Document d'accompagnement thématique

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme: BTSA Technico - Commercial

Thème : Exemples d'utilisation des mathématiques dans des situations favorisant l'acquisition de capacités.

Commentaires, recommandations pédagogiques,

L'enseignement des mathématiques doit contribuer, notamment en lien avec les disciplines professionnelles, à l'acquisition des capacités :

C44- Assurer la rentabilité de l'espace de vente

C53- Gérer les stocks et les flux à l'aide d'outils informatiques

C71- Développer l'activité commerciale de l'entreprise

C72- Opérationnaliser les orientations stratégiques

C82- Réaliser une négociation technico-commerciale

L'enseignant veillera à s'appuyer sur les acquis des élèves pour développer de nouveaux outils mathématiques principalement dans le but de répondre à des problématiques professionnelles. La mobilisation de ces outils dans le cadre de la résolution de problèmes concourt à l'obtention des capacités professionnelles susvisées. Cela donne du sens, puis montre l'importance de mobiliser de nouveaux outils mathématiques au service de l'acquisition des capacités professionnelles.

L'enseignement des mathématiques est intégratif et l'association avec ce qui est fait dans les disciplines professionnelles est un appui qui permet d'ancrer durablement les apprentissages. Les contextes doivent varier en fonction des situations techniques et provenir de documents issus de sources multiples : l'INSEE, AGRESTE, données issues de l'exploitation ou de l'atelier technologique de l'établissement, documentations, résultats issus de projets (foire aux vins, vente de produits du magasin pédagogique, …).

La progression construite par le professeur de mathématiques devra être en lien direct avec celle proposée par les collègues de disciplines professionnelles.

La résolution de problèmes demande de mobiliser des techniques calculatoires. Les calculs, pour une grande partie, peuvent être délégués à un outil de calcul numérique (calculatrice, tableur, logiciel de calcul, …). Il ne s'agit pas ici de développer une virtuosité technique mais plutôt de se positionner comme observateur et de se questionner sur les processus mis en œuvre dans le domaine professionnel. La recherche de réponse amènera naturellement à élaborer des démarches, mener des calculs à l'aide d'un outil adapté, s'assurer de la cohérence de résultats et prendre des décisions.

L'institutionnalisation des notions, phase indispensable dans le processus d'apprentissage, a pour but d'expliciter les savoirs et les savoir-faire, de donner des repères simples aux apprenants. Ce temps doit être court et synthétique. Les développements théoriques sont réduits à l'essentiel et toujours présentés dans un cadre simple.

Des mathématiques transversales à tous les blocs de compétences.

L'acquisition des capacités professionnelles demande d'aborder de nouvelles notions qui s'appuient de façon implicite sur des connaissances mathématiques vues dans les classes antérieures du collège et du lycée. Certaines difficultés d'apprentissage de ces nouveaux concepts proviennent d'un manque de maîtrise de ces prérequis. Il est indispensable d'y consacrer régulièrement du temps afin de réactiver et consolider ces savoirs sans entrer dans un schéma de révision. Le choix de réinvestir les notions transversales suivantes sera décidé en fonction de la progression choisie:

- Proportion, pourcentage et proportionnalité.
- Sens des opérations, application de formules, représentation graphique de fonctions et exploitation graphique.
- Représentations de diagrammes statistiques pertinents, interprétation et utilisation d'indicateurs statistiques.
- Probabilités élémentaires, lien entre fréquences et probabilités, arbres de probabilités.

Afin que les apprenants soient aguerris aux pratiques calculatoires élémentaires favorisant l'acquisition des capacités, des automatismes mathématiques doivent être développés par un travail régulier, afin d'obtenir une aisance suffisante. La pratique de l'ensemble de ces items doit être très régulière, principalement sur des situations en lien avec les disciplines professionnelles.

Au-delà d'une pratique dans toutes les activités de la classe, il est aussi important d'entretenir ces automatismes par des rituels de début de séance, très régulièrement sur l'ensemble des deux années, sous forme de « questions flash » privilégiant l'activité mentale avec un recours à des connaissances, des procédures, des méthodes et des stratégies fondamentales dans la pratique professionnelle. Cela ne doit pas faire l'objet d'un chapitre d'enseignement spécifique car les notions qui les sous-tendent ont été travaillées dans les classes antérieures. Cette pratique, propre à chaque enseignant, doit s'adapter aux besoins de la spécialité.

Les exemples ci-dessous ne sont pas exhaustifs mais donnent une orientation de ce qui peut être fait.

Parmi eux, certains doivent être propices au calcul mental.

- Sens des opérations qui permet d'effectuer des calculs courants.
- Calculer une moyenne, une moyenne pondérée.
- Passer d'une proportion (1/2, 3/4, 1/5, …) à un pourcentage (50%, 75%, 20%, …) et inversement.
- Calcul de pourcentages, calcul de prix TTC à partir d'un prix HT et inversement, avec des taux de TVA différents.
- Lier augmentation et diminution en pourcentage avec coefficient multiplicateur et les utiliser en situation.
- Comparer en situation des proportions et des pourcentages.
- Application de formules et détermination de la valeur numérique d'une grandeur connaissant les autres.
- Calculs géométriques élémentaires s'appuyant sur les objets géométriques élémentaires : rectangle, carré, triangle, cube, pavé, cylindre.
- Conversions de mesures et capacités usuelles (cm^3 en L, ha en km^2,…)
- Reconnaitre graphiquement des fonctions de référence, en décrire les variations et les extremums.
- Choisir une représentation graphique adaptée pour représenter des données, des proportions ou des pourcentages (graphique, diagramme circulaire, semi-circulaire, diagramme en bâton ou en barres, barres empilées,…).
- Inversement, interpréter des diagrammes et retrouver des données statistiques à partir de représentations.

Les outils numériques doivent être intégrés à l'enseignement des mathématiques. Ils apportent une plus-value permettant d'aborder de véritables problèmes issus des disciplines professionnelles. L'usage des outils numériques tels que le tableur, les logiciels de traitement de données statistiques, de sondage, de cartographie, … doit être pensé dans l'optique de résoudre des problèmes qui n'auraient pas été accessibles sans. La maîtrise de ces outils numériques n'est pas un but de l'enseignement des mathématiques. La calculatrice reste aussi un outil facilement mobilisable en classe. Cela n'est pas contradictoire avec une pratique du calcul mental régulière mais raisonnée, tant par la difficulté des questions posées que le contexte de sa pratique.

C44- Assurer la rentabilité de l'espace de vente

Pour cette capacité, aucun contenu mathématique nouveau par rapport à ce qui a été fait au lycée n'est à envisager. Par contre, de nouveaux objets en lien avec le commerce font appel à des notions mathématiques qui doivent faire sens en situation.

- Mètre linéaire, mètre linéaire développé (linéaire au sol multiplié par le nombre de niveaux), … en lien avec la géométrie
- Indice de sensibilité, taux de marge, rentabilité linéaire, … en lien avec la notion de proportion
- Chiffres d'affaires, cout de stockage, … en lien avec le sens des opérations et la proportionnalité.
- …

Là encore, le travail en équipe avec les enseignants de matières professionnelles est essentiel car les objets et les méthodologies sont propres à chaque spécialité. L'utilisation de la calculatrice et du tableur demeurent indispensables.

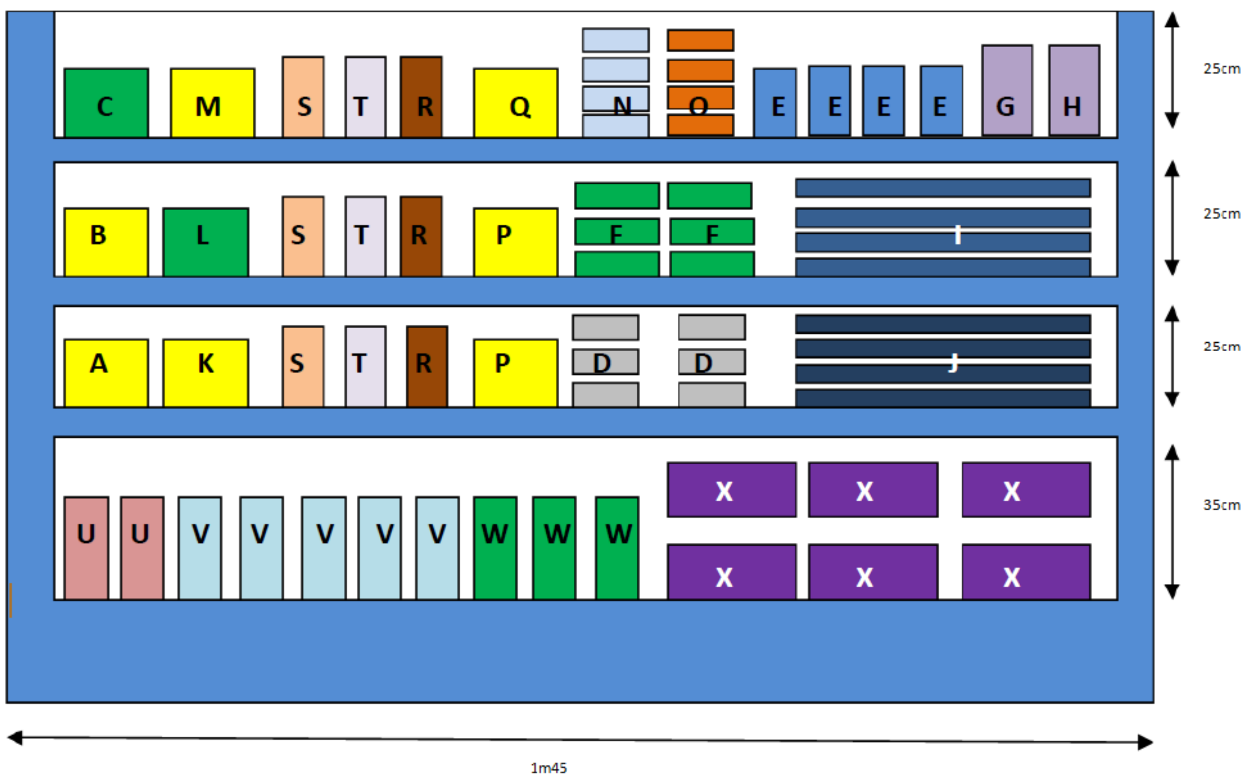
- ***<u>Exemple de mise en situation</u>***

L'activité se déroule dans une petite surface et plus précisément dans le rayon « produits frais ».

Dans ce rayon on y trouve :
<u>Des pâtes fraîches</u> : *Tagliatelles, Gnocchis, Raviolis Bio*
<u>Des fromages</u> : *Camembert, Cantal, Chèvre en bûche Bio, Gruyère râpé et Parmesan râpé*
<u>De la pâte à tarte</u> : *Brisée et feuilletée*
<u>Du poisson emballé</u> : *Saumon fumé, saumon fumé Bio et truite fumée*
<u>De la charcuterie emballée</u> : *Pâté, Rillettes, Jambon blanc, Jambon fumé, lardons fumés, Saucisse de Toulouse, Boudin blanc*
<u>Du Lait</u> : *en 1L : Entier, Demi-écrémé, Demi écrémé Bio*
En 50cl : Demi écrémé en pack de 6

Des lettres symbolisent les produits dont la correspondance est précisée plus loin.

***Visuel du linéaire des produits frais*. *La profondeur du linéaire est 20cm*:**
Seuls les objets en façade ont été représentés, l'échelle n'est pas forcément respectée.



- ***Premiers indicateurs***

La première étape consiste à analyser la situation en tenant compte des informations disponibles : le nombre de niveaux de la gondole, le linéaire au sol exprimé en ml (mètres linéaires), le linéaire développé exprimé en mld (mètres linéaires développés).
Ces éléments étant connus, la capacité de stockage pour chaque référence ainsi que le pourcentage que ce linéaire représente par rapport au total peuvent être déterminés et reportés dans un tableau du type :

Produit	Dénomination	Positionnement	Dimension d'un conditionnement Largeur longueur, profondeur en cm (largeur en facing)	Nombre de facing	Linéaire au sol d'une référence (ml)	Capacité de stockage par référence	Linéaire développé d'une référence (mld)	linéaire développé du produit en % du linéaire total
A	Tagliatelles	vertical	20x15x6	1	0,2	3	0,2	3,45%
B	Gnocchis	vertical	20x15x6	1	0,2	3	0,2	3,45%
C	Raviolis Bio	vertical	20x15x6	1	0,2	3	0,2	3,45%
D	Camembert	horizontal	10x10x5,5	6	0,1	12	0,2	3,45%
E	Cantal	vertical	5x10x2	4	0,05	40	0,2	3,45%
F	Chêvre Bio	horizontal	10x4x5,5	6	0,1	12	0,2	3,45%
G	Gruyère râpé	vertical	10x10x1	1	0,1	20	0,1	1,72%
H	Parmesan râpé	vertical	10x10x1	1	0,1	20	0,1	1,72%
I	Pâte brisée	horizontal	30x5x5	4	0,3	16	0,3	5,17%
J	Pâte feuilletée	horizontal	30x5x5	4	0,3	16	0,3	5,17%
K	Saumon fumé	vertical	20x15x3	1	0,2	6	0,2	3,45%
L	Saumon fumé Bio	vertical	20x15x3	1	0,2	6	0,2	3,45%
M	Truite fumée	vertical	20x15x3	1	0,2	6	0,2	3,45%
N	Pâté	horizontal	Diam: 5 H: 3	4	0,05	24	0,05	0,86%
O	Rillettes	Horizontal	Diam 5 H:3	4	0,05	24	0,05	0,86%
P	Jambon Blanc	vertical	20x15x2	2	0,2	20	0,4	6,90%
Q	Jambon fumé	vertical	20x15x2	1	0,2	10	0,2	3,45%
R	Lardons fumés	vertical	10x20x5	3	0,1	12	0,3	5,17%
S	Saucisse Toulouse	vertical	10x20x5	3	0,1	12	0,1	1,72%
T	Boudin blanc	vertical	10x20x5	3	0,1	12	0,1	1,72%
U	Lait entier 1L	vertical	8x25x8	2	0,08	6	0,16	2,76%
V	Lait demi-écréme 1L	vertical	8x25x8	5	0,08	15	0,4	6,90%
W	Lait Bio	vertical	8x25x8	3	0,08	9	0,24	4,14%
X	Pack 6 laits 50cl	horizontal	20x10x20	6	0,2	6	1,2	20,69%
			TOTAL	68			5,8	100,00%

Les produits coloriés en vert sont des produits de type Bio.

- ***Indicateurs de performance***

Tenant compte du relevé des ventes un mois donné,

Référence	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Quantité	65	19	23	125	36	156	140	43	138
Référence	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Quantité	179	96	115	170	123	25	187	139	206
Référence	S	T	U	V	W	X			
Quantité	15	12	240	380	195	26			

Les fonctionnalités du tableur permettent de calculer les indicateurs de performance comme le chiffre d'affaires (CA), la marge par type de produit, le taux de marge (marge réalisée par rapport au prix d'achat) et le taux de marque (marge réalisée par rapport au prix de vente). Le recours aux formules du tableur favorise la compréhension du sens des opérations et des formules mathématiques utilisées.

Lettre du produit	Nom du produit	Quantité vendue	Prix unitaire achat HT	Prix unitaire vente HT	CA HT	Cumul CA	Taux de marge	Taux de marque	Marge brute HT	Cumul marge
A	Tagliatelles	65	2,03 €	2,39 €	155,35 €		17,73%	15,06%	23,40 €	
B	Gnocchis	19	1,23 €	1,52 €	28,88 €	248,40 €	23,58%	19,08%	5,51 €	42,25 €
C	Raviolis Bio	23	2,21 €	2,79 €	64,17 €		26,24%	20,79%	13,34 €	
D	Camembert	125	1,85 €	2,17 €	271,25 €		17,30%	14,75%	40,00 €	
E	Cantal	36	2,49 €	3,02 €	108,72 €		21,29%	17,55%	19,08 €	
F	Chêvre Bio	156	2,26 €	2,94 €	458,64 €	1 163,66 €	30,09%	23,13%	106,08 €	209,72 €
G	Gruyère râpé	140	1,38 €	1,60 €	224,00 €		15,94%	13,75%	30,80 €	
H	Parmesan râpé	43	2,03 €	2,35 €	101,05 €		15,76%	13,62%	13,76 €	
I	Pâte brisée	138	1,44 €	1,83 €	252,54 €	592,64 €	27,08%	21,31%	53,82 €	109,31 €
J	Pâte feuilletée	179	1,59 €	1,90 €	340,10 €		19,50%	16,32%	55,49 €	
K	Saumon fumé	96	3,72 €	4,58 €	439,68 €		23,12%	18,78%	82,56 €	
L	Saumon fumé Bio	115	4,55 €	5,83 €	670,45 €	1 795,23 €	28,13%	21,96%	147,20 €	328,36 €
M	Truite fumée	170	3,45 €	4,03 €	685,10 €		16,81%	14,39%	98,60 €	
N	Pâté	123	3,57 €	4,21 €	517,83 €		17,93%	15,20%	78,72 €	
O	Rillettes	25	2,34 €	3,02 €	75,50 €		29,06%	22,52%	17,00 €	
P	Jambon Blanc	187	3,60 €	4,49 €	839,63 €		24,72%	19,82%	166,43 €	
Q	Jambon fumé	139	3,52 €	4,16 €	578,24 €	2 612,94 €	18,18%	15,38%	88,96 €	470,32 €
R	Lardons fumés	206	1,88 €	2,37 €	488,22 €		26,06%	20,68%	100,94 €	
S	Saucisse Toulouse	15	3,07 €	3,56 €	53,40 €		15,96%	13,76%	7,35 €	
T	Boudin blanc	12	4,10 €	5,01 €	60,12 €		22,20%	18,16%	10,92 €	
U	Lait entier 1L	240	0,67 €	0,78 €	187,20 €		16,42%	14,10%	26,40 €	
V	Lait demi-écréme 1L	380	0,68 €	0,83 €	315,40 €	751,55 €	22,06%	18,07%	57,00 €	127,86 €
W	Lait Bio	195	0,77 €	0,95 €	185,25 €		23,38%	18,95%	35,10 €	
X	Pack 6 laits 50cl	26	2,09 €	2,45 €	63,70 €		17,22%	14,69%	9,36 €	
					Total	7 164,42 €				1 287,82 €

Si 1050 personnes ont effectué des achats, **le montant du panier moyen HT « rayon frais »** est 7 164,42 € / 1050 ≈ 6,83 €

Les produits du rayon sont disposés par familles : les pâtes alimentaires, les fromages, les pâtes à tartes, …

La famille de produits BIO regroupant des produits d'autres familles peut être extraite pour étudier cette catégorie afin d'en faire un rayon indépendant éventuellement. Pour chaque famille se déterminent **des indices de sensibilité** :

- **Indice de sensibilité au chiffre d'affaires** = Part en % du Chiffre d'Affaires HT de la famille / Part en % du linéaire accordé à la famille
- **Indice de sensibilité à la marge** = Part en % de la marge brute HT de la famille / Part en % du linéaire accordé à la famille

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Familles	Linéaire développé (mld)	Part en % du linéaire attribué	CA HT réalisé en €	Part en % de CA HT	Marge HT totale dégagée en €	Part en % de la marge dégagée	Indice de sensibilité à la marge
2	Pâtes alimentaires	0,6	10,34%	248,40 €	3,47%	42,25 €	3,28%	0,3171
3	Fromages	0,8	=B3/$B$8	1 163,66 €	16,24%	209,72 €	16,28%	1,1807
4	Pâtes à tartes	0,6	10,34%	592,64 €	8,27%	109,31 €	8,49%	0,8205
5	Poissons	0,6	10,34%	1 795,23 €	25,06%	328,36 €	25,50%	2,4647
6	Charcuterie	1,2	20,69%	2 612,94 €	36,47%	470,32 €	36,52%	1,7652
7	Lait	2	34,48%	751,55 €	10,49%	127,86 €	9,93%	0,2879
8	Total du rayon	5,8	100%	7 164,42 €	100,00%	1 287,82 €	100,00%	
9								
10	Produits BIO	0,84	14,48%	1 378,51 €	19,24%	301,72 €	23,43%	1,6177

Ces calculs **d'indices de sensibilité** donnent des indications et permettent de valider ou non, en fonction de la politique commerciale, s'il faut augmenter ou diminuer la part du linéaire accordé à une famille, une sous-famille ou à un produit.[1]

Enfin, pour exploiter les résultats, il faut interpréter les indices de la famille (ou sous famille ou produit), de la manière suivante :

- Si l'indice de sensibilité est ***supérieur à 1***, la contribution de la famille aux résultats du linéaire est supérieure à la moyenne. Il faut donc augmenter le linéaire.
- Si l'indice de sensibilité est ***inférieur à 1***, la contribution de la famille aux résultats du linéaire est inférieure à la moyenne. Il faut alors diminuer le linéaire.
- Si l'indice de sensibilité est ***égal à 1***, la contribution de la famille aux résultats du linéaire correspond à la moyenne. Il faut garder le même linéaire.

La famille du lait est la moins performante, celle des poissons la plus performante.

- ***Modification du linéaire***

Le nouveau linéaire attribué après analyse se calcule en multipliant l'indice de sensibilité à la marge par le linéaire développé à l'origine. Pour chaque famille, on détermine le nouveau linéaire attribué.

Familles	Linéaire développé (mld)	Indice de sensibilité à la marge	Nouveau linéaire
Pâtes alimentaires	0,6	0,3171	0,19
Fromages	0,8	1,1807	0,94
Pâtes à tartes	0,6	0,8205	0,49
Poissons	0,6	2,4647	1,48
Charcuterie	1,2	1,7652	2,12
Lait	2	0,2879	0,58
Produits BIO	0,84	1,6177	1,36

[1] D'autres critères de répartition peuvent être mobilisés par le chef de rayon (type de marque, accords avec les fournisseurs…)

- **Calcul d’un prix psychologique**

Avant le lancement à la vente d’une tondeuse thermique, une grande marque fait une enquête auprès de 1000 personnes. Deux critères ont été choisis, l’un sur la qualité du produit et l’autre sur le prix du produit.
Deux questions sont posées aux personnes enquêtées :

- En dessous de quel prix considérez-vous que ce produit est de mauvaise qualité ?
- Au-dessus de quel prix considéreriez-vous que ce produit est trop cher ?

Le prix psychologique est le prix pour lequel la différence est la plus grande entre le pourcentage de ceux qui jugent de la qualité suffisante (au regard du prix) et le pourcentage de ceux qui estiment que le prix est trop élevé pour l’acheter.
Voici les résultats de l’enquête :

Prix de vente	Prix minimal attestant de la qualité du produit			Prix maximal pour un achat			Pourcentage probable d'acheteurs
	Nombre de réponses	Pourcentages	Pourcentages cumulés croissants	Nombre de réponses	Pourcentages	Pourcentages cumulés croissants	
380	180	18%	18%	0	0%	0%	18%
400	200	20%	38%	0	0%	0%	38%
420	240	24%	62%	0	0%	0%	62%
440	170	17%	79%	10	1%	1%	78%
460	100	10%	89%	20	2%	3%	86%
480	70	7%	96%	30	3%	6%	90%
500	40	4%	100%	50	5%	11%	89%
520	0	0%	100%	80	8%	19%	81%
540	0	0%	100%	150	15%	34%	66%
560	0	0%	100%	260	26%	60%	40%
600	0	0%	100%	400	40%	100%	0%

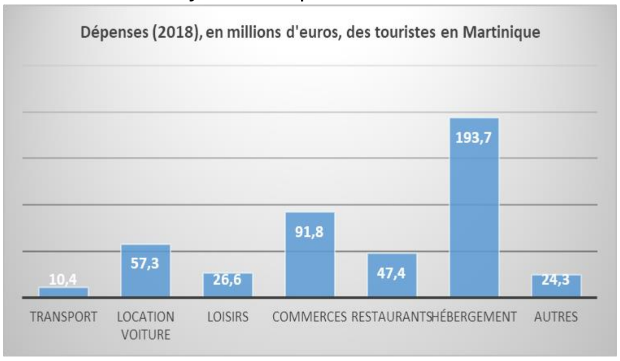
Dans ce cas le prix psychologique est de 480 €.

- **Du côté des automatismes, exemples de « questions flash ».**

Pour l’enseignement de cette capacité, il paraît utile de privilégier les automatismes relatifs aux sens des opérations, calculs de proportions et pourcentages, calculs d’aire de surfaces élémentaires, calculs statistiques.

Exemples :

- Chez Jardiland, le linéaire total d’un rayon contenant des palettes de tailles identiques est de 25 mètres, Les palettes contenant le terreau s’étalent sur 3m. A quel pourcentage du linéaire total correspond le linéaire de terreau ?
- On rappelle que : Indice de sensibilité au C.A. = % de C.A. généré / % de linéaire utilisé.
  Déterminer l’indice de sensibilité d’un produit réalisant 20 000 euros de chiffres d’affaires sur un linéaire de 2 m, sachant que le chiffre d’affaires total de l’enseigne est de 1 million d’euros pour un linéaire global de 90 m
- Le prix d’un objet augmente de 12%.
  Donner le coefficient multiplicateur à appliquer à ce prix afin d’obtenir le prix après augmentation.
- Le CA d’une entreprise de transformation du bois est de l’ordre d’une centaine de millions d’euros, 5% de ce CA est réservé à l’investissement. Donner un ordre de grandeur du montant réservé à l’investissement.
- Pour 3m de linéaire d’un produit, le chiffre d’affaires est de 1300€. Déterminer le chiffre d’affaires pour 12m si on considère que le chiffre d’affaires est proportionnel au linéaire développé pour ce produit.
- Le montant de la location d’un local commercial a augmenté de 4% en entre 2017 et 2018 puis de 7% entre 2018 et 2019. Déterminer une valeur approchée du taux annuel moyen sur la période 2017 – 2019.
- Il y a eu, en 2018, 1 046 735 touristes en Martinique. Les dépenses sont résumées par ce graphique
  - Déterminer le pourcentage que représente l’hébergement dans ces dépenses.
  - Calculer le montant moyen dépensé par chaque touriste.
- …



- **Réalisation d'une modélisation simple en construisant un ajustement affine**

L'ajustement affine doit être abordé dans un premier temps de manière intuitive, « au jugé ».
C'est l'occasion de réinvestir, dans un contexte qui le justifie, les acquis sur les équations de droite en cohérence avec la pratique des automatismes. La subjectivité de ce type d'ajustement conduit à la nécessité d'établir un critère sur le choix d'un ajustement (points extrêmes, droite de Mayer...). Le principe de l'ajustement par la méthode des moindres carrés est justifié comme critère de minimisation des écarts entre les valeurs observées et prédites ; il doit être illustré à l'aide d'un outil numérique. Des situations issues de la vie économique, courante ou de la spécialité sont exploitées pour des études d'ajustement.

<u>**Exemple**</u> :
Le tableau ci-dessous donne l'évolution du chiffre d'affaire, noté CA, du marché du tourisme en ligne de 2006 à 2013 en France.

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Rang de l'année : x_i	1	2	3	4	5	6	7	8
CA en milliards d'euros : y_i	4,2	5,3	7	8	9,6	10,9	11,7	12,4

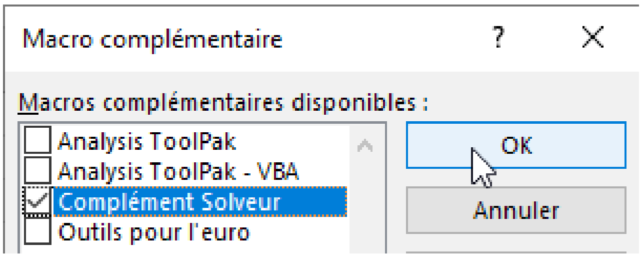
Étude XERFI, FEVAD

(Données issues du sujet bac STMG juin 2015, Antilles Guyane)

Dans un premier temps, les équations des droites « au jugé » peuvent être comparées entre elles puis avec celles pour lesquelles on pose un critère.

Un logiciel de géométrie dynamique ou la fonction Solveur du tableur permet dans un deuxième temps de minimiser la somme des carrés des écarts entre les valeurs observées et la valeurs prédites par un modèle linéaire.

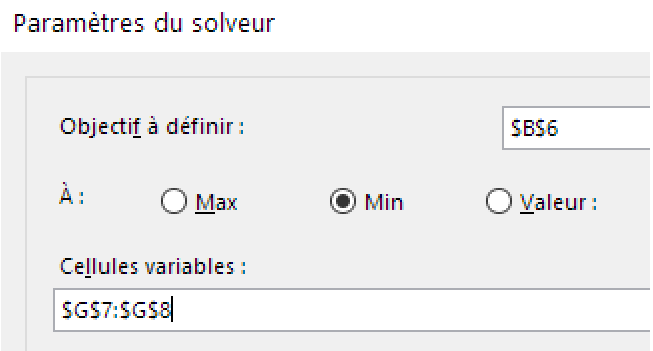
Sur EXCEL (version 2010 et suivantes), il faut paramétrer le Solveur
Fichier – Options – Compléments – Atteindre et sélectionner **Complément Solveur**. Il apparaît alors disponible à droite dans l'onglet Données
Sur LibreOffice (version 5 et suivantes), il est disponible dans **Outils – Solveur**



Attribuant des paramètres « au hasard » à **a** et **b** on calcule les y_i estimés, notés $\hat{y}_i$ avec ces paramètres dynamiques.

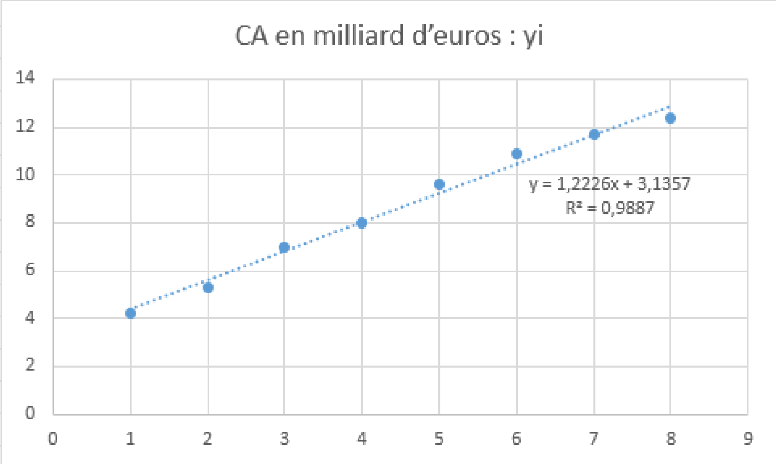
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	Rang de l'année : x_i	1	2	3	4	5	6	7	8
3	CA en milliard d'euros : y_i	4,2	5,3	7	8	9,6	10,9	11,7	12,4
4	CA en milliard d'euros estimés : y^i	2		=$G$7*D2+$G$8		6	7	8	9
5	carrés des écarts: (yi-y^i)²	4,84	5,29	9	9	12,96	15,21	13,69	11,56
6	Somme carrés écarts	81,55							
7						a=	1		
8						b=	1		

L'utilisation de l'outil Solveur fait apparaître la fenêtre ci-contre:
On sélectionne la cellule B6 qui est l'objet défini à minimiser, en tenant compte des cellules variables G7 et G8. Il suffit de cliquer sur **Résoudre** pour obtenir les valeurs **a** et **b** ainsi déterminées.



Le coefficient de détermination $R^2 = \dfrac{\sum (y_i - \bar{y})^2 - \sum (y_i - y_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \dfrac{\sum (y_i - y_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$ peut être introduit comme quotient de la variance expliquée par le modèle par la variance totale. Il se détermine également à l'aide du tableur et on retrouve l'ensemble des paramètres donnés directement par la fonction **« courbe de tendance »**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	carrés des écarts: (yi-y^i)²	0,025069	0,078934	0,038584	0,000686	0,123335	0,183673	3,54E-05	0,266944
6	Somme	0,717262							
7						a=	1,222619		
8						b=	3,135714		
9	Moyenne yi	8,6375							
10	[(yi-moy(y))²]	19,69141	11,13891	2,681406	0,406406	0,926406	5,118906	9,378906	14,15641
11	somme [(yi-moy(y))²]	63,49875							
12	R²	0,988704							



La pertinence du modèle se fait au regard de la réalité des valeurs prédites et des conditions du contexte qui sont restés inchangées sur la période
« *46%, c'est la part de marché que représente l'e-tourisme en France en 2019, selon les estimations de Phocuswright. Soit un volume d'affaires de 21 milliards d'euros.* »
https://www.lechotouristique.com/article/e-tourisme-les-chiffres-cles-2019-de-le-tourisme

2019 correspond à l'année de rang 14, soit une estimation de 1,2226×14 + 3,1357 = 20,25 milliards d'euros. Naturellement la crise sanitaire impactant le tourisme, le modèle ne semble plus valide à partir de 2020. C'est l'occasion de parler des limites de la modélisation.

On prendra également, **si cela se justifie**, quelques cas nécessitant un changement de variable qui permettent de mettre en évidence une relation de linéarité entre ces nouvelles variables.
La phase d'explication réalisée, les calculs en situation sont exclusivement effectués à l'aide d'un outil numérique (calculatrice ou courbe de tendance du tableur).

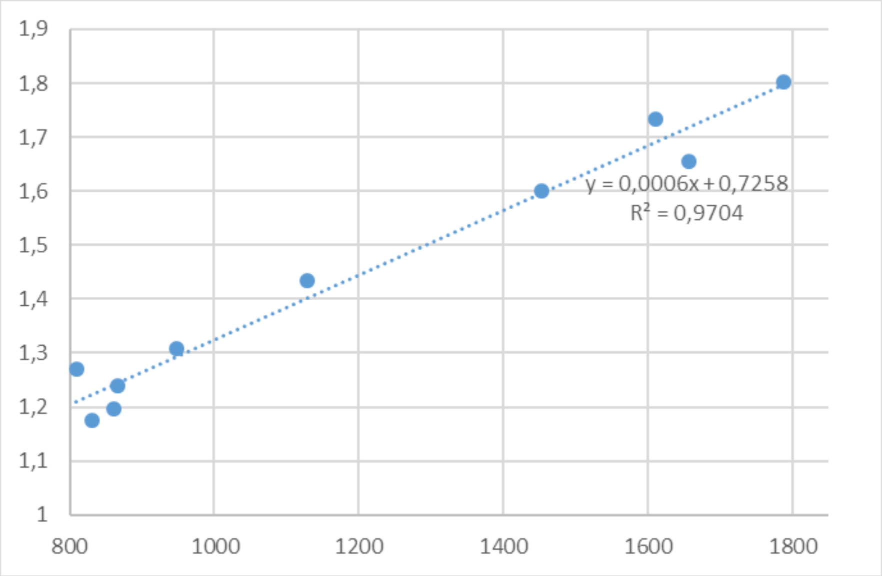
- **Corrélation et causalité**

Au-delà de la mise en évidence d'une corrélation, le fait que, sur un relevé statistique, il puisse exister une relation entre deux grandeurs (corrélation), ne signifie pas pour autant qu'il existe entre elles un lien de causalité.

Exemple :
Il a été relevé sur plusieurs années, aux USA, le nombre de nouveaux doctorats en informatique et les revenus générés par les jeux d'arcades.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Doctorats décernés en science informatique aux US	861	830	809	867	948	1129	1453	1656	1787	1611
Revenus générés par les jeux d'arcade	1,196	1,176	1,269	1,24	1,307	1,435	1,601	1,654	1,803	1,734

La corrélation est évidente, la causalité beaucoup moins !



Le site https://tylervigen.com/spurious-correlations en propose plusieurs autres, plus fantasques les unes que les autres !

- **Fonction de demande à l'aide d'une régression.**

La modélisation par régression linéaire associée à des calculs de probabilités, peut être réalisée au service de ce que l'on appelle « fonction de demande »

Exemple :
Un domaine viticole songe à lancer sur le marché un nouvel apéritif en bouteille et cherche à estimer la demande pour ce nouveau produit.
À l'aide d'un questionnaire élaboré par les membres du département de marketing, on a recueilli le point de vue de 1000 répondants à la recherche de produits similaires. Les personnes interrogées devaient indiquer si elles étaient prêtes à acheter ce nouvel apéritif pour chacun des cinq niveaux de prix suggérés.
Pour ce faire, on demandait aux répondants de choisir une réponse parmi les six choix suivants:

a) certainement pas b) probablement pas c) peut-être
d) probablement e) très probablement f) avec certitude.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Prix(€)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
9	500	300	125	50	25	0
8	300	225	175	150	100	50
7	100	150	250	250	150	100
6	50	100	100	300	250	200
5	0	25	50	225	300	400

On a établi, grâce à un sondage, que la probabilité d'acheter l'apéritif associée à chacune des réponses est de:
0 pour la réponse a) 0,2 pour la réponse b) 0,4 pour la réponse c)
0,6 pour la réponse d) 0,8 pour la réponse e) 1 pour la réponse f)

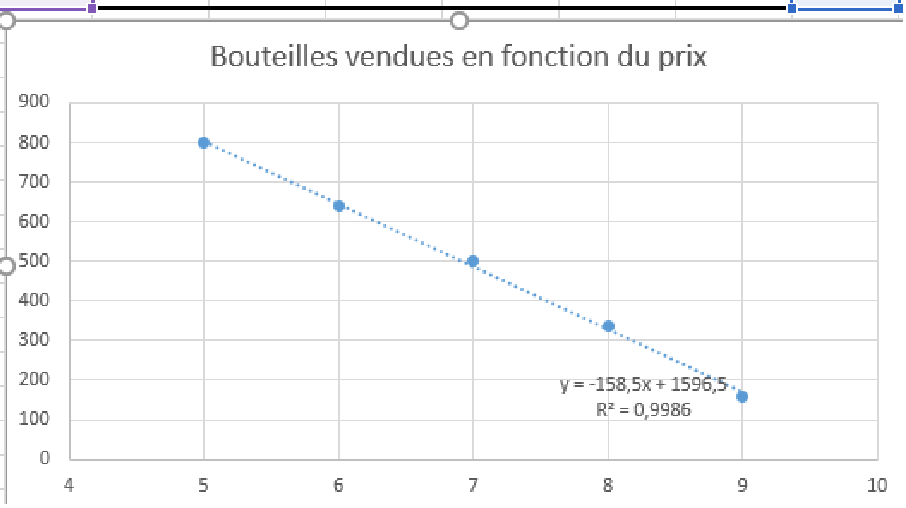
À partir de ces données, nous pouvons calculer la valeur espérée de la quantité Q achetée pour chacun des prix.

Par exemple, pour un prix de 9€, nous avons:

$$E(Q) = 500\times 0 + 300\times 0,2 + 125\times 0,4 + 50\times 0,6 + 25\times 0,8 + 0\times 1 = 160$$

Cela indique qu'au prix de 9€, on espère vendre 160 bouteilles d'apéritif.
Ce calcul est automatisable. En considérant la série statistique double, dont la variable explicative est la quantité de bouteilles et la variable expliquée le prix en euros par bouteille, on peut modéliser la relation entre ces deux variables par $Q = -158,5P + 1596,5$

Prix(€)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	Bouteilles vendues
9	500	300	125	50	25	0	160
8	300	225	175	150	100	50	335
7	100	150	250	250	150	100	500
6	50	100	100	300	250	200	640
5	0	25	50	225	300	400	800



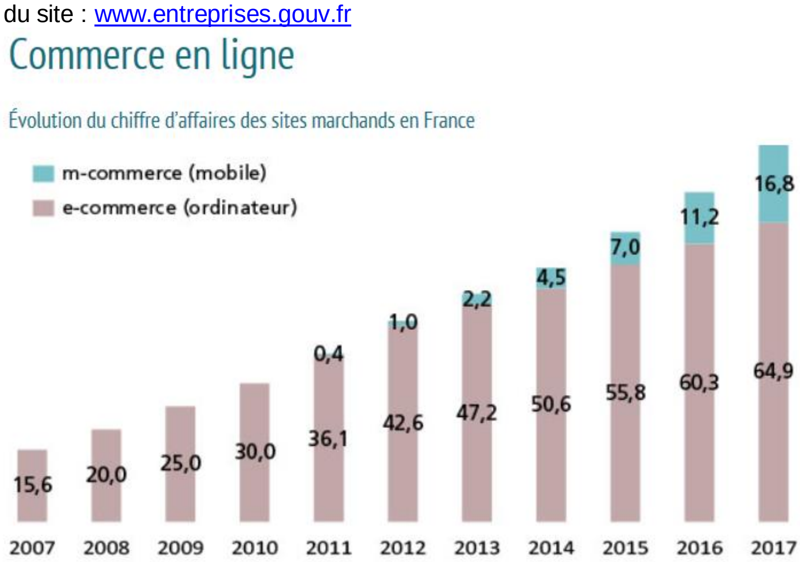
Naturellement, cette estimation de la demande est valable dans la mesure où:

- l'échantillon de personnes interrogées est représentatif du marché dans son ensemble,
- les réponses des consommateurs reflètent bien leurs véritables intentions d'achat,
- l'hypothèse d'homogénéité est respectée en ce qui a trait aux goûts et aux revenus des consommateurs, aux prix des concurrents, ….

Le coefficient -158,5 correspond à l'estimation du nombre de bouteilles vendues en moins pour 1 € de plus sur le prix.
C'est l'occasion de faire le lien avec l'élasticité prix/demande (**voir capacité C72**)

- **Variations saisonnières avec la méthode des moyennes mobiles.**
  - **Un exemple avec une saisonnalité trimestrielle.**

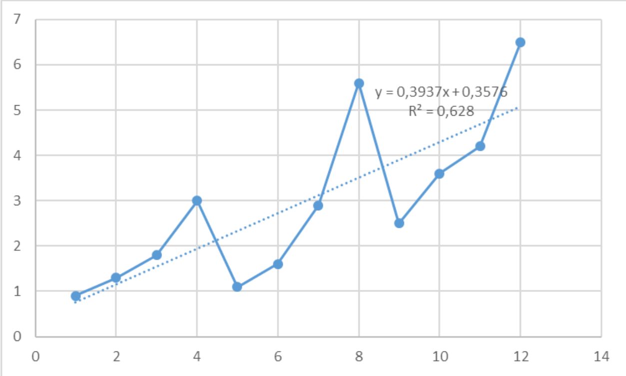
Voici une étude issue du site : www.entreprises.gouv.fr



Une étude plus approfondie sur le m-commerce nous donne les résultats trimestriels (en milliards d'euros) suivants pour les années 2015, 2016 et 2017

Trimestre / année	1	2	3	4
2015	0,9	1,3	1,8	3
2016	1,1	1,6	2,9	5,6
2017	2,5	3,6	4,2	6,5

Une régression linéaire donne la tendance d'une évolution « générale » de 0,3937 milliards par trimestre. Mais au vu du coefficient de détermination faible et du fait que les variations saisonnières ne sont pas aléatoires comme sont supposés l'être les résidus de la régression, le modèle est peu exploitable au-delà de cette tendance.
La méthode des moyennes mobiles s'impose. Celle-ci se fait sur un nombre impair de valeurs correspondant à la période de saisonnalité.



<u>Cas d'une période impaire</u>, par exemple une semaine de 7 jours, sur 10 semaines :

on remplace chaque valeur observée x_i par $\dfrac{x_{i-3}+x_{i-2}+x_{i-1}+x_i+x_{i+1}+x_{i+2}+x_{i+3}}{7}$ pour $i \in \{4,5,\ldots,66,67\}$ et on ne tient pas compte des valeurs observées x_i pour $i \in \{1,2,3,68,69,70\}$

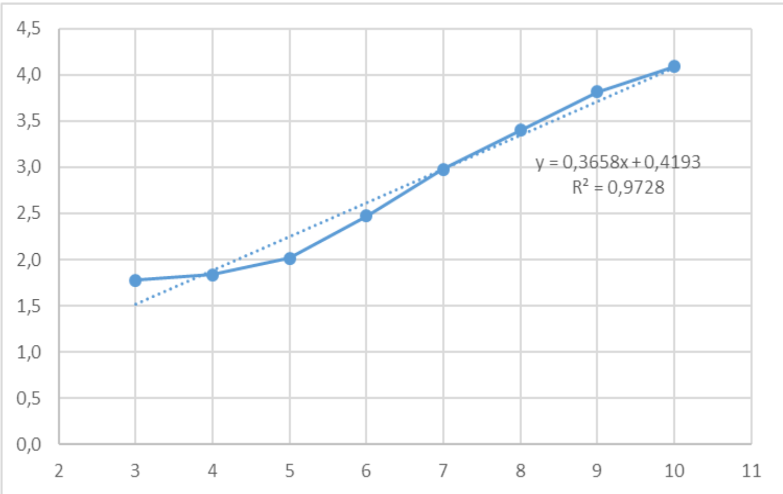
<u>Cas d'une période paire</u>, par exemple une année de 4 trimestres, sur 5 ans :

on remplace chaque valeur observée x_i par $\dfrac{0,5x_{i-2}+x_{i-1}+x_i+x_{i+1}+0,5x_{i+2}}{4}$ pour $i \in \{3,4,\ldots,17,18\}$ et on ne tient pas compte des valeurs observées x_i pour $i \in \{1,2,19,20\}$

Le lissage des données par la méthode des moyennes mobiles d'ordre 5 pour une période de 4 donne :

Trimestres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Valeurs observées	0,9	1,3	1,8	3	1,1	1,6	2,9	5,6	2,5	3,6	4,2	6,5
Moyennes mobiles			1,775	1,8375	2,0125	2,475	2,975	3,4	3,8125	4,0875		

Le lissage effectué précise la tendance d'évolution de 0,3658 milliards par trimestre. La droite de régression dont l'équation est $y = 0,3658\,x + 0,4193$ est appelée le « Trend ».
La détermination des coefficients saisonniers est usuellement envisagée dans la cadre d'un modèle multiplicatif adapté aux données économiques: à partir de la tendance estimée par le trend notée Y, la variable des estimations saisonnalisées E se déduit à l'aide des coefficients saisonniers S_i par la relation $E = S_i \times Y$.
L'idée est de déterminer le rapport entre la valeur observée du CA et son estimation par le trend.



	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Année	2015				2016				2017			
	Trimestre	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
	rang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	CA	0,9	1,3	1,8	3	1,1	1,6	2,9	5,6	2,5	3,6	4,2	6,5
	Estimation Trend (Y)	0,785	1,151	1,517	1,883	2,248	2,614	2,98	3,346	3,712	4,077	4,443	4,8089
	Coefficient CA/Estimation	1,146	1,130	1,187	1,594	0,489	0,612	0,973	1,674	0,674	0,883	0,945	=S14/S15

Ces coefficients sont résumés en un tableau qui regroupe les moments de saisonnalité, ici les trimestres. Pour chaque trimestre, la moyenne effectuée est la moyenne dite « géométrique » des trois valeurs comme dans la recherche de taux moyen équivalent. Par exemple, pour le trimestre 1, le coefficient correctif c_1 vérifie $c_1 \times c_1 \times c_1 = 1{,}146 \times 0{,}489 \times 0{,}674$, soit $c_1 = \left(1{,}146 \times 0{,}489 \times 0{,}674\right)^{\frac{1}{3}} \approx 0{,}723$ que l'on obtient directement avec la fonction EXCEL « =MOYENNE.GEOMETRIQUE() ». On observe souvent dans la littérature l'utilisation de la moyenne arithmétique qui est une approximation raisonnable car les valeurs sont proches de 1.

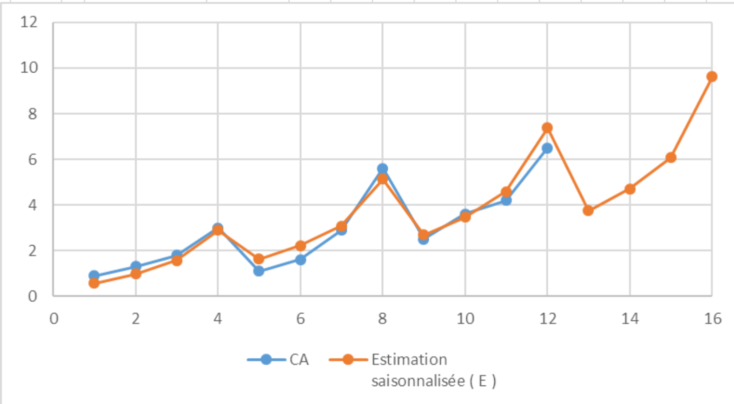
Les estimations saisonnières se déduisent des estimations du trend par multiplication du coefficient trimestriel obtenu par la moyenne géométrique des coefficients relatifs au même trimestre.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
11	**Coefficients**	**CA/estimation**					Année	2015				
12	Trimestre (i)	1	2	3	4		Trimestre	T1	T2	T3	T4	T1
13	année						rang	1	2	3	4	5
14	2015	1,146	1,130	1,187	1,594		CA	0,9	1,3	1,8	3	1,1
15	2016	0,489	0,612	0,973	1,674		Estimation Trend (Y)	0,7851	1,151	1,517	1,883	2,248
16	2017	0,674	0,883	0,945	1,352		Coefficient CA/Estimation	1,146	1,130	1,187	1,594	0,489
17	Coefficient trimestriel (Si)	0,723	0,848	1,030	1,533		Estimation saisonnalisée (E)	=H15*$B$17	0,976	1,562	2,887	1,625

L'estimation des résultats des trimestres de 2018 se fait pareillement :

	A	B	C	D	E	F
11	**Coefficients**	**CA/estimation**				
12	Trimestre (i)	1	2	3	4	
13	année					
14	2015	1,146	1,130	1,187	1,594	
15	2016	0,489	0,612	0,973	1,674	
16	2017	0,674	0,883	0,945	1,352	
17	Coefficient trimestriel (Si)	0,723	0,848	1,030	1,533	

G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Année	2015				2016				2017				2018			
Trimestre	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
rang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CA	0,9	1,3	1,8	3	1,1	1,6	2,9	5,6	2,5	3,6	4,2	6,5				
Estimation Trend (Y)	0,7851	1,151	1,517	1,883	2,248	2,614	2,98	3,346	3,712	4,077	4,443	4,8089	5,175	5,541	5,906	6,272
Coefficient CA/Estimation	1,146	1,130	1,187	1,594	0,489	0,612	0,973	1,674	0,674	0,883	0,945	1,352				
Estimation saisonnalisée (E)	0,568	0,976	1,562	2,887	1,625	2,218	3,068	5,130	2,683	3,459	4,575	7,374		=U15*$C$17		9,618



- **Un exemple avec une saisonnalité hebdomadaire**

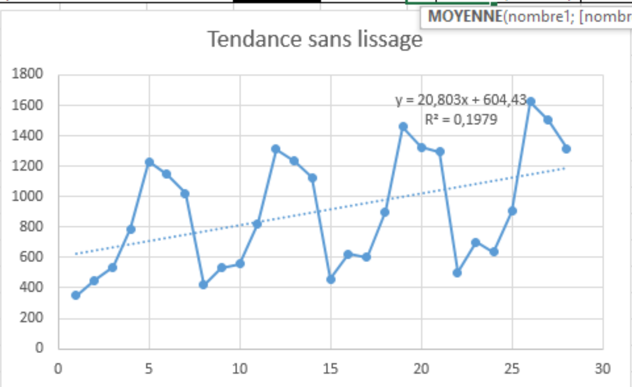
Voici un tableau donnant le chiffre d'affaires, en euros, d'une poissonnerie ouverte tous les jours de la semaine et pendant 4 semaines consécutives juste après le début de l'activité.

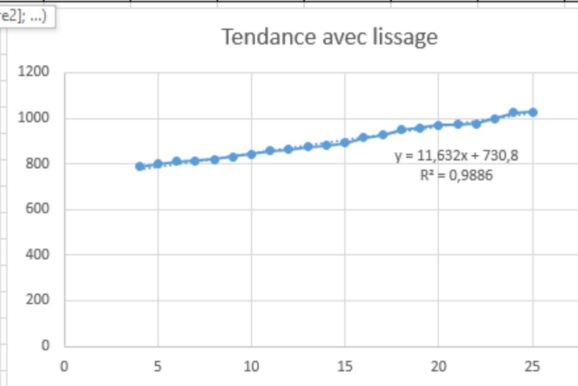
Jour semaine	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
1	351	451	535	786	1230	1146	1023
2	420	531	556	824	1310	1235	1124
3	457	621	600	902	1460	1324	1293
4	503	702	635	906	1625	1503	1317

Cet exemple montre l'importance du lissage par les moyennes mobiles d'ordre 7 qui modifie nettement la tendance :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
9-10		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
11		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12		351	451	535	786	1230	1146	1023	420	531	556	824	1310	1235
13	Moyennes mobiles ordre 7		[redacted]		788,8571	=MOYENNE(C12:I12)		813,14286	818,5714	830	842,7143	857,1429	862,4286	875,2857

MOYENNE(nombre1; [nombre2]; ...)





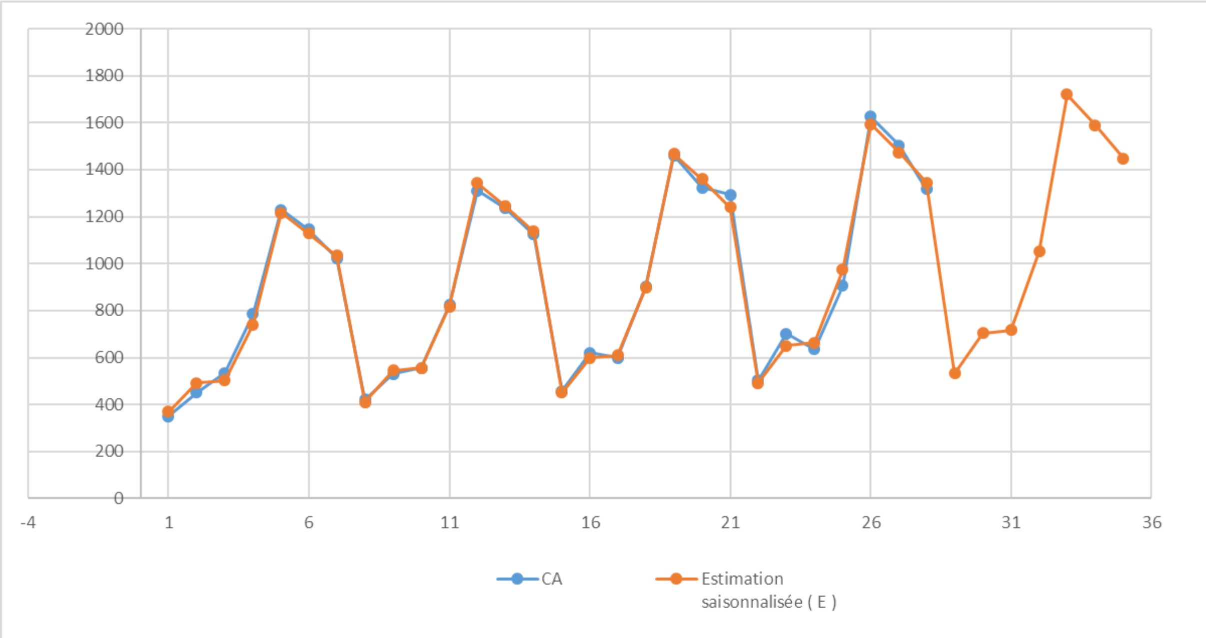
Le trend est donné par l'équation est $y = 11{,}632\ x + 730{,}8$ et permet de calculer les premières estimations non saisonnalisées.

	A	B	C	D	E	F	G	H
9-10	Jour semaine	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
11	1	0,47277	0,59809	0,69871	1,01116	1,55901	1,43144	1,259505
12	2	0,5098	0,63556	0,65634	0,95953	1,50508	1,4002	1,257766
13	3	0,50482	0,67727	0,64617	0,95939	1,53392	1,37424	1,326056
14	4	0,50978	0,70317	0,62873	0,88684	1,57273	1,43846	1,246574
15	Coefficient trimestriel (Si)	0,49905	0,65228	0,65699	0,95319	1,54247	1,41085	1,272096

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
17		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
18		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
19	CA	351	451	535	786	1230	1146	1023	420	531	556	824	1310	1235	1124
20	Estimation Trend (Y)		=11,632*C18+730,8		777,328	788,96	800,592	812,224	823,856	835,488	847,12	858,752	870,384	882,016	893,648
21	Coefficient CA/Estimation	0,47277	0,59809	0,69871	1,01116	1,55901	1,43144	1,259505	0,5098	0,63556	0,65634	0,95953	1,50508	1,4002	1,2577659
22	Estimation saisonnalisée (E)	370,508	491,864	503,057	740,943	1216,95	1129,52	1033,227	411,142	544,975	556,552	818,556	1342,54	1244,39	1136,8059

L'estimation des résultats de la cinquième semaine se fait pareillement :

	A	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
17		Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
18	Jour	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
19	CA	1293	503	702	635	906	1625	1503	1317							
20	Estimation Trend (Y)	975,072	986,704	998,336	1009,968	1021,6	1033,232	1044,864	1056,496	1068,128	1079,76	1091,392	1103,024	1114,656	1126,288	1137,92
21	Coefficient CA/Estimation	1,3260559	0,509778	0,7031701	0,6287328	0,8868442	1,5727349	1,4384647	1,2465736							
22	Estimation saisonnalisée (E)	1240,3851	492,41082	651,19862	663,54159	973,78141	1593,7318	1474,1489	1343,9642	533,04515	704,3102	717,03656	1051,3941	1719,3261	1589,0262	1447,5434



- **Du côté des automatismes, exemples de « questions flash ».**

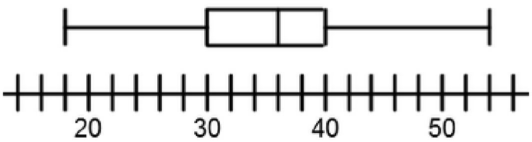
Pour l'enseignement de cette capacité, il paraît utile de privilégier les automatismes relatifs aux sens des opérations, calculs de proportions et pourcentages, équations de droites, représentations graphiques, calculs statistiques.

Exemples :

- La population mondiale est passée de 6,1 milliards d'individus en 2000 à 7,8 milliards en 2020.
  - Déterminer le taux annuel moyen d'augmentation.
  - En supposant le modèle linéaire, déterminer une relation affine entre l'année et le nombre d'individus constituant la population mondiale.
- Le nombre de livre vendus chaque année en millions d'unité est donné par le tableau suivant :

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
451,9	450,6	440,9	426,8	421,8	436,7	434,5	430

  Déterminer la moyenne de livres vendus sur cette période.
- Un prix, après avoir subi une baisse de 10% est de 108€, quel était le prix initial ?
- On donne le diagramme en boite suivant, résultat d'un sondage sur un échantillon de 1000 personnes auxquelles on a demandé leur âge.



  - Donner l'étendue de cet échantillon
  - Donner la médiane de cet échantillon.
  - Donner le pourcentage de personnes de cet échantillon dont l'âge est inférieur à 40 ans.
- Sur un site de litières pour chevaux, il est écrit : « Une livraison de sacs chargés individuellement (appelée « charge au sol ») peut nécessiter deux heures de déchargement pour une équipe de cinq personnes. ». Donner le temps nécessaire à une équipe de 4 personnes pour décharger deux livraisons.
- …

C53- Gérer les stocks et les flux à l'aide d'outils informatiques

Avant l'utilisation d'outils informatiques, il est essentiel de comprendre ce que les contraintes de la gestion de stocks imposent. Pour cela on s'appuie sur des modèles de gestion de stocks, et ceci de façon progressive.

- ***Evolution d'un stock à l'aide d'un tableau sur un exemple***

Pour bien faire comprendre concrètement les notions relatives à la gestion des stocks, le choix d'un exemple, laissé à l'initiative de l'enseignant, est recommandé.

Exemple
Un poissonnier s'intéresse à l'évolution du coût de son stock de filets emballés durant une semaine ouvrée (6 jours pour lui). Il est livré les $2^{\text{èmes}}$ et $5^{\text{ièmes}}$ jours et vend les autres jours. Voici le mouvement des stocks.

Date	Mouvement	Quantité	Prix unitaire
1^{er} jour	Stock initial	8	21€00
$2^{\text{ème}}$ jour	achat	50	25€00
$5^{\text{ième}}$ jour	achat	60	26€00

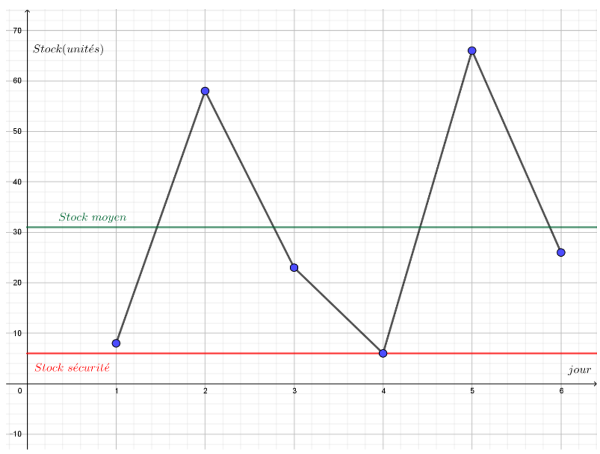
Le CUMP (coût unitaire moyen pondéré) du stock peut se déterminer **en fin de période** par $\frac{8\times21+50\times25+60\times26}{8+50+60}\approx 25{,}24€$. Cet outil permet d'avoir une estimation du montant du stock journalier sur la période en fonction des entrées(achats) et sorties (ventes).

		Entrées			Sorties			Stock		
Date	Mouvement	Quantité	prix unitaire	Montant	Quantité	prix unitaire	Montant	Quantité	prix unitaire	Montant
jour 1	En stock							8	21€00	168€00
jour 2	Achat	50	25€00	1250€00				58	25€24	1463€92
jour 3	Vente				35	25€24	883€40	23	25€24	580€52
jour 4	Vente				17	25€24	429€08	6	25€24	151€44
jour 5	Achat	60	26€00	1560€00				66	25€24	1665€84
jour 6	Vente				40	25€24	1009€60	26	25€24	656€24
	Total	110		2810€00			2322€08			4685€96

La notion de **stock de sécurité** pour pallier les ruptures de stocks est essentielle. Les différents modes de calcul dépendent des besoins professionnels, donc sont à déterminer en fonction des options en concertation avec l'enseignant concerné.
Les fluctuations pour cet exemple justifient la nécessité d'un stock de sécurité pour ne jamais être en rupture. Le calcul est propre à chaque secteur en fonction des contraintes. Dans cet exemple, il sera considéré égal à 6.

Le stock moyen journalier est $\frac{8+58+...+66+26}{6}\approx 31$ qui est environ la moitié de la moyenne des réapprovisionnement plus le stock de sécurité : $\frac{(50+60)/2}{2}+6=33{,}5$

Le coût moyen journalier du stock pour cette semaine est $\frac{4685{,}96}{6}$ soit environ 780€99



Les avantages de cette méthode : Les calculs sont simples, il y a un nivellement des variations du prix en cas de hausse du prix d'achat sur la durée. Elle est utile lorsque certaines charges d'approvisionnement ou de gestion ou de prix ne peuvent être connues avant la fin de la période.

Les inconvénients de cette méthode : Si les produits perdent de la valeur, comme le prix est recalculé à chaque fois, ils risquent d'être revendus moins chers ou à perte.
Une autre méthode est de réévaluer entre les approvisionnements.
Après l'entrée de 50 filets de poisson le $2^{\text{ème}}$ jour, le CUMP est de $\frac{168+1250}{50+8}$ soit environ 24€45.
Les jours 2, 3 et 4 le mode de calcul est identique à celui de la première méthode.

À la fin de la 4ème journée, le coût du stock est de 146€70, il rachète 60 filets à 26€00. Le coût unitaire moyen pondéré se calcule de la façon suivante : $\frac{146,7+1560}{6+60}$ soit environ 25€86.

Date	Mouvement	Entrées Quantité	Entrées prix unitaire	Entrées Montant	Sorties Quantité	Sorties prix unitaire	Sorties Montant	Stock Quantité	Stock prix unitaire	Stock Montant
jour 1	En stock							8	21	168€00
jour 2	Achat	50	25€00	1250€00				58	24€45	1418€10
jour 3	Vente				35	24€45	855€75	23	24€45	562€35
jour 4	Vente				17	24€45	415€65	6	24€45	146€70
jour 5	Achat	60	26€00	1560€00				66	25€86	1706€76
jour 6	Vente				40	25€86	1034€40	26	25€86	672€36
	Total	110		2810€00	92		2305€80			4674€27

Le coût moyen journalier du stock est $\frac{4674,27}{6}$ soit environ 779€05. Ce coût est inférieur avec cette seconde méthode.

Les avantages de cette méthode :
Il y a un suivi précis de l'évolution des prix et des coûts, les calculs sont répartis sur toute la période

Les inconvénients de cette méthode :
Nécessite une connaissance précise du coût de l'entrée. Il y a des calculs fréquents et importants mais avec les outils informatiques ce problème n'en est plus un.
Enfin d'autres méthodes FIFO (First In, First Out), LIFO (Last In, First Out) ou autres seront utilisées en fonction de la pertinence de leur utilisation en situation professionnelle.

- ***Principe de Pareto***

Le principe de Pareto qui indique que 20% des produits réalisent 80% du chiffre d'affaires est à illustrer par de nombreux exemples et permet d'aboutir à la classification ABC. Bien sûr cette règle est théorique et sujette à fluctuation mais signifie que peu de produits réalisent la plus grande part du chiffre d'affaires. Cela peut s'illustrer sur des exemples propres aux filières sur le modèle suivant :

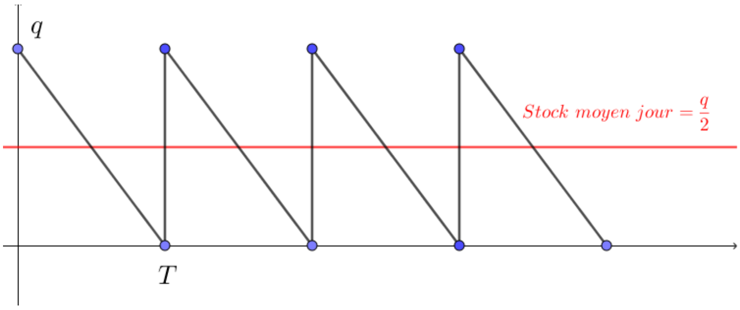
Nom	Prix U	Quantité
article 1	69,53	152
article 2	13,92	15
article 3	48,61	9
article 4	41,12	13
article 5	76,17	45
article 6	3,90	44
article 7	12,37	85
article 8	3,64	123
article 9	19,40	139
article 10	2,01	129
article 11	1,88	101
article 12	43,20	129
article 13	2,65	42
article 14	86,47	51
article 15	44,11	92
article 16	2,47	89
article 17	5,10	131
article 18	2,13	152
article 19	2,23	133
article 20	63,18	169

Nom	Prix U	Quantité	CA	CA cumul	% CA Cumul
article 20	63,18	169	10677,42	10677,42	23%
article 1	69,53	152	10568,56	21245,98	46%
article 12	43,20	129	5572,80	26818,78	58%
article 14	86,47	51	4409,97	31228,75	67%
article 15	44,11	92	4058,12	35286,87	76%
article 5	76,17	45	3427,65	38714,52	84%
article 9	19,40	139	2696,60	41411,12	89%
article 7	12,37	85	1051,45	42462,57	92%
article 17	5,10	131	668,10	43130,67	93%
article 4	41,12	13	534,56	43665,23	94%
article 8	3,64	123	447,72	44112,95	95%
article 3	48,61	9	437,49	44550,44	96%
article 18	2,13	152	323,76	44874,20	97%
article 19	2,23	133	296,59	45170,79	97%
article 10	2,01	129	259,29	45430,08	98%
article 16	2,47	89	219,83	45649,91	99%
article 2	13,92	15	208,80	45858,71	99%
article 11	1,88	101	189,88	46048,59	99%
article 6	3,90	44	171,60	46220,19	100%
article 13	2,65	42	111,30	46331,49	100%

Ceci doit être réalisé à l'aide du tableur. Cela induit également une vigilance particulière sur le stock de sécurité concernant les produits du groupe A (articles 1, 12, 14, 15 et 20 de l'exemple) réalisant environ80% du chiffre d'affaires.

- ***Modèle de Wilson pour optimiser les coûts***

Le stockage de produits et le réapprovisionnement induisent des couts de stockage ainsi que des frais de livraison. Il faut donc jouer sur ces paramètres et trouver une optimisation. Le modèle de Wilson est un modèle très simplifié qui permet de comprendre comment déterminer cet optimum et comprendre le fait que des logiciels peuvent être paramétrés pour donner automatiquement le résultat. La détermination de cet optimum en situation professionnelle est à réaliser à l'aide de logiciels professionnels propres à chaque option.
On ne tient pas compte du stock de sécurité, mais de la quantité q de réapprovisionnement commandée et consommée régulièrement sur une période T, le **stock moyen** par jour peut être évalué à $\frac{q}{2}$



Un exemple pour comprendre

Un distributeur stocke sur deux années du vin en bouteilles. On s'intéresse ici à un vin rouge. Les besoins sont de 9 000 bouteilles par an au prix unitaire de 3,60 €, le coût de passation de commande (ensemble des coûts supportés par l'entreprise lors de l'achat d'une commande) est de 30 €, les frais liés au stockage sur l'année sont de 20% de la valeur moyenne du stock.
L'objectif est de déterminer le nombre de commandes et la quantité optimale q à commander pour optimiser les coûts.

Si l'on ne fait sur l'année qu'une commande de 9 000 bouteilles, le coût total se décompose en trois parties :

- le cout de passation de commande sur la période, soit 30 €.
- Le stock moyen sur la période est $\frac{9000}{2} = 4500$, donc le cout de stockage sur la période est 4 500× 3,60 × 20% = 3 240 €
- Le coût de l'ensemble des bouteilles de 9 000 × 3,60 = 32 400 €

Le cout total est donc 32 400+ 30 + 3 240= 35 670 €

Si on fait sur l'année 12 commandes de 750 bouteilles.

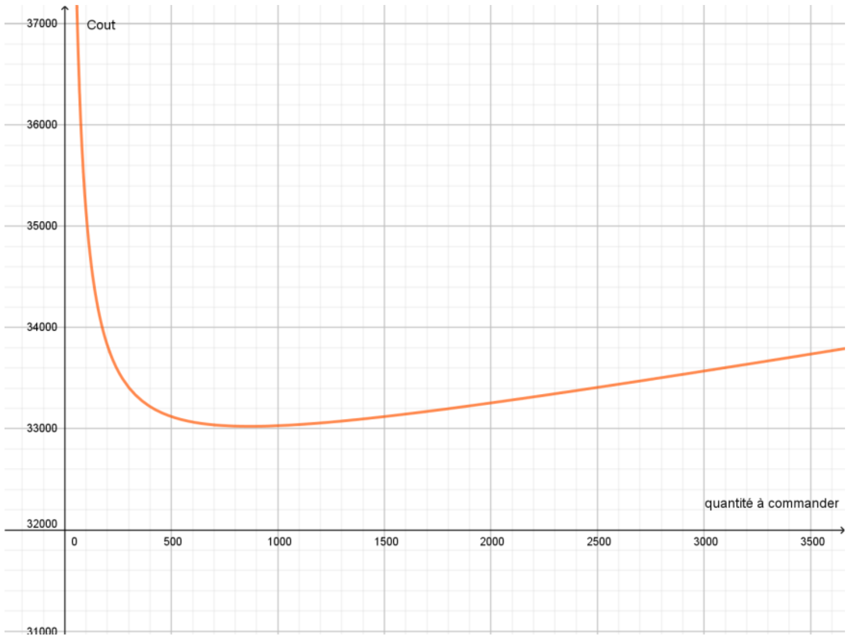
- le coût de passation par commande est de 30 € , donc 12 × 30 = 360 €
- Le stock moyen par commande est $\frac{750}{2} = 375$, donc le cout de stockage sur l'année est 375×3,60 × 20 % = 270 €
- Le coût d'achat de l'ensemble des bouteilles de 9 000 × 3,60 = 32 400 €

Le cout total dans ce cas est 32 400 + 270 + 360 = 33030€, soit un gain de 2 640 €.
Les deux exemples montrent qu'il ne revient pas au même de faire une ou plusieurs commandes.
Une automatisation sur Excel peut être faite avec une recherche de minimum avec le Solveur.
De façon plus générale, si l'on consomme 9000 bouteilles sur l'année et que l'on fait des commandes de q bouteilles par commande. Il faudra donc réaliser $\frac{9000}{q}$ commandes

- le coût de passation sur la période annuelle est de $30 \times \frac{9000}{q} = \frac{270000}{q}$.
- Le stock moyen jour sur la période est $\frac{q}{2}$, donc le cout de stockage sur la période annuelle est $\frac{q}{2}$ × 3,60 × 20 % = 0,36 q
- Le coût d'achat de l'ensemble des bouteilles de 9 000 × 3,60 = 32 400 €

- Le cout annuel s'exprime en fonction de la quantité q à commander par :

$$C(q) = 32400 + \frac{270000}{q} + 0,36q$$



La représentation graphique suggère l'existence **d'une quantité optimale** à commander que l'on peut déterminer graphiquement, à l'aide de la calculatrice, par l'étude des variations de la fonction *C*.

$C'(q) = 0,36 - \frac{270000}{q^2} = 0$ pour $q \approx 866$, ce qui correspond à environ $\frac{9000}{866} \approx 10$ commandes.

Le cout annuel est de 33 024 €.

La généralisation doit se faire à l'aide de données issues de situations en lien avec les sciences et techniques professionnelles par la répétition de telles démarches. Pour la compréhension de la démarche, il faut renouveler plusieurs calculs de quantités optimales dans des situations concrètes. La connaissance de la formule générale donnant la valeur optimale de q que l'on trouve dans beaucoup de littérature n'est pas un attendu. Cela peut toutefois expliquer comment se paramètrent des logiciels permettant de donner les quantités optimales minimisant les couts.

- **Du côté des automatismes, exemples de « questions flash ».**

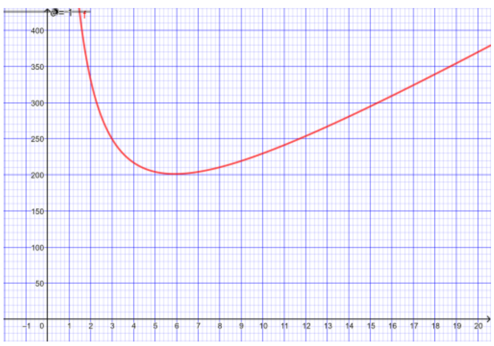
Pour l'enseignement de cette capacité, il paraît utile de privilégier les automatismes relatifs aux sens des opérations, proportionnalité, applications de formules, exploitations graphiques, calculs statistiques.

Exemples :

- Une entreprise vend 12 000 pièces par an, 5 jours par semaines sur 47 semaines. Le délai de livraison moyen (DL) est de 10 jours.
  - Déterminer la vente moyenne de pièces vendues par jour (VM).
  - Le choix est d'avoir 5 jours de stock de sécurité (StS). Déterminer la valeur de StS.
  - Le point de commande est donné par PC = StS + VM × DL. Déterminer le point de commande.

Remarque : d'autres méthodes existent et il est essentiel de faire travailler les formules en fonctions du contexte et des besoins des spécialités.

- Voici la courbe représentative d'une fonction coût de stockage réalisée à l'aide du modèle de Wilson. Déterminer graphiquement la quantité à commander et le coût minimal de stockage.
- …

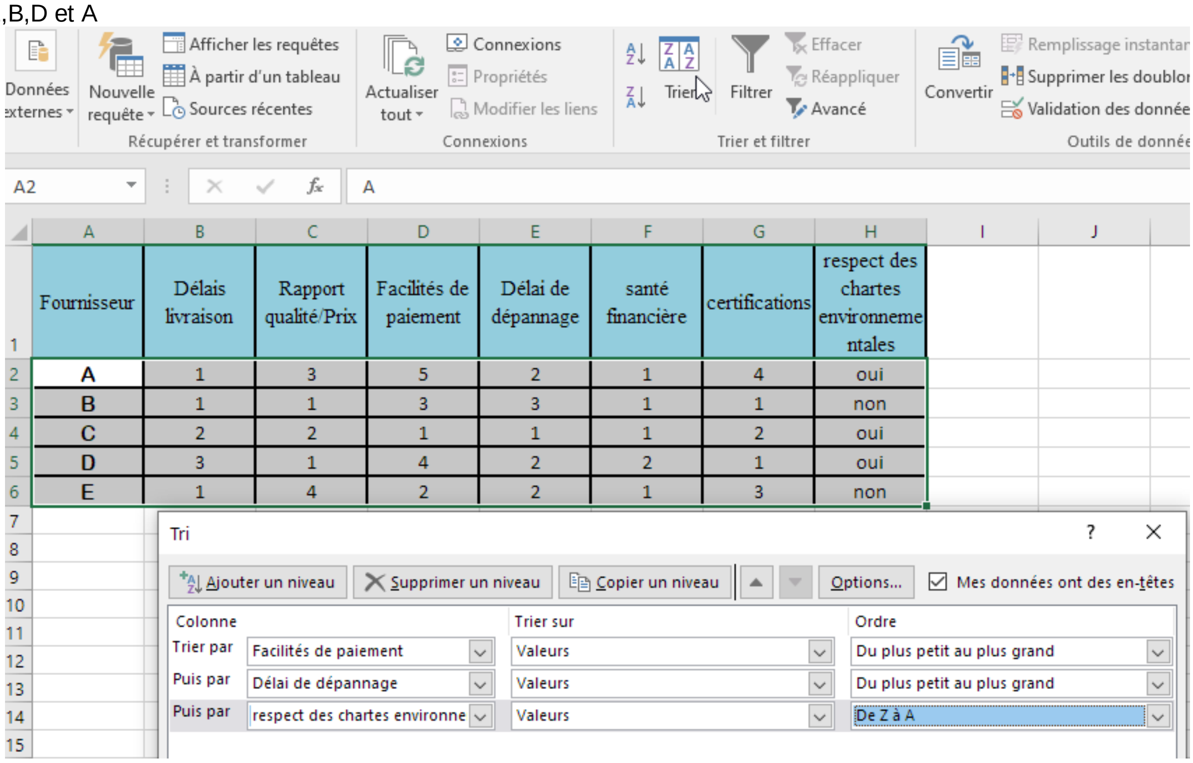


- **Choix d'un fournisseur, exemple de tri avec Excel.**

Voici les résultats d'une enquête réalisée auprès de 5 fournisseurs de matériel d'entretien des parcs et jardins. Les entreprises contactées devaient attribuer un nombre pour les 7 critères évalués pour ces fournisseurs.
1 : Entièrement satisfait **2** : Satisfait **3** : Moyennement satisfait **4** : Peu satisfait **5** : Pas du tout satisfait

Fournisseur	Délais livraison	Rapport qualité/Prix	Facilités de paiement	Délai de dépannage	Santé financière	Certifications	Respect des chartes environnementales
A	1	3	5	2	1	4	oui
B	1	1	3	3	1	1	non
C	2	2	1	1	1	2	oui
D	3	1	4	2	2	1	oui
E	1	4	2	2	1	3	non

Une entreprise a choisi comme priorités la facilité de paiement puis le délai de dépannage et enfin le respect des chartes environnementales. À l'aide du tableur et des fonctions de tri, le classement obtenu est par ordre de préférence C,E,B,D et A



- **Utilisation d'un tableau de contingence pour deux caractères qualitatifs**

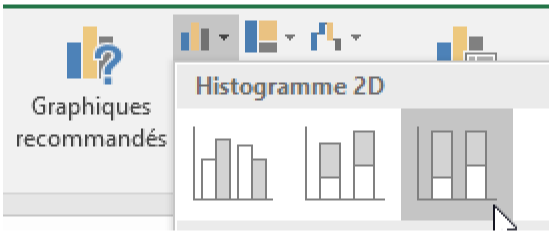
Des résultats plus approfondis de l'enquête de l'exemple précédent amènent à étudier une éventuelle dépendance entre le caractère « santé financière » et le caractère « respect des chartes environnementales » pour 200 fournisseurs de fruits. Les critères sont les mêmes que pour l'exemple 1 :

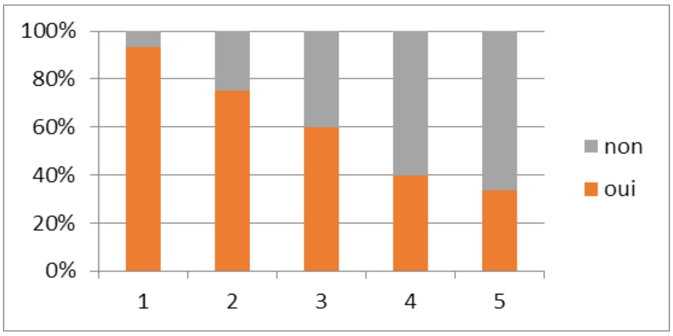
1 : Excellente santé **2** : Très bonne santé **3** : Bonne santé
4 : Moyenne santé **5** : Mauvaise santé et réponses oui/non pour les chartes

Voici un tableau résumant les résultats de l'enquête :

Santé financière / Respect des chartes	1	2	3	4	5
oui	70	45	15	10	5
non	5	15	10	15	10

Toujours à l'aide du tableur, le diagramme empilé avec les fréquences plutôt qu'avec les effectifs facilite l'analyse.





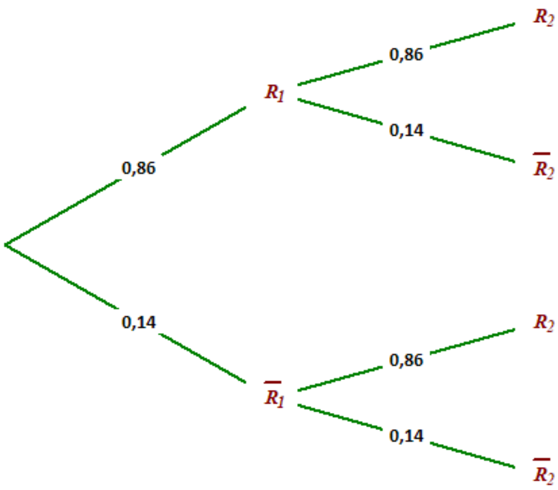
Le diagramme empilé des fréquences montre bien qu'il y a une dépendance entre la santé financière des fournisseurs et le respect des chartes environnementales. Moins les fournisseurs respectent les chartes environnementales, plus la santé financière se dégrade.
Le test statistique du Khi-deux n'est pas attendu, c'est une approche graphique explicite qui doit être un moyen de convaincre.

- **Intervalles de fluctuation dans le cas de la loi binomiale.**

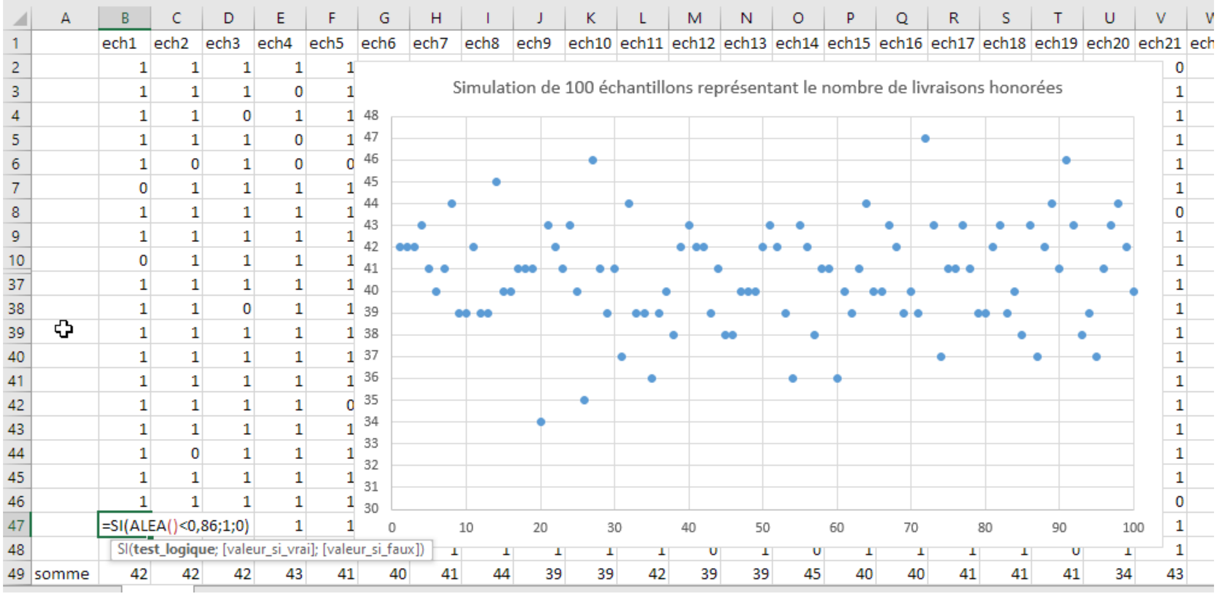
Dans le cas d'une variable aléatoire X suivant une loi binomiale de paramètres *n* et *p*, de nombreux exemples doivent illustrer dans un premier temps le fait que l'intervalle de fluctuation au seuil de 95% centré sur l'espérance, des valeurs de X est environ $[\,\mu - 2\sigma\,;\,\mu + 2\sigma\,]$. Une approche par simulation sur tableur est aussi à favoriser.
Sans en développer la théorie, la notion d'intervalle de confiance à 95% est aussi étudiée dans ce cas par analogie avec ce qui a été fait sur les intervalles de fluctuations.

Dans le cas d'enquêtes auprès de *n* personnes ($n \geq 30$), si l'on connait la fréquence *f* des personnes sélectionnant un des choix proposés, on admet que, si $nf \geq 5$, dans 95% des cas le nombre de personnes d'une population plus large de faire ce même choix appartient à l'intervalle $\left[nf - 2\sqrt{nf(1-f)}\,;\, nf + 2\sqrt{nf(1-f)}\right]$. En divisant par *n*, on obtient l'intervalle de confiance à 95% de la probabilité qu'une personne réponde favorablement à un choix déterminé.

Exemple
La probabilité qu'un fournisseur de farine respecte, une semaine donnée, son délai de livraison est de 0,86.
Ce fournisseur livre chaque semaine un boulanger. On note R_n l'événement « le fournisseur respecte le délai de livraison la *n*-ième semaine » et R_1, R_2, …, R_n sont considérés indépendants.
En filière professionnelle, la loi binomiale n'a pas été abordée. Il est donc indispensable de commencer par s'appuyer sur la répétition d'épreuves (ici indépendantes) pour introduire cette notion, d'abord dans le cas de deux répétitions représentées par un arbre.
Ce peut être l'occasion d'illustrer par cette nouvelle situation les variables aléatoires et effectuer quelques calculs, établir la loi de probabilité et les valeurs de l'espérance et de la variance.
Une année ouvrable comporte 47 semaines et donc sert d'appui pour introduire la loi binomiale. Les calculs de probabilité seront réalisés au tableur ou à la calculatrice.



Des simulations sur tableur sont l’occasion de comprendre comment fluctue le nombre de livraisons honorées :



Cette première approche est ensuite confirmée par des calculs théoriques qui s’appuient sur le modèle probabiliste. Si Y est la variable aléatoire égale au nombre de livraisons honorées dans la semaine au cours des 47 semaines, $E(Y)=47\times 0,86\approx 40,4$ et $\sigma_Y=\sqrt{47\times 0,86\times 0,14}\approx 2,4$. Ces valeurs sont interprétées en contexte.

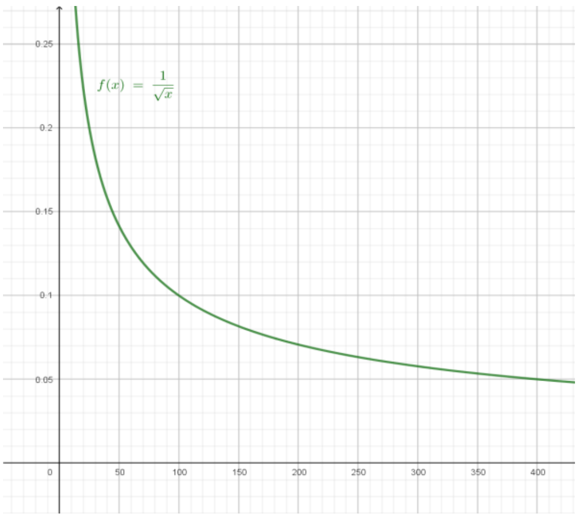
Le calcul de $P(E(Y)-2\sigma_Y\leq Y\leq E(Y)-2\sigma_Y)=P(35,6\leq Y\leq 45,2)=P(36\leq Y\leq 45)\approx 0,97$ illustre que l’on peut s’attendre à ce que dans 97% des cas, le nombre de livraisons honorées soit compris entre 36 et 45. Ainsi une année pour laquelle le nombre de livraisons serait hors de cet intervalle peut être considérée comme inhabituelle.

La multiplication d’exemples doit permettre d’observer que le taux approximatif de 95% se retrouve, dans le cas d’une loi binomiale, pour de tels intervalles de fluctuation.

- **Enquêtes et intervalles de confiance.**

Lors d’une enquête effectuée auprès de 50 entreprises ayant fait appel à un fournisseur de plantes aromatiques, 46 ont répondu que le délai de livraison a été respecté par ce fournisseur.

Pour cette enquête, la fréquence $f=\frac{46}{50}=0,92$ est une estimation ponctuelle de la probabilité du respect de livraison et l’intervalle de confiance est $\left[0,92-2\times\sqrt{\frac{0,92\times 0,08}{50}}\ ;\ 0,92+2\times\sqrt{\frac{0,92\times 0,08}{50}}\right]\approx[0,84;1]$



La sensibilisation à la taille de l’échantillon pour faire diminuer l’amplitude de l’intervalle peut être illustrée graphiquement en représentant, dans ce cas, la fonction $n\mapsto\frac{4\sqrt{0,92\times 0,08}}{\sqrt{n}}\approx\frac{1}{\sqrt{n}}$.

Il apparait qu’il faut au moins 100 personnes interrogées pour avoir une amplitude de l’intervalle inférieure à 0,1. Pour diminuer de moitié cette amplitude, il faut multiplier par 4 le nombre de personnes interrogées.

D’où l’importance d’outils de sondage en ligne pour augmenter le nombre de réponses et préciser l’indicateur cherché.

- **Du côté des automatismes, exemples de « questions flash ».**

Pour l’enseignement de cette capacité, il paraît utile de privilégier les automatismes relatifs à la proportionnalité, applications de formules, exploitations graphiques, calculs statistiques.

L'élasticité $E=\dfrac{\dfrac{\Delta grandeur1}{grandeur1}}{\dfrac{\Delta grandeur2}{grandeur2}}$ mesure les variations d'une grandeur lorsqu'une autre varie

Relativement élastique	Unitaire	Relativement inélastique	Parfaitement inélastique
$\lvert E\rvert > 1$	$\lvert E\rvert = 1$	$\lvert E\rvert < 1$	$\lvert E\rvert = 0$

En commerce, l'attention est portée sur l'élasticité de la demande par rapport au prix, mais d'autres situations existent : élasticité-revenu d'un bien ou d'un service (étude de l'effet d'une hausse du revenu sur le niveau de consommation d'un bien/service), élasticité de substitution (l'effet sur l'offre ou la demande d'un produit/service de la variation d'un autre bien/service),… .

- Si le prix d'une glace passe de 3,00€ à 3,50€ et que le nombre de glaces achetées diminue de 50 à 40 glaces, **l'élasticité de la demande par rapport au prix** est $E=\dfrac{\dfrac{40-50}{50}}{\dfrac{3,5-3}{3}}\approx -1,2$. On considère que l'augmentation du prix a un impact significatif sur la demande.

Il est important de le vérifier sur des données réelles de la vie courante ou professionnelle.

- Les calculs doivent s'accompagner d'analyse de l'élasticité. Le cas de l'essence en France est assez révélateur. (Source Insee)

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Consommation essence en million T	8,756	8,214	7,804	7,298	7,069	7,073	7,180	7,371
Prix au L (euro courant)	1,210	1,350	1,500	1,570	1,540	1,490	1,360	1,310
Elasticité		-0,535	-0,449	-1,389	1,642	-0,017	-0,173	-0,724

Il montre que le prix de l'essence est assez inélastique, sauf si la tendance se précise sur le long terme. On peut aussi noter une certaine inertie car entre 2012 et 2013, malgré une baisse du prix, la quantité diminue.

- L'idée que la demande baisse si le prix augmente ne se vérifie pas toujours sur les biens à haute valeur ajoutée (effet de Veblen) ou de luxe. Le cas des Iphone l'illustre

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Prix moyen Iphone	649	684	739	789	799	864	914	924	944,5	1409
Quantités vendues (en millions d'unités)	20,73	39,99	72,3	125,04	150,26	169,22	231,22	211,88	216,76	217,73
Elasticité		17,228	10,048	10,781	15,914	1,551	6,331	-7,645	1,038	0,009

De 2009 à 2013, malgré une augmentation des prix, la demande évolue bien plus. À partir de 2014, cela se stabilise. Il faut alors se questionner sur les causes : effet prix trop élevé, concurrence d'autres fabricants,… Là encore, au-delà des chiffres, il faut analyser.

- **Du côté des automatismes, exemples de « questions flash ».**

Pour l'enseignement de cette capacité, il paraît utile de privilégier les automatismes relatifs aux sens des opérations, calculs de proportions et pourcentages, applications de formules, calculs statistiques.

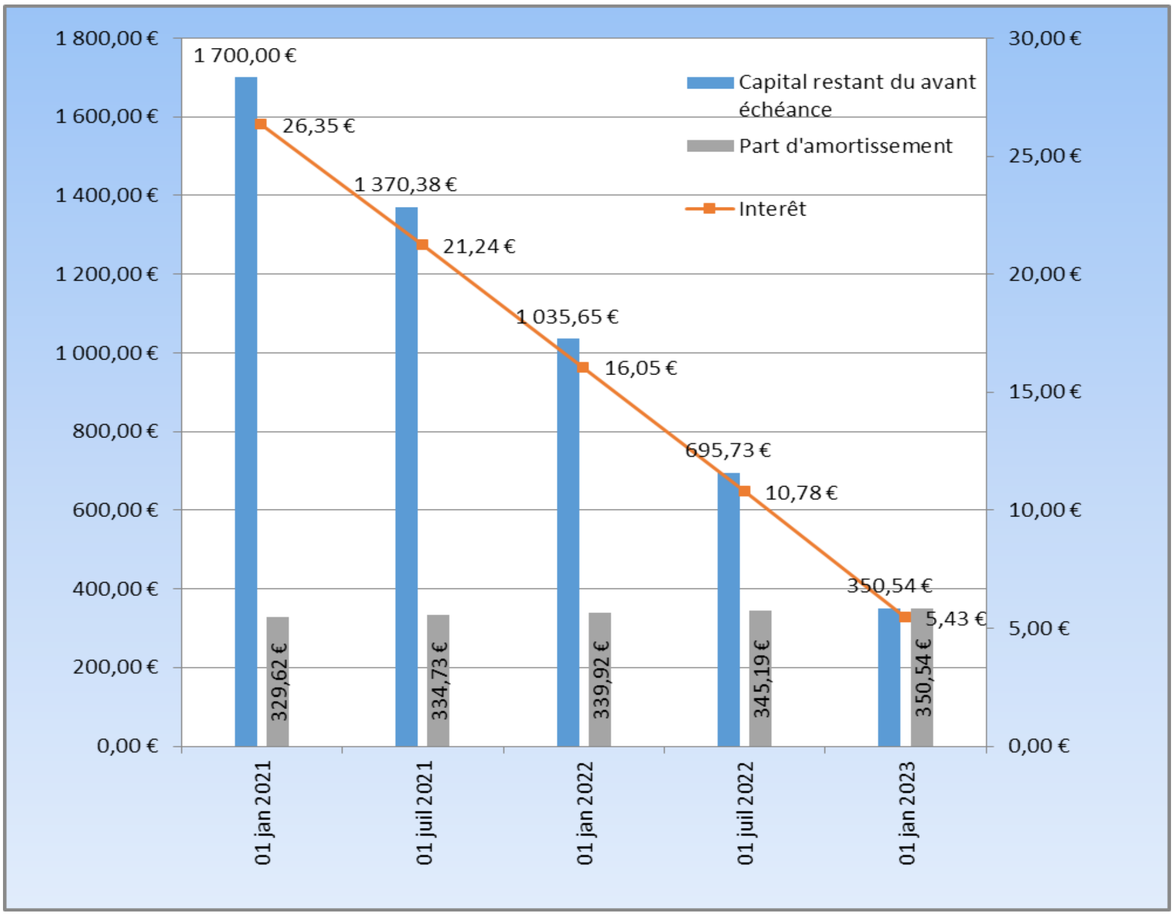
Exemples :

- Le prix des croquettes pour chiens est passé de 5€ à 4€50 le paquet de 2kg. Cette baisse a montré que l'animalerie est passée d'une vente de 300 paquets par mois à 360 paquets par mois. Calculer l'élasticité prix de la demande
- Supposons que la demande Q soit fonction du revenu R et que son expression soit $Q=\sqrt{R}$. Donner l'augmentation en pourcentage de la demande, puis l'élasticité demande/revenu si le revenu augmente de 5%.
- …

Comme pour chacune des capacités dans lesquelles les mathématiques interviennent, l'approche doit être progressive et concrète dans un premier temps avant de donner la démarche théorique et les formules mathématiques utilisées. L'enseignement des mathématiques est ici encore en appui de ce qui aura été enseigné sur ce qu'est un amortissement, une échéance (mensualité, trimestrialité, annuité, …). La difficulté de compréhension réside dans le fait que l'amortissement est la partie du capital qui est remboursée, qu'elle varie au cours du temps et que le reste du capital à rembourser est soumis pour chaque échéance au taux d'intérêt alors que l'échéance de remboursement reste constante.
C'est l'occasion de montrer, face à l'impossibilité de le faire empiriquement, la nécessité du raisonnement mathématique.

- ***Première approche graphique pour comprendre le principe***

Voici un exemple de diagramme qui représente des données du tableau d'amortissement d'un emprunt de 1700 €, à 1,55% par semestre avec 5 échéances, contracté par une entreprise horticole pour mettre en place un système d'irrigation.



Cela permet dans un premier temps de comprendre le fonctionnement du remboursement d'un prêt avant d'opérer les calculs.
En janvier 2021, les intérêts à payer sont de 1700 € ×0,0155 = 26,35 € et l'amortissement de 329,62 € (dont on verra juste après comment le calculer), soit une semestrialité de 329,62 + 26,35 = 355,97 €.
Le capital restant dû est 1700 € – 329,62 € = 1370,38 €.
Ce capital restant à rembourser est sujet également au taux de 1,55%, donc les intérêts sont 21,24 €. La semestrialité constante de 355,97 € est décomposé en les intérêts de 21,24 € et donc l'amortissement de 355,97 € – 21, 24 € = 334,73 € .
A noter qu'au fil du temps, comme l'échéance est constante, les intérêts diminuent et l'amortissement du capital à rembourser augmente.

- ***Deuxième approche pour comprendre le calcul de l'échéance.***

Pour le calcul de l'échéance *E* de l'exemple précédent, la modélisation sous forme de suite s'impose. C_n est le capital restant à rembourser lors de la *n*-ième échéance et il est à chaque fois soumis au taux d'intérêt de 1,55 %. Par définition C_0 = 1 700 et C_5 = 0 puisqu'il y a 5 échéances.

$$C_1 = C_0\left(1+\frac{1,55}{100}\right) - E = 1700\times 1,0155 - E$$

$$C_2 = C_1\left(1+\frac{1,55}{100}\right) - E = (1700\times 1,0155 - E)\times 1,0155 - E = 1700\times 1,0155^2 - E\times 1,0155 - E$$

$$C_3 = C_2\left(1+\frac{1,55}{100}\right) - E = (1700\times 1,0155^2 - E\times 1,0155 - E)\times 1,0155 - E = 1700\times 1,0155^3 - E\times 1,0155^2 - E\times 1,0155 - E$$

Ainsi, par un raisonnement itératif :

$C_5 = 1700\times 1,0155^5 - E\times 1,0155^4 - E\times 1,0155^3 - E\times 1,0155^2 - E\times 1,0155 - E = 0$, soit

$1700\times 1,0155^5 = E\times 1,0155^4 + E\times 1,0155^3 + E\times 1,0155^2 + E\times 1,0155 + E \approx 5,15742E$, soit $E \approx 355,97$ €

Les amortissements du capital, pour chaque échéance, se déduisent par soustraction des intérêts à l'échéance.

- ***Construction d'un tableau d'amortissement avec un tableur***

Un emprunt de 25000€ est contracté au taux de 1,1% annuel sur une durée de 36 mois afin de financer un autoclave. Les remboursements s'effectueront le 1^er^ de chaque mois à partir du mois de janvier.

Le taux mensuel équivalent est $\left(1+\frac{1,1}{100}\right)^{\frac{1}{12}} - 1 \approx 0,000912 = 0,0912\%$.

Par analogie avec ce qui a été fait sur l'exemple précédent et en lien avec les connaissances sur les suites géométriques, l'échéance (ici la mensualité) se détermine en résolvant l'équation :

$$25000\times 1,000912^{36} = E\times 1,000912^{35} + E\times 1,000912^{34} + \ldots + E\times 1,000912 + E = \frac{1-1,000912^{36}}{1-1,000912}E$$

Soit $E \approx 706,22$ €

Cette échéance est constituée de l'amortissement A_n du capital C_n à rembourser et de la part d'intérêt I_n lors du règlement de *n*-ième échéance.

$C_n = 1,000912C_{n-1} - E$ $\qquad I_n = 0,000912C_n$ $\qquad A_n = E - I_n$

Ces relations de récurrence permettent de remplir ce qui est appelé « tableau d'amortissement » dont on fixe les paramètres au début.

SOMME | =VPM($C$2;$D$2;$A$2)*(-1)

VPM(taux; npm; va; [vc]; [type])

	A	B	C	D	E
1	Montant du prêt	Taux annuel	Taux mensuel équivalent	Durée du prêt en mois	Mensualité
2	25000	0,011	0,000912077	36	=VPM($C$2;D

1ère étape : Calcul du taux (ici mensuel équivalent).

Dans le cellule C2 entrer : **=(1+$B$2)^(1/12)-1**

2ème étape : Calcul du montant de l'échéance (ici mensualité) en utilisant la fonction VPM

Dans la cellule E2 entrer : **=VPM($C$2;$D$2;$A$2)*(-1)** (la multiplication par -1 permet d' obtenir un nombre positif)

La fonction **VPM** donne la valeur de l'échéance dont on peut démontrer l'expression :

$$E = C_0\frac{t\left(1+\frac{t}{100}\right)^n}{\left(1+\frac{t}{100}\right)^n - 1} = C_0\frac{t}{1-\left(1+\frac{t}{100}\right)^{-n}}$$

Cette expression n'est pas à connaitre mais elle doit être expliquée à l'aide d'un travail sur la somme des termes de suites géométriques qui a permis son élaboration.

La suite de la construction du tableau d'amortissement se fait en tenant compte des relations de récurrence après avoir inscrit dans les cellules A5 à A40 les dates d'échéances du 1er janvier 2021 au 1er décembre 2023.

	A	B	C	D	E	F
1	Montant du prêt	Taux annuel	Taux mensuel équivalent	Durée du prêt en mois	Mensualité	
2	25000	0,011	0,000912077	36	706,22 €	
3						
4	Mensualité	Capital restant dû avant échéance	Intérêt	Part d'amortissement	Mensualité	Capital restant dû après échéance
5	01/01/2021	25000	22,80	683,42 €	706,22 €	24 316,58 €
6	01/02/2021	24 316,58 €	22,18	684,05 €	706,22 €	23 632,53 €
7	01/03/2021	23 632,53 €	21,55	684,67 €	706,22 €	22 947,86 €
8	01/04/2021	22 947,86 €	20,93	685,29 €	706,22 €	22 262,57 €
9	01/05/2021	22 262,57 €	20,31	685,92 €	706,22 €	21 576,65 €
10	01/06/2021	21 576,65 €	19,68	686,54 €	706,22 €	20 890,10 €
11	01/07/2021	20 890,10 €	19,05	687,17 €	706,22 €	20 202,93 €
12	01/08/2021	20 202,93 €	18,43	687,80 €	706,22 €	19 515,13 €
13	01/09/2021	19 515,13 €	17,80	688,43 €	706,22 €	18 826,71 €
14	01/10/2021	18 826,71 €	17,17	689,05 €	706,22 €	18 137,66 €
36	01/08/2023	3 521,48 €	3,21	703,01 €	706,22 €	2 818,47 €
37	01/09/2023	2 818,47 €	2,57	703,65 €	706,22 €	2 114,81 €
38	01/10/2023	2 114,81 €	1,93	704,30 €	706,22 €	1 410,52 €
39	01/11/2023	1 410,52 €	1,29	704,94 €	706,22 €	705,58 €
40	01/12/2023	705,58 €	0,64	705,58 €	706,22 €	0,00 €

- **Du côté des automatismes, exemples de « questions flash ».**

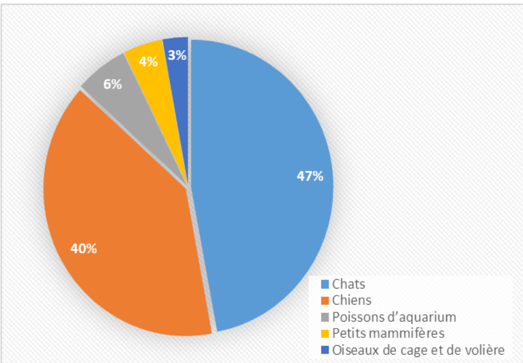
Pour l'enseignement de cette capacité, il paraît utile de privilégier les automatismes relatifs aux sens des opérations, calculs de proportions et pourcentages, applications de formules, calculs statistiques.

Exemples :

- Déterminer le taux équivalent à une diminution de 25 % suivie d'une autre augmentation de 20 %.
- On propose 15€ de réduction sur un article coutant 60€. Donner le taux de remise.
- Dans le cas du remboursement d'un prêt de capital C en euros, sur n mois au taux annuel t %,

  la mensualité m se calcule par la formule $m = \dfrac{C \times \dfrac{t}{1200}}{1-\left(1+\dfrac{t}{1200}\right)^{-n}}$.

  Calculer la mensualité correspondant au remboursement du prêt d'un capital de 170 000 euros sur 17 ans au taux de 2,5% annuel.
- Le chiffre d'affaires des animaux de compagnie s'élève à 4 milliards d'euros (source Prom'animal 2017) et se répartit comme l'indique le diagramme : Donner le chiffre d'affaire réalisé par espèce.



- …