

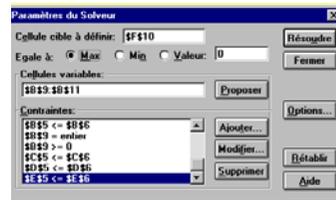
Fiche descriptive des principes du SOLVEUR

Contexte d'utilisation

Le solveur d'EXCEL est un outil d'optimisation et d'allocation de ressources. Il peut vous aider à déterminer comment utiliser au mieux des ressources limitées pour maximiser les objectifs souhaités (telle la réalisation de bénéfices) et minimiser une perte donnée (tel un coût de production). En résumé, 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. Vous utiliserez alors le solveur lorsque vous recherchez la valeur optimale d'une cellule donnée par ajustement des valeurs de plusieurs autres cellules, ou lorsque voulez fixer des limites pour une ou plusieurs des valeurs intervenant dans le calcul.

Démarrage du solveur

Après avoir rentré toutes les données de votre problème sur votre feuille de calcul, ouvrez le menu **Outils** et choisissez la commande **Solveur**. S'ouvre alors la boîte de dialogue du solveur :



L'utilisation du solveur

Elle suit cinq étapes :

- **Première étape : Spécification de la cellule cible**

Dans la zone *Cellule cible à définir*, tapez la référence ou le nom de la cellule que vous voulez minimiser, maximiser ou rapprocher d'une valeur donnée. Si vous désirez maximiser la cellule cible, choisissez le bouton **Max**. Si vous désirez minimiser la cellule cible, choisissez le bouton **Min**. Si vous désirez que la cellule cible se rapproche d'une valeur donnée, choisissez le bouton **Valeur** et indiquez la valeur souhaitée dans la zone à droite du bouton.

- **Deuxième étape : Spécification des cellules variables**

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

Cellule Cible : se dit d'une cellule de la feuille de calcul contenant la fonction à maximiser, minimiser, ou à rapprocher d'une valeur donnée.

- **Troisième étape : Spécification des contraintes**

A l'aide des boutons *ajouter*, *Modifier* et *Supprimer* de la boîte de dialogue **Paramètres du Solveur**. Établissez votre liste de contraintes dans la zone *Contraintes*. Ex: $B\$2 \leq 1200$.



Remarques

Une contrainte peut être une limite inférieure, supérieure ou une limitation aux nombres entiers (opérateur *ent*), imposée à toute cellule du modèle, y compris la cellule cible et les cellules variables.

La cellule à laquelle l'étiquette *Cellule* fait référence contient habituellement une formule qui dépend, directement ou indirectement d'une ou plusieurs cellules définies comme cellules variables.

Lorsque vous utilisez l'opérateur *en*, vous pouvez définir le paramètre *Tolérance* dans la boîte de dialogue **Options du solveur** de façon à déterminer une marge d'erreur acceptable.

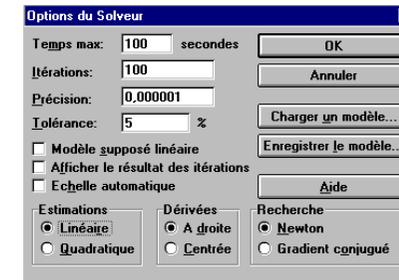
Seules les cellules variables peuvent être restreintes aux nombres entiers.

Pour chaque problème, vous pouvez aussi bien spécifier une limite inférieure et supérieure à une même cellule.

Le solveur gère jusqu'à 200 contraintes.

- **Quatrième étape : 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.



Temps max

Limite la durée de la résolution. Ce nombre doit être inférieur à 32767.

Itérations

Limite le nombre d'itérations. Ce nombre doit être inférieur à 32767.

Précision

Le nombre entré ici détermine de combien la valeur calculée à gauche de la contrainte doit différer de la valeur de droite afin que la contrainte soit satisfaite. Une contrainte est satisfaite si la relation qui la représente est vraie à l'intérieur d'une petite variation. La valeur mise dans *Précision* est cette variation. Avec une valeur par défaut de $1.0E-6$ ($=0.000001$). Par exemple, une variation de $1.0E-7$ autour de $A1=0$ satisfierait une contrainte telle que $A1 \geq 0$.

Pour indiquer un espace de variation "moins bon", entrez un nombre avec peu de décimales. Un "meilleur" espace de variation est indiqué par une valeur de *Précision* plus petite, avec plus de décimales. Dans tous les cas il est conseillé de garder la Précision dans le segment $[1.0E-4, 1.0E-8]$, pour les raisons exposées ci-dessous.

Attention à ne pas prendre une valeur beaucoup plus petite car la précision propre à l'ordinateur fait que la valeur calculée par le Solveur de Microsoft Excel va différer de très peu seulement. D'un autre côté, prendre une valeur de précision beaucoup plus large ferait que la contrainte serait vérifiée trop facilement. Si votre contrainte n'est pas satisfaite parce que vous faites des calculs en unité telle que des millions de dollars, penser à utiliser l'option *Echelle automatique*.

Tolérance

Cette option n'est valide que si au moins une contrainte de nombre entier est spécifiée. C'est la même chose que le paramètre *Précision* mais pour les nombres entiers. Cette valeur désigne un pourcentage. Lorsque vous résolvez un problème avec des contraintes entières (Problème mixte entier), le résultat obtenu est conditionné par l'option *Tolérance* du menu Option. La valeur par défaut de l'option Tolérance étant de 0,05, le solveur s'arrêtera lorsque les contraintes seront satisfaites dans la mesure des 5%. Pour

cette raison, on peut trouver des solutions entières meilleures que celles obtenues par le solveur.

Modèle supposé linéaire¹

A cocher seulement si le système d'équation est linéaire. Si la case est activée alors que le problème n'est pas linéaire, EXCEL affichera un message d'erreur pendant la résolution. En revanche, si le problème est linéaire et que la case est activée, la résolution est plus rapide.

Afficher le résultat des itérations

Interrompt le solveur et affiche les résultats produits par chaque itération. Cette option est utile lorsque vous voyez une solution évidente que le solveur ne trouve pas.

Echelle automatique

Cette option est utile lorsque il existe des grandes différences de grandeur entre les cellules variables et la cellule cible.

Enregistrer et charger un modèle

Lorsque sur une même feuille de calcul vous avez plusieurs problèmes d'optimisation à résoudre, vous pouvez enregistrer puis charger les paramètres (cellules variables, contraintes) dans un modèle. Ce modèle est une plage commençant par une cellule spécifiée dans la boîte de dialogue **Enregistrement du modèle**.

Estimations

Cette option détermine la façon dont est obtenue l'estimation initiale des variables basiques à la fin de chaque recherche à une dimension. Le choix *linéaire* utilise une approximation linéaire de la tangente à la fonction à optimiser (déjà réduite à ce moment). Le choix *quadratique* extrapole le minimum (ou le maximum) de la quadrique qui approxime la fonction au point considéré. Si au point considéré, la fonction se modélise bien par une quadrique, alors l'option *Quadratique* peut faire économiser du temps en choisissant un meilleur point initial qui demandera moins de pas supplémentaires à chaque recherche. Si vous n'avez pas d'idée du comportement a priori de la fonction, la méthode "Linéaire" est plus lente mais plus sûre.

Dérivées

Les premières dérivées partielles sont calculées par la méthode des différences finies, ce qui signifie que les variables de décisions sont perturbées, que l'on observe comment les fonctions du problème en sont affectés, et qu'une extrapolation est calculée. Avec l'option *A droite* (l'option par défaut), le point de l'itération précédente (déjà calculé) est utilisé avec le point courant. Cela réduit le temps de calcul qui occupe parfois jusqu'à la moitié du temps total de résolution. Le choix *centre* repose uniquement sur le point courant, et perturbe les fonctions dans des directions opposées à ce point. Bien que cela nécessite plus de temps de calcul, ce choix pourra s'avérer meilleur quand les dérivées change rapidement, et donc moins d'itérations au total. Rem: Pour des problèmes quadratiques, le choix de dérivées centrées est en général exacte (et non approximé), ce qui conduit à une meilleure précision en un plus petit nombre d'itérations, même si chaque itération prendra 2 fois plus de temps qu'avec le choix *A droite*.

¹ Différence entre problème linéaire et non linéaire

Sur un graphe, un problème linéaire serait représenté par une droite. On trouve donc dans un problème linéaire des opérations arithmétiques simples comme : l'addition, la soustraction, les fonctions intégrées SOMME() , TENDANCE() ou PREVISION(). Sur un graphe, un problème non linéaire serait représenté par une courbe, traduisant une relation non proportionnelle entre les variables du système. Le cas le plus courant est quand 2 variables du système sont multipliées l'une avec l'autre.

Recherche

L'utilisation de la méthode de *Newton* telle quelle est beaucoup trop coûteuse pour déterminer une direction de recherche puisqu'il faudrait calculer la Hessienne des dérivées secondes, ce qui demanderait approximativement le carré du temps mis par la méthode approchée.

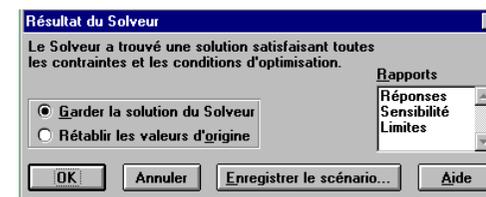
Cette méthode est par défaut la méthode de Quasi-Newton (ou BFGS) qui utilise une approximation de la Hessienne . Cette méthode nécessite plus de mémoire, mais s'avère efficace en pratique. La méthode *Gradient conjugué* nécessite moins de mémoire pour stocker la Hessienne, et fonctionne bien dans la plupart des cas. Le choix que vous effectuez ici n'est pas crucial puisque la < HREF="algo.html">méthode GRG est capable de choisir **automatiquement** entre les deux méthodes en fonction de la mémoire disponible.

• Cinquième étape : 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 . Vous obtenez alors une de ces réponses :

- ➔ *Le solveur a trouvé une solution satisfaisant toutes les contraintes et les conditions d'optimisation.* Toutes les contraintes ont été respectées selon le degré de précision et de tolérance des nombres entiers spécifiés et , le cas échéant , une valeur minimale , maximale ou cible a été trouvée pour la cellule indiquée dans la zone *Cellule cible à définir* .La solution globale a été trouvée.
- ➔ *Le solveur a trouvé une solution. Toutes les contraintes sont satisfaites.* La valeur de la cellule désignée dans la zone *Cellule cible à définir* n'a pratiquement pas varié pour les cinq dernières solutions intermédiaires . Cela peut aussi bien signifier qu'une solution a été trouvée, ou que le processus est encore loin d'une solution .Mathématiquement, c'est une solution locale, mais pas forcément globale .

Que faire des résultats du solveur



- Garder la solution trouvée par le solveur ou rétablir les valeurs d'origine dans votre feuille de calcul.
- Enregistrer la solution sous la forme d'un scénario nommé, à l'aide du *Gestionnaire de scénario*.
- Créer un des **rapports intégrés du solveur**.