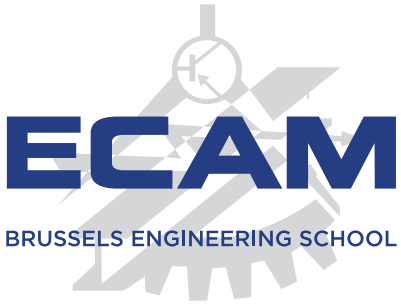


I404C NoSQL

Séance 1

NoSQL vs SQL
Historique et évolution

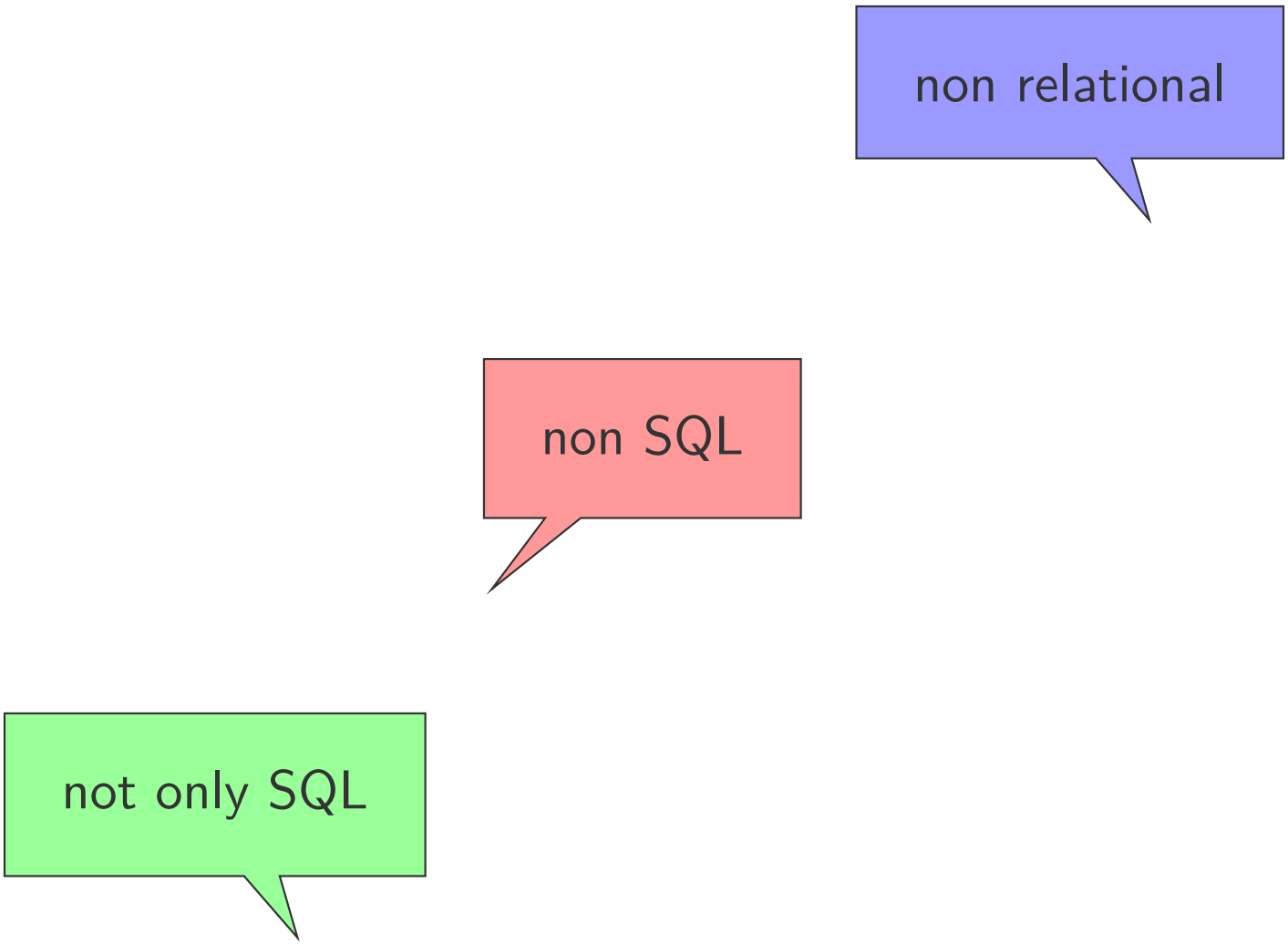
Sébastien Combéfis

2019

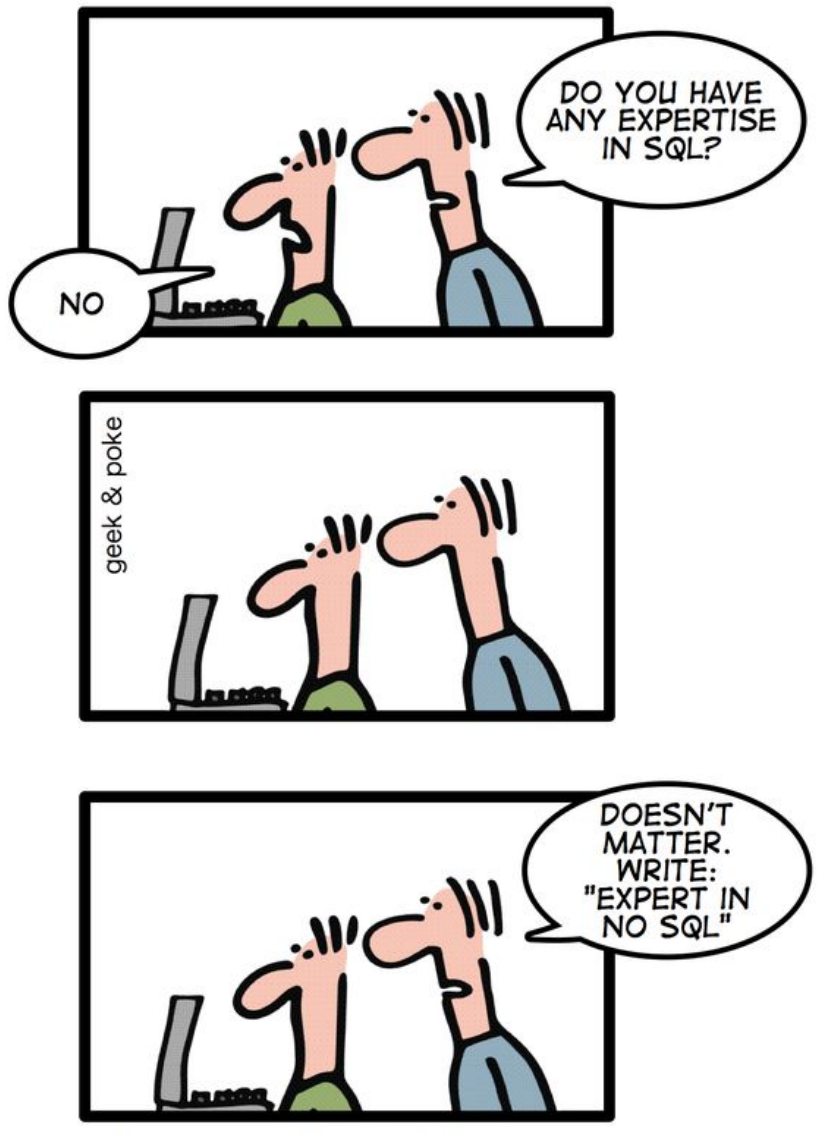
Objectifs

- Du relationnel au NoSQL
  - Comparaison des deux paradigmes
  - Historique de l'émergence du NoSQL
  - Propriétés ACID versus BASE
- Intérêt et utilisation du NoSQL
  - Big Data et 4Vs
  - Architecture distribuée
  - Aperçu des modèles de données

NoSQL



HOW TO WRITE A CV



Leverage the NoSQL boom

Relationnel vs NoSQL

Informatique d'entreprise

- Beaucoup de changements dans les technologies utilisées

  Langage de programmation, architecture, plateforme...

- Stabilité dans la manière de stocker les données

  Utilisation de bases de données relationnelles depuis toujours

- Quelques challengers présents et fructueux dans des niches

  Les architectes choisissent la base de données relationnelle

Logiciel et donnée

- Une entreprise utilise des logiciels et stocke des données

  Ces deux éléments sont le plus indépendant possible

- Les données vivent souvent plus longtemps que les logiciels

  Les nouveaux logiciels doivent supporter les données existantes

- Les données doivent être le plus stable possible

  Compréhensibles facilement et accessibles grâce à une API

Donnée

- Besoin d'organiser des données au cœur de l'informatique

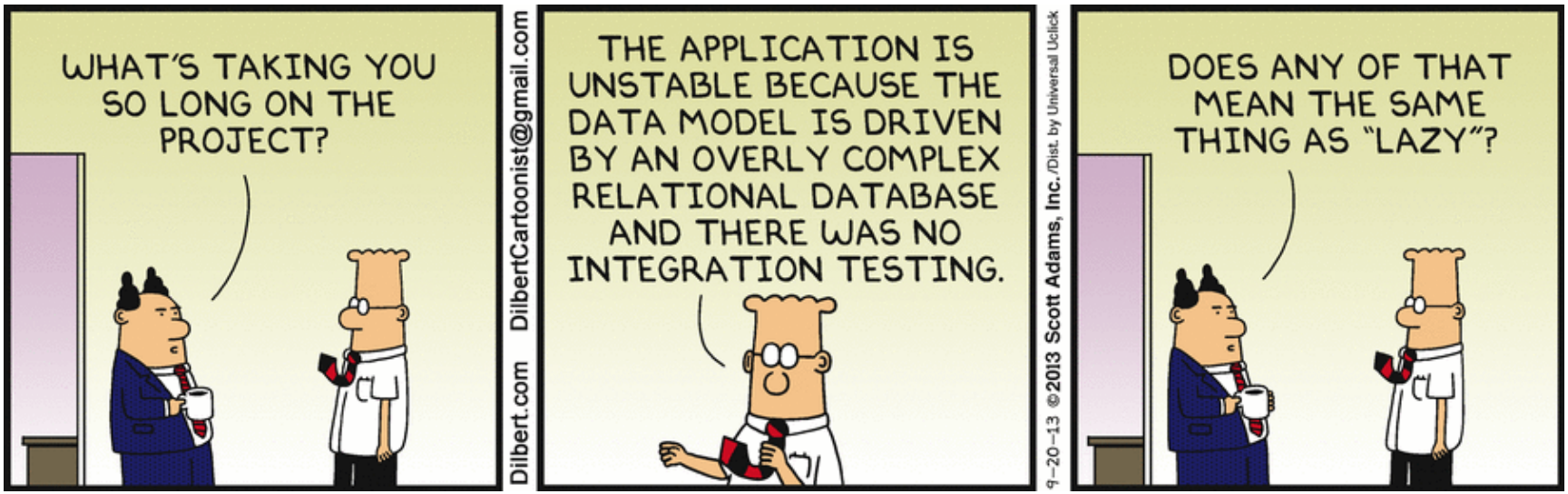
  Optimiser la conservation et la restitution

- Plusieurs autres sous-fonctions importantes

  Sécurité, protection contre les incohérences, etc.

Stockage sur mémoire de masse

Retrouver les données


WHAT'S TAKING YOU SO LONG ON THE PROJECT?
Dilbert.com DilbertCartoonist@gmail.com
THE APPLICATION IS UNSTABLE BECAUSE THE DATA MODEL IS DRIVEN BY AN OVERLY COMPLEX RELATIONAL DATABASE AND THERE WAS NO INTEGRATION TESTING.
9-20-13 ©2013 Scott Adams, Inc./Dist. by Universal Uclick
DOES ANY OF THAT MEAN THE SAME THING AS "LAZY"?

I hate databases...

- La plupart des développeurs n'aiment pas les bases de données
  - Interaction avec un DBMS (*DataBase Management System*)
  - Apprentissage du langage SQL (*Structured Query Language*)
  - Liens entre données de la base et données du programme
- Vu comme une intrusion d'un élément externe

  Avec une très mauvaise intégration avec le code applicatif

Émergence du NoSQL

- Besoin de stocker de grandes quantités de données

  Passage de grosses plateformes à des clusters de serveurs

- Bases de données relationnelles sous le nom de NoSQL

  Cassandra, Mongo, Neo4j, Riak...

- Amoindrissement de la traditionnelle consistance des données

  Pour la performance, montée en charge, programmation aisée

La force du relationnel

- Stockage efficace de données de manière persistante

  Plus de flexibilité que le stockage dans des fichiers

- Accès concurrent aux données, en lecture et/ou écriture

  Utilisation de transactions pour contrôler l'accès aux données

- Intégration et collaboration d'applications en entreprise

  Réalisé avec une intégration par base de données partagée

- Modèle relationnel basé sur un modèle standard

La fin du relationnel ?

- Les bases de données relationnelles sont puissantes et stables...

  Pas prêtes de disparaitre à court et moyen terme

- ...mais elles ne sont plus suffisantes

  Lourdeur inutile pour le stockage de certains types de données

- Systèmes hybrides combinant plusieurs technologies

  De manière concurrente, coopérative, répartie, redondante...

Historique

1950	Développement du modèle hiérarchique (IMS)
1970	Apparition du modèle relationnel (Edgar F. T. Codd)
1980's	Domination du modèle relationnel
2000's	Émergence du terme NoSQL
2011	Émergence du NewSQL

Modèle hiérarchique (1)

- Établissement de relations de parents vers des enfants

  Relation unidirectionnelle

- Base de données d'enregistrements avec des champs

  Regroupés en types d'enregistrements

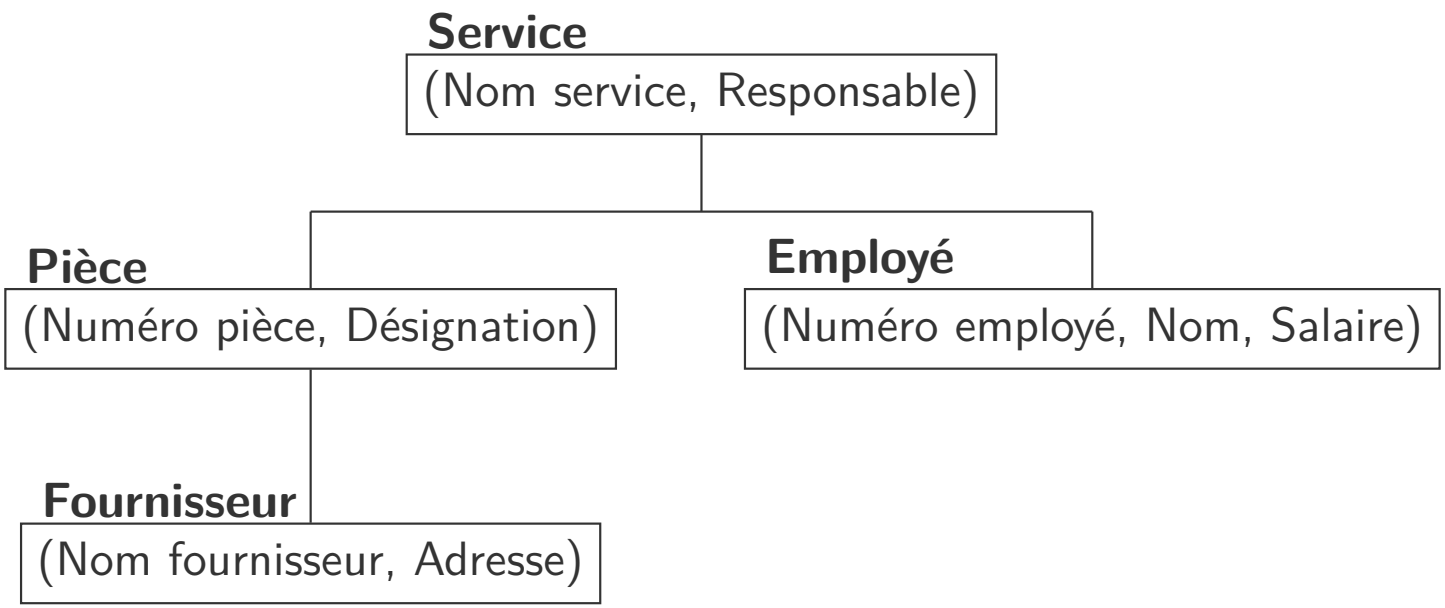
- Moteur IMS (*Information Management System*) créé par IBM

  Utilisé par la NASA pour gérer les matériaux de construction

Modèle hiérarchique (2)

- Diagramme hiérarchique représentant un service

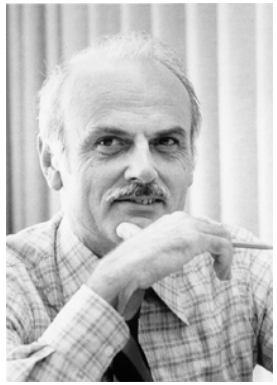
  Champs des différents types d'enregistrement inclus



Modèle relationnel

- *"A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks"*

  Edgar Frank "Ted" Codd, Ph.D. (1923–2003)
  IBM Research, San José, California, USA



- Turing Award 1981
- Organisation des données selon un modèle mathématique

  Basé sur la théorie des ensembles et une algèbre relationnelle

- Isolation de l'accès aux données de l'implémentation physique

  Grâce à un langage déclaratif de haut niveau

System R

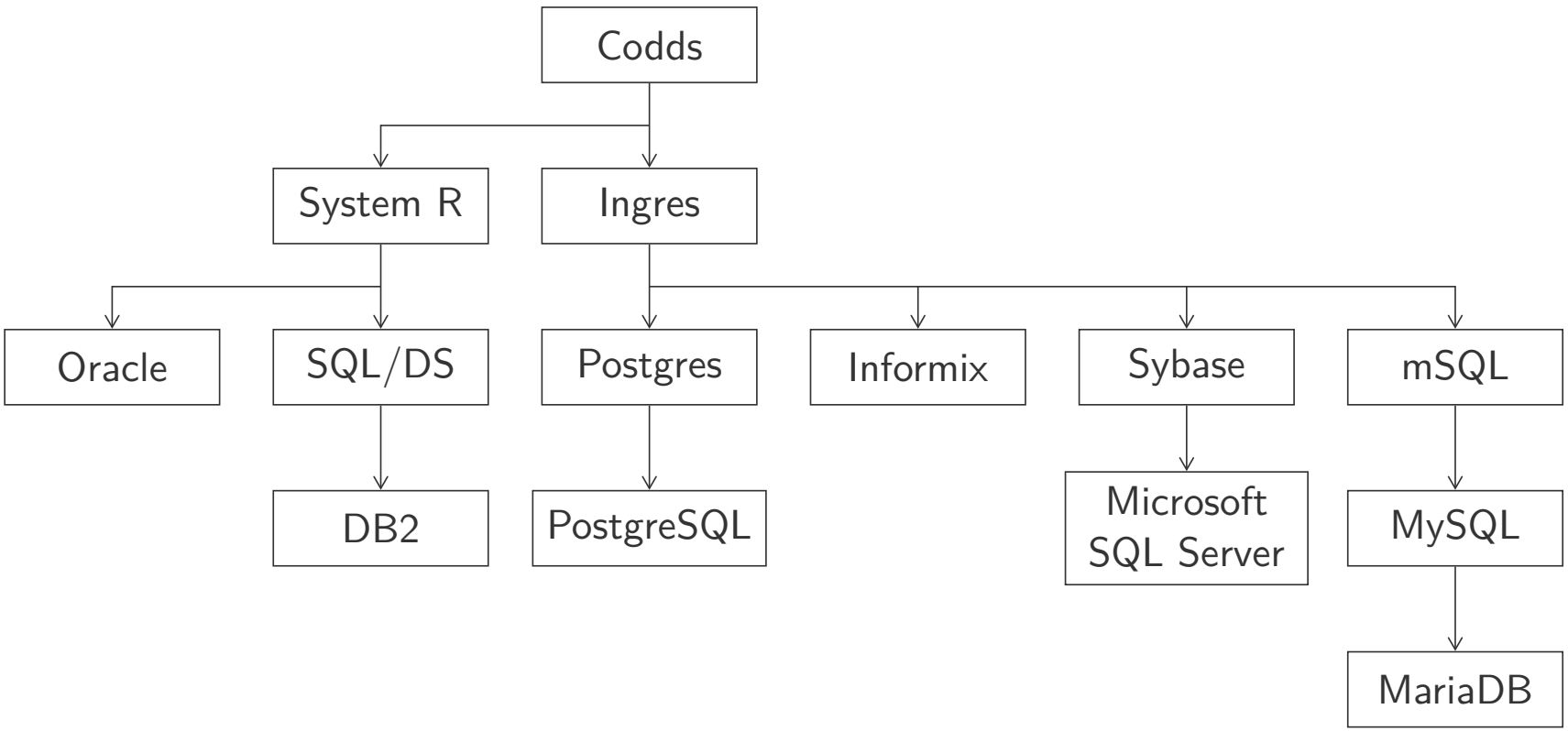
- Première implémentation de SQL avec le prototype System R

  Développé en 1974 pour expérimenter les concepts de Codd

- Langage Sequel (*Structured English Query Language*)
  - RSS (*Research Storage System*)
  - RDS (*Relational Data System*)
- Pratt & Whitney premier client de System R en 1977

Pratt & Whitney
A United Technologies Company

Évolution du relationnel



De OLTP à OLAP

- Online Transactional Processing (OLTP)

  Utilisation purement transactionnelle des données (gestion)

- Online Analytical Processing (OLAP)

  Tableau de bord, analyse historique et prédictive (statistique)

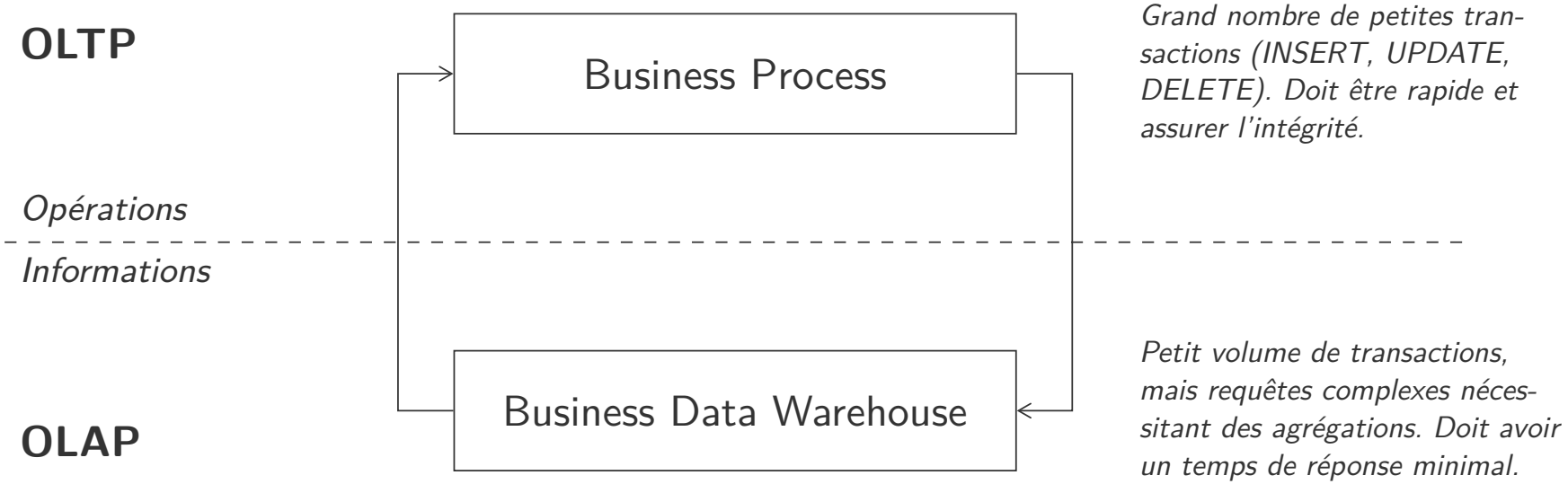
- Limitation du modèle relationnel pour OLAP

  Agrégats, optimisation de requête, indexation... pas suffisants

OLTP versus OLAP

- Division d'un système IT en deux parties

  Une partie plutôt transactionnelle et une plus analytique



Problèmes du relationnel...

1. Conversion de l'information de la représentation naturelle en tables
2. Reconstruction de l'information depuis les tables
3. Nécessité de modéliser les données (sémantique) avant stockage
4. Schéma rigide forçant données d'une colonnes avec le même type
5. Difficilement mis à l'échelle (scaling)
6. Difficulté de faire des jointures entre différents systèmes
7. Plusieurs dialectes existants du SQL (portabilité)
8. Certaines règles business difficilement exprimable en SQL
9. Recherche approximative et de type fuzzy difficile
10. Pas de stockage et validation efficace de documents complexes

June 11, 2009

- Meetup par Johan Oskarsson au Hadoop summit @ SFO

  Software developer basé à Londres pour Last.fm

- Choix d'un nom court, mémorable, peu de résultat Google

  #NoSQL "open-source, distributed, nonrelational databases"

- Plusieurs caractéristiques communes de ces bases de données
  - N'utilisent pas le modèle relationnel, ni SQL
  - Open source
  - Conçues pour être exécutées sur de large clusters
  - Basées sur les besoins des propriétés web du 21^{e} siècle
  - Pas de schéma, ajout de champs sans contrôle

Le monde du NoSQL

http://nosql-database.org/
http://nosql.mypopescu.com/kb/nosql

Intérêt du NoSQL

- Hausse de la productivité lors du développement
  - Gain de temps mapping de la base de données vers la mémoire
  - Moins de code à écrire, débugguer et faire évoluer
- Quantité de données à grande échelle
  - Stockage rapide de grandes quantités de données
  - Base de données répartie sur des clusters

Propriétés ACID

- Ensemble de propriétés des transactions en base de données

  Atomicity, Consistency, Isolation et Durability

- Définition par Reuter et Härder en 1983
  - Une transaction fait tout ou rien (*e.g.* si panne de courant)
  - Base de données change d'un état valide vers un autre valide
  - Exécutions concurrentes de transactions comme séquentielles
  - Transaction validée confirmée et stockée

Propriétés BASE

- Gérer les pertes de consistance en maintenant la fiabilité

  Basically Available, Soft state et Eventual consistency

- Contraintes assouplies par rapport aux propriétés ACID
  - Toujours une réponse : failure, donnée inconsistante possible
  - L'état change au cours du temps, même lorsque pas d'inputs
  - Le système finira tôt ou tard par être consistant

Théorème CAP

- Théorème CAP, énoncé par Eric Brewer, sur le distribué

  Consistency, Availability et Partition tolerance

- Au départ, distribution du calcul et maintenant des données

  Clusters ou grids pour augmenter la puissance totale de calcul

- Trois garanties pas satisfaisables pour un système distribué
  - **Consistance** des données sur tous les nœuds
  - **Disponibilité** des données même avec perte d'un nœud
  - **Résistance** au morcellement avec nœuds autonomes

ACID ou BASE ? (1)

- ACID désiré dans un environnement *"shared something"*

  Pessimiste *: forcer la consistance et la fin des transactions*

  - *A* tout ou rien, commit ou rollback
  - *C* pas de données inconsistantes
  - *I* pas de connaissances des transactions concurrentes
  - *D* transaction confirmée persistent

- BASE implémenté dans un environnement *"shared nothing"*

  Optimiste *: accepter des inconsistances temporaires*

  - *BA* garantie par réplication
  - *S* consistance à garantir par l'application
  - *E* donnée périmée possible, consistance assurée tôt ou tard

ACID ou BASE ? (2)

- Conjecture liée au théorème de CAP

  On ne peut satisfaire que deux des trois exigences CAP

- Trois situations possibles
  - C + A $\sim$ ACID : un seul serveur central (avec réplication ?)
  - C + P : soit « w N, r 1 », ou « w 1, r N »(trop lent ?)
  - A + P = BASE : pas de consistance forte garantie

NewSQL, une nouvelle tendance

- Nouvelle tendance pour combiner la force du SQL et NoSQL

  Garanties du relationnel avec la souplesse du NoSQL

- Souvent appelé "SQL on Steroids" par la communauté
  - Basé sur le modèle relationnel et le langage SQL
  - Mise à l'échelle, flexibilité et haute performance du NoSQL
- Propriétés ACID respectées avec horizontal scaling


Big Data

Big Data

- Augmentation du volume de données manipulé

  Notamment les entreprises et organismes liés à l'Internet

- Multiplication exponentielle jusqu'à des pétaoctets
  - Données scientifiques, bases de données médicales
  - Réseaux sociaux, opérateurs téléphoniques
  - Indicateurs économiques et sociaux
  - Agences nationales de défense du territoire

- Défi de gérer et traiter cette énorme quantité de données

  Pas à la portée du traditionnel modèle relationnel

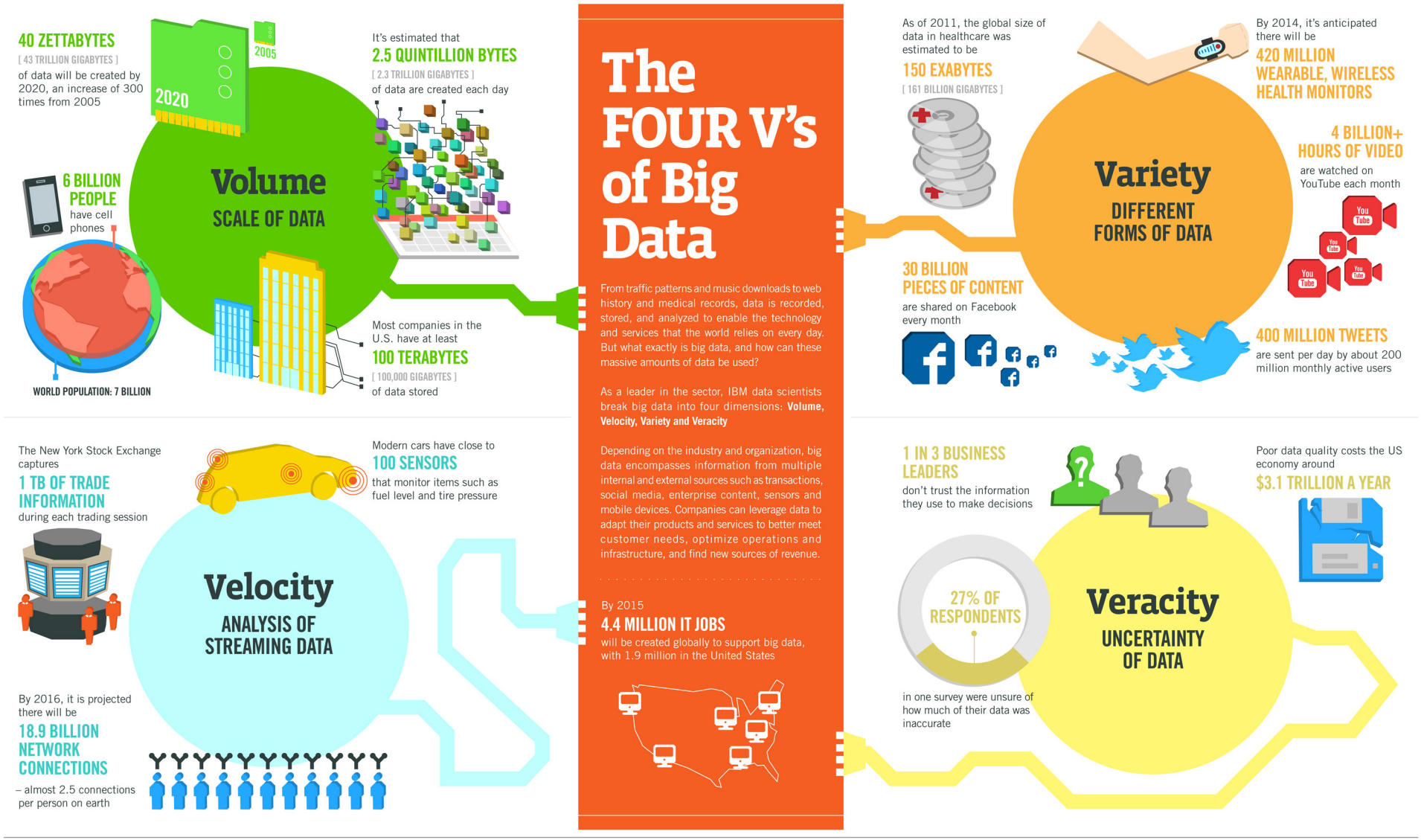
4Vs (1)

- Big Data caractérisé par quantité illimitée de jeux de données

  Données très complexes à collecter et à stocker

- Données suivent les 4Vs
  - **Volume** de l'ordre de Pbytes, Ebytes
  - **Vélocité** taux de croissance des données et vitesse traitement
  - **Variété** avec plusieurs sources et types (image, vidéo, son...)
  - **Véracité** des données, obsolescence, intégrité et sécurité

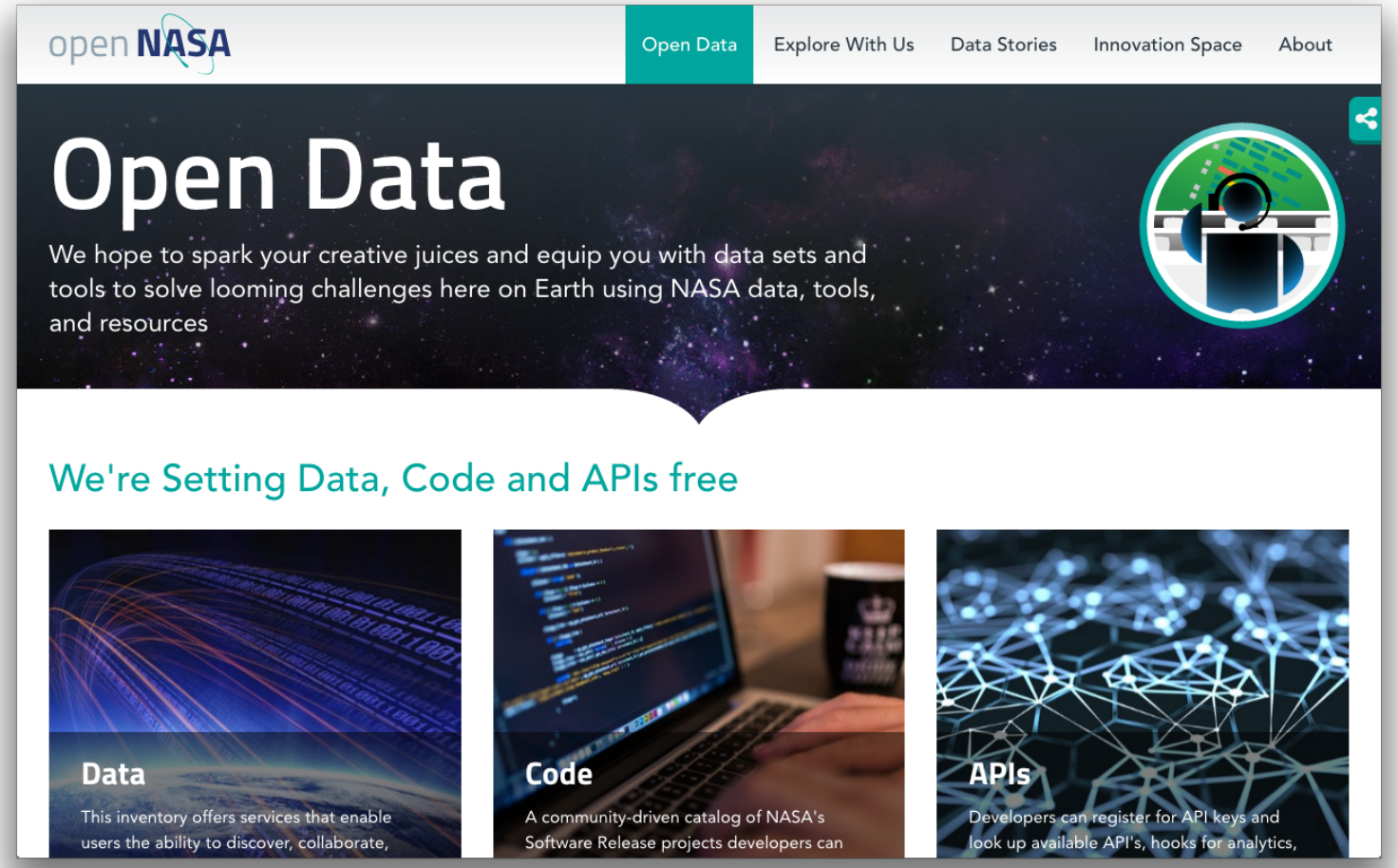
4Vs (2)



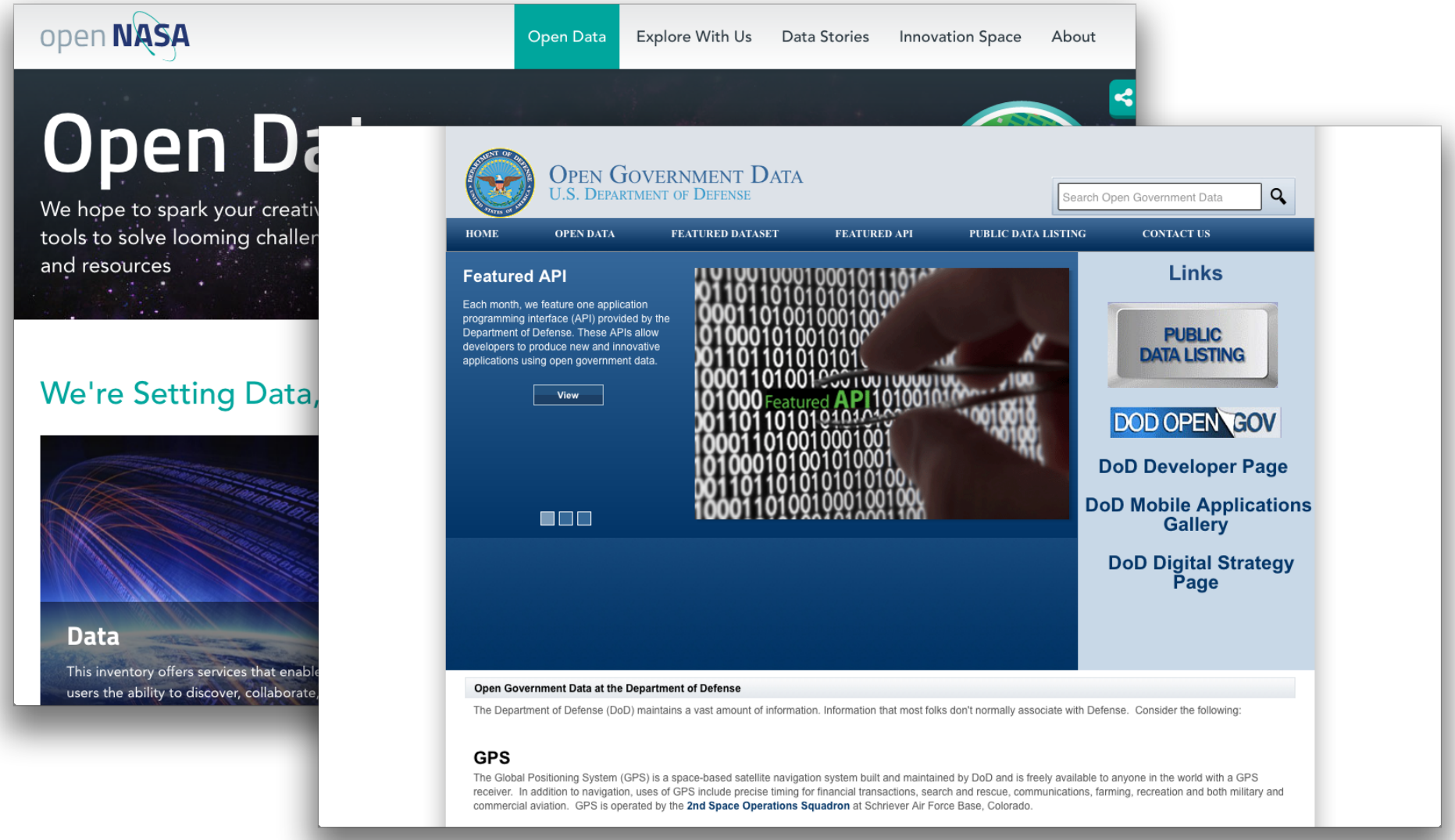
Sources: McKinsey Global Institute, Twitter, Cisco, Gartner, EMC, SAS, IBM, MEPTEC, QAS

IBM

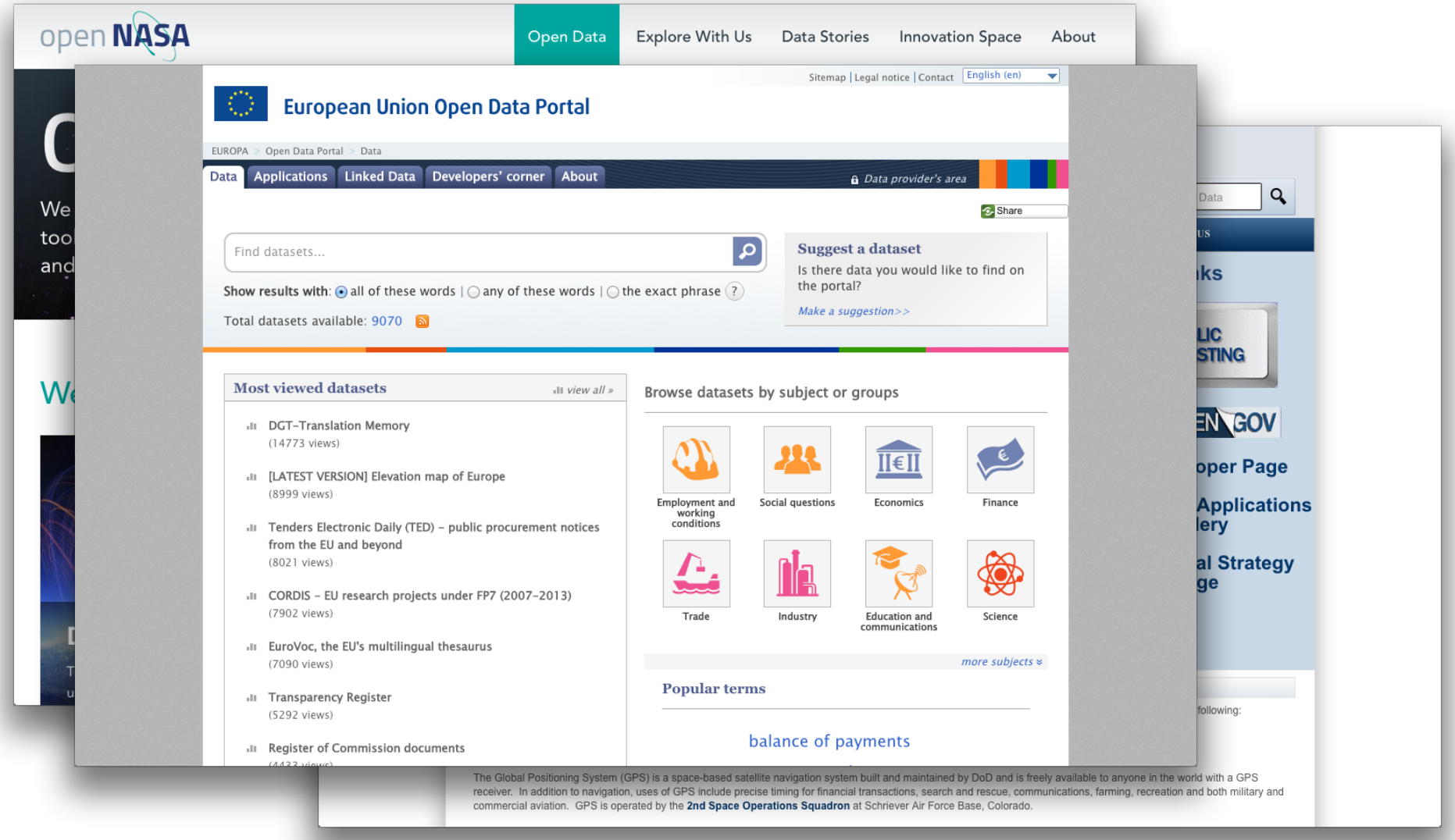
Open Data


open NASA
Open Data
Explore With Us
Data Stories
Innovation Space
About
Open Data
We hope to spark your creative juices and equip you with data sets and tools to solve looming challenges here on Earth using NASA data, tools, and resources
We're Setting Data, Code and APIs free
Data
This inventory offers services that enable users the ability to discover, collaborate,
Code
A community-driven catalog of NASA's Software Release projects developers can
APIs
Developers can register for API keys and look up available API's, hooks for analytics,

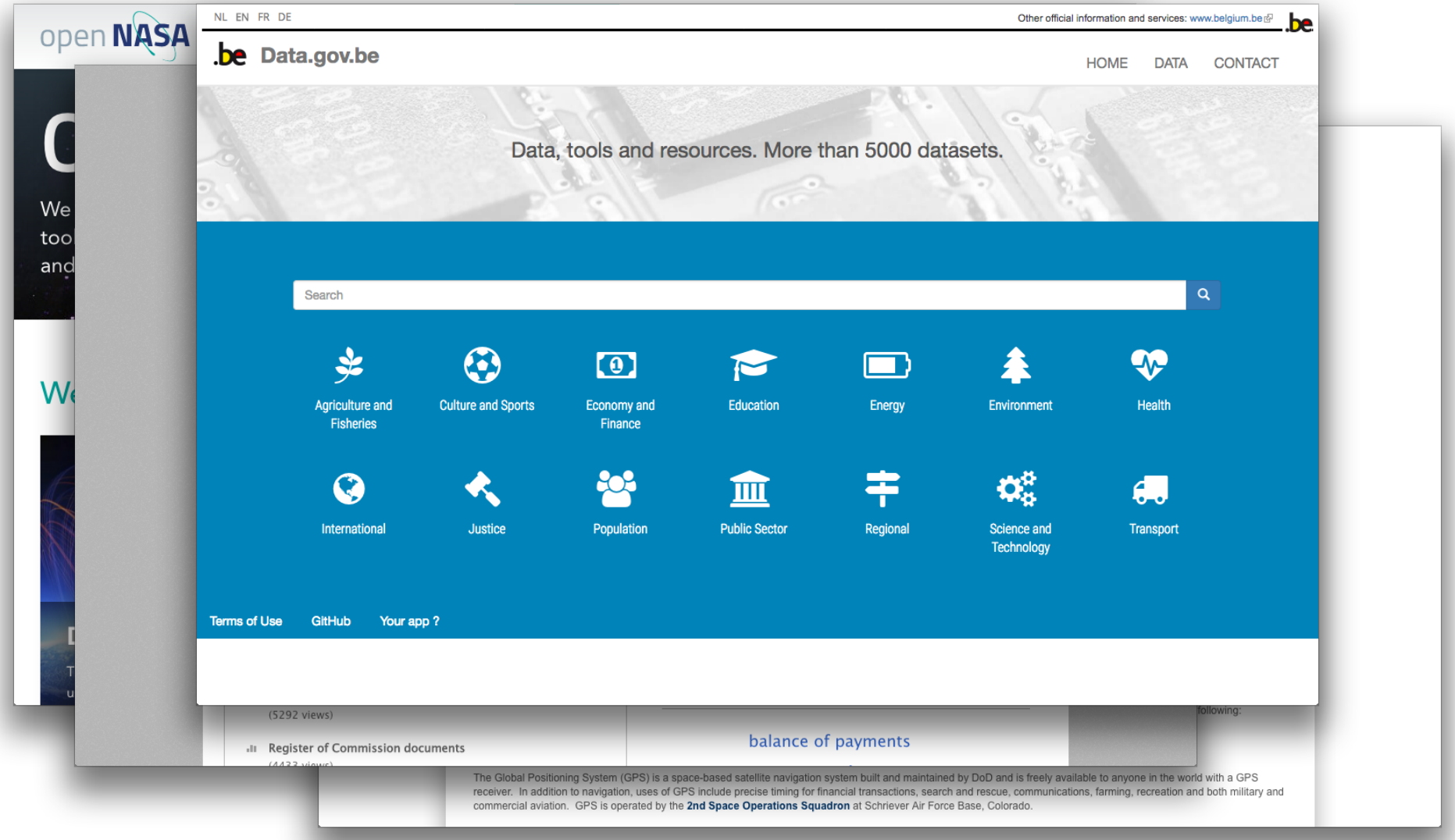
Open Data


open NASA
Open Data
Explore With Us
Data Stories
Innovation Space
About
Open Da
We hope to spark your creati
tools to solve looming challe
and resources
We're Setting Data,
Data
This inventory offers services that enable
users the ability to discover, collaborate,
Open Government Data
U.S. Department of Defense
Search Open Government Data
HOME
OPEN DATA
FEATURED DATASET
FEATURED API
PUBLIC DATA LISTING
CONTACT US
Featured API
Each month, we feature one application programming interface (API) provided by the Department of Defense. These APIs allow developers to produce new and innovative applications using open government data.
View
Featured API
Links
PUBLIC DATA LISTING
DOD OPEN GOV
DoD Developer Page
DoD Mobile Applications Gallery
DoD Digital Strategy Page
Open Government Data at the Department of Defense
The Department of Defense (DoD) maintains a vast amount of information. Information that most folks don't normally associate with Defense. Consider the following:
GPS
The Global Positioning System (GPS) is a space-based satellite navigation system built and maintained by DoD and is freely available to anyone in the world with a GPS receiver. In addition to navigation, uses of GPS include precise timing for financial transactions, search and rescue, communications, farming, recreation and both military and commercial aviation. GPS is operated by the 2nd Space Operations Squadron at Schriever Air Force Base, Colorado.

Open Data


open NASA
Open Data
Explore With Us
Data Stories
Innovation Space
About
European Union Open Data Portal
Sitemap | Legal notice | Contact
English (en)
EUROPA > Open Data Portal > Data
Data
Applications
Linked Data
Developers' corner
About
Data provider's area
Share
Find datasets...
Show results with: all of these words | any of these words | the exact phrase
Total datasets available: 9070
Suggest a dataset
Is there data you would like to find on the portal?
Make a suggestion>>
Most viewed datasets
view all »
DGT-Translation Memory
(14773 views)
[LATEST VERSION] Elevation map of Europe
(8999 views)
Tenders Electronic Daily (TED) – public procurement notices from the EU and beyond
(8021 views)
CORDIS – EU research projects under FP7 (2007-2013)
(7902 views)
EuroVoc, the EU's multilingual thesaurus
(7090 views)
Transparency Register
(5292 views)
Register of Commission documents
Browse datasets by subject or groups
Employment and working conditions
Social questions
Economics
Finance
Trade
Industry
Education and communications
Science
more subjects
Popular terms
balance of payments
The Global Positioning System (GPS) is a space-based satellite navigation system built and maintained by DoD and is freely available to anyone in the world with a GPS receiver. In addition to navigation, uses of GPS include precise timing for financial transactions, search and rescue, communications, farming, recreation and both military and commercial aviation. GPS is operated by the 2nd Space Operations Squadron at Schriever Air Force Base, Colorado.

Open Data


open NASA
NL EN FR DE
Other official information and services: www.belgium.be
.be Data.gov.be
HOME DATA CONTACT
Data, tools and resources. More than 5000 datasets.
Search
Agriculture and Fisheries
Culture and Sports
Economy and Finance
Education
Energy
Environment
Health
International
Justice
Population
Public Sector
Regional
Science and Technology
Transport
Terms of Use
GitHub
Your app ?
(5292 views)
Register of Commission documents
balance of payments
The Global Positioning System (GPS) is a space-based satellite navigation system built and maintained by DoD and is freely available to anyone in the world with a GPS receiver. In addition to navigation, uses of GPS include precise timing for financial transactions, search and rescue, communications, farming, recreation and both military and commercial aviation. GPS is operated by the 2nd Space Operations Squadron at Schriever Air Force Base, Colorado.

Principaux acteurs

Évolution technologique

- Premier SGBD construits autour de mainframes

  Avec les limitations des capacités de stockage de l'époque

- Plusieurs évolutions technologiques ont levé ces contraintes
  - Généralisation des interconnexions de réseau
  - Augmentation de la bande passante sur Internet
  - Diminution du cout des machines moyennement puissantes

Google FS

- Système de fichiers distribué propriétaire développé par Google

  Google File System (GFS) présenté en 2003

- Stockage redondant et résilient sur un cluster de machines

  Puissance moyenne et « jetables » (commodity hardware)

- Plusieurs caractéristiques de ce système de fichiers
  - Conçu pour des interactions système-système
  - Exécuté dans l'espace utilisateur et pas dans le kernel de l'OS
  - Gère des fichiers de plusieurs gigaoctets
  - Réplication automatique des données par les chunkservers

MapReduce

- Modèle de programmation et implémentation associée
  - Traitement et génération des grandes quantités de données
  - Algorithme parallèle et distribué sur un cluster
- Implémentation basée sur deux fonctions
  - `Map` effectue un traitement sur une liste (tri, filtre...)
  - `Reduce` regroupe les données en un résultat (somme...)

Apache Hadoop

- Hadoop est une implémentation libre de MapReduce en Java

  Par Doug Cutting, nommé comme l'éléphant doudou de son fils

- Hadoop Distributed FileSystem (HDFS)

  Inspiré par la publication sur GFS

- Utilisé par de nombreuses entreprises
  - Soutien de Microsoft, utilisation sur Windows Azure et Server
  - Cluster Yahoo ! de 4000 machines, bientôt 10000 avec la 2.0
  - Facebook annonce l'installation de HDFS avec 100 pétaoctets

BigTable

- Système de gestion de données basé sur GFS

  Gigantesque table de hachage distribuée

- Gestion de la cohérence des données et distribution sur GFS

- Plusieurs implémentations libres dont HBase (Apache)

  Utilisé notamment par eBay, Yahoo ! et Twitter

Dynamo

- Dépôt de paires clé-valeur distribué et propriétaire (Amazon)

  Mise en œuvre par Amazon dans Simple Storage Service (S3)

- Quatre principes clés
  - Évolutivité incrémentale sans influence sur opérateur, système
  - Symétrie avec tous les nœuds étant égaux
  - Décentralisation avec aucun contrôle central
  - Hétérogénéité en partageant le travail selon les ressources

- Création de plusieurs moteurs NoSQL basés sur Dynamo

  Cassandra, Riak, Projet Voldemort (LinkedIn)

Modèle de données

Défaut d'impédance (1)

- Défaut d'impédance objet-relationnel avec SQL

  Passer du relationnel à l'objet s'effectue avec une impédance

- Différence entre modèle relationnel et structures en mémoire

  Relations et tuples versus structures de données complexes

- Apparition des langages de programmation orienté objet

  Object-Relational Mapping (ORM) comme Hibernate...

Défaut d'impédance (2)

```
1  class Address:
2      def __init__(self, street, number, zipcode, city):
3          self.__address = (street, number, zipcode, city)
4
5      def __str__(self):
6          return '{}, {}\n{} {}'.format(*self.__address)
7
8  ecam = Address("Promenade de l'Alma", 50,
9                 1200, "Woluwé-Saint-Lambert")
```

Address			
Id	Street	Number	CityID
1	Promenade de l'Alma	50	1

City		
Id	Zipcode	Name
1	1200	Woluwé-Saint-Lambert

Intégration versus Application (1)

- Coordination de plusieurs applications autour des données

  Partage des données dans une seule base de données commune

- Difficile de changer la structure de la base de données

  Non trivial d'assurer l'intégrité des données

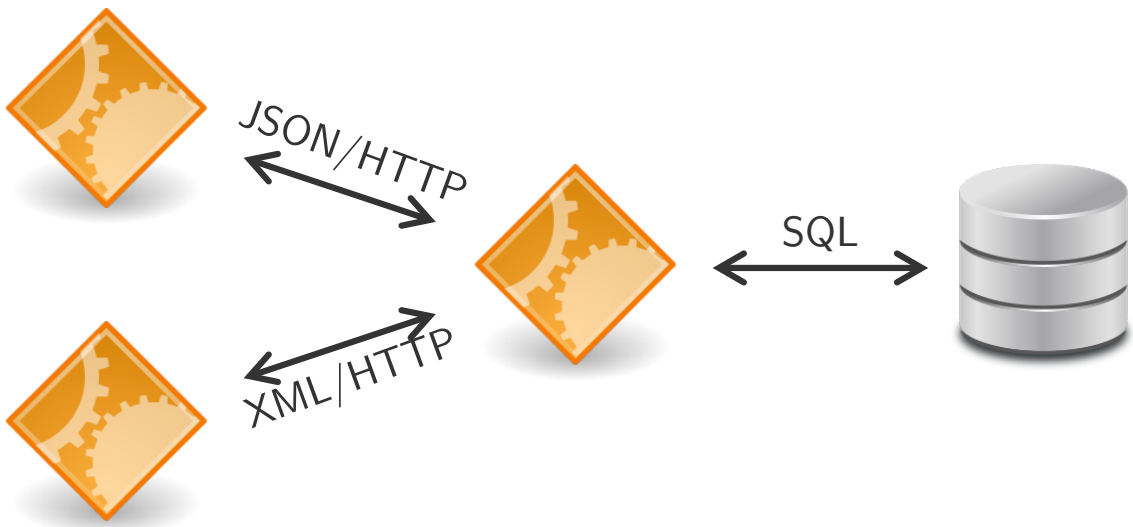
Intégration versus Application (2)

- Accès base de données par une seule application

  Offre une interface d'accès aux autres applications

- Déploiement de services web et architecture orientée services

  Plus grande flexibilité dans le format des données échangées



Modèle de données (1)

- Modèle avec lequel on perçoit et manipule les données

  Différent du modèle de stockage sur disque

- Modèle relationnel constitué de tables avec des rangées

  Colonnes avec des valeurs pouvant référencer d'autres rangées

- Changement vers une collection d'agrégats

  Unité d'information traitée, stockée, échangée de façon atomique

Modèle de données (2)

- Quatre principaux modèles de données pour le NoSQL

  Analyse détaillée d'un exemple par modèle

- Pas de classification unique et non ambigüe

  Certaines bases de données couvrent plusieurs modèles

Modèle de données	**Exemples de base de données**
Clé-valeur	BerkeleyDB, Memcached, **Redis**, Riak...
Document	CouchDB, **MongoDB**, OrientDB...
Colonne	Amazon Simple DB, **Cassandra**, HBase...
Graphe	FlockDB, HyperGraphDB, **Neo4j**, OrientDB...

Agrégat

- Opération sur des unités de données complexes et structurées

  Pour dépasser les limitations des tuples du modèle relationnel

- Possibilité d'imbriquer des listes et autres structures

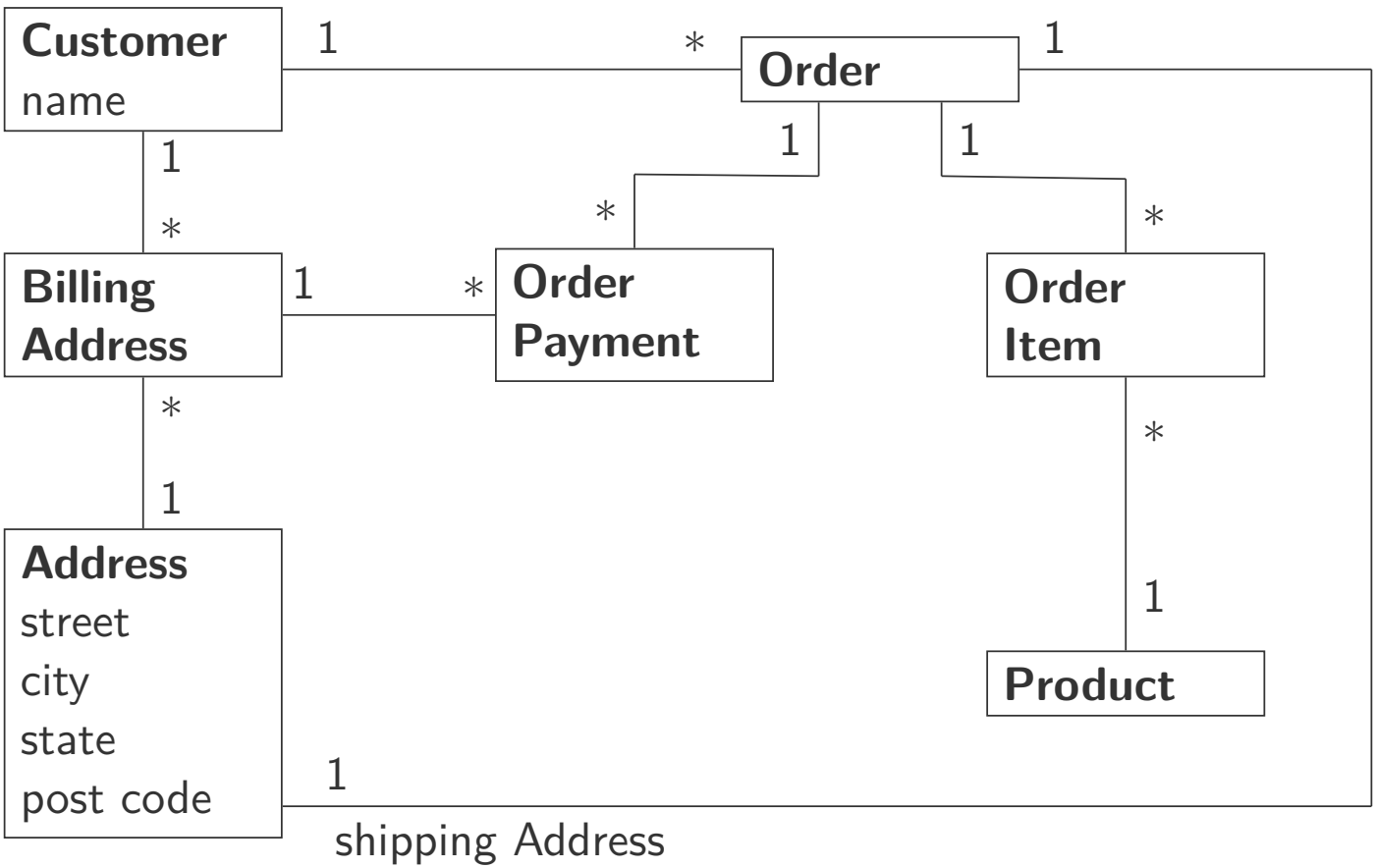
  Traitement des différents "objets" comme des unités

- Unité de manipulation et de gestion de la concurrence

  Facilitation de la répartition des données sur des clusters

Relation vs agrégat (1)

- Modèle complètement normalisé sans données dupliquées



Relation vs agrégat (2)

Customer

Id	Name
1	Martin

Order

Id	CustomerId	ShippingAddressId
99	1	77

Product

Id	Name
27	NoSQL Distilled

BillingAddress

Id	CustomerId	AddressId
55	1	77

OrderItem

Id	OrderId	ProductId	Price
100	99	27	32.45

Address

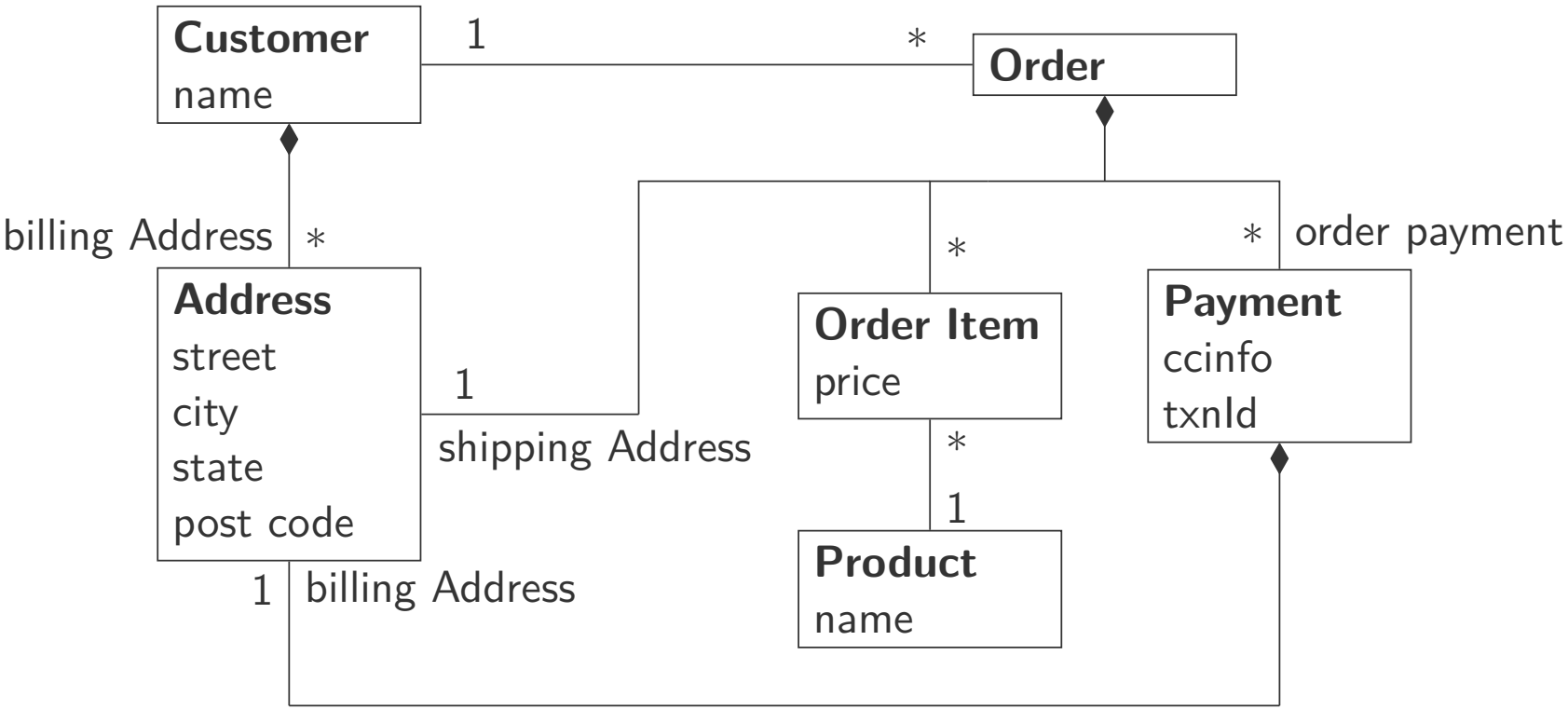
Id	City
77	Chicago

OrderPayment

Id	OrderId	CardNumber	BillingAddressId	txnId
33	99	1000-1000	55	abelif879rft

Relation vs agrégat (3)

- Modèle composé de deux agrégats principaux



Relation vs agrégat (4)

```
# Customer
{
    "id": 1,
    "name": "Martin",
    "billingAddress": [{"city": "Chicago"}]
}

# Order
{
    "id": 99,
    "customerId": 1,
    "orderItems": [{
        "productId": 27,
        "price": 32.45,
        "productName": "NoSQL Distilled"
    }],
    "shippingAddress": [{"city": "Chicago"}],
    "orderPayment": [{
        "ccinfo": "1000-1000",
        "txnId": "abelif879rft",
        "billingAddress": {"city": "Chicago"}
    }]
}
```

Clé-valeur

- Stockage d'agrégats sous la forme clé-valeur

  La clé joue le rôle d'identifiant unique de chaque agrégat

- Récupération d'un agrégat à partir de sa clé

  Fonctionne comme une table de correspondance

Document

- Stockage d'agrégat sous la forme de document

  Chaque document est identifié de manière unique par un ID

- Récupération du document ou d'une partie de document

  À partir de requêtes sur les champs de l'agrégat

- Création d'index sur base du contenu des documents

  Pour accélérer les opérations de recherche

Colonne

- Stockage sur disque des colonnes au lieu des lignes

  On peut voir le stockage comme un map à deux niveaux

- Structure clé-valeur avec identifiant de ligne comme clé

  Le second niveau contient les informations sur les colonnes

Graphe

- Possibilité de relation entre les agrégats

  Avec possibilité de mise à jour automatique

- Utile pour des petits enregistrements avec beaucoup de liens

  Ensemble de nœuds connectés par des arêtes

- Réseaux sociaux, préférences, règles d'admissibilité...

  "Quelles sont toutes les choses qu'aiment Alexis et Sébastien ?"


Caractéristiques du NoSQL

Base de données sans schéma

- Les bases de données NoSQL n'ont pas de schéma de données

  Contrairement à la structure rigide imposée par le relationnel

- Ajout libre de données de n'importe quel type

  Comme clé, document, colonne, arête et propriétés

- Autorise le stockage de données non uniformes

  Ce qui élimine le besoin d'avoir des valeurs `NULL`

Schéma implicite

- Hypothèses sur la structure des données dans le code

  La base de données reste ignorante, c'est l'application qui vérifie

- Danger si plusieurs applications sur la même base de données

  Elles doivent se mettre d'accord sur le schéma des données

- La migration de données doit toujours se faire prudemment

  Que ce soit en relationnel ou en NoSQL

Développeur au centre

- Méthodologie de développement centrée sur le développeur
  - Design et mise en œuvre de l'architecture de l'application
  - Modélisation des données
- Deux approches différentes RDBMS vs NoSQL
  - Modèles de données relationnels théoriques
  - Requêtes et configuration applicative à supporter

Architecture du NoSQL

- Construction de la DB sur le relationnel avec DBMS
  - Description structure de données et du stockage
  - Processus de récupération des données et fiabilité
  - Données en tables (enregistrement et colonne) et non répétées
  - Importance des clés primaires
- Gestion des données beaucoup plus flexible en NoSQL
  - Répartition sur plusieurs serveurs, plateformes, processeurs
  - Évolution graduelle du schéma (implicite) des données

Opérations et relations sur les données

- Opérations classiques de type CRUD avec les RDBMS

  Create, *Read*, *Update*, *Delete*

- Opérations beaucoup plus diverses et variées en NoSQL
  - Grand nombre d'ajouts et de mises à jour
  - Opérations sur d'autres entités que des lignes de tables

- NoSQL pas adapté pour données avec beaucoup de relations

  RDBMS ont des one-to-one, one-to-many, many-to-many

Crédits

- Photos des livres depuis Amazon
- Photos des logos depuis Wikipédia
- http://geekandpoke.typepad.com/geekandpoke/2011/01/nosql.html
- https://www.flickr.com/photos/15216811@N06/13495437084
- https://openclipart.org/detail/34537/tango-drive-hard-disk
- https://openclipart.org/detail/59167/magnifying-glass
- http://dilbert.com/strip/2013-09-20
- https://en.wikipedia.org/wiki/File:Edgar_F_Codd.jpg
- https://www.flickr.com/photos/75279887@N05/6914441342
- https://www.flickr.com/photos/lukevu/6380430175
- https://openclipart.org/detail/94723/database-symbol
- https://openclipart.org/detail/35407/tango-applications-other
- https://www.flickr.com/photos/diegolizcano/35522041701