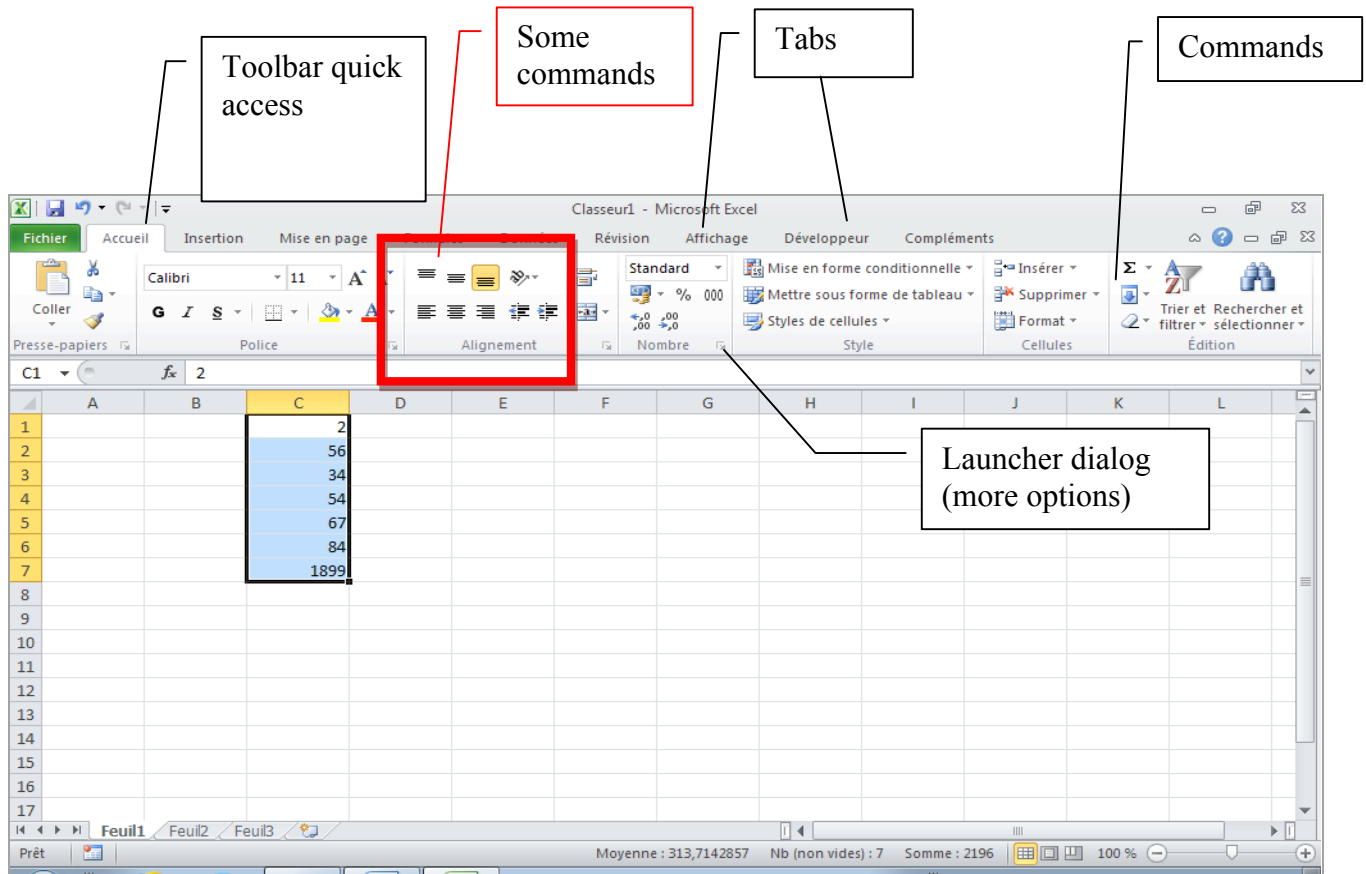


TP N°1: Pivot table and Excel solver

1) Introduction

After opening the Excel 2010 software, you have the following screen:



Each document is an Excel workbook with multiple worksheets, independent of each other. A cell is an intersection of a row and a column. A cell is designated by the reference, for example D4. An active cell is a cell selected by the cursor, in which we can enter a formula (or a value), a format and a comment. On the screenshot, the cells C1 to C10 are selected. C10 is an active cell.

The tabs include groups of commands. Each group has common commands for each category (Police Group, Group Style...). Below each group is the launcher dialog that shows all the commands and options, including those that are less common.

At the bottom of the window, there are tabs for selecting a spreadsheet. With a right click on the corresponding tab, you can change the settings of a sheet (especially the name).



Formulas and values

In an active cell, it is possible to directly enter a value (a number or a text). If Excel recognizes this value entry as a number, then it puts it in the right position. Otherwise it puts it on the left position, thinking that it is a text.

	A	B
1	52	
2	B52	
3		

A formula begins always with the sign = and may contain:

- values 2
- operators + - * / ^ D1 + E2 / 2
- References to other cells (by clicking on these cells) D1
- Some parentheses, to impose order in the calculation

For instance, after entering the number 5 in cell D1 and 7 in cell E2, you can enter in cell D3 the formula =(D1+E2)/2. The result will be 6 in D3.

It is possible to copy a formula in one or more other cells (either with copy / paste commands of the Edit menu, or by selecting the cell to copy and drag it to the target cells - the shift is obtained by positioning in the lower right corner of the cell). It is then necessary to distinguish two types of references: **relative and absolute references**.

Every relative cell reference in a formula automatically changes when the formula is copied down a column or across a row. An absolute cell reference is fixed. Absolute references don't change if you copy a formula from one cell to another.

By default, a cell reference is relative. For example, when you refer to cell A2 from cell C2, you are actually referring to a cell that is two columns to the left (C minus A), and in the same row (2). A formula that contains a relative cell reference changes as you copy it from one cell to another. As an example, if you copy the formula =A2+B2 from cell C2 to D2, the formula in D2 adjusts downward by one row and becomes =A3+B3. If you want to maintain the original cell reference in this example when you copy it, you make the cell reference absolute by preceding the columns (A and B) and row (2) with a dollar sign (\$). Then, when you copy the formula (=\$A\$2+\$B\$2) from C2 to D2, the formula stays exactly the same. In less frequent cases, you may want to make a cell reference "mixed" by preceding either the column or the row value with a dollar sign to "lock" either the column or the row (for example, \$A2 or B\$3).

Cells format

In a cell, one can place a value or set a value calculating a formula. A format specifies how the value will be seen on the screen, but it never affects the value. To set a format of a cell or a range of cells, we need to:

- Select the corresponding cell or cells;
- Open the group "Numbers";
- Introduce the desired format, or choose one of predefined format.

In the group "Police", "Alignment" and "Cells" there exist some commands to improve the presentation of the range of cells that has been previously selected. For instance to justify: left, right or centered.

Use predefined functions and logic functions

Excel has some predefined functions available by using the Function Library Table (for instance the Average function)

Excel uses seven logical functions — AND, FALSE, IF, IFERROR, NOT, OR, and TRUE — which appear on the Logical command button's drop-down menu on the Excel Formulas tab of the Ribbon. All the logical functions return either the logical TRUE or logical FALSE when their functions are evaluated.

Here is an Excel functions list that shows the logical function with its argument syntax:

- **AND(logical1,logical2,...)** tests whether the *logical* arguments are TRUE or FALSE. If they are all TRUE, the AND function returns TRUE to the cell. If any are FALSE, the AND function returns FALSE.
- **IF(logical_test,value_if_true,value_if_false)** tests whether the *logical_test* expression is TRUE or FALSE. If TRUE, the Excel IF function returns the *value_if_true* argument. If FALSE, the IF function returns the *value_if_false* argument.
- **IFERROR(value,value_if_error)** tests whether the *value* expression is an error. IFERROR returns *value_if_error* if the expression is an error, or *value* of the expression if it is not an error.
- **NOT(logical)** tests whether the *logical* argument is TRUE or FALSE. If TRUE, the NOT function returns FALSE. If FALSE, the NOT function returns TRUE.
- **OR(logical1,logical2,...)** tests whether the *logical* arguments are TRUE or FALSE. If any are TRUE, the OR function returns TRUE. If all are FALSE, the OR function returns FALSE.
- **FALSE()** – takes no argument and simply enters logical FALSE in its cell.
- **TRUE()** takes no argument and simply enters logical TRUE in its cell.

The *logical_test* and *logical* arguments that you specify for these logical functions usually employ the comparison operators (=, <, >, <=, >=, and <>), which themselves return logical TRUE or logical FALSE values.

Date functions :

In Excel, a date is a numeric value: the number of days since 01/01/1900. This value is viewed as a date by using a display format. There are many functions related to the date and time. For example, the **TODAY()** function returns the numeric value corresponding to the current date (this function is a function without argument), or the function **MONTH (numericalvalue)** returns the number of the month corresponding to the date associated to the numerical value passed as an argument.

Exercise 1 :

1/ Enter the following table in an Excel sheet:

	A	B
1	Fiche de renseignements	
2	Grossiste (OUI/NON)	
3	Paiement comptant (OUI/NON)	
4	Vente emportée (OUI/NON)	
5		
6	Facture	
7	Marchandises HT	
8	Remise 1	
9	Sous total 1	
10	Remise 2	
11	Sous total 2	
12	Escompte	
13	Total Hors taxes	
14	T.V.A.	
15	Total T.T.C.	
16	Frais de port	
17	NET A PAYER	
18		

2 / Elaborate formulas to compute invoice (by using OR() and AND() functions combined with IF() function) with respect to the following information :

Terms of sale :

Discount 1 : a 2% discount for the wholesalers

Discount 2 : a 5% discount for the wholesalers if the subtotal 1 is greater than 10 000 €

Discount:

A 2% discount if the retailer pays cash

A 3% discount if the wholesalers pays cash

Postal charges:

The postal charges cost 50 € and they are free if the sale is paid cash or the total T.T.C. exceeds 15 000 €.

T.V.A : 20%

3/ Test your functions by using these examples

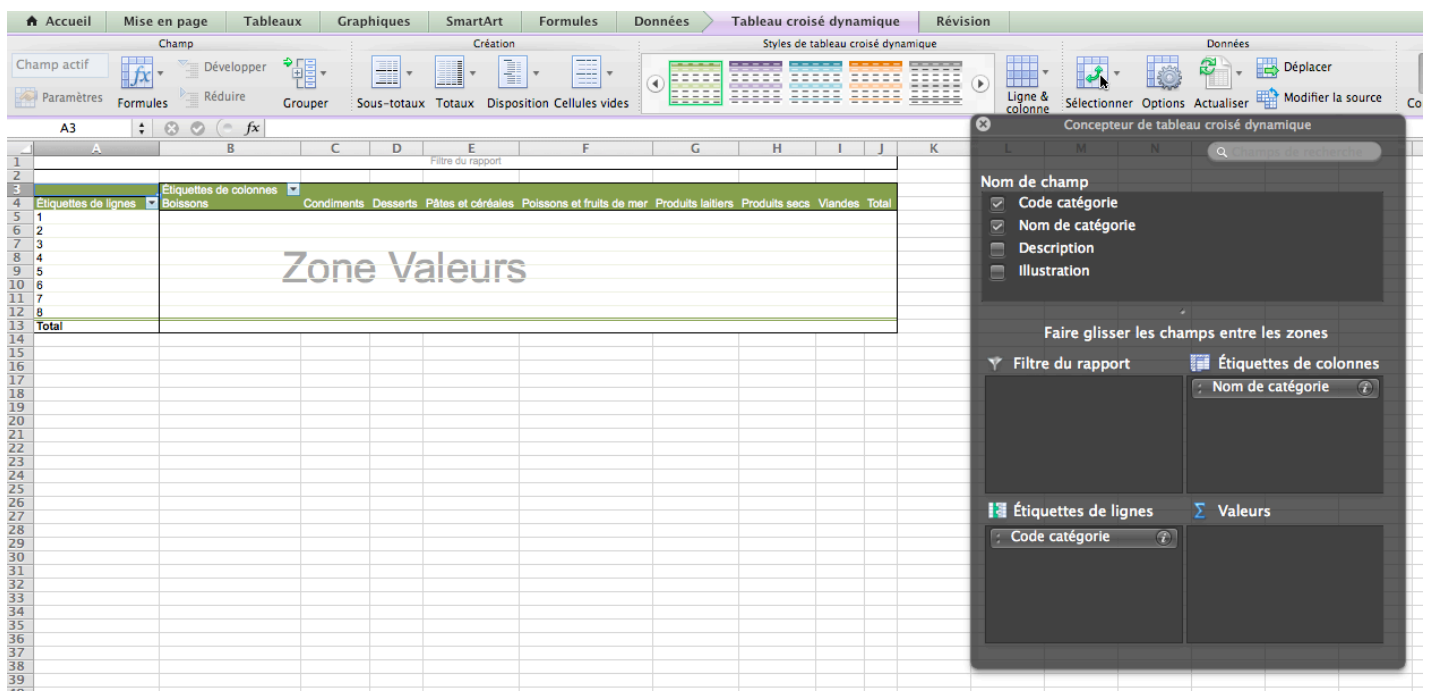
case 1	Wholesaler buying 12000 € of goods, cash payment, delivered
case 2	Wholesaler buying 9000 € of goods, cash payment, sale taken away
case 3	retailer buying 25000 € of goods, cash payment, sale taken away
case 4	retailer buying 12000 € of goods, not cash payment, delivered
case 5	Wholesaler buying 12000 € of goods, cash payment, sale taken away

2) Les tableaux croisés dynamiques (TCD)

Avec les tableaux croisés dynamiques, on relie des données entre elle afin d'en dégager des informations synthétiques. Dans notre cas pratique comptoir.xls, on peut ainsi répondre à une question du type : dans quels pays, chacun des employés arrive à vendre le plus ?

Les données source d'un TCD doivent obligatoirement être ordonnées de la façon suivante : la première ligne doit contenir une étiquette par colonne et chaque colonne ne doit contenir qu'un seul type de données.

Pour créer un TCD, sélectionnez vos données source, puis allez ensuite dans l'onglet Données. Puis cliquer sur Tableaux Croisés Dynamiques automatique (il existe aussi l'option manuel). Vous obtenez alors :



Exercice 2 :

Pour cet exercice, vous utilisez le classeur Excel nommé comptoir.xls. Ce classeur est constitué de 7 feuilles :

- la feuille Produits décrit les produits vendus ainsi que leur disponibilité en stock,
- la feuille Clients contient les coordonnées des clients de l'entreprise,
- la feuille Commandes contient l'ensemble des informations sur les commandes (date de livraison, adresse de livraison ...),
- la feuille Détails_commandes contient des détails sur les contenus des différentes commandes,
- la feuille Catégories liste les catégories des différents produits vendus,
- la feuille Employés contient toutes les informations utiles sur les employés de l'entreprise,
- la feuille Fournisseurs contient toutes les informations utiles sur les différents fournisseurs,
- et enfin, la feuille Messagers contient les coordonnées des transporteurs.

Ce classeur est disponible à l'adresse suivante : <http://www.lamsade.dauphine.fr/~mayag/teaching.html>

Copier ce classeur dans votre répertoire personnel.

- a) Dans l'onglet détails_commandes, calculer à l'aide d'un TCD le nombre total de chaque produit commandé. Calculer les rangs des produits dans l'ordre décroissant des quantités vendues (à l'aide de la fonction prédéfinie rang). Les 20 premières lignes du tableau doivent être comme suit :

	A	B	C
1			
2			
3	Somme de Quantité		
4	Réf produit	Total	Rang
5		1 828	20
6		2 1057	10
7		3 328	63
8		4 453	55
9		5 298	67
10		6 301	66
11		7 763	27
12		8 372	59
13		9 95	77
14		10 742	33
15		11 706	38
16		12 344	62
17		13 891	17
18		14 404	58
19		15 122	76
20		16 1158	5
21		17 978	15
22		18 539	48
23		19 723	35
24		20 313	65

- b) Ouvrez l'onglet produit. Etablissez le tableau croisé dynamique qui donne pour chaque fournisseur, la somme des quantités en stocks de chaque catégorie de produits. Vous devez obtenir le tableau suivant :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
1																																
2																																
3	Somme de Unités en stock	N° fournisseur																														
4	Code catégorie		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Total
5	1		56					15			20			125			183	86		17				57							559	
6	2		13	133	126			39	24					32							27									113	507	
7	3							29	74			140										51	75							17	386	
8	4					108									23	164												98		393		
9	5									165			22							26				38		57				308		
10	6				29			0					0											0	136					165		
11	7			15	4	35								26										20						100		
12	8				31	24	42							10				224	208	100							62		701			
13	Total		69	133	141	64	108	98	110	74	165	20	140	205	10	23	164	183	224	86	208	70	100	51	132	58	136	57	62	98	130	3119

c) Ajouter dans le tableau le nombre de produits indisponibles par catégorie et par fournisseur de façon à obtenir le TCD suivant :

		N° fournisseur																														
Code caté	Données		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Total
1	Somme de Unités en stock		56					15			20			125			183	86		17				57							559	
	Somme de pdt indispo		0					0			1			0			0	0		0												
2	Somme de Unités en stock		13	133	126			39	24					32							27									113	507	
	Somme de pdt indispo		0	1	0			0	0					0																		
3	Somme de Unités en stock							29	74			140										51	75							17	386	
	Somme de pdt indispo							0	0					0																	0	
4	Somme de Unités en stock					108										23	164														98	393
	Somme de pdt indispo					0										0	0															
5	Somme de Unités en stock									165			22																		26	308
	Somme de pdt indispo											0				0														1		
6	Somme de Unités en stock				29			0						0																	0	165
	Somme de pdt indispo				1			1						1																		
7	Somme de Unités en stock				15	4	35							26																	20	100
	Somme de pdt indispo				0	0	0							1																		
8	Somme de Unités en stock				31	24	42							10				224	208	100											62	701
	Somme de pdt indispo				0	0	0							0				0	0	0												
Total	Somme de Unités en stock		69	133	141	64	108	98	110	74	165	20	140	205	10	23	164	183	224	86	208	70	100	51	132	58	136	57	62	98	130	3119
Total	Somme de pdt indispo		0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Exercice 3 :

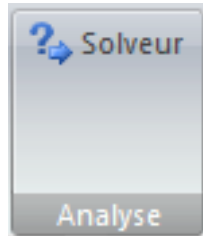
Pour cet exercice, vous utilisez le classeur Excel nommé salaries.xls et disponible à l'adresse suivante : <http://www.lamsade.dauphine.fr/~mayag/teaching.html>. Ce fichier (fictif) représente une entreprise de 284 personnes réparties sur 4 sites. L'âge des salariés se modifie de jour en jour grâce à la fonction =aujourd'hui() sur laquelle sont basés les calculs. Chaque tranche d'âges correspond à 5 années

1. Etablir la répartition du personnel par site
2. Etablir la répartition du personnel par site avec distinction homme/femme
3. Etablir la répartition de la somme des rémunérations par site.
4. Etablir la répartition des rémunérations par site avec leur somme et leur moyenne avec distinction homme/femme
5. Calculer la moyenne des rémunérations par tranches d'âges avec distinction homme/femme
6. pour chaque tranche d'âge : trouver le nombre de personnes, l'âge minimum, la moyenne des âges, l'âge maximum.

2) Linear programming and Excel solver

- 1) Activer le solveur

Après avoir lancé **Excel**, il faut activer le solveur, qui ne l'est pas par défaut sur les machines du CRIO. Pour cela, cliquer sur le *bouton microsoft office*, puis sur *options Excel*. Cliquer sur Complément puis, dans la zone *Gérer*, sélectionner *Compléments Excel*. Cliquez sur le bouton *Atteindre*, dans la fenêtre qui s'ouvre cochez *Complément Solver* et cliquez sur *Ok*. Patientez le temps de l'installation. Si tout a bien fonctionné, dans l'onglet *Données* est apparu un groupe tout à droite *Analyse* avec dans ce groupe *Solveur*.



2) Résoudre un exemple de production

Exemple : Une usine produit deux modèles de machines, l'une que l'on appellera modèle A exige 2 kg de matière première et de 30 heures de fabrication et donne un bénéfice de 7 €. L'autre que l'on appellera B exige 4 kg de matière première et de 15 heures de fabrication et donne un bénéfice de 6 €. On dispose de 200 kg de matière première et de 1200 h de travail. Quelle production doit on avoir pour obtenir un bénéfice maximal ?

Pour modéliser mathématiquement un tel problème, on pose x_1 et x_2 (appelées variables) respectivement le nombre de produits A et B à fabriquer quotidiennement sachant qu'il faut les ressources R_1 et R_2 (appelées contraintes) pour les produire. Ce modèle, appelé *programme linéaire*, est constitué d'un système d'inéquations avec une fonction à maximiser (bénéfice):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max } 7x_1 + 6x_2 \\ \text{s.c.} \\ 2x_1 + 4x_2 \leq 200 \quad (R_1) \\ 30x_1 + 15x_2 \leq 1200 \quad (R_2) \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{array} \right.$$

Pour le résoudre avec un solveur Excel, il faut saisir l'ensemble des coefficients, paramètres et équations du programme linéaire sous une feuille de calcul **Excel**, sous un format tableau. Pour cela :

- affecter chaque coefficient ou paramètre à une cellule de la feuille de calcul,
- affecter une cellule à chacune des variables de décision (il n'est pas nécessaire d'attribuer à chacune une valeur initiale),
- puis rentrer les fonctions linéaires associées à la fonction objectif et aux contraintes. Il s'agit d'associer à chaque fonction une cellule dans laquelle se trouvera la formule qui permet de la calculer. Nous rappelons que pour définir une formule dans une cellule, il faut commencer celle-ci par le caractère "=". Par exemple, pour la cellule calculant la valeur d'une solution en D5 nous aurons : = B5 * B3 + C5 * C3

The screenshot shows the Excel ribbon with 'Modifier' and 'Police' tabs. The formula bar displays $=B3*B5 + C3*C5$. The spreadsheet contains the following data:

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Variables	X1	X2			
3						
4						
5	Objectif	7	6	0		
6						
7	R1	2	4		200	
8	R2	30	15		1200	
9						
10						

Ou de façon plus générale, s'il y a n variables, il est préférable d'utiliser la fonction prédéfinie **sommeprod**: **SOMMEPROD(\$B\$3 :\$C\$3 ;B5 :C5)**

The screenshot shows the Excel ribbon with 'Solveur' (Solver) highlighted. The spreadsheet data is as follows:

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Variables	X1	X2			
3			20	40		
4						
5	Objectif	7	6	380		
6						
7	R1	2	4	200	200	
8	R2	30	15	1200	1200	
9						
10						

The 'Paramètres du solveur' dialog box is open, showing the following settings:

- Cellule cible à définir: $D5$
- Égale à: Max Min Valeur: 0
- Cellules variables: $B3:C3$
- Contraintes:
 - $D7 \leq E7$
 - $D8 \leq E8$

Il est maintenant possible d'utiliser le solveur **Excel** pour la résolution de ce programme linéaire. Pour cela, choisir **Solveur** dans le menu **Outils** et remplir les champs suivants :

- dans **Cellule cible** il faut donner l'adresse de la cellule où est précisé la formule de la fonction objectif,
- préciser si l'objectif est à minimiser, maximiser (hypothèse retenue par défaut), ou si l'on veut qu'il atteigne une certaine valeur à préciser,
- dans **cellules variables** il faut donner les cellules dans lesquelles seront affectées les valeurs des variables de décision en les séparant par des ":",
- il reste à exprimer l'ensemble des contraintes qui peuvent s'ajouter une à une, ou par groupe de même type, avec la commande **Ajouter**. Il faut mettre dans le premier champ la cellule où se trouve la formule de la $i^{\text{ème}}$ contrainte, dans le second champ choisir le type de contrainte dans le menu déroulant et enfin, dans le dernier champ, donner la valeur du second membre de la contrainte, soit directement, soit par le nom de la cellule contenant cette information. A ces contraintes, il faut ajouter les contraintes de signe sur les variables qui sont par défaut sans contrainte de signe. Si toutes les variables sont supposées positives, alors utiliser le champ **Options** du solveur et sélectionner **modèle non-négatif**.

Une fois ces champs remplis, on peut lancer la résolution avec la commande **Résoudre**. Vous devez préciser si l'on veut (c'est ce qui est fait par défaut) que la solution optimale apparaisse sur la feuille de calcul comme valeur des variables ou si l'on ne veut pas changer les valeurs actuelles des variables de décision. De plus, vous pouvez demander 3 rapports supplémentaires :

- celui dit de **réponses** retourne les valeurs optimales des variables de décision, de la fonction objectif optimale et des ressources utilisées pour cette solution optimale ;
- celui dit de **sensibilité** retourne l'analyse de sensibilité de la solution optimale, c'est-à-dire les intervalles dans lesquels peuvent varier les coefficients de la fonction objectif ou un second membre d'une contrainte tout en gardant la même base optimale ;
- celui dit de **limites** donne pour chaque variable l'intervalle dans lequel elle peut varier et dans quel intervalle peut varier sa contribution dans la fonction objectif.

Il faut sélectionner le ou les rapports que l'on souhaite avoir avec la résolution.

Exercice 4 :

Faire la résolution de l'exemple de production précédent.

Exercice 5 :

Un four peut fabriquer deux types de gâteaux A et B. Il met 2 minutes pour fabriquer un gâteau de type A, 1 minute pour un gâteau de type B.

L'usure, et donc le remplacement, des parties du four, interdit de fabriquer en une heure plus de 24 gâteaux de type A et 36 gâteaux de type B. Le refroidissement du four lui interdit de fabriquer plus de 45 gâteaux A et B par heure. Le profit réalisé sur un gâteau de type A est de 100 €, sur un gâteau de type B de 200 €.

Déterminez la production horaire permettant de réaliser le profit maximal.

Exercice 6 :

Chris le campeur part en randonnée dans les Pyrénées. Il ne peut emporter dans son sac à dos qu'un poids maximal de 23 kgs. Les 10 objets qu'il peut potentiellement emporter possèdent chacun un poids et une valeur indiqués dans le tableau suivant :

Objets	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Valeurs	15	11	12	4	5	11	6	12	7	9
Poids	15	9	4	3	5	8	4	9	4	6

- Ecrite un programme linéaire qui permettra à Chris de déterminer les objets qu'il devra mettre dans le sac de manière à maximiser la valeur totale des objets sans dépasser le poids maximal autorisé pour le sac ? Vous prendrez le soin de préciser les variables que vous utiliserez.
- Résoudre ce problème avec le solveur d'Excel. Vous incluez dans votre rapport les copies écran de la feuille Excel représentant votre programme et la boîte de dialogue du solveur remplis.
- Supposons à présent que Chris se voit imposer l'une des trois contraintes suivantes :
 - Contrainte 1 : Il ne peut emporter que quatre objets au maximum.
 - Contrainte 2 : S'il décide d'emporter l'objet I, alors il doit aussi emporter l'objet E
 - Contrainte 3 : S'il décide d'emporter l'objet A alors il ne peut pas emporter l'objet H
- Pour chaque contrainte, déterminer la (ou les) solution(s) qui semble(nt) la (les) meilleure(s) pour Chris.
- Déterminer la (ou les) solution(s) qui semble(nt) la (les) meilleure(s) pour Chris si seules les deux premières contraintes lui sont imposées.
- Déterminer la (ou les) solution(s) qui semble(nt) la (les) meilleure(s) pour Chris si seules les première et troisième contraintes lui sont imposées.
- Déterminer la (ou les) solution(s) qui semble(nt) la (les) meilleure(s) pour Chris si seules les deuxième et troisième contraintes lui sont imposées.

Déterminer la (ou les) solution(s) qui semble(nt) la (les) meilleure (s) pour Chris si les trois contraintes lui sont imposées.

Exercice 7: Choix d'investissement

La société DAUPH dispose de 30 milliards d'euros à investir. Les experts proposent 16 projets d'investissement dont les coûts et les bénéfices sont résumés dans le tableau suivant :

INV	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
BEN	4	3	8	5	10	7	1	3	3	6	12	2	4	15	8	7
COU	2	5	2	2	7	4	1	2	1	4	10	2	1	13	7	4

INV=Investissement BEN= bénéfices (en milliards d'euros) COU= Coûts (en milliards d'euros)

1. Proposer, de façon intuitive, aux dirigeants de la société une liste de projets à choisir pour leur investissement.
2. Formuler ce problème à l'aide d'un programme linéaire.
3. Construire le tableau associé au programme linéaire.
4. Résoudre le programme linéaire à l'aide du solveur Excel.
5. Comparez la solution obtenue à celle obtenue si le budget d'investissement initial diminuait de 5 milliards d'euros.