

Conscient de vos capacités en organisation d'opérations, le Roi Terenas Menethil II fait appel à vos conseils pour établir de nouveaux villages au Nord de Lordaeron. Vous savez qu'un certain nombre de bâtiments peuvent être construits, dont voici les différents coûts en ressources ainsi que la fonction.

Nom	Coût en or	Coût en bois	Produit	Note
Mairie	0	0	Paysans	Unique
Ferme	80	20	6 unités de nourriture	
Caserne	240	80	Soldats, fusilliers et chevaliers	Maintenance 1
Sanctuaire Mystérieux	210	70	Prêtres et sorcières	Maintenance 1
Atelier	240	50	Gyrocoptères, unités de mortier et tanks à vapeur	Maintenance 2
Volière de gryphons	250	120	Chevaucheurs de gryphons	Maintenance 2

Maintenance 1 (2) : ce bâtiment nécessite 1 (2) paysan(s) pour fonctionner.

Ces différents bâtiments permettent la création d'unités, dont voici un récapitulatif.

Nom	Coût (or)	Coût (bois)	Coût (nourriture)
Paysan	90	0	1
Soldat	160	0	2
Fusillier	240	30	3
Chevalier	290	60	4
Prêtre	160	60	2
Sorcière	180	20	2
Gyrocoptère	220	60	2
Mortier	210	70	3
Tank à vapeur	230	60	4
Chevaucheur de gryphon	330	70	4

Exercice 1

Le Roi envisage la création d'un petit village au nord, près de la côte. Ses conseillers militaires pensent qu'une attaque est peu probable, et qu'en conséquence, soldats et fusilliers sont suffisants pour la défense. Il faut donc au minimum une brigade (10 unités) de chaque. Quels bâtiments et unités devez-vous construire et créer pour atteindre cet objectif à moindre coût ? (On prendra comme coût le total or + bois).

Exercice 2

Les terres au Sud-Est sont à proximité des Orcs, les conseillers militaires s'attendent donc à des escarmouches plus fréquentes. En particulier, on s'attend à la présence de chevaucheurs de loups, ce qui nécessite l'emploi de chevaliers. Quels bâtiments et unités devez-vous construire et créer pour posséder au moins 40 unités à pied dont au moins une brigade de fusilliers et deux brigades de chevaliers, à moindre coût ?

Exercice 3

Le Roi propose de ne pas attendre d'être attaqué au Sud-Est, mais plutôt de préparer une force d'assaut au sol. Pour cela, vous disposez de 20000 pièces d'or et de 3000 unités de bois. En terme de puissance, les cavaliers représentent des unités mobiles pour des assauts lourds, mais ne sont pas adaptés face à des unités d'artillerie. Les fusilliers sont efficaces à distance, mais faibles au corps à corps. Enfin, les soldats de base sont équilibrés. Les conseillers militaires proposent les équilibres suivants :

Plan 1, proportions connues :

Chaque unité de fusilliers est appuyée par au moins deux soldats. Pour chaque chevalier, il doit y avoir au moins deux unités d'infanterie. Enfin, les soldats ne peuvent pas composer plus de la moitié de l'armée. On veut autant d'unités au total que possible.

Plan 2, Assault général :

Il faut autant d'unités que possible ayant le maximum de puissance possible. Pour la puissance au corps à corps, un chevalier vaut quatre soldats, un soldat vaut 2 fusillier, un soldat représentant un point au corps à corps. A distance, les fusilliers valent 3 points, les autres unités zéro.

Pour chacun des plans, que devez-vous construire et créer ? Pour le plan 2, quel est le problème que l'on risque de rencontrer ? Que se passe t'il si l'on ajoute comme contrainte que la puissance au corps à corps doit être au moins égale à celle à distance ?

Mathématiquement, quel est le problème avec la solution retournée par Cplex ? Que suggérez-vous ?

Exercice 4

Le front au Nord-Est est crucial, et vous devez pour cela utiliser toutes les ressources à votre disposition. Cependant, le temps vous manque, et vous êtes limités pour certaines unités.

1. Vous ne pouvez pas créer plus de 40 unités par caserne.
2. Vous ne pouvez pas créer plus de 20 unités par sanctuaire.
3. Vous ne pouvez pas créer plus de 25 unités par atelier.
4. Vous ne pouvez pas créer plus de 10 unités par volière.
5. Vous ne pouvez pas créer plus de 3 bâtiment de chaque type (sauf les fermes).
6. Vous ne pouvez pas créer plus de 15 paysans.

En revanche, il est impensable de ne pas amener au moins 5% de prêtres (mais pas plus de 10%), et l'on veut entre 20 et 40% d'unités volantes.

Si toutes les unités ont le même poids, que construirez-vous ?

Exercice 5



Le territoire de Lordaeron est relativement grand. Pour alimenter les différentes cités en grain, il faut construire des entrepôts. Sur le plan page précédente, les cités à approvisionner sont :

- La capitale, Lordaeron (qui a besoin de 500 unités de nourriture)
- La citadelle de Dalaran (besoin : 350 unités)
- La cité de Stratholme (besoin : 300 unités)
- La forteresse de Mardenholde (besoin : 400 unités)
- La forteresse de Durnholde (besoin : 350 unités)
- La cité de Caer Darrow (besoin : 250 unités)

Les entrepôts peuvent être placés à Brill, Hearthglen, Andorhal et Strahnbrad. Les coûts de constructions associés sont respectivement de 200, 250, 300 et 350 pièces d'or. On suppose pour l'instant que les entrepôts sont de capacité infinie. Les coûts de transports entre les lieux possibles pour les entrepôts et les cités à desservir sont les suivants (en pièces d'or).

	Brill	Hearthglen	Andorhal	Strahnbrad
Lordaeron	100	200	250	350
Dalaran	500	450	350	250
Stratholme	125	75	125	300
Mardenholde	175	50	175	300
Durnholde	300	300	200	100
Caer Darrow	350	350	250	150

Votre travail, en tant que conseiller, est de trouver la manière optimale de placer les entrepôts, sachant qu'il faut que tous les besoins soient satisfaits, et que le coût total doit être le plus petit possible. Où placez-vous les entrepôts ?

Supposons maintenant que la capacité maximale des entrepôts soit finie, et que les quatre lieux possibles puissent stocker 1200 unités de nourriture chaque. Où doit-on alors construire les entrepôts ? Que se passe-t-il si la capacité maximale est de 800 ?

Notes

Il est évident que ce TD est là pour vous faire manipuler les écritures mathématiques de différents modèles, et non pas pour "jouer" à Warcraft. Le cadre est relativement ludique, mais peut être transposé à une (ou plusieurs) chaînes de production, typiquement l'usinage de pièces. Les modèles que vous aurez écrits grâce à ce TD seront résolus lors de la première séance de TP, afin de vous familiariser avec l'outil CPLEX.

De même, le problème des entrepôts de grains est un habillage ludique sur un problème très largement étudié par la communauté scientifique, du fait des ses applications pratiques. Ce problème d'entrepôt est par ailleurs le sujet du mini-projet qui se déroulera lors des séances de TP, ce TD est là pour introduire les deux modèles sur lesquels vous travaillerez (contrainte de capacité ou non sur les entrepôts).