

# ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE MONTPELLIER

Département Sciences et Technologies de l'Eau

**DOCUMENT PÉDAGOGIQUE**

## Informatique EXCEL

*François-Noël CRES*  
*Septembre 2012*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	3
<b>1. LE CLASSEUR EXCEL (OU FICHIER EXCEL) .....</b>	<b>4</b>
<b>2. L'ÉCRAN EXCEL .....</b>	<b>4</b>
<b>3. LA FEUILLE EXCEL .....</b>	<b>5</b>
3.1. Manipulations de base .....	5
3.2. Mise en page du classeur .....	7
<b>4. LES LIGNES ET LES COLONNES EXCEL .....</b>	<b>8</b>
<b>5. LES CELLULES EXCEL .....</b>	<b>11</b>
5.1. Manipulation des cellules .....	11
5.2. Fonctionnalités rattachées aux cellules .....	14
5.2.1. Mise en forme conditionnelle .....	14
5.2.2. Validation .....	16
5.2.3. Verrouillage de cellules .....	17
<b>6. LE PRINCIPE DES FORMULES EXCEL .....</b>	<b>17</b>
<b>7. LE PRINCIPE DES FONCTIONS EXCEL .....</b>	<b>18</b>
<b>8. L'IMPLEMENTATION DES FORMULES .....</b>	<b>19</b>
8.1. Les opérateurs de calcul .....	19
8.2. Les opérateurs de comparaison .....	20
8.3. Les opérateurs de texte .....	20
8.4. Les opérateurs de référence .....	20
8.5. Les copies de formules .....	21
8.6. Meilleure visualisation des formules .....	22
8.7. Les références éloignées .....	23
<b>9. LES NOMS SOUS EXCEL .....</b>	<b>23</b>
9.1. Principe des noms .....	23
9.2. La portée des noms .....	25
9.3. Des noms comme fonctions .....	25
<b>10. LES CODES D'ERREURS .....</b>	<b>26</b>
10.1. Erreur #DIV/0 .....	26
10.2. Erreur #N/A .....	26
10.3. Erreur #NOM? .....	27
10.4. Erreur #NUL! .....	27
10.5. Erreur #NOMBRE! .....	27
10.6. Erreur #REF! .....	27
10.7. Erreur #VALEUR! .....	27
10.8. Erreur ##### .....	28
<b>11. L'UTILISATION DES MACRO-COMMANDES .....</b>	<b>28</b>
11.1. Création d'une macro-commande .....	28
11.2. Utilisation d'une macro-commande .....	29
<b>12. EXEMPLES DE FONCTIONS SIMPLES .....</b>	<b>29</b>
12.1. Les fonctions Logiques .....	30
12.2. Les fonctions Math & Trigo .....	31
12.3. Les fonctions Statistiques .....	31
12.4. Les fonctions relatives à du Texte .....	33
12.5. Les fonctions d'Informations .....	34
12.6. Les fonctions Date & Heure .....	35

12.7. Les fonctions de recherche .....	36
12.8. Fonctions complémentaires .....	37
<b>13. LES TABLEAUX ET LES FORMULES MATRICIELLES .....</b>	<b>38</b>
13.1. Entrée d'un tableau .....	38
13.2. Boucles implicites .....	39
13.2.1. Formule matricielle sur plusieurs cellules .....	39
13.2.2. Formule matricielle sur une cellule .....	39
13.2.3. Boucle dans une formule matricielle .....	40
13.2.4. Test(s) dans une formule matricielle .....	40
13.2.5. Noms et formules matricielles .....	41
13.2.6. La fonction DECALER .....	41
<b>14. LES GRAPHIQUES EXCEL .....</b>	<b>41</b>
14.1. Création d'un graphique .....	41
14.2. Mise en forme d'un graphique .....	44
14.2.1. Zone de traçage .....	44
14.2.2. Zone de graphique .....	44
14.2.3. Caractéristiques du tracé (axes, légendes, barres d'erreur, axe double) .....	45
14.3. La fonction SERIE .....	47
14.4. Les graphiques personnalisés .....	48
<b>15. LES FONCTIONS COMPLEXES .....</b>	<b>48</b>
15.1. La régression .....	48
15.1.1. Régression dans un graphique .....	49
15.1.2. Régression dans une feuille de calcul .....	50
15.2. Les calculs sur les matrices .....	51
15.3. La recherche d'une solution d'une équation (valeur cible) .....	51
15.4. L'optimisation d'un critère (solveur) .....	52
<b>16. L'UTILISATION DES BOITES DE COMMANDES .....</b>	<b>54</b>
16.1. Intitulé .....	54
16.2. Zone de groupe (cadre) .....	55
16.3. Boutons .....	55
16.4. Boutons d'options .....	55
16.5. Cases à cocher .....	55
16.6. Zone de liste .....	55
16.7. Zone de liste modifiable .....	56
16.8. Compteurs .....	57
16.9. Barres de défilement .....	57
<b>17. LES BASES DE DONNEES SOUS EXCEL .....</b>	<b>58</b>
17.1. Le tri .....	58
17.2. Le filtrage .....	59
17.2.1. Le filtrage automatique .....	59
17.2.2. Le filtrage élaboré .....	60
17.3. Les fonctions BDx .....	61
<b>18. EXERCICES .....</b>	<b>62</b>

## AVANT-PROPOS

Ce polycopié est un support de cours de formation à Excel. En aucun cas il ne recense toutes les possibilités d'Excel, qui sont très nombreuses, et que l'auteur ne saurait prétendre maîtriser.

- Les chapitres 1 à 11 abordent les généralités sur les manipulations d'un classeur Excel, en précisant le principe des fonctions et en insistant plus sur l'implémentation des formules, ainsi que l'enregistrement d'une macro vu comme le stockage d'une série de manipulations sous Excel. Ces chapitres peuvent correspondre à une connaissance de base nécessaire à l'utilisation d'Excel.
- Les chapitres 12 à 18 détaillent les utilisations d'Excel dans un cadre scientifique (calcul numérique du technicien et de l'ingénieur), donc sans jamais explorer les possibilités en calcul financier par exemple qui sont un autre domaine d'application. On y aborde notamment les formules matricielles, les tableaux, les graphiques, les fonctions "complexes" (recherche de racine d'équation, résolution matricielle, régression ...), ainsi que les boîtes de commandes et les bases de données. Ces chapitres correspondent à un approfondissement de l'utilisation d'Excel.
- Une série d'exercices en fin de polycopié illustre les différents chapitres.

Enfin, la programmation de macros sous VBA sera abordée parallèlement à cet enseignement et constituera, avec votre travail sur un projet, la majeure partie de votre temps consacré à l'enseignement de l'informatique en STE

*Remarque : ce texte et les copies d'écran ont été réalisés à l'origine à partir d'Excel 97... Une mise à jour a été réalisée au fur et à mesure de l'évolution des versions d'Excel (la présente version correspond à Excel 2010). Par ailleurs, il y a et il y aura forcément des différences avec les nouvelles versions d'Excel. L'utilisateur pourra parfois être dérouter par un menu qui a été complété ou déplacé, une option plus étoffée que celle présentée, voire des options totalement nouvelles. Les bases d'Excel présentées ici n'en demeurent pas moins valides et une fois acquises, l'utilisateur pourra facilement s'adapter à différents environnements.*

## 1. LE CLASSEUR EXCEL (OU FICHER EXCEL)

Un fichier Excel se gère (copie, suppression, ...) au niveau de Windows, mais ces opérations peuvent également s'effectuer directement dans les boîtes de dialogue (ouvrir, enregistrer ...) d'Excel.

Vous pouvez **protéger l'accès à votre classeur** par un mot de passe. On active cette possibilité par Révision → Protéger le classeur.

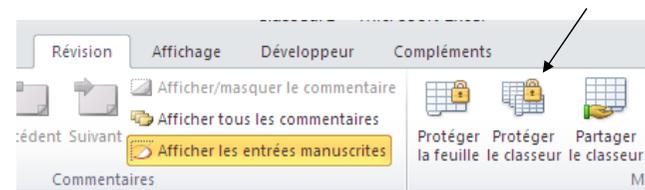


Fig. 1.a : Protection d'un classeur

- le contenu du classeur ne peut être affiché et manipulé qu'avec un mot de passe.



Remarque : les mots de passe respectent la casse et ils peuvent être cryptés

## 2. L'ECRAN EXCEL

Il est constitué (entre autres) d'une zone d'outils à accès rapide, d'onglets (ou menus, également appelé Ruban), des outils d'un onglet, d'une zone de travail qui contient le fichier Excel actif. ( fig. 2.a )

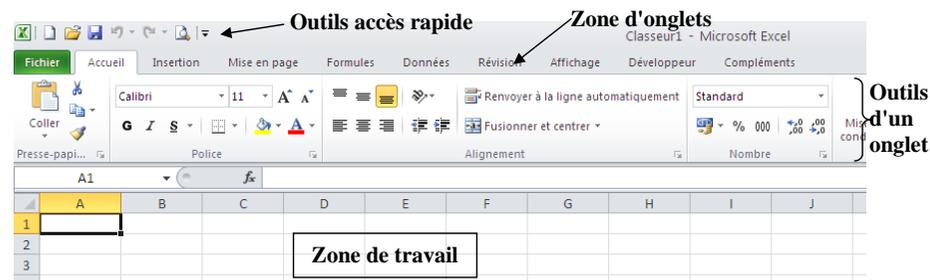


Figure 2-a : l'écran Excel

En bas de l'écran, la barre d'état (**status bar**) permet l'affichage d'un état (à partir de VBA) ou de récupérer un certain nombre d'informations :

sur l'état du clavier, voire des calculs sur les cellules, à savoir à partir d'une sélection de cellules : la moyenne, le comptage des cellules non vides, des cellules contenant des valeurs numériques, la valeur maximale, minimale, la somme ...

L'ensemble de ces informations figurent sur la figure ci-contre.

Personnaliser la barre d'état	
Mode Cellule	Prêt
Signatures	Inactif
Stratégie de gestion des informations	Inactif
Autorisations	Inactif
Verr. maj.	Inactif
Verr. num.	Inactif
Arrêt défil.	Inactif
Décimale fixe	Inactif
Mode Refrappe	
Mode Fin	
Enregistrement de macro	Pas d'enregistrement
Mode Sélection	
Numéro de page	
Moyenne	3
Nb (non vides)	36
Nb (nombres)	36
Minimum	3
Maximum	3
Somme	108
État du téléchargement	
Afficher les raccourcis	
Zoom	100 %
Curseur de zoom	

Enfin une aide en ligne est disponible sur chaque outil affiché dans le ruban. Cette aide en ligne peut être prolongée avec la touche F1.



## Exercice 2.a – Manipulation de base

### 3. LA FEUILLE EXCEL

#### 3.1. Manipulations de base

Un fichier Excel est constitué de feuilles.

*Remarque : il y a plusieurs types de feuilles. Les plus utilisées sont les feuilles de calcul, et les feuilles graphiques. Ce deuxième type ne sert qu'à mettre un graphique, que l'on peut par ailleurs très bien insérer dans une feuille de calcul. Par défaut, dans cette formation, on ne parlera donc que de feuilles, en sous-entendant des feuilles de calculs (si nécessaire, on spécifiera les noms des feuilles dans les autres cas).*

A l'ouverture d'un fichier, il y a, à priori, 3 feuilles par défaut, mais on peut avoir n feuilles à l'ouverture d'un fichier :

- avoir n feuilles à l'ouverture d'un fichier : Fichier → Options → Général → Lors de la création de classeurs → Inclure ces feuilles (renseigner le nombre de feuilles)

On peut effectuer différentes opérations :

- sélectionner plusieurs feuilles (pour impression ou suppression par exemple) :

- sélectionner plusieurs feuilles consécutives : sélectionner la première feuille → Shift+sélectionner la dernière feuille
- sélectionner plusieurs feuilles non consécutives : Ctrl+sélectionner les feuilles.
- changer le nom d'une feuille : double-clic sur le nom et tapez le nouveau nom (ou clic-droit → renommer)
- supprimer une feuille : clic-droit → supprimer (ou Edition → supprimer une feuille)
- insérer une feuille : clic-droit → insérer → feuille (la feuille s'insère avant, le nom est automatique : feuil n°) (ou Insertion → Feuille)
- déplacer une feuille : saisir - glisser l'onglet de la feuille
- copier une feuille : clic-droit → copier ou déplacer → cocher 'créer une copie' et choisir le classeur cible (par défaut, c'est le classeur ouvert)
- Colorier l'onglet d'une feuille : clic-droit → couleur d'onglet

Des boutons à gauche des onglets de feuilles permettent de se déplacer dans les différentes feuilles.

Enfin, on peut fractionner la feuille, ce qui revient à avoir la même feuille dans plusieurs fenêtres indépendantes (permet de visualiser simultanément des parties éloignées d'une feuille de calcul).

- fractionner la feuille à partir de la ligne n et la colonne p : sélectionner la cellule correspondant à la ligne (n+1) et la colonne (p+1) → Affichage → Fractionner. Les limites de fractionnement sont déplaçables avec la souris : saisir une frontière → glisser.

Comme pour un classeur, une feuille Excel peut être protégée. Cette protection est mise en œuvre par Révision → Protéger la feuille (fig. 3.a.).



Fig. 3.a. : Protection d'une feuille

Cette protection est "à géométrie variable" et peut s'adresser à différentes actions (fig. 3.b.).

Si on décoche toutes les cases de la figure 3.b, alors la feuille est totalement protégée et on ne peut rien faire sans ôter la protection.

Il est bien précisé que seules les cellules verrouillées seront protégées (voir Cellules).

*Remarque : Le mot de passe n'est pas obligatoire. S'il n'est pas précisé, n'importe qui pourra ôter la protection.*

Fig. 3.b. : Protection d'une feuille

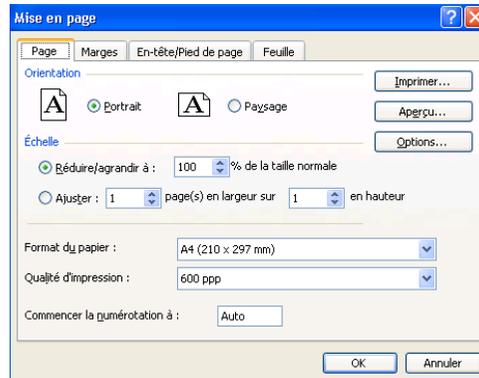


## Exercice 3.a – Manipulation des feuilles

### 3.2. Mise en page du classeur

Excel offre différentes possibilités de présentation dans l'onglet "Mise en page". En fait, cet onglet reprend sous forme de boutons d'outils l'ancien menu "Mise en page" des versions précédentes d'Excel. On peut accéder à ce menu en cliquant le coin inférieur droit quand il est muni du bouton 

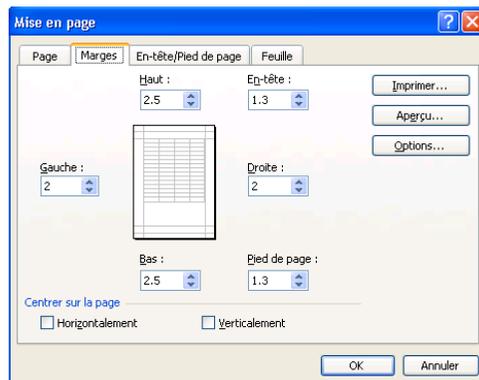
Remarque : le bouton  (ou bien Fichier → Aperçu avant impression) permet de visualiser à l'écran la mise en page.



Cet onglet permet notamment le changement de l'orientation de la feuille entre le mode Portrait et le mode Paysage

L'Echelle agrandit ou réduit la feuille de calcul ou la sélection lors de l'impression afin d'utiliser un nombre précis de pages. Cliquez sur l'option Ajuster, puis tapez un nombre dans la zone en hauteur. Pour occuper toute la largeur du papier et couvrir toutes les pages nécessaires, tapez 1 dans la zone page(s) en largeur et ne spécifiez rien dans le champ en hauteur.

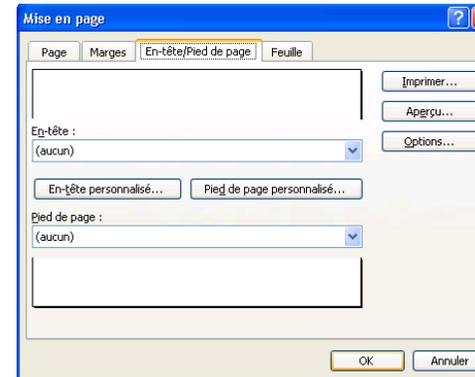
La dernière option (commencer la numérotation à) permet de commencer la numérotation des pages à une valeur choisie.



La taille des 4 marges, en-tête et pied de page se règle sur cet onglet, ainsi que le centrage du document.

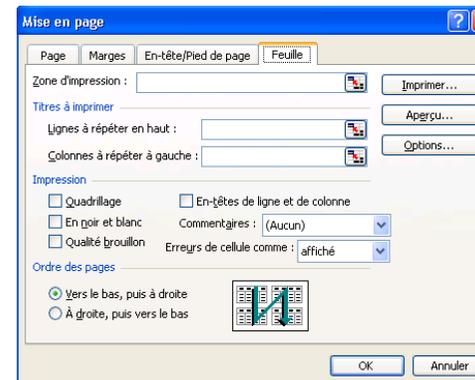
Le bouton Options ouvre une boîte de dialogue à 5 onglets pour la gestion de l'impression (imprimantes, papiers ...).

Cette boîte de dialogue est accessible à partir de chacun des onglets de la mise en page.



C'est ici qu'on peut entrer un en-tête et un pied de page

- pré formaté : on a des formats par défaut qui sont proposés
- personnalisé : on peut taper un texte de son choix et y associer un format de texte, les numéros de pages, la date ... grâce à une série de boutons



La zone d'impression définit la plage de cellules qui est imprimée. On peut imprimer la même ligne et/ou la même colonne sur chaque page et faire apparaître ou non le quadrillage et les entêtes de lignes et de colonnes

Se rajoutent à ces possibilités dans l'actuel onglet "Mise en page" des outils de manipulations de forme ou d'images.



#### Exercice 3.b – Mise en page d'un classeur

### 4. LES LIGNES ET LES COLONNES EXCEL

Il y a 1 048 576 lignes (stockage sur 20 bits, soit  $2^{20}$  valeurs) et 16 384 colonnes (stockage sur 14 bits, soit  $2^{14}$  valeurs), définissant donc en tout 17 179 869 184 cellules

Remarque : c'est beaucoup de cellules, puisque qu'au rythme de remplissage non-stop d'une cellule par seconde, il faudrait plus de 5 siècles pour remplir une feuille (sans manger, ni dormir, ni mourir !)

Les lignes sont repérées par des numéros (1 à 1 048 576) et les colonnes par des lettres (A à XFD).

On peut aussi les repérer uniquement par des chiffres (voir le chapitre 5).

On indique ici les manipulations possibles sur les colonnes (la même chose peut être réalisée sur les lignes).

D'une façon générale, les manipulations de colonnes sont accessibles par l'onglet Accueil du ruban ou bien d'autres menus, mais il est plus rapide, donc recommandé, de travailler avec le clic droit de la souris.

- sélectionner une colonne : cliquer le numéro de la colonne
- sélectionner plusieurs colonnes :
  - sélectionner plusieurs colonnes consécutives : clic gauche enfoncé et glisser ou bien sélectionner la première colonne (ligne) → Shift+sélectionner la dernière colonne
  - sélectionner plusieurs colonnes non consécutives : Ctrl+sélectionner les colonnes.
- sélectionner toutes les lignes et toutes les colonnes (la feuille entière) : cliquer la case grisée en haut à gauche, à l'intersection des numéros des lignes et des colonnes.
- supprimer une colonne : clic-droit (sur le numéro de la colonne) → supprimer (ou sélectionner la colonne → Accueil → Supprimer des colonnes) (ou sélectionner la colonne → Ctrl+-)
- supprimer plusieurs colonnes : sélectionner les colonnes → clic-droit dans la zone grisée → supprimer (ou sélectionner les colonnes → Ctrl+-)
- insérer une colonne : clic-droit (sur le numéro de la colonne) → insérer (ou sélectionner la colonne → Ctrl++)
- insérer n colonnes *consécutives* : sélectionner *n* colonnes *consécutives* → clic-droit → insérer (ou sélectionner les colonnes → Ctrl++)
- copier une colonne dans une autre colonne (dont le contenu sera perdu) : sélectionner la colonne source → clic-droit → copier puis sélectionner la colonne cible → clic-droit → coller ;  
On peut aussi procéder ainsi pour les colonnes uniquement : sélectionner la colonne source → Ctrl+déplacer la souris sous le numéro de colonne jusqu'à l'apparition du signe + → saisir par clic-gauche → glisser jusqu'à l'endroit cible (avec ctrl enfoncé)
- copier n colonnes consécutives dans *n* autres colonnes (dont le contenu sera perdu) : sélectionner les colonnes sources → clic-droit → copier puis sélectionner les colonnes (ou bien la première colonne de la zone cible) cibles → clic-droit → coller (on peut aussi procéder comme au-dessus)
- copier une colonne sans perdre le contenu d'une autre colonne : sélectionner la colonne source → clic-droit → copier puis sélectionner la colonne cible → clic-droit → insérer les cellules copiées (insertion avant)
- copier n colonnes consécutives sans perdre le contenu d'autres colonnes : sélectionner les colonnes sources → clic-droit → copier puis sélectionner les colonnes (ou bien la première colonne de la zone cible) cibles → clic-droit → coller les cellules copiées (insertion avant)
- effacer le contenu d'une colonne : sélectionner la colonne → Suppr

Les options de copie de ligne et de colonne –collage spécial par exemple– seront abordées au niveau de la gestion des cellules (les menus sont les mêmes que pour les cellules).

La hauteur des lignes ou la largeur des colonnes peuvent être modifiées.

- connaître la largeur d'une colonne : dans la zone de numérotation des colonnes, placer la souris sur le bord droit de la colonne (la souris se transforme en une double flèche horizontale barrée d'un trait vertical) → clic-gauche enfoncé → lecture de la largeur
- ajuster la largeur d'une colonne : saisir le bord droit d'une colonne → glisser jusqu'à la valeur requise (ou Accueil → Format → Largeur de colonne)
- ajuster la même largeur à plusieurs colonnes : sélectionner plusieurs colonnes → saisir le bord droit d'une des colonnes → glisser jusqu'à la valeur requise (ou sélectionner plusieurs colonnes → Accueil → Format → Colonne → Largeur de colonne)
- ajuster automatiquement la largeur d'une colonne à la cellule la plus large : double-clic sur le bord droit du numéro de la colonne (ou Accueil → Format → Ajuster la largeur de colonne)
- ajuster automatiquement la largeur de plusieurs colonnes : sélectionner plusieurs colonnes → double-clic sur le bord droit du numéro d'une colonne (ou sélectionner plusieurs colonnes → Accueil → Format → Ajuster la largeur de colonne)

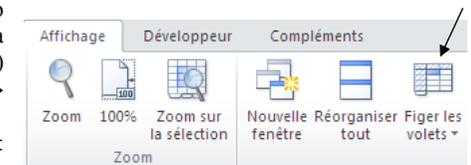
On peut masquer des lignes et des colonnes ; elles n'apparaissent plus à l'écran, mais elles existent toujours et le contenu est conservé.

- masquer une (ou plusieurs) colonne(s) : sélectionner une (ou plusieurs) colonnes → clic-droit dans la zone de numérotation sélectionnée → masquer (ou sélectionner une (ou plusieurs) colonnes Accueil → Format → Visibilité → Masquer)
- afficher une (ou plusieurs) colonnes masquées : sélectionner avec clic-gauche enfoncé les colonnes encadrant les colonnes à afficher → clic-droit → afficher (sélectionner avec clic-gauche enfoncé les colonnes encadrant les colonnes à afficher → Format → Visibilité → Afficher)

*Remarque : il s'agit bien que d'un problème d'affichage ; si la colonne B est masquée, la sélection en continuité des colonnes A et C inclut la colonne B.*

On peut figer à l'écran les *n* premières lignes et colonnes d'une feuille, ce qui permet de balayer une feuille sans perdre la visualisation des lignes et colonnes figées (très utile quand on consulte de grands tableaux en figeant les entêtes)

- figer les *n* premières lignes et les *p* premières colonnes : sélectionner la cellule correspondant à la ligne (*n*+1) et la colonne (*p*+1) → Affichage → Figer les volets
- libérer les lignes et colonnes figées : Affichage → Libérer les volets



On peut aussi se contenter de figer uniquement les lignes ou les colonnes.

#### Exercice 4.a – Manipulation des lignes et des colonnes

## 5. LES CELLULES EXCEL

### 5.1. Manipulation des cellules

Chaque cellule est repérée par son numéro de colonne et son numéro de ligne.

Deux types de notation peuvent être utilisés :

- notation **A1** où les colonnes sont repérées par des lettres (A à XFD) et les lignes par un nombre (1 à 1 048 576)

*Remarque : La cellule 'ij' correspond donc à la colonne 'i' et à la ligne 'j'. Il s'agit d'une inversion par rapport à la notation matricielle classique où la référence 'ij' renvoie à la ligne 'i' et la colonne 'j'.*

- notation **L1C1** où les lignes sont repérées par le chiffre suivant le L (1 à 1 048 576), et les colonnes par le chiffre suivant le C (1 à 16 384)

On passe d'une notation à l'autre par Fichier → Options → Formules → Manipulation de formules → cocher ou décocher "Style de référence L1C1".

*Remarque : nous utiliserons dans ce polycopié la notation A1.*

- sélectionner une cellule : clic-gauche dans la cellule, qui devient la cellule dite "active".
- sélectionner plusieurs cellules en continuité :
  - clic-gauche enfoncé et déplacer la souris
  - clic-gauche sur la cellule d'un des coins de la zone à sélectionner → Shift+clic-gauche sur la cellule du coin opposé
- sélectionner plusieurs cellules non en continuité : Ctrl+sélectionner

Une cellule peut contenir :

- une valeur (numérique, date ou heure)
- du texte
- une valeur booléenne (VRAI ou FAUX)
- une formule (commence par un signe =)

On s'intéresse ici au 3 premiers cas. Les formules seront abordées plus loin.

- saisir une valeur : entrer la valeur → ♦ Entrée ou ↓ valide et passe à la cellule du dessous  
 ♦ Shift+Entrée ou ↑ valide et passe à la cellule du dessus  
 ♦ → valide et passe à la cellule à droite  
 ♦ ← valide et passe à la cellule à gauche

*Remarque : on peut modifier le passage à la cellule du dessous après Entrée : Fichier → Options → Options Avancées → Options d'édition → cocher 'Déplacer la sélection après validation' et choisir le déplacement ou bien décocher cette option. Entrée ne déplace pas alors la cellule active (fig. 5.a)*

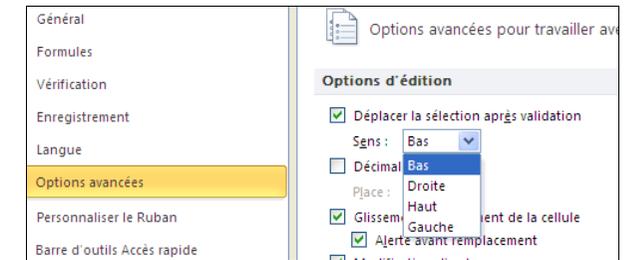


Fig. 7.a. : Sélection de la cellule après « Entrée »

- saisir une même valeur dans une plage de données :
  - sélectionner la plage de données → entrer la valeur dans la cellule active → Ctrl+Entrée
  - entrer une valeur dans une cellule → tirer horizontalement puis verticalement la poignée
- saisir des valeurs incrémentées ou des suites arithmétiques : saisir 2 valeurs dans 2 cellules → sélectionner les deux cellules → tirer la poignée. Outre les séries arithmétiques, Excel peut générer des séries dites personnalisées (jours de la semaine, mois ...). On peut créer ses propres listes incrémentées par *Fichiers* → *Options* → *Options avancées* → *Général* → *Modifier les listes personnalisées*
- saisir un retour à la ligne dans une cellule Excel (plusieurs lignes dans une même cellule), il faut saisir Alt+Entrée. La hauteur de la ligne d'adapte automatiquement.
- Saisir des informations sans modification de la largeur de la colonne : Accueil → renvoyer à la ligne automatiquement

- copier le contenu d'une (de) cellule(s) :
  - Ctrl+C sur la cellule source → Ctrl+V sur la cellule cible est la façon la plus simple.
  - clic-droit sur la cellule source → copier → clic-droit sur la cellule cible → coller

Il y a différentes options de collage qui sont en fait des boutons correspondant à des options de collage spécial (voire plus bas).



- sélectionner la (les) cellule(s) source(s) → Ctrl+positionner la souris sur une frontière de la zone (apparition d'une flèche et du signe +) → saisir-glisser jusqu'à la zone cible

*Remarque : cette façon de faire ne fonctionne pas avec des cellules discontinues*

*Remarque : on peut copier des cellules non continues d'une même ligne ou colonne ; mais les cellules seront alors copiées en continuité.*

- sélectionner la cellule source → Tirer la poignée verticalement ou horizontalement
- On peut copier une cellule vers le bas, sur une hauteur égale à la hauteur de la colonne immédiatement à gauche : sélectionner la cellule → double-clic sur la poignée.

- Collage spécial

La copie peut se faire avec certaines options : Edition → Collage Spécial au moment du collage.

On peut copier une partie des informations contenues dans la cellule, à savoir le format, ou la valeur, ou la formule (voir § 6), ...  
L'option par défaut est "Tout".

On peut aussi effectuer des opérations sur les cellules cibles concomitamment au collage. Enfin, on peut ne pas copier des cellules vides, ou copier en transposant (pratique pour copier une ligne en colonne ou vice-versa)

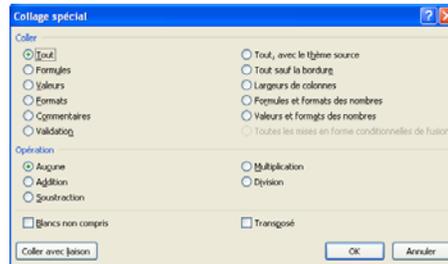


Fig. 5.b. : le collage spécial

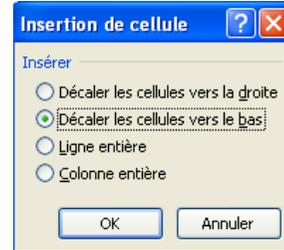
- déplacer le contenu d'une (de) cellule(s) en continuité :

- sélectionner la (les) cellule(s) → pointer un bord de la zone (apparition d'une flèche ou d'une croix avec une flèche) → saisir-glisser

Remarque : Excel demande confirmation si le déplacement se fait sur une zone contenant des cellules non vides.

- sélectionner la (les) cellule(s) → Edition Couper (ou Accueil → bouton couper) → sélectionner la cellule cible supérieure gauche → coller (ou Accueil → bouton coller)

- insérer une cellule : sélectionner une cellule adjacente à la zone d'insertion → clic-droit → insérer en décalant vers le bas ou vers la droite (boîte de dialogue fig. 5.b)



- insérer plusieurs cellules : sélectionner autant de cellules que le nombre de cellules à insérer, adjacentes à la zone d'insertion → clic-droit → insérer en décalant vers le bas ou vers la droite (boîte de dialogue)
- supprimer une (des) cellule(s) : clic-droit sur la (les) cellule(s) → supprimer (Excel propose plusieurs options dans une boîte de dialogue : décalage horizontal ou vertical)
- effacer le contenu d'une (de plusieurs) cellule(s) : sélectionner la (les) cellule(s) → Suppr
- commenter une cellule (permet d'associer un commentaire) : sélectionner la cellule → clic-droit → insérer un commentaire
- supprimer un commentaire : sélectionner la cellule → clic-droit → effacer le commentaire
- formatage d'une (de plusieurs) cellule(s) :

- sélectionner la (les) cellule(s) → clic-droit → format
- sélectionner la (les) cellule(s) → Format → Cellules

Le formatage de la cellule permet de régler l'écriture du nombre, l'alignement, la police, la bordure, le motif et la protection.

Les possibilités de formatage sont également développées dans le ruban (différents onglets). Il est pratique de les avoir ici dans une seule boîte de dialogue.

- **Nombre** : permet de donner une apparence à une valeur numérique. Parmi le formatage de nombre, le format "**personnalisé**" qui permet notamment d'afficher une valeur accompagnée de son unité.  
*Exemple : le format # ##0.0" km²" où on affiche une valeur en km², 0 correspond à un affichage obligatoire d'une valeur, et # un affichage si le chiffre est significatif (un espace est prévu pour séparer les multiples de 1000)*
- **Alignement** : gère la position du contenu d'une cellule dans la cellule
- **Police** : gère la police des caractères, ainsi que leurs couleurs
- **Bordure** : gère les bordures de cellules
- **Remplissage** : gère le remplissage (fond) des cellules
- **Protection** : permet de protéger des cellules (à condition de protéger également la feuille – voir 5.3.3)

## 5.2. Fonctionnalités rattachées aux cellules

### 5.2.1. Mise en forme conditionnelle

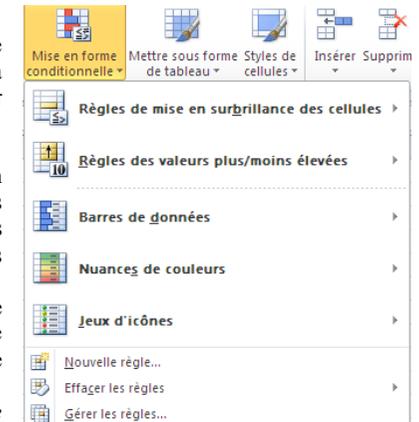
On y accède à partir de l'onglet Accueil.

Il s'agit de conditionner la présentation d'une (de plusieurs) cellule(s) en fonction de la valeur qu'elle contient, ce qui s'exprime par des règles.

Les 5 premières options (règles de mise en surbrillance, des valeurs plus ou moins élevées, ...) permettent de générer des règles automatiquement. Les 3 dernières options permettent de gérer les règles.

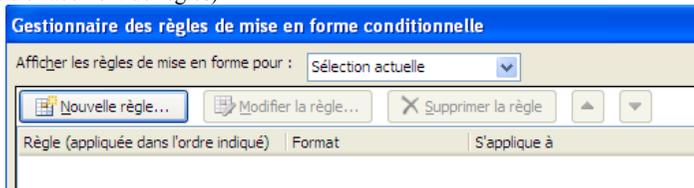
En termes d'apprentissage, il peut être intéressant de générer automatiquement une règle et de voir ensuite dans le gestionnaire de règles comment elle s'écrit.

Fig. 5.c : Mise en forme conditionnelle

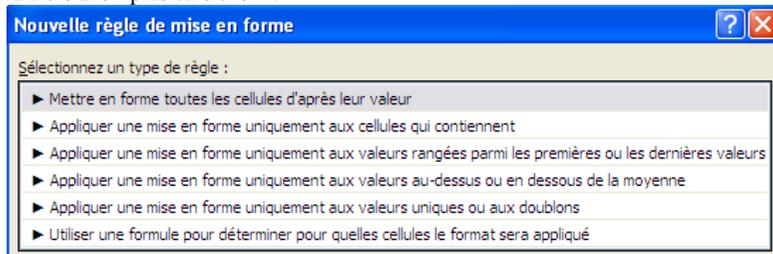


Nous nous contenterons donc ici de voir la notion de règles (quelques essais avec les 5 premières options vous permettront de voir rapidement comment ces options fonctionnent).

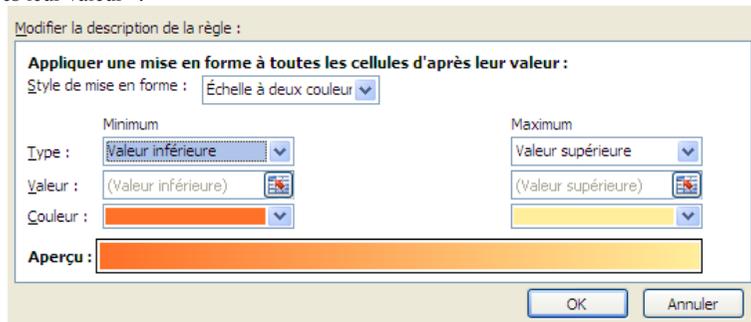
Après avoir choisi les cellules où vous voulez appliquer un format conditionnel, Accueil → Mise en forme conditionnelle → Gérer les règles (on y retrouve les notions de nouvelles règles et d'effacement de règles)



On va alors avoir plusieurs choix :



Chacune des options permet, en dessous, d'accéder à un menu affinant la règle et permettant de choisir un format. Par exemple pour la première option "Mettre en forme toutes les cellules d'après leur valeur" :



La dernière option "Utiliser une formule pour déterminer pour quelles cellules le format sera appliqué" fait appel aux formules Excel qu'on verra plus loin. Si la formule est vraie, alors le format est appliqué.

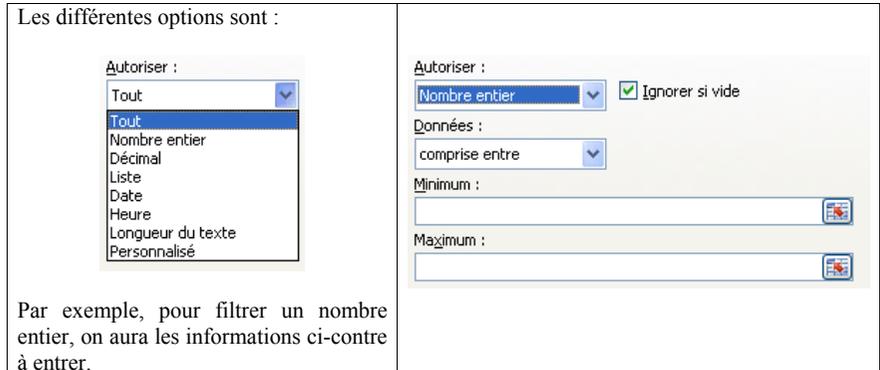
Dans une série de plusieurs règles qui s'appliquent à des cellules, la première condition vraie rencontrée impose le format.

## 5.2.2. Validation

Cette option permet de contrôler la valeur d'une cellule en la limitant à un type de valeur (numérique par exemple) ou dans une liste de valeurs. Elle s'emploie donc quand la cellule doit être remplie en respectant certaines conditions sur sa valeur.

▪ sélectionner la (les) cellule(s) → Données → Validation des données (fig. 5.d)

Une boîte de dialogue permet de choisir la forme de la donnée que l'on tolère dans la (les) cellule(s), ainsi que les messages à afficher lors de la sélection de la cellule (Message de saisie optionnel) et si la valeur n'est pas conforme (alerte d'erreur) à la validation.



Par exemple, pour filtrer un nombre entier, on aura les informations ci-contre à entrer.

Fig. 5.d. : boîte de dialogue de validation des données

Il est souvent intéressant et ergonomique de contrôler la validation de la valeur d'une cellule à partir d'une liste. Cette liste figure dans la zone « Source » et peut avoir différentes origines :

- une liste de valeurs admises où le séparateur est le point-virgule  
*exemple : Madame ; Mademoiselle ; Monsieur*
- sélectionnée à partir d'une série de cellules  
*exemple : =\$A\$1:\$A\$3*
- sélectionnée à partir d'un nom créé au préalable  
*exemple : =nom*

L'onglet "Message de saisie" permet l'affichage d'un message (à confectionner selon la contrainte imposée) quand la souris pointe sur la cellule.

L'onglet "Alerte d'erreur" s'active quand la valeur entrée dans la cellule n'est pas conforme. Trois niveaux d'erreurs sont envisageables (avec un message associé que l'on peut choisir) :



Aucune autre valeur n'est tolérée dans la cellule (il faut ressaisir une valeur ou annuler).

L'utilisateur doit confirmer la valeur.



Il s'agit d'un simple information stipulant que la valeur n'est pas adéquate (et elle sera validée dans la cellule).

### 5.2.3. Verrouillage de cellules

Le verrouillage de cellules va les protéger contre des manipulations par d'autres personnes que celles autorisées.



Fig. 5.e : Verrouillage de cellules

On y accède par Clic-droit → Format de cellules → Protection (fig. 5.e)

Le verrouillage n'est actif que si la feuille est elle-même protégée (voir chapitre 3)

L'option "masquée" correspond à la protection des formules en termes d'affichages (formules cachées si l'option est sélectionnée).

Exercice 5.a – Manipulation des Cellules

Exercice 5.b – Validation des cellules

Exercice 5.c – Mise en forme conditionnelle des cellules

Exercice 5.d – Collage spécial

## 6. LE PRINCIPE DES FORMULES EXCEL

La valeur affectée à une cellule peut-être le résultat du calcul d'une formule plus ou moins complexe, formule qui est écrite dans la cellule.

**Une formule commence par le signe '='.**

Exemple : '= 1 + 2 ' affectera la valeur 3 à la cellule

Le calcul peut faire référence à des cellules (en fait à la valeur de cellules).

Exemple : '= A1 + B1 ' affectera la valeur de la cellule A1 additionnée à celle de B1

Remarque : A1 et B1 peuvent elle-même contenir des formules

La saisie d'une formule utilisant des références peut se faire au clavier (on tape A1) ou à la souris (on clique dans la cellule A1). Cette deuxième façon de faire est recommandée.

Il est évident qu'il y a interactivité permanente grâce aux formules. Si on change la valeur d'une cellule intervenant dans une formule, le résultat de la formule change instantanément.

L'implémentation des formules est détaillée au chapitre 8.

Exercice 6.a – Parallélepipède

## 7. LE PRINCIPE DES FONCTIONS EXCEL

Les fonctions sont en quelque sorte des formules complexes préprogrammées. Une fonction commence par le signe '=' (comme une formule) et est suivie du nom de la fonction associé – en général – à un ou plusieurs arguments entre parenthèses. Chaque argument peut être une cellule, un calcul ou une autre fonction.

Le bouton d'insertion d'une fonction **fx** de la barre de menu standard (ou bien Formules → Insérer une fonction) permet d'implémenter une fonction (mais on peut aussi la saisir directement au clavier).

Une boîte de dialogue s'ouvre où les fonctions sont regroupées par thèmes (finances, logique, math & trigo, texte, ...). Le thème 'tous' permet de voir l'ensemble des fonctions (fig. 7.a).

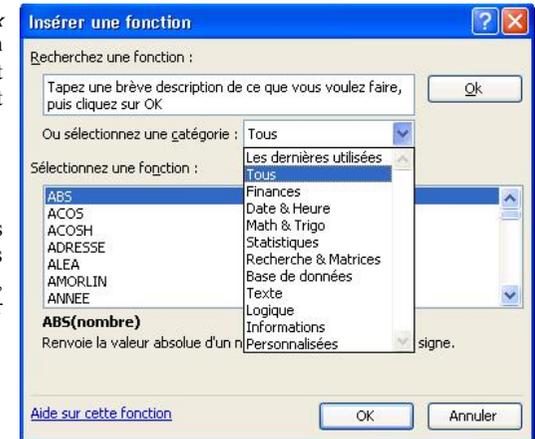


Fig. 7.a. : boîte de dialogue des fonctions

Un commentaire sommaire sur chaque fonction permet de connaître son effet, et un assistant guide ensuite dans l'implémentation des arguments

Prenons l'exemple de la fonction Somme (fig. 7.b) qui permet de faire la somme de n arguments (30 au maximum), chaque argument étant une cellule ou une plage de cellules.

Pour saisir un argument, on peut :

- soit taper la référence dans la zone correspondante
- soit saisir par un saisir-glisser la zone correspondante directement sur la feuille Excel

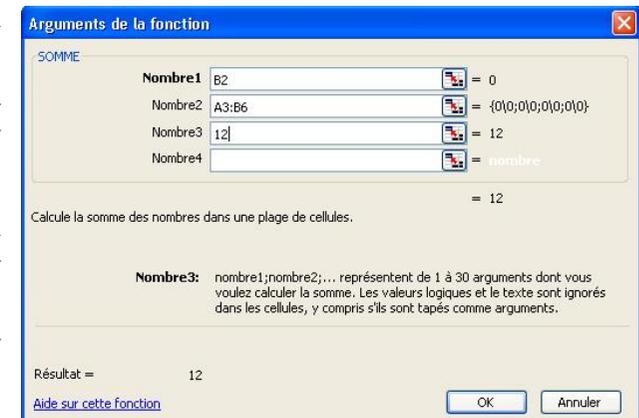


Fig. 7.b. : la fonction Somme

Le symbole  qui apparaît à droite de la zone de saisie permet d'occulter momentanément

la fenêtre d'aide afin de mieux voir la feuille de calcul (saisie des cellules de référence directement sur la feuille).

Au fur et à mesure, le contenu des cellules s'affiche à droite de la zone de saisie, ainsi que le résultat final.

Dans la cellule où est implantée la fonction Somme, la syntaxe générée automatiquement est la suivante :

**=SOMME(B1;F1:F5)**

Cette fonction peut bien sur être saisie directement au clavier dans la cellule. Dans ce cas, une aide en ligne précisant les arguments de la fonction s'affiche automatiquement. Par ailleurs, une fois tapé le nom de la fonction, Ctrl+A permet de générer automatiquement le nom des arguments dans la cellule (un double-clic sur chaque nom permet de sélectionner ensuite chaque argument pour en changer la valeur).

Autres exemples :

La fonction Moyenne qui permet de faire la Moyenne de n valeurs.

**=MOYENNE** (Argument1 ; Argument2 ; ...)

Les fonctions Min et Max qui permettent de calculer le maximum et le minimum de n valeurs.

**=MAX** (Argument1 ; Argument2 ; ...)

**=MIN** (Argument1 ; Argument2 ; ...)

On peut mettre jusqu'à 30 arguments dans chacun des cas.

Citons enfin une fonction sans argument : la fonction PI qui renvoie le nombre  $\pi$ .

**=PI** ()

#### Exercice 7.a – Notes d'examen

## 8. L'IMPLEMENTATION DES FORMULES

### 8.1. Les opérateurs de calcul

Les différents opérateurs de calcul sont :

Opérateurs	Signification	Exemple	Résultat
+ (signe plus)	Addition	= 3+3	6
- (signe moins)	Soustraction	= 3-1	2
* (astérisque)	Multiplication	= 3*3	9
/ (barre oblique)	Division	= 3/3	1
^ (signe insertion)	Exposant	= 3^2	9
% (signe pourcentage)	Pourcentage	= 20%	0.20

Les priorités d'opérateurs sont celles classiques du calcul informatique :

- 1/ Pourcentage
- 2/ Exposant
- 3/ Multiplication et division
- 4/ Addition et Soustraction

Les parenthèses permettent de forcer les priorités.

Exemple : =2 + 3^2\*2 donnera 20  
=(2+3)^2\*2 donnera 50

### 8.2. Les opérateurs de comparaison

Il s'agit en fait de tests. Le résultat d'une comparaison est VRAI ou FAUX.

Les différents opérateurs de comparaison sont :

Opérateurs	Signification	Exemple	Résultat
= (signe égal)	Egal à	= A1=A1	VRAI
> (signe supérieur à)	Supérieur à	= A1>A1	FAUX
< (signe inférieur à)	Inférieur à	= A1>A1-1	VRAI
>= (signe supérieur ou égal à)	Supérieur ou égal à	= A1>=A1*1	VRAI
<= (signe inférieur ou égal à)	Inférieur ou égal à	= A1<=A1-1	VRAI
<> (signe différent)	Différent de	= A1<>A1	FAUX

Remarque : pour plus de clarté dans ces écritures, on peut rajouter des parenthèses ; par exemple : '= (A1=A1)'

On peut introduire le ET et le OU dans les tests de comparaison. Le résultat d'un ET ou d'un OU est une valeur logique VRAI ou FAUX. La syntaxe en est la suivante :

**ET**(valeur\_logique1 ; valeur\_logique2, ...)

**OU**(valeur\_logique1 ; valeur\_logique2, ...)

On peut mettre jusqu'à 30 valeurs logiques en arguments. Une valeur logique peut elle-même être un ET ou un OU.

Exemple : supposons que les cellules A1, A2 et A3 contiennent respectivement 1, 2 et 3  
=OU(A1>A2 ; A2>A3)=ET(A1<A2 ; A2<A3) est FAUX (OU est FAUX, ET est VRAI)  
=OU(A1>A2 ; A2>A3 ; ET(A1<A2 ; A2<A3)) est VRAI

Remarque : les valeurs logiques VRAI et FAUX peuvent être utilisées dans des expressions numériques ; VRAI vaut 1 et FAUX vaut 0.

Remarque : de façon formelle, ET et OU sont des fonctions Excel que nous verrons plus loin.

Signalons enfin le **NON** (valeur\_logique1) qui donne le résultat contraire de valeur\_logique1.

### 8.3. Les opérateurs de texte

Il s'agit de l'opérateur '&' qui permet de concaténer des chaînes de caractères.

Exemple : ="vers" & "eau" donne "verseau"

Remarque : on utilise le double guillemet " pour manipuler les chaînes de caractères. Le simple guillemet ' en tête d'une cellule Excel permet de traiter le contenu de cette cellule comme un commentaire, c'est-à-dire que le contenu de la cellule sera reproduit in extenso.

La concaténation marche également avec des valeurs numériques. Si A1 contient 10, alors =A1&A1 renvoie 1010. On peut par cette façon améliorer la présentation des résultats d'une feuille en précisant la nature de l'information présentée.

Exemple : ="la valeur de la cellule A1 est "&A1

### 8.4. Les opérateurs de référence

Ils permettent de travailler avec des plages de cellules.

Opérateurs	Signification	Exemple	Résultat
: (deux points)	Plage de cellules	A1:A4	cellules A1 à A4
; (point virgule)	Union	A1;A4	cellules A1 et A4
espace	Intersection	A1:A5 A4:A8	cellules A4 et A5

Ces opérateurs s'utilisent dans certaines fonctions. C'est le cas de la fonction Somme.

*Exemple : Si les cellules A1 à A8 ont des valeurs de 1 à 8 alors*

*=SOMME (A1 : A4) donne 10 (équivalent à = A1 + A2 + A3 + A4)*

*=SOMME (A1 ; A4) donne 5 (équivalent à = A1 + A4)*

*=SOMME (A1:A5 A4:A8) donne 9 (équivalent à =A4 + A5)*

*=SOMME (A1 : A3 ; A8) donne 14 (équivalent à = A1 + A2 + A3 + A8)*

## 8.5. Les copies de formules

Nous avons déjà vu qu'une cellule peut être copiée ; c'est notamment le cas si cette cellule contient une formule.

Il convient de bien maîtriser la copie de formules qui fait référence à des cellules car c'est source de nombreuses erreurs. En effet, la copie d'une cellule (avec formule référencée) vers une cellule située à n lignes et p colonnes va entraîner la même translation des références. On parle alors de **référence relative**.

*Exemple : supposons que A3 contient la formule '= A1 + A2'*

*La copie de A3 en C8 (soit une translation de 2 colonnes et de 5 lignes) donnera la formule suivante en C8 : '= C6 + C7' ; les indices de colonnes ont été traduits de 2 unités et ceux des lignes de 5 unités.*

*Remarque : il convient de bien distinguer la copie de cellules du déplacement de cellules ; le déplacement n'est qu'une translation du contenu et sa mise en œuvre ne change pas le contenu.*

On peut créer des formules en **référence absolue**, c'est-à-dire que la copie d'une formule contenant une (des) référence(s) absolue(s) ne changera pas cette (ces) référence(s). Il suffit de rajouter devant le numéro de colonne et de ligne un '\$'.

*Exemple : supposons que A3 contient la formule '= \$A\$1 + \$A\$2'*

*La copie de A3 n'importe où ne changera pas cette formule. On obtiendra pour une copie en C8 : '= \$A\$1 + \$A\$2.*

Enfin, on peut avoir une **référence partielle** en colonne ou en ligne en mettant un '\$' soit devant le numéro de colonne, soit devant le numéro de ligne.

*Exemple : supposons que A3 contient la formule '= \$A1 + A\$2'*

*La copie de A3 en C8 (soit une translation de 2 colonnes et de 5 lignes) donnera la formule suivante en C8 : '= \$A6 + C\$2' . Le premier terme de la somme ne change pas de référence en colonne (car en référence absolue), alors que le deuxième terme ne change pas de référence en ligne. Les autres indices varient en référence relative.*

*Remarque : la touche F4 est une bascule à 4 temps permettant de choisir le type de référence.*

*Remarque : en notation LIC1, une référence relative s'écrit L(±x)C(±y) où ±x désigne le déplacement relatif en ligne –par rapport à la cellule où on écrit la formule – et ±y le*

*déplacement en colonne. Une référence absolue s'écrit LxCy où x et y désignent respectivement la ligne et la colonne de la cellule appelée.*

Il apparaît un problème lorsque l'on veut copier à l'identique une formule contenant des références relatives, et qu'on veuille garder ces mêmes références relatives. En effet, une copie simple va modifier les références relatives.

Il faut alors en quelque sorte passer par des chemins détournés.

Une façon de faire consiste à mettre le contenu de la cellule à copier en commentaire (commencer le contenu de la cellule par un guillemet simple), puis de copier coller la cellule ; il faut ensuite enlever les guillemets sur les deux cellules.

Une autre façon de faire est de copier la formule comme un texte :

- double-clic sur la cellule source pour entrer en mode édition
- sélectionner toute la formule à l'aide de la souris (à la façon de Word)
- cliquer le bouton Copier de la barre d'outils Standard (ou Edition → Copier)
- taper Entrée pour quitter le mode d'édition
- sélectionner la cellule cible
- cliquer le bouton Coller de la barre d'outils Standard (ou Edition → Coller)

## 8.6. Meilleure visualisation des formules

Les formules peuvent parfois être longues et complexes. On peut faciliter la lecture d'une formule de deux façons :

- un double-clic (ou bien F2) sur la cellule contenant la formule colorie les cellules référencées et facilite leur visualisation. Cet effet est également obtenu ainsi : après avoir activé la cellule, cliquer dans la zone barre de formules (sous les barres de menu supérieures).
- Dans l'onglet Formules, 'Repérer les antécédents' permet de flécher les cellules intervenant dans le calcul de la formule de la cellule active (fig. 8.a).

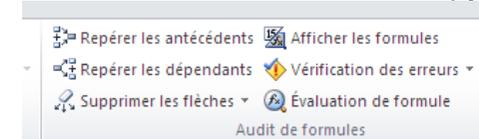


Fig. 8.a. : Audit d'une formule

- Formules → 'Repérer les dépendants' permet de flécher les cellules dont la formule de la cellule active dépend.
- Supprimer les flèches "fait le ménage" des flèches sur la feuille

Par ailleurs, on peut faire afficher les formules qui interviennent dans des cellules plutôt que le résultat. Deux façons de faire :

- Ctrl+" (tapez " en laissant Ctrl enfoncée)
- Sélectionner Afficher les formules

Enfin, "Evaluation des formules" permet de voir comment une valeur est calculée par une formule (c'est une sorte de débogger pratique quand les formules sont complexes).

## 8.7. Les références éloignées

Une cellule référencée peut être dans une autre feuille du classeur, un autre classeur ouvert ou un autre classeur non ouvert. Supposons que l'on fasse une référence à la cellule A1 dans les 3 cas précédents :

- une autre feuille du classeur : un point d'exclamation sépare la référence à la feuille de la référence de la cellule; par exemple : Feuil2!A1. Si le nom de la feuille contient des blancs, il faut le mettre entre guillemets simples; par exemple : 'Cas n°1'!A1

*Remarque : quand on sélectionne la cellule de référence avec la souris, par défaut, la référence est relative – on peut la rendre absolue en mettant des dollars.*

- un classeur ouvert : des crochets séparent le nom du classeur ; par exemple : [classeur1.xls]Feuil2!A1. Si le nom du classeur contient des blancs, il faut mettre entre guillemets simples le nom du classeur et le nom de la feuille ; par exemple : "[classeur cas n°1.xls]Feuil1'\$A\$1

*Remarque : quand on sélectionne la cellule de référence avec la souris, par défaut, la référence est absolue – on peut la rendre relative en enlevant les dollars.*

- un classeur non ouvert : il faut préciser, entre guillemets simples, le chemin d'accès complet du classeur avec le nom de la feuille; par exemple : 'C:\Mes documents\Formation Cefoc\[classeur cas n°1.xls]Feuil1'!A1

Exercice 8.a – Ajustement

Exercice 8.b – Crue de rivière et loi binomiale

Exercice 8.c – Equation de Manning-Strickler

Exercice 8.d – Temps de concentration

## 9. LES NOMS SOUS EXCEL

### 9.1. Principe des noms

On peut donner un nom à une **cellule**, qui apparaîtra ensuite à la place de ses coordonnées Ligne et Colonne. Un nom est donc une cellule "virtuelle", c'est-à-dire qu'elle n'a pas d'existence sur une feuille, mais uniquement en mémoire d'Excel. Tout ce qu'on met dans une cellule peut être mis dans un nom. Un nom peut concerner également une plage de cellules.

Cette possibilité permet de rendre plus lisible les formules et la manipulation d'une feuille Excel.

Ce nom doit respecter les règles suivantes : il ne doit pas contenir d'espaces, il doit commencer par une lettre ou un blanc souligné, les symboles ne sont pas autorisés, sauf les blancs soulignés et les points, il ne peut pas être de la même forme qu'un numéro de cellule.

*Remarque : certains noms sont réservés par Excel; par exemple : Zone\_d\_impression, Impression\_des\_titres, Zone\_de\_consolidation, Base\_de\_données, Titre\_de\_la\_feuille.*

*Remarque : les noms ne sont pas sensibles à la casse; les majuscules sont ignorées, même si elles apparaissent dans le nom.*

*Remarque : un nom est typiquement une "variable", notion qu'on voit en programmation.*

Afin de remplir son rôle de lisibilité, un nom ne devrait être ni trop long (au risque d'encombrer une formule), ni trop court (au risque d'occulter une information). En d'autres termes, le nom doit simplement et explicitement véhiculer le type d'information que contient la cellule.

- **nommer** une cellule : il y a plusieurs possibilités après avoir sélectionné la cellule à nommer :
  - Formules → Définir un nom, ou bien Gestionnaire de noms (Ctrl+F3 ouvre la boîte de dialogue du gestionnaire de noms)



Le gestionnaire de noms permet de créer, modifier ou supprimer des noms.

- Pour la création, entrer le nom choisi, puis la référence (en bas) : on peut mettre à ce niveau tout ce qui peut se mettre dans une cellule. → OK.



- **activer** une cellule nommée :
  - menu déroulant de la zone Nom à gauche de la barre de formule → sélectionner le nom
  - Edition → Atteindre → sélectionner le nom

De la même façon et selon le même principe, on peut nommer des **plages de cellules** (continues ou multiples), des **lignes** ou des **colonnes** complètes.

*Remarque : un nom peut faire référence à une même ou plusieurs mêmes cellules sur plusieurs feuilles.*

Dans le cas de plages de cellules continues, l'insertion ou la suppression de lignes ou de colonnes au sein de la plage nommée modifie les cellules de référence pour inclure la modification.

On peut obtenir l'ensemble des noms déclarés avec le gestionnaire de noms, voire faire afficher dans une colonne les noms créés et leur zone de référence :

Sélectionner une colonne isolée puis Formules → UtiliserDsFormules → Coller des noms.

Si on crée des noms **après** avoir créé des formules utilisant des cellules que l'on vient de nommer, Formules → Définir un nom → Appliquer les noms permet d'intégrer les noms dans les formules. Soit on sélectionne une zone (d'au moins 2 cellules) où on appliquera les noms, soit on ne sélectionne qu'une seule cellule, et les noms s'appliqueront à toute la feuille.

## 9.2. La portée des noms

Par défaut, un nom de cellule(s) est commun à tout le classeur. Sa portée est **globale** (on pourrait aussi dire que sa référence est absolue pour le classeur). On peut le vérifier aisément en créant un nom de cellule, et en constatant que ce nom est valide dans les autres feuilles du classeur.

Pour créer un nom de portée **locale** à une feuille, il faut faire précéder le nom par le nom de la feuille (ne pas confondre avec la cellule de référence qui comporte toujours le nom de la feuille en premier).

La copie d'une feuille ne transportera pas les noms de portée locale.

Les principes vus au paragraphe 6.7. sur les références éloignées s'appliquent aux noms. Ainsi, on peut faire appel à des noms d'un autre classeur ouvert ou non ouvert, pourvu qu'on ajoute les précisions nécessaires.

Lors des copies de feuilles, la situation est complexe :

- si on fait une copie dans le même classeur (clic-droit → déplacer ou copier), tous les noms sont copiés et deviennent locaux à la nouvelle feuille.
- si on crée une nouvelle feuille dans le même classeur (clic-droit → insertion), qu'on sélectionne toutes les cellules de la feuille source (case en haut à gauche des numéros de colonnes), tous les noms deviennent globaux dans la feuille cible en référence à la feuille source.
- si on copie une feuille dans un nouveau classeur, les noms conservent leur portée relativement à la nouvelle feuille et au nouveau classeur.

## 9.3. Des noms comme fonctions

On peut, à ce stade, fabriquer des équivalents fonctions (en fait des formules) liée à un nom.

*Remarque : on créera plus tard de véritables fonctions Excel (programmation VBA)*

On a vu qu'on pouvait définir des noms de cellule ou de plage de cellules. Les noms sont en fait des formules. La preuve en est que dans la boîte de dialogue Insertion → Nom → Définir, le champ 'fait référence à' commence par le signe '='. Quand on met en référence une cellule, Excel remplace le nom par la référence.

Mais on n'est pas obligé de mettre une cellule en référence; on peut par exemple mettre **une constante**.

*Exemple, la constante 'g', très utilisée en mécanique, peut ainsi être implémentée : déclaration du nom par Formule → Définir un nom, définir 'g' et '=9.81' dans le champ 'fait référence à'.*

Pour modifier cette valeur, il faut modifier la valeur du champ 'fait référence à'. La constante en question peut aussi être du texte.

On peut utiliser un nom comme une formule, en utilisant notamment des fonctions.

*Exemple : on veut déclarer en tête de chaque feuille du classeur, "Direction de l'Hydraulique" suivi de la date du jour. On crée un nom 'entete' et on l'implémente ainsi = "Service de l'Hydraulique, le "& TEXTE(AUJOURDHUI());"jj mm aaaa"  
Il suffira de taper '=entete' dans la cellule A1 de chaque feuille (fig. 13.a)*

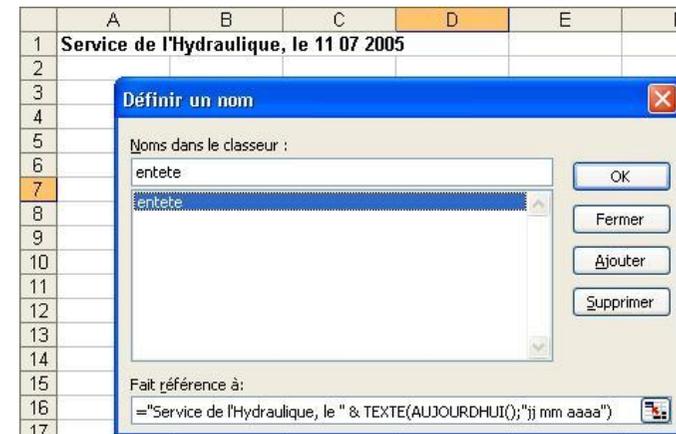


Fig. 13.a. : Exemple d'un nom intégrant une fonction

Et comme pour une formule, on peut faire référence à une (des) fonction(s) qui renvoie(nt) à des cellules en référence absolue ou relative.

Par défaut, toute référence est absolue dans la feuille de calcul active. Elle se présente donc sous la forme (pour la cellule 'A1' de la feuille 'feuille1' par exemple) : feuille1!\$A\$1;

- en enlevant feuille1 (en gardant le point d'exclamation !), la référence devient relative par rapport à la feuille
- en enlevant les \$, la référence devient relative par rapport à la cellule
- en enlevant un seul \$, la référence devient relative par rapport à la ligne ou la colonne

Exercice 9.a – Utilisation des noms dans une formule

Exercice 9.b – Utilisation des noms comme une formule

## 10. LES CODES D'ERREURS

Lors de l'établissement des formules notamment, on peut introduire des erreurs : opérations impossibles à réaliser, contenu non numérique d'une cellule ...

Ce chapitre résume les différents codes d'erreurs.

### 10.1. Erreur #DIV/0

La division par zéro est mathématiquement impossible et Excel ne peut l'effectuer. Cette erreur apparaît généralement dans une formule pour laquelle le dénominateur fait référence à une cellule dont le contenu est zéro ou vide. En effet, dans ce dernier cas, Excel considère la valeur nulle dans le cadre d'un calcul numérique.

### 10.2. Erreur #N/A

Cette erreur signifie que la valeur demandée dans une cellule n'est pas disponible. Elle peut être le résultat d'une fonction (type Recherche, Rang, ...) qui n'a pas abouti et le résultat n'est donc pas disponible.

Elle se produit aussi quand une cellule référencée dans une formule contient elle-même #N/A. Il est en effet parfois important de distinguer une cellule vide (qui vaut numériquement 0) d'une cellule n'ayant pas d'information.

*Remarque : la fonction NA() permet d'affecter la valeur #N/A à une cellule*

### 10.3. Erreur #NOM?

Il y a un problème avec un nom.

Il s'agit généralement de formules contenant un (des) nom(s), relatifs à une cellule ou une fonction, qui sont soit non définis, soit mal orthographiés.

Parfois, on souhaite introduire un texte dans une formule et on oublie de l'encadrer par des doubles guillemets; Excel l'interprète alors comme un nom (de fonction, de cellule) qu'il ne trouve pas.

Cette erreur apparaît également quand on appelle une fonction dans une bibliothèque extérieure qui n'est pas installée.

### 10.4. Erreur #NUL!

Une formule invoque l'intersection de deux plages de cellules n'ayant pas d'intersection (opérateur de référence 'espace').

### 10.5. Erreur #NOMBRE!

Soit Excel ne trouve pas de nombre dans une formule référençant une cellule devant contenir une valeur numérique, soit Excel ne peut pas afficher le résultat numérique attendu. Dans ce dernier cas, la valeur numérique calculée peut être au-delà des bornes numériques admises, c'est-à-dire entre  $\pm 10^{-307}$  et  $\pm 10^{+307}$ , ou bien un système de calcul itératif n'aboutit pas.

### 10.6. Erreur #REF!

Une référence de cellule dans une formule n'est pas correcte. Cette erreur se produit généralement dans deux cas :

- la copie de formule contenant des références relatives. Les translations effectuées en ligne et/ou en colonne conduisent au-delà des numéros de cellules existantes.
- la suppression de cellules qui étaient référencées dans une (des) formule(s).

### 10.7. Erreur #VALEUR!

C'est une erreur très fréquente. Elle apparaît lorsqu'un type d'argument ou d'opérandes inappropriés sont utilisés. Par exemple :

- Excel trouve du texte alors que la formule exige un nombre ou une valeur logique (attention, certaines fonctions utilisant exclusivement des arguments numériques sont capables d'ignorer automatiquement des arguments non numériques)
- le fait d'indiquer une plage de cellules où Excel attend dans un argument de fonction une valeur unique
- une fonction d'Excel propose un résultat multiple, alors qu'on n'a pas validé la fonction par Ctrl+Maj+Entrée (voir plus loin ce type de fonctions)

## 10.8. Erreur #####

Excel ne peut pas afficher une valeur dans une cellule car elle n'est pas assez large. Il faut soit modifier le format d'affichage, soit augmenter la largeur de la colonne correspondante.

Cette erreur peut aussi s'afficher quand une opération sur les dates et les heures produit un résultat impossible (par exemple, une date ou une heure négative).

## 11. L'UTILISATION DES MACRO-COMMANDES

Une macro-commande – ou plus simplement une macro – est, dans son expression la plus simple, l'enregistrement (donc la mémorisation) d'une suite de manipulations réalisées sous Excel. Ces manipulations sont en fait stockées sous forme de sous programmes VBA sur lesquels on peut ensuite intervenir. Par extension, une macro peut être intégralement écrite sous VBA et ensuite être utilisée sous Excel.

Nous aborderons la programmation sous VBA durant le cours de programmation, et nous voyons ici comment enregistrer simplement une macro à partir d'Excel.

### 11.1. Création d'une macro-commande

A partir d'Excel, on utilise généralement Affichage → Macro → Nouvelle macro (fig. 11.a).

*Remarque : on peut aussi activer l'onglet Développeur.*

Excel demande alors un nom pour cette macro, éventuellement un raccourci-clavier qui commence forcément par 'Ctrl' auquel on rajoute une lettre (généralement majuscule pour éviter les fausses manipulations), et dans quel classeur on veut stocker la macro (généralement le classeur courant) (fig. 11.b)

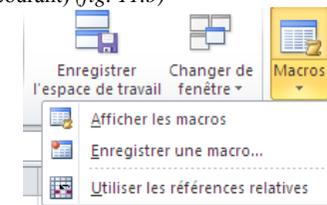


Fig. 11.a : création d'une nouvelle macro

Après ces informations, la boîte de dialogue précédente devient :



- arrêt de l'enregistrement qui permet de stopper l'enregistrement de la macro (fin de la macro)

On entre ensuite la série de commandes jusqu'à arrêter l'enregistrement.

## 11.2. Utilisation d'une macro-commande

Dans les menus d'Excel, on active une macro à partir de Formules → Macro → Afficher les macros et on choisit la macro à exécuter (fig.11.e).

Si on a associé une touche-clavier à la macro, on peut l'activer directement à partir du clavier.

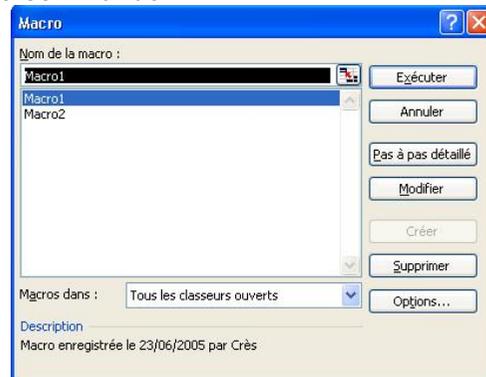


Fig. 11.e : activation d'une macro

## 12. EXEMPLES DE FONCTIONS SIMPLES

Il n'est pas question de passer en revue toutes les fonctions Excel, d'autant plus que certaines, notamment mathématiques et statistiques sont très spécifiques. Nous nous contenterons dans cette formation de lister les plus courantes dans les thèmes qui nous intéressent.

Le bouton d'insertion d'une fonction  $f_x$  de la barre de menu standard (ou bien Insertion → Fonction) permet d'implémenter une fonction (mais on peut aussi la saisir directement au clavier). Une boîte de dialogue s'ouvre où les fonctions sont regroupées par thèmes (finances, logique, math & trigo, texte, ...). Le thème 'tous' permet de voir l'ensemble des fonctions.

Les fonctions sont regroupées en thème qui sont (par ordre d'apparition dans Excel) :

- Les dernières utilisées (liste les dernières fonctions utilisées)
- Tous (toutes les fonctions)
- Finances
- Date & Heure
- Math & Trigo
- Statistiques
- Recherche & Matrices
- Base de Données
- Texte
- Logique
- Information
- Personnalisées
- Scientifiques

Dans cette partie, on ne cite que les fonctions courantes les plus simples utilisées en calcul (on ne verra pas par exemple les fonctions financières) et dont le résultat ne concerne qu'une

cellule. On verra plus loin les fonctions aux résultats multiples (dans plusieurs cellules simultanément).

## 12.1. Les fonctions Logiques

Nous avons déjà parlé des fonctions ET, OU, NON, VRAI et FAUX. Il reste la fonction SI.

→ **Fonction SI** est une fonction Excel permettant d'affecter à une cellule une valeur conditionnelle.

La syntaxe est la suivante :

**SI (Valeur\_logique ; Valeur\_si\_Vrai ; Valeur\_si\_Faux)**

Il s'agit ni plus ni moins que du fameux Si...Alors...Sinon de la programmation classique. La valeur logique est soit une valeur booléenne (issue par exemple d'une cellule), soit, plus couramment, le résultat d'un test de comparaison. Valeur\_si\_Vrai et Valeur\_si\_Faux sont les actions à mener si le test précédent est respectivement vrai ou faux. Chacune de ces deux actions peut à nouveau être un test SI (tests imbriqués).

*Exemple : si la valeur de la cellule A1 est supérieure ou égale à 0, on écrit "valeur positive" dans la cellule où est implantée la fonction, "valeur négative" dans le cas contraire.*

*=SI (A1>=0 ; "valeur positive" ; "valeur négative")*

La boîte de dialogue du SI se présente ainsi :

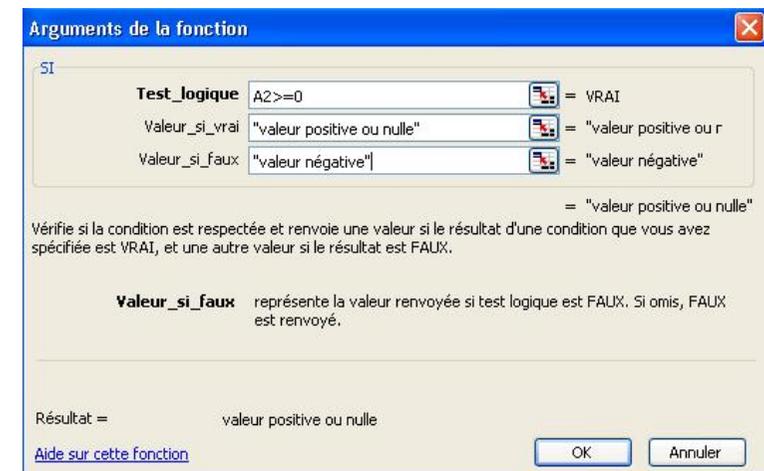


Fig. 12.b. : La fonction SI

*Remarque : Cette boîte de dialogue associée au Si ne permet pas de rentrer des tests imbriqués. Pour plus de clarté dans l'écriture de tests imbriqués –on se perd rapidement dans l'enchevêtrement des parenthèses-, on peut utiliser le Alt+Entrée pour aérer l'instruction au sein d'une cellule et séparer les différentes étapes. Ceci est*

d'ailleurs vrai pour toute instruction un peu compliquée sous Excel (ou pour entrer plusieurs lignes dans une cellule)

Exemple : on veut distinguer si la valeur de A1 est inférieure ou égale à -10, comprise entre -10 et 10, supérieure ou égale à 10 :

=Si (A1<=-10 ; "valeur <= -10" ; Si(A1>=10; "valeur >=10"; "Valeur entre -10 et 10"))

Qu'on peut aussi écrire en utilisant Alt+Entrée:

=Si (A1<=-10 ;  
"valeur <= -10" ;  
Si(A1>=10;  
"valeur >=10";  
"Valeur entre -10 et 10"))

#### Exercice 12.a – Résolution d'une équation du second degré

### 12.2. Les fonctions Math & Trigo

- ➔ **ABS (Nombre)** : renvoie la valeur absolue d'un nombre
- ➔ **Arrondi (Nombre; Précision)** : renvoie un nombre arrondi avec une précision spécifiée si Précision est positive, l'arrondi concerne les chiffres à droite de la virgule (décimales) si Précision est négative, l'arrondi concerne les chiffres à gauche de la virgule  
*Remarque : il y a aussi les fonctions ARRONDI.SUP et ARRONDI.INF qui permettent d'arrondir systématiquement par excès ou par défaut*
- **PI()** : renvoie la valeur du nombre Pi
- ➔ **SOMME (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la somme des arguments
- ➔ **SOMME.SI (Plage; Critère; Somme\_Plage)** : renvoie la somme des arguments de Somme\_Plage (ou de Plage par défaut) qui vérifient un seul critère testé sur Plage (voir le chapitre sur les tableaux – boucles implicites – pour une combinaison de critères)

On retrouve les fonctions trigonométriques classiques:

- **COS (Nombre)** : renvoie le cosinus de Nombre en Radians
- **SIN (Nombre)** : renvoie le sinus de Nombre en radians
- **TAN (Nombre)** : renvoie la tangente de Nombre en Radians
- **ACOS (Nombre)** : renvoie l' arc cosinus, en radians de 0 à Pi, de Nombre compris entre -1 et +1
- **ASIN (Nombre)** : renvoie l'arc sinus, en radians de 0 à Pi, de Nombre compris entre -1 et +1
- **ATAN (Nombre)** : renvoie l'arc tangente, en radians de 0 à Pi, de Nombre compris entre -1 et +1

#### Exercice 12.b – Somme de valeurs absolues de sinus

### 12.3. Les fonctions Statistiques

Certaines de ces fonctions seront abordées cette année durant l'enseignement de Statistiques et Probabilités.

- **ALEA()** : renvoie une valeur aléatoire entre 0 et 1 (1 non compris) qui suit une loi uniforme
- **COEFFICIENT.CORRELATION (Matrice1; Matrice2)** : renvoie le coefficient de corrélation entre Matrice1 et Matrice2
- ➔ **ECARTYPE (Nombre1; Nombre2, ...)** : renvoie l'écart type débiaisé des arguments (qui forment un échantillon)
- ➔ **ECARTYPEP (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie l'écart type non débiaisé des arguments (qui forment une population)
- **GRANDE.VALEUR (Matrice; K)** : renvoie la K<sup>ème</sup> plus grande valeur de Matrice
- ➔ **MAX (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie le maximum des arguments (ignore les cellules vides, les valeurs logiques et les textes)
- **MEDIANE (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la médiane des arguments (valeur centrale)
- ➔ **MIN (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie le minimum des arguments (ignore les cellules vides, les valeurs logiques et les textes)
- **MODE (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie le mode des arguments (valeur la plus fréquente)
- ➔ **MOYENNE (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la moyenne arithmétique des nombres,  
soit :  $\bar{X}_{arith} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$
- **MOYENNE.GEOMETRIQUE (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la moyenne géométrique des nombres, soit :  $\bar{X}_{geom} = \sqrt[n]{X_1 X_2 \dots X_n}$
- **MOYENNE.HARMONIQUE (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la moyenne harmonique des nombres, soit telle que :  $\frac{1}{\bar{X}_{harm}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{X_i}$
- **MOYENNE.REDUITE (Matrice1; P%)** : renvoie la moyenne arithmétique de Matrice1 en enlevant P% des valeurs extrêmes (les valeurs sont classées, puis la fonction en retire ½ P% à chaque extrémité pour calculer la moyenne)
- ➔ **NB (Valeur1; Valeur2; ...)** : renvoie le nombre de cellules contenant un nombre et les arguments étant un nombre
- ➔ **NB.SI (Plage; critère)** : renvoie le nombre de cellules de Plage qui satisfont au test
- ➔ **NB.VIDE (Plage)** : renvoie le nombre de cellules de Plage qui sont vides
- ➔ **NBVAL (Valeur1; Valeur2; ...)** : renvoie le nombre de cellules qui ne sont pas vides
- **ORDONNEE.ORIGINE (Y\_connus; X\_connus)** : renvoie l'ordonnée à l'origine –b– de la droite de régression  $y = ax + b$  (au sens des moindres carrés)
- **PENTE (Y\_connus; X\_connus)** : renvoie la pente –a– de la droite de régression  $y = ax + b$  (au sens des moindres carrés)
- **PETITE.VALEUR (Matrice; K)** : renvoie la K<sup>ième</sup> plus petite valeur de Matrice
- **RANG (Nombre; Référence; Ordre)** : renvoie le rang de Nombre parmi la liste Référence (classée par ordre décroissant -Ordre = 0 ou omis- ou croissant -Ordre ≠ 0)
- ➔ **VAR (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la variance débiaisée des arguments (qui forment un échantillon)
- ➔ **VAR.P (Nombre1; Nombre2; ...)** : renvoie la variance non débiaisée des arguments (qui forment une population)

Les fonctions commençant par Nb peuvent se révéler particulièrement pratiques. Si LD est un nom contenant une plage de cellules :

Formules	Résultats
=Nb.Vide (LD)	Le nombre de cellules vides de la plage LD
=Nb.Vide (A:A)	Le nombre de cellules vides de la colonne A
=Nbval (A:A)	Le nombre de cellules non vides de la colonne A
=Nb.Si (LD ; A1)	Le nombre de cellules de LD contenant une valeur égale à A1
=Nb.Si (LD ; ">5")	Le nombre de cellules de LD contenant une valeur supérieure à 5
=Nb.Si (LD ; ">"&A1)	Le nombre de cellules contenant une valeur supérieure à A1
=Nb.Si (LD ; ">"&Moyenne (LD))	Le nombre de cellules de LD contenant une valeur supérieure à la moyenne des valeurs de LD
=Nb.Si (LD ; "<5") + Nb.Si(LD;">10)	Le nombre de cellules de LD inférieures à 5 ou supérieures à 10
On peut également utiliser les caractères jokers * et ?	
=Nb.Si (LD ; "*" )	Le nombre de cellules de LD contenant du texte (valeurs numériques exclues)
=Nb.Si (LD ; "*"toto*")	Le nombre de cellules de LD contenant le mot "toto"
=Nb.Si (LD ; "???" )	Le nombre de cellules de LD contenant exactement 3 caractères
=Nb.Si (LD ; "*"toto?")	Le nombre de cellules de LD contenant le mot "toto" suivi d'un seul caractère

*Remarque : nous verrons en cours de statistiques un ensemble de fonctions relatives aux lois statistiques courantes (loi normale, log-normale,  $\chi^2$ , Student ...)*

## 12.4. Les fonctions relatives à du Texte

- **CHERCHE (Texte\_cherché; Texte; N° départ)** : renvoie le numéro d'ordre du premier caractère de Texte\_cherché dans Texte, en partant de N° départ dans Texte)
- **CNUM (Texte)** : convertit une chaîne textuelle contenant un nombre en un nombre
- **CTXT (Nombre; Décimales)** : arrondi un Nombre au nombre de décimales spécifiées et le renvoie sous forme de texte
- **DROITE (Texte; N)** : renvoie les N derniers caractères de Texte
- **EXACT (Texte1; Texte2)** : renvoie VRAI si Texte1 et Texte2 sont identiques, faux sinon
- **GAUCHE (Texte; N)** : renvoie les N premiers caractères de Texte
- **MAJUSCULE (Texte)** : convertit Texte en majuscule
- **MINUSCULE (Texte)** : convertit Texte en minuscule
- **NBCAR (Texte)** : renvoie le nombre de caractères de texte
- **NOMPROPRE (Texte)** : convertit la première lettre de Texte en majuscule et les autres en minuscule
- **REPLACER (Texte\_ancien; N°position; Nb\_caractères; Texte\_nouveau)** : remplace une chaîne de Nb\_caractères de Texte\_ancien par la chaîne de caractères Texte\_nouveau, à partir de la position N°position de Texte\_ancien.

- **STXT (Texte; N°départ; Nb\_caractères)** : renvoie Nb\_caractères de Texte à partir de la position N°départ
- **SUBSTITUTE (Texte; Caract\_ancien; Caract\_nouveau; N°position)** : substitue dans Texte la chaîne de caractères Caract\_ancien par Caract\_nouveau à partir de la position N°position
- **T (Valeur)** : renvoie Valeur sous forme de texte si c'est du texte, rien sinon (nombre, valeur logique)
- **TEXTE (Valeur; Format\_nombre)** : convertit Valeur en texte avec le format Format\_nombre spécifié (voir Format → Cellule → Onglet Nombre)
- **TROUVE (Texte\_cherché; Texte; N°départ)** : cherche Texte\_cherché dans Texte à partir de la position N°position et renvoie le numéro d'ordre du premier caractère trouvé (renvoie une erreur #VALEUR! si rien n'est trouvé)

Exercice 12.c – Quartiles

Exercice 12.d – Analyse de mesures de pluie

Exercice 12.e – Repérage du type de fichier

## 12.5. Les fonctions d'Informations

- **CELLULE (Type\_info; Référence)** : renvoie les renseignements Type\_Info (voir la liste ci-dessous) de la zone de Référence (s'il s'agit d'une plage de cellules, l'information concerne la cellule supérieure gauche de la plage).
  - "adresse" : la référence sous forme de texte, de la première cellule de l'argument référence.
  - "col" : le numéro de colonne de la cellule de l'argument référence.
  - "couleur" : la valeur 1 si, dans cette cellule, les valeurs négatives apparaissent en couleur, et la valeur 0 dans les autres cas.
  - "contenu" : le contenu (valeur affichée) de la cellule supérieure gauche de l'argument référence.
  - "nomfichier" : le nom et le chemin d'accès complet du fichier contenant l'argument référence, sous forme de texte. Renvoie du texte vide ("") si la feuille de calcul contenant l'argument référence n'a pas encore été enregistrée.
  - "format" : une valeur de texte correspondant au format numérique de la cellule. Les valeurs de texte pour les différents formats sont recensées dans un tableau (voir l'aide d'Excel). Renvoie "-" à la fin de la valeur de texte si, dans cette cellule, les valeurs négatives apparaissent en couleur. Renvoie "()" à la fin de la valeur de texte si, dans cette cellule, les valeurs positives ou toutes les valeurs apparaissent entre parenthèses.
  - "parenthèses" : la valeur 1 si, dans cette cellule, les valeurs positives ou toutes les valeurs apparaissent entre parenthèses, et la valeur 0 dans les autres cas.
  - "préfixe" : une valeur de texte précisant le "préfixe libellé" de la cellule. Renvoie une apostrophe (') si la cellule contient du texte aligné à gauche, un guillemet anglais (") si la cellule contient du texte aligné à droite, le signe ^ si la cellule contient du texte centré, une barre oblique inverse (\) si la cellule contient du texte justifié et du texte vide ("") si le contenu de la cellule diffère de ce qui précède.

- "protégé" : la valeur 0 si la cellule n'est pas verrouillée, la valeur 1 si elle l'est.
  - "ligne" : le numéro de ligne de la cellule de l'argument référence.
  
  - "type" : une valeur de texte précisant le type des données de la cellule. Renvoie "i" si la cellule est vide, "l" dans le cas d'une étiquette (label) si la cellule contient une constante de texte et "v" pour valeur si le contenu de la cellule diffère de ce qui précède.
  - "largeur" : la largeur de colonne de la cellule arrondie à sa valeur entière. L'unité de largeur de colonne est égale à la largeur d'un caractère de la taille de la police par défaut.
- **ESTERR (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à une valeur d'erreur, sauf #N/A
- **ESTERREUR (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à une valeur d'erreur (#N/A, #VALEUR!, #REF!, #DIV/0!, #NUM!, #NOM?, #NUL)
- **ESTLOGIQUE (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à une valeur logique
- **ESTNA (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à la valeur d'erreur #N/A
- **ESTNONTEXTE (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à quelque chose qui n'est pas du texte (les cellules vides ne sont pas du texte)
- **ESTNUM (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à un nombre
- **ESTTEXTE (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à du texte
- **ESTVIDE (Valeur)** : renvoie VRAI si Valeur fait référence à une cellule vide
- **NA ()** : renvoie la valeur #N/A (valeur non disponible)
  - **TYPE (Valeur)** : renvoie un code selon le type de donnée de valeur : nombre=1 ; texte=2; valeur logique=4; formule=8; valeur d'erreur=16; matrice=64
  - **TYPE.ERREUR (Valeur)** : renvoie un code qui correspond à une des valeurs d'erreur : #NUL=1; #DIV/0!=2; #VALEUR!=3; #REF!=4; #NOM?=5; #NOMBRE!=6; #N/A=7; Une autre valeur (notamment pas d'erreur dans la cellule)=#N/A

## 12.6. Les fonctions Date & Heure

Excel gère des numéros de série correspondants à un numéro de jour entre le 1<sup>er</sup> janvier 1900 et le 31 décembre 9999. La valeur 1 correspond au premier janvier 1900 à 0h. Cela veut dire qu'à priori, on ne peut pas faire de calcul sur des dates antérieures au 1 janvier 1900.

Il y a possibilité de démarrer les références au 1<sup>er</sup> janvier 1904 par Outils → Options → Onglet Calcul → cocher 'Calendrier depuis 1904'. Cette option rend compatible les calculs de dates sur Macintosh et PC.

L'année rentrée sur deux chiffres seulement est interprétée comme du XX<sup>ème</sup> siècle de 30 à 99 et du XXI<sup>ème</sup> siècle de 00 à 29. Pour éviter toute confusion, il est donc préférable de toujours rentrer 4 chiffres pour décrire une année.

Par ailleurs, il y a une erreur sur l'année 1900 qui a été considérée comme bissextile, ce qui introduit un biais dans les numéros de jour. Cela a peu d'importance si on prend garde de toujours rentrer les dates sous forme jj/mm/aaaa et si on ne travaille pas avec l'année 1900.

La gestion des heures est similaire puisque Excel fabrique un 'numéro d'heure', chiffre fractionnaire représentant la quantité de jour. Par exemple, 0.5 représente 12h00 et 0.75 représente 18h00.

- **ANNEE (Numéro\_de\_série)** : renvoie l'année, entre 1900 et 9999, correspondant au numéro de série du jour

- **AUJOURDHUI()** : renvoie le numéro de série du jour ; si on entre AUJOURDHUI() dans une cellule, Excel le convertit en date. Cette fonction est réévaluée tous les jours
- **DATE(Année; Mois; Jour)** : renvoie dans le numéro de série du jour correspondant
- **JOUR (Numéro\_de\_série)** : renvoie le jour, entre 1 et 31, correspondant au numéro de série du jour
- **MAINTENANT()** : renvoie le numéro de série de la date et de l'heure en cours ; si on entre MAINTENANT() dans une cellule, Excel le convertit en date et heure. Cette fonction n'est pas réévaluée, sauf si on ré-exécute la fonction.
- **MOIS (Numéro\_de\_série)** : renvoie le mois correspondant au Numéro\_de\_série du jour

## 12.7. Les fonctions de recherche

- **COLONNE (Référence)** : renvoie le numéro de la colonne de Référence (Colonne) renvoie le numéro de colonne de la cellule active)
  - **INDIRECT (Réf\_Texte; Logique)** : renvoie la valeur contenue dans la cellule Réf\_Texte, qui se présente sous la forme A1 si Logique = VRAI ou omis)
 

*Remarque : fonction pratique avec des cellules nommées*
- **LIGNE (Référence)** : renvoie le numéro de la ligne de Référence (Ligne) renvoie le numéro de ligne de la cellule active)

Nous abordons ici les formules de recherche dans un tableau qui renvoie une donnée corrélée à une valeur recherchée. C'est le cas de la recherche dans un annuaire par exemple, où on entre le nom d'une personne et on récupère ses coordonnées.

- **RECHERCHEV (Valeur\_Chchée; Zone\_de\_Recherche; N°\_index\_col; Valeur\_Proche)** : recherche Valeur\_Chchée dans la première colonne de la Zone\_de\_Recherche (plage continue de cellules) et renvoie la valeur de la cellule située sur la même ligne que Valeur\_Chchée et sur la colonne N°\_index\_col. Valeur\_Proche est un argument optionnel dans le cas où Excel ne trouve pas Valeur\_Chchée dans la première colonne : si Valeur\_Proche est omis ou VRAI; Excel cherche une valeur immédiatement inférieure dans la première colonne; si Valeur\_Proche est faux, la recherche est exacte.

- **RECHERCHEH (Valeur\_Chchée; Zone\_de\_Recherche; N°\_index\_lig; Valeur\_Proche)** : recherche Valeur\_Chchée dans la première ligne de la Zone\_de\_Recherche (plage continue de cellules) et renvoie la valeur de la cellule située sur la même colonne que Valeur\_Chchée et sur la ligne N°\_index\_lig. Valeur\_Proche est un argument optionnel dans le cas où Excel ne trouve pas Valeur\_Chchée dans la première ligne : si Valeur\_Proche est omis ou VRAI; Excel cherche une valeur immédiatement inférieure dans la première ligne; si Valeur\_Proche est faux, la recherche est exacte.

- **RECHERCHE (Valeur\_Chchée; Zone\_de\_Recherche; Zone\_de\_Résultat)** : recherche Valeur\_Chchée dans la Zone\_de\_Recherche qui est une ligne ou une colonne unique, et renvoie la valeur de la cellule située sur la même colonne ou la même ligne que Valeur\_Chchée. Les valeurs de Zone\_de\_Recherche doivent être classées par ordre croissant

*Remarque : il est préférable de préciser par défaut que la recherche doit être exacte (Valeur\_Proche = FAUX), sinon on oublie parfois de classer les valeurs et le résultat peut alors être aberrant..*

- **EQUIV (Valeur\_Chchée; Zone\_de\_Recherche; Type)** : recherche Valeur\_Chchée dans la Zone\_de\_Recherche (qui est une ligne ou colonne continue de cellules), et renvoie la position relative de Valeur\_Chchée (n° d'ordre dans la ligne ou la colonne); si Type = 0, la recherche est exacte; si Type = 1 et que la recherche n'a pas abouti, la fonction renvoie la

valeur immédiatement inférieure (Zone\_Recherche doit alors être classée par ordre croissant); si Type = -1 et que la recherche n'a pas abouti, la fonction renvoie la valeur immédiatement supérieure (Zone\_Recherche doit alors être classée par ordre décroissant)

*Remarque : Valeur\_Cherchée peut contenir les caractères "jokers" suivants :\* qui remplace une chaîne de caractères quelconque et ? qui remplace 1 caractère (ce n'est pas le cas des fonctions Recherche précédentes) – mettre type à 0*

→ **INDEX (Plage; N°\_lig; N°\_Col)** : renvoie la valeur de la cellule correspondant à N°\_lig et N°\_col de Plage (plage de cellules continues)

*Remarque : les deux fonctions précédentes sont souvent associées pour effectuer une recherche avec des caractères "jokers"*

*Exemple:= INDEX (Plage ; EQUIV ( Valeur\_Cherchée; Zone\_Recherche; 0 ) ; N°\_Col) qui recherche dans Plage (tableau total) la valeur exacte de Valeur\_Cherchée dans la colonne Zone\_Recherche et renvoie le contenu de la cellule située sur la même ligne à la colonne N°\_Col*

Exercice 12.f – Fonctions Recherche 1

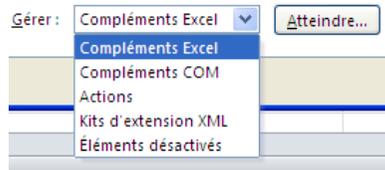
Exercice 12.fg – Fonctions Recherche 2

Exercice 12.h – Compléments temps de concentration

## 12.8. Fonctions complémentaires

D'autres fonctions peuvent être activées, qui se nomment "macros complémentaires" (en fait, une fonction n'est rien d'autre qu'une macro – un programme – développé sous VBA ; c'est que nous ferons plus tard).

On y accède par Fichiers → Options → Compléments → Gérer (tout en bas) → Compléments Excel et on coche les fonctions ou bibliothèques de fonctions est auxquelles on a accès.



Cette opération sera par exemple nécessaire pour charger le solveur (chapitre 16).



## 13. LES TABLEAUX ET LES FORMULES MATRICIELLES

Les tableaux permettent notamment de figer une série de valeurs en ligne ou en colonne (il peut s'agir d'une protection contre des manipulations malencontreuses) et de réaliser des boucles implicites dans des fonctions.

### 13.1. Entrée d'un tableau

Un tableau se présente sous forme d'une série de valeurs entre accolades. Si les caractères séparant chaque valeur sont des points-virgules (;), il s'agit de valeurs en colonne, si ces caractères sont des anti-slashes (\), il s'agit de valeur en ligne (symbole variable selon les versions d'Excel pour ce qui concerne les valeurs en ligne).

Pour entrer un vecteur colonne (en ligne), il faut sélectionner le nombre de cellules en colonne (en ligne) correspondant à la taille du tableau, et entrer les valeurs entre accolades précédées du signe '=' et avec le bon séparateur (; ou \). La validation s'effectue par **Ctrl+Shift+Entrée**.

*Remarque : cette forme de validation correspond à une validation matricielle. Le tableau est alors mis entre accolades.*

Exemple :  $=\{1|2|3\}$  donne

1	2	3
---	---	---

$=\{1|2|3 ; 4|5|6\}$  donne

1	2	3
4	5	6

*Remarque : L'utilisation du symbole "\" pour entrer des lignes ne semblant pas universel pour Excel, on peut se limiter à l'utilisation du seul symbole ";" qui lui semble toujours convenir pour entrer des colonnes.*

*Si on doit rentrer un tableau de plusieurs colonnes, on le décompose en autant de tableaux d'une seule colonne. Si on doit rentrer une ligne, on transpose la colonne en ligne par la fonction TRANSPOSE.*

*Exemple : = TRANSPOSE ({1 ; 2 ; 3}) renverra la série 1, 2 et 3 en ligne sur 3 cellules*

Un tableau peut être nommé.

Les valeurs peuvent être nombres, des constantes (du texte entre guillemets), des valeurs logiques ou des messages d'erreurs. On ne peut pas mettre de formules.

Une valeur d'un tel tableau ne peut être modifier que si tout le tableau est sélectionné. Cela constitue une protection contre les mauvaises manipulations.

On ne peut pas insérer de cellules, lignes ou de colonnes dans un tableau.

Pour retrouver l'étendue d'un tableau (le nombre de cellules qu'il implique), on peut utiliser les commandes suivantes :

- sélectionner une cellule quelconque du tableau → Ctrl+/
- sélectionner une cellule quelconque du tableau → Edition → Atteindre → Cellules → Zone en cours

Si le nombre de cellules sélectionnées est supérieur au nombre de valeurs du tableau, les cellules supplémentaires prennent la valeur d'erreur #N/A, si ce nombre est inférieur, les valeurs excédentaires n'apparaissent pas.

Pour changer le nombre de cellules d'une formule matricielle (éliminer les cellules excédentaires ou ajouter des cellules manquantes), on peut procéder ainsi :

- sélectionner la zone matricielle complète (Ctrl+/)
- éditer la formule (clic dans la barre de formule ou F2)
- valider par Ctrl+Entrée pour recopier la formule dans chaque cellule
- sélectionner la nouvelle zone (en enlevant ou ajoutant des cellules)
- éditer la formule (clic dans la barre de formule ou F2)
- valider par Ctrl+Shift+Entrée

### 13.2. Boucles implicites

Les boucles implicites permettent d'alléger et de sécuriser grandement les feuilles de calcul et permettent des opérations automatiques puissantes.

#### 13.2.1. Formule matricielle sur plusieurs cellules

La première application qu'on peut voir se rapproche du paragraphe précédent et vise à sécuriser et alléger les manipulations. Supposons qu'on veuille réaliser l'opération ci-dessous.

On peut écrire la première formule = A1\*A2 et la recopier à droite.

	A	B	C		A	B	C
1	3	2.2	4	ce qui donne	3	2.2	4
2	5.3	5	1.3		5.3	5	1.3
3	=A1*A2	=B1*B2	=C1*C2		15.9	11	5.2

On peut aussi entrer une formule matricielle (fig. 13.a):

- on sélectionne A3 à C3 (les cellules sont alors "liées")
- on entre = A1:C1 \* A2:C2
- on valide par Ctrl+Shift+Entrée : la formule est alors mise entre accolades et le contenu des 3 cellules A3 à C3 apparaît ainsi : {= A1:C1 \* A2:C2}

	A	B	C
1	3	2.2	4
2	5.3	5	1.3
3	=A1:C1*A2:C2	=A1:C1*A2:C2	=A1:C1*A2:C2

Fig. 13.a. : formule matricielle

Les 3 cellules sont liées par cette formule matricielle : on est sûr qu'elles contiennent la même formule et on ne peut pas modifier leurs contenus indépendamment.

Les formules matricielles peuvent être copiées et déplacées, les références peuvent être relatives ou absolues : elles se manipulent comme des formules.

#### 13.2.2. Formule matricielle sur une cellule

On peut élaborer une formule matricielle dont le résultat s'applique à une seule cellule. Reprenons l'exemple précédent et calculons la Somme des Produits (A1\*A2 + B1\*B2 + C1\*C2) dans la cellule A3.

On pourrait créer une ligne intermédiaire ou on calcule les produits et dont on ferait la somme dans la cellule A3.

On peut aussi faire mieux, sans utiliser de cellules intermédiaires, par une formule matricielle en tapant dans A3 : = SOMME(A1:C1 \* A2:C2) et en validant par Ctrl+Shift+Entrée. (fig. 13.b).

	A	B	C
1	3	2.2	4
2	5.3	5	1.3
3	32.1		

Fig. 13.b. : Formule matricielle

Ceci permet d'alléger la feuille de calcul. Une telle formule matricielle peut bien sûr être nommée.

Autre exemple : calcul des valeurs centrées réduites d'un vecteur A1:A10 dans B1:B10.

*Remarque* : une valeur centrée réduite se calcule en retranchant la moyenne des valeurs du vecteur et en divisant par l'écart type.

- sélection de B1:B10
- taper =(A1:A10 – MOYENNE(A1:A10))/ECARTYPEP(A1:A10)
- valider par Ctrl+Shift+Entrée

Pour un vecteur de valeurs 0 à 10, le résultat est donné sur la figure 13.c.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-1.567	-1.219	-0.870	-0.522	-0.174	0.174	0.522	0.870	1.219	1.567

Fig. 13.c. : Formule matricielle

#### 13.2.3. Boucle dans une formule matricielle

Un tableau utilisé dans un argument de fonction va faire boucler la fonction avec à chaque étape une des valeurs du tableau comme argument.

Par exemple, on peut afficher les 3 plus petites valeurs du vecteur A1:A10 dans les cellules B1:B3

- sélection de B1:B3
- taper = PETITE.VALEUR (A1:A10 ;{1;2;3})
- valider par Ctrl+Shift+Entrée

Les arguments 1, 2 et 3 sont successivement utilisés pour évaluer la fonction PETITE.VALEUR dans les cellules respectives B1 à B3.

*Remarque* : pour avoir le résultat en ligne, il faut transposer le tableau avec des points virgules comme séparateur, soit = PETITE.VALEUR (A1:A10 ;TRANSPOSE({1;2;3}))

Le calcul de la moyenne des 3 plus petites valeurs en B1 s'écrira :

$$= \text{MOYENNE} (\text{PETITE.VALEUR} (\text{A1:A10} ; \{1;2;3\}))$$

*Remarque* : on voit avec le cas suivant comment paramétrer une telle fonction (moyenne des n plus petites valeurs)

#### 13.2.4. Test(s) dans une formule matricielle

Le dernier exemple peut être réalisé avec un test simple intégré à la formule matricielle : il suffit de faire la moyenne des valeurs dont le rang est inférieur au rang fixé.

Supposons que ce rang fixé soit dans la cellule C1, l'instruction est :

$$= \text{SOMME}(\text{SI}(\text{A1:A10} \leq \text{PETITE.VALEUR}(\text{A1:A10};\text{C1});\text{A1:A10};0))/\text{C1}$$

*Remarque : il va de soit que ce cas inclut la moyenne des valeurs inférieures à un seuil: il suffit de remplacer la fonction PETITE.VALEUR par le seuil en question (qui serait par exemple dans la cellule C1). Il faut en plus compter le nombre de valeurs utilisées pour le calcul de la moyenne soit :*

$$=SOMME(SI(A1:K1<=M1;A1:K1;0))/(SOMME(SI(A1:K1<=M1;1;0)))$$

Pour les tests multiples, les fonctions ET et OU ne fonctionnent pas bien dans les formules matricielles, sans que je sache si c'est normal ou un bug.

Il est donc préférable d'imbriquer les tests. Par exemple, pour faire la moyenne des valeurs (contenues dans les cellules A1 à A10) de rang supérieur à un rang fixé (dans la cellule C1) et inférieur à un autre rang fixé (dans la cellule C2), l'instruction est :

$$=SOMME(SI(A1:A10<PETITE.VALEUR(A1:A10;C1);0;SI(A1:A10>PETITE.VALEUR(A1:A10;C2);0;A1:A10)))/(C2-C1+1)$$

### 13.2.5. Noms et formules matricielles

Chaque formule matricielle précédente peut bien sûr être stockée dans un nom (toujours validé par Ctrl+Shift+Entrée), nom lui-même ensuite utilisé dans une autre formule.

*Exemple : en reprenant l'exemple du cas 1 : on nomme CoutUnitaire la zone A1:C1, Quantité la zone A2:C2 et Prix = CoutUnitaire \* Quantité; Il reste alors à taper =Prix dans la zone A3:C3 pour avoir le résultat escompté. Le prix total pourra être obtenu dans une cellule par =SOMME(Prix)*

*Remarque : Il faut toujours bien prendre garde aux références –relatives ou absolues– utilisées dans les noms et les formules.*

### 13.2.6. La fonction DECALER

La fonction DECALER permet de renvoyer les valeurs de cellules qui sont en décalage par rapport à une cellule de référence; sa syntaxe est :

**DECALER ( Référence ; Décal\_Lig ; Décal\_Col; Hauteur ; Largeur)** renvoie les cellules décalées de Décal\_Lig lignes et Décal\_Col colonnes par rapport à Référence, sur une plage de Hauteur lignes et Largeur colonnes.

Exercice 13.a – Calculs par formules matricielles

Exercice 13.b – Formules matricielles

## 14. LES GRAPHIQUES EXCEL

### 14.1. Création d'un graphique

Les graphiques sont une des applications les plus utilisées d'Excel. Ils sont en effet très faciles à implémenter.

L'assistant graphique se lance dans l'onglet Insertion → Choix du type de graphique

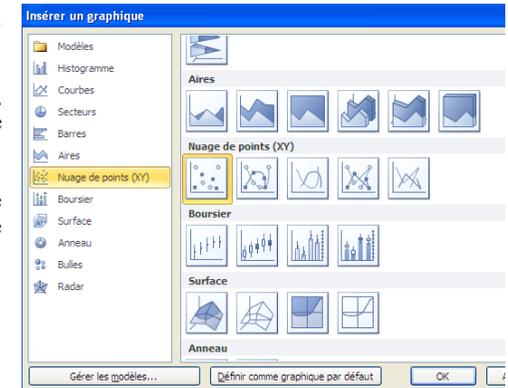
Il y a 11 types de graphiques standard. On ne les étudiera pas tous.

D'un point de vue scientifique, un type, celui correspondant aux tracés de courbes, va surtout nous intéresser.

Nous étudierons uniquement le type "nuage de points" (fig. 14.b) qui est le mieux adapté dans un cadre scientifique.



Fig. 14.b: les types graphiques



#### **Remarque importante**

Contrairement à ce que sous-entend le type de graphique "courbes", il n'est pas le plus adapté car il trace un graphique avec un pas en abscisse constant.



Ce type de graphique permet de tracer des points selon 5 options:

- tracé de points (X, Y)
- tracé de points (X, Y) reliés par des segments linéaires avec marquage des points
- tracé de points (X, Y) reliés par des segments linéaires sans marquage des points
- lissage des points (X, Y) avec marquage des points
- lissage des points (X, Y) sans marquage des points

#### **Remarque importante**

Le lissage correspond à une interpolation du type spline (la courbe passe par les points).

Il est clair que ce type de graphique est "joli", puisque bien lissé; mais la courbe peut atteindre des valeurs supérieures au maximum observé (ou inférieures au minimum observé) ce qui peut être physiquement totalement aberrant.

On préférera donc un **tracé de points reliés par des segments linéaires**, qui même s'il est moins "joli", ne conduira pas à des extrapolations hasardeuses.

Il reste donc le choix entre la première, la quatrième ou la cinquième option.

Les différentes étapes de création d'un graphique sont :

- choisir le type de graphique (fig. 14.b)

Excel crée alors un cadre vide pour le graphique, et un nouvel onglet

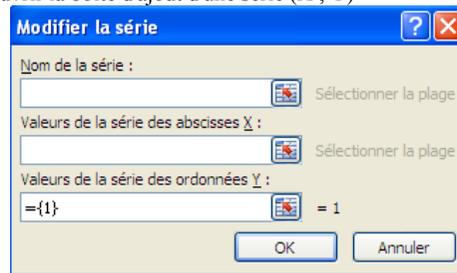


- **données sources** : choisir la série de données à mettre sur le graphique (cette série peut-être présélectionnée avant d'activer l'assistant graphique)

Vous pouvez alors utiliser cet onglet pour localiser vos données (bouton "Sélectionner des données"), mais le plus rapide reste le clic-droit dans le cadre du graphique où vous retrouverez le même bouton.



"Ajouter" permet d'ouvrir la boîte d'ajout d'une série (X, Y)



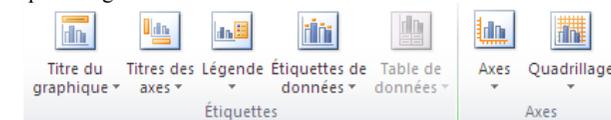
- **Emplacement du graphique** : Le graphique se crée automatiquement dans la feuille courante. On peut le déplacer dans une autre feuille ou sur une feuille graphique

Onglet "Outils de graphique" (bouton "Déplacer le graphique"), mais le plus rapide reste le clic-droit dans le cadre du graphique où vous retrouverez le même bouton.



## 14.2. Mise en forme d'un graphique

L'onglet "Outils de graphique" offre toutes les options de mises en forme des axes, des étiquettes, du quadrillage ...



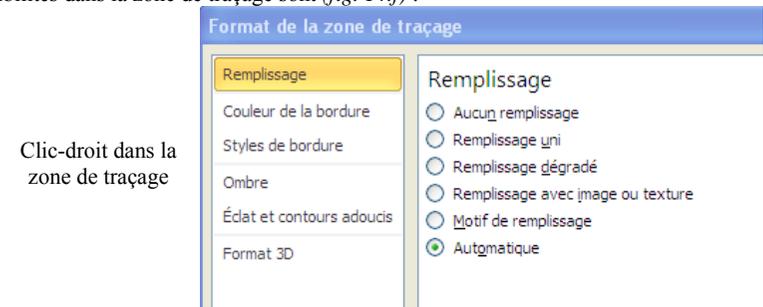
Pour le reste, il faut savoir qu'il y a 2 zones dans un graphique :

- la zone de graphique qui est la zone centrale où figure le graphique
  - la zone de traçage qui correspond à la zone périphérique qui entoure la zone le graphique
- Chacune de ces zones peut avoir sa propre mise en forme.

Une fois le graphique créé, on peut modifier la zone de graphique ou la zone de traçage, ce qui donne accès en fait à toutes les options graphiques par un **clic-droit** dans la zone concernée.

### 14.2.1. Zone de traçage

Les possibilités dans la zone de traçage sont (fig. 14.f) :



Clic-droit dans la zone de traçage

Fig. 14.f : Modification d'une zone de traçage

### 14.2.2. Zone de graphique

Les principales possibilités dans la zone de graphique sont (fig. 14.g) :

Clic-droit dans la zone graphique

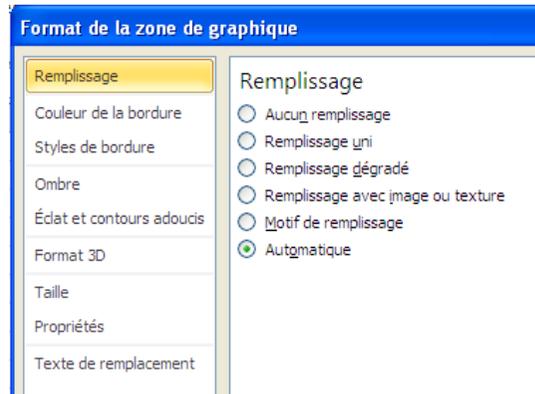


Fig. 14.g. : Modification d'une zone graphique

### 14.2.3. Caractéristiques du tracé (axes, légendes, barres d'erreur, axe double)

On peut intervenir sur certaines caractéristiques de graphique en faisant un clic-droit directement dessus : polices des axes, des entêtes, du titre, mode de représentation d'une des courbes, échelles des axes, type de quadrillage, ....

Une boîte de dialogue s'ouvre alors pour gérer l'objet sélectionné.

Prenons par exemple le **format de l'axe Y** (fig. 14.i) pour lequel on veut modifier l'échelle, la boîte de dialogue est la suivante :

Clic-droit sur l'axe Y

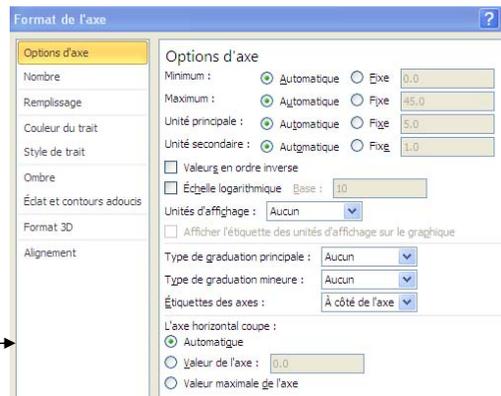
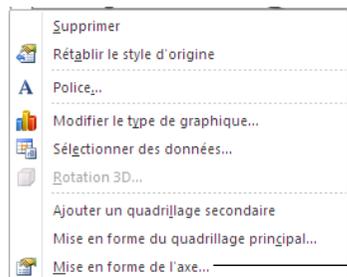


Fig. 14.i. : Boîte de dialogue du format des axes

Il est également possible d'intégrer des **légendes paramétrées** dans un graphique (la légende est reliée au contenu d'une cellule) :

- cliquer sur le graphique → Onglet "Outils de graphique" → Disposition → Zone de texte  
Ceci crée une zone de texte sur le graphique.

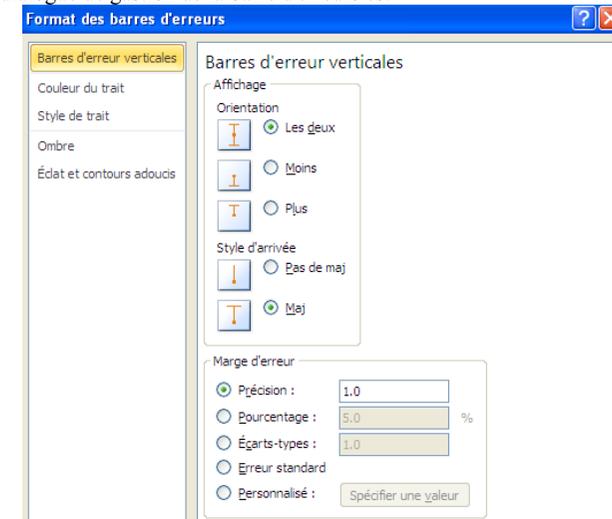
- Sélectionner la barre de formules et taper = dans la barre de formules et soit on entre un texte, soit on fait référence à une cellule contenant un texte (ou une valeur, ou une formule).

L'onglet "Outils de dessin" de la légende permet ensuite de formater à volonté le texte.

Dans la même veine, on peut aussi lier le **titre et le nom des axes à la valeur d'une cellule**. Il faut tout d'abord créer le titre et/ou des noms d'axes dans une cellule, puis sélectionner sur le graphique le titre ou les noms d'axes et taper dans la barre de formules le signe = suivi soit d'un nom, soit d'une référence de cellule.

Sur le tracé, on peut associer une **"barre d'erreur"** permettant d'associer à chaque point une marge d'erreur verticale et/ou horizontale. On sélectionne la série où on veut des barres d'erreurs Outils de graphiques → Disposition → barres d'erreurs.

La boîte de dialogue de gestion de la barre d'erreurs est

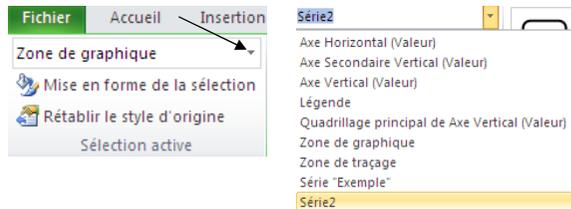


On choisit une barre d'erreur d'un seul coté ou des 2 cotés et l'ampleur de l'erreur qui peut s'exprimer en :

- Précision : une valeur identique pour tout les points
- Pourcentage : de la valeur de chaque point
- Un nombre d'écart-type : la barre d'erreur est identique pour tous les points, centrée sur la moyenne et proportionnelle à l'écart-type.
- Erreur type =  $\text{écart-type} / n^{0.5}$  où n est le nombre de point
- Valeurs personnalisées : on associe 2 plages de cellules qui donnent les erreurs à droite et à gauche de chaque point

Enfin, on peut avoir un **axe double** en y, donc avec 2 échelles distinctes à gauche et à droite. Pour cela, il faut qu'il y ait au moins 2 séries de points présentes sur le tracé (chaque série aura son axe).

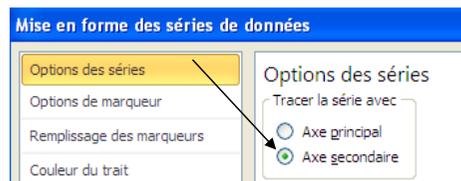
- Sélectionner le graphique
- A gauche de l'onglet Outils de graphique / Mise en forme, sélectionner la série qui fera référence à l'axe secondaire (série2 dans cet exemple)



- cliquer alors "Mise en forme de la sélection" (toujours dans la même zone, à gauche du ruban)

Remarque : on a parfois du mal à sélectionner un des objets du graphique ; on peut accéder à n'importe quel objet par la manipulation que l'on vient de voir.

- Sélectionner dans les Options des séries "Axe secondaire"



### 14.3. La fonction SERIE

Pratiquement, les courbes tracées sont générées par une fonction qui se nomme « SERIE » dont la syntaxe est :

- **SERIE (nom ; types\_de\_catégorie ;valeurs ;ordre)** où
  - nom est le nom de la série
  - types\_de\_catégorie (optionnel)
  - valeurs est la zone concernant les valeurs
  - ordre est le numéro d'ordre de la série

Les références de zone de fonctions Série sont toujours absolues et doivent donc contenir le nom de la feuille de calcul.

Cette fonction n'est pas directement accessible comme les autres fonctions (sauf à partir d'un graphique), mais elle peut être créée ou modifiée une fois le graphique créé, notamment :

- le nom peut faire référence à une cellule (dont le contenu peut être le résultat d'une formule utilisant les fonctions – de manipulation de textes par exemple)
- les valeurs peuvent être des noms ; à ce moment là, si la zone à laquelle le nom fait référence change, y compris en nombre de valeurs, alors le graphique s'adapte. Cette possibilité permet de gérer des graphiques variables en nombre de valeurs.

Exemple : supposons qu'on fasse un graphique dont les abscisses sont dans la colonne A et les ordonnées dans la colonne B ; On obtient la fonction Série suivante :

=SERIE(Feuil1!\$A\$1:\$A\$3;Feuil1!\$B\$1:\$B\$3;1)

Le nombre de valeurs de ces 2 colonnes peut changer et la fin des données se manifeste par des cellules vides.

On crée 2 noms, par exemple Axe\_X et Axe\_Y ainsi :

- $Axe\_X = DECALER(Feuil1!$A$1;0;0;NB(Feuil1!$A:$A))$

- $Axe\_Y = DECALER(Feuil1!$B$1;0;0;NB(Feuil1!$B:$B))$

Ces deux noms permettent de récupérer en mémoire d'Excel les 2 séries de données. On crée le graphique en prenant un nombre de valeurs quelconque, et on modifie ensuite dans la fonction Série les zones de valeurs par Axe\_X et Axe\_Y soit :

=SERIE(;Classeur1!AxeX;Classeur1!AxeY;1)

Le graphique est maintenant paramétré en fonction du nombre de valeurs dans les colonnes A et B (on notera que les références sont légèrement différentes puisque les cellules font référence à la feuille1 – du classeur courant par défaut – et les noms font référence au classeur; en effet, un nom est connu dans tout le classeur par défaut, et sa référence est donc bien par rapport au classeur)

### 14.4. Les graphiques personnalisés

Cette option permet de mémoriser une configuration de graphique afin de pouvoir le reprendre à différentes occasions. Ainsi, le type de graphique, le format des axes, des titres, des légendes, ... sont conservés et peuvent être réutilisés pour des graphiques de format identiques sans avoir tout à redéfinir.

Après avoir créé un graphique (qui servira de modèle), dans l'onglet "Outils de graphique / Création", cliquez "Enregistrer comme modèle" et lui donner un nom (un fichier s'enregistre dans une zone prédéfinie du "dossier Excel". Il est vivement conseillé de ne pas changer ce sous-dossier, ou alors il faut être capable de retrouver ce nouveau sous-dossier.

Lorsqu'on veut ensuite faire appel à ce modèle, il faut le choisir comme type de graphique : Insertion → Graphiques → autres / Tous types de graphiques / Modèles et choisir son modèle.

Exercice 14.a – Comparaison de graphiques

Exercice 14.b – Tracé des fonctions trigonométriques

Exercice 14.c – graphique  $f(x) = \sin(ax+b)$

Exercice 14.d – Graphique de Grant

Exercice 14.e – Graphique Pertes de charge =  $f(Q)$

## 15. LES FONCTIONS COMPLEXES

Ces fonctions concernent des méthodes mathématiques particulièrement utilisées en calcul scientifique. Le résultat de ces fonctions concerne souvent une plage de cellules. La validation s'effectuera donc par Ctrl+Shift+Entrée.

Nous voyons ici quelques-unes de ces fonctions

### 15.1. La régression

La régression est une technique mathématique d'approximation permettant de faire passer au mieux une courbe d'équation donnée dans un nuage de points. Cette meilleure façon de faire est obtenue en minimisant un critère, ici la somme du carré des écarts verticaux entre la courbe et les points.

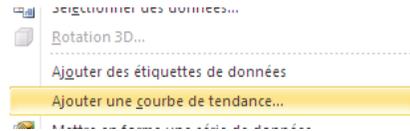
On peut invoquer dans Excel cette technique à 2 niveaux :

- directement dans un graphique ;

- dans une feuille de calcul

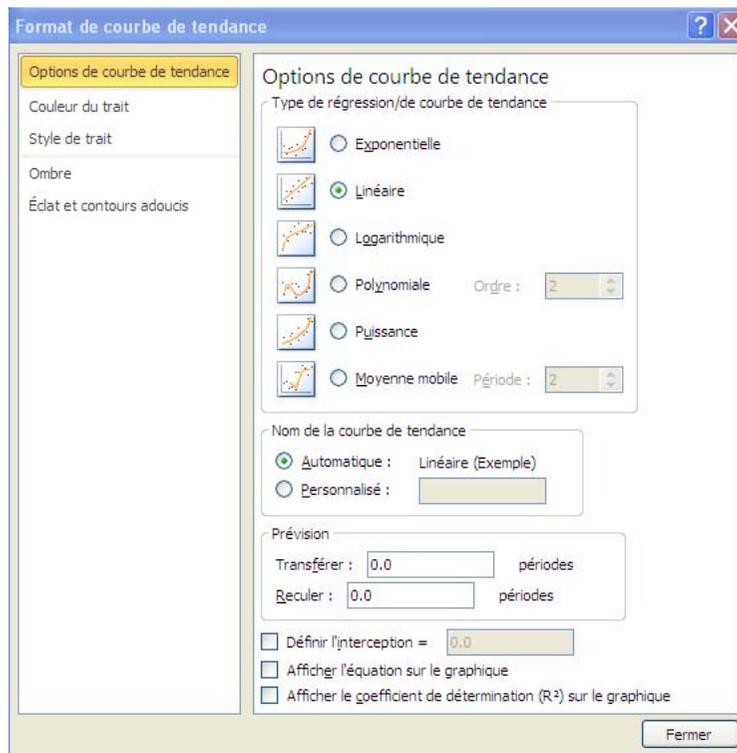
### 15.1.1. Régression dans un graphique

Après avoir créé un graphique, on sélectionne les points dont on veut obtenir une approximation → clic-droit → ajuster une courbe de tendance (ou bien Outils de graphique / Disposition → courbe de tendance.



On a le choix entre plusieurs types de courbe :

- exponentielle :  $y = a e^{bx}$
- linéaire :  $y = ax + b$
- logarithmique :  $y = a \ln(x) + b$
- polynomiale :  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots$  (on choisit le degré du polynôme)
- puissance :  $y = a x^b$
- et la moyenne mobile qui n'est pas à proprement parlé une régression, mais plutôt un lissage (on choisit le nombre de valeurs intervenant dans une moyenne)



Les autres options permettent :

- de donner un nom à la courbe de tendance,
- de tracer la courbe de tendance au-delà des abscisses de la série de points. Transférer extrapole à droite de la série, et Reculer à gauche. Les périodes correspondent à une quantité ajoutée à la valeur maximale ou minimale.
- d'avoir la courbe d'approximation qui coupe l'axe des abscisses en un point donné,
- d'afficher sur le graphique l'équation ajustée,
- d'afficher le coefficient de détermination de la régression.

Pour modifier le format de la courbe de tendance, il faut sélectionner cette courbe (une fois créée) et accéder à l'onglet Motif permet de choisir le format de la courbe par un clic-droit.

### 15.1.2. Régression dans une feuille de calcul

On vient de voir qu'on pouvait récupérer l'équation d'un ajustement sur un graphique. Dans le cas d'un ajustement polynomial, on peut récupérer les coefficients d'ajustement directement dans une feuille de calcul, afin par exemple de les utiliser par la suite dans des calculs. Une fonction matricielle le permet :

{= DROITEREG(Y\_connus ; X\_connus ; constantes ; statistiques)}

- Y\_connus est un vecteur qui correspond aux ordonnées des points (variable expliquée)
- X\_connus est une matrice qui correspond aux variables explicatives (voir plus loin)
- Constante est un booléen qui quand il est faux (ou = 0) fait passer la régression par le point (0,0) (vrai ou =1 par défaut)
- Statistiques est un booléen qui correspond à un certain nombre de résultats (si vrai) sur lesquels nous reviendrons lors de l'enseignement de statistiques (si cet argument est vrai, il faut alors sélectionner 5 lignes – et autant de colonnes que nécessaires selon le degré de la régression).

Les résultats, c'est-à-dire les différents coefficients de la régression, sont renvoyés en ligne. Il faut sélectionner au moins autant de cellules qu'il y a de coefficients et valider par Ctrl+Shift+Entrée.

*Exemple : Supposons qu'à partir de couples (X,Y), on veuille ajuster un polynôme de degré 2 de la forme  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  avec les X en A1:E1 et les Y en A2:E2*

- Y\_connus est le vecteur des Y
- X\_connus est la matrice composée des valeurs de X et de X<sup>2</sup> : soit il faut créer une ligne supplémentaire pour intégrer les X<sup>2</sup>, soit on crée cette matrice en mémoire d'Excel . La façon la plus élégante de procéder est de générer cette matrice par une boucle implicite : A1:E1^{1 ; 2}
- Constante est vrai ou omis ;

soit la fonction matricielle sur 3 cellules :

{= DROITEREG(A2:E2; A1:E1^{1;2})}

*Remarque : si les données sont en colonne, il faut transposer le tableau {1;2}*

*Remarque : pour ajuster une courbe autre qu'un polynôme, il faut faire un changement de variable pour se ramener à une forme polynomiale.*

Remarque : Excel possède la possibilité d'ajuster une équation polynomiale de degré 15 au maximum. Pratiquement, le degré de telles courbes ne dépasse pas 5 ou 6 (c'est d'ailleurs le degré maximum qui est proposé au niveau d'une régression dans un graphique)

Enfin, si l'argument Statistiques permet s'il est mis à VRAI ou =1 (FAUX ou =0 s'il est omis) d'afficher certaines caractéristiques statistiques :

Soit la relation à caler  $Y = m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + b$

La fonction DroiteReg(VectY; VectX;;1) tapée à partir de la cellule A1 renvoie les résultats suivants :

	A	B	C	D	E	F
1	$m_n$	$m_{n-1}$	...	$m_2$	$m_1$	$b$
2	$se_{n-1}$	$se_{n-1}$	...	$se_2$	$se_1$	$Se_b$
3	$r^2$	$se_y$	$r^2$ est le coefficient de détermination			
4	F	dF				
5	$\sum(\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2$	$\sum(y_i - \hat{y}_i)^2$	soit : $n \times$ la variance expliquée et $n \times$ la variance résiduelle			

Exercice 15.a – Régression + graphique

Exercice 15.b – Ajustement de Montana

## 15.2. Les calculs sur les matrices

Les calculs matriciels sont très utilisés en ingénierie, notamment pour la résolution des systèmes d'équations linéaires. Trois fonctions matricielles permettent de gérer ces calculs :

- **PRODUITMAT**(matrice1 ; matrice2) : réalise le produit de 2 matrices ;
- **INVERSEMAT**(matrice) qui inverse une matrice carrée;
- **TRANSPOSE**(matrice) qui transpose une matrice ;

Il va de soit que le résultat de ces fonctions concerne une zone de cellule, et donc la validation se fera par Ctrl+Shift+Entrée.

Exercice 15c : Calcul matriciel

## 15.3. La recherche d'une solution d'une équation (valeur cible)

Cette fonction "valeur cible" concerne la recherche de la racine d'une équation.

La recherche de la racine se fait par un système itératif (de type algorithme de Newton) qui nécessite d'avoir une valeur initiale pour démarrer le calcul. La résolution est purement numérique et peut ne pas aboutir.

On accède à cette fonctionnalité par Données / Outils de données → Analyse de scénarios → Valeur Cible qui ouvre une boîte de dialogue (fig. 15.c) :

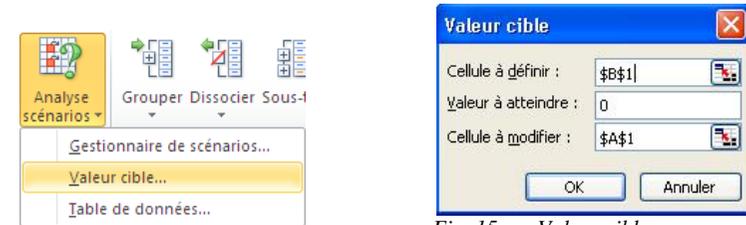


Fig. 15.c. : Valeur cible

- la cellule où on va écrire l'équation à résoudre ; cette équation est forcément une formule qui pourra être évaluée ;
- la valeur recherchée pour l'équation (souvent zéro) ;
- la cellule variable où la solution est affichée (si la solution est trouvée).

Remarque : ces méthodes ne convergent pas toujours vers une solution. Si on sait pertinemment qu'une solution existe, il faut changer la valeur initiale en tachant d'en prendre une plus proche de la solution cherchée (dans un problème physique, on a souvent une idée de l'ordre de grandeur de la solution).

Par ailleurs, s'il existe plusieurs solutions, le système pourra converger vers une des solutions qui dépend de la valeur initiale choisie. Dans tous les cas, cet algorithme ne peut trouver qu'une seule racine à la fois.

Exercice 15d : Résolution équation du second degré par valeur cible

Exercice 15e – Calcul des profondeurs Normale et Critique

## 15.4. L'optimisation d'un critère (solveur)

Il s'agit d'une extension du problème précédent où plusieurs inconnues peuvent être recherchées simultanément afin de minimiser un critère.

Le solveur utilise, comme précédemment, un algorithme itératif de type Newton, mais à plusieurs dimensions (système d'équations).

On y accède par Données / Analyse → Solveur

La boîte de dialogue du solveur est plus complexe que la boîte de dialogue de 'valeur cible' (fig. 15.d) :

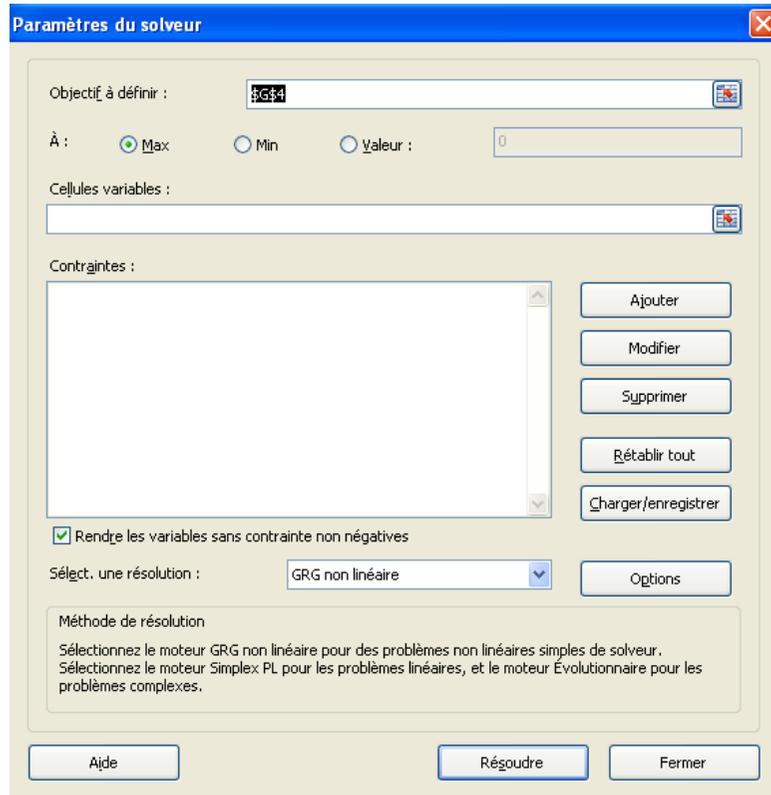


Fig. 15.d. Le Solveur

Elle comporte :

- la localisation de la cellule cible qui contient le critère à traiter; il s'agit forcément d'une formule faisant intervenir d'autres cellules
- une option qui permet de maximiser, minimiser ou rechercher une valeur exacte pour la cellule cible (critère)
- les cellules variables dont Excel va rechercher les valeurs telles que le critère soit vérifié
- éventuellement, une autre boîte de dialogue permet de rajouter des contraintes que l'on impose aux cellules variables.



Exercice 15.f – Utilisation du solveur

Exercice 15.g – Calage d'une relation polynomiale avec le solveur

Exercice 15.h – Calage d'une relation de Montana avec le solveur

## 16. L'UTILISATION DES BOITES DE COMMANDES

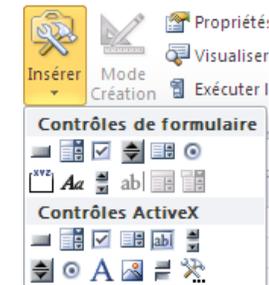
On accède aux boîtes de commandes après avoir activé l'onglet développeur. Cet onglet n'est pas présent dans la version d'Excel standard, il faut donc le charger : Fichier / Options / Personnaliser le ruban / Onglets principaux (fenêtre de droite) / cliquez "Développeur".

Dans l'onglet Développeur, le bouton Insérer permet d'activer 2 types de boutons :

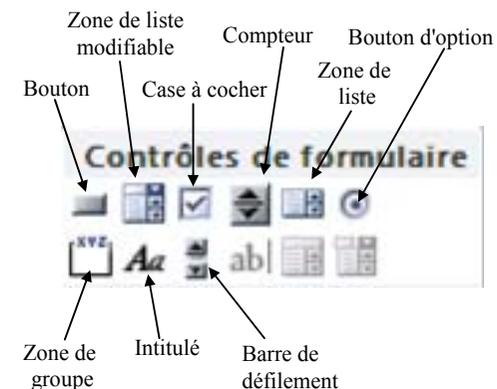
- Contrôles de formulaires
- Contrôles ActiveX

Ce sont les contrôles de formulaire qui sont exploitables directement à partir d'Excel.

*Remarque : attention à ne pas prendre la boîte à outils "Boîte à outils Contrôles" qui offre plus de fonctionnalités, mais qui s'utilise différemment (nous aborderons cette boîte à outils avec le VBA)*



Ces boîtes de commandes permettent de rendre conviviales les feuilles de calcul Excel, de façon simple. Nous voyons les principales possibilités.



### 16.1. Intitulé

Cette boîte ouvre simplement une fenêtre (appelée étiquette) où on peut introduire du texte, non lié au positionnement d'une cellule. Le déclenchement d'une macro peut être associé à la sélection de l'intitulé.

## 16.2. Zone de groupe (cadre)

Appelées également Frame ou Cadre, ces zones permettent de regrouper notamment les boutons d'options, en les associant (par exemple, parmi n boutons d'options inclus dans un cadre, un seul pourra être actif – voir les boutons d'options).

Plus à l'aval, les cadres permettent en programmation Visual Basic, de tester les valeurs d'options d'un même cadre.

## 16.3. Boutons

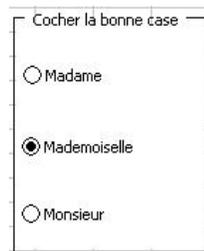
Le bouton sert à activer une macro quand on le clique. Il évite d'avoir à manipuler les menus d'Excel pour accéder aux macros.

## 16.4. Boutons d'options

Les boutons d'options permettent d'affecter un nombre entier positif, à partir de la valeur 1, à une cellule associée, ce nombre positif dépendant du bouton d'option effectivement actif.

Si plusieurs boutons d'options sont inclus dans un même cadre, un seul bouton peut être actif dans ce cadre. Si on ne crée pas de cadre, la feuille Excel est considérée comme un cadre.

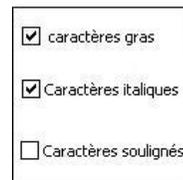
Les coordonnées de la cellule associée sont entrées dans une boîte de dialogue activée par un clic-droit sur l'objet bouton d'options.



## 16.5. Cases à cocher

Les cases à cocher permettent d'associer la valeur Vrai à une cellule associée si la case à cocher est cochée, Faux dans le cas contraire.

Les coordonnées de la cellule associée sont entrées dans une boîte de dialogue activée par un clic-droit sur l'objet case à cocher.



## 16.6. Zone de liste

Associé à une plage de cellules, la zone de liste permet de choisir une des valeurs parmi cette liste (dans une liste éventuellement déroulante). Le numéro d'ordre de l'élément choisit peut être récupéré dans une autre cellule. Dans l'exemple qui suit, la liste est dans les cellules A1:A14, la récupération de la sélection dans la cellule D7 (fig. 16.c).

*Remarque : la formule =INDEX(A1:A14;D7) permet de récupérer la valeur en question.*

C'est toujours un clic-droit sur l'objet Zone de liste qui permet d'accéder au format de contrôle.

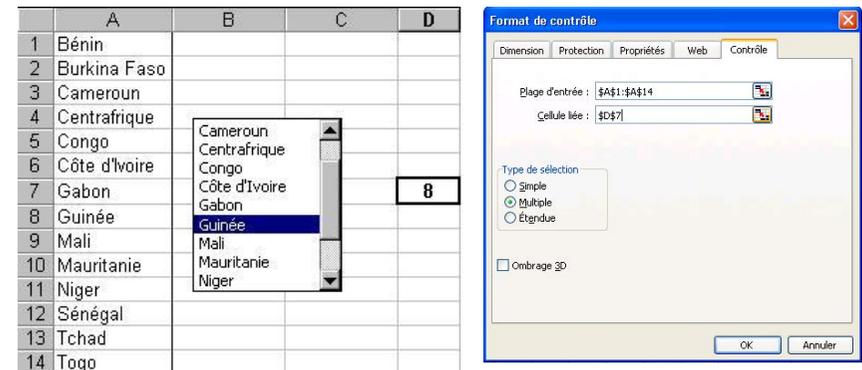


Fig. 16.c. : Zone de liste

Le type de sélection Multiple ou Etendue permet de sélectionner plusieurs occurrences :

- En mode Multiple, le clic-gauche sélectionne ou désélectionne une occurrence
- En mode Etendu, on peut utiliser les touches Ctrl ou Shift

Si le type de sélection Multiple ou Etendue est sélectionné, la cellule liée est ignorée.

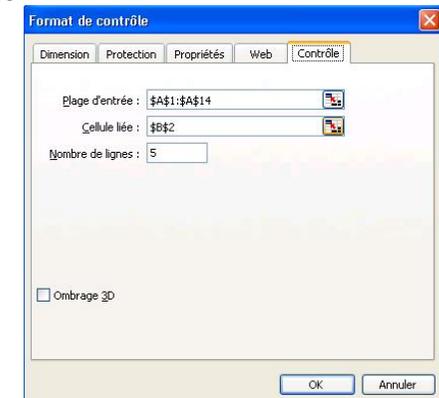
*Remarque*

*On retrouve ici des fonctionnalités analogues à celles rencontrées dans Données → Validation..*

## 16.7. Zone de liste modifiable

C'est le même principe de fonctionnement que Zone de liste, avec les différences suivantes :

- la liste n'apparaît pas par défaut sur l'écran : elle n'est activée que si on clic la zone de liste modifiable
- on peut paramétrer le nombre d'éléments qui apparaît dans la liste (voir la boîte de contrôle à droite).



Dans l'exemple ci-dessous (fig. 16.d), on sélectionne 1 pays parmi 14 dont la liste figure dans les cellules A1 à A14.

- La cellule liée à la zone de liste est la cellule C2.
- Dans la cellule B5, il y a la formule « = INDEX(A1:A14 ; C2) »,
- La première vue montre l'état de la feuille avant de d'activer la zone de liste : y figure la dernière sélection réalisée
- La deuxième vue montre la feuille pendant la sélection de la zone de liste (où on a choisit d'afficher 5 éléments de la liste)
- La troisième vue montre l'état de la feuille après sélection du Sénégal

	A	B		A	B		A	B
1	Bénin			1	Bénin		1	Bénin
2	Burkina Faso	Bénin		2	Burkina Faso	Mali	2	Burkina Faso
3	Cameroun			3	Cameroun	Mali	3	Cameroun
4	Centrafrique	Sélection :		4	Centrafrique	Mauritanie	4	Centrafrique
5	Congo	Bénin		5	Congo	Niger	5	Congo
6	Côte d'Ivoire			6	Côte d'Ivoire	Sénégal	6	Côte d'Ivoire
7	Gabon			7	Gabon	Tchad	7	Gabon
8	Guinée			8	Guinée		8	Guinée
9	Mali			9	Mali		9	Mali
10	Mauritanie			10	Mauritanie		10	Mauritanie
11	Niger			11	Niger		11	Niger
12	Sénégal			12	Sénégal		12	Sénégal
13	Tchad			13	Tchad		13	Tchad
14	Togo			14	Togo		14	Togo

Vue1

Vue2

Vue3

Fig. 16.d. : Zone de liste modifiable

## 16.8. Compteurs

Le compteur sert à faire varier la valeur d'une cellule avec un pas entier positif donné, en cliquant en haut (pour augmenter la valeur) ou en bas (pour diminuer), dans une échelle de valeurs limites positives et entières (valeur minimale et maximale).

Ces paramètres (pas, valeur minimale, valeur maximale, cellule associée) sont entrés dans une boîte de dialogue activée par un clic-droit sur l'objet compteur.

## 16.9. Barres de défilement

La barre de défilement sert à faire varier la valeur d'une cellule avec un pas entier positif donné, en cliquant soit en bas (ou à droite) pour augmenter la valeur, soit en haut (ou à gauche) pour diminuer la valeur, dans une échelle de valeurs limites positives et entières (valeur minimale et maximale). La barre de défilement offre la possibilité d'utiliser un ascenseur.

Ces paramètres (pas, valeur minimale, valeur maximale, cellule associée) sont entrés dans une boîte de dialogue activée par un clic-droit sur l'objet barre de défilement (fig. 16.e).

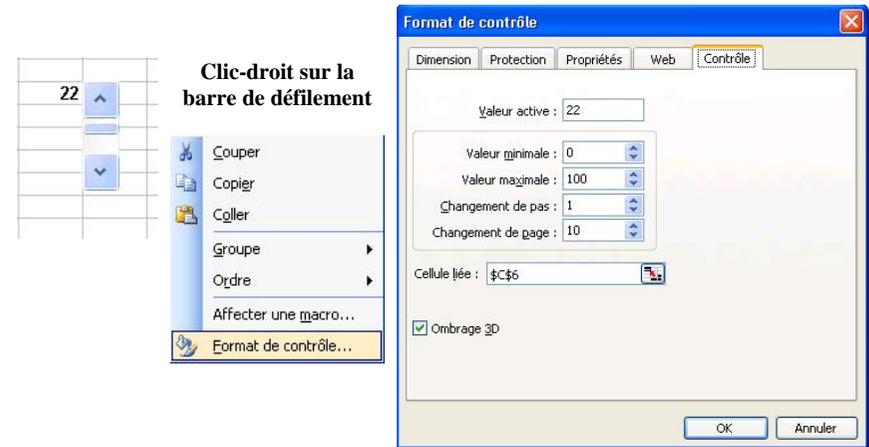


Fig. 16.e : barre de défilement

Remarque : la barre de défilement peut être orientée haut-bas ou gauche-droite

Exercice 16.a – Manipulation des contrôles

Exercice 16.b – Contrôles boutons

## 17. LES BASES DE DONNEES SOUS EXCEL

Une base de données (BdD) décrit un ensemble organisé d'informations. La BdD sous Excel contient une ligne d'entêtes (*les champs*), qui définit certaines caractéristiques des objets étudiés, et des lignes (*les fiches*) qui précisent les valeurs prises par les différents objets. Il ne doit pas y avoir de lignes ou de colonnes vides dans une BdD.

### 17.1. Le tri

C'est une fonction basique des bases de données. Le tri peut concerner une ou plusieurs colonnes, ou tout un tableau.

Le tri s'active par Données / Trier et filtrer →  qui permettent de trier par ordre croissant ou décroissant :

- si une seule cellule du tableau est sélectionnée, alors tout le tableau sera trié selon l'ordre établi par la colonne où la cellule est sélectionnée
- si une colonne (ou un morceau de colonne) est sélectionnée, alors seule cette partie sélectionnée sera triée (le reste du tableau ne change pas ; ce qui détruit à priori l'organisation des informations)
- si plusieurs colonnes (ou morceaux de colonnes) sont sélectionnées, alors seule cette partie sélectionnée sera triée selon l'ordre de la première colonne (ou morceau de colonne) (le reste du tableau ne change pas ; ce qui détruit à priori l'organisation des informations)

Le troisième bouton permet d'accéder à trois clés de tri. Les mêmes principes que précédemment sont adoptés en ce qui concerne la façon de trier en fonction de la sélection originelle



### 17.2. Le filtrage

Filtrer les données, c'est rechercher et afficher les objets (ou fiches) vérifiant un ou des critères. Il y a 2 types de filtres :

- automatique très simple d'emploi, mais d'efficacité limitée
- élaboré, plus performant, mais peu pratique d'emploi.

#### 17.2.1. Le filtrage automatique

Après avoir sélectionné la BdD (ou au moins une case de cette BdD, Excel pouvant à partir de là retrouver toute l'étendue du tableau), on active Données / Trier et Filtrer → Filtrer



Des petites flèches apparaissent alors au niveau de chaque entête, qui permettent d'élaborer un critère de sélection pour chaque entête (fig. 17.2.b).

Remarque : il s'agit d'une bascule, un nouveau clic enlevant le filtrage automatique

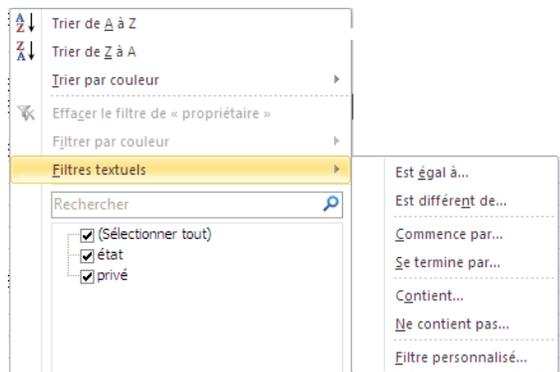
6	Numé	nom	pays	ville	propriétaire	type	profondeur (f)	coût (Fcf)	état
7	1	puits 1	Burkina Faso	Ouagadougou	état	type 3	36.0	1 960 000	bon
8	2	puits 2	Niger	Niamey	privé	type 1	58.3	4 580 000	moyen
9	3	puits 3	Niger	Dosso	privé	type 1	42.1	2 200 000	moyen

fig. 17.2.b : filtre automatique

Pour chacun des champs, en cliquant la petite flèche, on accède à des tris et /ou des sélections.

On peut tout d'abord trier avec les 2 premiers boutons (ou par couleurs ...).

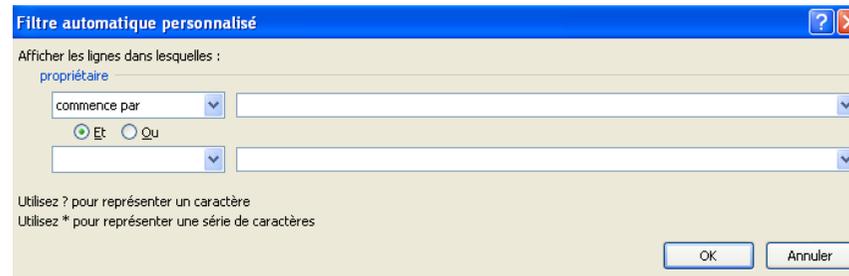
Les dernières options permettent de sélectionner à l'affichage uniquement les enregistrements dont le champ filtré a une certaine valeur.



Remarque : quand on active un filtre, le nombre de valeurs sélectionnées apparaît en bas à gauche de la feuille.

Remarque : quand le filtre est actif sur un champ, la flèche de ce champ devient

Le filtre textuel permet un filtrage plus fin : on peut rechercher des champs vérifiant jusqu'à 2 conditions (égale à, différents de, commençant par, ...), en couplant ces conditions par un ET ou un OU et en utilisant les caractères jokers ? et \*.



Dans une cellule d'Excel, il est possible d'utiliser la fonction SOUS.TOTAL sur les valeurs filtrées. Cette fonction permet de calculer certaines valeurs relatives aux champs sélectionnés. La fonction SOUS.TOTAL ne prend pas en compte les lignes masquées suite à un filtrage et ne porte donc que sur les données visibles résultant du filtrage d'une liste.

Sa syntaxe est : **SOUS.TOTAL**(n°fonction ; réf1 ;réf2 ;...)

- Le n°fonction représente un nombre indiquant quelle fonction utiliser pour calculer les sous totaux d'une liste.:

- 1 : Moyenne
- 2 : Nb
- 3 : Nbval
- 4 : Max
- 5 : Min
- 6 : Produit
- 7 : Ecartype
- 8 : EcartypeP
- 9 : Somme
- 10 : Var
- 11 : VarP

On va retrouver les mêmes fonctions codées 101 à 111, la différence étant que les fonctions de 1 à 11 compilent les lignes masquées (s'il y en a), alors que les fonctions 101 à 111 les ignorent;

- Réf1, réf2, représentent les 1 à 29 plages ou références pour lesquelles vous voulez un sous total, c'est-à-dire qu'il faut par exemple sélectionner la colonne d'un champ numérique si on veut la moyenne de ce champ.

Remarque : les fonctions telles que SOMME, MIN ... prennent en compte les cellules des lignes ou colonnes cachées. C'est en cela que les fonctions SOUS.TOTAL trouvent leur utilité.

#### 17.2.2. Le filtrage élaboré

Il permet un filtrage plus complexe que le filtre automatique, mais est moins pratique de mise en œuvre : les critères doivent se définir dans une zone spéciale (elle n'est spéciale que par l'emplacement des cellules) de la feuille, généralement au-dessus ou au-dessous de la base de données, pour éviter qu'ils disparaissent lors d'un filtrage.

On l'active par le bouton Avancé et la fenêtre suivante s'ouvre :



Cette zone spéciale s'établit en 2 parties :

- une ligne qui reprend le nom des champs
- une ou plusieurs lignes établissant les critères de filtrage : Au-dessous de chaque champ, on écrit les conditions que l'on veut voir respecter par la liste triée :
  - des conditions sur une même ligne valent un ET
  - des conditions sur 2 lignes différentes valent un OU

Chaque condition est un test construit avec un opérateur de comparaison.

Pour les tests effectués avec des textes, les jokers "\*" (remplacement d'une chaîne de caractères quelconque) et "?" (remplacement d'un seul caractère quelconque) peuvent être utilisés.

Exemple :

- un filtrage sur : ville = Niamey ET état = bon ET profondeur > 10 se traduit par la zone A1:C2 de la figure 18.2.2.a.
- un filtrage sur : (ville = Niamey ET état = moyen ) OU (ville = Bamako) [quelque soit la profondeur] se traduit par la zone E1:G3 de la figure 17.2.2.a.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ville	état	profondeur		ville	état	profondeur
2	Niamey	moyen	>20		Niamey	moyen	
3					Bamako		

Fig 17.2.2.a : définition de critères de filtrage élaboré

Remarque : quand un filtre élaboré est actif, les numéros des lignes sont en bleu.

### 17.3. Les fonctions BDx

Un certain nombre de fonctions sont associées au traitement des bases de données. Elles permettent d'extraire des caractéristiques telles que moyenne, écart type, ... sur des données filtrées par un critère.

Les fonctions SOUS.TOTAL et BDx sont semblables, la différence étant que SOUS.TOTAL s'exprime sur une BdD triée, alors que BDx s'exprime sur une BdD pas forcément triée (le critère de filtrage est un argument des fonctions BDx)

Ces fonctions ont toutes la même syntaxe :

**BDx** (Base\_de\_données ; champ ; critères) où

- base\_de\_données est la plage où se situe la BdD (y compris le nom des champs)
- champ correspond au champ où la fonction va s'exprimer (calcul de la moyenne par exemple) ; champ est soit le nom du champ entre guillemet, soit le numéro de la colonne dans la BdD.
- critères définit le(s) critère(s) de sélection s'appliquant à la BdD, et est une zone spéciale implémentée comme pour les filtres élaborés.

Les différentes fonctions BDx sont :

- **BDECARTYPE** : calcule l'écart type d'un échantillon (débiaisé)
- **BDECARTYPEP** : calcule l'écart type d'une population (non débiaisé)
- **BDLIRE** : renvoie une seule valeur répondant aux conditions spécifiées à partir d'une colonne d'une liste ou d'une base de données (voir l'aide)
  - si aucun enregistrement ne répond aux critères, la fonction BDLIRE renvoie la valeur d'erreur #VALEUR!
  - si plusieurs enregistrements répondent aux critères, la fonction BDLIRE renvoie la valeur d'erreur #NOMBRE!
- **BDMAX** : renvoie le maximum
- **BDMIN** : renvoie le minimum
- **BDMOYENE** : calcule la moyenne
- **BDNB** : compte les cellules qui contiennent des nombres
  - L'argument champ est facultatif. Si vous ne le spécifiez pas, BDNB compte tous les enregistrements de la base de données qui répondent aux critères.
- **BDNBVAL** : compte les cellules non vides
- **BDPRODUIT** : calcule le produit
- **BDSOMME** : calcule la somme
- **BDVAR** : calcule la variance d'un échantillon (débiaisé)
- **BDVARP** : calcule la variance d'une population (non débiaisé)

#### Exercice 17.a – Bases de données

## 18. EXERCICES

NB : les numéros d'exercices font référence aux numéros des chapitres du polycopié

### Exercice 2.a - Manipulation de base

Chargez le classeur Exo 2.a; On s'intéresse à la plage de cellules A1 à BJ185

- Combien y-a-t-il de cellules non vides ?
- Quelle est la moyenne de ces valeurs ?
- Quelle est la valeur minimale, maximale ?
- Remplacer tous les 1 par des 2
- Remplacer les cellules vides par des 0
- Mettre ces valeurs sous forme de pourcentage

### Exercice 3.a - Manipulation des feuilles

Recopier le fichier 'exo 3.a - Feuilles.xls' sous votre répertoire. (seule la feuille 3 contient quelques informations)

- changer le nom de la feuille n°15
- supprimer la feuille 19

- supprimer simultanément les feuilles 2, 5 et 10 à 17 (1 seule opération de suppression)
- insérer une feuille avant la n°4
- replacer les feuilles dans l'ordre
- copier la feuille n°1
- fractionner la feuille n°18 horizontalement, verticalement, en croix
- fermer le classeur

### **Exercice 3.b - Mise en page d'un classeur**

Recopier le fichier 'exo 1.a – Mise en page.xls' sous votre répertoire. Ce fichier contient simplement les numéros des lignes et des colonnes (vous pourrez ainsi visualiser combien de lignes et de colonnes sont affichables : utilisez à chaque étape l'aperçu avant impression : **NE PAS LANCER D'IMPRESSION !!!**)

- passer en mode Paysage et en mode Portrait afin de noter la différence
- faites défiler les pages à l'écran dans l'aperçu avant impression
- sélectionner les lignes 15 à 45 et les colonnes 9 à 20 comme zone d'impression
- désélectionner cette zone d'impression
- passer l'échelle à 50% de la taille normale, puis la remettre à 100%
- réduire les marges pour pouvoir afficher 4 lignes et 2 colonnes de plus par page, puis remettre les marges précédentes
- ajouter un entête et un pied de page :

<b>Entête</b>	Excel	n° de page	Date et heure
<b>Pied de page</b>	Nom du fichier		Nom de la feuille

- faire afficher les numéros de lignes et de colonnes
- répéter la première ligne et la première colonne sur chaque impression

### **Exercice 4.a - Manipulation des lignes et colonnes**

Recopier le fichier 'exo 4.a - débits.xls' sous votre répertoire

- Combien comporte-t-il de lignes et de colonnes ?
- Quels sont les débits du 26 novembre 1977 et du 23 mars 1998 ? (vous devez remarquer qu'il est beaucoup facile de répondre à ces questions en figeant correctement les volets)
- Quelle la largeur des colonnes (en pixels) ?
- Ajuster automatiquement la largeur de la première colonne, puis la largeur de toutes les colonnes simultanément.
- Supprimer du fichier les années 1978, 1979 et 1982 (une seule opération)
- Copier l'année 1974 à la fin du fichier
- masquer les 2 dernières décades (du 11 à la fin du mois)
- insérer l'année 1974 avant l'année 1980
- afficher toutes les décades
- fermer le classeur sans sauvegarder

### **Exercice 5.a - Manipulation des cellules**

- Entrer la valeur 'Valeur de débit' dans la cellule B2
- Copier le contenu de B2 en B3
- Déplacer le contenu de B2 en B4 (utilisez la souris, et non le couper - coller)
- Entrer les valeurs 1 à 5 par pas de 0.5 dans les cellules C5 à C13 (utiliser la poignée);
  - Sélectionner les cellules avec des valeurs entières et les mettre en gras, centrées, encadrées, en orange avec un fond jaune clair (sur les 5 cellules simultanément)

- mettre la cellule C6 en italique, en bleu clair avec un fond turquoise clair
- copier le format précédent dans les autres cellules non entières (utiliser le bouton "pinceau")
- Compléter la série précédente jusqu'à 12 dans les cellules C14 à C27 (utilisez la poignée)
- Copier les cellules C5 à C27 dans les cellules G5 à G27
- Copier les cellules C5 à C27 dans les cellules H5 à H27 sans aucun format de présentation
- Entrer la valeur '0' dans les cellules J5 à J25 (en 1 seule opération); encadrer toutes ces valeurs en pointillé (utilisez Format → Cellule → Bordure) ; mettre un retrait de 2 points.
- Mettre dans la colonne F les mois de l'année en face de chaque valeur entière de la colonne C (utiliser la poignée)
- Insérer 1 cellule entre les valeurs 1 et 1.5 de la colonne C
- Insérer 3 cellules entre les valeurs 2.5 et 3 de la colonne C (en 1 seule opération)
- Insérer une cellule entre la cellule F5 et G5
- Supprimer les cellules précédemment créées (les 3 points du dessus)
- Mettre un commentaire sur la cellule A1 : "ceci est la cellule A1"; Ajustez la taille de la fenêtre; Chercher comment faire apparaître ce commentaire en permanence, ou seulement quand la souris est positionnée sur la cellule A1 (à tout hasard, allez voir du côté de Outils → Options); Mettez le mot "A1" en rouge.
- Effacer tous les formats de présentation de la feuille (en conservant la valeur des cellules)
- Rétablir les formats (1 seule opération)
- Présenter votre feuille sans quadrillage, sans les numéros de ligne et de colonne ; comment pouvez-vous alors connaître le numéro de la cellule que vous cliquez ?
- Rétablir le quadrillage, les numéros de ligne et de colonne
- Tout effacer (contenu et format)

### **Exercice 5.b – validation des cellules**

- construire une feuille de saisie de valeurs avec les contraintes suivantes :
  - cellule E5 : saisie de Madame, Mademoiselle ou Monsieur (à partir d'une liste)
  - cellule E6 : saisie d'un nom (obligatoirement 10 caractères maximum)
  - cellule E7 : date de naissance (message d'information si l'année est entre 1974 et 1984)
  - cellule E8 : salaire mensuel (obligatoirement une valeur entière positive)
  - cellule E9 : remboursement mensuel (entier ; avertissement si > 1/3 du salaire mensuel)
- Passer la numérotation des lignes et des colonnes au type L1C1
- Protéger (sans mot de passe) toutes les cellules de la feuille, sauf les cellules E5 à E9.

### **Exercice 5.c – Mise en forme conditionnelle des cellules**

- tapez "=alea()" [sans les "] dans les cellules A2 à F25 (ceci génère des valeurs aléatoires entre 0 et 1 dans ces cellules) ; Mettez un format avec 2 chiffres après la virgule. A l'aide de la mise en forme conditionnelle, coloriez en brun, jaune d'or, orange clair et orange le fond des cellules dont la valeur appartient respectivement aux classes suivantes : 0 à 0.25; 0.25 à 0.5; 0.5 à 0.75; 0.75 à 1. Pour contrôler l'effet de la mise en forme, appuyer sur la touche F9 (lance le re-calcule de la fonction Alea).
- Quelle est la valeur maximale de ces cellules.

### **Exercice 5.d – collage spécial**

- A quoi servent les options Addition, Soustraction, Multiplication, Division de la boîte de dialogue "Collage Spécial"

**Exercice 6.a – Parallépipède**

- Ecrire une feuille qui calcule le volume, le poids et la surface extérieure d'un parallépipède rectangle. **Soigner** la présentation de la feuille (par exemple, les unités utilisées doivent apparaître).
- Associer un contrôle des valeurs de cellules; on imposera notamment :
  - que la valeur de la masse volumique apparaisse en rouge si elle est supérieure à 4
  - que les valeurs entrées soient des nombres positifs (message d'arrêt)
  - les résultats devront être avec 2 chiffres après la virgule et un séparateur de milliers

**Exercice 7.a – Notes d'examen**

- recopier le fichier "exo 7 -Notes d'examen.xls" sous votre répertoire
- il s'agit de notes obtenues à un examen dont chaque question est notée sur 1 point (donc le total est sur 10) ; calculer la note de chaque élève (la somme), la moyenne générale, l'écart-type (fonction Ecartype), la note maximale et la note minimale (2 décimales à l'affichage pour tout)
- chaque question a maintenant une pondération différente (on vérifiera que la somme des pondérations est égale à 10 ; un message devra s'afficher dans le cas contraire) et soigner la présentation du tableau
- Mettre en gras + rouge l'étudiant avec la note la plus faible ; en gras + bleu celui dont la note est la plus forte ; en fond rouge clair les étudiants avec une note inférieure à la moyenne ; en fond bleu clair les étudiants avec une note supérieure à la moyenne.

**Exercice 8.a – Recherche du meilleur ajustement parmi 3 courbes**

Lorsque de l'eau coule dans un tuyau (ou ailleurs), des pertes d'énergie (qu'on appelle en hydraulique "perte de charge" et qui s'assimile à une hauteur d'eau) se produisent par frottements sur les parois. Ces pertes sont d'autant plus importantes que la géométrie du tuyau est perturbée. Vous étudierez ces aspects en hydraulique et réaliserez des mesures en TP d'hydraulique.

On a réalisé les mesures suivantes de pertes de charge en conduite en fonction du débit au niveau d'un rétrécissement brusque (TP STE4) :

Débit (l/s)	0	0.58	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.8	4.5	5.3
Perte de charge ΔH (cm)	0	0.3	1.2	2.1	4.8	9.4	12.0	16.7	22.5	32.7

Et on cherche à ajuster ces points expérimentaux à différentes courbes mathématiques :

$$\Delta H = 6.04 Q - 5.11$$

$$\Delta H = 1.24 Q^2 - 0.41 Q$$

$$\Delta H = 1.23 Q^2 - 0.39 Q - 0.03$$

On compare leur qualité en comparant la somme du carrés des écarts (notée SCE) entre la courbe et les points expérimentaux. Quel est le meilleur ajustement ?

Votre feuille de calcul comportera 3 cellules où les coefficients a, b et c d'une relation générale de la forme  $aQ^2 + bQ + c$  seront écrits, et la SCE sera calculée dans une autre cellule. En changeant a, b et c, la SCE sera recalculée automatiquement et sa valeur copiée dans 3 cellules pour les 3 cas.

**Exercice 8.b – Crue de rivière et loi binomiale**

Soit une épreuve donnant lieu à un événement A suivant la probabilité  $P(A) = p$ , ou à la non réalisation de l'événement A suivant la probabilité complémentaire  $P(\text{non } A) = 1 - p$   
 En statistiques, la loi binomiale donne alors la probabilité d'observer k fois la réalisation de l'événement A au cours de n épreuves indépendantes ( $0 \leq k \leq n$ ) (Cours Statistiques STE3)

$$P_k = C_n^k \cdot p^k \cdot (1 - p)^{(n-k)} \quad \text{où} \quad C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Sur un cours d'eau, un débit de crue décennal se définit comme le débit ayant une probabilité d'être atteint ou dépassé chaque année  $p = 1/10 = 0.1$ .

- Quelle est la probabilité, en 10 ans, d'observer 5 années où le débit décennal est atteint ou dépassé ? (Utilisez Excel et pas votre calculette !!!)
- Créer un tableau permettant de calculer la probabilité d'observer exactement 0, 1, 2 ... 10 années où le débit décennal est atteint ou dépassé au cours de ces 10 ans
- Même question avec une crue centennale ( $p = 1/100 = 0.01$ , et toujours en 10 ans)

**Exercice 8.c - Equation de Manning-Strickler en hydraulique à surface libre**

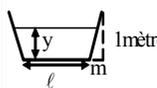
La formule de Manning-Strickler modélise l'écoulement permanent uniforme (cours d'Hydraulique à

Surface Libre en STE4). Elle s'écrit :  $Q = K_s SR_{\text{H}}^{2/3} I^{1/2}$  où

- Q : débit (m3/s)
- $K_s$  : coefficient de Strickler ( $m^{1/3}s^{-1}$ ); ce coefficient peut aussi s'écrire  $K_s = 1/n$  où n est alors le coefficient de Manning.
- S : section d'écoulement ( $m^2$ )
- RH : rayon hydraulique (m) = section d'écoulement / périmètre mouillé
- I : pente du fond du canal (m/m)

Dans un canal trapézoïdal, les caractéristiques géométriques s'écrivent en fonction de :

- y la profondeur de l'eau
- ℓ la largeur au plafond du canal
- m le fruit du canal = cotangente de l'angle des berges avec l'horizontal

Forme	Profondeur	Section d'écoulement	Périmètre mouillé	Largeur au miroir	Rayon hydraulique
	y	$y(\ell + my)$	$\ell + 2y\sqrt{1 + m^2}$	$\ell + 2my$	$\frac{y(\ell + my)}{\ell + 2y\sqrt{1 + m^2}}$

Réaliser chaque question sur une feuille différente.

- Ecrire une feuille de calcul qui calcule le débit en fonction des caractéristiques du canal ; On prendra :  $K_s = 60 \text{ m}^{1/3}s^{-1}$  ;  $y = 1 \text{ m}$  ;  $\ell = 1.5 \text{ m}$  ;  $m = 0.25$  ;  $I = 0.001 \text{ m/m}$
- Ecrire un tableau (à une entrée) qui donne les différentes valeurs de Q en fonction d'une hauteur d'eau variant de 0.2m à 3m par pas de 0.2m (autres valeurs fixées par ailleurs)
- Ecrire un tableau (à 2 entrées) qui donne les différentes valeurs de Q en fonction d'une hauteur d'eau variant de 0.2 à 3m par pas de 0.2m, et du coefficient  $K_s$  variant de 20 à 80 par pas de 5 (autres valeurs fixées par ailleurs).

**Exercice 8.d – Temps de concentration**

On utilise en hydrologie un temps, appelé temps de concentration, caractéristique d'un bassin versant (ce temps est celui au bout duquel le débit maximum est atteint sur un bassin versant où tombe une pluie uniforme).

On trouve différentes formules, comme par exemple :

Formule de Passini  $t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{I}}$

Formule de Nash  $t_c = 29.3 \times \left(\frac{A}{I}\right)^{0.3}$

où  $t_c$ : temps de concentration en heure  
 A : surface en km<sup>2</sup>  
 L : longueur du plus long chemin hydraulique en km  
 I : pente en m/m

Formule de Kirpich  $t_c = 0.01947 \times \frac{L^{0.77}}{I^{0.385}}$

où  $t_c$ : temps de concentration en minute  
 A: surface en Ha  
 L: longueur du plus long chemin hydraulique en m  
 I : pente moyenne en m/m  
 H : dénivellée en m. entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin

- Etablir une feuille de calcul qui calcule le temps de concentration par ces 3 formules (on prendra A=12000m<sup>2</sup>, L=560m, I=0.8% comme exemple) et calculer leur moyenne.
- Ecrire un message si l'écart entre les deux valeurs extrêmes est supérieur ou non à n % de la moyenne ( n est une valeur paramétrée dans une cellule)

**Exercice 9.a – Utilisation des noms dans une formule**

Reprendre l'exercice 8.c en remplaçant les références à des cellules par des noms

**Exercice 9.b – Utilisation des noms comme une formule**

Créer un nom qui renvoie la moyenne entre le maximum et le minimum des 5 cellules qui sont au-dessus (de la cellule où on rentre ce nom).

**Exercice 12.a – Résolution d'une équation du second degré**

- Etablir une feuille de calcul qui résout dans R une équation du second degré de la forme  $ax^2 + bx + c = 0$  (Utiliser judicieusement les noms de façon à ne faire apparaître que les informations et résultats utiles sur la feuille)
- Dans un deuxième temps, afficher les solutions dans C.

**Exercice 12.b – Somme de valeurs absolues de sinus**

Calculer la somme de 10 valeurs absolues du sinus de valeurs aléatoires entre 0 et  $2\pi$  ( $2\pi$  non compris). On additionnera que les valeurs supérieures à 0.5.

**Exercice 12.c – Quartiles**

Soit une série de 100 valeurs aléatoires entre 10 et 100 dans les cellules A5 à A105. Calculer le quartile 25% (valeur telle que 25% des valeurs soient inférieures). Même chose pour les quartiles 50% et 75%

**Exercice 12.d – Analyse de mesures de pluie**

Recopier le fichier 'Enoncé exo 12.d - PluiesNimes.xls' sous votre répertoire. Calculer sur la feuille Calcul : la quantité totale de pluie sur l'année (Cumul annuel), la pluie moyenne par jour (qu'il pleuve ou non), la pluie moyenne des jours pluvieux.

*NB : les jours avec des précipitations inférieures à 0.1mm (traces) seront considérés comme des jours pluvieux avec une quantité de pluie nulle.*

**Exercice 12.e – Repérage du type de fichier**

Recopier le fichier ' Enoncé exo 12.e – Repérage du type de fichier.xls' sous votre répertoire.

- Mettre les cellules où figure un fichier Excel en fond bleu et celles où figure un fichier Word en jaune
- Compter le type de chaque fichier

**Exercice 12.f – Fonctions Recherche 1**

Recopier le fichier ' Enoncé exo 12.f – Fonctions Recherche.xls' sous votre répertoire. A partir du choix du n° d'un puits dans la cellule A5, renvoyer à droite de cette cellule toutes les informations sur ce puits

**Exercice 12.g – Fonctions Recherche 2**

Recopier le fichier ' Enoncé exo 12.f – Fonctions Recherche.xls' sous votre répertoire. A partir du choix du n° d'un puits dans la cellule A5, et du choix de la rubrique dans la cellule C5, renvoyer dans la cellule E5 l'information issue de la rubrique du puits choisi.

**Exercice 12.h – Compléments temps de concentration**

Reprendre les formules de l'exercice 8.d – temps de concentration

- Récrire les 3 valeurs obtenues sur 3 autres cellules en les classant par ordre croissant en précisant l'origine de chaque formule à droite du résultat (attention, ce classement doit être interactif en fonction des valeurs calculées : il est actualisé si on change les caractéristiques du bassin versant)

**Exercice 13.a – Formules matricielles**

On a réalisé les mesures suivantes de pertes de charge en conduite en fonction du débit au niveau d'un rétrécissement brusque :

Q (l/s)	0	0.58	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.8	4.5	5.3
$\Delta H$ (cm)	0	0.3	1.2	2.1	4.8	9.4	12.0	16.7	22.5	32.7

On a calé sur ces points la relation suivante :  $\Delta H = 1.24Q^2 - 0.41Q$

- Calculer les  $\Delta H$  estimées par la relation calée
- Calculer les écarts entre ces estimations et les points
- Calculer la somme des carrés des écarts entre la courbe et les points
- Réaliser le calcul précédent (somme des carrés des écarts) en n'utilisant qu'une seule cellule.

**Exercice 13.b Formules matricielles**

Remarque : vous devez essayer ces formules pour voir leur effet et répondre à la question, mais l'intérêt de cet exercice est bien sûr de comprendre comment ça marche !

- On crée le nom "suite" suivant : =LIGNE(DECALER(Feuil1!\$A\$1;0;0;10))  
Quelle est la valeur de ce nom ?
- Entrez la fonction alea() dans les cellules A1 à A10
- On écrit la formule matricielle PETITE.VALEUR(A1:A10;suite) dans les cellules B1:B10. Qu'est-ce qui s'écrit dans les cellules B1:B10 ?
- Modifiez les instructions pour obtenir le même résultat quelque soit le nombre de valeurs dans la colonne A

**Exercice 14.a – Comparaison de graphiques**

1/ On considère la série de points (x,y) suivante :

x	0	2,8	5	22	30	31
y	0	1,1	2,3	20	33	37

- faire 2 graphiques  $y = f(x)$  à partir des types de graphiques "Courbes" et "Nuages de points"; Bien noter la différence !!!

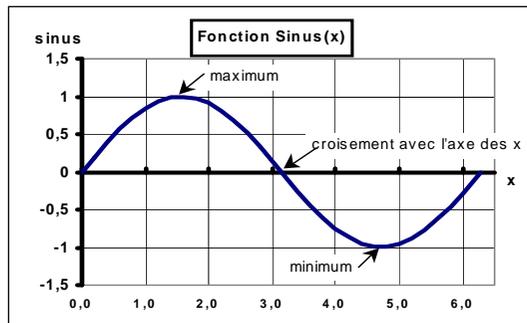
2/ on considère la série suivante de mesures de débits en fonction du temps (au cours de la fermeture et l'ouverture progressives d'une vanne)

Temps (h)	0	1	2	3	4	5
Q (m <sup>3</sup> /s)	10	5.2	0.1	0.2	4.8	10

- tracer la variation du débit en fonction du temps en prenant un type de graphique lissé. Conclusion ?

**Exercice 14.b – Tracé des fonctions trigonométriques**

- Réaliser un tracé de la fonction Sinus(x) pour compris entre 0 et  $2\pi$ . La présentation doit être conforme au schéma ci-dessous.



- Etablir 3 autres graphiques avec Cos(x), Cos<sup>2</sup>(x) et Sin<sup>2</sup>(x) de présentation identique au graphique Sin(x) et sur la même feuille (utiliser les types personnalisés)
- Mettre sur un même graphique les tracés des fonctions Sin(x), Cos(x), Cos<sup>2</sup>(x) et Sin<sup>2</sup>(x)

**Exercice 14.c – graphique f(x)=sin(ax+b)**

- Etablir un graphique de la forme Sinus( $\alpha x + \beta$ ) où  $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres que vous ferez varier (valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  dans des cellules). L'équation tracée devra s'écrire sur le graphique

**Exercice 14.d – Graphique de Grant**

- Il s'agit simplement pour vous de comprendre comment marche cette feuille de calcul (elle pourra éventuellement vous servir dans un rapport ou autre)

**Exercice 14.e – Graphique Pertes de charge = f(Q)**

On a réalisé les mesures suivantes de pertes de charge en conduite en fonction du débit au niveau d'un rétrécissement brusque :

Q (l/s)	0	0.58	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.8	4.5	5.3
$\Delta H$ (cm)	0	0.3	1.2	2.1	4.8	9.4	12.0	16.7	22.5	32.7

- Représenter graphiquement ces points
- Représenter la courbe calée  $\Delta H = 1.24Q^2 - 0.41Q$  sur le graphique
- Calculer, dans une cellule, le coefficient de corrélation de cette relation (voire la fonction Coefficient.Corrélation à appliquer entre les Q et  $\Delta H$  mesurés).
- Ecrire cette dernière valeur sur le graphique ainsi : "Le coefficient de corrélation est xxx (voir éventuellement la fonction Texte pour imposer un nombre de décimales à xxx)

**Exercice 15.a – Régression + graphique**

On reprend les points de l'exercice 14.e

- Représenter graphiquement ces points
- Ajuster et écrire sur le graphique une relation de la forme  $\Delta H = a_0 + a_1Q + a_2Q^2$
- Ajuster et écrire sur le graphique une relation de la forme  $\Delta H = a_1Q + a_2Q^2$
- Pourquoi ne peut-on pas ajuster une relation de la forme  $\Delta H = aQ^b$  ou  $\Delta H = ae^{bQ}$  ?
- Retrouver les valeurs des coefficients des deux ajustements sur la feuille de calcul (fonction DroiteReg)
- Ajuster une équation de la forme  $\Delta H = a_2Q^2 + a_3Q^3$

**Exercice 15.b – Ajustement de Montana**

On a extrait les informations suivantes d'une exploitation des enregistrements pluviographiques à la station météorologique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) qui sont, pour une période de retour de 10 ans, les hauteurs d'eau précipitées pendant la durée t.

t (mn)	5	10	15	30	45	60	120	240	720	1440
h (mm)	25	33,5	39,3	53,7	65,5	72,9	91,3	96,3	103,3	113,2

- Caler sur le graphique une relation de la forme  $h = at^b$  sur ces données (ce type d'équation est dite de Montana)
- Retrouver les coefficients précédents sur la feuille de calcul en utilisant DroiteReg.

**Exercice 15.c – Calcul matriciel**

- Saisir la matrice A suivante :

$$A = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 7 & 1 \\ 2 & 3 & 3 & 6 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 8 & 4 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

- Calculer l'inverse de A, et calculer les produits  $A^{-1} \cdot A$  et  $A \cdot A^{-1}$ .

- Résoudre le système  $A \cdot X = B$  avec  $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$ .

- Vérifier que la solution trouvée vérifie bien le problème posé (à  $\epsilon$  près)  
 - Créer une formule matricielle qui répond directement à cette question (sans passer par des calculs intermédiaires)  
 - Résoudre avec cette feuille de calcul  $A \cdot X = B$  avec

$$A = \begin{bmatrix} 1.3 & 2.3 & 7.0 & 1.5 \\ 2.2 & 3.7 & 3.3 & 6.9 \\ 1.5 & 0.2 & 3.6 & 2.4 \\ 8.8 & 4.1 & 1.9 & 2.7 \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad B = \begin{bmatrix} 5.3 \\ 6.8 \\ 7.4 \\ 8.1 \end{bmatrix}$$

**Exercice 15.d – Résolution équation du second degré par valeur cible**

Résoudre une équation du second degré à solutions réelles (on vérifiera que  $\Delta \geq 0$ ) à l'aide de la fonction valeur cible. On pourra utiliser la feuille de calcul de l'exercice 12.a pour vérification.

**Exercice 15.e – Calcul des profondeurs Normale et Critique**

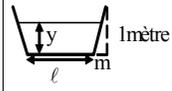
Il y a deux grandeurs caractéristiques concernant la profondeur d'eau en hydraulique à surface libre (cours HSL en STE2) :

- La profondeur  $y_n$ , ou  $h_n$ , dite normale, qui vérifie l'équation de Manning-Strickler
- La profondeur  $y_c$ , ou  $h_c$ , dite critique, qui vérifie le nombre de Froude égal à 1

Ceci se traduit par les problèmes suivants à résoudre :

- Trouver la profondeur  $y_n$  telle que  $Q = K_s S R_H^{2/3} I^{1/2}$
- Trouver la profondeur  $y_c$  telle que  $Q^2 B = g S^3$  avec

Q	:	débit ( $m^3/s$ )
$K_s$	:	coefficient de Strickler; ce coefficient peut aussi s'écrire $K_s = 1/n$ où n est alors le coefficient de Manning. ( $m^{1/3}s^{-1}$ )
S	:	section d'écoulement ( $m^2$ )
$R_H$	:	rayon hydraulique (m) = section d'écoulement / périmètre mouillé
I	:	pente du fond du canal (m/m)
B	:	largeur au miroir (m)
g	:	accélération de la pesanteur

Forme	Profondeur	Section d'écoulement	Périmètre mouillé	Largeur au miroir	Rayon hydraulique
	y	$y(\ell + my)$	$\ell + 2y\sqrt{1 + m^2}$	$\ell + 2my$	$\frac{y(\ell + my)}{\ell + 2y\sqrt{1 + m^2}}$

En utilisant la fonction valeur cible, établir une feuille de calcul qui détermine les profondeurs normale et critique sur un canal trapézoïdal.

On prendra par exemple:  $K_s = 60 m^{1/3}s^{-1}$ ;  $Q = 3.25 m^3/s$ ;  $\ell = 1.5 m$ ;  $m = 1/3$ ;  $I = 0.0015 m/m$

**Exercice 15.f – Utilisation du solveur**

On utilise un polynôme du 2<sup>ème</sup> degré de la forme  $a \cdot x^2 + bx + c$ .

Calculer une solution pour les coefficients a, b, c qui permet de satisfaire les conditions suivantes :

- $P=10$ ;  $x=2$
- $P=10$ ;  $x=2$ ;  $a \geq 2$
- $P=10$ ;  $x=2$ ;  $a \geq 2$  et  $b=c$

**Exercice 15.g – Calage d'une relation polynomiale avec le solveur**

On a réalisé les mesures suivantes de pertes de charge en conduite en fonction du débit au niveau d'un rétrécissement brusque (mesures réalisées en TP d'hydraulique en STE2) :

Q (l/s)	0	0.58	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.8	4.5	5.3
$\Delta H$ (cm)	0	0.3	1.2	2.1	4.8	9.4	12.0	16.7	22.5	32.7

Caler, à l'aide du solveur, une relation de la forme  $\Delta H = aQ^2 + bQ + c$ , puis  $\Delta H = aQ^2 + bQ$ . Les coefficients a, b et c seront tels que la somme du carré des écarts (SCE) entre la courbe et les points est minimale.

**Exercice 15.h – Calage d'une relation de Montana avec le solveur**

On a extrait les informations suivantes d'une exploitation des enregistrements pluviographiques à la station météorologique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) qui sont, pour une période de retour de 10 ans, les hauteurs d'eau précipitées pendant la durée t.

t (mn)	5	10	15	30	45	60	120	240	720	1440
h (mm)	25	33,5	39,3	53,7	65,5	72,9	91,3	96,3	103,3	113,2

Ajuster, avec le solveur, une relation de la forme  $h = at^b$  mais sans faire de changement de variable (sans passer par les Ln). Quel est, mathématiquement, le meilleur ajustement entre celui-ci et celui réalisé avec un changement de variables (exercice 15.b) ? Justifier votre réponse.

**Exercice 16.a – Manipulation des contrôles**

- Créer 2 boutons; l'un permettant de colorier le fond d'une sélection de cellules (1 cellule ou une plage de cellules) en jaune, l'autre permettant de ne pas mettre de couleur de fond.
- Créer un cadre avec 3 boutons d'options : Madame, Mademoiselle ou Monsieur, ce titre devant s'écrire dans la cellule D6 en rouge, vert ou bleu (respectivement) selon le bouton coché.

identité	Mademoiselle
<input type="radio"/> Madame	
<input checked="" type="radio"/> Mademoiselle	
<input type="radio"/> Monsieur	

- Créer à côté du cadre précédent un cadre à 6 options pour sélectionner une des agences de l'eau françaises. Le nom de chacune des agences sera avec un fond différent, l'agence sélectionnée devant s'écrire dans la cellule I6 avec le même fond que l'option retenue.

Agence de l'Eau	Artois Picardie
<input type="radio"/> Adour-Garonne	
<input checked="" type="radio"/> Artois Picardie	
<input type="radio"/> Loire-Bretagne	
<input type="radio"/> Rhin-Meuse	
<input type="radio"/> Rhône-Méditerranée et Corse	
<input type="radio"/> Seine-Normandie	

- Créer une liste de 20 noms (Nom1 à Nom20 par exemple); Utiliser successivement les commandes Zone de liste et Zone de liste modifiable pour sélectionner 1 nom qui devra être affiché dans une cellule.
- les boîtes de commandes précédentes (zones de listes) doivent fonctionner quelque soit la longueur de la liste des étudiants
- Créer 3 barres de défilement variant entre 0.01 et 10 représentant les 3 dimensions d'un parallélépipède rectangle en mètre, et calculer son volume.

**Exercice 16.b – Contrôles Boutons**

Reprendre l'exercice 15.e (Calcul des profondeurs normale et critique) en rajoutant des boutons pour lancer la fonction Valeur Cible

**Exercice 17.a – Bases de données**

- Recopier le fichier "**Enoncé exo-17.a - exemple Bdd**" sous votre répertoire
- Trier les informations par pays
- Trier les informations par pays, par ville et par profondeur croissante
- Filtrer les puits du domaine privé ; Combien y en a-t-il (fonction Sous.total)
- Utiliser la fonction sous.total pour calculer le nombre de puits de l'état.
- Filtrer les puits dont la profondeur est > 20m
- Filtrer les puits dont la profondeur est < 20m et ceux dont la profondeur est > 50m
- Afficher la moyenne et l'écart-type des puits dont la profondeur est comprise entre 10m et 30m
- Afficher tous les puits situés dans une ville dont le nom comporte la suite 'so'

- Afficher les puits du Niger, en bon état et dont la profondeur est >30m ; recopier les informations relatives à ces puits sur un autre emplacement.
- Reprendre le tableau complet, masquer les informations des puits 5 à 9, et copier sur une autre feuille les informations des puits 4 à 10 : bien noter la différence de ce qui s'est copié avec la question précédente.
- Toutes capitales confondues (Ouagadougou, Bamako et Niamey), combien y a-t-il de puits privés en bon état dont la profondeur est supérieure à 30m ?
- Quel est le coût moyen des puits du Niger, de type 1 en bon ou moyen état ?
- Y a-t-il une relation entre la profondeur moyenne des puits et leur état ?
- Y a-t-il une relation entre la profondeur des puits et leur coût ?