problème sont modélisées sous forme d’équations linéaires. La fonction objectif comporte un terme principal reflétant la répartition équitable des positions entre les gendarmes et plusieurs termes secondaires visant à minimiser le nombre de contraintes souples qui sont relaxées.

Pour résoudre le problème, nous utilisons le solveur CP-SAT proposé au sein du framework OR-Tools développé par Google. Nous définissons une durée maximum de résolution d’une minute afin de permettre une utilisation itérative de l’assistant.

Les premières essais d’utilisation ont mis en évidence que cette durée de résolution n’était pas suffisante pour générer un planning satisfaisant : les utilisateurs étaient capables de trouver visuellement une meilleure affectation après étude du planning proposée par l’assistant. Pour améliorer le résultat, nous utilisons désormais une optimisation basée sur les méthodes de recherche par voisinage. Concrètement, nous cherchons une première solution satisfaisante puis optimisons successivement des périodes de quatre jours consécutifs (fixant donc le reste du planning durant cette optimisation locale).

### 4 Perspectives

L’outil a été expérimenté de août à décembre 2020 par un panel de 30 commandants d’unités. Il donne entière satisfaction aux utilisateurs qui ont réussi à s’approprier l’assistant : gain de temps substantiel pour le commandant d’unité et équité accrue pour les gendarmes.

Les retours utilisateurs montrent cependant qu’il est nécessaire de faciliter davantage la paramétrisation. Nous avons donc cherché le juste compromis entre volonté d’offrir la possibilité de paramétrer finement l’assistant (permettant ainsi de s’adapter à tout type d’organisation et à utiliser l’intégralité du potentiel offert par l’outil) et nécessité de proposer un outil rapidement utilisable par des utilisateurs novices n’ayant aucune expérience des problèmes d’optimisation.

Enfin, nous avons également ajouté un module visant à fournir des explications à l’utilisateur en cas d’impossibilité de trouver une solution satisfaisante. Il est en effet fréquent que des utilisateurs rentrent des contraintes mutuellement exclusives sans s’en apercevoir et il est nécessaire de leur indiquer précisément lesquelles. Nous récupérons pour cela un ensemble minimum de contraintes insatisfaisantes.

La nouvelle version de l’assistant va désormais être progressivement déployée travers l’ensemble des brigades de gendarmerie. La prochaine étape est de récupérer un volume conséquent de problème de planification afin de pouvoir optimiser divers hyper-paramètres de l’algorithme de résolution fixés jusqu’à présent de manière arbitraire.