

Document de préparation du TP sur les Graphiques

Objectif :

- Visualiser un phénomène,
- Comprendre les variations et l'évolution du phénomène,
- Méthodologie de traitement de l'information.

Thèmes abordés :

- Diagramme de Pareto
- Graphiques fonctionnels
- Courbe en Z (*Gestionnaires*)

Le document de préparation :

Le document de préparation doit vous permettre de prendre connaissance des différents thèmes abordés lors de la séance de TP.

Ces thèmes sont présentés sous forme de calculs où explicités à l'aide d'un exemple de mise en application. Lors du TP proprement dit, une mise en situation sera faite sur chacun des thèmes présentés.

La séance de TP se divisera en deux parties :

1^{ère} partie : 1 heure

Réponse aux questions suscitées par la préparation du TP. Un travail personnel de préparation vous est demandé.

2^{ème} partie : 3 heures

Par binôme, vous devrez traiter le sujet du TP qui vous sera distribué et rendre un compte rendu écrit à la fin de la séance.

Le diagramme de Pareto

Historique sur Pareto



L'économiste italien **Vilfredo Federico Damaso** (1848 – 1923) qui était surnommé par ses étudiants « Marquis de Pareto » et qui reste dans les mémoires sous le nom de Vilfredo Pareto, a montré qu'au début du 20^{ème} siècle, 20 % de la population italienne détenait 80 % des richesses du pays d'où, le nom de la loi 80 – 20 ou 20 – 80.



Cette observation fut ensuite généralisée par Joseph Moses Juran né le 24 décembre 1904 à Braila (Roumanie). Grand personnage de la qualité industrielle.

Les autres noms de la loi

- Courbes ABC
- Coefficient de Gini « Corrado Gini (23 mai 1884 - 13 mars 1965) Personnage contrasté, aux multiples facettes, est surtout connu comme statisticien, démographe, ethnologue, sociologue mais aussi idéologue italien »
- Diagramme 80 / 20
- Diagramme 20 / 80
- Courbes d'inégalités
- Courbes de concentration.

Objectif de l'outil :

Cet outil a pour but de sélectionner, dans une population, les sujets les plus représentatifs en regard d'un critère chiffrable. Cette sélection sera généralement faite dans le but de simplifier l'étude d'un problème en ne retenant que les éléments les plus significatifs.

Mise en situation :

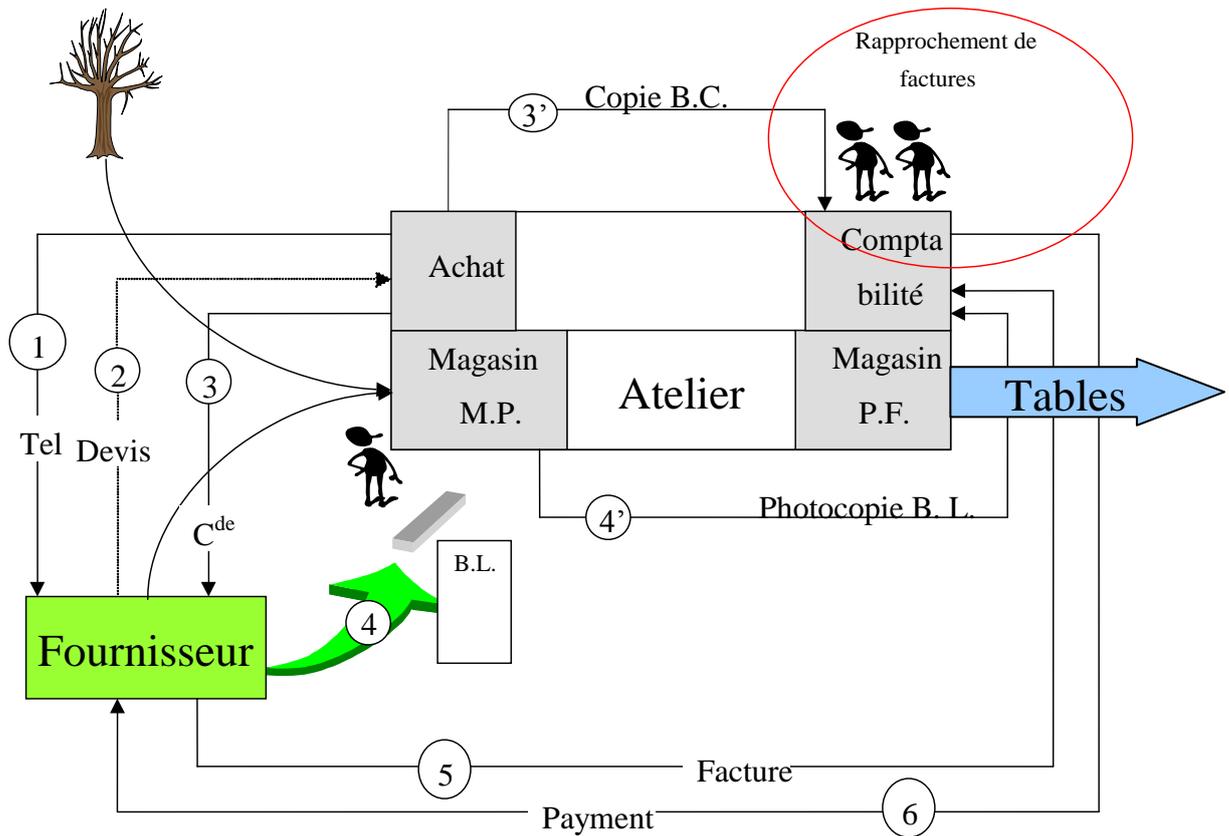
Exemple d'application :

Fabrication de bureaux ou de tables pour un marché composé de plusieurs établissements scolaires.

On suppose qu'une entreprise reçoit une commande de tables à fabriquer de la part de l'éducation nationale.

La fabrication d'une table nécessite, de façon simplifiée, de s'approvisionner en bois et en barres métalliques.

Le schéma suivant, montre les différentes étapes nécessaires pour l'acquisition des matières premières



Etape 1 :

Le service achat contacte un fournisseur (**et nous allons supposer 1 seul par type de produits**) pour expliquer la demande (quantité, nature, délai, type de livraison,...).

Etape 2 :

Avec tous ces renseignements, le fournisseur peut établir un devis qu'il envoie au service achat. Ce devis sert de base de discussions et bien souvent, les négociations commencent à ce stade de la procédure d'approvisionnement. S'en suivent ensuite divers échanges au téléphone et parfois des réunions ou visites pour se mettre d'accord sur les termes d'un contrat.

Etape 3 :

Ce contrat s'appelle **une commande**. Elle est établie dans la plupart des cas par le client et c'est un document contractuel qui engage celui-ci, vis-à-vis du fournisseur, dans la

mesure ou ce dernier respecte les clauses de cette commande. Hormis les prévisions de vente que peut faire un fournisseur sur certains articles, les commandes (écrites ou non) représentent les seuls documents qui permettront d'établir le planning de fabrication chez le fournisseur. On trouvera sur la commande :

- le numéro de commande ;
- la désignation de(s) l'article(s) commandé(s) : nature, quantité ;
- le prix unitaire ainsi que le montant total de la commande ;
- les coordonnées du service ayant émis cette commande et éventuellement le compte à débiter ;
- les signatures des personnes habilitées à passer une commande ;
- les coordonnées de l'entreprise cliente ;
- les coordonnées du fournisseur ;
- les clauses relatives au colisage : type, nature ;
- les clauses relatives à la livraison : date, fréquence, quantité ;
- les clauses juridiques et toutes les clauses particulières.

Une copie du bon de commande est envoyée vers le service de comptabilité. Cette copie peut être sous une forme papier ou électronique.

Etape 4 :

Le fournisseur livre la marchandise au magasin de Matière Première (ou magasin réception). Les pièces sont accompagnées d'un bon de livraison (ou bordereau de livraison) édité en trois exemplaires.

Ce bon de livraison contient les renseignements suivant :

- désignation des produits livrés ;
- raisons sociales et adresses des entreprises fournisseuses, transporteuses et clientes ;
- type de colisage ainsi que le nombre de colis ;
- numéro de commande ;
- un emplacement pour que les trois entreprises liées dans le transport puissent signer et émettre des remarques éventuelles ;
- dates d'enlèvement et de livraison de la marchandise.

Une copie du bon de livraison est envoyée ou émise par le magasin de Matière Première vers la comptabilité.

Un exemplaire de ce bon est conservé par l'entreprise de transport qui se charge, en général, d'envoyer la seconde copie au fournisseur. Le troisième exemplaire est conservé par le client.

Etape 5 :

Le fournisseur, après avoir reçu son exemplaire de bon de livraison, édite la facture qui est envoyée au client et traitée en premier lieu par le service comptabilité.

La facture rappelle en autre :

- le numéro de la commande et les clauses principales de cette commande (notamment clauses de paiement),
- la désignation du produit faisant l'objet de la transaction,
- le montant total de la transaction (avec ou sans détails).

Etape 6 :

Le paiement est déclenché une fois que le service comptabilité a fait son travail de regroupement des factures. Ce travail consiste à vérifier l'exactitude de la facture en fonction de la commande passée et du bon de livraison. Le numéro de la commande rappelé sur les trois documents permet le regroupement de ceux-ci.

La transaction financière dépend ensuite des termes portés sur la commande (paiement le 10 du mois suivant, paiement sous 90 jour après édition de la facture,...).

Problématique :

On suppose que dans le service de comptabilité de cette entreprise, deux personnes sont chargées, à plein temps, de regrouper les 1000 factures qui sont reçues en moyenne par mois.

Supposons que pour essayer d'augmenter la marge bénéficiaire de l'entreprise on demande au service achat de diminuer le coût de la matière première. Celui-ci décide de faire jouer la concurrence. Il prendra donc contact avec plusieurs fournisseurs. Pour simplifier la présentation on considèrera 1 fournisseur de plus pour chaque produit. (Soit au total 2 fournisseurs par référence d'article.)

La mise en concurrence peut effectivement donner au client une force supplémentaire lors des négociations et donc déboucher sur une diminution du prix d'achat des matières.

Par contre le fait d'avoir deux fournisseurs pour chaque produit, va doubler le nombre de factures. Il faudra donc logiquement deux fois plus de temps pour les traiter, soit 4 personnes. Les charges salariales de ces deux personnes supplémentaires vont à l'encontre de la volonté d'augmenter la marge bénéficiaire.

On se retrouve alors devant un nouveau problème : **comment pouvoir gérer 2000 factures avec le même personnel?**

Le temps n'étant pas extensible, il semble que ce problème soit insoluble. La seule solution est de faire un choix dans les factures pour en traiter certaines de façon prioritaire.

Ceci est l'objet de la méthode ABC ou méthode de Pareto.

Pour utiliser cette méthode, nous allons construire un tableau. Celui-ci permettra d'établir les valeurs en % qui seront portées par les axes d'un graphique.

Les données utilisées pour ce tableau sont prises sur un mois significatif (normal). On utilisera alors toutes les factures d'un mois « normal » de l'entreprise pour en analyser la répartition.

L'axe des ordonnées portera le paramètre significatif de l'étude. Ici le montant de facture en €.

L'axe des abscisses portera le paramètre explicatif. Ici le nombre de factures.

Le tableau est le suivant :

Valeurs à porter sur l'axe des ordonnées				Valeurs à porter sur l'axe des abscisses		
1	2	3	4	5	6	7
Montant des différentes factures (en euros)	Tri par ordre dé- croissant	Cumul du montant des factures	Pourcenta ge	Nombre de factures	Cumul des nombres de factures	Pourcenta ge des nombres
743	34243	34243	6,9	1	1	0,1
1117	23172	57415	11,6	1	2	0,2
	16769	74184	15	1	3	0,3
	14132				4	0,4
					5	0,5
					6	0,6
34243	8079		80			20
22	198		95			50
	22	495876	100		1000	100

La construction du tableau se fait de la manière suivante :

1^{ère} colonne : On y trouve les montants (paramètre significatif choisi) de toutes les factures du mois, sans classement particulier.

2^{ème} colonne : Les mêmes montants ont été triés suivant leur valeur.

3^{ème} colonne : au droit du montant de la 2^{ème} colonne on va trouver dans la colonne 3 ce montant cumulé avec tous ceux qui lui sont supérieurs.

4^{ème} colonne : On calcule la part en %

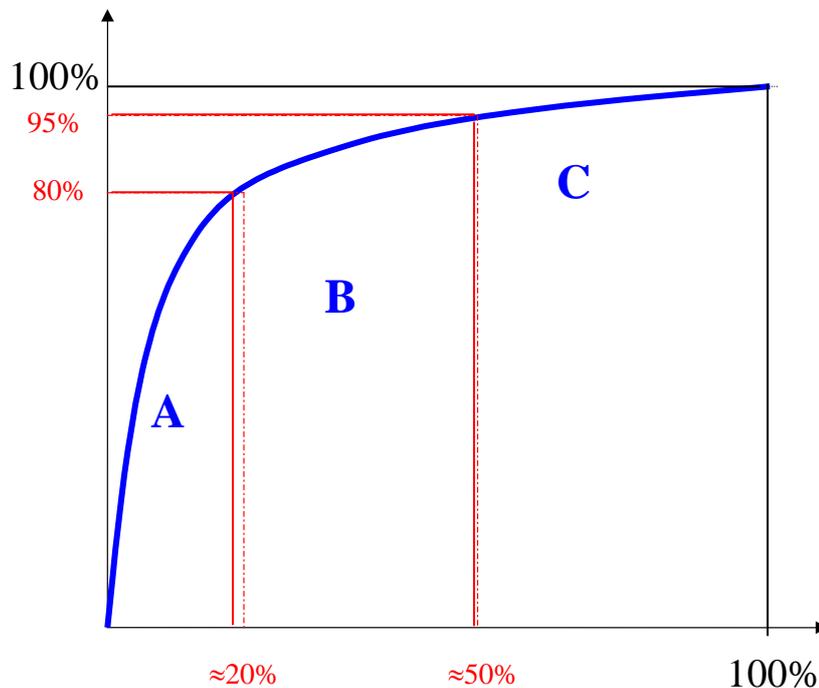
5^{ème} colonne : Ici on suppose que chaque montant correspond à 1 facture.

6^{ème} et 7^{ème} colonnes : construction identique que les colonnes 3 et 4

La distribution de ce type d'événement est très caractéristique et comme Pareto l'a constaté à son époque, 80 % du paramètre significatif représente souvent une vingtaine de % du paramètre explicatif. On comprend alors le nom de « diagramme 80 – 20 ou 20 – 80 ».

On trouve un deuxième point caractéristique de cette courbe : le point d'abscisse 50 et d'ordonnée 95.

La représentation caractéristique de la courbe de Pareto est donc la suivante :



Les noms de courbe des inégalités et courbes des concentrations se comprennent aussi, puisque les grosses valeurs sont toutes regroupées sur la gauche du graphe, contre l'axe des ordonnées.

Le nom de courbe ABC vient de la division de cette courbe en trois parties :

La partie A : regroupant les grosses valeurs du paramètre significatif,

La partie B : regroupant les valeurs moyennes du paramètre significatif,

La partie C : regroupant les petites valeurs du paramètre significatif,

Analyse de la courbe de Pareto :

- 80 % du montant global à régler représente 20 % des factures
- 95 % du montant global à régler représente 50 % des factures
- les 50 derniers % des factures ne représentent que 5 % de la somme globale à régler sur cette période significative.

Réflexion relative à notre problème :

Avec le même nombre de personnes affectées au regroupement des factures et en admettant comme hypothèse que le temps nécessaire à ce regroupement ne dépend pas du montant de cette facture, il ressort que durant un mois, seules 1000 factures pourront être vérifiées. Si le nombre de factures reçues double, seulement 50 % seront vérifiés. Reste à faire le choix.

Plusieurs possibilités sont offertes :

- **Vérifier les factures dont le montant est le plus important (celles de la zone A et B) :**

Avantage : on s'assure de vérifier un maximum du montant global, c'est à dire 95 % de celui-ci.

Inconvénient : Aucunes des factures de la zone C (petits montants) ne seront contrôlées. Certains fournisseurs ne le seront donc jamais et des « tricheries » peuvent apparaître.

- **Vérifier 50% de chaque zone.**

Avantage : Aucune zone n'est délaissée et par vérification au hasard dans chaque zone, aucun fournisseur ne pourra passer au travers.

Inconvénient : En supposant une distribution uniforme dans les différentes zones, la somme des contrôles des factures ne représentera que 50 % du montant total.

- **Vérifier toutes les zones mais de façon différente :**

On choisit de vérifier toutes les factures de la zone A, puis certaines de la zone B et enfin un peu de la zone C.

Cette solution permet de faire un compromis entre les avantages des deux solutions précédentes sans présenter d'inconvénient majeur.

Dans un premier temps on va choisir de faire la répartition suivante :

- toutes les factures d'un montant supérieur à 8079 € seront vérifiées,
- on regroupera une facture sur deux d'un montant compris entre 198 € et 8079 €,
- on contrôlera une facture sur dix d'un montant inférieur à 198 €.

Vérification du travail à réaliser et du montant total à contrôler :

	Zone A	Zone B	Zone C	Résultat
Axe Y (% du montant contrôlé)	80 %	7.5 %	0.5 %	88 % contrôlé
Axe X (nombre de factures contrôlées)	20 %	15 %	5 %	40 % des factures réellement contrôlées

Conclusion de la mise en application de la méthode de Pareto pour ce cas :

Dans cet exemple, grâce au tri des factures, nous avons pu faire un choix permettant de contrôler un maximum du montant global tout en vérifiant tous les types de montants.

Le choix de la répartition reste perfectible puisque l'on peut pousser la vérification jusqu'à 50 % du nombre de factures et donc augmenter le montant total contrôlé.

Avertissement pour la séance de TP :

La méthode de Pareto n'est qu'un outil de classification. Les décisions qui sont prises par la suite sont fonction du contexte particulier de la problématique qui s'offre à vous. Les zones doivent donc être traitées de façons adaptées à votre étude et ce qui est présenté plus haut ne peut être reconduit tel quel, sans réflexion particulière.

Graphiques fonctionnels

Objectif de l'outil :

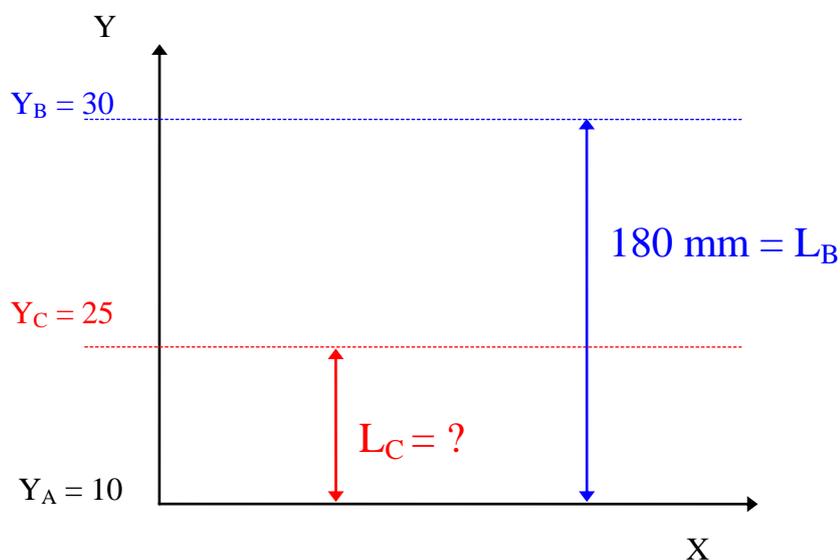
Le but dans cette partie est d'utiliser plusieurs types de représentations graphiques et plusieurs types de graduations des axes. En effet la graduation linéaire (ou arithmétique) n'est pas adaptée à toutes les représentations.

Il sera donc présenté dans la suite de ce document, les calculs de coefficients d'échelle pour des graphiques Arithmétiques et Logarithmiques.

1/ Graphique Arithmétique / Arithmétique

Soit un graphique à réaliser sur une feuille A4 de 180 mm de hauteur. Les valeurs extrêmes à porter sur l'axe des ordonnées sont 10 pour le minimum (origine de l'axe des abscisses) et 30 pour le maximum.

A quelle distance de l'axe des abscisses doit on positionner un point de coordonnées 25 ?



Résolution :

Calcul du coefficient d'échelle K :

A partir du graphe ci-dessus :

$$L_B = K (Y_B - Y_A)$$

Application Numérique : $180 \text{ mm} = K (30 - 10) \rightarrow K = \frac{180}{20} = 9 \text{ mm / unité}$

Calcul de la distance entre l'axe des abscisses et le point d'ordonnée 25 :

En reprenant la formule précédente nous avons :

$$L_C = K (Y_C - Y_A)$$

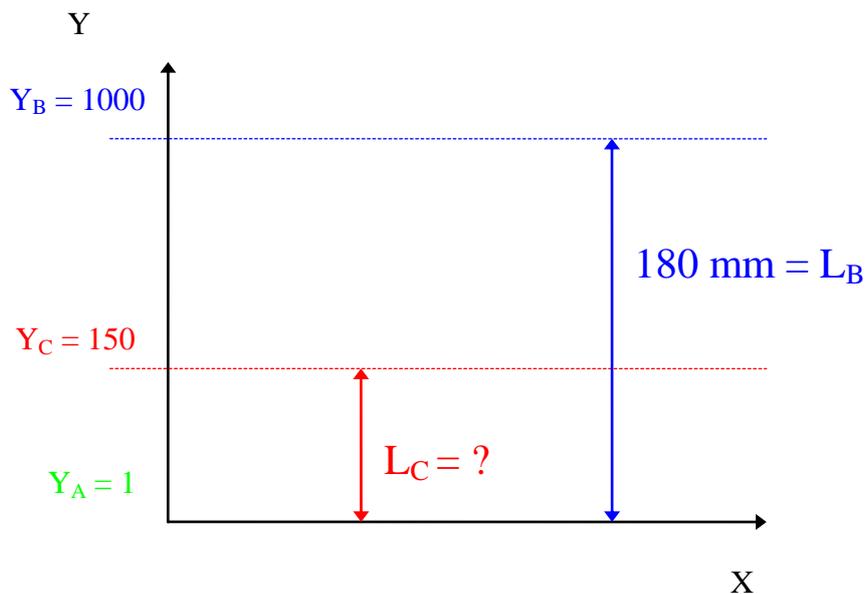
Application Numérique : $L_C = 9 (25 - 10) = 9 * 15 \rightarrow L_C = 135 \text{ mm}$

2/ Graphique Semi log (décimal)

L'échelle logarithmique permet de porter sur un même graphe de petites et de grandes valeurs. L'échelle n'est pas linéaire mais logarithmique. On utilisera ici le logarithme décimal qui a comme opération mathématique inverse les puissances de 10.

$\text{Log}(100) = 2$ et $10^2 = 100$

Même problématique que précédemment avec des valeurs maxi et mini de 1 et 1000 et un point à positionner d'ordonnée 150.



On procède de la même façon mais en prenant compte du caractère logarithmique de l'échelle.

Calcul du coefficient d'échelle K :

A partir du graphe ci-dessus :

$$L_B = K (\log Y_B - \log Y_A)$$

Application Numérique : $180 \text{ mm} = K (\log 1000 - \log 1) \rightarrow$

$$K = \frac{180}{(3-0)} = 60 \text{ mm / unité logarithmique}$$

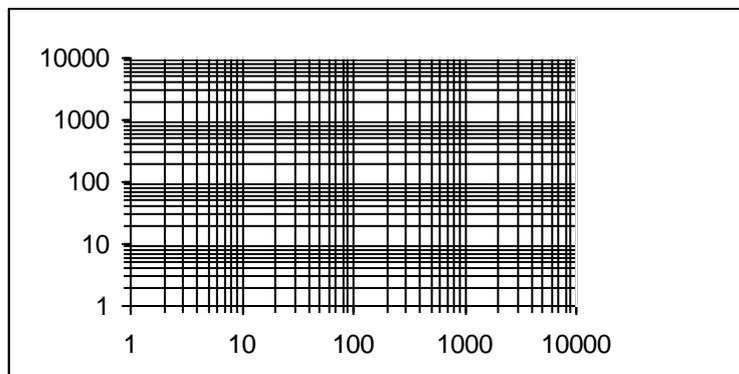
Calcul de la distance entre l'axe des abscisses et le point d'ordonnée 150 :

En reprenant la formule précédente nous avons :

$$L_C = K (\log Y_C - \log Y_A)$$

$$\text{Application Numérique : } L_C = 60 (\log 150 - \log 1) \quad \rightarrow \quad L_C = 130.57 \text{ mm}$$

Apparence d'un papier bi-logarithmique (les 2 axes suivant une loi logarithmique).
Les graduations sont linéaires en suivant les puissances de 10. C'est à dire qu'il y a la même distance entre 1 et 10 qu'entre 1 000 et 10 000.



Courbes en Z

La courbe en Z (nom lié à sa forme) est une courbe utilisée pour la comparaison de phénomènes cycliques. Cette comparaison se fait sur une période composée d'un nombre de cycles entiers et permet d'évaluer entre autre la tendance de la période présente vis-à-vis de celles passées.

Le tracé complet de la courbe en Z comprend trois courbes pour chaque cycle (les trois « traits du Z »).

La première courbe, la plus basse, représente l'évolution discrète du phénomène observé au cours du temps. Sur la courbe tracée ci-dessous cela représente les chiffres d'affaires mensuels.

La deuxième courbe représente le cumul des chiffres d'affaires mensuels sur une période fixée. Dans le cas suivant la période est équivalente à un cycle de courbe, c'est à dire 12 mois

Enfin la troisième courbe, **la courbe totale mobile**, représente un cumul des chiffres d'affaires, mais cette fois-ci sur une période glissante. Dans le cas suivant, on cumule les douze derniers chiffres d'affaires pour tracer point par point, cette troisième courbe qui fini le Z.

Une évolution de cette troisième courbe à la baisse, toutes choses égales par ailleurs, indiquerait que sur la période en cours, le dernier chiffre d'affaires inscrit serait plus bas que son équivalent de la période précédente.

