

## Chapitre 8 - La prévision des composantes de l'activité

### Sommaire:

1	Les prévisions de ventes.....	2
2	Le recueil des données .....	3
3	L'ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés.....	4
3.1	Présentation .....	4
3.2	Déterminer la fonction linéaire .....	5
3.3	La mesure de la qualité d'un ajustement linéaire : le coefficient de corrélation linéaire .....	7
4	Les variations saisonnières.....	9
4.1	Le coefficient saisonnier : le pilier des différentes méthodes .....	10
4.2	Le calcul des coefficients saisonniers par la méthode des rapports aux moyennes mobiles et prévisions .....	10
4.2.1	Méthode de la moyenne mobile .....	10
4.2.2	La méthode des moyennes mobiles centrées .....	11
4.2.3	Affiner les prévisions en prenant en compte la saisonnalité .....	12
4.2.4	La modélisation de la tendance sur le long terme .....	14
4.3	Le calcul des coefficients saisonniers par la méthode des rapports à la tendance et prévisions .....	15

Si toutes les phases d'élaboration des budgets sont importantes, il n'est pas réducteur de dire que la prévision des ventes est la phase essentielle. En effet, comment dimensionner sa production si l'on ne connaît pas son potentiel de vente. C'est une fois définies les ventes possibles que l'on pourra notamment déterminer les quantités à produire puis les achats, les investissements et le personnel nécessaire.

Ceux qui ont déjà participé à des simulations de gestion (à travers des jeux d'entreprise) le savent très bien, la phase de prévision des ventes est cruciale.

Les techniques de prévision des ventes sont multiples, il est important de vérifier celle qui s'adapte le mieux à la situation.

## **1 Les prévisions de ventes**

La prévision des ventes est généralement effectuée par le service de la prévision et du contrôle de gestion. Ainsi cela permet **une bonne lisibilité des possibilités commerciales** de l'entreprise, ce qui permet à la direction générale de présenter à la direction commerciale les objectifs annuels, conformes avec la stratégie.

Elle comporte une prévision en **volumes** vendus d'une part, et des **prix** de vente par produits, par marchés ou canal de distribution, d'autre part. Ces prévisions permettant de situer le niveau d'activité de l'entreprise, en particulier celui des achats, de la production.

La prévision des ventes tient compte des :

- **contraintes externes** imposées par le marché et par la conjoncture,
- **contraintes internes** telles que la politique commerciale choisie, le réseau de vente, les capacités de production, etc.

La prévision des ventes nécessite souvent des simulations avec un certain nombre d'hypothèses, certaines optimistes et d'autres pessimistes. Entre les deux se trouve généralement la vérité.

Différents outils permettant d'aiguiller les prévisions de ventes :

- les **études de conjoncture économique** sont des indices précurseurs. Les indices économiques permettent de prévoir une évolution future,
- les **enquêtes de conjoncture**, menées périodiquement, informent sur les perspectives de production, les intentions d'achat,

- les études réalisées par des organismes publics, les institutions financières ou des sociétés privées,
- les **études de marché** via des sondages après d'un échantillon représentatif d'une population déterminée,
- **l'abonnement aux panels de consommateurs** (ou de professionnels),
- **les marchés tests** : lorsqu'une entreprise se propose de lancer un produit ou de modifier un produit, un test sur un marché réduit, mais représentatif du futur marché, est effectué etc.

## 2 Le recueil des données

Réaliser des prévisions de vente nécessite de **recueillir des données quantitatives...**

- Les données historiques (vos ventes réalisées par le passé, celles de la concurrence) ;
- Le carnet de commandes ;
- Les indicateurs de conjoncture, données générales à caractère économique (taux de croissance, indice de confiance des consommateurs par exemple) ;
- Les indicateurs de marché dans votre domaine d'activité (croissance du marché dans votre secteur d'activité par exemple) ;
- La capacité financière pour mobiliser des ressources dédiées au développement des ventes (dépenses de publicité, embauche de commerciaux, investissement dans la logistique par exemple, réalisation d'études de marché) ;

**Sans négliger les données qualitatives :**

- La performance de votre réseau commercial, de votre équipe de vente ;
- Le taux de fidélisation de la clientèle ;
- Le taux de notoriété de l'entreprise.

Les ventes d'une entreprise ne dépendent pas que d'un seul facteur (variable explicative : par exemple les ventes peuvent dépendre des dépenses de publicité, ces dernières constituent une variable explicative).

Toutefois, les techniques de vente que nous étudierons ne feront référence qu'à une seule variable.

Ne tenir compte que d'une seule variable permet de faire une représentation graphique en utilisant un repère orthogonal que vous connaissez bien avec la variable explicative en abscisse, que l'on a l'habitude de nommer  $x$ , et les ventes en ordonnées, que l'on nomme généralement  $y$ . Nous avons une relation dite fonctionnelle du type  $y = f(x)$ .

Lorsque la variable explicative  $x$  est le temps (l'année par exemple), la série des données recueillies est appelée série chronologique.

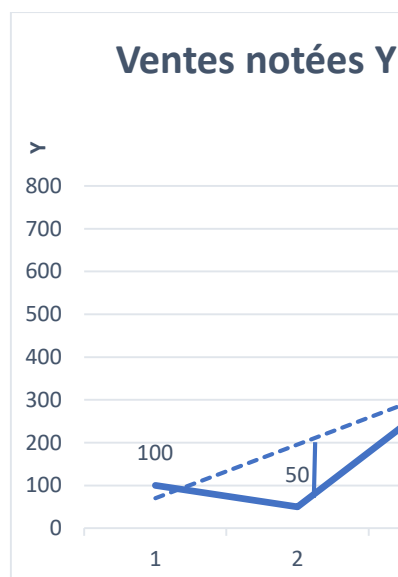
La représentation graphique de la série des données  $(x,y)$  peut-être appelée « nuage de points ». Ces points peuvent être reliés pour conjecturer la relation fonctionnelle entre les ventes ( $y$ ) et la variable explicative retenue ( $x$ ).

### 3 L'ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés

#### 3.1 Présentation

Nous recherchons une relation linéaire, c'est-à-dire du type  $y = ax + b$  (la représentation graphique est une droite) où  $x$  représente la variable explicative (par exemple le temps ou encore des dépenses de publicité) et  $y$  le volume des ventes (le nombre de vélos par exemple). Nous travaillons sur une série de données statistiques, par exemple :

X	Y
1	100
2	50
3	305
4	700
5	550
6	600



Quand nous représentons la série statistique  $(x,y)$ , nous obtenons un nuage de points.

L'objectif de la méthode des moindres carrés est de trouver l'équation de la droite qui passe au plus près des points, c'est-à-dire celle qui minimise les écarts entre les valeurs observées et la valeur correspondante sur la droite.

L'objectif de la méthode d'ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés est de trouver l'équation de la droite qui minimise la somme des carrés des écarts à la droite (d'où le terme

« moindres carrés »). Les écarts sont élevés au carré, car certains sont positifs (le point du nuage est au-dessus de la droite) et d'autres négatifs (le point du nuage est en dessous de la droite), donc pour éviter les compensations en faisant la somme, on élève les écarts au carré (un carré étant toujours positif).

### 3.2 Déterminer la fonction linéaire

3 méthodes différentes pour trouver la fonction linéaire :

- Il est possible d'obtenir a et b en exploitant les fonctions statistiques **des calculatrices** « mode statistique ».
- Par la **fonction Excel DROITEREG**. La fonction permet de trouver directement le coefficient directeur (a). Pour trouver b, il suffit d'appliquer la formule suivante :  $b = \bar{Y} - a\bar{X}$

Avec,  $\bar{Y}$  (moyenne de Y) et  $\bar{X}$  (moyenne de x)

- Par une **résolution calculatoire** :

$$a = \frac{\text{covariance}(x, y)}{\text{variance}(x)} = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_1^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_1^n x_i^2 - n\bar{x}^2} \quad b = \bar{y} - a\bar{x}$$

Avec,  $\bar{Y}$  (moyenne de Y) et  $\bar{X}$  (moyenne de x), n (nombre de mois, trimestres , années...).

**Exemple** : Une société A a pour activité la distribution de machines industrielles.

Volume des ventes trimestrielles des 3 dernières années :

	N-2	N-1	N
1er trimestre	115	130	151
2e trimestre	155	180	220
3e trimestre	145	178	207
4e trimestre	102	124	145

**Tableau de calcul** :

	1	2	3	4
	X	y	X <sub>i</sub> Y <sub>i</sub>	X <sub>2</sub>
N-2 T1	1	115	115	1
N-2 T2	2	155	310	4
N-2 T3	3	145	435	9

N-2 T4	4	102	408	16
N-1 T1	5	130	650	25
N-1 T2	6	180	1080	36
N-1 T3	7	178	1246	49
N-1 T4	8	124	992	64
N T1	9	151	1359	81
N T2	10	220	2200	100
N T3	11	207	2277	121
N T4	12	145	1740	144
<b>Moyenne</b>	<b>6,5</b>	<b>154,33</b>		
<b>TOTAL</b>	78	1852	<b>12812</b>	<b>650</b>

Calcul :  $a = (12\,812 - 12 \times 6,5 \times 154,33) / (650 - 12 \times 6,5^2) = 5,41$ .

$$b = 154,33 - 5,41 \times 6,5 = 119,15.$$

**Équation,  $y = ax + b \Rightarrow y = 5,41x + 119,15$ .**

Pour obtenir **les ventes prévisionnelles** en quantités en N+1, il suffit de remplacer x par **le rang du trimestre** dans la fonction linéaire.

Estimation des ventes pour :

- T1, N-2 =  $5,41 \times 1 + 119,15 = 124,56$
- **T1, N+1** =  $5,41 \times 13 + 119,15 = 189,52$

Trimestres	Rangs	Ventes réelles	Ventes tendance
N-2 T1	1	115	124,56
N-2 T2	2	155	129,98
N-2 T3	3	145	135,39
N-2 T4	4	102	140,80
...	...	...	...
N+1 T1	13	?	189,52
N+1 T2	14	?	194,93
N+1 T3	15	?	200,34
N+1 T4	16	?	205,75

La différence entre les ventes réelles et la tendance s'explique par le **phénomène de saisonnalité (fin du chapitre)**.

### 3.3 La mesure de la qualité d'un ajustement linéaire : le coefficient de corrélation linéaire

Il ne suffit pas de trouver l'équation de la droite d'ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés pour effectuer des prévisions pertinentes.

La corrélation est la liaison entre deux caractères (corrélation simple) ou plus (corrélation multiple) telle que les variations de leurs valeurs soient toujours de même sens (corrélation positive) ou de sens opposé (corrélation négative).

**Remarque** : corrélation ne signifie pas causalité, deux variables peuvent être corrélées sans lien de causalité.

Comment mesurer la qualité de la corrélation linéaire ?

- Il est possible d'obtenir  $r$  en exploitant les fonctions statistiques des calculatrices « mode statistique ».
- Par la fonction Excel COEFFICIENT.CORRELATION.
- Par une résolution calculatoire :

$$R(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} .$$

**Propriétés fondamentales du coefficient de corrélation linéaire :**

- $r$  est toujours compris entre  $-1$  et  $1$  ;
- si  $r$  est négatif, la corrélation est dite négative ( $y$  et  $x$  varient en sens contraire), si  $r$  est positif, la corrélation linéaire est dite positive ( $y$  et  $x$  varient dans le même sens) ;
- la corrélation linéaire est d'autant meilleure que  $r$  en valeur absolue est proche de  $1$ .

**Quand peut-on qualifier la corrélation linéaire de bonne ?**

Il n'y a pas véritablement de seuil bien défini, nous savons simplement que la corrélation sera d'autant meilleure qu'elle se rapproche de  $1$ . L'interprétation du coefficient est délicate, son utilisation a fait l'objet de nombreuses critiques.

Toutefois, des mathématiciens ont approfondi les calculs pour proposer des seuils, il semble couramment admis que :

- si  $|r| \geq 0,87$  la corrélation linéaire est forte ;
- si  $0,75 \leq |r| < 0,87$  la corrélation linéaire est moyenne ;
- si  $0,5 \leq |r| < 0,75$  la corrélation linéaire est faible ;
- $|r| < 0,5$  la corrélation linéaire est inexistante.

$|r|$  indique la valeur absolue du coefficient de corrélation. Si  $r$  est positif, la corrélation est positive sinon elle est négative.

**Rappel** : la corrélation ne préjuge pas d'un lien de causalité, ce n'est pas parce que l'on trouve une bonne corrélation entre deux variables que l'une dépend obligatoirement de l'autre. Par exemple quand la conjoncture est bonne, les ventes de deux produits peuvent augmenter au même rythme, cela ne veut pas pour autant dire que les ventes de l'un dépendent des ventes de l'autre. En cas de retournement de conjoncture, l'évolution des ventes des deux produits pourra être différente. Quand on étudie la corrélation entre deux variables, on conjecture qu'elles ont un lien de causalité, que l'une varie quand l'autre varie.

**Exemple** : Une société A a pour activité la distribution de machines industrielles.

Volume des ventes trimestrielles des 3 dernières années en fonction des dépenses publicitaires :

	<b>X</b> (k€)	<b>y</b>
N-2 T1	20	115
N-2 T2	30	155
N-2 T3	35	145
N-2 T4	15	102
N-1 T1	25	130
N-1 T2	40	180
N-1 T3	41	178
N-1 T4	24	124



Vente	$X_i$	$Y_i$	$X_i - m_x$	$(X_i - m_x)^2$	$Y_i - m_y$	$(Y_i - m_y)^2$	$(X_i - m_x)(Y_i - m_y)$	
1	20	115	-8,75	76,5625	-26,13	682,52	228,59	
2	30	155	1,25	1,5625	13,88	192,52	17,34	
3	35	145	6,25	39,0625	3,88	15,02	24,22	
4	15	102	-13,75	189,0625	-39,13	1530,77	537,97	
5	25	130	-3,75	14,0625	-11,13	123,77	41,72	
6	40	180	11,25	126,5625	38,88	1511,27	437,34	
7	41	178	12,25	150,0625	36,88	1359,77	451,72	
8	24	124	-4,75	22,5625	-17,13	293,27	81,34	
<b>Total</b>	<b>230</b>	<b>1129</b>		<b>619,5</b>		<b>5709</b>	<b>1820</b>	
<b>Moyenne</b>	<b>28,75</b>	<b>141,13</b>					<b>Covariance XiYi</b>	<b>228</b>
<b>Variance</b>	<b>77,44</b>	<b>713,61</b>						
<b>Écart Type</b>	<b>8,80</b>	<b>26,71</b>						
<b>Coef. Corrélation</b>	<b>0,9679103</b>							

Covariance :  $1\ 820 / 8 = 228$  ; Variance de  $X_i = 619,5 / 8 = 77,44$  ; ET de  $X_i =$  Racine carrée de 77,44.

Coef de corrélation :  $228 / (8,8 * 26,71) = 0,97$

#### 4 Les variations saisonnières

Les ventes annuelles d'une entreprise sont en général irrégulières. Pour de nombreux produits ou services, les ventes subissent des **variations saisonnières**. Pour ne citer que quelques exemples : les chocolats, les glaces, les jouets, les vêtements... **Les facteurs de saisonnalité** sont nombreux, nous pouvons citer par exemple le facteur climatique, les fêtes, les périodes de congés payés...

Dans le cadre de l'élaboration de ses budgets, l'entreprise doit prendre en compte la saisonnalité des ventes afin d'affiner ses prévisions.

Nous allons donc traiter dans ce qui suit des outils qui permettent de **prendre en compte les variations saisonnières pour prévoir les ventes**.

#### 4.1 Le coefficient saisonnier : le pilier des différentes méthodes

Dans ces modèles, le coefficient saisonnier est calculé de la façon suivante :

$$\text{Coefficient saisonnier} = \frac{\text{Données Observées}}{\text{données ajustées}}$$

- La période t est une période de temps qui correspond à la saisonnalité. En fonction des variations saisonnières, ce pourra être le mois, le trimestre,... ;
- La valeur observée correspond aux ventes réelles d'une période t ;
- La valeur corrigée (ou ajustée) des variations saisonnières est obtenue à partir de différentes méthodes.

Nous allons voir 2 méthodes :

- Le rapport aux moyennes mobiles ;
- La méthode du rapport à la tendance (rapport au trend en anglais).

#### 4.2 Le calcul des coefficients saisonniers par la méthode des rapports aux moyennes mobiles et prévisions

##### 4.2.1 Méthode de la moyenne mobile

Les moyennes mobiles ont pour objectif de **lisser ou désaisonnaliser** la série, c'est-à-dire de **neutraliser les variations saisonnières**. La méthode se fonde sur le principe que si les données sont regroupées sur une année, les écarts saisonniers se compensent.

Des moyennes annuelles successives (dites « mobiles ») sont calculées sur des observations regroupées. **Les moyennes mobiles consistent à substituer chaque observation par sa moyenne calculée sur 4 trimestres pour une périodicité trimestrielle, 12 mois pour une périodicité annuelle,** etc.

**Suite de l'exemple :**

Trimestres	Ventes réelles	Total des ventes des 4 derniers trimestres	Moyenne des ventes des 4 derniers trimestres
N-2 T1	115		
N-2 T2	155		
N-2 T3	145	517	129,25
N-2 T4	102	532	133
N-1 T1	130	557	139,25
N-1 T2	180	590	147,5
N-1 T3	178	612	153
N-1 T4	124	633	158,25
N T1	151	673	168,25
N T2	220	702	175,5
N T3	207	723	180,75
N T4	145		

Par convention, la moyenne mobile remplace la valeur **du 3<sup>e</sup> trimestre** de la 1<sup>re</sup> année observée.

#### 4.2.2 La méthode des moyennes mobiles centrées

La méthode consiste à remplacer chaque observation par la moyenne d'un groupe de x observations dont elle est le centre. Lorsque l'ordre x du lissage est impair, il n'y a aucune différence entre la moyenne mobile centrée et la moyenne mobile non centrée. En revanche, lorsque l'ordre du lissage est pair, la moyenne mobile centrée est calculée sur x+1 observations, les 2 observations extrêmes étant pondérées de moitié.

Ainsi, la première moyenne mobile d'une série trimestrielle (ordre 4) est :

$$= \frac{\frac{1}{2}x_{t-2} + x_{t-1} + x_t + x_{t+1} + \frac{1}{2}x_{t+2}}{4}$$

Suite de l'exemple :

Trimestres	Ventes réelles	Total des ventes des 4 derniers trimestres	Moyenne Mobile (MM)	Moyenne Mobile Centrée (MMC)
N-2 T1	115			
N-2 T2	155			
N-2 T3	145	517	129,25	131,13
N-2 T4	102	532	133	136,13
N-1 T1	130	557	139,25	143,38
N-1 T2	180	590	147,5	150,25
N-1 T3	178	612	153	155,63
N-1 T4	124	633	158,25	163,25
N T1	151	673	168,25	171,88
N T2	220	702	175,5	178,13
N T3	207	723	180,75	
N T4	145			

$$131,13 = ( 115/2 + 155 + 145 + 102 + 130/2 ) / 4$$

$$\text{Ou bien, } 131,13 = (129,25 + 133) / 2$$

On place la valeur en 3<sup>e</sup> position : on a utilisé 5 valeurs pour le calcul, la moyenne est de 2,5 => 3<sup>e</sup> position.

La méthode permet simplement de constater une tendance en lissant la série (c'est-à-dire d'éliminer les variations saisonnières), mais n'exprime pas la relation mathématique (équation pour établir une tendance). C'est pourquoi la tendance, à calculer, est généralement déterminée par la méthode des moindres carrés pour obtenir la fonction qui la représente.

#### 4.2.3 Affiner les prévisions en prenant en compte la saisonnalité

Après avoir réalisé les prévisions désaisonnalisées (étape précédente), il convient d'intégrer la saisonnalité à l'aide de la méthode des rapports à la tendance, qui consiste à calculer **les coefficients saisonniers**.

Les coefficients saisonniers sont des coefficients multiplicateurs qui permettent de mesurer l'influence de la saison par rapport à la tendance. Lorsque la tendance est connue, ces coefficients se calculent comme suit :

<b>Coefficient saisonnier = Données Observées/données ajustées</b>
--

Les trimestres au-dessus de la tendance, le coefficient sera supérieur à 1.

Les trimestres en dessous de la tendance, le coefficient sera inférieur à 1.

Il est possible de comparer les ventes observées aux valeurs des ventes calculées à partir de la tendance à partir de la **droite de tendance lissée (par un calcul de moyenne)**.

**Suite de l'exemple :**

Trimestres	Rangs	Ventes réelles (1)	Ventes tendance (2)	Rapport tendance (1/2)
N-2 T1	1	115		
N-2 T2	2	155		
N-2 T3	3	145	131,13	1,11
N-2 T4	4	102	136,13	0,75
N-1 T1	5	130	143,38	0,91
N-1 T2	6	180	150,25	1,20
N-1 T3	7	178	155,63	1,14
N-1 T4	8	124	163,25	0,76
N T1	9	151	171,88	0,88
N T2	10	220	178,13	1,24
N T3	11	207		
N T4	12	145		

Puis, il s'agit de faire la moyenne des coefficients qui concernent la même période de l'année (la même saison). Ceci permet d'évaluer les coefficients saisonniers.

**Suite de l'exemple :**

	TR1	TR2	TR3	TR4	
N-2			1,11	0,75	
N-1	0,91	1,2	1,14	0,76	
N	0,88	1,22			
<b>Total</b>	<b>1,79</b>	<b>2,42</b>	<b>2,25</b>	<b>1,51</b>	<b>Total</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,90</b>	<b>1,21</b>	<b>1,13</b>	<b>0,76</b>	<b>3,99</b>
<b>Moyenne ajustée</b>	<b>0,90</b>	<b>1,21</b>	<b>1,13</b>	<b>0,76</b>	<b>4</b>

Moyenne ajustée  $0,90 = 0,90 \times 4 / 3,99$ .

**Important :**

Si coefficient saisonnier < 1, les ventes sont inférieures à la moyenne

Si coefficient saisonnier > 1, les ventes sont supérieures à la moyenne

La somme des coefficients saisonniers doit être égale à 4 si les données sont trimestrielles, à 12 si les données sont mensuelles... Toutefois les arrondis peuvent conduire à des valeurs approchées.

**4.2.4 La modélisation de la tendance sur le long terme**

Rappelons que l’objectif est de faire des prévisions de ventes.

L’utilisation des moyennes mobiles a permis de lisser les données en gommant les variations saisonnières. Cela permet de mettre en évidence la tendance longue. Par un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés (selon la nature des données).

**Suite de l’exemple :**

	1	2	3	4
	X	y	X <sub>i</sub> Y <sub>i</sub>	X <sup>2</sup>
N-2 T1				
N-2 T2				
N-2 T3	3	131,13	393,39	9
N-2 T4	4	136,13	544,52	16
N-1 T1	5	143,38	716,9	25
N-1 T2	6	150,25	901,5	36
N-1 T3	7	155,63	1089,41	49
N-1 T4	8	163,25	1306	64
N T1	9	171,88	1546,92	81
N T2	10	178,13	1781,3	100
N T3				
N T4				
<b>Moyenne</b>	<b>6,5</b>	<b>153,72</b>		
<b>TOTAL</b>	52	1229,78	<b>8279,94</b>	<b>380</b>

Calcul :  $a = ( 8\ 279,94 - 8 \times 6,5 \times 153,72 ) / ( 380 - 8 \times 6,5^2 ) = 6,82.$

$b = 153,72 - 6,82 \times 6,5 = 109,40.$

**Équation,  $y = ax + b \Rightarrow y = 6,82x + 109,40.$**

Pour saisonnaliser les prévisions tendance afin d'obtenir les prévisions qui tiennent compte de la saisonnalité de l'activité, il suffit de multiplier les valeurs obtenues en appliquant la tendance par le coefficient saisonnier concerné.

Trimestre	Coef. saisonnier	Ventes tendance	Prévisions
N+1 T1	0,90	198,04	178
N+1 T2	1,21	204,86	249
N+1 T3	1,13	211,68	239
N+1 T4	0,76	218,50	165
		<b>Total</b>	<b>830</b>

#### 4.3 Le calcul des coefficients saisonniers par la méthode des rapports à la tendance et prévisions

Cette méthode est également connue sous le terme méthode des rapports au trend (trend étant en anglais la traduction de tendance).

Dans cette méthode, contrairement à la précédente, on commence par déterminer la tendance longue, en général par un ajustement linéaire avec la méthode des moindres carrés, puis on calcule les coefficients saisonniers.

#### Exemple :

##### Nombre de produits vendus

Année	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Total
N-2	200 000	100 000	150 000	170 000	450 000
N-1	220 000	130 000	175 000	195 000	525 000
N	290 000	160 000	205 000	250 000	655 000

Détermination de l'équation de la tendance (ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés) et calcul des valeurs désaisonnalisées (corrigées des variations saisonnières)

	1	2	3	4
<b>X</b>		<b>y</b>	$X_i Y_i$	$X^2$
N-2 T1	1	200 000	200000	1
N-2 T2	2	100 000	200000	4
N-2 T3	3	150 000	450000	9

N-2 T4	4	170 000	680000	16
N-1 T1	5	220 000	1100000	25
N-1 T2	6	130 000	780000	36
N-1 T3	7	175 000	1225000	49
N-1 T4	8	195 000	1560000	64
N T1	9	290 000	2610000	81
N T2	10	160 000	1600000	100
N T3	11	205 000	2255000	121
N T4	12	250 000	3000000	144
<b>Moyenne</b>	<b>6,5</b>	<b>187083,33</b>		
<b>TOTAL</b>	78	2245000	<b>15660000</b>	<b>650</b>

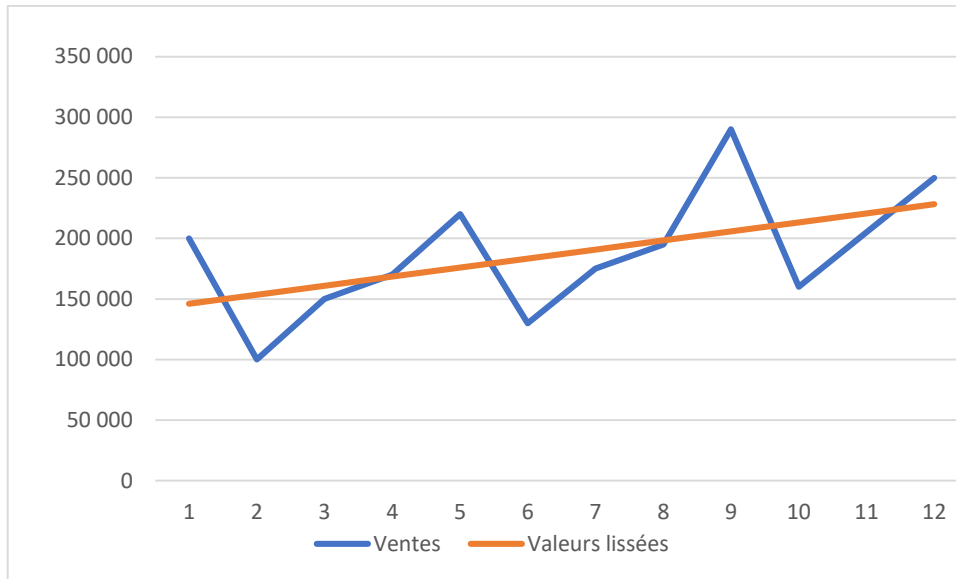
a 7465,03

b 138560,61

L'équation obtenue permet de faire un lissage des données. Nous appliquons l'équation trouvée aux différentes valeurs de x pour obtenir des valeurs lissées, c'est-à-dire corrigées des variations saisonnières (valeurs désaisonnalisées).

	X	Y (1)	Y = ax +b (2)	1/2
	Temps	Ventes	Valeurs lissées	Coef.
N-2 T1	1	200 000	146 026	1,37
N-2 T2	2	100 000	153 491	0,65
N-2 T3	3	150 000	160 956	0,93
N-2 T4	4	170 000	168 421	1,01
N-1 T1	5	220 000	175 886	1,25
N-1 T2	6	130 000	183 351	0,71
N-1 T3	7	175 000	190 816	0,92
N-1 T4	8	195 000	198 281	0,98
N T1	9	290 000	205 746	1,41
N T2	10	160 000	213 211	0,75
N T3	11	205 000	220 676	0,93
N T4	12	250 000	228 141	1,10





**Calcul des coefficients saisonniers (rapport entre les valeurs réelles et les valeurs lissées, obtenues par la tendance)**

Comme dans la méthode des moyennes mobiles, nous calculons ensuite les coefficients saisonniers moyens. À noter que nous disposons dans cette méthode de trois valeurs pour faire la moyenne :

	<b>TR1</b>	<b>TR2</b>	<b>TR3</b>	<b>TR4</b>	
N-2	1,37	0,65	0,93	1,01	
N-1	1,25	0,71	0,92	0,98	
N	1,41	0,75	0,93	1,10	
<b>Total</b>	<b>4,03</b>	<b>2,11</b>	<b>2,78</b>	<b>3,09</b>	<b>Total</b>
<b>Moyenne</b>	<b>1,34</b>	<b>0,70</b>	<b>0,93</b>	<b>1,03</b>	<b>4,00</b>

**Détermination des prévisions pour 2021**

Nous utilisons le même procédé que pour la méthode précédente.

<b>Trimestre</b>	<b>Coef. saisonnier</b>	<b>Ventes tendance</b>	<b>Prévisions</b>
N+1 T1	1,34	235 606	316 493
N+1 T2	0,70	243 071	171 038
N+1 T3	0,93	250 536	231 997
N+1 T4	1,03	243 071	250 253
		<b>Total</b>	<b>969 781</b>