Chapitre 2:

Présentation des données

2.1. Tableaux et diagrammes

Supposons que l'on réalise un sondage dont l'unique question est la suivante :

Quelle est la boisson que vous consommez le plus fréquemment avec le repas du soir ?

Les réponses peuvent être choisies dans la liste suivante :

eau	E
limonade	L
bière	B
vin	V
café	C
thé	T
alcool	A
autre (divers)	D

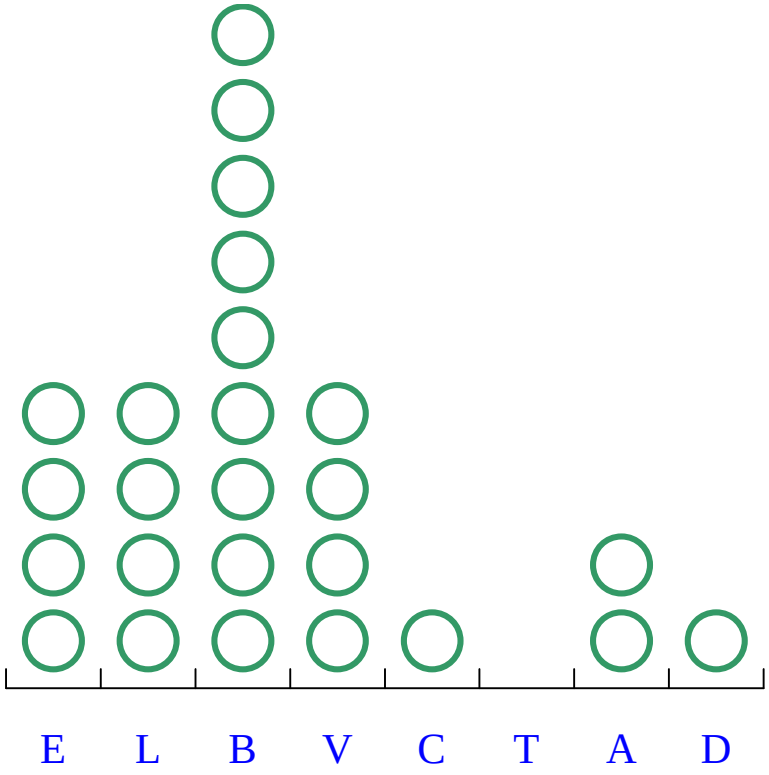
Les résultats bruts de l'enquête sont notés sur des formulaires nominatifs (dans ce cas fictif) :

Delphine	L
Rose	V
Jean Philippe	L
Marylin	C
Maude	E
Stéphanie	B
Julie	B
Olivier	D
Johanne	B
Julien	E

Sandrine	V
Justine	V
Anita	L
Stéphanie	B
Christine	B
Kristel	V
Aurore	A
Jean Yves	B
François Michael	E
Fabian	B
Louise	L
Stéphane	A
Anthony	E
Barbara	B
Macha	B

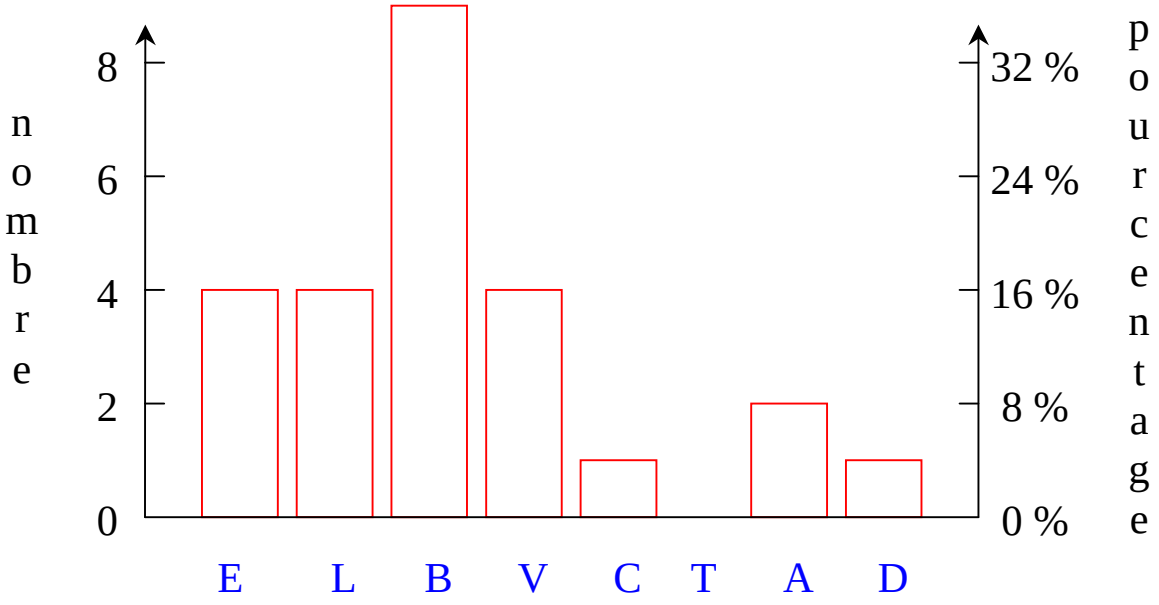
La liste détaillée des résultats ne se prête pas bien à une interprétation globale.

Les réponses peuvent être regroupées sous forme de tableau permettant une meilleure vue d'ensemble.



Une telle représentation où chaque individu est représenté par un cercle est un peu lourde et devient fastidieuse dès que la taille des échantillons croît.

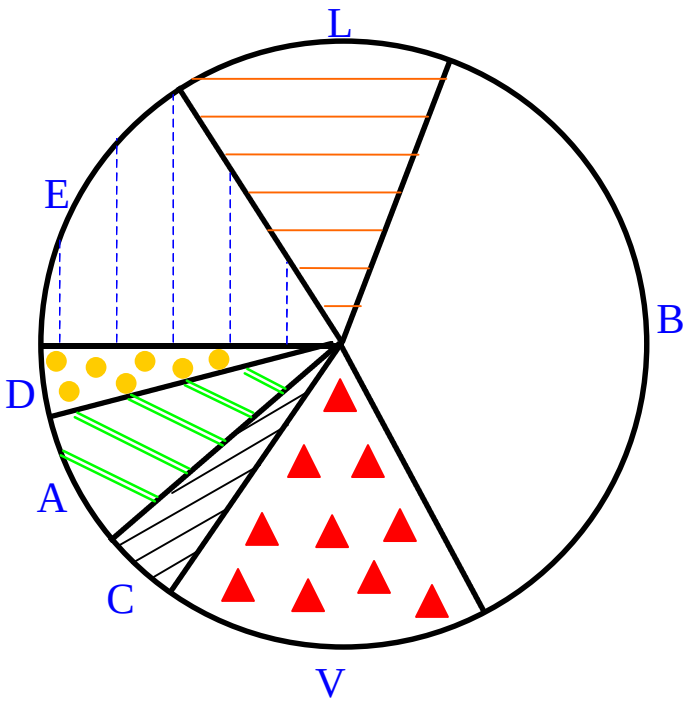
On remplace les empilements de cercles par des barres dont la hauteur est proportionnelle au nombre d'individus repris dans cette catégorie. C'est le *diagramme à barres*.



Ce diagramme à barres peut aussi donner le pourcentage d'individus dans chaque catégorie.

Le diagramme sectoriel ou « camembert » se prête très bien à la représentation des pourcentages.

On dessine un disque découpé en secteurs ou « morceaux de tarte ». L'angle au centre de chaque secteur est proportionnel au pourcentage d'individus dans la catégorie correspondante.



2.2. Variables discrètes et continues

Les cas que nous avons rencontrés jusqu'à présent correspondent à des *variables discrètes*, car les résultats peuvent seulement prendre des valeurs bien spécifiques, qui ne sont généralement pas numériques (eau, vin,...).

On rencontre aussi des *variables continues*. Dans ce cas, les résultats (numériques) peuvent prendre n'importe quelle valeur (éventuellement entre des limites inférieure et supérieure).

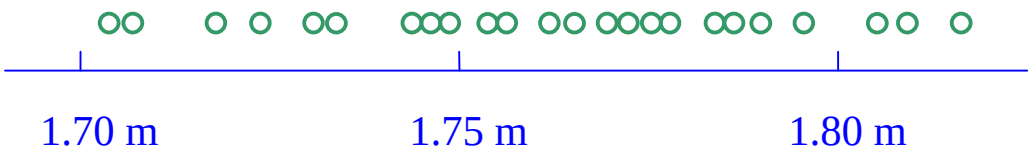
Exemple : étude de la taille d'un ensemble d'individus.

Si on effectue les mesures avec suffisamment de précision, il sera rare que deux individus aient exactement la même taille.

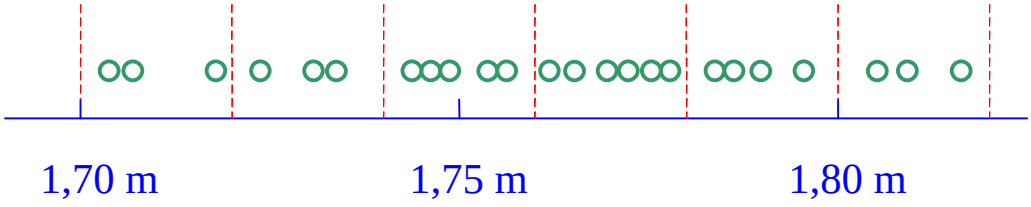
Soit une partie des résultats :

Alain :	1,748 m
Jacques :	1,805 m
Marie :	1,718 m
Pol :	1,707 m
⋮	⋮

Une représentation graphique conservant toute la précision de la mesure sera peu utile, et d'interprétation difficile.



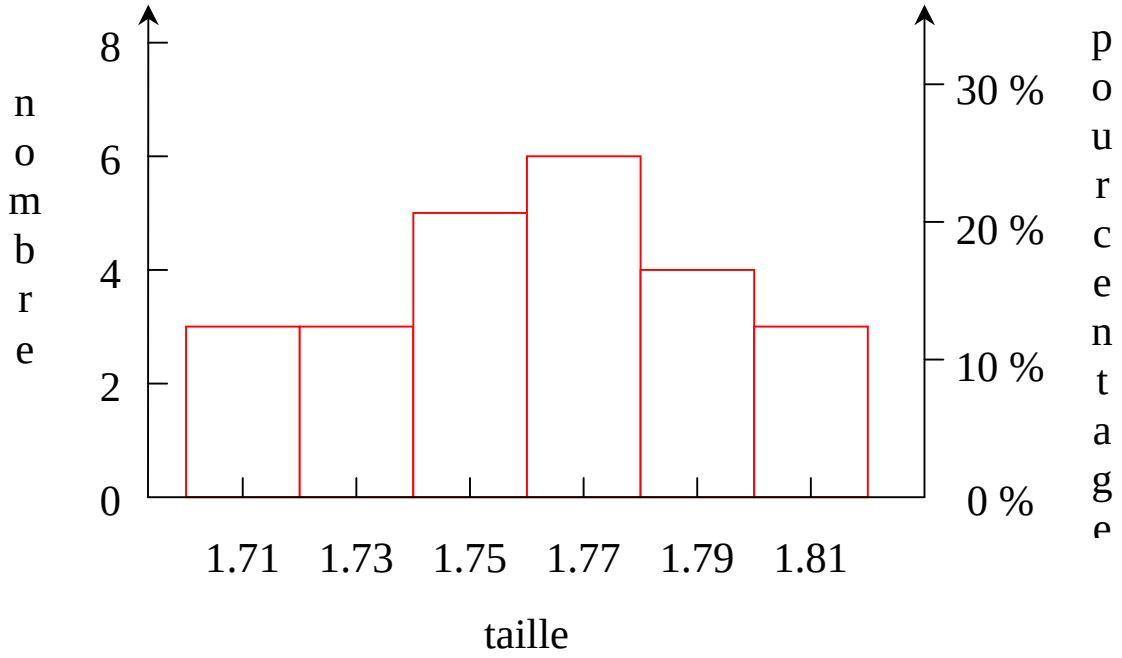
⟶ on regroupera les mesures par *classes* judicieusement choisies (p.ex.,2 cm) et on comptera le nombre d'individus par classe.



1,701 à 1,720 m :	3
1,721 à 1,740 m :	3
1,741 à 1,760 m :	5
1,761 à 1,780 m :	6
1,781 à 1,800 m :	4
1,801 à 1,820 m :	3

On peut alors représenter les résultats comme dans le cas discret.

En particulier, on rencontrera souvent le diagramme à barres (accolées, dans ce cas) aussi appelé *histogramme*.



Les classes sont généralement repérées par leur centre, mais elles doivent être définies par leurs extrémités.

2.3. Choix de la largeur des classes

La largeur choisie pour les classes dépendra :

- de la finesse de la représentation désirée (si on veut faire la distinction entre des individus dont la taille diffère de 5 cm, on ne vas pas choisir des classes plus larges, par exemple 10 cm !)
- de la taille de l'échantillon étudié.

Pour que la représentation ait suffisamment de précision, il faut que chaque classe contienne, en général, un nombre suffisant d'individus.

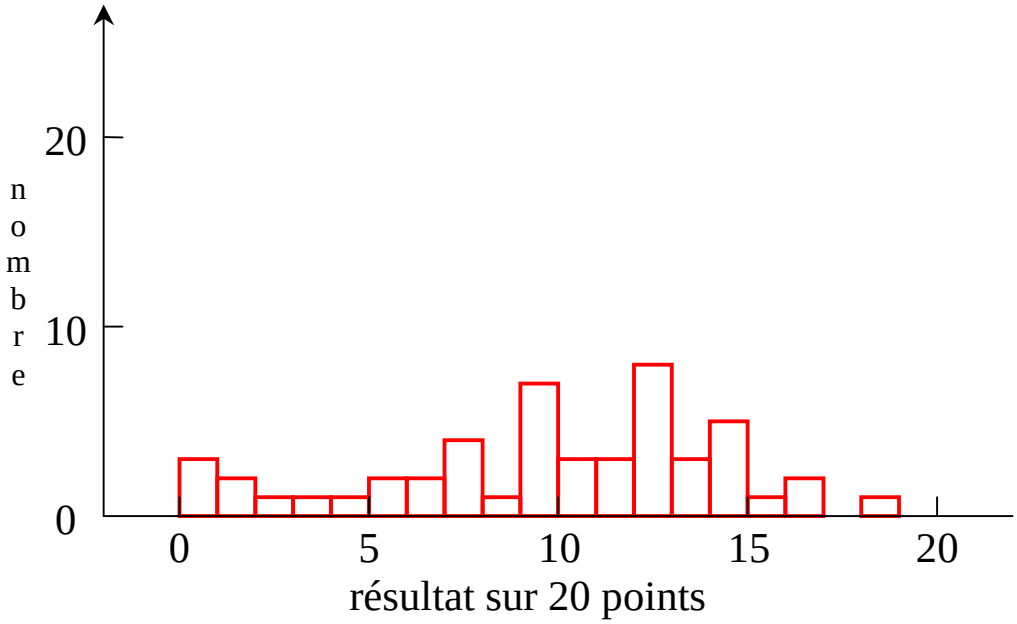
Exemple :

Les cotes obtenues à un examen par 50 élèves sont données dans le tableau suivant :

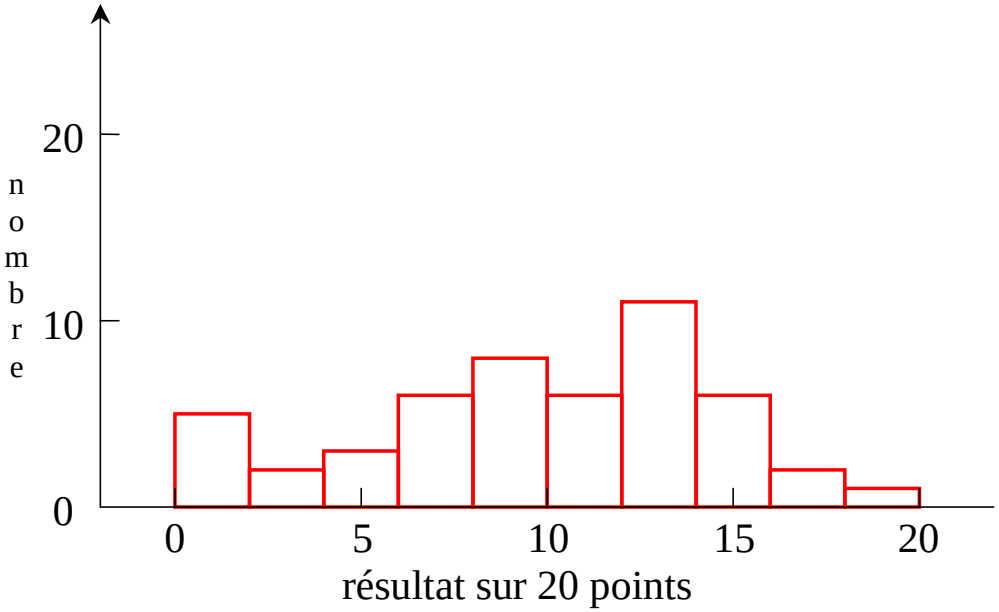
0.0	2.1	6.1	7.8	9.5	10.4	12.1	12.8	13.9	14.8
0.0	3.2	6.2	8.2	9.6	10.5	12.4	12.8	14.2	15.5
0.5	4.5	7.2	9.1	9.9	11.1	12.5	12.9	14.6	16.1
1.2	5.3	7.2	9.1	9.9	11.8	12.6	13.0	14.7	16.8
1.7	5.3	7.4	9.5	10.1	11.9	12.6	13.7	14.7	18.2

L'allure de l'histogramme change en fonction de la largeur choisie pour les classes:

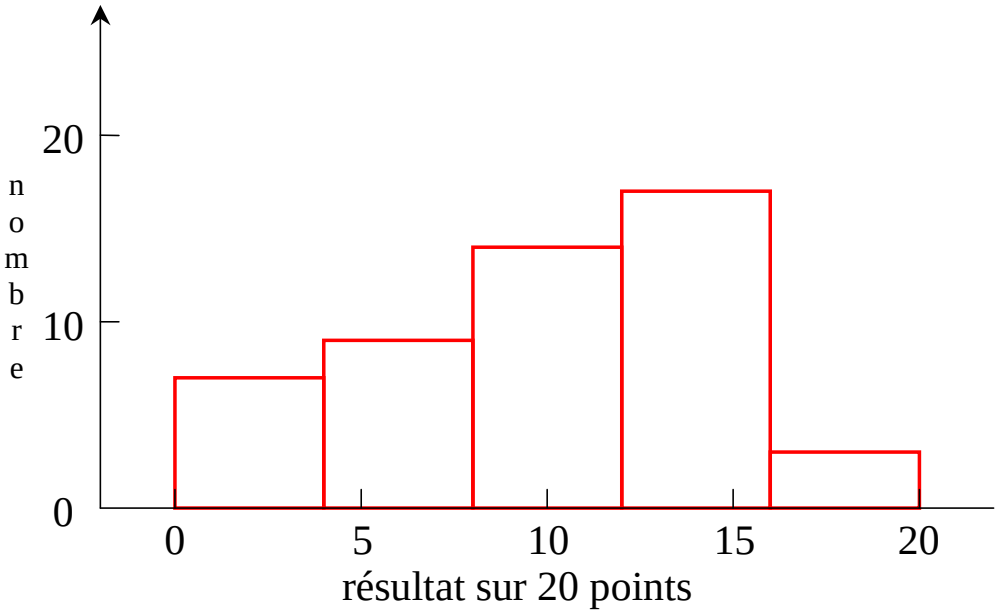
Classes de 1 cm:



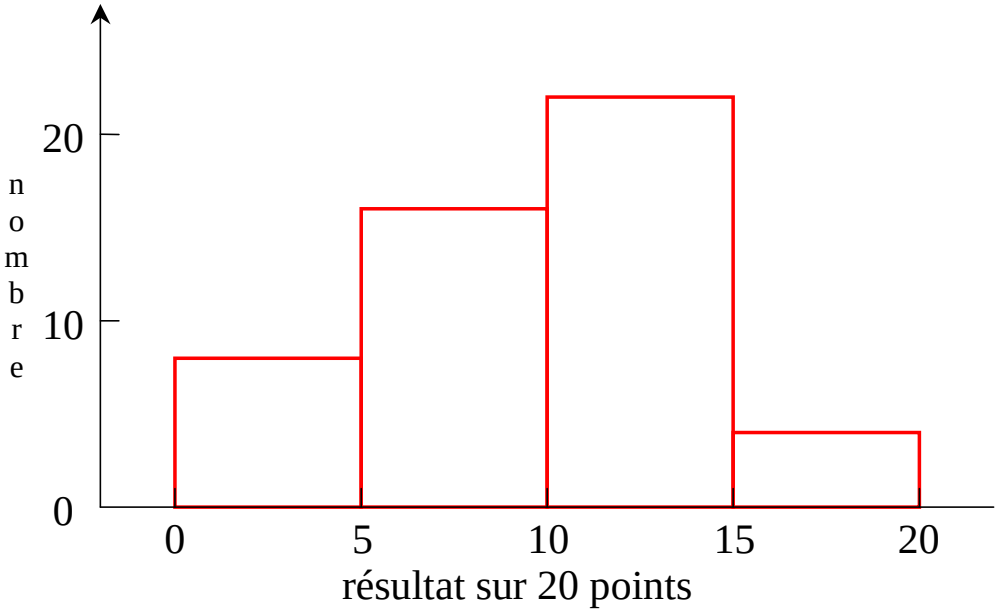
Classes de 2 cm:



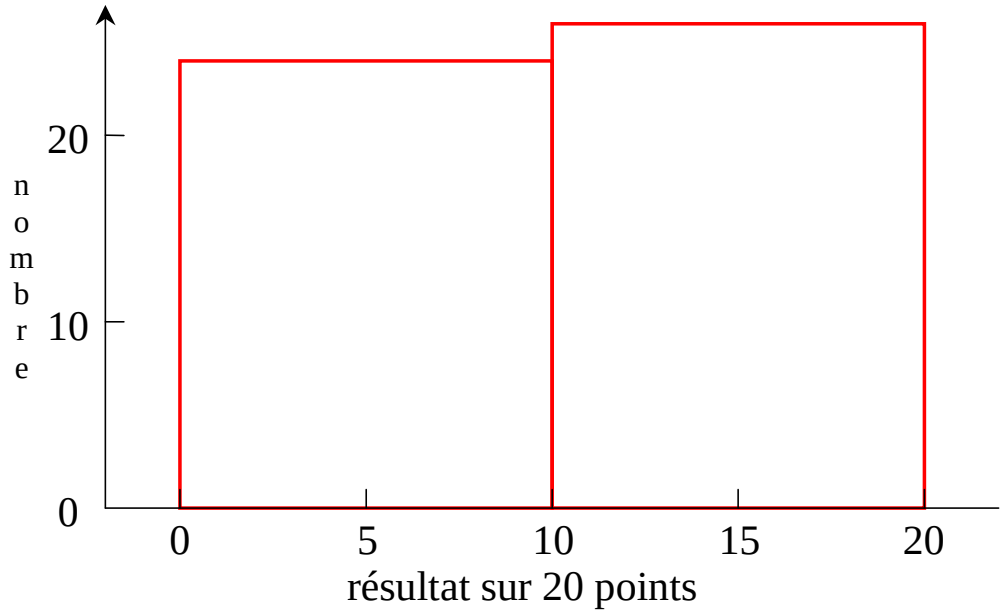
Classes de 4 cm:



Classes de 5 cm:

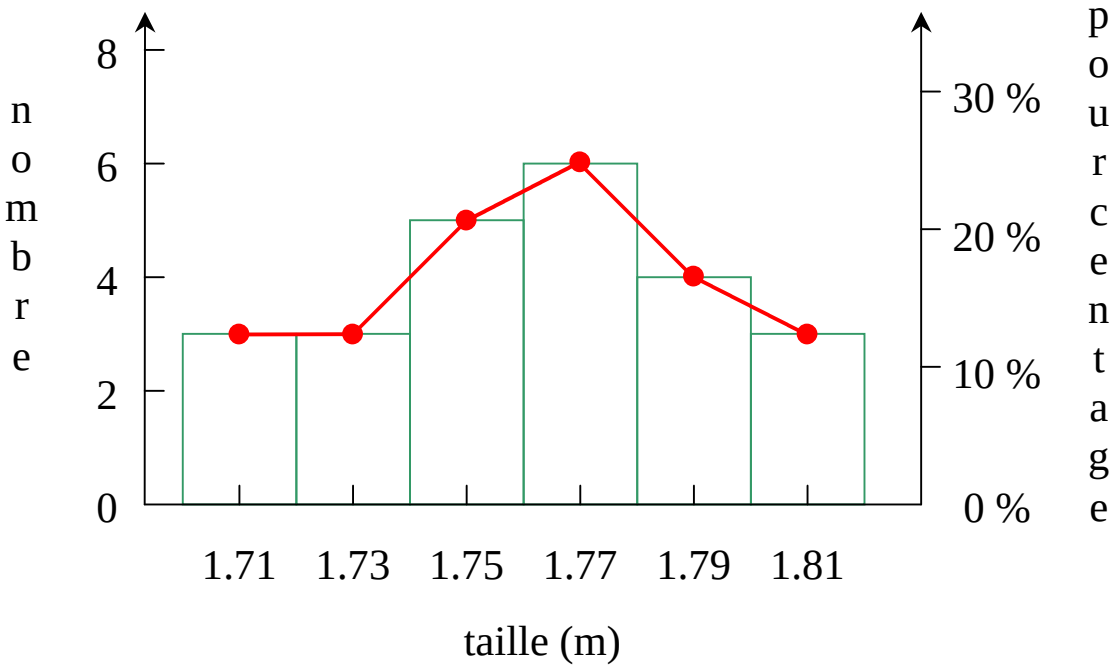


Classes de 10 cm:



2.4. Polygone des fréquences ou des effectifs

Pour obtenir ce polygone, on raccorde les sommets des barres, au centre de chaque classe, par des segments de droite.



On obtient donc une série de points reliés par des segments de droite. *L'abscisse* de chaque point correspond au centre de la classe. La hauteur de chaque point (son *ordonnée*) correspond au *nombre* d'individus dans la classe (*polygone des effectifs*) ou au *pourcentage* d'individus dans la classe (*polygone des fréquences*).

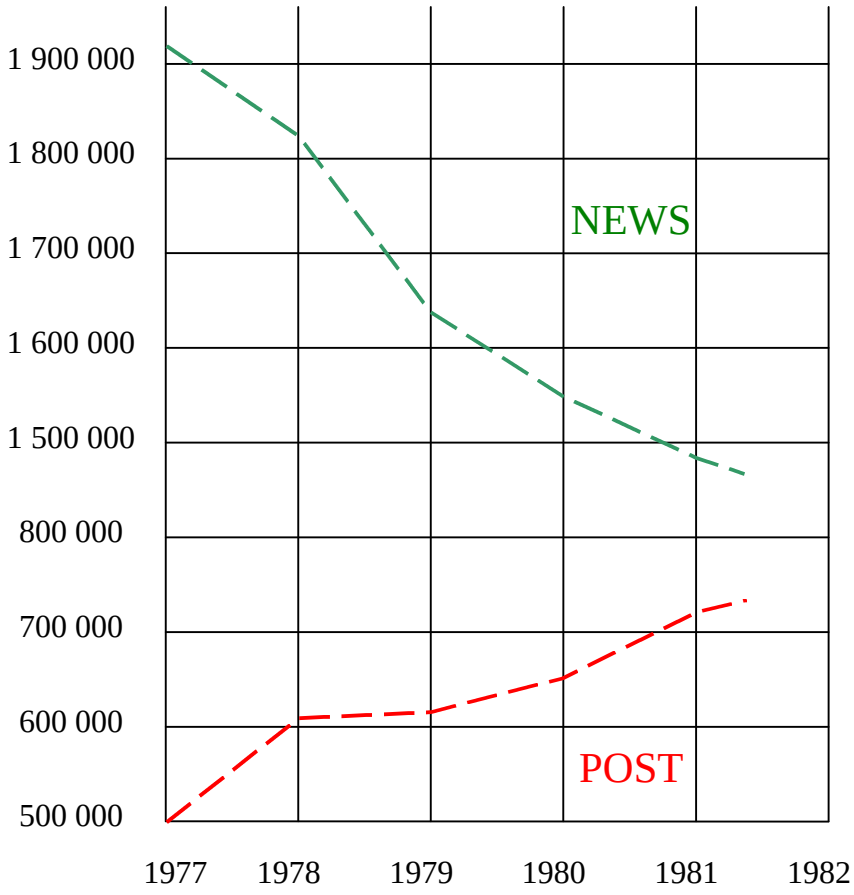
2.5. Bien interpréter les graphes

Il est courant d'entendre déclarer que l'on fait dire aux statistiques ce que l'on veut. Par exemple, il est possible de présenter les résultats de manière à amener le lecteur peu attentif à accepter une conclusion erronée.

Le but de ce chapitre est d'illustrer cette pratique par quelques exemples, afin de donner quelques clefs pour interpréter correctement les graphes parfois trompeurs.

1. Tirage de journaux concurrents

Le graphique suivant est paru en 1981 dans le New Yorker Post, sous le titre « Ascension du Post, le quotidien préféré des New-Yorkais ».

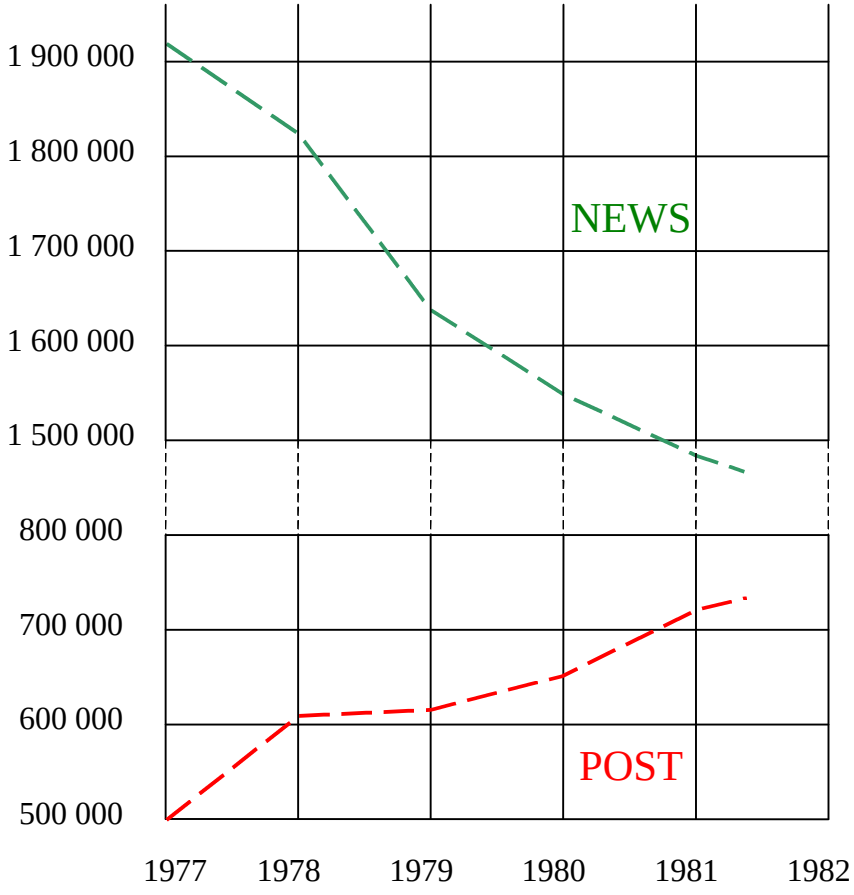


Le but de ce graphique est de convaincre le lecteur que la croissance du tirage du Post va bientôt l'amener en première position, devant le News qui périclite.

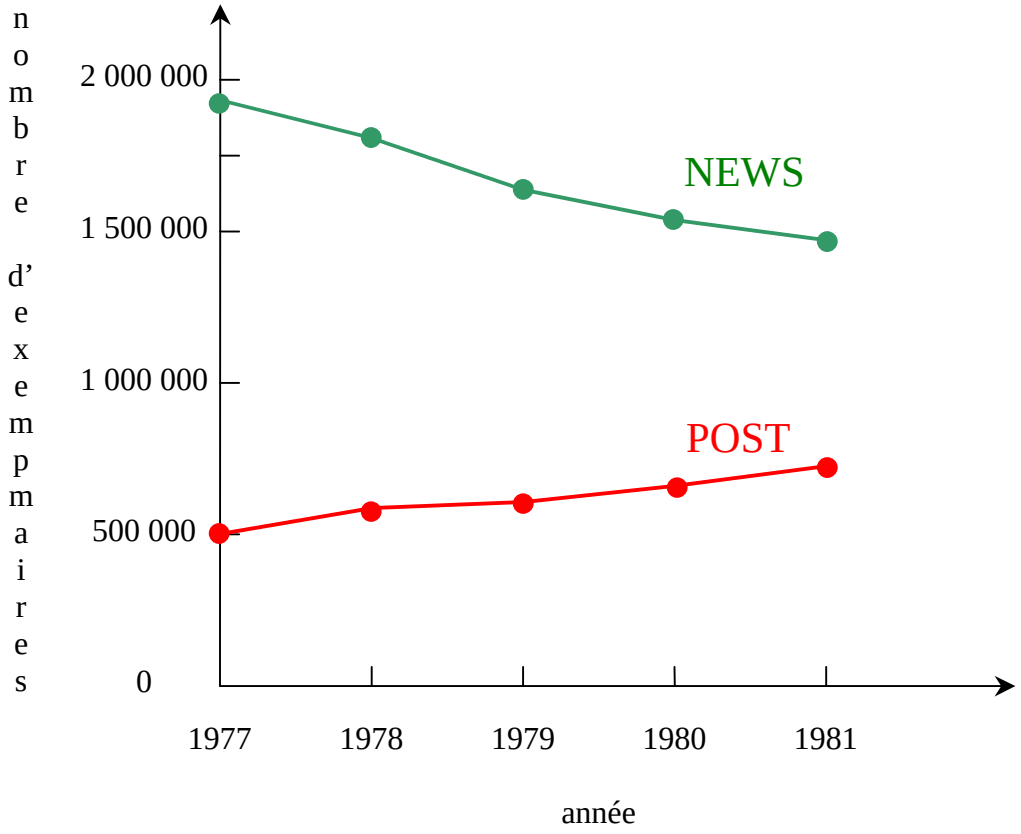
On remarque deux artifices utilisés pour exagérer la tendance :

1. L'échelle verticale ne démarre pas en zéro.
   C'est une présentation acceptable, mais qui renforce les variations apparentes.

2. L'échelle verticale est discontinue.
   Alors que deux graduations successives sont séparées de 100.000 unités, on passe brutalement de 800.000 à 1.500.000 dans l'intervalle séparant le Post du News. Les tirages des deux journaux paraissent, de ce fait, beaucoup plus proches que dans la réalité.
   Une telle présentation ne serait admissible que si la discontinuité de l'échelle était clairement indiquée, par exemple par des pointillés :



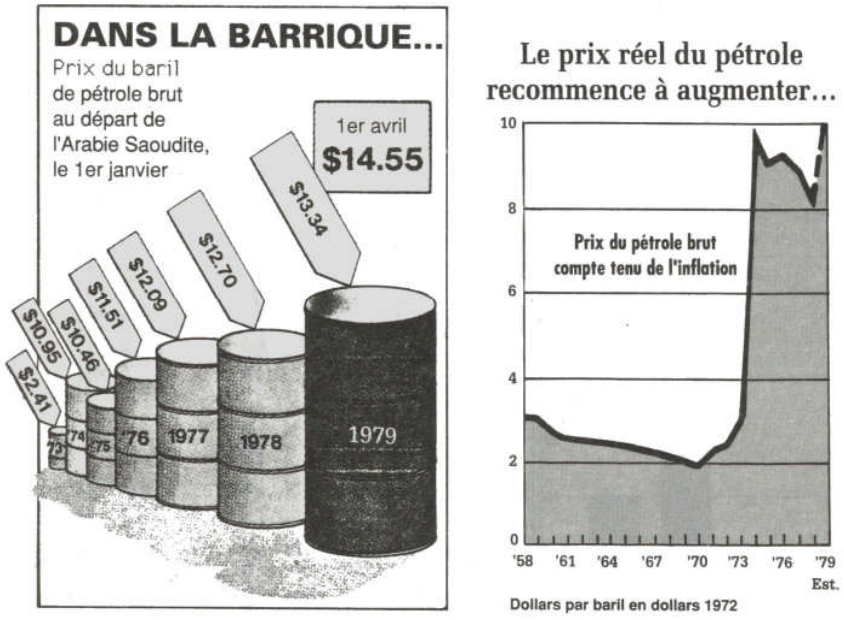
La version correcte, plus « honnête », du graphique, est la suivante :



On constate immédiatement qu'il reste au Post bien du chemin à parcourir avant d'accéder à la première place.

2. Le baril de pétrole géant

La figure de gauche, parue dans le magazine Time du 9 avril 1979, est destinée à illustrer l'augmentation du prix du pétrole suite à la crise déclenchée par la guerre du Kippour.



De 1973 à 1979, le prix du pétrole a été multiplié par 6. Or, le baril « 1979 », qui est 6 fois plus haut que le baril « 1973 » contient 6x6x6=216 fois plus de pétrole que celui-ci.

Ce n'est pas la hauteur du baril, mais son volume, que le lecteur associera généralement au prix (le pétrole se vend au litre, pas au mètre !).

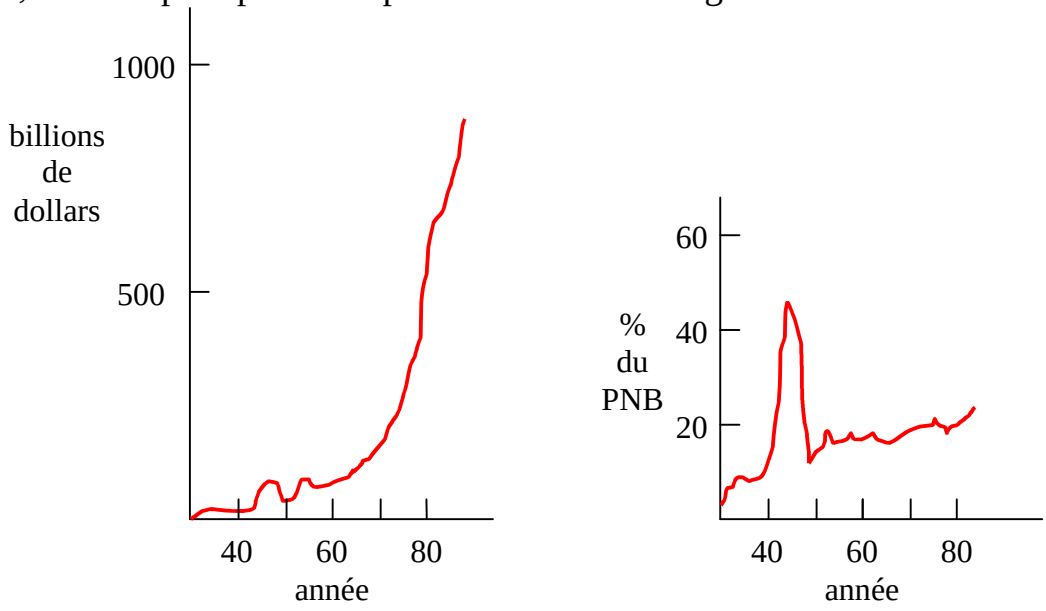
On a donc exagéré d'un facteur 36 l'augmentation du prix du pétrole.

Si, de plus, on tient compte de l'inflation (figure de droite), le prix du pétrole n'a augmenté que d'un facteur 3,5 entre 1973 et 1979.

L'exagération est de 60 fois !

3. Dépenses gouvernementales aux Etats-Unis

Le graphique de gauche illustre l'accroissement des dépenses gouvernementales US de 1930 à 1980. On constate une augmentation régulière si on mesure ces dépenses en dollars, avec un petit pic correspondant à la seconde guerre mondiale.

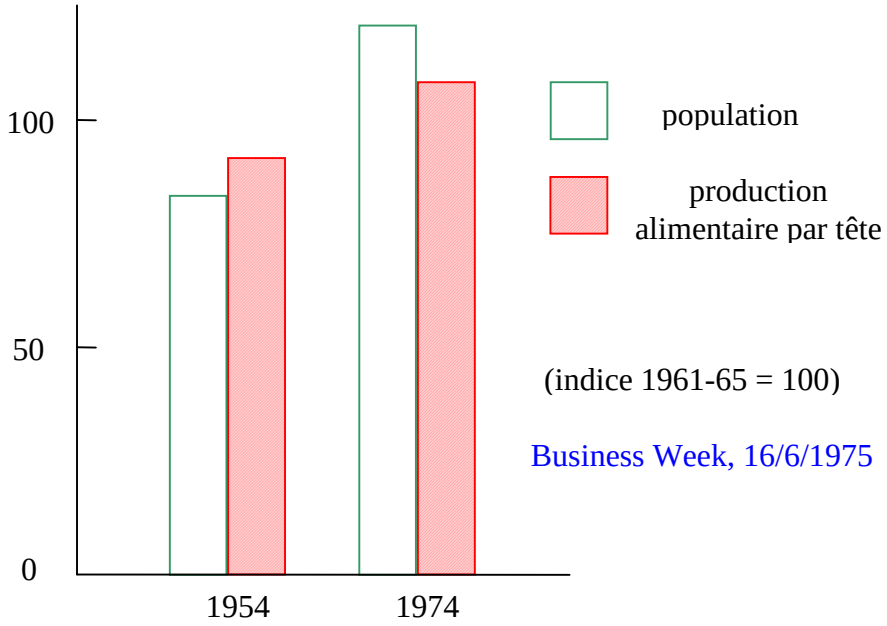


Cependant, la mesure des dépenses en dollars n'a pas beaucoup de sens car elle ne tient pas compte de l'inflation.

Ce qui est plus significatif dans ce cas, c'est l'évolution des dépenses gouvernementales par rapport à toutes les autres dépenses, mesurées ici par le Produit National Brut (PNB), comme représenté sur la figure de droite.

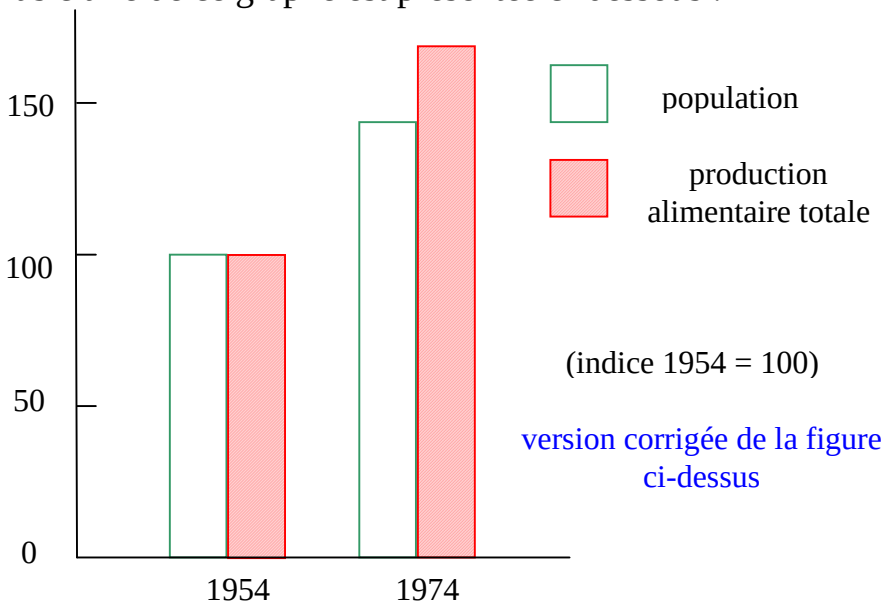
4. Production alimentaire mondiale

Le graphe suivant, publié dans l'hebdomadaire Business Week le 16 juin 1975, est destiné à illustrer la variation de la production alimentaire, comparée à celle de la population mondiale.



La plupart des personnes examinant ce graphe vont conclure que la production alimentaire a augmenté moins vite que la population. Le piège réside dans le fait de comparer la production alimentaire *par tête* (par individu) à la population *totale*. Si la production alimentaire par tête augmente, cela signifie forcément que la production totale augmente plus vite que la population totale.

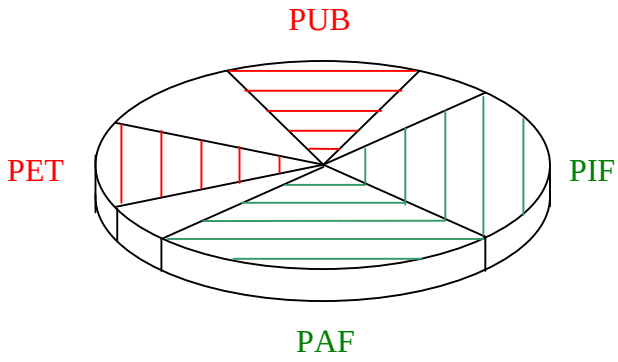
Une version plus claire de ce graphe est présentée ci-dessous :



NB : Il faut bien se garder d'interpréter les graphes au-delà de ce qu'ils présentent. Du graphe ci-dessus, on ne peut pas déduire, par exemple, que le problème de la faim dans le monde était moins aigu en 1974 qu'en 1954. En effet, ce problème dépend de bien d'autres facteurs, comme la répartition des denrées alimentaires entre pays et entre couches de la population.

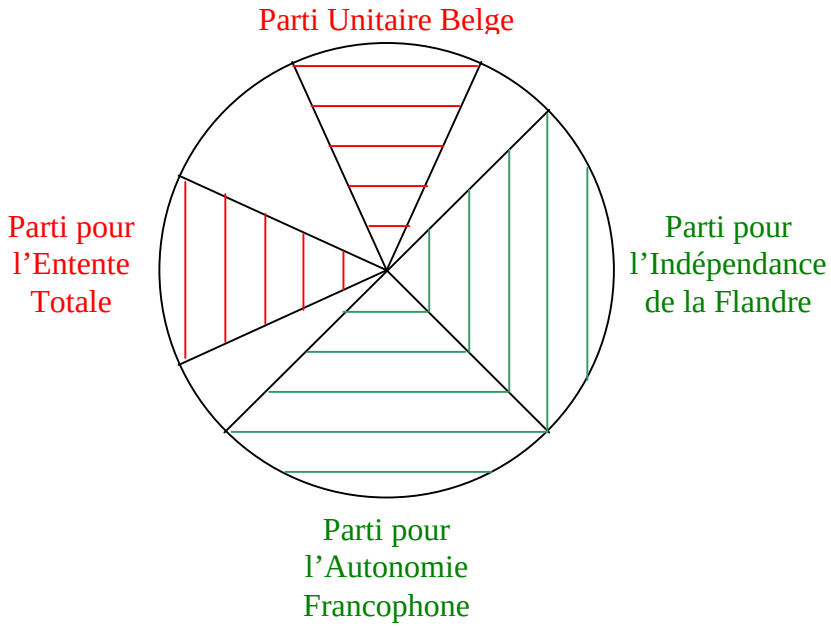
5. Le camembert en perspective

Le diagramme sectoriel suivant présente les pourcentages obtenus par 4 partis politiques lors d'une élection.



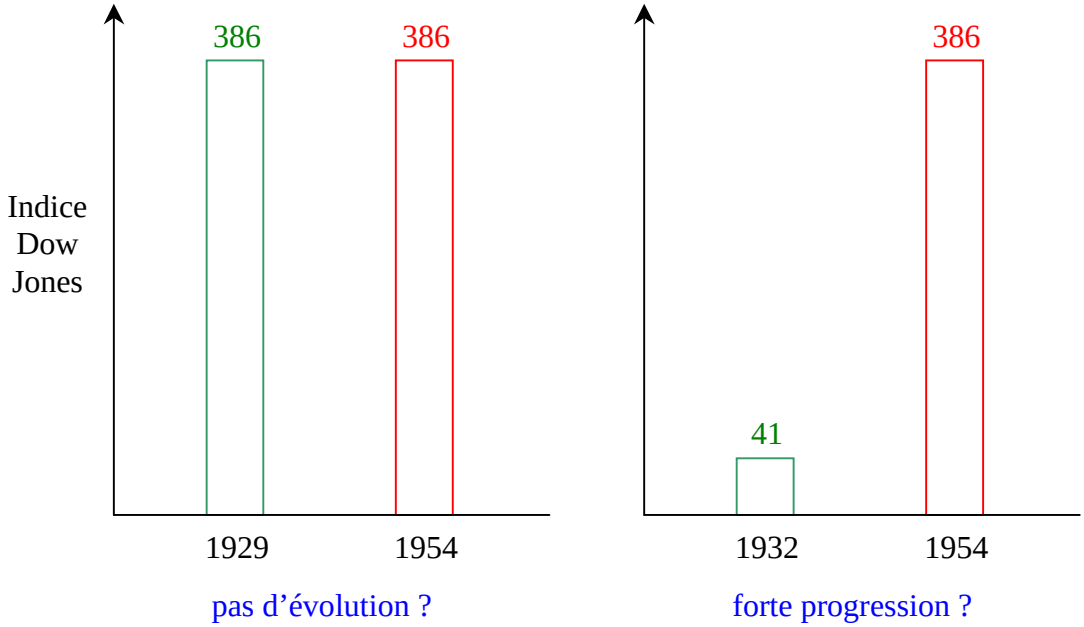
Une telle présentation en perspective a tendance à faire paraître plus importants les secteurs situés en bas (comme le PAF) ou en haut (comme le PUB) au détriment de ceux de gauche (PET) ou de droite (PIF).

Une présentation "de face" est moins susceptible d'induire le lecteur en erreur.



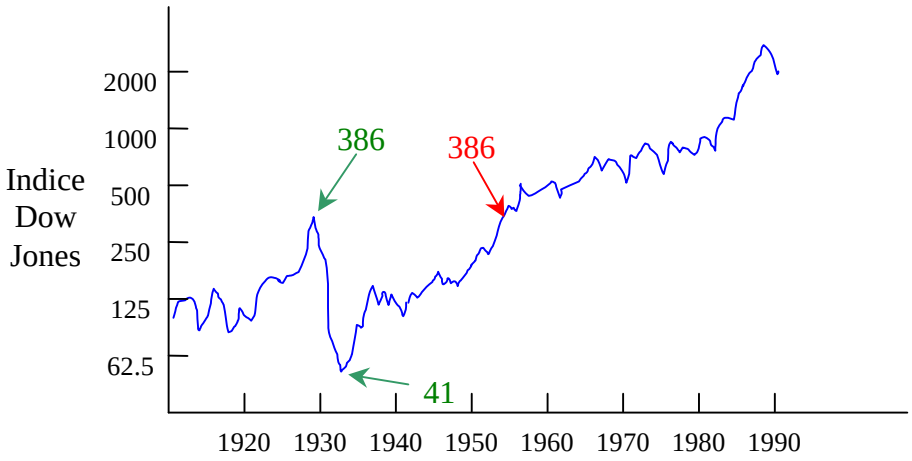
6. Choix de l'année de base

L'évolution du marché boursier à Wall Street avant 1954 est illustrée sur le graphique ci-dessous :



En regardant le graphe de gauche, on a l'impression que l'indice Dow Jones n'a pas évolué. Par contre, le graphe de droite suggère une forte progression.

Ces deux graphiques, trop schématiques, donnent une vue tronquée de l'évolution du marché boursier. En examinant l'évolution complète de celui-ci, on constate que les années 1929 et 1932 prises comme références correspondent en fait à un pic et un creux de la courbe, la grande crise de 1930 ayant provoqué l'effondrement du cours des actions.



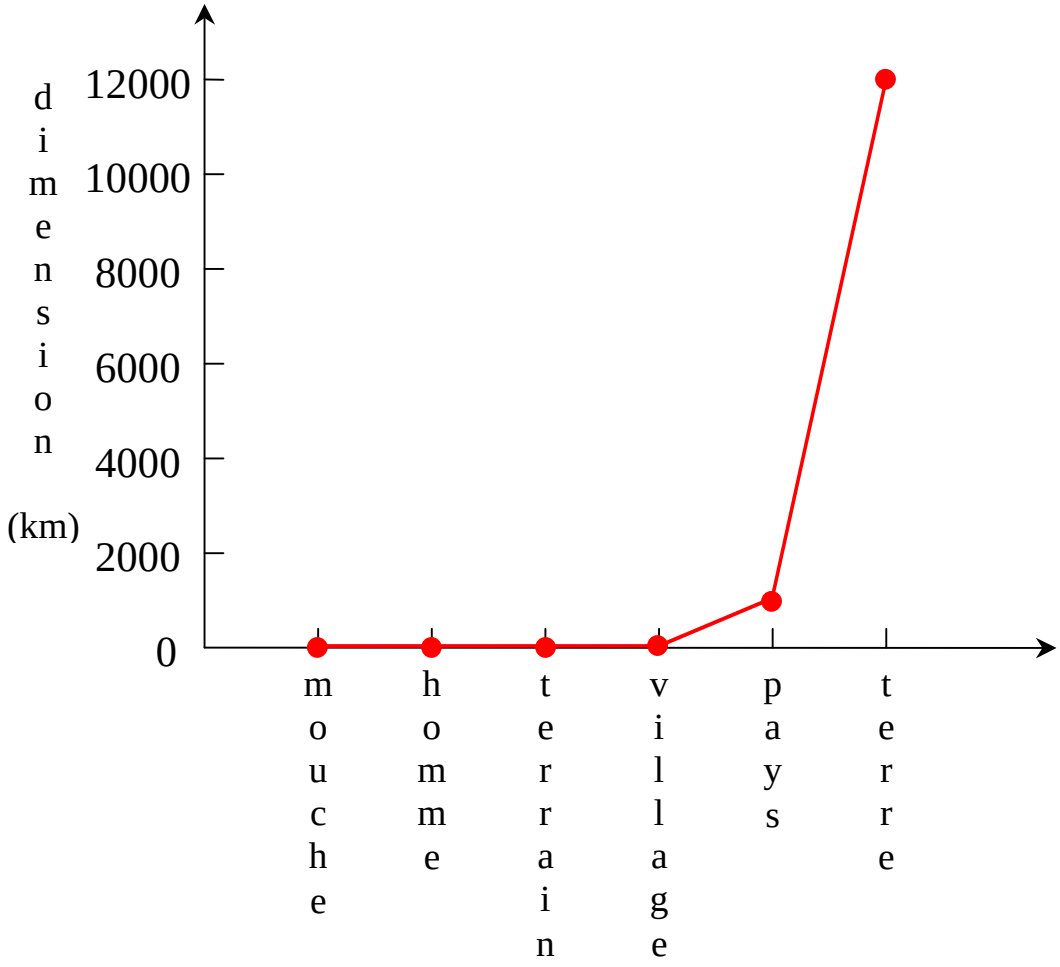
2.6. Echelle logarithmique

Lorsque la grandeur à représenter varie fortement (p.ex., plus d'un facteur 100), l'échelle habituelle (linéaire) n'est pas bien adaptée à la représentation des petites quantités.

Exemple : les dimensions caractéristiques des objets suivants sont :

mouche :	5 mm = 0,005 m
homme :	2 m
terrain de football :	100 m
village :	1 km = 1000 m
pays :	1000 km = 1 000 000 m
planète terre :	12 000 km = 12 000 000 m

Représentation linéaire

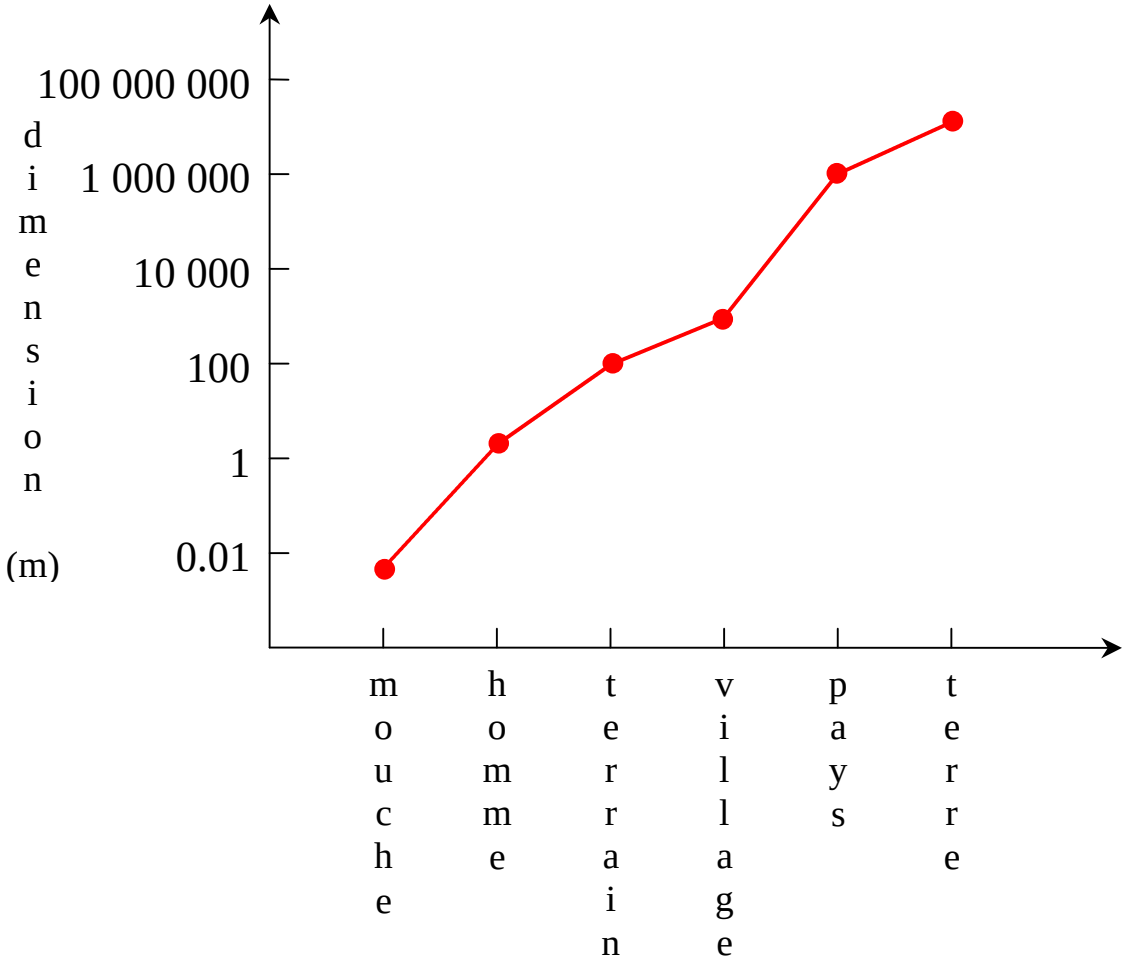


Dans une représentation linéaire, où une longueur donnée (entre deux graduations successives) correspond à l'addition d'une quantité fixée (p.ex., 2000 km), les petites variations sont indiscernables.

Ainsi, le graphique ci-dessus ne permet pas de distinguer la dimension d'une mouche de celle d'un terrain de football.

Dans la représentation logarithmique, une distance fixe (entre deux graduations successives) correspond à la multiplication par un nombre donné (p.ex., 100).

Représentation logarithmique



Cette représentation est mieux adaptée à la comparaison des valeurs relatives

2.7. Evolution temporelle d'une grandeur

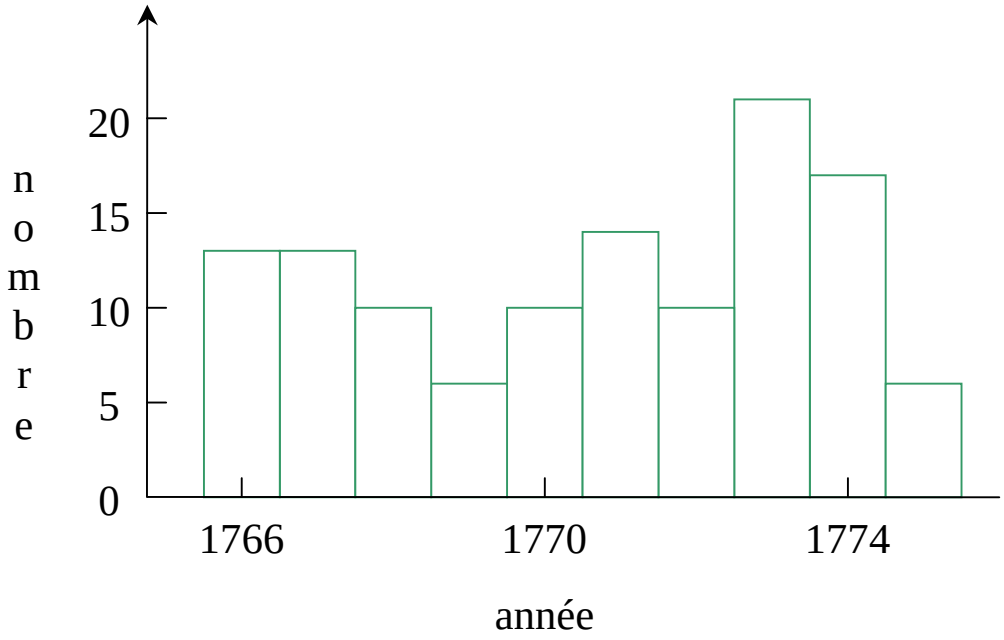
Une utilisation courante de la (des) statistique(s) concerne l'étude de la variation d'une quantité quelconque au cours du temps (chiffre d'affaires d'une société, prix d'une denrée, produit national brut, audience d'une chaîne de télévision,…)

Exemple : on étudie le nombre annuel de décès dans une paroisse ardennaise (Rahier) vers la fin du XVIII^{e} siècle en dépouillant les registres paroissiaux. Cette étude donne les résultats suivants :

1766 :	13 décès
1767 :	13 décès
1768 :	10 décès
1769 :	6 décès
1770 :	10 décès
1771 :	14 décès
1772 :	10 décès
1773 :	21 décès
1774 :	17 décès
1775 :	6 décès

Le nombre total de décès sur cette période de 10 ans est de 120, soit une moyenne de 12 décès par an, ou encore 1 décès par mois.

L'histogramme est présentés ci-dessous :



On se pose alors la question suivante :

Y-a-t-il une année pour laquelle le nombre de décès est anormalement faible ou élevé ?

La théorie nous enseigne que si le nombre moyen de décès est de 12 par an, on peut s'attendre, chaque année, à un nombre de décès variant de 5 à 19, avec un intervalle de confiance de 95 %.

Autrement dit, les ***fluctuations statistiques*** vont, normalement (dans 19 cas sur 20), faire varier le nombre de décès de 5 à 19 chaque année.

Une seule année sort de cet intervalle : 1773, avec 21 décès.

Cette différence est-elle significative ? (Après tout, 1 fois sur 20, on s'attend à un nombre de décès inférieur à 5 ou supérieur à 19)

Examinons les données en détail.

Pour 1766, une année « moyenne » (13 décès), le prêtre a consigné dans son registre les décès suivants :

- le 5 janvier, Jeanne, fille de Mathieu Pichay
- le 9 janvier, Bartholomé, fils de Bartholomé Caporal
- le 22 janvier, Catherine Capon, épouse de François Boutet
- le 27 janvier, Jean Henri Cola
- le 11 février, un enfant de Mathieu Collinet
- le 23 avril, Pierre Calais
- le 10 mai, Marie Joseph Sauvage, veuve de Jean Boutet
- le 14 mai, Jean Joseph, fils de Joseph Grégoire
- le 18 juin, Marie Piette, veuve de Joseph Xhardé
- le 20 novembre, Martine N., mendiante
- le 4 décembre, Toussaint Charrette
- le 8 décembre, Marie Jeanne Helman, épouse de Gilles Lerus
- le 27 décembre, Aubin Jacquet

Soient 9 adultes, 4 enfants.

Pour 1773, le registre porte les 21 décès suivants :

- le 13 janvier, Catherine, fille de Joseph Malhache
- le 26 janvier, Marie Anne Donneau, veuve de Joseph Chauveheid
- le 13 février, Jean Helman
- le 27 février, Marie Jeanne Quenech, veuve de Jean Helman
- le 28 mars, Elisabeth Marly, épouse de Servais Rasquin
- le 15 avril, un enfant de Querin Chauveheid
- le 17 avril, Anne Marie Charette, épouse de Henri Jacquemin
- le 18 avril, un enfant de Querin Chauveheid
- le 22 avril, un enfant de Pierre Jacquet
- le 23 avril, un enfant, neveu de Mathieu Deroanne
- le 24 avril, un enfant de Henri Goffin
- le 26 avril, un enfant de Jean François Reharmont
- le 8 mai, un enfant de Louis Dorquet
- le 16 mai, Anne Marie, fille de Jean François Deroanne
- le 2 juin, un enfant de François Santkin
- le 7 juin, Jacques Laffru
- le 18 juin, Mathieu, fils de Jean Debatty
- le 21 juin, un enfant de Guillaume Smettre
- le 4 juillet, un enfant de Louis Dorquet
- le 14 novembre, un enfant de Jean Pierre Boutet
- le 14 décembre, Marie Ursule Deremouchamps, épouse de Henri Neuforge

Soient 7 adultes, 14 enfants.

En particulier, on relève 14 décès entre le 15 avril et le 4 juillet, dont 10 enfants. Soient 5 décès/mois au lieu de 1.

Entre le 15 avril et le 26 avril, on note 7 décès, dont 6 enfants. Soient 20 décès/mois au lieu de 1.

Ces indices sont suffisants pour conclure à une épidémie touchant surtout les enfants, par exemple la dysenterie.

L’examen détaillé a donc confirmé, dans ce cas, la conclusion théorique.