

### 1. Introduction

Le solveur d'EXCEL est un outil puissant d'optimisation et d'allocation de ressources. Il permet de trouver le minimum, le maximum ou la valeur au plus près d'une donnée tout en respectant les contraintes qu'on lui soumet. Nous pouvons donc résoudre c'est-à-dire trouver la meilleure solution pour un modèle de la programmation linéaire en utilisant ce solveur.

### 2. Quand utiliser le solveur

Utilisez le solveur lorsque vous recherchez la valeur optimale d'une cellule donnée (la fonction économique) par ajustement des valeurs de plusieurs autres cellules (les variables) respectant des conditions limitées supérieurement ou inférieurement par des valeurs numériques (c'est à dire les contraintes).

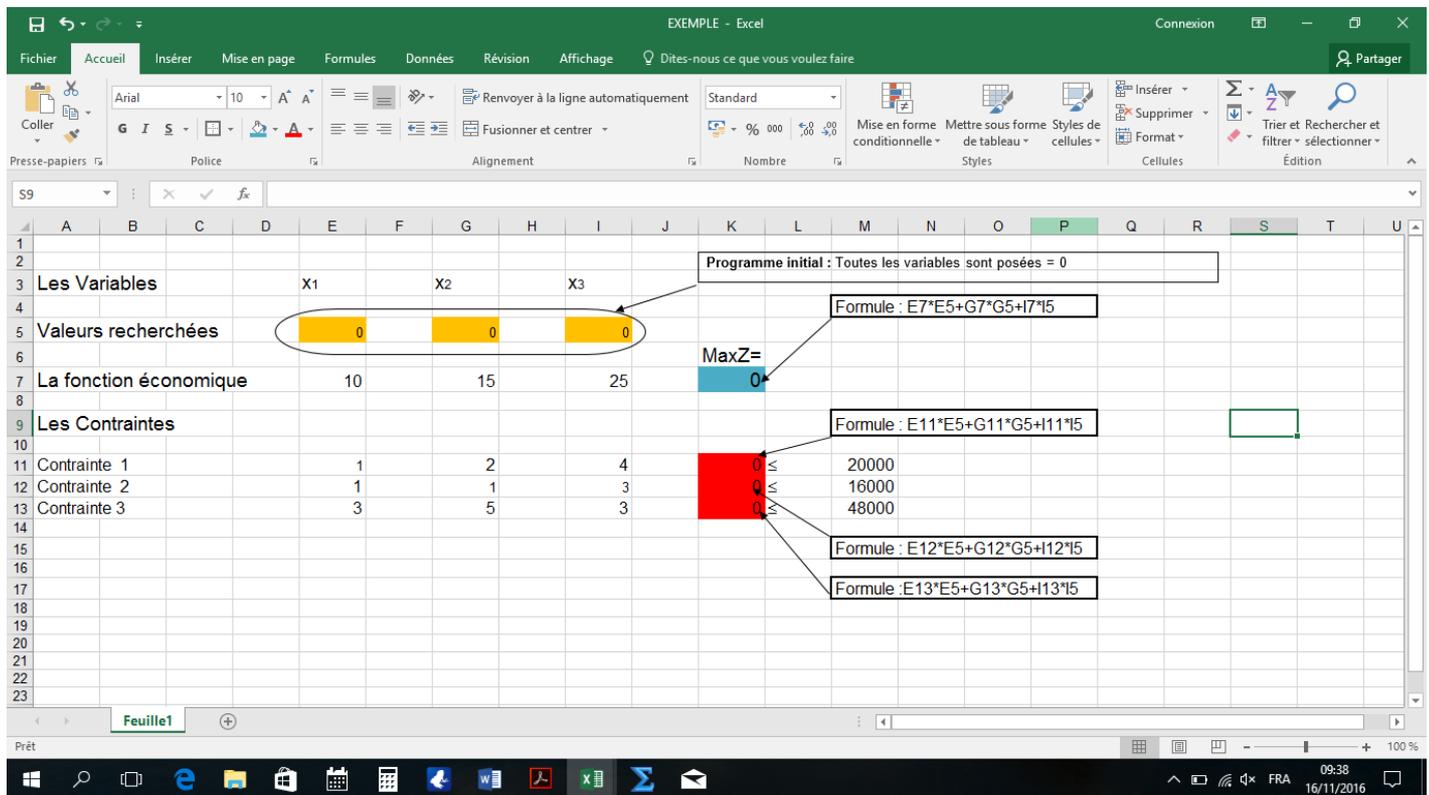
### 3. Exemple

Nous devons résoudre le Programme linéaire suivant :

$$MaxZ = 10x_1 + 15x_2 + 25x_3$$

$$\text{Sujet à : } \begin{cases} x_1 + 2x_2 + 4x_3 \leq 20000 \\ x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 16000 \\ 3x_1 + 5x_2 + 3x_3 \leq 48000 \\ x_j \geq 0 ; j \in [1;3] \end{cases}$$

Le problème peut être synthétisé sur cette feuille de calcul EXCEL :



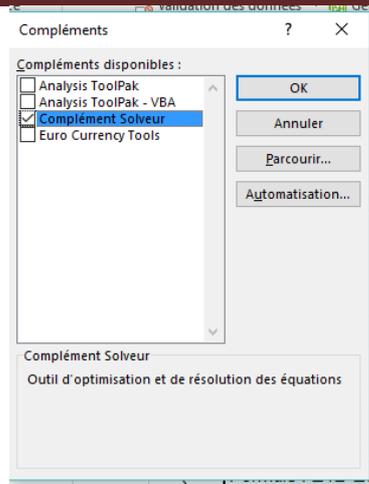
- Les cellules variables sont les valeurs respectives des différents variables (cellules jaunes).
- Les contraintes sont les valeurs imposées (1<sup>iers</sup> membres des contraintes) (cellules rouges).
- La cellule cible est celle contenant la formule exprimant la valeur à optimiser (valeur de Z) (cellules bleues).

## 4. Configuration de l'outil Solveur

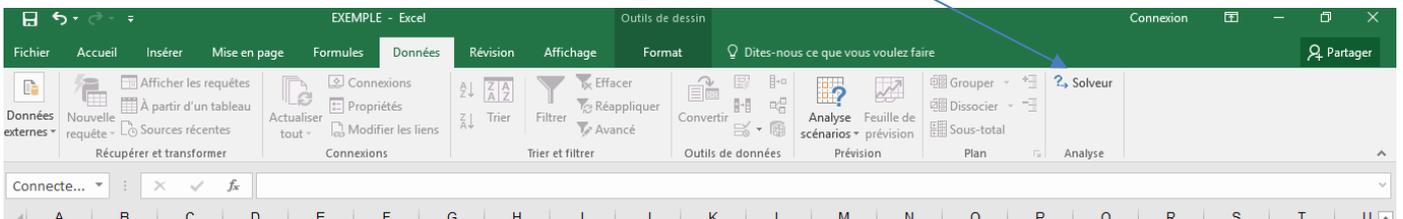
Afin d'optimiser la fonction économique, nous allons utiliser la commande Solveur... du menu Données. Il est fort probable que les commandes du solveur n'apparaissent pas encore dans le menu Données.

Ainsi déroulez le menu Données puis :

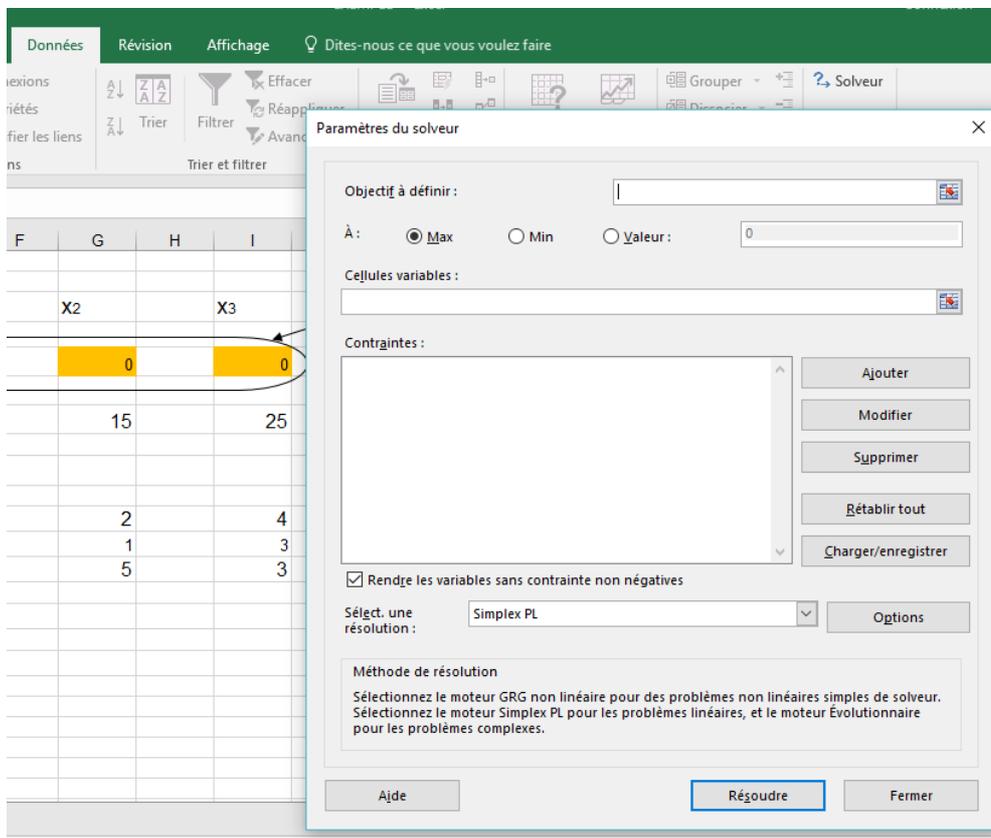
The image shows a screenshot of the Microsoft Excel interface. The 'Données' ribbon is active, displaying various data management tools. On the left side, the 'Options' menu is open, showing a list of settings categories. The 'Compléments' (Add-ins) option is highlighted. Below the menu, there is a button labeled 'Options' and a section for 'Compléments Excel' with a dropdown menu and an 'Atteindre...' (Go to...) button.



Le Solveur est installé

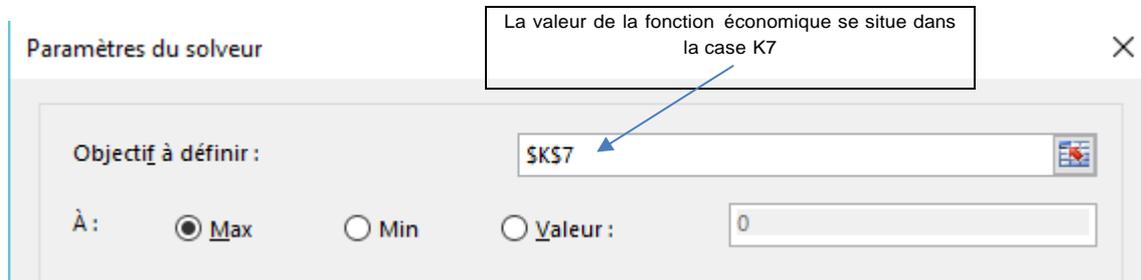


## 5. Lancer le solveur



## 6. Spécifications de la cellule cible (objectif à définir)

Dans la zone *Cellule cible à définir*, tapez la référence de la cellule que vous voulez minimiser, maximiser (c'est à dire la fonction économique).



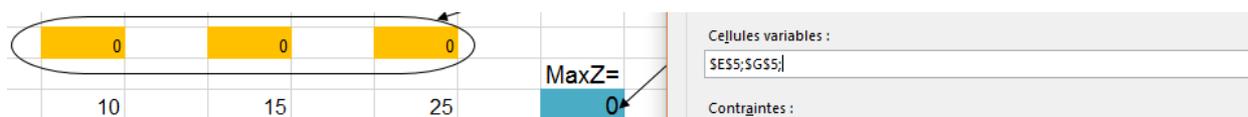
- Pour maximiser la cellule cible, il faut choisir le bouton **Max**.
- Pour minimiser la cellule cible, choisir le bouton **Min**.
- Pour que la cellule cible se rapproche d'une valeur donnée, choisir le bouton **Valeur** et indiquer la valeur souhaitée dans la zone à droite du bouton.

### Remarques

- Allez plus vite en cliquant directement sur la cellule à spécifier plutôt que de taper sa référence au clavier.
- La cellule cible doit contenir une formule dépendant directement ou indirectement des cellules variables spécifiées dans la zone Cellules variables.

## 7. Spécification des cellules variables

Tapez dans la zone *Cellule variables* les références des cellules devant être modifiées par le solveur jusqu'à ce que les contraintes du problème soient respectées et que la cellule cible atteigne le résultat recherché.



### Remarques

- Allez plus vite, cliquons directement sur les cellules à spécifier plutôt que de taper leurs références au clavier.
- Nous pouvons spécifier jusqu'à 200 cellules variables.
- Dans le programme initial, on définit les cellules variables par des zéros.

## 8. Spécifications des contraintes

Contraintes :

\$K\$11 <= \$M\$11  
\$K\$12 <= \$M\$12  
\$M\$13 <= \$M\$13

$x_1 + 2x_2 + 4x_3 \leq 20000$      $x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 16000$      $3x_1 + 5x_2 + 3x_3 \leq 48000$

A l'aide des boutons Ajouter, Modifier et Supprimer de la boîte de dialogue, établir la liste de contraintes dans la zone *Contraintes*.

Modifier une contrainte

Référence de cellule : \$M\$13    Contrainte : \$M\$13

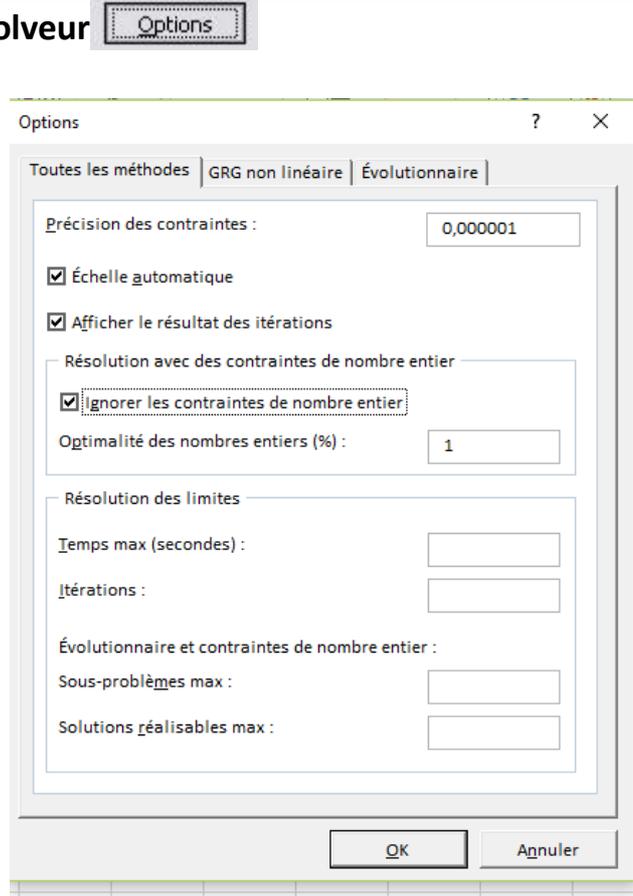
<=

OK    Ajouter    Annuler

### Remarques

- Après avoir cliqué dans chaque case à compléter, il suffit de cliquer dans les cellules correspondantes directement sur la feuille Excel, puis  pour confirmer
- Une contrainte peut être une limite inférieurement ( $\leq$ ), supérieurement ( $\geq$ ) ou limitée aux nombres entiers (opérateur *ent*) ...
- La cellule à laquelle l'étiquette *Cellule* fait référence contient habituellement une formule qui dépend des cellules variables.
- Le solveur gère jusqu'à 200 contraintes.

## 9 Les options du solveur



Cette boîte de dialogue permet de contrôler les caractéristiques avancées de résolution et de précision du résultat. En général, la plupart des paramètres par défaut sont adaptés à la majorité des problèmes d'optimisation.

Concentrons-nous sur quelques options plus spécifiques :

### Afficher le résultat des itérations

Interrompt le solveur et affiche les résultats produits par chaque itération. Cette option permet de suivre étape après étape les différents programmes de base.

## 10. Résolution et résultat

Une fois tous les paramètres du problème mis en place, le choix du bouton **Résoudre** amorce le processus de résolution du problème. Nous obtenons alors une de ces réponses :

Programme initial : Toutes les variables sont posées = 0

Les Variables	X1	X2	X3
Valeurs recherchées	0	10000	
La fonction économique	10	15	
Les Contraintes			
Contrainte 1	1	2	4
Contrainte 2	1	1	3
Contrainte 3	3	5	3

Formule :  $E12 * E5 + G12 * G5 + I12 * I5$   
 Formule :  $E13 * E5 + G13 * G5 + I13 * I5$

Solution intermédiaire : 1 Cellule objectif : 150000

Première solution de base

Programme initial : Toutes les variables sont posées = 0

Les Variables	X1	X2	X3
Valeurs recherchées	10000	3000	1000
La fonction économique	10	15	25
Les Contraintes			
Contrainte 1	1	2	4
Contrainte 2	1	1	3
Contrainte 3	3	5	3

MaxZ = 170000

Formule :  $E7 * E5 + G7 * G5 + I7 * I5$   
 Formule :  $E11 * E5 + G11 * G5 + I11 * I5$   
 Formule :  $E12 * E5 + G12 * G5 + I12 * I5$   
 Formule :  $E13 * E5 + G13 * G5 + I13 * I5$

Rapport de solution 3

Solution finale

## Que faire des résultats du solveur

- Garder la solution trouvée par le solveur ou rétablir les valeurs d'origine dans votre feuille de calcul.
- Créer un des rapports intégrés du solveur en sélectionnant celui qui nous concernera.



## 11. Rapport des réponses

Au bas de l'écran, vous pouvez obtenir le rapport des réponses en sélectionnant la feuille correspondante :



**Moteur du solveur**

Moteur : Simplex PL  
 Heure de la solution : 9,782 secondes.  
 Itérations : 5 Sous-problèmes : 0

**Options du solveur**

Temps max illimité, Itérations illimité, Precision 0,000001, Échelle automatique, Afficher le résultat des itérations  
 Sous-problèmes max illimité, Solutions de nombre entier max illimité, Tolérance des nombres entiers 1%, Résoudre sans les contraintes de nombre entier, Supposé non négatif

Cellule objectif (Max)

Cellule	Nom	Valeur initiale	Valeur finale
\$K\$7	La fonction économique MaxZ=	0	170000

Cellules variables

Cellule	Nom	Valeur initiale	Valeur finale	Entier
\$E\$5	Valeurs recherchées x1	0	10000	Suite
\$G\$5	Valeurs recherchées x2	0	3000	Suite
\$I\$5	Valeurs recherchées x3	0	1000	Suite

Contraintes

Cellule	Nom	Valeur de la cellule	Formule	État	Marge
\$K\$11	Contrainte 1 MaxZ=	20000	\$K\$11<=\$M\$11	Lié	0
\$K\$12	Contrainte 2 MaxZ=	16000	\$K\$12<=\$M\$12	Lié	0
\$K\$13	Contrainte 3 MaxZ=	48000	\$K\$13<=\$M\$13	Lié	0

Ce rapport donne l'évolution des cellules variables et de la cellule cible. On remarque donc bien qu'il y a eu une maximisation.

Le rapport rappelle les différentes valeurs des contraintes, leurs formules, et dans quelle mesure elles ont été respectées.

- **Lié** : La valeur finale de la cellule contenant une contrainte atteint effectivement la valeur maximum.  
*Exemple : \$K\$12 devait-être <=16000 et vaut bien finalement 16000.*

La **Marge** (que l'on appelle temps mort) est donc égale à 0.

- **Non lié** : La contrainte est respectée mais la valeur finale de la cellule n'est pas égale à la valeur maximum ou minimum de la contrainte.  
*Exemple : Pas d'exemple ici.*

La **Marge** (temps mort) vaut ici 0 pour les 3 contraintes.