Créer un nouveau document Excel nommé «TP_VBA_Galton_NOM.xls».

1. Planche de Galton dans un feuillet « Galton »

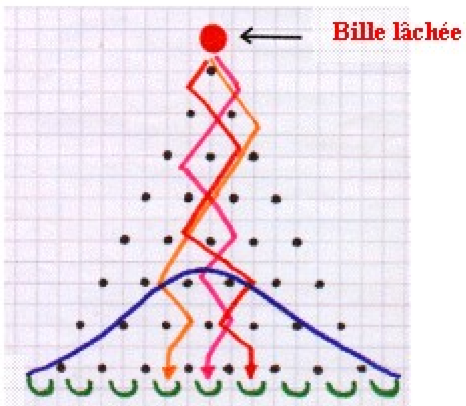
1.1. Principe de la planche de Galton

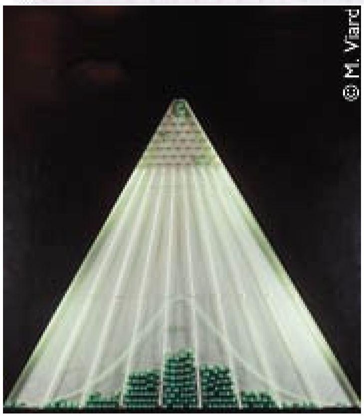
Galton (1822-1911) était le cousin de Darwin et voulait justifier la transmission des capacités intellectuelles par l'hérédité pour permettre l'amélioration de l'espèce humaine. Son point de départ était le paradoxe suivant : comment expliquer qu'on observe à chaque génération une dispersion des tailles, qu'à celle des parents devra s'ajouter celle des enfants et, qu'en même temps la taille des individus d'une population et la dispersion par rapport à chaque moyenne reste constante quand les générations se succèdent ?

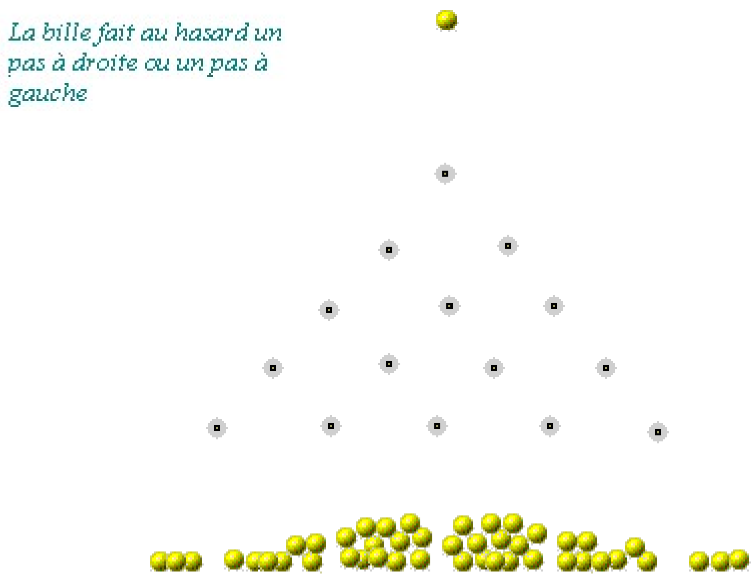
Pour comprendre le phénomène, Galton réalisa une expérience à l'aide d'un plan incliné sur lequel il planta des clous disposés en quinconce. En faisant tomber un grand nombre de billes, en haut du plan incliné, on observe une répartition à l'arrivée qui suit une loi binomiale. Cette loi peut être approchée (théorème de la limite centrale) par la loi normale ou loi de Gauss.

Voici une adresse internet (parmi d'autres) qui donnent des complément d'information. Elle contient en particulier une simulation de l'expérience écrite en java :
http://www-sop.inria.fr/mefisto/java/tutorial1/node11.html

On peut également voir cette expérience à la Cité des sciences de la Vilette à Paris.

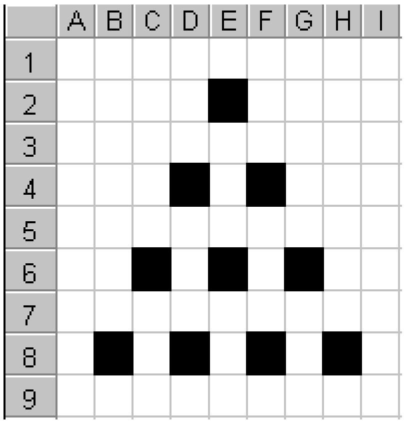






1.2. Simulation de la planche de Galton sur Excel

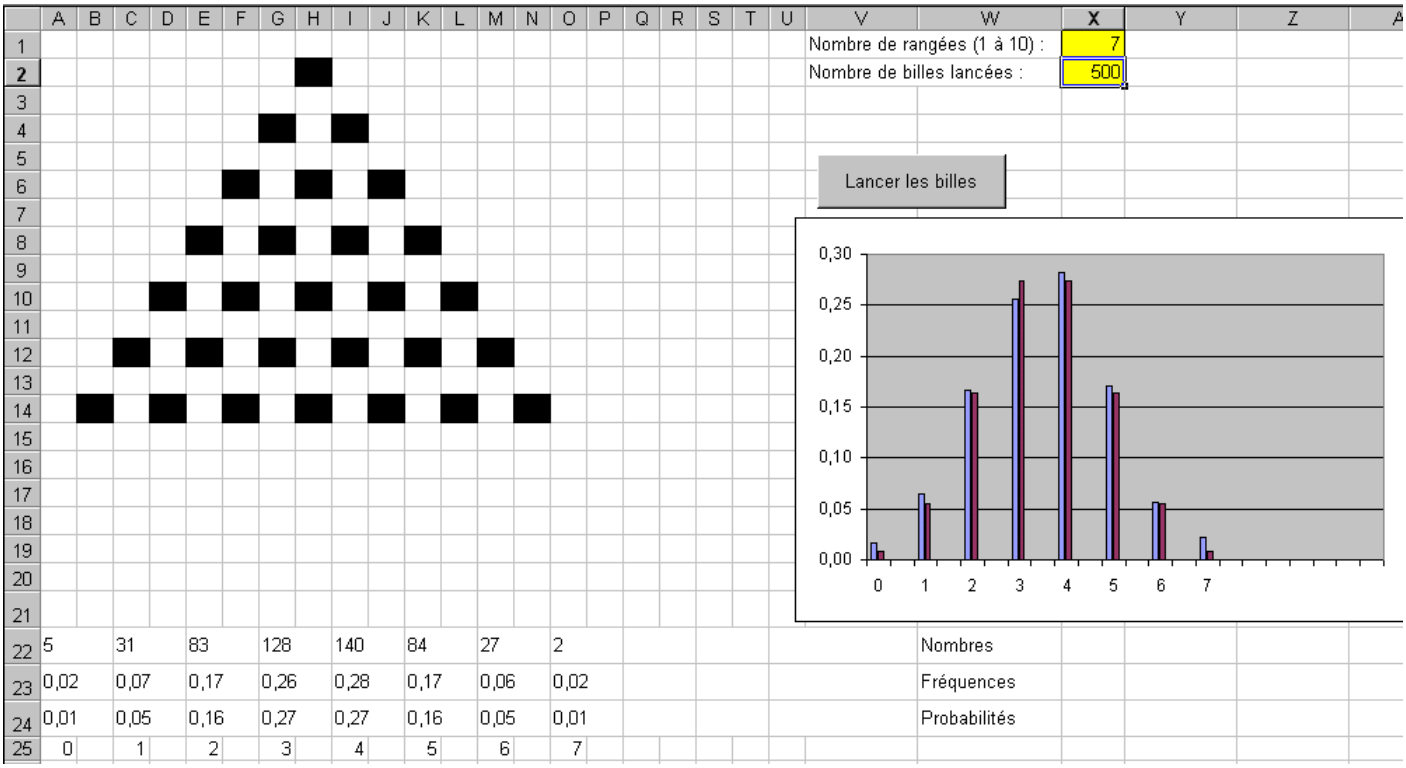
La planche de Galton sera la feuille de calcul. Les clous seront remplacés par des cellules noires disposées en quinconce comme ci-contre.



Le nombre de rangées de cellules noires sera choisi par l'utilisateur, ainsi que le nombre de billes à lancer.

Un histogramme permettra de montrer les fréquences obtenues pour chacune des colonnes réceptrices ainsi que les probabilités théoriques.

Voici comment peut se présenter la feuille de calcul une fois terminée :



1.3. Initialisation

Il faut d'abord régler manuellement les largeurs et hauteurs des cellules comme ci-dessus et regrouper par 2 les cellules des lignes 22, 23 et 24.

De même, il faut remplir manuellement les cellules V1 et V2 ainsi que les cellules X1 et X2.

La procédure Initialisation va permettre de mettre en place les " clous " (cellules noires) et d'effacer les données des lancers précédents.

Voici l'algorithme qui permet de faire cette initialisation :

```
Début Initialisation
        Effacer la plage de cellules A1 à U21
        NombreRangées <— Cellule X1             'NombreRangées doit être une variable globale
        NombreBilles <— cellule X2              'NombreBilles doit être aussi une var. globale
        Pour L <— 1 à NombreRangées
                Pour C <— NombreRangées+2-L à NombreRangées+1+L par pas de 2
                        Colorier l'intérieur de la cellule(2L, C) en noir
                FinPour
        FinPour
        Effacer le contenu (pas le format) de la plage de cellules A22 à V25
        Initialiser le générateurs de nombres aléatoires
Fin Initialisation
```

1.4. Procédure Lancer

Il s'agit de la procédure principale qui est associée au bouton " lancer les billes ". Les billes seront lâchées une à une et seront visualisées par une brève coloration en rouge de chacune des cellules traversées. L'algorithme de cette procédure est le suivant :

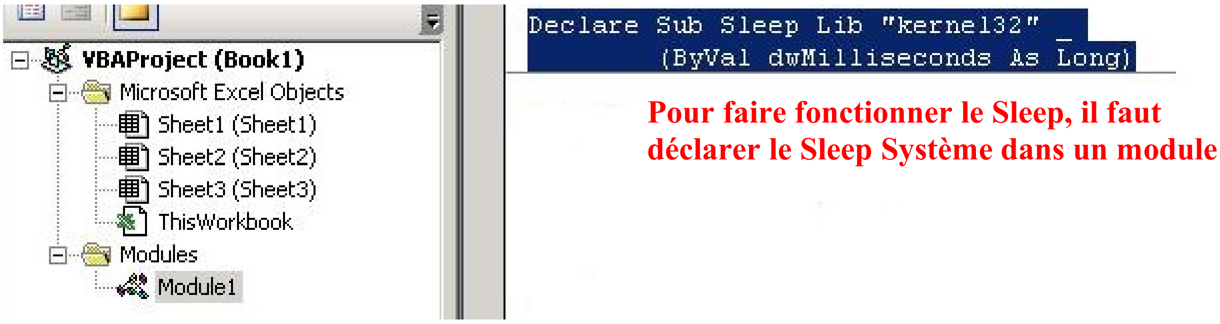
```
Début LancerLesBilles
        Initialisation
        Pour bille <— 1 à NombreBilles
                C <— NombreRangées+1            'correspond à la colonne du milieu de la planche
                Pour L <— 1 à NombreRangées
                        Mettre brièvement la cellule (2L-1,C) en rouge
                        X <— Nombre aléatoire compris entre 0 et 1
                        Si X<0.5 alors
                                        C <— C-1          'déplacement de la bille vers la gauche
                                        Sinon
                                        C <— C+1          'déplacement de la bille vers la droite
                        FinSi
                        Mettre brièvement la cellule (2L-1,C) en rouge
                        Mettre brièvement la cellule (2L,C) en rouge
                        Mettre brièvement la cellule (2L+1,C) en rouge
                FinPour
                Cellule(22,C) <— cellule(22,C)+1        'nombre de billes tombées dans C
                Cellule(23,C) <— Cellule(22,C)/bille    'fréquence des billes tombées en C
        FinPour
        Pour C <— 0 à NombreRangées
                Cellule(24,2C+1) <— probabilité que la boule tombe dans la colonne C
                Si Cellule(23,2C+1) est vide alors Cellule(23,2C+1) <— 0
                Cellule(25,2C+1) <— C
        FinPour
Fin LancerLesBilles
```

La probabilité que la boule tombe dans la colonne C suit la loi binomiale B(NombreRangées, 0.5). On peut l'obtenir facilement :

```
Option Explicit
Function Prob(ByVal pviC As Integer) As Double
    d = 1
    i = pviC
    Do While i > 0
        d = d * (NombreRangées + 1 - i) / i
        i = i - 1
    Loop
    d = d * 0.5 ^ pviC * 0.5 ^ (NombreRangées - pviC)
    Prob = d
End Function
```

La procédure *LancerLesBilles* fait appel plusieurs fois à la même action appliquée sur des cellules différentes *Mettre brièvement la cellule (L,C) en rouge*. Voici comment on peut réaliser cette procédure :

```
Option Explicit
Sub Allume(ByVal pviLigne As Integer, ByVal pviColonne As Integer)
    Cells(pviLigne, pviColonne).Interior.ColorIndex = 3
    'Sleep(10)
    Cells(pviLigne, pviColonne).Interior.ColorIndex = 0
End Sub
```

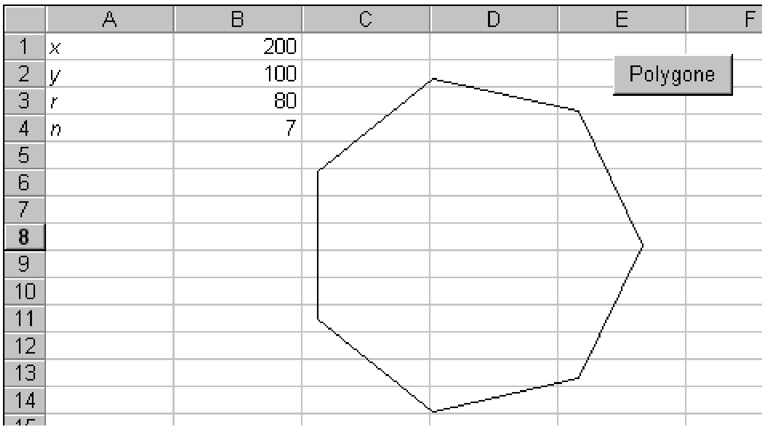


1.5. Graphique

Il suffit de sélectionner la zone de données A23 à V25 et de bien construire le graphique en fonction des indications fournies par l'assistant graphique.

2. Polygones réguliers dans un feuillet « Polygones »

Il s'agit de réaliser une procédure capable de dessiner un polygone régulier dont on connaît : Les coordonnées (x, y) du centre , le rayon r du cercle circonscrit et le nombre de côtés n. Les données seront disposées dans les colonnes A et B et on placera un bouton permettant d'obtenir le dessin comme ci-dessous :



On rappelle que les coordonnées du sommet n° k d'un polygone régulier à n sommets, de centre (x; y) et de rayon r sont données par les formules suivantes : $\begin{cases} X = x + r\cos\dfrac{2k\pi}{n} \\ Y = y + r\sin\dfrac{2k\pi}{n} \end{cases}$

Remarque : pour supprimer toutes les lignes de la feuille sans supprimer le bouton :
`ActiveSheet.Lines.Delete`

3. *Triangle de Pascal dans un feuillet « Pascal »*

Définir une procédure demande la saisie d'un entier n via une inputBox puisqui remplit les n premières lignes de la feuille de calcul avec les coefficients du triangle de Pascal :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	1														
2	1	1			Triangle de Pascal										
3	1	2	1												
4	1	3	3	1											
5	1	4	6	4	1										
6	1	5	10	10	5	1									
7	1	6	15	20	15	6	1								
8	1	7	21	35	35	21	7	1							
9	1	8	28	56	70	56	28	8	1						
10	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1					
11	1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1				
12	1	11	55	165	330	462	462	330	165	55	11	1			
13	1	12	66	220	495	792	924	792	495	220	66	12	1		
14	1	13	78	286	715	1287	1716	1716	1287	715	286	78	13	1	
15	1	14	91	364	1001	2002	3003	3432	3003	2002	1001	364	91	14	1

4. *Nombres parfaits dans un feuillet « Parfaits »*

On dit qu'un nombre entier est parfait lorsqu'il est est égal à la somme de ses diviseurs. Ainsi par exemple, 28 est un nombre parfait car 28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14.

Écrire une fonction permettant de calculer la somme des diviseurs d'un entier quelconque, puis écrire une procédure qui détermine tous les entiers parfaits compris entre 1 et 10000. La copie d'écran ci-contre montre les 5 entiers parfaits que l'on trouvera ...

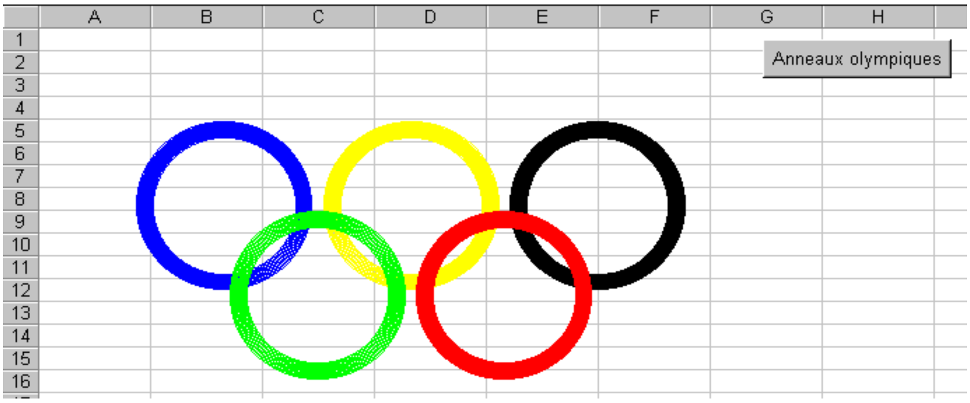
	A	B
1	1	
2	6	
3	28	
4	496	
5	8128	

5. *Anneaux olympiques dans un feuillet « Olympiques »*

Placer un bouton marqué " Anneaux olympiques " sur la feuile de calcul et lui associer une procédure qui dessine les anneaux olympiques comme ci-dessous. Les différents anneaux (bleu, jaune, noir, vert et rouge) pourront avoir les propriétés suivantes (mais ce n'est pas obligatoire) :

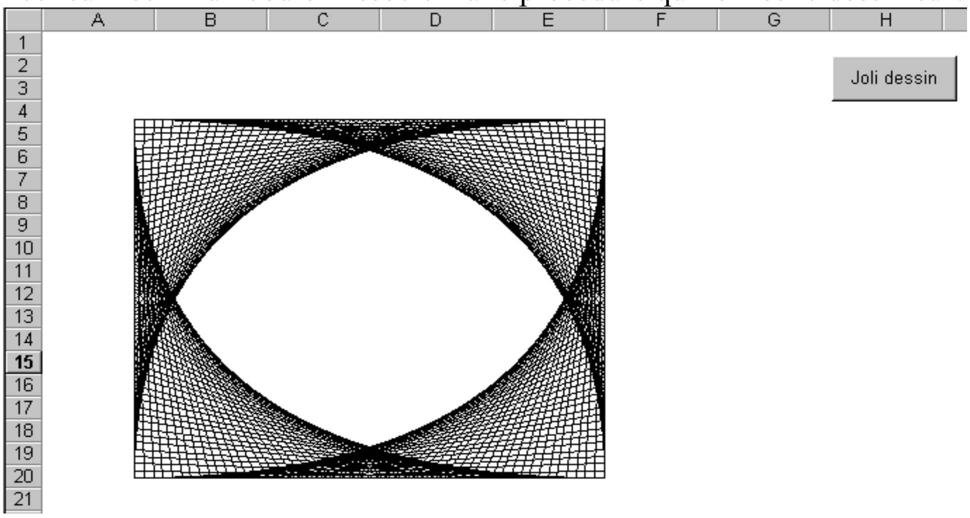
- Rayon intérieur : 38
- Rayon extérieur : 47
- Centre de l'anneau bleu : (100, 100)
- Centre de l'anneau jaune : (200,100)
- Centre de l'anneau noir : (300, 100)
- Centre de l'anneau vert : (150, 150)
- Centre de l'anneau rouge : (250, 150).

La procédure associée au bouton fera elle-même appel à une procédure permettant de dessiner un anneau connaissant les coordonnées de son centre, ses rayons intérieur et extérieur et sa couleur.

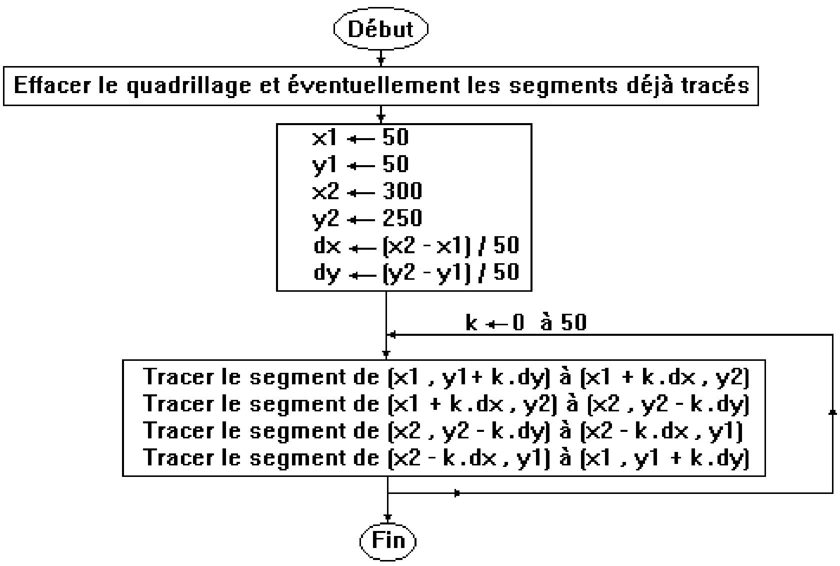


6. *Tableau " pointes et fils " dans un feuillet « Tableau »*

Il s'agit de placer sur l'écran un bouton associé à une procédure qui réalise le dessin suivant :



Pour réaliser ce dessin, la procédure utilisée pourra suivre l'algorithme ci-dessous :



7. *Documents à rendre*

Les fichiers « cls » sont obtenus par un export du feuillet (clique droit / Exporter) dans l'éditeur VBA

- TP_VBA_Galton_NOM.xls
- Galton_NOM.cls
- Polygones_NOM.cls
- Pascal_NOM.cls
- Parfaits_NOM.cls
- Olympiques_NOM.cls
- Tableau_NOM.cls

Ne pas Zipper les fichiers.

Ne pas les mettre dans un sous-dossier.

Les déposer directement dans le répertoire de dépôt.