

Responsable : C. Bentz

TP de Programmation Linéaire : introduction à CPLEX

Préambule

CPLEX (édité par la société ILOG) est un solveur de programmation linéaire, c'est-à-dire un logiciel permettant de résoudre des problèmes d'optimisation linéaire. Plusieurs types d'algorithmes de résolution sont disponibles, en particulier l'algorithme du simplexe et un algorithme de points intérieurs.

Deux modes d'utilisation sont disponibles : via une API, permettant d'interfacer CPLEX à l'aide d'un langage de programmation (de type Java ou C++), et un *mode interactif*, en lignes de commande. Durant les séances de TP de cette année, nous n'utiliserons que le mode interactif.

Principales commandes du mode interactif

Sous Windows, on peut lancer CPLEX à partir du menu *Démarrer* (dans le répertoire ILOG, ou un de ses sous-répertoires). Une fois que CPLEX est lancé, un prompt apparaît et on peut entrer l'ensemble des commandes du mode interactif. Dans ce mode, un seul PL peut être chargé à la fois dans CPLEX (un nouveau PL "chassant" l'ancien). Nous allons lister ici les principales commandes utilisables dans ce mode. Commençons par les commandes de base :

- La commande *help* fournit la liste de toutes les commandes disponibles. La commande *help nom_commande* fournit des informations sur la commande *nom_commande*.
- La commande *execute ligne_commande* exécute, sans quitter CPLEX, la commande Windows *ligne_commande* (par exemple *dir*).
- La commande *quit* permet de quitter CPLEX.
- La commande *set* affiche la liste des paramètres de CPLEX modifiables. On peut ensuite modifier n'importe lequel de ces paramètres en entrant son nom (on peut aussi le faire directement avec la commande *set nom_parametre*).

- La commande *optimize* lance la résolution du PL actuellement chargé dans CPLEX. Par défaut, c'est l'algorithme du simplexe qui est utilisé.

Deux remarques :

- Pour la plupart des commandes qui attendent un argument (comme *help nom_commande* ou *set nom_parametre*, par exemple), entrer le nom de la commande uniquement (sans argument) a pour effet d'afficher la liste de tous les arguments possibles.
- CPLEX est capable de compléter automatiquement les noms de commandes, lorsqu'ils ne sont pas ambigus. Par exemple, CPLEX comprendra que *h* signifie *help* (car aucune autre commande ne commence par la lettre "h").

Détaillons à présent les autres commandes.

La commande *enter*

La commande *enter nom_pb* permet d'entrer un nouveau PL, qui s'appellera *nom_pb*. On peut alors commencer la saisie de ce PL, au format **LP**, détaillé plus loin.

La commande *display*

La commande *display argument* permet d'afficher toutes les informations dont dispose CPLEX concernant l'option *argument*. L'option *argument* a cinq valeurs possibles : *iis*, *problem*, *sensitivity*, *settings*, *solution*. Pour certaines d'entre elles, il faut entrer un second argument. Par exemple, pour afficher les valeurs de toutes les variables dans la solution optimale d'un PL qui vient d'être résolu, il faut utiliser la commande *display solution variable* - (ou *di sol var -*, par exemple).

La commande *write*

La commande *write mon_fichier.lp* écrit le PL actuellement chargé dans CPLEX (au format LP) dans le fichier texte *mon_fichier.lp*. La commande *write mon_fichier.bas* écrit la solution optimale du PL qui vient d'être résolu par CPLEX dans le fichier texte *mon_fichier.bas*.

La commande *read*

La commande *read mon_fichier.lp* charge dans CPLEX le PL contenu dans le fichier *mon_fichier.lp* (au format LP).

La commande *add*

La commande *add* permet d'entrer de nouvelles contraintes au PL courant (comme après le mot-clé *st*, cf la description du format LP), au format LP. Si elle est suivie du mot-clé *bounds*, elle permet d'entrer de nouvelles bornes pour une ou plusieurs variables (cf encore la description du format LP). Il faut terminer la saisie par le mot-clé *end*.

La commande *change*

La commande *change* affiche la liste des modifications possibles à appliquer au PL courant (effacer un élément, changer les bornes d'une variable, un coefficient, un nom, etc.). La modification désirée peut alors être effectuée.

Le format de fichier LP

Tous les PL que l'on veut résoudre avec le mode interactif de CPLEX doivent être entrés au format LP, que ce soit dans un fichier texte (qui sera chargé dans CPLEX à l'aide de la commande *read*) ou après la commande *enter nom_pb*. Le nom d'un fichier texte contenant un PL au format LP doit finir par ".lp". Voici une description d'un PL au format LP :

```
maximize
Nom_objectif: x1 + 2x2 + 3x3
st
Nom_contrainte1: -x1 + x2 + x3 <= 20
Nom_contrainte2: x1 - 3x2 + x3 <= 30
Nom_contrainte3: x1 - 3x2 + 2x3 <= 40
bounds
0<=x1<=40
x2<=100
end
```

Ce fichier LP correspond au PL suivant :

```
max  $x_1 + 2 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3$ 
sous les contraintes :
 $-x_1 + x_2 + x_3 \leq 20$ 
 $x_1 - 3 \cdot x_2 + x_3 \leq 30$ 
 $x_1 - 3 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 \leq 40$ 
 $x_1 \leq 40$ 
 $x_2 \leq 100$ 
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$ 
```

Quelques remarques :

- Le mot-clé *maximize* peut être remplacé par *minimize* (si on minimise la fonction de coût).
- Le mot-clé *st* peut être remplacé par *subject to*.
- La section commencée par le mot-clé *bounds* contient uniquement des contraintes de bornes (du type $a \leq x \leq b$). Par défaut, si on ne précise pas de borne inférieure pour une variable x , on a $x \geq 0$. Si on ne précise pas de borne supérieure, il n'y en a aucune par défaut.
- Le mot-clé *end* est obligatoire à la fin.
- Le nom de la fonction objectif (“Nom_objectif” ici) et les noms des contraintes (“Nom_contrainte1”, “Nom_contrainte2”, “Nom_contrainte1” ici) sont facultatifs. Par défaut (c’est-à-dire, si on ne les redéfinit pas), le nom de la fonction objectif est “obj” et les noms des contraintes sont “c1”, “c2”, etc. (dans l’ordre d’apparition). Dans ce cas, on n’écrit pas “:” devant la contrainte.