

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



Intelligence artificielle

[Quelques éléments historiques sur l'intelligence artificielle](#)

[Mais ... qu'est ce que l'intelligence artificielle ?](#)

[Quelques limites de l'intelligence artificielle](#)

[L'apprentissage machine : Une technique qui traite des problèmes de données](#)

[Exemples d'apprentissage machine : reconnaître des images de chats](#)

[Cas de données numériques : prévoir de nouvelles valeurs](#)

[Le principe](#)

[Exercice](#)

[Pour aller plus loin \(math complémentaires\)](#)

Quelques éléments historiques sur l'intelligence artificielle

1957 LA NAISSANCE

Au laboratoire aéronotique de Cornell, Frank Rosenblatt met au point le perceptron, un algorithme de classement des images inspiré des théories cognitives en vogue. Le premier neurone artificiel est né.

1989 UNE NOUVELLE ARCHITECTURE

Le chercheur français Yann LeCun propose une nouvelle architecture de réseau de neurones, le réseau convolutif, inspiré du cortex visuel des mammifères. Cette évolution technique aura par la suite un impact considérable sur la reconnaissance d'images

2012 LA PERFORMANCE QUI CHANGE TOUT

Le réseau de neurones profond d'un laboratoire canadien parvient à afficher, lors d'un concours de reconnaissance d'images, un taux d'erreur de "seulement" 15,3%, contre 26,2% pour le second du classement, conçu selon des méthodes classiques d'intelligence artificielle

1968 LES PREMIERS DOUTES

considéré aujourd'hui comme le père de l'intelligence artificielle, Marvin Minsky exprime ses doutes dans un livre sur la capacité d'apprentissage de ces réseaux de neurones

1996 LA PREMIÈRE RECONNAISSANCE

Les réseaux convolutifs commencent à être employés par des banques pour la lecture automatique de chèques.

2011 LE PREMIER COUP DE MAITRE

Watson, le monstre d'IBM maître en apprentissage statistique, bat deux champions humains au Jeopardy !

2016 LES RÉSEAUX PRENNENT LE VOLANT

La firme Uber propose, à Pittsburgh, un service de voitures autonomes pilotées pour l'essentiel par des réseaux de neurones profonds; un technicien reste toutefois à bord, à la place du conducteur.

2017 LES HUMAINS DÉPASSÉS

Après avoir battu un grand maître du jeu de go en 2016, AlphaGO écrase en trois parties le meilleur joueur humain du moment, le génie chinois Ke Jie. L'algorithme de Google vient d'être mis à la retraite faute de concurrence.

(Source : SV juillet 2017 p48)

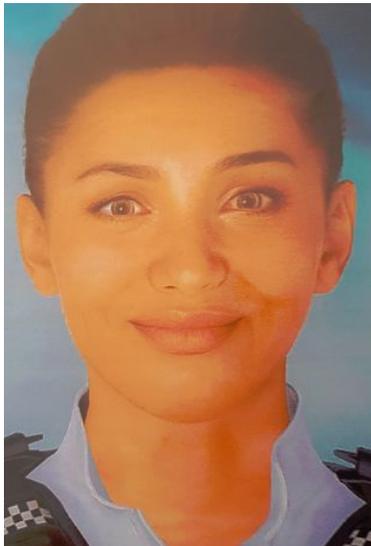
THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



Mais ... qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Document 1 :



La police néo-zélandaise compte un nouvel officier dans ses rangs : Ella, une IA, créée par Soul Machines et Intel AI. Dont le visage et la voix artificiels sont la synthèse de 26 personnes bien réelles. Ella est chargée d'accueillir les visiteurs du QG de police de Wellington. Pour le moment, ses fonctions sont très réduites, mais la police envisage de la généraliser à tous les commissariats du pays. (SV juillet 2020 p51)

Document 2 :

L'intelligence artificielle désigne en effet moins un champ de recherches bien défini qu'un programme, fondé autour d'un objectif ambitieux : comprendre comment fonctionne la cognition humaine et la reproduire ; créer des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain.

(Source : Cédric Villani : [Donner du sens à l'intelligence artificielle](#))

extrait de l'introduction de la source ci-dessus :

Définir l'intelligence artificielle n'est pas chose facile. Depuis ses origines comme domaine de recherche spécifique, au milieu du XXe siècle, elle a toujours constitué une frontière, incessamment repoussée. L'intelligence artificielle désigne en effet moins un champ de recherches bien défini qu'un programme, fondé autour d'un objectif ambitieux : comprendre comment fonctionne la cognition humaine et la reproduire ; créer des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain.

Le champ est donc naturellement extrêmement vaste, tant en ce qui concerne les procédures techniques utilisées que les disciplines convoquées : mathématiques, informatiques, sciences cognitives... Les méthodes d'IA sont très nombreuses et diverses (ontologique, apprentissage par renforcement, apprentissage adversarial, réseaux de neurones...) et ne sont pas nouvelles : beaucoup d'algorithmes utilisés aujourd'hui ont été développés il y a plusieurs dizaines d'années.

Depuis la conférence de Dartmouth de 1956, l'intelligence artificielle s'est développée, au gré des périodes d'enthousiasme et de désillusion qui se sont succédées, repoussant toujours un peu plus les limites de ce qu'on croyait pouvoir n'être fait que par des humains. En poursuivant son projet initial, la recherche en IA a donné lieu à des vrais succès (victoire au jeu d'échecs, au jeu de go, compréhension du langage naturel...) et a nourri largement l'histoire des mathématiques et de l'informatique : combien de dispositifs que nous considérons aujourd'hui comme banals étaient à l'origine une avancée majeure en IA – une application de jeux d'échecs, un programme de traduction en ligne... ?

[...]

L'intelligence artificielle est entrée, depuis quelques années, dans une nouvelle ère, qui donne lieu à de nombreux espoirs. C'est en particulier dû à l'essor de l'apprentissage automatique. Rendues possibles par des algorithmes nouveaux, par la multiplication des jeux de données et le décuplement des puissances de calcul, les applications se

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



multiplient : traduction, voiture autonome, détection de cancer,... Le développement de l'IA se fait dans un contexte technologique marqué par la « mise en données » du monde (datafication), qui touche l'ensemble des domaines et des secteurs, la robotique, la blockchain, le supercalcul et le stockage massif. Au contact de ces différentes réalités technologiques se jouera sûrement le devenir de l'intelligence artificielle.

Document 3 :

Définition donnée par Yann LeCun

L'IA est un ensemble de techniques permettant à des machines d'accomplir des tâches et de résoudre des problèmes normalement réservés aux humains et à certains animaux.

Document 4 : extraits des chapitres 1 et 17 de *Comprendre l'intelligence artificielle*, Nicolas Sabouret, ellipses

Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle? Avant de débattre du risque que les machines transforment les hommes en esclaves élevés dans des fermes à bétail, peut-être faut-il se demander en quoi consiste l'IA. Soyons clairs: l'Intelligence Artificielle ne cherche pas à rendre les ordinateurs intelligents. Les ordinateurs restent des machines. Elles effectuent bêtement ce qu'on leur demande de faire, rien de plus.

[...]

Alors, qu'est-ce que l'IA?

Pour comprendre ce qu'est l'IA, nous allons voir ensemble différentes méthodes utilisées pour écrire des programmes d'Intelligence Artificielle.

Toutes ces méthodes reposent sur des algorithmes, parfois simples à comprendre, mais souvent difficiles à mettre en œuvre. Nous verrons comment, pour différentes tâches qui font appel à des capacités de raisonnement des humains, il a été possible d'inventer des méthodes permettant de les automatiser. Nous verrons aussi que ces méthodes ne ressemblent parfois en rien à ce qu'un humain relativement sensé ferait dans la même situation. En effet, comme le dit bien Marvin Minsky, il s'agit de faire des « *programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains* ». Il ne s'agit pas de les faire « comme les humains ». La définition de l'IA de Marvin Minsky est donc assez frustrante. Elle fixe dès le départ une limite à l'IA. [...] Et c'est un peu vrai: plus personne ne trouve extraordinaire que le GPS indique la bonne route pour aller rendre visite à Grand-Maman dans le Cantal, aussi bien que s'il y avait passé son enfance. Pourtant, c'est bien de l'IA.

Faire comme les humains?

Certains envisagent, bientôt, de disposer de machines capables de corriger automatiquement des compositions de philosophie ou de procéder à des recrutements sur la base d'un CV et d'une vidéo. Je n'y crois pas : au-delà des limites techniques, le facteur humain dans ces tâches est tellement subtil qu'il sera difficile de le capturer dans un système d'IA. Les humains trouveront rapidement comment piéger de tels systèmes à l'aide des « données antagonistes ». Peut-être découvrirons-nous un jour que l'Intelligence Artificielle ne peut pas tout faire. Qu'il est des choses qui échappent au traitement automatique des données. Ou peut-être pas. À force de découvertes, arriverons-nous finalement à imiter l'humain à la perfection, y compris dans ses capacités à se tromper, à se comporter comme un idiot et malgré tout à chercher, sans arrêt, à s'améliorer?

La recherche d'algorithmes d'Intelligence Artificielle nous apprend aussi beaucoup sur l'humain. Nous essayons souvent de comprendre comment les humains résolvent des tâches pour construire des machines qui nous dépassent. Mais de nombreux chercheurs ont d'abord cherché à construire des machines pour comprendre l'homme ou la nature : les réseaux de neurones artificiels, pour ne citer qu'eux, ont été inventés pour étudier les théories proposées par les psychologues des années 50. Ainsi, les progrès réalisés sur les machines interrogent aussi les mécanismes intellectuels des humains. Finalement, n'est-ce pas ce que l'IA pourrait nous apporter de plus merveilleux: nous permettre de mieux nous comprendre nous-mêmes.

Questions

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



Q1 : A l'aide des documents ci-dessus

- a) Donner deux ou trois éléments qui expliquent ce qu'est l'intelligence artificielle.
- b) Donner quelques exemples d'utilisations concrètes de l'intelligence artificielle.

Q2 : Quelles sont les compétences qui vous distinguent de l'intelligence artificielle ?

Quelques limites de l'intelligence artificielle

Q3 : Faites une recherche sur le **robot conversationnel Tay**, que s'est-il passé ? Qu'en pensez-vous ?

Q4 : Faites une recherche sur le "test de Turing"

- a) Quel en est son principe ?
- b) Qu'est-il censé montrer ?
- c) Donnez quelques exemples de limites à son utilisation.

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



L'apprentissage machine : Une technique qui traite des problèmes de données

Depuis quelques années l'intelligence artificielle est souvent confondue avec l'apprentissage machine, qui n'en est qu'un sous-domaine, mais qui connaît aujourd'hui un grand essor notamment en raison de la **capacité qu'il confère aux machines de traiter massivement des données (big data)**.

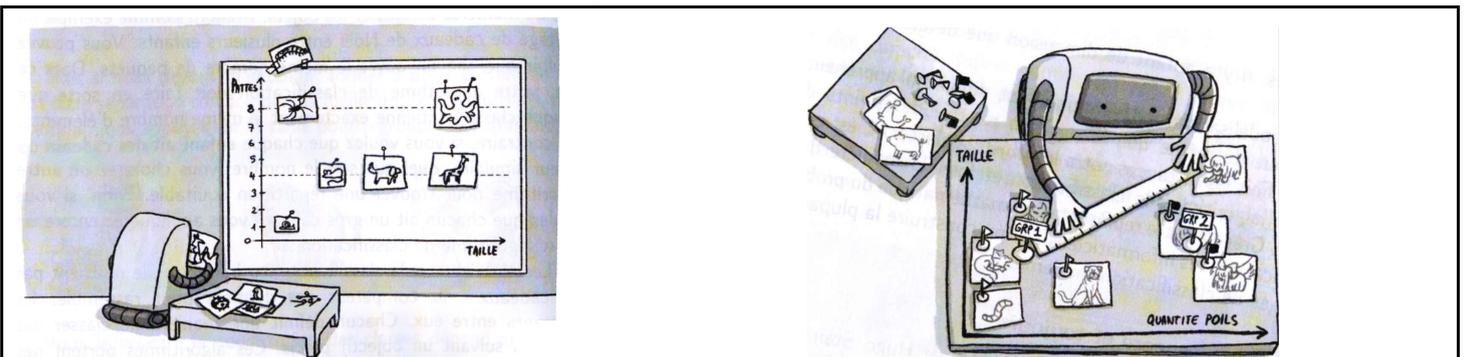
Un monde de données. Ces données qui sont au coeur du fonctionnement des intelligences artificielles actuelles. Dans ce monde-là, qui est désormais le nôtre, ces technologies représentent beaucoup plus qu'un programme de recherche : elles déterminent notre capacité à organiser les connaissances, à leur donner un sens, à augmenter nos facultés de prise de décision et de contrôle des systèmes. Et notamment à tirer de la valeur des données. L'intelligence artificielle est donc une des clés du pouvoir de demain dans un monde numérique.

(Source : Cédric Villani : [Donner du sens à l'intelligence artificielle](#))

Exemples d'apprentissage machine : reconnaître des images de chats

Document 5 : Algorithme des k-moyennes

(extraits du chapitre 9 de *Comprendre l'intelligence artificielle*, Nicolas Sabouret, ellipses)



Dans cette représentation, chaque caractéristique correspond à une dimension dans un espace à plusieurs dimensions et les objets à classer sont alors autant de points dans cet espace. C'est comme si vous placiez vos animaux dans l'espace suivant leurs caractéristiques pour pouvoir mesurer la distance qui les sépare. Mais il faut imaginer que cet espace n'a seulement pas deux ou trois dimensions comme sur l'image ci-dessus, mais probablement des centaines. Il y a autant de dimension que de caractéristiques à étudier! [...] L'algorithme des k-moyennes, inventé par Hugo Steinhaus en 1957, illustre bien l'utilisation de cet espace à plusieurs dimensions. [...]

L'algorithme des k-moyennes ne s'arrête donc pas ici. En reprenant la fonction de distance, il calcule pour chaque paquet un « objet moyen » qui est la moyenne de toutes les caractéristiques de tous les éléments du paquet. Cet objet n'existe certainement pas en réalité (imaginez la moyenne entre une vache et un chat) mais cela n'est pas très important: il s'agit juste de disposer d'un point de référence dans l'espace multidimensionnel pour construire une classification. Nous avons alors k « objets moyens » correspondant aux k paquets.

Il suffit alors de recommencer le classement! L'algorithme reprend un par un tous les objets, mesure leur distance par rapport à chacun de ces « objets moyens » et reconstruit ainsi les paquets en associant chaque objet au point moyen dont il est le plus proche.

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

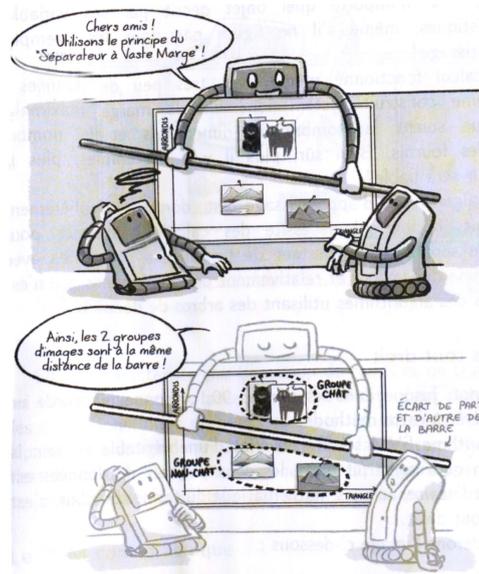
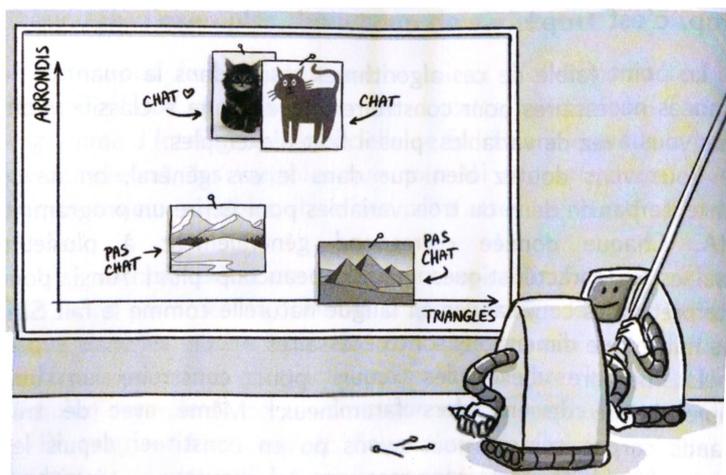
Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



Document 6 : Algorithme du "Séparateur à vaste marge"

(extraits du chapitre 11 de *Comprendre l'intelligence artificielle*, Nicolas Sabouret, ellipses)

Cette autre méthode existe depuis 1963. Il s'agit des « Séparateurs à Vaste Marge », ou SVM, proposés par Vladimir Vapnik et Alexey Chervonenkis.



À l'aide du calcul, il est donc possible de séparer l'espace des dimensions en deux parties : le côté « chats » et le côté « pas chats » dans notre exemple.

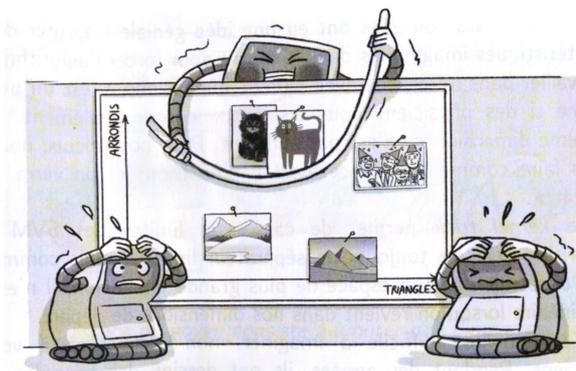
L'intérêt est que cette séparation, acquise par l'algorithme à partir des exemples fournis, définit un système de décision. Le système est ainsi capable de classer dans la catégorie « chat » ou « pas chats » n'importe quel objet décrit par ses variables caractéristiques, même s'il ne figure pas dans les exemples d'apprentissage !

Ce calcul fonctionne même avec très peu de données : l'algorithme construit systématiquement la marge maximale, quels que soient le nombre de dimensions et le nombre d'exemples fournis. Bien sûr, plus il y a d'exemples, plus le séparateur sera fiable !

[...] Pourtant, jusque dans les années 90, personne n'accorde un grand intérêt à cette méthode.

L'algorithme SVM souffre en effet d'une véritable limite: la séparation qu'il construit entre les deux paquets de données est forcément *linéaire*, au sens mathématique du terme. En clair, c'est un trait tout droit.

Considérons l'image ci-dessous:



Elle est caractérisée par beaucoup de ronds et de triangles, ce qui fait qu'elle serait placée en haut à droite dans notre espace des dimensions, donc du côté des chats. Et là, c'est fichu: pour séparer cette image du groupe des chats, il faudrait un trait courbé, c'est-à-dire une séparation *non linéaire*!

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



Document 7 :

Les robots humanoïdes de science-fiction ne pourront pas exister sans être dotés d'un système leur permettant de "voir" correctement leur environnement. Et pour y parvenir, caméras et capteurs sont loin d'être suffisants : ils ne font que transmettre des données brutes, comme des pixels, à la machine. Mais celle-ci doit ensuite être capable de les interpréter et de les comprendre : un défi complexe, sur lequel travaille tout un pan de la recherche en intelligence artificielle (IA).

Car les applications de la vision artificielle sont larges et ses enjeux importants : de la robotique à la reconnaissance faciale, en passant par l'aide aux non-voyants, les voitures autonomes ou encore l'armée ou la surveillance. Si d'importants progrès ont été faits ces dernières années, il reste encore du chemin à parcourir avant que les machines ne voient comme les humains.

pour lire la suite de l'article :

https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/01/08/intelligence-artificielle-ce-que-voient-les-machines_4843858_4408996.html

Questions :

Q5 : Sur quoi s'appuient les différentes méthodes d'apprentissage machine ?

Q6 : Quelles sont les limites de l'apprentissage machine ?

Q7 : Quelles connaissances mathématiques sont utilisées dans l'apprentissage machine ?

Cas de données numériques : prévoir de nouvelles valeurs

Le principe

L'objectif est, par exemple, à partir de données, de prédire :

- Le prix d'un appartement en fonction de sa surface habitable, sa localisation géographique, etc.
- La température qu'il fait à Paris en fonction de la pression atmosphérique, du mois de l'année, etc.
- La valeur d'une action boursière en fonction de la valeur d'autres actions, de l'actualité business, etc.
- La distance d'arrêt d'une voiture en fonction de sa vitesse, de l'état des pneus, l'état de la route, etc.

- Le chiffre d'affaire d'un magasin en fonction du mois de l'année, de sa localisation, etc.

source : <https://machinelearnia.com/regression-lineaire-equations-normales/>

La gérante d'un commerce veut prévoir l'impact des frais déboursés en publicité par mois

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



sur le chiffre d'affaires mensuel. On aimerait **prévoir** dans quelle mesure une modification du budget publicitaire mensuel affecterait le chiffre d'affaires mensuel. On a donc recueilli sur une période de 10 mois les données du tableau ci-dessous.

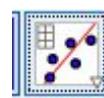
frais publicitaires (milliers d'euros)	2,6	2,6	2,4	1,5	0,9	3,0	2,7	2,3	1,7	1,9
Chiffre d'affaires (milliers d'euros)	220	280	250	170	150	340	310	210	180	190

Q3 : Tracer le nuage de points dans geogebra (frais publicitaires en abscisse et chiffre d'affaire en ordonnée) On utilisera la fenêtre tableur de Geogebra (affichage : tableur) et on utilisera la commande " créer une liste de points)

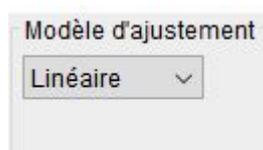
Q4 : Déterminer le point moyen G dont les coordonnées sont les moyennes des frais en abscisse et les moyennes des chiffre d'affaires en ordonnée.

Q5 : Sur Geogebra, proposez une droite passant par le point G et étant le plus proche des autres points. Déterminer son équation. A l'aide de cette approximation, déterminer le chiffre d'affaires si la gérante décide de dépenser 4 milliers d'euros.

Q6 : Dans geogebra, déterminer un "ajustement affine"



Dans le menu du tableur, sélectionner les données puis cliquer sur l'icone :



On sélectionnera alors dans la fenêtre ainsi créée. ([la méthode en vidéo](#))

Q6 : Voici la fonction obtenue : $f(x) = 87,407x + 41,2009$. A l'aide de cette approximation, déterminer le chiffre d'affaires si la gérante décide de dépenser 4 milliers d'euros.

Q7 : Quels seraient les frais publicitaires prédit par le modèle pour obtenir un chiffre d'affaires de 400 milliers d'euros ?

Exercice

La société Métalex moule des pièces dans un four. On désire prévoir la résistance de ces pièces (en kg/m^2) en fonction de la température (en degré celsius) à laquelle les pièces sont moulées.

Il dispose des données suivantes transmises par l'atelier.

THÈME 3 - UNE HISTOIRE DU VIVANT

Partie 5- L'être humain peut-il externaliser son "intelligence" ?



Température	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
Résistance	46	48	49	51	52	53	54	55	56	56	56

1. A l'aide de Geogebra, Tracer le nuage de points et déterminer le point moyen.
2. Etablir la droite de régression à l'aide de geogebra.
3. Déterminer la résistance prévue par une température de 400°C.

Pour aller plus loin (math complémentaires)

Déterminons la droite de régression par le calcul.

Revenons sur la gérante qui fait le lien entre le chiffre d'affaire et les frais publicitaires

P1 : Compléter le tableau suivant :

i	X_i	Y_i	$X_i - M_x$	$Y_i - M_y$	$(X_i - M_x)(Y_i - M_y)$
1	2.6	220			
2	2.6	280			
3	2.4	250			
4	1.5	170			
5	0.9	150			
6	3	340			
7	2.7	310			
8	2.3	210			
9	1.7	180			
10	1.9	190			
moyenne	$M_x =$	$M_y =$			$C =$

P2 : Calculer $a = C / (\text{écart type des } X_i)^2$

P3 : sachant que a est le coefficient directeur de la droite de régression et que cette droite passe par le point moyen, déterminer la droite de régression.