



HEC MONTRÉAL

30-650-17

**Introduction à
l'analytique d'affaires**

**Thème 3 :
La décision
optimale en gestion**

Partie 1 : La modélisation

La modélisation

- Impact d'une hausse de la taxe de vente sur les revenus de l'état.
- Impact d'une hausse du prix à la pompe (taxe au carbone) sur l'émission de gaz à effet de serre.
- Impact d'une diminution du prix de vente (rabais, promotion) sur la demande et le profit.
- Impact d'une augmentation des dépenses publicitaires sur les revenus.
- Impact de la scolarité ou de l'expérience sur le salaire espéré.
- Impact d'un changement dans le taux d'inflation ou le taux d'intérêt sur la croissance économique.
- Impact du montant investi pour l'entretien préventif sur le coût de production.

Pourquoi modéliser ?

- **Prévoir** la réponse à une campagne de publicité.
- Prévoir les mouvements des prix des facteurs de production (énergie, matières premières).
- **Estimer** la demande pour un produit (produits périssable, capacité).
- Déterminer quels sont les clients les plus rentables.
- Estimer la probabilité d'un défaut de crédit.
- Détecter les tendances, réaliser de bons placements, mettre en marché les produits les plus prometteurs.
- **Maximiser** ses profits.
- **Comprendre** les conséquences d'une décision stratégique.

Modélisation et méthodes d'analyse

En gestion, il est essentiel de pouvoir **caractériser la relation** entre

- **ce qu'on sait** (données ou paramètres)
- **ce qu'on fait** (décisions)
- **ce qui peut arriver** (incertitudes)

et le résultat (performance ou objectif).

La plupart **des modèles d'analyse en gestion** sont fondés sur un modèle de type **intrants / extrants**

- **Intrants**: données, décisions, incertitudes
- **Extrants**: mesures de performance.

L'outil qui permet **d'associer l'extrant aux intrants** s'appelle une **fonction**.

Modélisation et méthodes d'analyse

- Les **problèmes de décision** peuvent s'exprimer à l'aide **de modèles mathématiques**, qui permettent de représenter l'essentiel des caractéristiques pertinentes et qui en facilitent l'analyse et la solution.
- Les **modèles de décision** sont composés de :
 - **Paramètres** : ce sont les données sur lequel le décideur n'a pas de contrôle. Les valeurs des paramètres peuvent être **connues (déterministes)** ou **incertaines (stochastiques)**.
 - **Variables de décision** : ce sont des valeurs que **le décideur peut fixer**, le plus souvent à l'intérieur de certaines limites (contraintes)
 - **Objectif** : c'est **une mesure de performance** ou de **résultat**, que le décideur **peut vouloir prévoir ou optimiser**.

Modélisation et méthodes d'analyse

Les relations entre ces différents éléments constituant le **modèle d'analyse** s'expriment à l'aide de fonctions. Plus précisément :

- **Fonction objectif** : c'est une fonction qui relie la mesure de la performance aux valeurs des variables et des paramètres.
- **Contraintes** : ce sont des conditions qui doivent être respectées lorsqu'on analyse une situation particulière. Ces conditions s'expriment en spécifiant des régions d'admissibilité pour l'image de fonctions convenablement choisies, par exemple :
 - La quantité produite, qui ne peut pas dépasser la capacité
 - La quantité vendue, qui ne peut pas dépasser la demande
 - La distance entre deux points, qui ne peut pas être négative

Trois objectifs de la modélisation

- **Modèles descriptifs**: ils **expriment les relations** et les interdépendances entre divers éléments. Ils sont essentiellement utilisés pour comprendre l'impact de décisions ou de changements dans la valeur des paramètres.

Servent à décrire un phénomène passé

- **Modèles prédictifs**: ils proposent des **formes de relation** afin de décrire les interdépendances entre divers éléments. Ils sont utilisés pour prévoir l'impact de décisions ou de changements dans la valeur des paramètres.

Servent à prédire une situation future

- **Modèles prescriptifs**: ils utilisent les relations et les interdépendances entre divers éléments pour déterminer les meilleures décisions ou stratégies. Ils font appel aux techniques de l'optimisation.

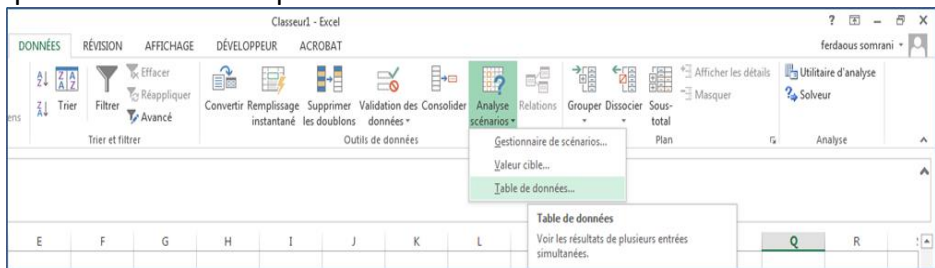
Servent à prescrire une décision optimale

Exemple d'un modèle descriptif

La formule

$$V_t = V_0(1 + r)^t$$

exprime la relation entre la valeur capitalisée, la valeur initiale, le taux d'intérêt périodique et le nombre de périodes.



On est intéressé à décrire le comportement de la valeur capitalisée en fonction des taux d'intérêt ou en fonction du nombre de périodes.

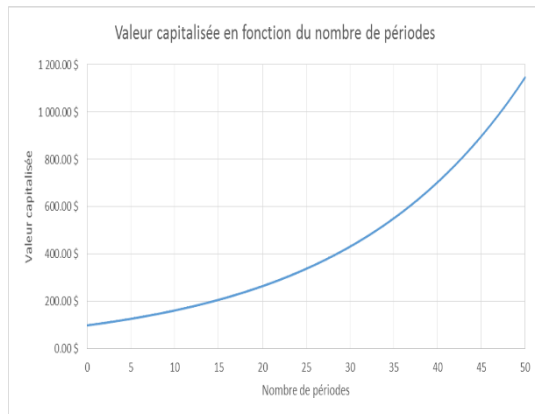
La commande **Analyse de scénarios** d'EXCEL nous permet de générer plusieurs scénarios de valeurs capitalisées en fonction de V_0 , t et n .

Exemple d'un modèle descriptif

On peut « **décrire** » graphiquement la relation entre la valeur actualisée et le nombre de périodes pour un **taux périodique donné (5% dans cet exemple)**.

On constate qu'il s'agit d'une **fonction exponentielle**.

Périodes	Taux d'intérêt					
	100,00 \$	1%	2%	3%	4%	5%
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1	101,00	102,00	103,00	104,00	105,00	105,00
2	102,01	104,04	106,09	108,16	110,25	110,25
3	103,03	106,12	109,27	112,49	115,76	115,76
4	104,06	108,24	112,55	116,99	121,55	121,55
5	105,10	110,41	115,93	121,67	127,63	127,63
6	106,15	112,62	119,41	126,53	134,01	134,01
7	107,21	114,87	122,99	131,59	140,71	140,71
8	108,29	117,17	126,68	136,86	147,75	147,75
9	109,37	119,51	130,48	142,33	155,13	155,13
10	110,46	121,90	134,39	148,02	162,89	162,89



Modèles prédictifs : analyse de tendance

- Les **modèles prédictifs** sont souvent **développés à partir de données empiriques**; l'observation du comportement des variables en pratique permet d'**inférer (déduire)** la **forme de la relation**.
- Un **diagramme de dispersion** (**nuage de points** en Excel) est une représentation graphique qui permet **d'observer la relation entre deux variables**.
- Voir la **capsule vidéo sur Zone Cours** qui illustre comment **obtenir une courbe de tendance** à partir d'un nuage de points.
- Voir les **capsules vidéo sur Zone Cours** qui rappellent **les propriétés des fonctions** et les fonctions usuelles.

Modèles prédictifs : analyse de tendance

- Une courbe de tendance est souvent obtenue en minimisant une mesure d'erreur de prédiction.
- Une des méthodes les plus connues et utilisées, la méthode des moindres carrés ordinaires.
- Afin de comparer l'adéquation de plusieurs courbes de tendance, on compare leur **coefficient R^2** (Coefficient de détermination).
- $0 < R^2 < 1$ plus ce coefficient est proche de 1 plus l'adéquation est bonne.
- N'utilisez cette **mesure de performance** qu'après avoir confirmé que la relation choisie **fait du sens**.

Modèles prédictifs : analyse de tendance

La détermination d'une fonction représentant la relation entre différentes variables peut également être faite à partir **d'une analyse du phénomène.**

- **Salaire annuel** en fonction de **l'expérience**: **continu, croissant**
- **Profit** selon le prix de vente: **concave**
- **Quantité demandée** selon **le prix** : décroissante et convexe
- **Demande** selon **la publicité**: croissante et concave
- **Ventes de bière** selon **la température**: croissante, ni concave, ni convexe

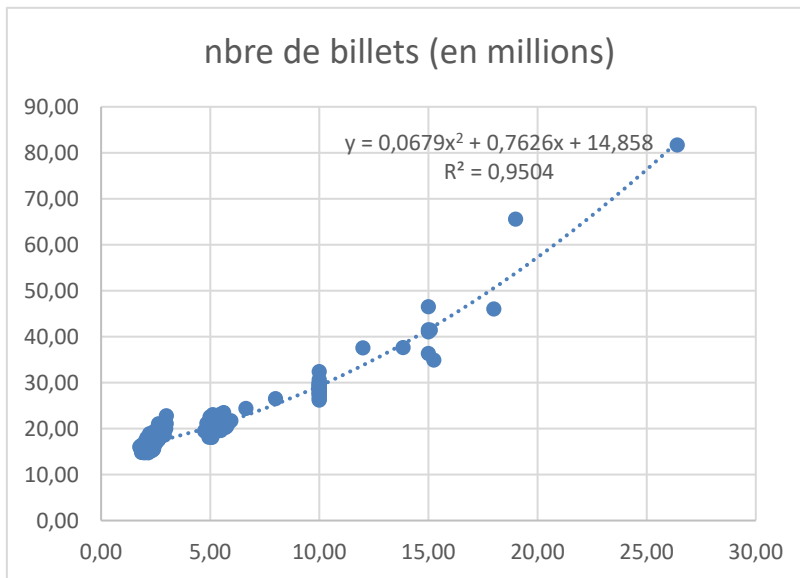
Exemple

Loto-Québec s'intéresse à la vente de ses billets de loterie, c'est à-dire au nombre de billets vendus. Un facteur qui lui semble déterminant est la taille du gros lot promis.

Fichier: « **données_lotto649.xlsx** »

- a) Quelle est la variable dépendante et quelle est la variable explicative?
- b) Tracez le nuage de points de ces deux variables.
- c) Quelle est meilleure fonction qui peut traduire la relation entre ces deux variables?
- d) Interprétez les propriétés de la fonction choisie en lien avec le contexte (monotonie / convexité).

Nuage de points



Introduction aux modèles prescriptifs et à l'optimisation

Cas enchères :

- Le fichier **cas-enchères.xlsx** contient les mises des 154 étudiants du cours introduction à l'analytique d'affaires à l'hiver 2015.
- Le « produit » mis en vente aux enchères était **un bon** permettant que la pire note d'un étudiant ne soit pas prise en compte dans sa note finale.
- À quel prix devrait-on offrir le bon de sorte à maximiser les revenus?

Quel est le prix de vente optimal?

Répondez aux questions suivantes sur le fichier Excel.

- a) Calculez et examinez quelques **statistiques descriptives** relatives aux réponses obtenues lors de l'étude de marché. Que remarquez-vous concernant le **min**, le **max** et les **quantiles**?
- b) Commentez la **différence** entre les valeurs de la **moyenne** et de la **médiane**.
- c) En supposant que les étudiants aient répondu le prix réel auquel ils auraient acheté le coupon, **combien d'étudiants auraient acheté le coupon** s'il avait été offert
 - à 3 000\$?
 - à 99.99\$?

Remarque : les données sont triées en ordre croissant.

- d) Complétez le tableau ci-dessous. Basé sur ce tableau, quel est le **prix de vente maximisant les recettes** pour l'échantillon?

Prix p	Nombre d'étudiants acheteurs à ce prix $Q(p)$	Recettes R
5.00		
15.00		
25.00		
35.00		

Indice : pour calculer $Q(p)$, utilisez la fonction NB.SI (un onglet illustre de nouveaux détails de son fonctionnement).

- e) Pour une liste de prix potentiels déterminés par votre numéro d'équipe, la quantité demandée a été calculée selon le même principe qu'aux questions précédentes (voir votre fichier Excel).
- Calculez les recettes.
 - Quel est le **prix de vente maximisant les recettes** pour ce nouvel échantillon de prix?
 - Le prix identifié est-il le même qu'à la partie d)? Qu'en concluez-vous?
- f) Tracez un **nuage de points** de la quantité demandée **$Q(p)$** en fonction du **prix de vente p** et déterminez une équation pour décrire la relation entre ces deux variables.
- (Réflexion: Vu l'allure des données, semble-t-il plus raisonnable d'établir un modèle pour la quantité $Q(p)$ en fonction de p , ou pour les recettes R en fonction de p ?)

- g) En vous basant sur votre modèle, calculez la quantité demandée $Q(p)$ prévue pour chaque prix de la liste dans le fichier de données. Calculez enfin les recettes afin d'identifier le **prix maximisant les recettes**.
- h) Comparez vos résultats avec vos camarades, notamment ceux ayant un numéro d'équipe différent. Comment expliquez-vous ce que vous observez?

A suivre ...

- L'approche par énumération n'est envisageable que pour des problèmes de décision ne comportant que peu de possibilités.
- L'approche par inspection n'est envisageable que pour des problèmes de décision n'impliquant **qu'une seule variable**.
- La plupart des problèmes de décision comportent un grand nombre de variables pouvant prendre un grand nombre de valeurs possibles – une infinité dans le cas des variables continues.
- Le prochain cours portera sur l'utilisation **d'outils pouvant résoudre des problèmes réalistes, et plus particulièrement le solveur d'EXCEL**
- Il faudra l'installer sur vos ordinateurs (voir capsule).