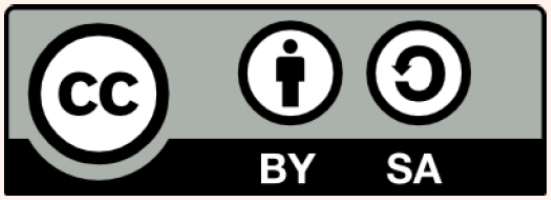
Section 9 : Qu'est-ce que la data science ?

Culture générale des données

Datactivist, 2018-2019

Ces slides en ligne : https://datactivist.coop/SPoSGL/sections/section9.html

Sources : https://github.com/datactivist/SPoSGL/



Plan du cours

1 - Data science is the new statistics?

2 - Le rôle de l'informatique dans le développement de la data science

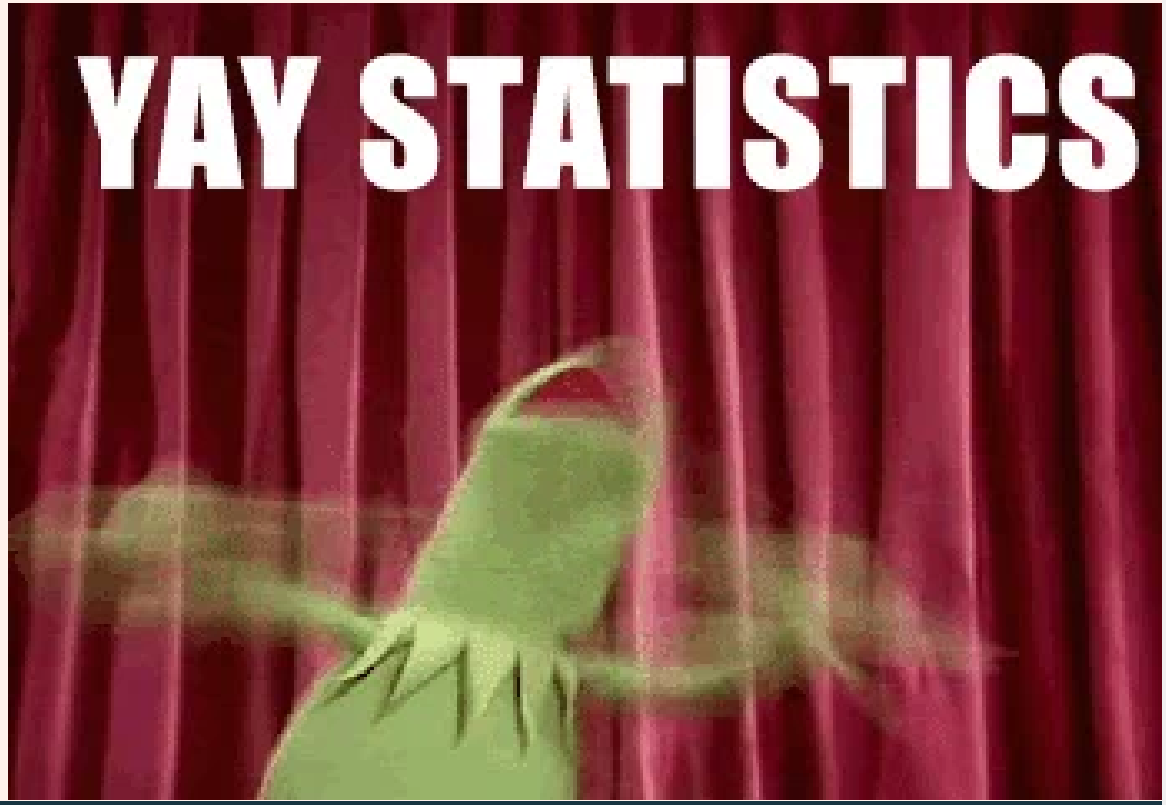
3 - Les étapes de l'analyse de données

1 - Data science is the new statistics?

Au commencement était la statistique

- la statistique est une relativement vieille science (développement au 18e siècle), pour aider les États (*Statistik*) à compter (les contribuables, les soldats potentiels...) mais aussi des entreprises privées (au départ, les assureurs => actuariat)
- la statistique repose sur une branche des mathématiques, les probabilités, qui émerge au milieu du 17e siècle, avec Pascal et Fermat notamment.
- c'est pourquoi la statistique est une discipline pratiquée par des mathématiciens, avec une importante formalisation mathématique.
- la pratique de la statistique recouvre une forte dimension théorique : on part de problèmes théoriques, et de données d'illustrations, plutôt que de données et de problèmes réels.

Au commencement était la statistique



Au commencement était la statistique

> I keep saying the sexy job in the next ten years will be statisticians. People think I'm joking, but who would've guessed that computer engineers would've been the sexy job of the 1990s?
>
> *Je dis tout le temps que le métier sexy dans les dix ans à venir sera celui de statisticien. Les gens pensent que je plaisante, mais qui aurait pu deviner que les ingénieurs informatiques auraient été le métier sexy des années 1990 ?*

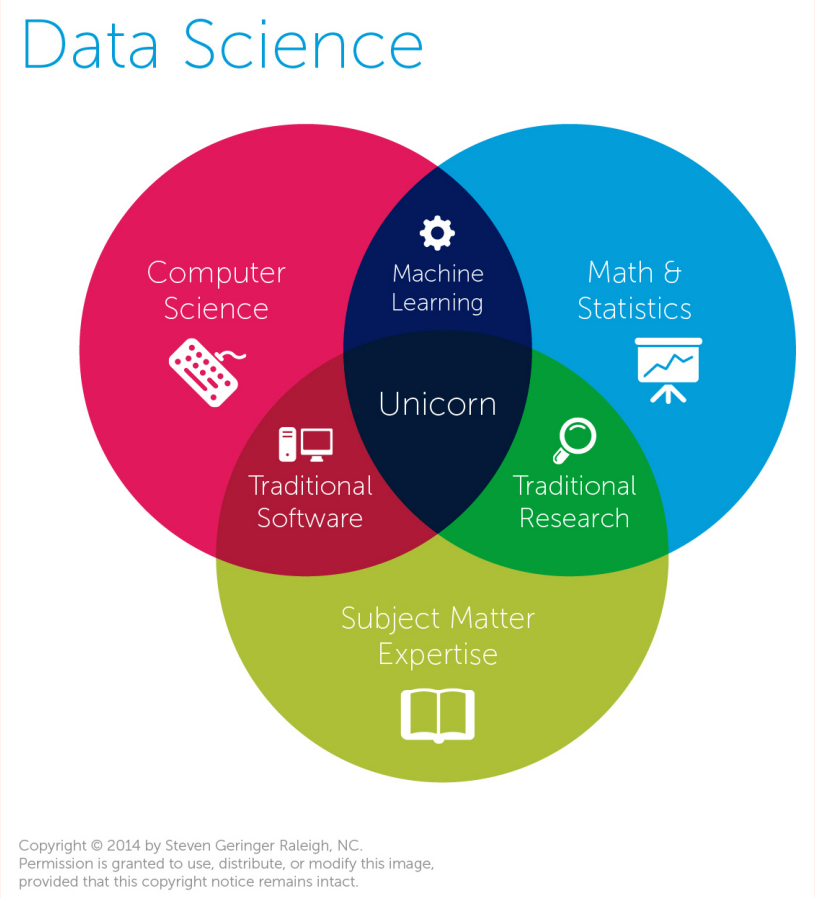
Hal Varian (économiste en chef, Google), *The McKinsey Quarterly*, January 2009

Data science is the new statistics?

> I think data-scientist is a sexed up term for a statistician
>
> *Je pense que data scientist est un terme sexy pour dire statisticien*

Nate Silver

Data science is the new statistics?



Data science is the new statistics?

La data science, comparativement à la statistique "traditionnelle", est un métier de praticien, presque de bidouilleur : elle nécessite des compétences mathématiques et statistiques, certes, mais aussi une compétence "métier" (compréhension du domaine d'application) et une solide maîtrise de l'informatique.

Un essor lié à l'accroissement du volume de données disponibles

"Big data" : un label devenu omniprésent

- l'expression émerge vers 2007/2008 (même si on en trouve des occurrences anciennes)
- se définit par les trois V (selon la société Gartner) : "volume", "velocity", "variety" (+ "veracity" ?)
- Kitchin ajoute l'exhaustivité, la résolution, la *scalability*

Un essor lié à l'accroissement du volume de données disponibles

- promesse d'efficience, de prédiction, de nouvelles formes de savoir
- données généralement fermées et privées
- techniquement, se traduit (notamment) par :
  - le NoSQL (le terme apparaît en 2009 ; il s'agit de bases de données non-structurées, par opposition aux bases de données SQL traditionnelles)
  - le recours à des architectures de calcul distribuées (par exemple clusters Hadoop) : on utilise plusieurs machines qui travaillent en parallèle pour analyser les données

2 - Le rôle de l'informatique dans le développement de la data science

Le rôle de l'informatique

- statistique classique : les problèmes doivent pouvoir être résolus de manière analytique, sans puissance de calcul particulière (d'où le succès du fréquentisme)
- le développement de la puissance de calcul permet de résoudre des problèmes statistiques par la simulation (MCMC) : on n'a pas besoin de connaître la solution mathématique, il "suffit" de faire de nombreuses simulations aléatoires.

Développement de la puissance de calcul

Supercomputers and Smartphones

Take a look at your smartphone. The device you are holding is more powerful than the most advanced supercomputers of the early 1990s. But that's not the only incredible statistic...

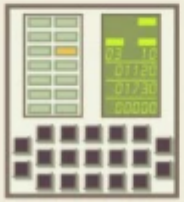
From A to B

Today's *TomTom Go GPS* computer runs at 500 Mhz. This is approximately 244 times faster than *NASA's Apollo Guidance Computer*, which navigated to the moon in 1966 at just 2.048 Mhz.

Gaming

Sony's PlayStation 4 will debut with 1.84 teraflops of raw computing power, 150 times the power of IBM's 1997 chess-grandmaster-beating *Deep Blue*.

TomTom Go GPS computer



NASA's Apollo Guidance Computer

Sony PlayStation 4

IBM Deep Blue

Développement de la capacité de stockage

1996…

Développement de la capacité de stockage

2016…

Introducing AWS Snowmobile

In order to meet the needs of these customers, we are launching Snowmobile today. This secure data truck stores up to 100 PB of data and can help you to move exabytes to AWS in a matter of weeks (you can get more than one if necessary). Designed to meet the needs of our customers in the financial services, media & entertainment, scientific, and other industries, Snowmobile attaches to your network and appears as a local, NFS-mounted volume. You can use your existing backup and archiving tools to fill it up with data destined for Amazon Simple Storage Service (S3) or Amazon Glacier.

Physically, Snowmobile is a ruggedized, tamper-resistant shipping container 45 feet long, 9.6 feet high, and 8 feet wide. It is water-resistant, climate-controlled, and can be parked in a covered or uncovered area adjacent to your existing data center. Each Snowmobile consumes about 350 kW of AC power; if you don't have sufficient capacity on site we can arrange for a generator.

Développement de la capacité de stockage

2016…

Développement de la capacité de stockage

The **Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA)** in Chile went live this week. Some of its first projects include examining black holes. The data generated will be so large that it is faster to physically fly the datasets from Chile to **MIT** or Bonn than to transmit the data electronically.

La simulation, méthode reine d'estimation statistique

L'intuition est assez ancienne, et contemporaine de l'apparition des premiers ordinateurs : lorsqu'on ne sait pas résoudre de manière algébrique un problème statistique, il suffit de faire des tirages au sort (comme au casino... d'où la référence à Monte Carlo !) pour connaître les propriétés d'une distribution quelconque.

La référence séminale porte sur les Monte Carlo Markov Chain (MCMC) : papier de Metropolis et Ulam (1949)

https://chi-feng.github.io/mcmc-demo/app.html#RandomWalkMH,banana

Pour résumer

Autrefois, on travaillait sur :

- de "petits" jeux de données (aussi bien en termes de nombre de lignes que de colonnes)
- avec des valeurs numériques ou transformées en nombres
- des modèles simples, voire simplistes, pour pouvoir facilement être estimés

Aujourd'hui, on travaille avec :

- des données parfois massives
- qui peuvent porter sur des nombres, mais aussi du texte, des images, des vidéos...
- et des modèles aussi complexes qu'on veut, qui peuvent être estimés grâce à des méthodes de simulation dans un contexte de disponibilité massive de la puissance de calcul.

3 - Les étapes de l'analyse des données

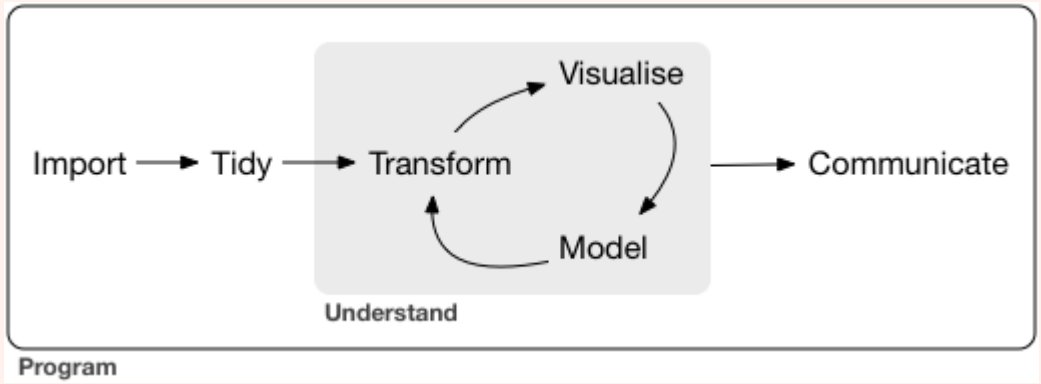
Le data pipeline

Formalisé par la School of data, il vise à modéliser les différentes étapes d'un projet d'analyse de données.

Le data pipeline

Il a également été formalisé, de manière légèrement différente, par Hadley Wickham (Chief Scientist Officer chez Rstudio) dans un contexte de data

Il est intéressant de noter que cette version met en évidence la dimension itérative : on essaie, on corrige, on recommence...jusqu'à ce que le résultat soit stabilisé et donc communicable.



Définir les données dont on a besoin

Cette étape est essentielle. Il s'agit de traduire une problématique concrète, en identifiant quelles données permettraient de la résoudre. Idéalement, c'est elle qui détermine les données mobilisées... mais parfois, on n'a pas le choix et on doit être opportuniste.

Trouver les données

Une fois les données qu'on recherche identifiées, encore faut-il effectivement les trouver ! À l'avenir, assistera-t-on au développement d'un nouveau métier de "conciergerie de données" ?

Où chercher ?

- portails open data
- dépôts divers (internes aux organisations ou publics)
- data brokers
- s'adresser au chief data officer
- etc.

Acquérir les données

Il s'agit d'importer les données dans son outil d'analyse (Excel, logiciel spécialisé, langage de programmation...).

Des outils dédiés, souvent qualifiés d'ETL (extract / transform / load), existent (ex : Talend).

Vérifier les données

La qualité des données est-elle correcte ? Les données sont-elles à jour ? Bien documentées ? Exhaustives ?

Il est important de pratiquer un "sanity check" : vérifier sur un échantillon de données qu'elles n'ont pas l'air aberrantes par rapport à ce qu'on sait déjà.

Vérifier les données

Nettoyer les données

Les données sont rarement dans la forme dont on a besoin pour pouvoir les analyser… Il faut donc les nettoyer, les mettre en forme.

On peut pour se faire par exemple s'appuyer sur le paradigme du *tidy data* (données "bien rangées") : une ligne par observation, une colonne par variable, une valeur par case.

Analyser les données

C'est la partie à laquelle on pense spontanément quand on parle de *data science*, qui fait fantasmer les scénaristes et les professionnels du marketing… mais qui représente environ 20 % du temps consacré à un projet de *data science*.

C'est à cette phase que se fait la modélisation, sur laquelle nous revenons dans la dernière section.

Communiquer les résultats

L'analyse une fois stabilisée, il faut la communiquer à son audience (public, chercheurs, décideur...). De multiples formes sont possibles, on parlera parfois de *data science product* :

- rapport
- recherche reproductible
- datavisualisation
- dashboard
- application interactive
- etc.

Ressource complémentaire

Introduction à la data visualisation

Merci !