

# Gestion des dépôts de munitions : génération de plans de stockage optimisés par PLNE.

Chef de bataillon R. Goffettre

Centre de doctrine d'Emploi des Forces DSRO  
1, place Joffre, BP 53 - 00445 Armées  
roland.goffettre@cdef.terre.defense.gouv.fr

**Mots-Clés** : *stockage, munitions, entrepôts, bin packing, PLNE.*

## 1 Contexte

Le ministère de la Défense est engagé dans une réforme sans précédent visant à rationaliser les fonctions dites de soutien (administration, logistique, finances, etc.). Cela se traduit notamment par le fusionnement de certains services des Armées en service Interarmées. C'est ainsi que la gestion des munitions de la Marine, de l'armée de l'Air et de l'armée de Terre sera confiée à l'été 2010 à un service interarmées des munitions (SIMU). Le bureau munitions de la Direction Centrale du Matériel (DCMAT), en charge de la politique de gestion des munitions de l'armée de Terre, prépare activement cette réforme. C'est dans ce contexte qu'il s'est adressé à la Division Simulation et Recherche Opérationnelle (DSRO) pour concevoir un outil d'aide à la décision destiné à l'optimisation du stockage des munitions.

Sous les ordres du bureau munitions, les chefs de dépôts sont chargés de la comptabilité, de la distribution aux unités demandeuses et de la réception des livraisons d'usines, et respectent évidemment des règles de sécurité drastiques. Les munitions sont ainsi disposées dans des magasins semi-enterrés, dont la capacité fait l'objet de revues annuelles prenant en compte la structure, l'environnement et le contenu de chaque magasin. Enfin, des campagnes d'optimisation du stockage ont lieu de façon régulière et visent à réarranger les lots de munitions après une période plus ou moins longue d'entrées et de sorties.

Ces réaménagements se font néanmoins de façon empirique jusqu'à ce jour. L'étude présentée avait donc pour but de rationaliser ce travail, en cherchant notamment à concentrer le stock et à libérer ainsi des magasins susceptibles d'accueillir les munitions des autres armées.

## 2 Présentation du problème

Ce problème d'entrepôt se présente a priori comme un bin-packing en trois dimensions, connu pour être déjà NP-difficile. Mais des caractéristiques propres compliquent encore le modèle du « rangement de cubes dans des boîtes » :

- **Dimensions des lots** : les lots de munitions sont en fait des empilements de palettes ou de caisses, et n'ont donc pas de dimensions fixes. Or, détailler le problème au niveau des caisses se

heurterait à l'explosion combinatoire (environ 3800 lots pour 120 magasins dans un dépôt) et introduirait une contrainte de juxtaposition des caisses d'un même lot.

- **Espaces interstitiels** : afin de faciliter la manutention et l'inspection des lots, des espaces doivent être laissés libres pour permettre l'accès à au moins une face de chaque lot.
- **Incompatibilités** : certaines munitions ne peuvent pas être stockées ensemble. On compte ainsi sept groupes de compatibilité. Le placement d'un lot dans un magasin en exclut donc tous les lots de groupe incompatible.
- **Dimensions des magasins** : en plus des limites physiques imposées par ses dimensions, la capacité de chaque magasin a des limites de sécurité portant sur la masse de «matière active». Qui plus est, ces limites en matière active dépendent de la catégorie de munition stockée et donc des choix de positionnement effectués. Placer un objet dans une boîte peut ainsi changer la taille de celle-ci.
- **Rangement initial** : il ne s'agit pas de placer les lots dans un dépôt initialement vide mais de partir d'une situation présente. Pour un nombre de magasins vidés identique on cherchera, par souci d'économie et de sécurité, à limiter les déplacements de lots.

Finalement, le plan de stockage recherché doit donc répondre à un double objectif : minimiser le nombre de magasins ouverts et minimiser le tonnage à déplacer pour y parvenir.

### 3 Résultats

Devant la complexité du problème, l'obtention d'une solution optimale au problème est vite apparue illusoire, l'étude devant aboutir à un premier outil exploitable en un an. La démarche retenue a consisté à chercher des solutions sous-optimales en découpant le problème par classe de munitions. Chaque sous-problème ne traite donc que des munitions compatibles entre elles et des magasins de capacité fixes. De plus, l'obtention des dimensions de lots s'avérant difficile, seul le volume des lots a été retenu, en considérant que seulement 60% du volume total d'un magasin peut être occupé.

Nous présenterons les choix de modélisation effectués, les résultats obtenus et le logiciel développé. Ce dernier, reposant sur une modélisation des sous-problèmes en PLNE, propose des gains de stockage substantiels et constitue, grâce aux réglages de paramètres qu'il intègre, un outil d'aide à la décision apprécié.