

Les outils que nous avons utilisés durant ce cours sont disponibles dans le répertoire `/nfs/opt/`. Si besoin vous pouvez les utiliser grâce à la fonction `addpath` :

```
addpath('/nfs/opt/cvx-2.1')
cvx_setup
addpath('/nfs/opt/CPLEX/cplex/matlab');
addpath('/nfs/opt/gurobi701/linux64/matlab')
```

Exercice 1 Entre Tournesol et le Tibet 6 points

Une usine utilise une matière première dont le prix et la disponibilité changent chaque trimestre. Les besoins de l'usine en matière première varient eux aussi en fonction des trimestres, besoins qu'elle doit couvrir grâce à la somme de ses achats et de ses stocks. L'usine dispose d'une capacité de stockage maximale de 700 tonnes de matière première. Le prix, la disponibilité et les besoins de l'usine en matière première et pour chaque trimestre de l'année prochaine sont indiqués dans le tableau suivant :

Trimestre	1	2	3	4
Prix en € par tonne	110	100	120	130
Disponibilité (en tonnes)	1000	1700	800	400
Besoins (en tonnes)	750	900	1000	850

Le coût par tonne de stockage du matériel d'un trimestre à l'autre est de $4 + 10\%$ du prix d'achat. Aucun stock n'est détenu initialement et à la fin il n'y en a plus. Trouver le modèle d'achat et de stockage qui minimise le coût total.

1. Formuler le problème comme un programme linéaire et donner une solution.
2. Reformuler le programme linéaire sous sa forme standard suivante :

$$\begin{cases} \min_{z \in \mathbf{R}^m} & c^\top z \\ \text{avec} & Az = b \\ \text{et} & 0 \leq z \leq ub \end{cases}$$

3. Vérifiez que votre solution est bien optimale.
4. Donnez le dual de ce problème.
5. Que ce passerait-il si la capacité de stockage maximale de l'usine était de 600 tonnes seulement.

Exercice 2 Apportez la grande échelle 4 points

Une communauté de commune qui regroupe six villes nouvelles doit déterminer où construire des casernes de pompiers. Cette agglomération veut construire un nombre minimum de casernes tout en veillant à ce qu'au moins une caserne de pompiers soit à proximité de 15 minutes de chaque ville. Les temps (en minutes) requis pour circuler entre les villes sont donnés par le tableau suivant :

	v1	v2	v3	v4	v5	v6
v1	0	10	20	30	30	20
v2	10	0	25	35	20	10
v3	20	25	0	14	30	20
v4	30	35	14	0	14	25
v5	30	20	30	14	0	14
v6	20	10	20	25	14	0

1. Formulez le problème comme un programme linéaire en nombres binaires.
2. Proposez, à l'aide de CPLEX, une solution au problème.