Cours de Statistiques pour Ingénieurs en Génie des Matériaux
Chapitre 2 : Représentations Graphiques de Séries numériques à une dimension

1 Introduction

Les représentations graphiques permettent de visualiser et d'interpréter les données statistiques de manière intuitive. En génie des matériaux, elles aident à analyser les propriétés des matériaux (ex. : résistance, défauts) et à communiquer les résultats. Cette séance présente les principaux types de graphiques pour les séries statistiques à une variable, avec des exemples concrets et leurs représentations graphiques.

2 Différents modes de représentation graphique des données

Diagramme en feuilles

On décompose une donnée numérique en deux parties :

— la tige qui comprend le premier ou les deux premiers chiffres,

— la feuille qui comprend les autres chiffres.

On écrit les tiges les unes sous les autres et en regard de chaque tige, les feuilles correspondantes ; tiges et feuilles sont séparées par un trait vertical.

Exemple : Le tableau suivant donne le poids en grammes de 25 éprouvettes.

250	253	256	258	260	261	263	265	270
271	272	273	274	276	276	279	279	281
284	285	286	287	288	290	290		

Comme tige, on choisit les deux premiers chiffres de chaque mesure, c'est-à-dire 25, 26, 27, 28 et 29. Les feuilles sont alors constituées du dernier chiffre de la mesure :

Tige	**Feuilles**								
25	0	3	6	8					
26	0	1	3	5					
27	0	1	2	3	4	6	6	9	9
28	1	4	5	6	7	8			
29	0	0							

Le diagramme indique que le poids moyen se situe entre 270 et 280 g et qu'il doit être voisin de 270 g.

Variables discrètes : Diagramme en bâtons

Définition : Représentation des effectifs ou fréquences par des rectangles de même largeur, espacés, pour des variables qualitatives ou discrètes.

> **Exemple** : Classement de 100 familles en fonction du nombre d'enfants
> On a relevé le nombre d'enfants de 100 familles choisies au hasard. Le tableau suivant donne les principales caractéristiques de cette étude. Construction : Axe horizontal (modalités), axe vertical (effectifs ou fréquences).

x_i	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total**
n_i	20	25	30	10	5	5	3	2	100
f_i	0,20	0,25	0,30	0,10	0,05	0,05	0,03	0,02	1

TABLE 1 – Statistique sur le nombre d'enfants de 100 familles.

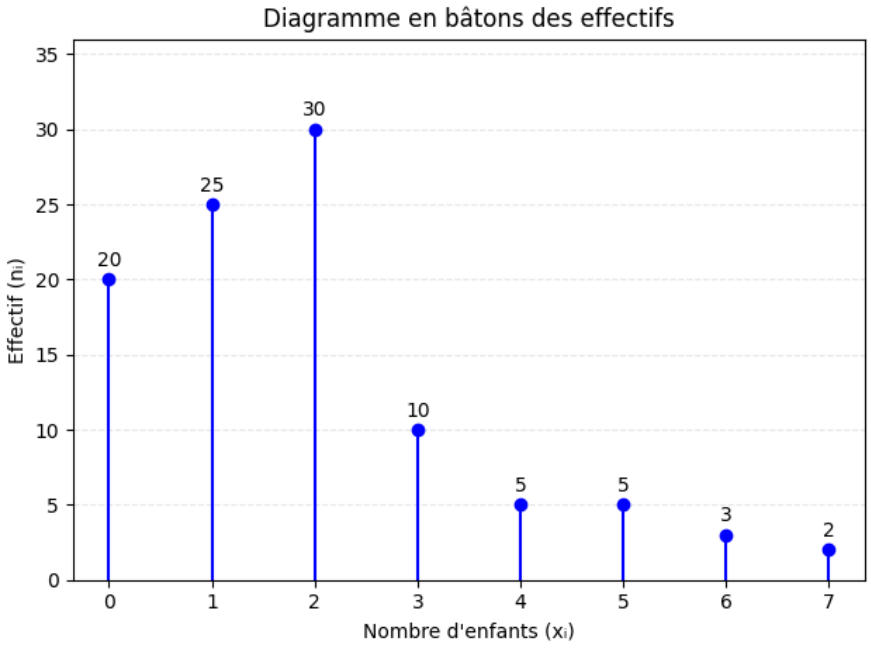


FIGURE 1 – Diagramme en bâtons des effectifs

Variables continues ou réparties en classes : Histogramme

Un histogramme est constitué de rectangles juxtaposés dont la base correspond à l'amplitude de chaque classe et dont la surface est proportionnelle à la fréquence absolue ou relative de cette classe.

L'histogramme est un outil statistique facile à utiliser, donnant rapidement une image du comportement d'un procédé industriel et l'allure globale de la distribution ; il montre l'étalement des données et apporte ainsi des renseignements sur la dispersion et sur les valeurs extrêmes ; il permet de déceler, éventuellement, des valeurs aberrantes.

Cas spécial de classes d'étendues différentes

Dans un histogramme statistique, c'est la surface des rectangles qui représentent les données, c'est-à-dire :

La hauteur de la barre multipliée par l'étendue de la classe est égale à l'effectif :

$$\text{hauteur de la barre} \times \text{étendue de la classe} = \text{effectif}$$

Donc, pour trouver la hauteur correct de chaque rectangle :

$$\text{hauteur} = \frac{\text{effectif}}{\text{largeur de la classe}}$$

Remarque : Cette hauteur calculée représente la densité de la classe.

Classe	Bornes	Largeur	Effectif	Hauteur
I	[0, 5[	5	10	2
II	[5, 15[	10	25	2.5
III	[15, 20[	5	30	6
IV	[20, 50[	30	20	0.66
V	[50, 55[	5	15	3

TABLE 2 – Tableau des classes avec largeurs inégales et effectifs.



FIGURE 2 – Histogramme dans le cas de classes de différentes étendues

Il est toujours préférable d'avoir des classes de mêmes étendues, cela facilite grandement la représentation graphique.

Cas de classes de même étendue

Exemple : Étude de la dispersion d'un lot de 400 résistances

On a contrôlé 400 résistances dont la valeur nominale est égale à 100 kΩ et on a regroupé les résultats en classes d'amplitude 2 kΩ qui représente environ le dixième de la dispersion totale de l'échantillon contrôlé.

Classe	**Limites des classes**	n_i	N_i	f_i	F_i
I	[92, 94[	10	10	0,025	0,025
II	[94, 96[	15	25	0,0375	0,0625
III	[96, 98[	40	65	0,10	0,1625
IV	[98, 100[	60	125	0,15	0,3125
V	[100, 102[	90	215	0,225	0,5375
VI	[102, 104[	70	285	0,175	0,7125
VII	[104, 106[	50	335	0,125	0,8375
VIII	[106, 108[	35	370	0,0875	0,925
IX	[108, 110[	20	390	0,05	0,975
X	[110, 112[	10	400	0,025	1

TABLE 3 – Statistiques des données par classes.

Les classes étant toutes de même amplitude, l'histogramme est facile à tracer ; il suffit de construire des rectangles dont la hauteur est l'effectif des résistances de la classe correspondante.

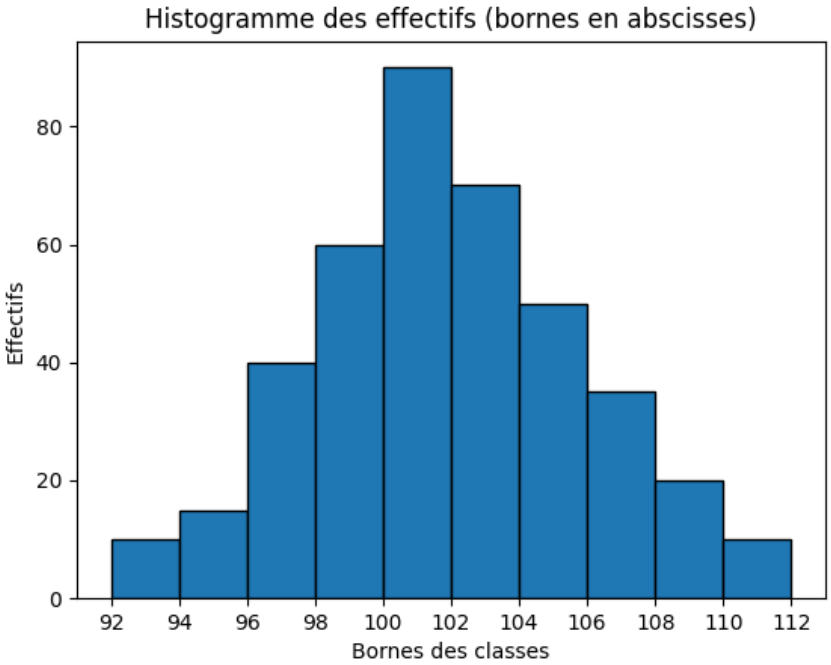


FIGURE 3 – Histogramme de la distribution

Le reste des graphiques peuvent être dessinés pour des variables discrètes et des variables continues. On a jusque-ici représenté les effectifs, on va voir comment représenter les fréquences.

Polygone de fréquences

Il permet de représenter sous forme de courbe, la distribution des effectifs ou fréquences. Il est obtenu en joignant, par des segments de droite, les milieux des côtés supérieurs de chaque rectangle de l'histogramme. (Pour fermer ce polygone, on ajoute à chaque extrémité une classe de fréquence nulle.)

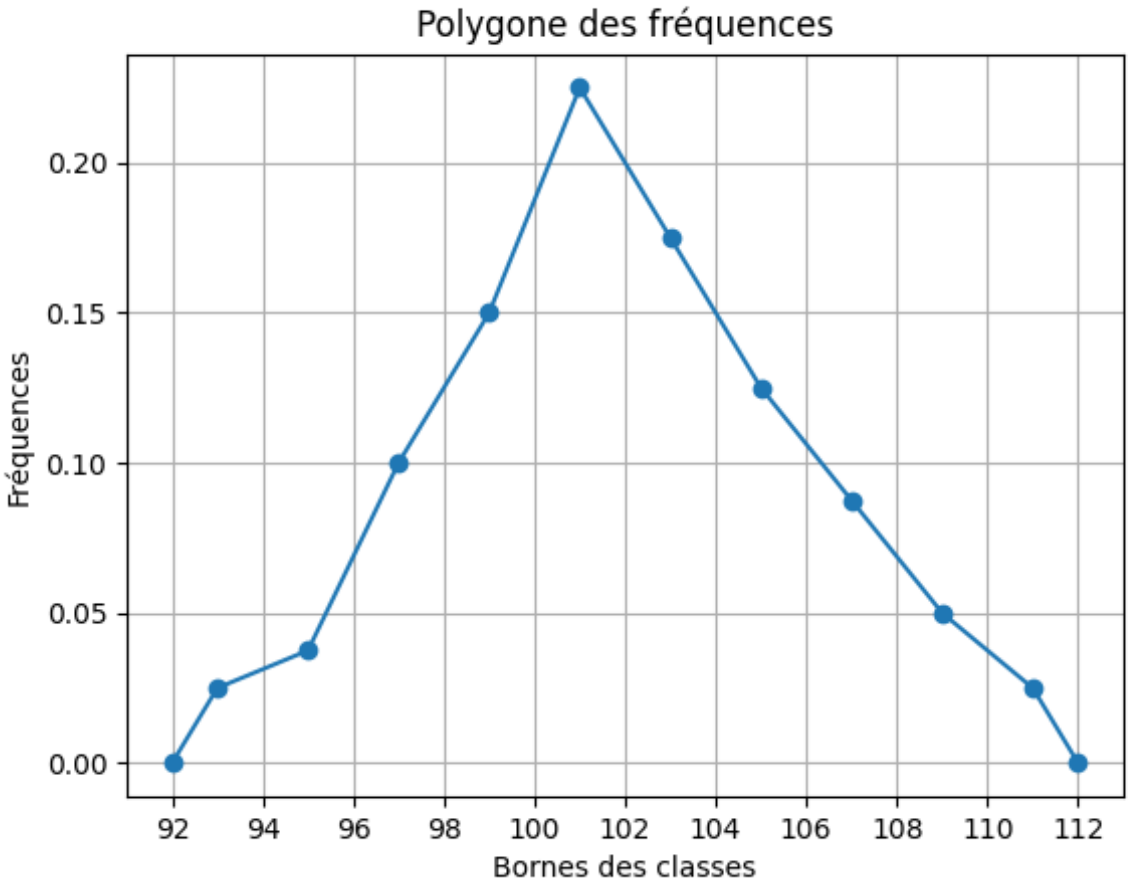


FIGURE 4 – Polygone des fréquences de l'exemple.

Remarque : On peut utiliser l'histogramme des effectifs pour dessiner le polygone des fréquences facilement, on rajoute un nouvel axe à droite pour les fréquences :

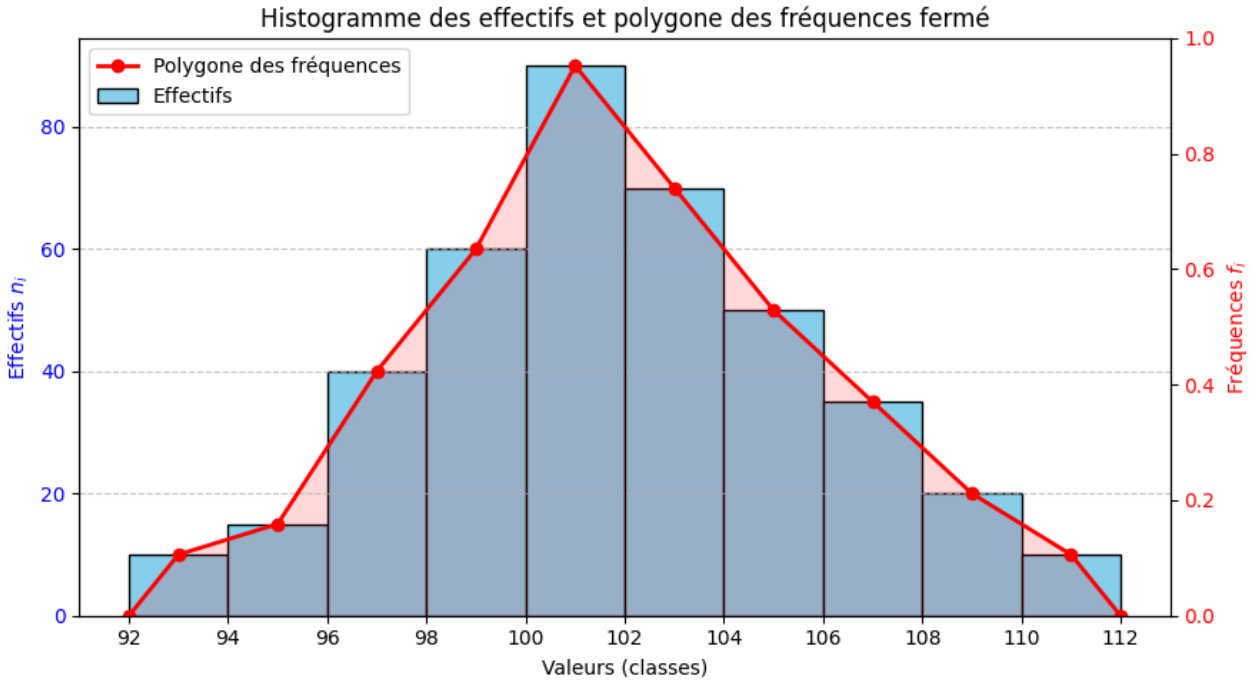


FIGURE 5 – Polygone des fréquences surimposé sur l'histogramme

Reste à représenter les fréquences cumulées.

Courbe de fréquences cumulées

On joint les points ayant pour abscisses la limite supérieure des classes et pour ordonnées les fréquences cumulées correspondant à la classe considérée (pour le premier point, on porte la valeur 0). Elle donne le nombre d'observations inférieures à une valeur quelconque de la série.

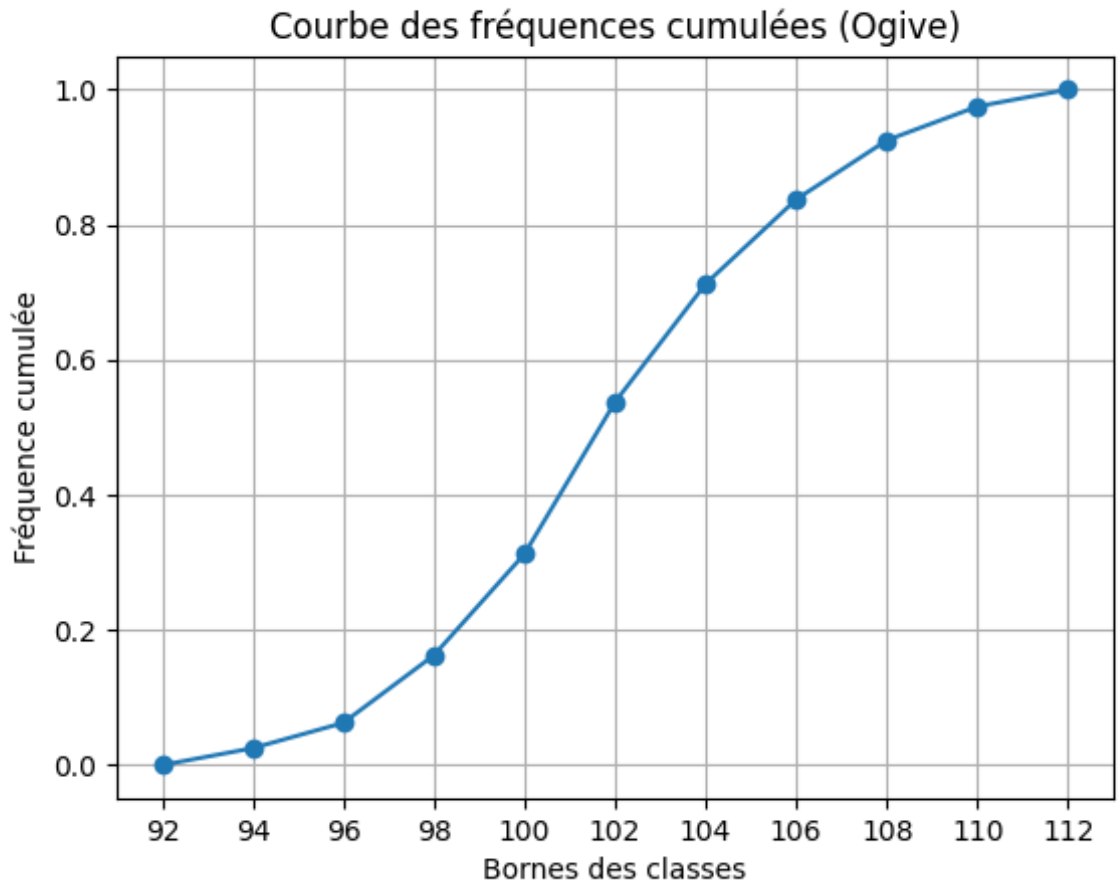


FIGURE 6 – Courbe cumulative croissante de la distribution de l'exemple.

Variables qualitatives ou nominales : Diagramme à bandes

Le diagramme à bandes (ou diagramme à barres horizontales) représente les effectifs ou les fréquences par des rectangles horizontaux de même hauteur, dont la longueur est proportionnelle à la valeur observée. Il est particulièrement adapté aux variables qualitatives ou lorsque les libellés des modalités sont longs.

Exemple : Répartition de 80 défauts observés sur des pièces métalliques selon leur type.

Type de défaut	Effectif
Fissure	28
Porosité	22
Inclusion	15
Rayure	10
Autre	5

On trace alors des bandes horizontales dont la longueur est proportionnelle à l'effectif de chaque catégorie. Ce type de graphique facilite la comparaison visuelle des différentes modalités.

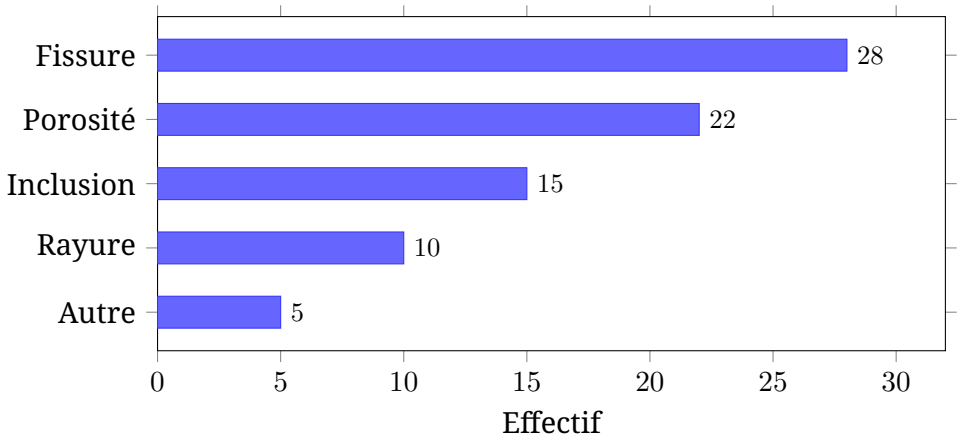


FIGURE 7 – Diagramme à bandes de la répartition des défauts.

Diagramme circulaire (ou diagramme à secteurs)

Le diagramme circulaire (aussi appelé camembert) représente une série qualitative ou une répartition en pourcentages sous forme d'un cercle divisé en secteurs. L'angle de chaque secteur est proportionnel à la fréquence (ou à l'effectif) de la modalité correspondante :

$$\text{Angle (en degrés)} = f_i \times 360^\circ$$

Ce type de graphique est particulièrement efficace pour visualiser la part de chaque catégorie dans un ensemble.

Exemple : Composition d'un alliage métallique (en pourcentage massique).

Élément	Pourcentage (%)
Fer (Fe)	72
Chrome (Cr)	18
Nickel (Ni)	8
Autres	2

Les angles des secteurs sont respectivement : $72\% \times 360^\circ = 259{,}2^\circ$, $64{,}8^\circ$, $28{,}8^\circ$ et $7{,}2^\circ$.

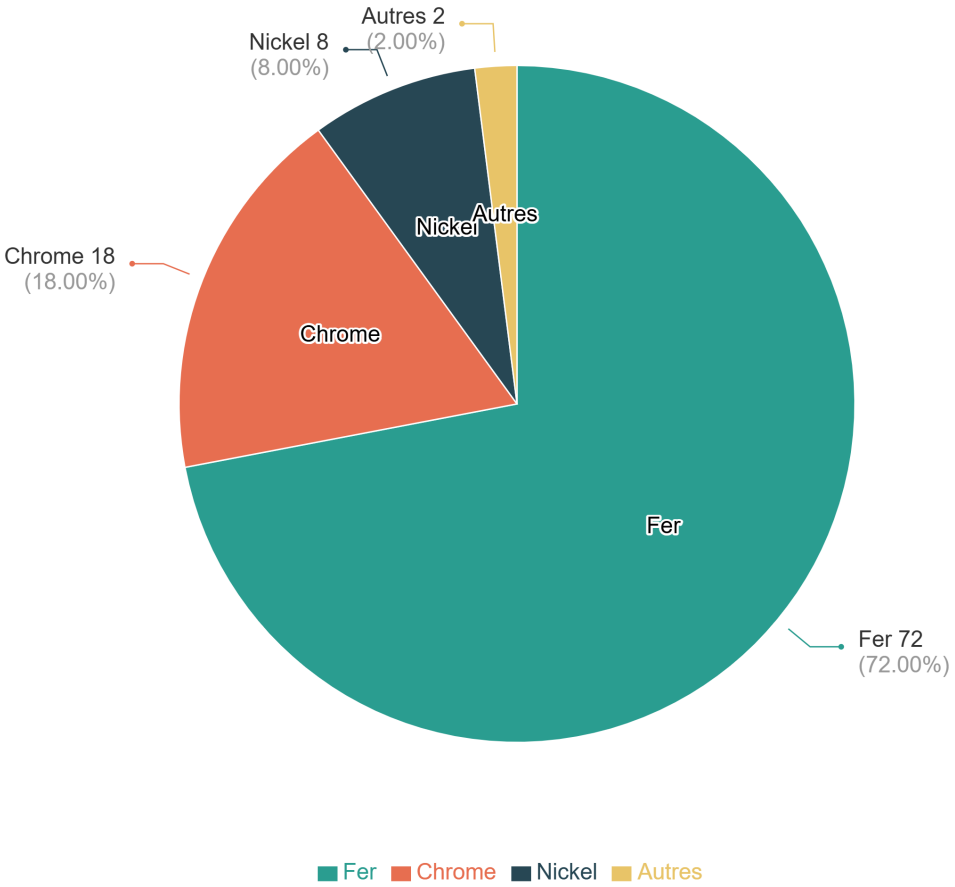


FIGURE 8 – Diagramme circulaire

3 Conclusion

— Chaque représentation graphique (diagramme en feuilles, diagramme à bandes, diagramme en bâtons, histogramme, polygone de fréquences, courbe cumulative et diagramme circulaire) possède un usage spécifique selon le type de variable (qualitative, discrète ou continue) et l'objectif de l'analyse.

— **Choix du graphique** :
  — Petits échantillons numériques → diagramme en feuilles ;
  — Variables discrètes → diagramme en bâtons ;
  — Variables continues → histogramme, polygone de fréquences et courbe cumulative ;
  — Variables qualitatives ou nominales → diagramme à bandes ou diagramme circulaire.

— **Applications en génie des matériaux** : Ces outils permettent de visualiser la dispersion des propriétés (dureté, résistance mécanique, porosité, composition chimique…), de détecter des valeurs aberrantes, de contrôler la qualité d'un procédé et de comparer facilement différents matériaux ou lots de production.

— **Recommandations** :
  — Toujours indiquer clairement les unités, les axes et les légendes ;
  — Privilégier les classes d'égale amplitude pour les histogrammes ;
  — Compléter les graphiques par des indicateurs numériques (moyenne, écart-type, médiane…) qui seront étudiés dans le chapitre suivant.

Une bonne représentation graphique est un outil de communication puissant : elle transforme des données brutes en information claire et exploitable pour la prise de décision en ingénierie.