

Plan général du cours

- ❶ Introduction au NOSQL
 - ❶ Relationnel / NOSQL
 - ❷ Typologie et mécanismes clés
- ❷ Principes généraux des systèmes orientés graphes
 - Positionnement contextuel (taille vs complexité/expressivité)
 - Accointances avec les systèmes à objets et navigationnels
 - Adossement à la théorie des graphes
 - modèle de données : graphe attribué et orienté
- ❸ Un système en particulier : Neo4J
- ❹ Neo4J face aux triplestores

Les motivations autour du NoSQL (Not Only SQL)

Recouvre différentes initiatives complémentaires aux modèles relationnels et relationnels-objets

- ❶ évolution du Web, sources de données ouvertes (LOD), impulsion Google, Facebook, Amazon, Twitter, ...
- ❷ ↗ volume des données ↗ interconnexion des données
- ❸ limites des bases de données relationnelles face à de nouveaux besoins :
 - flexibilité : schémas très ouverts : nombreuses entités et associations entre ces entités
 - adaptabilité : évolutions très fréquentes des schémas
 - des milliers voire des millions d'utilisateurs

Quand passer par un système NoSQL ?

Alternatives au relationnel dans des cas de figure ciblés

- recours fréquent à de l'évolution de schémas
 - entités munies de diverses caractéristiques souvent non renseignées
 - nombreuses associations avec des multiplicités 1..* aux extrémités
 - attributs composites
- un flux transactionnel (lecture, écriture) très élevé
- données distribuées dès l'origine (mondialisation)

NoSQL : se démarquer des SGBD relationnels

Réplication et partitionnement : deux techniques qui peuvent se combiner

- schémas normalisés vus comme des sophistications inutiles au détriment de l'efficacité
- modèle transactionnel et propriétés ACID : proposer une alternative moins exigeante
- passage à l'échelle par ajout de serveurs au niveau de l'architecture physique : diminuer le temps de réactivité lors de l'afflux de nouveaux usagers, de nouvelles transactions à servir
- systèmes distribués et mécanismes de tolérance aux pannes : fragmentation des schémas et réplication, médiateur, entrepôt de données ...

Passage à l'échelle ou scalabilité

Capacité de l'architecture à s'adapter à une montée en charge (nouveaux usagers, nouvelles transactions) sans besoin de refonte des applications

- scalabilité horizontale (scaling out) : ajouter des serveurs (noeuds) avec des mécanismes de répartition de charge \Leftarrow NoSQL
- scalabilité verticale (scaling up) : rendre plus performant un serveur : ajout de processeurs (CPU), barrettes mémoire (RAM), disques secondaires, cartes réseaux ...

Scalabilité horizontale

Etablir une relation linéaire entre les ressources ajoutées et l'accroissement des performances

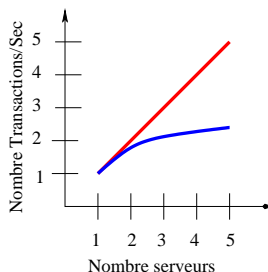


Figure: 1 serveur : 100 transactions/s ; 2 serveurs : 200 transactions/s

...

SGBDR et besoins applicatifs à large échelle

Limites face aux besoins des applications à large échelle sur le Web (à partir Web 2.0)

- partitionnement : les schémas fragmentés (fragmentations horizontale, verticale, hybride) distribués sur l'ensemble des partitions doivent être des fragments d'un seul schéma de données initial
- réplication sur différents noeuds : les fondements OLTP (On Line transactional processing) imposent de maintenir une intégrité forte sur les données, dans une application faisant appel à de nombreux noeuds, la disponibilité des données va être pénalisée (surtout si les transactions impliquent de nombreuses écritures).

systèmes NoSQL : grands principes

- **Simplicité**
- **Flexibilité**
- **Efficacité**
- **Passage à l'échelle** : gros volumes de données distribués et interconnectés
 - partitionnement dynamique - sharding (partitionnement horizontal + plusieurs co-occurrences de schémas)
 - réplication à large échelle
 - architecture décentralisée

Complémentarité des systèmes NoSQL

One size doesn't fit all

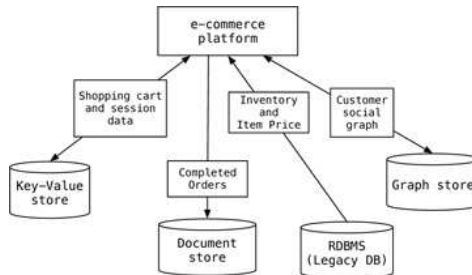


Figure: Persistance dite polyglotte (extrait de NoSQL distilled)

Principe CAP

Constat de Brewer (Towards robust distributed systems, ACM 200)
: aucun système distribué n'est à même de satisfaire en même temps les principes C, A et P (au mieux 2 sur les 3)

- 1 **Consistency (cohérence)** : toute modification de donnée est suivie d'effet pour tous les nœuds du système
- 2 **Availability (disponibilité)** : toute requête émise et traitée par un nœud du système, reçoit une réponse (même en situation d'échec à produire une réponse)
- 3 **Partition tolerance (recouvrement des nœuds)** : assurer une continuité du fonctionnement en cas d'ajout/suppression de nœuds du système

Principe CAP

Considérations SGBDR / Systèmes NoSQL

- ❶ **SGBDR** : Cohérence et haute disponibilité (pas ou peu de P, cad petit nombre de nœuds système)
- ❷ **Systèmes NoSQL** : Choix du P (système naturellement distribué) et sélection soit du C, soit du A
 - ❶ abandon du A \Leftarrow Accepte d'attendre que les données soient cohérentes
 - ❷ abandon du C \Leftarrow Accepte de recevoir des données parfois incohérentes

Positionnement des systèmes / CAP

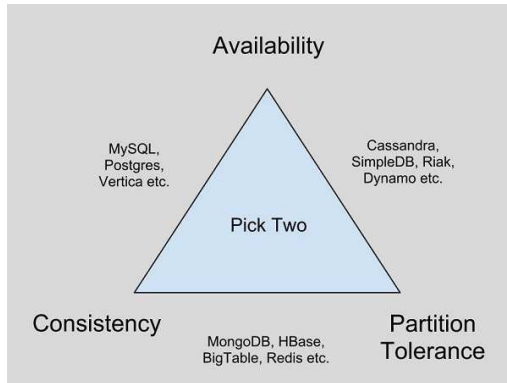


Figure: Synthèse CAP

CAP et architecture distribuée

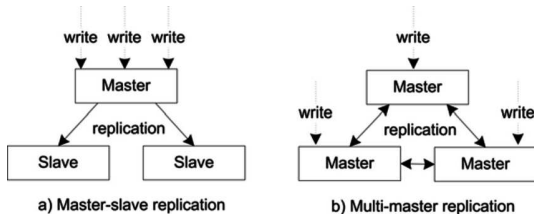


Figure: schémas de distribution

Typologie des systèmes NoSQL

Au regard du mode de représentation choisi

- principe de base : clé/valeur
 - **Systèmes clé/valeur distribués**
 - **Systèmes orientés colonne**
 - **Systèmes orientés document**
- **Systèmes orientés graphe**
- dans une certaine mesure les triplestores et les SGBDOO

Agrégats clé/valeur : unités naturelles pour le distribué

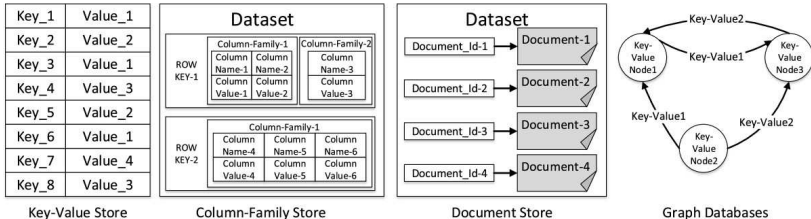


Figure: Extrait de K. Grolinger et al, 2013

Difficulté : absence de standards

Au regard du mode de représentation comme du système choisis

- ❶ APIs spécifiques
- ❷ Terminologies propriétaires
- ❸ Mécanismes de requêtage à géométrie variable
- ❶ Systèmes ayant fait école ("proofs of concept")
 - ❶ BigTable
 - ❷ Memcached
 - ❸ Amazon's Dynamo

Systèmes existants

Table: Quelques systèmes et leurs modes de représentation

Name	Mode représentation	CAP
CouchDB	Document	AP
Neo4j	Graph	CA
Hbase	Column	CP
Riak	Key-Value	CP
Project Voldemort	Key-Value	AP
Cassandra	Column	AP
Hypertable	Column	unknown

Systèmes existants

Table: Applications communautaires sur le Web

Name	Système NoSQL	Mode
Google	BigTable, LevelDB	Column
LinkedIn	Voldemort	Key-Value
Facebook	Cassandra	Column
Twitter	Hadoop/Hbase, Cassandra	Column
Netflix	SimpleDB, Hadoop/HBase, Cassandra	Column
CERN	CouchDB	Document
Amazon	Dynamo	Key-Value

Graphes et persistance des données



Figure: Illustration graphe, chemin et interaction (doc Neo4J)

Volume de données versus richesse du modèle

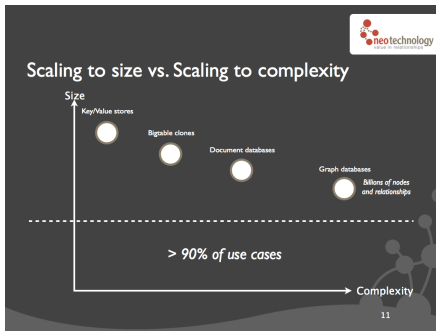


Figure: Une vision très générale (extrait de Neo Technology Webinar)

Adéquation avec le système "mental" humain

Associer et catégoriser : des mécanismes cognitifs^a naturels

^aprocessus psychiques liés à l'esprit

- catégories et associations représentées à l'aide de graphes (que l'on sait traiter efficacement)

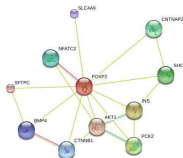


Figure: Gène FoxP2 : implication dans l'acquisition du langage (StringDB)

Le modèle de persistance le plus adapté : une longue histoire

BD : partage et pérennisation de l'information pour différents usages
- différents paradigmes^a de représentations

^amanières de voir les choses

1960 - système hiérarchique

1960 - système réseau (C. Bachman)

1970 - système relationnel (E.F. Codd)

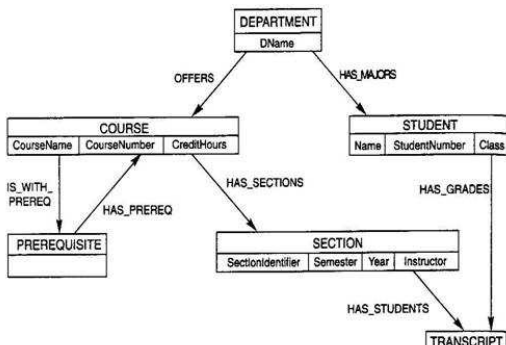
1980 - système objet Objectivity, Objectstore, db4o, Zope
Object Database, Caché

1990 - système objet/relationnel Oracle, PostgreSQL

Plus récent - NoSQL regroupant différentes approches dont
les systèmes à base de graphe

BD réseau représentée à l'aide d'un graphe des types

Les sommets représentent les types d'articles ; et les arcs les types d'ensembles



BD objet : état + comportement

SQL3 et ODL/OQL (ODMG) : décrire et interroger les BDOO

Listing 1: Un exemple ODL (source tech. ingénieur)

```
class DIPLOMES
tuple (Intitule : string, Cycle : integer,
      Detenu : set (ETUDIANTS) inverse Detient )
end;
class ETUDIANTS
tuple (Numero : integer,
      Nom : string, Prenoms : list(string),
      Detient : set(DIPLOMES),
      Est-inscrit : set( tuple (Mod : MODULES, inverse Inscrits Note : real )) )
end;
```

Quelques rappels : théorie des graphes

Éléments de vocabulaire

- graphe $G = \langle V; E \rangle$: où V , ensemble des sommets et E , ensemble des arêtes,
- graphe orienté : les arêtes sont des arcs
- sous-graphe $G' = \langle V'; E' \rangle$ de $G = \langle V; E \rangle$ est un graphe tel que $V' \subseteq V$ et $E' \subseteq E$
- chemin C entre 2 nœuds v_1 et v_2 : séquence de nœuds et d'arêtes permettant de rejoindre v_2 à partir de v_1
- un graphe est dit connecté si il existe un chemin reliant toute paire de nœuds
- un cycle est un chemin fermé ($C(v_i; v_i)$)
- un arbre est un graphe connecté et acyclique

Quelques rappels : théorie des graphes

De nombreux algorithmes

parcours en largeur ou en profondeur
recherche du plus court chemin (e.g. Dijkstra)
mesures de centralité (e.g. Eigenvector) : mise en avant
d'indicateurs structurels
partitionnement
coloration
recherche de composantes connexes
...

Les structures support

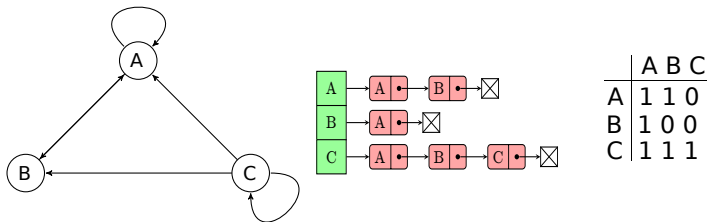


Figure: Liste et matrice d'adjacence

Cas d'utilisation

Tout domaine qui se visualise naturellement sous forme de graphe : système NOSQL connecté (à la différence des systèmes à base d'agrégats)

- ① réseaux sociaux
- ② réseaux biologiques (cascades signalétiques, voies métaboliques, ...)
- ③ réseaux structurant les territoires (géomatique)
- ④ web de données (LOD), systèmes de recommandation en ligne
- ...

Grandes forces

Complexité des données : connectivité + volume + structuration partielle

Atouts des systèmes graphes

- 1 requêtes topologiques : produits d'expression de gènes interagissant en cascade, amis d'amis d'ennemis, meilleure façon de rallier Paris à partir de Montpellier

Modèle général

Les éléments clés

- 1 nœuds pour décrire des entités
- 2 propriétés pour en enrichir la description
- 3 arcs pour mettre en relation des entités avec d'autres entités ou encore connecter des nœuds avec leurs propriétés
- 4 patterns : dégager du sens à partir des connexions entre les éléments du graphe

Modèle de graphe plus ou moins riche en fonction du système considéré

Graphe attribué (Property Graph) : le plus souvent exploité

- un ensemble de nœuds souvent typés (LPG : Labeled Property Graph)
 - chaque nœud a un identifiant unique, un ensemble d'arcs entrants et sortants, et possède une collection de propriétés
- un ensemble d'arcs
 - chaque arc a un identifiant unique, une extrémité sortante (queue) et une extrémité entrante (tête), un label indiquant le type de relation entre les deux nœuds, et possède une collection de propriétés (paires clé/valeur)
- ensemble de propriétés : paire clé/valeur définie comme un tableau associatif (valeur : type primitif et tableau de types primitifs)

multi-graphe attribué et orienté : illustration Neo4J

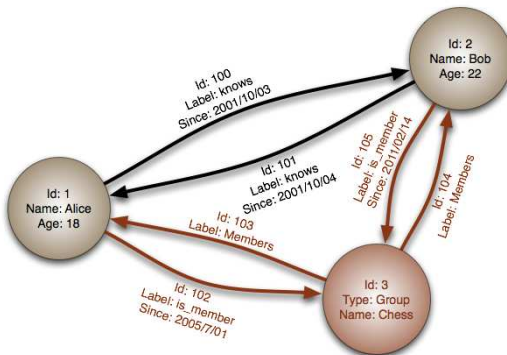


Figure: Illustré (source : Documentation Neo4J)

BD graphes (pas toujours graphe attribué)

Non exhaustif

- Neo4J
- FlockDB (Twitter)
- Pregel (décisionnel)
- InfiniteGraph
- DEX
- OrientDB
- HypergraphDB
- et les solutions adossées à RDF (triplestores) à l'exemple de Stardog ou Sesame

Quelques spécifications Neo4J (le J pour Java)

Différents supports pour l'accès et la manipulation des données

- différents stratégies de parcours de graphes (Traversal Java API)
- langages de requête Gremlin et Cypher (OpenCypher), et un standard en cours de définition GQL (Graph Query Language)
- index pour un accès performant aux nœuds et arcs
- mécanismes transactionnels (ACID)
- architecture "clustérisée" pour version payante (la distribution est un exercice difficile dans les BD graphes)
- pensé pour le web : Java EE (framework Spring et Spring Data), web de données (SAIL et SPARQL), API et interface REST

Schema-less : type d'entité = label et type de relation = type

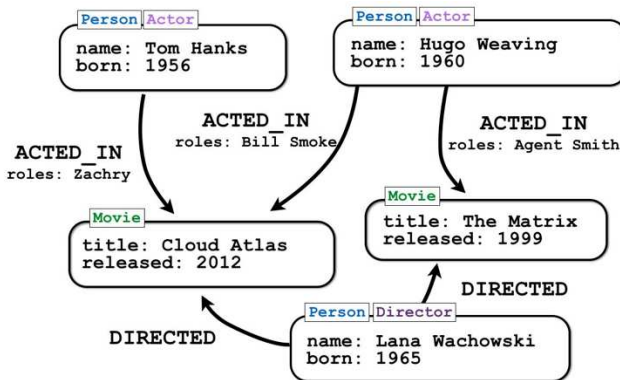


Figure: Illustré (source : Documentation Neo4J)

Jeux de données plus large : OpenStreetMap ou MusicBrainz

Gestion pouvant aller jusqu'à plusieurs milliards de nœuds (2^{32} identifiants possibles)

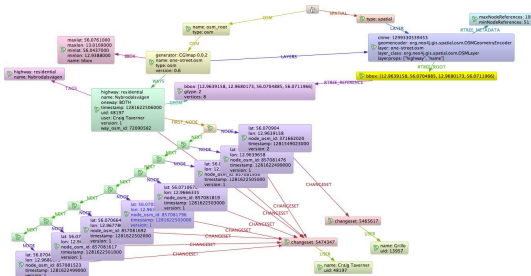
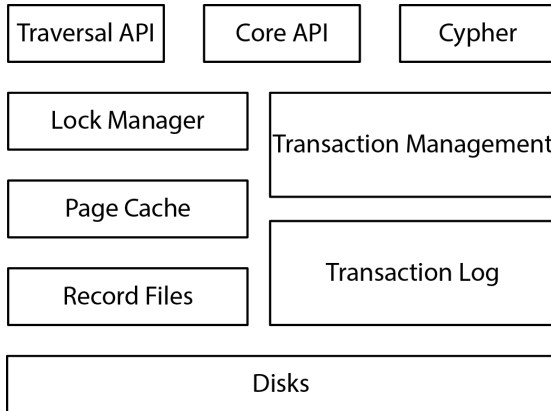


Figure: Un exemple plus complet : cartographie en Norvège avec OSM

Principales briques du système



Modèle de données Neo4J

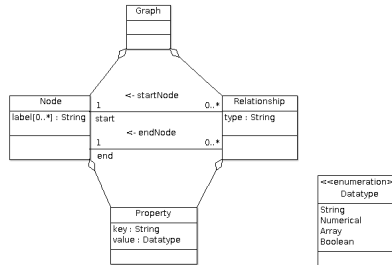


Figure: Diagramme de classes UML illustratif

Cypher : expressions pour poser des filtres sur le graphe

Cypher using relationship 'likes'



Cypher

(a) -[:LIKES]-> (b)

Cypher : principales clauses

- CREATE - création de nœuds et d'arêtes
- DELETE - REMOVE : suppression de nœuds, d'arêtes et de propriétés
- SET - mise à jour de valeurs de propriétés
- MATCH - rechercher des points d'entrée dans le graphe
- MERGE - combinaison de MATCH et CREATE
- WHERE - poser des sélections
- RETURN - nœuds et arêtes à retourner
- UNION - combiner les résultats de plusieurs requêtes
- WITH - sorte de pipe en commande Unix ...

Exemple Cypher

Ordres de création

```
CREATE (m:Commune:Ville {nom:'MONTPELLIER', latitude:43.610769, longitude:3.876716,
                        codeinsee:'34172'})
RETURN m

CREATE (m:Commune {nom:'NIMES', codeinsee:'30189'}) -[:WITHIN]-> (h:Departement
                        {nom:'GARD', numero:'30'})
```

Listing 2: CREATE

Exemple Cypher

Clauses dans une grammaire déclarative à rapprocher de SQL :
MATCH, WHERE, RETURN

```
MATCH (d:Departement {nom:'GARD'}) <-[p:WITHIN]- (n:Commune)
RETURN d, n, p

MATCH (d:Departement) <-[p:WITHIN]- (n:Commune)
WHERE d.nom = 'GARD'
RETURN d.nom, n.nom
```

Listing 3: MATCH

Exemples génériques Cypher

Listing 4: infos sur le "schema"

```
match n
return distinct labels(n)

match n-[r]-()
return distinct type(r)

match n-[r]-()
return distinct labels(n), type(r)

MATCH ()-[r]->()
RETURN TYPE(r) AS rel_type, count(*) AS rel_cardinality
```

Exemple de partitionnement

Listing 5: Compter les communes

```
MATCH (:Commune)-[:WITHIN]->(d:Departement)
WITH d, count(*) as nC
WHERE nC > 8
RETURN d.nom as dep, nC as communes
```

La clause MERGE

Ne créer que ce qui n'existe pas et éviter les doublons (à la différence de CREATE)

Listing 6: Usage de la clause MERGE

```
-- Alicante existe : juste ajout du pays - avec create : doublon  
MERGE (c:City {name:'Alicante'}) SET c.pays='Spain' RETURN c  
-- Lunel n'existe pas : ajout de l'ensemble du noeud  
MERGE (c:City {name:'Lunel'}) SET c.pays='France' RETURN c
```

La clause MERGE

Ne créer que ce qui n'existe pas et éviter les doublons (à la différence de CREATE)

Listing 7: Usage de la clause MERGE

```
-- Tom et UM existent, ajout association (si existante, duplication de l'association)
MERGE (t:STUDENT {name:'Tom'}) MERGE (s:SCHOOL {name:'UM'}) CREATE (t) -[:Etudie]->
(s)
-- Si tout existe, aucun ajout
MERGE (t:STUDENT {name:'Tom'}) MERGE (s:SCHOOL {name:'UM'}) MERGE (t) -[:Etudie]->
(s)
```

Une force : les appels récursifs

Listing 8: parcourir le graphe

```
(A) -> () -> () -> () -> (B)
(A) - [*] -> (B)

MATCH (c1:Commune) -[:NEARBY]-> () <-[:NEARBY]- (c2:Commune)
RETURN c1, c2

MATCH (m:Commune {nom:'MONTPELLIER'}) -[:NEARBY*]- (n:Commune)
RETURN m, n

MATCH (m:Commune {nom:'MONTPELLIER'}) -[:NEARBY*1..2]- (n:Commune)
RETURN m, n
```


Cypher : requête de navigation

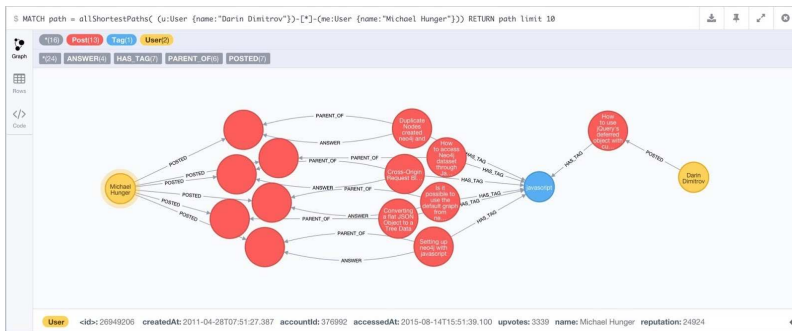


Figure: Recherche des chemins les plus courts

Exemple Cypher

Nouvelle consultation sur les chemins

Listing 9: taille du/des chemin(s) le(s) plus court(s) entre MONTPELLIER et NIMES

```
MATCH p=shortestPath( (m:Commune)-[:NEARBY*]-(n:Commune) )  
WHERE m.nom='MONTPELLIER' and n.nom = 'NIMES'  
RETURN length(p) as taillePlusCourtChemin
```

Exemple Cypher

Détailler les nœuds du chemin

Listing 10: Donner les communes entre MONTPELLIER et NIMES

```
MATCH p=shortestPath( (m:Commune)-[:NEARBY*]-(n:Commune) )  
WHERE m.name='MONTPELLIER' and n.name = 'NIMES'  
RETURN extract (n in nodes(p) | n.name) as communesSurLeChemin
```

Exemple Cypher

Donner le nom et le code insee des communes présentes dans les plus courts chemins entre MONTPELLIER et NIMES

Listing 11: Donner les communes entre MONTPELLIER et NIMES

```
MATCH p=allshortestPaths( (m:Commune)-[:NEARBY*]-(n:Commune) )
WHERE m.name='MONTPELLIER' and n.name = 'NIMES'
RETURN extract (n in nodes(p) | {nom:n.name,code:n.codeinsee}) as communesSurLeChemin
```

Exemple Cypher

Donner le nom des communes présentes dans l'un des plus courts chemins entre MONTPELLIER et NIMES

Listing 12: Donner les communes entre MONTPELLIER et NIMES

```
MATCH p=shortestpath((m:Commune {name:'MONTPELLIER'})-[:NEARBY*]-(g:Commune
{name:'NIMES'}))
WITH p
UNWIND nodes(p) as n
return n.name
```

Exemple Cypher

Demander à ce que le chemin ne passe pas par un nœud

Listing 13: Plus court chemin entre MONTPELLIER et NIMES sans Lunel

```
MATCH p=shortestPath( (m:Commune {name:'MONTPELLIER'})-[:NEARBY*]-(n:Commune
{name:'NIMES'}) )
where not ('LUNEL' in (extract (n in nodes(p)| n.name))) return p
```

Exemple Cypher

Autres opérations CRUD

Listing 14: Suppression dans la base

```
MATCH (n)
OPTIONAL MATCH (n)-[r]-()
DELETE n,r

MATCH (n)
DETACH DELETE n

MATCH (m:Personne)
REMOVE m:Auteur
RETURN m
```

Exemple Cypher

Consulter à partir des identifiants

Listing 15: Fonction ID

```
MATCH (s) WHERE ID(s) = 245 RETURN s  
  
MATCH (n:Commune) where ID(n) >=20 RETURN n
```


Exemple Cypher

Exemples autour de la négation

Listing 16: Usage du NOT

```
MATCH (i:Commune)
WHERE NOT (i) -[:NEARBY]-> (:Commune)
RETURN i

MATCH (i:Commune)
WHERE SIZE((i) -[:NEARBY]-> (:Commune)) = 0
RETURN i
```

Exemple d'utilisation d'index

Performances d'accès : définir un index sur un ou plusieurs attributs (BTree)

Listing 17: index non unique

```
CREATE INDEX ON :City(name)  
DROP INDEX ON :City(name)
```

Listing 18: index unique

```
CREATE CONSTRAINT ON (c:City) ASSERT c.name IS UNIQUE  
DROP CONSTRAINT ON (c:City) ASSERT c.name IS UNIQUE
```

Demander le plan d'exécution

Listing 19: invocation plan

```
EXPLAIN MATCH (c:City {name:'Alicante'}) RETURN c
```

Performances d'accès : plan d'exécution avec "create index"

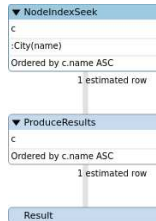


Figure: Plan avec index non unique

Performances d'accès : plan d'exécution avec "create constraint"

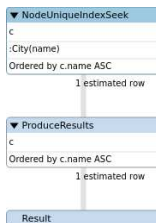


Figure: Plan avec index unique

Au travers d'un serveur d'application Jetty

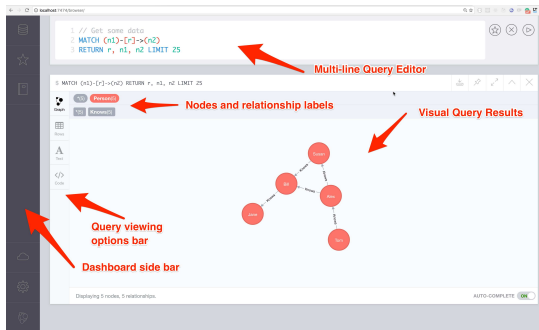


Figure: Interface d'accueil Web

Services Web REST

Listing 20: des exemples

```
browser web : http://localhost:7474/db/data/node/20
client curl : curl i --user neo4j:neo4j21 http://localhost:7474/db/data/node/20

curl -H "Accept: application/json; charset=UTF-8" -H "Content-Type: application/json"
-X POST http://neo4j:neo4j17@localhost:7474/db/data/cypher
-d '{"query" : "CREATE (n:City { code:34 , name : {name} })
RETURN n", "params" : { "name" : "Montpellier" } }'
```

Offre différents services REST : GET, POST, PUT, DELETE

Neo4J en mode embarqué

Listing 21: nodes et relations

```
import org.neo4j.graphdb.Label;

public enum Labels implements Label {
    EMPLOYEE,
    SOCIETY,
    CAR,
    DEPARTMENT
}
```

Application autonome Java : Les labels des Nœuds : classe énumérée

Les relations : autre classe énumérée

Listing 22: nodes et relations

```
import org.neo4j.graphdb.RelationshipType;

public enum Relations implements RelationshipType {
    WORKS_WITH, WORKS_FOR, FRIEND, OWNS
}
```

Créer une BD avec l'API Java

Listing 23: principes autour BD

```
public class Exemple2_Main {  
    static GraphDatabaseFactory graphDbFactory = new GraphDatabaseFactory();  
    static GraphDatabaseService graphDb = graphDbFactory.newEmbeddedDatabase(  
        new File("data/soc"));  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Transaction tx = graphDb.beginTx();  
        try {  
            Node car = graphDb.createNode(Labels.CAR);  
            car.setProperty("brand", "citroen");  
            ... } catch (Exception e) { tx.failure(); } ...  
}
```

Le mode embarqué pose un verrou exclusif sur toute la base

Nœuds et arcs de la base à créer au sein d'une transaction

Listing 24: nodes et relations

```
Node car = graphDb.createNode(Labels.CAR);  
car.setProperty("brand", "citroen");  
car.setProperty("model", "2cv");  
  
Node owner = graphDb.createNode(Labels.EMPLOYEE);  
owner.setProperty("lastName", "M");  
owner.setProperty("job", "teacher");  
owner.createRelationshipTo(car, Relations.OWNS);
```

Première consultation avec Cypher

Listing 25: Cypher

```
Result result = graphDb.execute(
    "MATCH (c:CAR) <-[OWNS]- (p:EMPLOYEE) " +
    "WHERE c.brand = 'citroen'" +
    "RETURN p.firstName, p.lastName");
while ( result.hasNext() )
{
    Map<String, Object> row = result.next();
    for ( String key : result.columns() )
    {
        System.out.printf( "%s = %s%n", key, row.get( key ) );
    }
}
```

mécanismes de parcours (fragment du graphe)

Listing 26: exemple parcours

```
private Traverser getColleagues( final Node person )
{
    TraversalDescription td = graphDb.traversalDescription()
        .breadthFirst()
        .relationships( RelTypes.WORKS_WITH, Direction.OUTGOING)
        .evaluator( Evaluators.excludeStartPosition() );
    return td.traverse( person );
}
```

APOC : Awesome Procedures on Cypher

Paquetages de procédures prédéfinies ou à construire en fonction des besoins

- à rapprocher des paquetages PL/SQL dans le contexte d'ORACLE
- implémentés en Java et manipulés sous forme de "Java archive" à déposer dans le répertoire plugins
- appelés ensuite au sein des ordres CYPHER

Listing 27: APOC

```
CALL dbms.procedures() YIELD name  
RETURN head(split(name, ".")) as package, count(*), collect(name) as procedures;
```

APOC : Awesome Procedures on Cypher

Des exemples d'appel concernant le schéma

Listing 28: CALL

```
CALL db.schema()  
CALL db.constraints()  
CALL db.labels()  
CALL db.indexes()
```

APOC : une archive avec de multiples fonctionnalités disponibles (apoc.xxx.jar)

Quelques exemples de fonctionnalités du paquetage général nommé apoc

- traversée de graphe
- recherche plein texte
- fonctions spatiales
- migration entre SGBD
- conversion de formats
- ...

Paquetage apoc : un exemple d'utilisation

Export de données de la base au format json dans un fichier texte

- autoriser l'export au préalable (fichier neo4j.conf)
apoc.export.file.enabled=true
- le fichier résultat est placé par défaut dans le répertoire import

Listing 29: appel APOC

```
call apoc.export.json.query("MATCH (a)  
Return id(a), labels(a), a.name", "test.json", {} )
```

Paquetage apoc : un exemple d'utilisation

Aperçu du résultat sur une base jouet

Listing 30: sortie APOC

```
{ "id(a)":1, "labels(a)": ["Personne"], "a.name": "bob" }  
{ "id(a)":20, "labels(a)": ["Institution"], "a.name": "UM" }  
{ "id(a)":82, "labels(a)": ["City"], "a.name": "Montpellier" }
```

Des différences dans les modèles : "Labeled Property Graph" (LPG) versus "Labeled Graph" (LG) RDF/RDFS

Quelques ressemblances de fond

- paradigme graphe
- liens binaires entre nœuds
- possibilité de typer les liens comme les nœuds ...

Différences importantes sur la manière d'envisager la relation conduisant un graphe stocké dans un langage de sérialisation RDF à être plus volumineux

Des différences dans les modèles : synthèse LPG (Neo4J)

- un nœud LPG : un ID interne, un ou plusieurs types (labels pour Neo4J), des propriétés internes (paires de clé-valeur)
- une relation LPG : un ID interne, un seul type, des propriétés internes (paires de clé-valeur)
- nœud et relation distincts

Atout : les individus de relation vont pouvoir véhiculer les caractéristiques intrinsèques à une interaction entre 2 entités. Par exemple, la distance en Kms entre 2 communes voisines gérable au niveau de la relation de proximité entre ces deux communes.

Des différences dans les modèles : synthèse LG (Triplestores)

- un nœud RDF/RDFS : une URI, pouvant être typé par plusieurs classes, des propriétés littérales externes
- une relation est une ressource en tant que telle et peut jouer le rôle de nœud dans certains triplets
- une relation ne dispose que de propriétés génériques (par exemple transitivité ou est sous-relation de) pour toutes les instances de relation
- de fait, une seule instance de la même relation ne peut s'appliquer qu'une fois entre deux ressources

de fait, vouloir représenter des caractéristiques intrinsèques à une relation entre deux ressources, oblige à réifier (chosifier) et créer de nouveaux nœuds.

LPG versus RDF/RDFS ; points forts et faibles

- concision de la représentation bien plus importante dans LPG
- absence d'héritage / mécanismes de subsomption dans LPG
alors que les propriétés `subPropertyOf` et `subClassOf`
retrouvées dans RDFS vont être déterminantes pour les
mécanismes de raisonnement basés sur de la transitivité
- essayer de tirer parti des deux systèmes

LPG : Montpellier et ses maires successifs

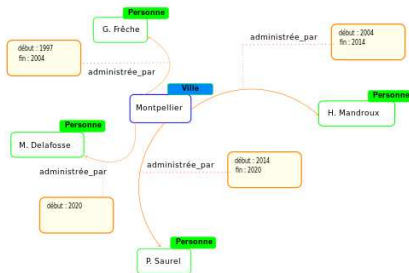


Figure: Associations et propriétés associées

RDF : Montpellier et ses maires successifs

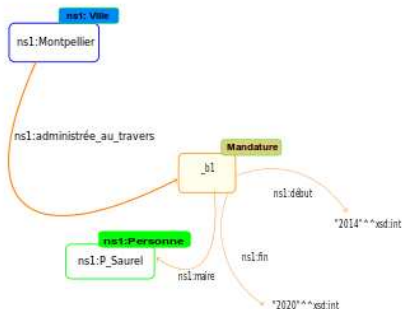


Figure: Noeuds anonymes pour la chosification des associations

Plugin Neosemantics (nsmtx)

Utiliser Neo4J en lieu et place d'un triplestore

- stockage de données RDF au sein de Neo4J
- export de données graphe dans un format RDF (N3, JSON-LD, RDF/XML)
- mise en correspondance des modèles (RDF vs LPG)
- mécanismes d'inférence

voir <https://github.com/neo4j-labs/neosemantics>

Manipuler le graphe dans un format RDF

Listing 31: rdf et cypher

```
:POST /rdf/cypher { "cypher":"MATCH (v:City) RETURN v" , "format" : "N3"}  
:POST /rdf/cypher { "cypher":"MATCH path = (n:Personne)-[]->(i:Institution) RETURN  
  path " , "format" : "N3"}  
:GET /rdf/onto  
:GET /rdf/describe/id/0
```

Importer des données accessibles sur le Web au format turtle

Listing 32: import

```
CREATE INDEX ON :Resource(uri)
puis
call
  semantics.importRDF("http://www.iro.umontreal.ca/~lapalme/ift6282/Shakespeare/Shakespeare.ttl"
    ,"Turtle")
```

Prise en charge du mapping des propriétés associées aux relations

Listing 33: un exemple

```
create (gf:Personne {nom:"Freche",prenom:"Georges"})
<-[ap1:administree_par {date_debut:1997, date_fin:2004}]-
(c:Ville {nom:"Montpellier"}),
(hm:Personne {nom:"Mandroux",prenom:"Helene"})
<-[ap2:administree_par {date_debut:2004, date_fin:2014}]- (c),
...
return *
```

résultats de :GET /rdf/onto : propriétés de la relation sont perdues par le mapping

Listing 34: un exemple

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix neovoc: <neo4j://vocabulary#> .
@prefix neoind: <neo4j://individuals#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .

neovoc:administree_par a owl:ObjectProperty;
  rdfs:domain neovoc:Ville;
  rdfs:label "administree_par";
  rdfs:range neovoc:Personne .

neovoc:Ville a owl:Class;
  rdfs:label "Ville" .

neovoc:Personne a owl:Class;
  rdfs:label "Personne" .
```

résultats de :GET /rdf/describe/id/3 : mêmes conclusions

Listing 35: retourner un individu

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .  
@prefix neovoc: <neo4j://vocabulary#> .  
@prefix neoind: <neo4j://individuals#> .  
  
neoind:3 a neovoc:Personne;  
  neovoc:nom "Saurel";  
  neovoc:prenom "Philippe" .  
  
neoind:1 neovoc:administree_par neoind:3 .
```

Autre test : même constat

Listing 36: retourner dates

```
:POST /rdf/cypher { "cypher": "MATCH (p:Personne)-[r]-(c:Ville) RETURN r.date_debut"  
  , "format" : "N3"  
  
empty  
  
alors que  
  
MATCH (p:Personne)-[r]-(c:Ville) RETURN r.date_debut  
les 4 dates voulues
```

Synthèse sur le mapping par défaut

- très limité : va au plus simple
- nécessite de retravailler le mapping et d'anticiper les problèmes éventuels
- un exemple dans le prochain TP