

Gestion des données et accès à l'information

Stockage structuré des données

Olivier Schwander <olivier.schwander@sorbonne-universite.fr>

Master Statistiques
Sorbonne Université

2024-2025

Données sur le disque

Données hétérogènes

- ▶ Valeurs numériques
- ▶ Images
- ▶ Textes

Gros volumes

- ▶ Giga-octets
- ▶ Tera-octets
- ▶ Peta-octets

Exploitable par une machine

Données structurées

- ▶ Interprétable par un programme
- ▶ Formats de fichiers

Retrouver l'information

- ▶ Recherche rapide
- ▶ Filtrage selon des critères
- ▶ Indexation

Fichiers non-structuré

Le Costa Rica, officiellement appelée république du Costa Rica, en espagnol República de Costa Rica , est une république constitutionnelle unitaire d'Amérique centrale ayant un régime présidentiel.

La majeure partie de son territoire est situé sur l'isthme centraméricain, encadré par mer des Caraïbes à l'est et l'océan Pacifique à l'ouest et au sud, bordé au nord par le Nicaragua et au sud-est par le Panama, mais comprend également l'Île Cocos située dans l'océan Pacifique à plus de 500 kilomètres des côtes du pays. Elle a pour capitale San José, pour langue officielle l'espagnol et pour monnaie le colon. Sa devise est « ¡Vivan siempre el trabajo y la paz! » (« Que vivent pour toujours le travail et la paix ! ») et son drapeau est constitué de cinq bandes horizontales respectivement bleue, blanche, rouge, blanche et bleue. Son hymne est *Noble patria, tu hermosa bandera*.

Fichiers structurés

```
{{Infobox Pays
| nom_français=République du Costa Rica
| nom_local1=República de Costa Rica
| langue1=es
| image_drapeau=Flag of Costa Rica.svg
| lien_drapeau=Drapeau du Costa Rica
| image_blason=Coat_of_arms_of_Costa_Rica.svg
| lien_blason=Armes du Costa Rica
| image_carte=Costa Rica (orthographic projection).svg
| devise=¡Vivan siempre el trabajo y la paz! <br />(Que viv
| capitale=[[San José (Costa Rica)|San José]]
| coordonnées_capitale={{coord|9|56|N|84|05|W|type:city}}
| lien_villes=Villes du Costa Rica
| titre_plus_grande_ville=Plus grande ville
| plus_grande_ville=[[San José (Costa Rica)|San José]]
```

Fichiers structurés

République du Costa Rica
República de Costa Rica (es)


Drapeau du Costa Rica


Armes du Costa Rica



Devise nationale *¡Vivan siempre el trabajo y la paz!
(Que vivent à jamais le travail et la paix !)*

Hymne national *Noble patria, tu hermosa bandera*

Administration

Forme de l'État République

Président de la République Luis Guillermo Solís

Langues officielles Espagnol

Capitale San José
 9° 56' N, 84° 05' O

Géographie

Plus grande ville San José

Superficie totale 51 100 km²
(classe 129^e)

Superficie en eau 0,7 %

Modèles de langue et structure

Prompt ChatGPT

Voici un article wikipedia, donne moi du json qui contient les informations qu'on trouve sur le bandeau latéral de wikipedia:



Voici une représentation JSON des informations que l'on trouve dans le bandeau latéral de l'article Wikipedia sur le Costa Rica :

```
json Copy code
{
  "pays": "Costa Rica",
  "nom_officiel": "République du Costa Rica",
  "langue_officielle": "espagnol",
  "capitale": "San José",
  "régime": "République constitutionnelle unitaire",
  "régime_politique": "Présidentiel",
  "localisation": {
    "continent": "Amérique centrale",
    "encadrement": {
      "est": "Mer des Caraïbes",
      "ouest": "Océan Pacifique",
      "sud": "Océan Pacifique",
      "nord": "Nicaragua",
      "sud-est": "Panama"
    },
    "ile": "Île Cocos (océan Pacifique)"
  },
  "monnaie": "Colon",
  "devise": "¡Vivan siempre el trabajo y la paz!",
  "drapeau": {
    "bandes_horizontales": ["bleue", "blanche", "rouge", "blanche", "bl"]
  },
}
```

Recherche d'information

Problème de l'accès

- ▶ Volumes trop grand
- ▶ Complexité de la structure
- ▶ Besoin d'aide pour retrouver une information

Requêtes

- ▶ Quelques mots clés: moteur de recherche
- ▶ Requête complexe et formelle: bases de données
- ▶ Langue naturelle: modèles de langue

Indexation

- ▶ Représentation des documents
- ▶ Pour chercher à partir de la requête exprimée

Formats

Sur le disque

- ▶ Stockage à long terme

Entrées/sorties

- ▶ Lire les données
- ▶ Écrire les données

Contraintes

- ▶ Exploitable par une machine
- ▶ Bonus: exploitable par un humain
- ▶ Lecture facile ? Modification facile ? Création facile ?

Comma Separated Values

```
PassengerId,Survived,Pclass,Name,Sex,Age,SibSp,Parch,Ticket
1,0,3,"Braund, Mr. Owen Harris",male,22,1,0,A/5 21171,7.25
2,1,1,"Cumings, Mrs. John Bradley (Florence Briggs Thayer)"
3,1,3,"Heikkinen, Miss. Laina",female,26,0,0,STON/O2. 31012
4,1,1,"Futrelle, Mrs. Jacques Heath (Lily May Peel)",female
5,0,3,"Allen, Mr. William Henry",male,35,0,0,373450,8.05,,S
6,0,3,"Moran, Mr. James",male,,0,0,330877,8.4583,,Q
7,0,1,"McCarthy, Mr. Timothy J",male,54,0,0,17463,51.8625,F
8,0,3,"Palsson, Master. Gosta Leonard",male,2,3,1,349909,21.0153
9,1,3,"Johnson, Mrs. Oscar W (Elisabeth Vilhelmina Berg)",1
10,1,2,"Nasser, Mrs. Nicholas (Adele Achem)",female,14,1,0
11,1,3,"Sandstrom, Miss. Marguerite Rut",female,4,1,1,PP 95
12,1,1,"Bonnell, Miss. Elizabeth",female,58,0,0,113783,26.5
```

JavaScript Object Notation

```
{  
  "titanic": [  
    { "PassengerId": 1, "Survived": 0, "Pclass": 3,  
      "Name": "Braund, Mr. Owen Harris", "Sex": "male", ...  
    },  
    { "PassengerId": 2, "Survived": 1, "Pclass": 1,  
      "Name": "Cumings, Mrs. John Bradley", "Sex": "female"  
    },  
    ...  
  ]  
}
```

YAML

```
titanic:
```

- PassengerId: 1
Survived: 0
Pclass: 3
Name: Braund, Mr. Owen Harris
Sex: male
- PassengerId: 2
Survived: 1
Pclass: 1
Name: Cumings, Mrs. John Bradley
Sex: female

XML

```
<dataset name="titanic">
  <passenger id="1">
    <Survived>0</Survived>
    <Pclass>3</Pclass>
    <Name>Braund, Mr. Owen Harris</Name>
    <Sex>male</Sex>
  </passenger>
  <passenger id="2">
    <Survived>1</Survived>
    <Pclass>1</Pclass>
    <Name>Cumings, Mrs. John Bradley</Name>
    <Sex>female</Sex>
  </passenger>
</dataset>
```

HTML

```
<!doctype html>
<html>
  <head>
    <title>M2 Statistiques - Business Intelligence</title>
    <link href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/twit
  </head>
  <body>
    <h1 class="title">M2 Statistiques - Business Intelligence
    <h2 id="agenda">Emploi du temps</h2>
    <table class="table table-striped table-bordered table-
      <tr>
        <td class="left">Mardi 5 janvier</td>
        <td class="left">14h - 17h</td>
        <td class="left">salle 1525-101</td>
      </tr>
```

Requêtes XML et HTML

XPath

- ▶ Langage standardisé de requêtes XML et HTML
- ▶ `/dataset/passenger/`: tous les passagers
- ▶ `//Name`: tous les noms, peu importe la position
- ▶ `//passenger[@id=1]`: passager avec l'identifiant 1

CSS

- ▶ Pour le HTML: surtout pour l'apparence des pages web, mais pas seulement
- ▶ `h1.title`: titre h1 avec la classe title
- ▶ `#agenda`: nœud avec l'identifiant agenda

Numpy .npy

Entête

- ▶ *Magic string*: [93, "N", "U", "M", "P", "Y"]
- ▶ Numéro de version du format: 2 octets
- ▶ Taille de l'entête: 2 octets
- ▶ Description du format numpy: (taille de l'entête) - 10 octets

Données

- ▶ Données brutes du tableau

<http://docs.scipy.org/doc/numpy-dev/neps/npy-format.html>

Systèmes de fichiers

Stockage des données

- ▶ Disque dur
- ▶ Mémoire flash

Chemins de fichiers

- ▶ `C:\Windows\system\bsod.dll`
- ▶ `C:\Users\Toto\Documents\blah.docx`
- ▶ `/etc/fstab`
- ▶ `/home/toto/Documents/blah.odt`
- ▶ `/Users/Toto/stevejobs.pdf`

Conception

Arborescence

- ▶ Trouver un fichier: chemin à parcourir dans un arbre
- ▶ Chercher un fichier: parcourir toutes les branches possibles

Contraintes

- ▶ Optimisé pour la lecture, pour l'écriture
- ▶ Pour les gros fichiers, les petits fichiers
- ▶ Les gros disques, les petits
- ▶ Les disques magnétiques, les mémoires flash

Exemples de systèmes de fichiers

Génériques

- ▶ DECTape: PDP (1964)
- ▶ FAT{8,12,16,32}: DOS, Windows (1977, 1980, 1984, 1996)
- ▶ ext{1,2,3,4}: Linux (1992, 1993, 1999, 2006)

Gros volumes

- ▶ ZFS: Solaris (2004)

Mémoire flash

- ▶ UBIFS: Linux (2008)
- ▶ exFAT: Windows (2006)
- ▶ F2FS: Linux (2012)

Bases de données relationnelles

Universel

- ▶ Domaines différents
- ▶ Données différentes
- ▶ Tailles différentes

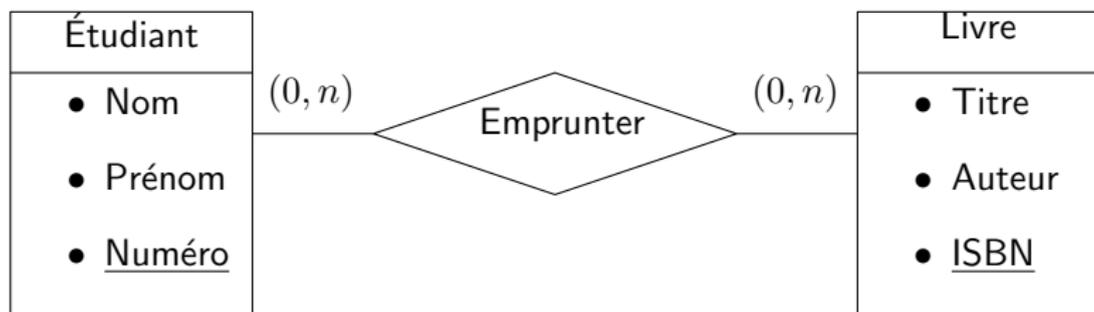
Avantages

- ▶ Garanties de sûreté sur les données
- ▶ Requêtes efficaces

Contrainte

- ▶ Besoin d'une formalisation de la structure des données

Orienté tables



Schéma

- Description des tables: types et noms des colonnes

ACID

Atomicité

- ▶ Une transaction se fait complètement ou pas du tout

Cohérence

- ▶ Le système passe toujours d'un état valide à un autre

Isolation

- ▶ Indépendance entre les transactions

Durabilité

- ▶ Une transaction effectuée l'est de façon durable

Langage de requêtes standardisé

Structured Query Language

- ▶ Interopérable (à peu près)
- ▶ Langage déclaratif

Insertion

- ▶ `INSERT INTO passengers (name, survived, sex, class) VALUES ("Braund, Mr. Owen Harris", 0, "male", 1);`

Requête

- ▶ `SELECT (name, sex, class) FROM passengers WHERE survived = 1;`

Algèbre relationnelle

Relation

- ▶ Table
- ▶ Ensemble de n-uplets

Opérations ensemblistes

- ▶ Projection: sélection de colonnes `SELECT`
- ▶ Sélection: sélection de lignes `WHERE`
- ▶ Jointure: lien entre deux tables `JOIN`

Architecture client-serveur

Serveur

- ▶ Stocke les données
- ▶ Reçoit et interprète les requêtes

Client

- ▶ Application qui utilise la base de donnée

Systèmes de gestion des bases de données

MySQL

- ▶ Libre
- ▶ Très utilisé par des sites web

PostgreSQL

- ▶ Libre
- ▶ Extensible
- ▶ Types de données évolués

Oracle Database

- ▶ Propriétaire

SQLite

- ▶ Libre
- ▶ Embarqué dans l'application
- ▶ Compact

Passage à l'échelle

Réplication des données

- ▶ Copies de la base

Maître/esclaves

- ▶ Écriture sur le maître
- ▶ Propagation des modifications sur les esclaves
- ▶ Lecture sur les esclaves

Not Only SQL

Bases relationnelles pas toujours appropriées

- ▶ Schémas compliqués à concevoir
- ▶ Passage à l'échelle pas toujours bon
- ▶ Pas forcément besoin de requêtes compliquées
- ▶ Données faiblement structurées

Évolution récente

- ▶ Pas de SQL
- ▶ Modèle plus simple pour les données

Idées anciennes

- ▶ Stockage simple

Orienté document

Tableau associatif

- ▶ Pas de tables
- ▶ Passage à l'échelle facile

Clé-valeur

- ▶ Identifiants pour les documents

Document

- ▶ Format JSON ou autre

Exemples de serveurs

BigTable

- ▶ Google

HBase

- ▶ Facebook, Airbnb

BerkeleyDB

- ▶ 1994
- ▶ Bibliothèque embarquée

MongoDB

- ▶ Expedia, Amadeus

CouchDB

- ▶ BBC, CANAL+

Redis

- ▶ Stockage en mémoire
- ▶ Cache

Language de requête spécifique

Pas de langage commun

Exemple avec MongoDB

```
db.inventory.find( { type: { $in: [ 'food', 'snacks' ] } } )
db.inventory.find( { type: 'food', price: { $lt: 9.95 } } )
db.inventory.find(
  {
    type: 'food',
    $or: [ { qty: { $gt: 100 } }, { price: { $lt: 9.95 } } ]
  }
)
```

Théorème CAP

Dans un système distribué

Cohérence Consistency

- ▶ Tous les nœuds voient la même version

Disponibilité Availability

- ▶ Chaque requête obtient une réponse

Résistance aux pannes Partition tolerance

- ▶ Perdre un nœud ou un message ne bloque pas le système

Théorème: au plus deux propriétés sur les trois

Passage à l'échelle

Deux propriétés

- ▶ Disponibilité
- ▶ Résistance aux pannes

Sacrifice

- ▶ Cohérence: des nœuds peuvent avoir de vieilles versions

Table de hachage distribuée

- ▶ Données réparties sur plusieurs nœuds
- ▶ Mécanismes pour trouver le nœud qui contient le document