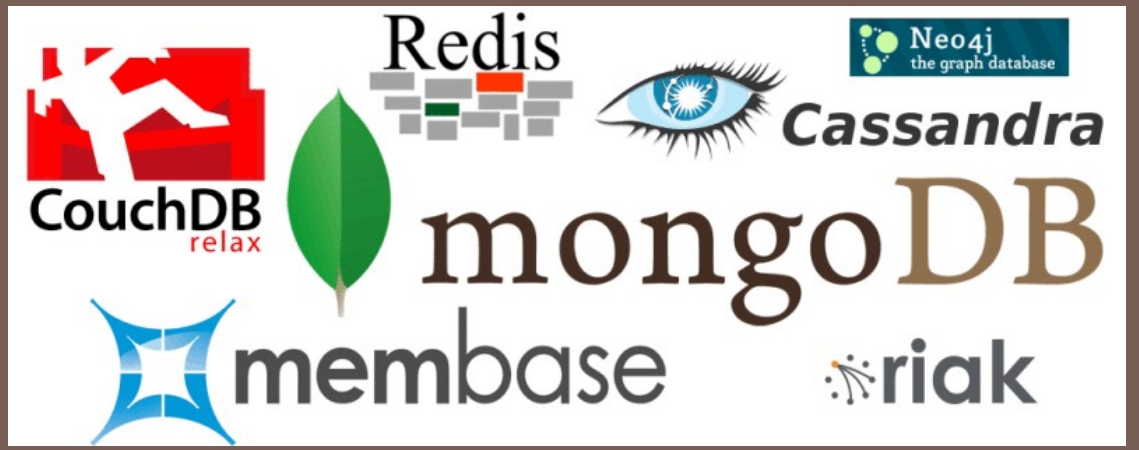


NoSQL

BD et SI

Frédéric Moal

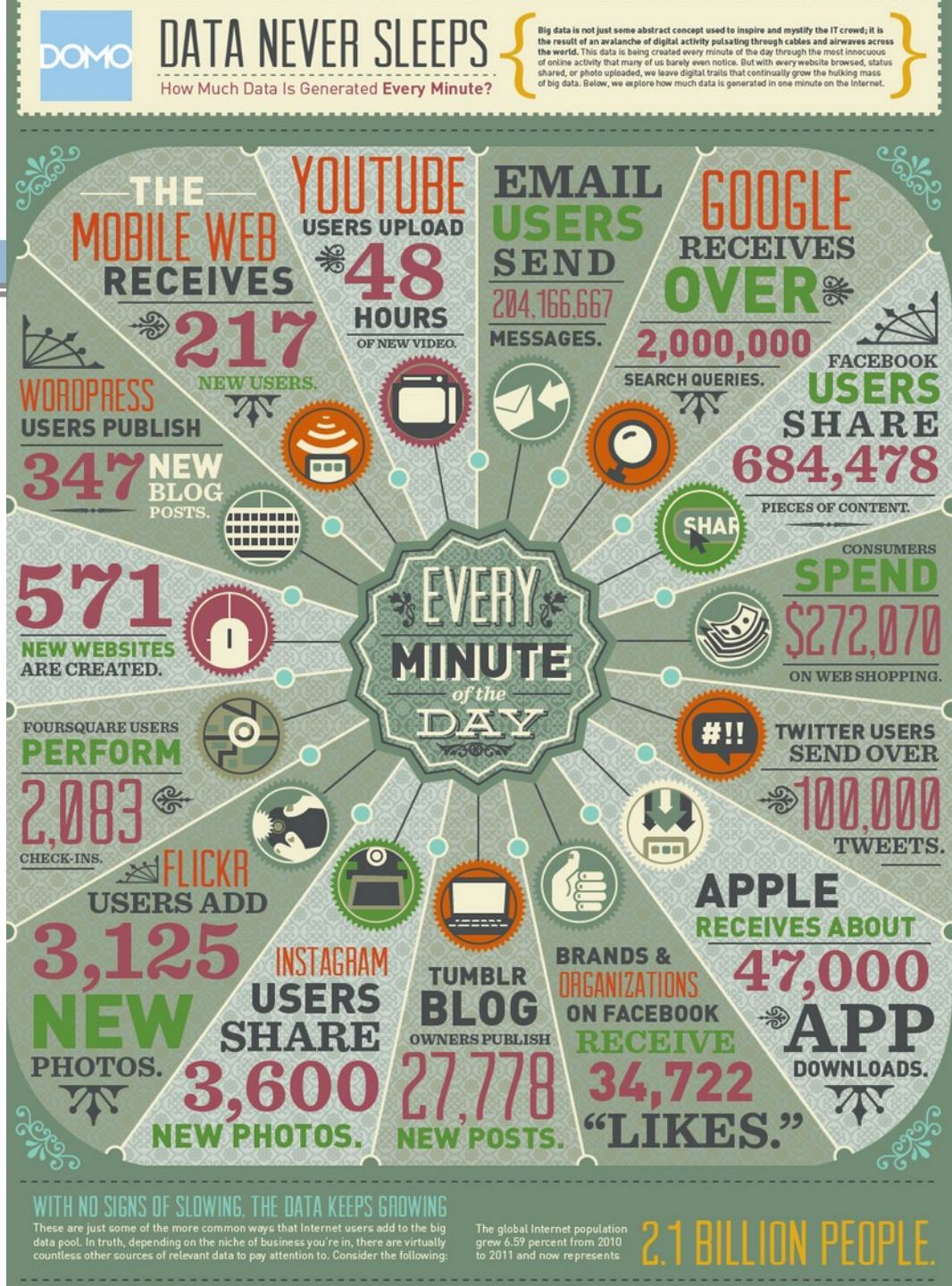
Master 1 MIAGE

année 2020/2021

Plan de la présentation

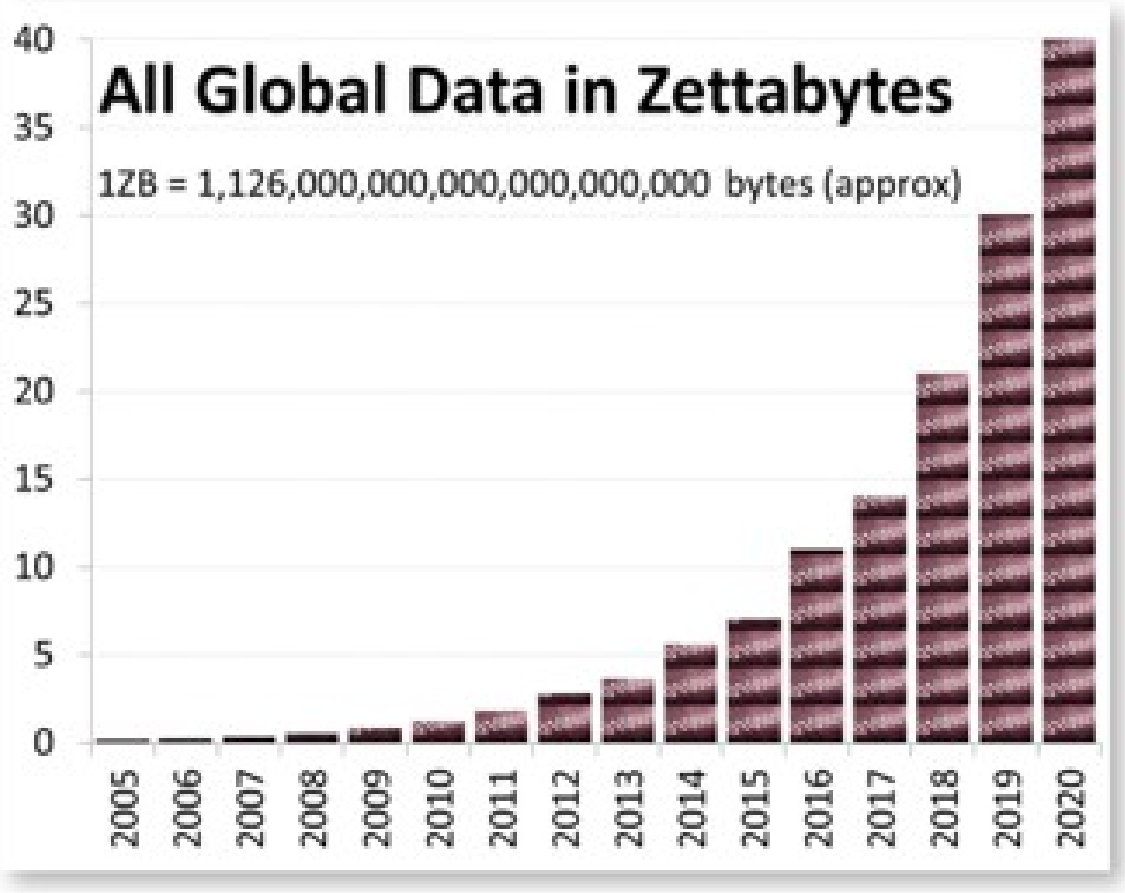
- Introduction
- NoSQL : principes
- Les types de BDs NoSQL
- Quelques exemples

1 minute =


DOMO
DATA NEVER SLEEPS
How Much Data Is Generated Every Minute?
Big data is not just some abstract concept used to inspire and mystify the IT crowd; it is the result of an avalanche of digital activity pulsating through cables and airwaves across the world. This data is being created every minute of the day through the most innocuous of online activity that many of us barely even notice. But with every website browsed, status shared, or photo uploaded, we leave digital trails that continually grow the hulking mass of big data. Below, we explore how much data is generated in one minute on the Internet.
THE MOBILE WEB RECEIVES 217 NEW USERS.
YOUTUBE USERS UPLOAD 48 HOURS OF NEW VIDEO.
EMAIL USERS SEND 204,166,667 MESSAGES.
GOOGLE RECEIVES OVER 2,000,000 SEARCH QUERIES.
FACEBOOK USERS SHARE 684,478 PIECES OF CONTENT.
WORDPRESS USERS PUBLISH 347 NEW BLOG POSTS.
571 NEW WEBSITES ARE CREATED.
EVERY MINUTE of the DAY
CONSUMERS SPEND $272,070 ON WEB SHOPPING.
FOURSQUARE USERS PERFORM 2,083 CHECK-INS.
TWITTER USERS SEND OVER 100,000 TWEETS.
FLICKR USERS ADD 3,125 NEW PHOTOS.
INSTAGRAM USERS SHARE 3,600 NEW PHOTOS.
TUMBLR BLOG OWNERS PUBLISH 27,778 NEW POSTS.
BRANDS & ORGANIZATIONS ON FACEBOOK RECEIVE 34,722 "LIKES."
APPLE RECEIVES ABOUT 47,000 APP DOWNLOADS.
WITH NO SIGNS OF SLOWING, THE DATA KEEPS GROWING
These are just some of the more common ways that Internet users add to the big data pool. In truth, depending on the niche of business you're in, there are virtually countless other sources of relevant data to pay attention to. Consider the following:
The global Internet population grew 6.59 percent from 2010 to 2011 and now represents
2.1 BILLION PEOPLE.

Et ?

- Données produites : double (+) tous les 2 ans

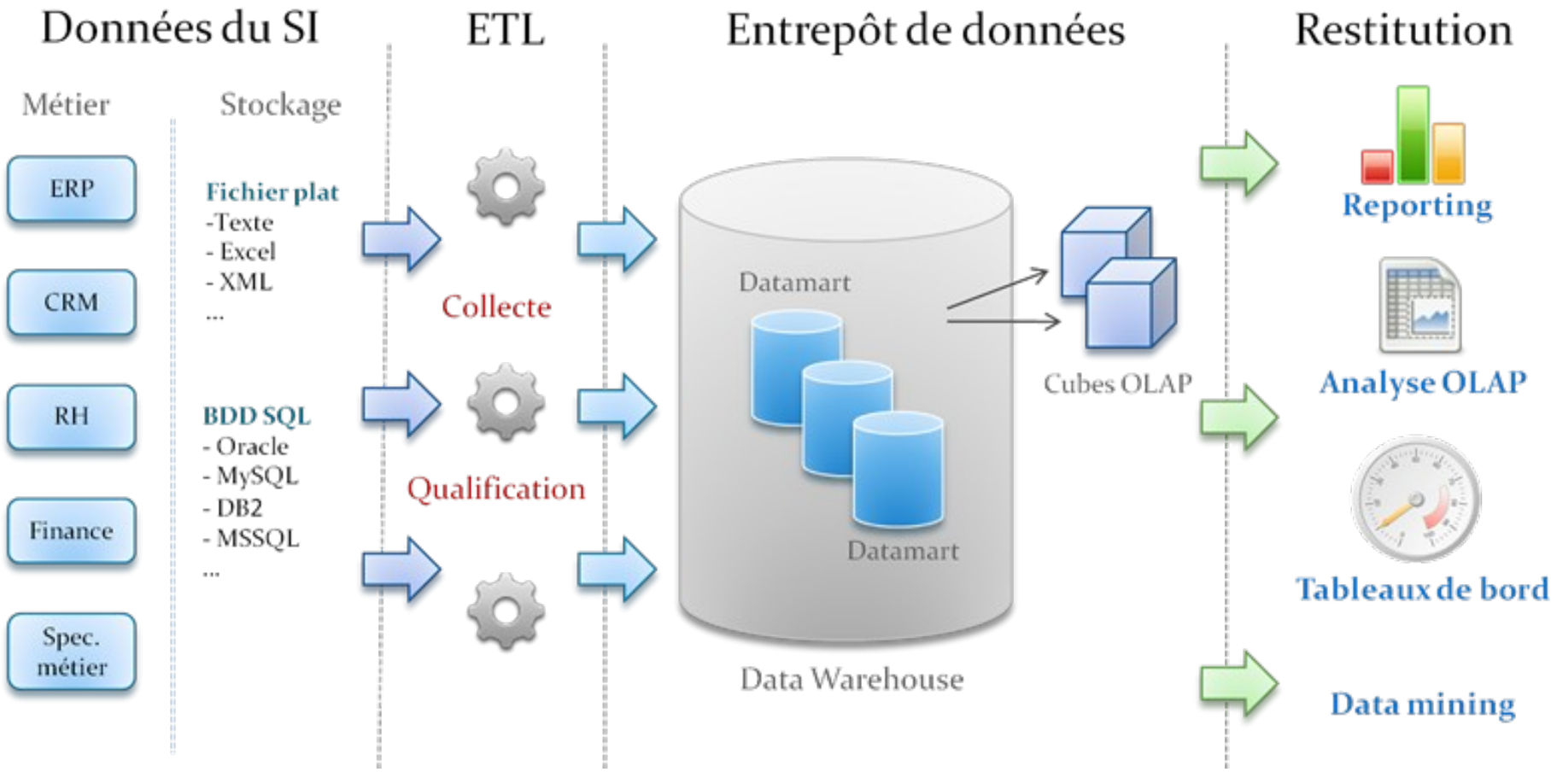


Contexte

- Chaque jour, la quantité de données produites explose
  - + de users
  - + d'usages (mobiles, réseaux sociaux, …)
  - + de machines qui en génèrent (IOT)
- Opportunités d'analyses + larges et + fines

  => valorisation de l'information
- Mais SGBDr et outils d'aide à la décision « classiques » débordés par la volumétrie des données
- Algos d'analyse classiques (BI) ne passent pas à l'échelle

Et pépé ?


Données du SI
ETL
Entrepôt de données
Restitution
Métier
Stockage
ERP
CRM
RH
Finance
Spec. métier
Fichier plat
-Texte
- Excel
- XML
...
BDD SQL
- Oracle
- MySQL
- DB2
- MSSQL
...
Collecte
Qualification
Datamart
Datamart
Cubes OLAP
Data Warehouse
Reporting
Analyse OLAP
Tableaux de bord
Data mining

Soufflé par les 3V du Big Data

- Volume : Go/To => Po/Eo
- Variety : types très variés, texte...
- Velocity : données crées de + en + vite, traitements « temps réel »

Nouvelle problématique

- Stockage : plus sur 1 serveur ! Mais 100, 1000…

  BD NoSQL
- Frameworks de requêtage

  Hadoop, Spark, …
- Solutions de visualisation et de data mining adaptées
- Format de fait : JSON

- Données dans le cloud => analyse dans le cloud

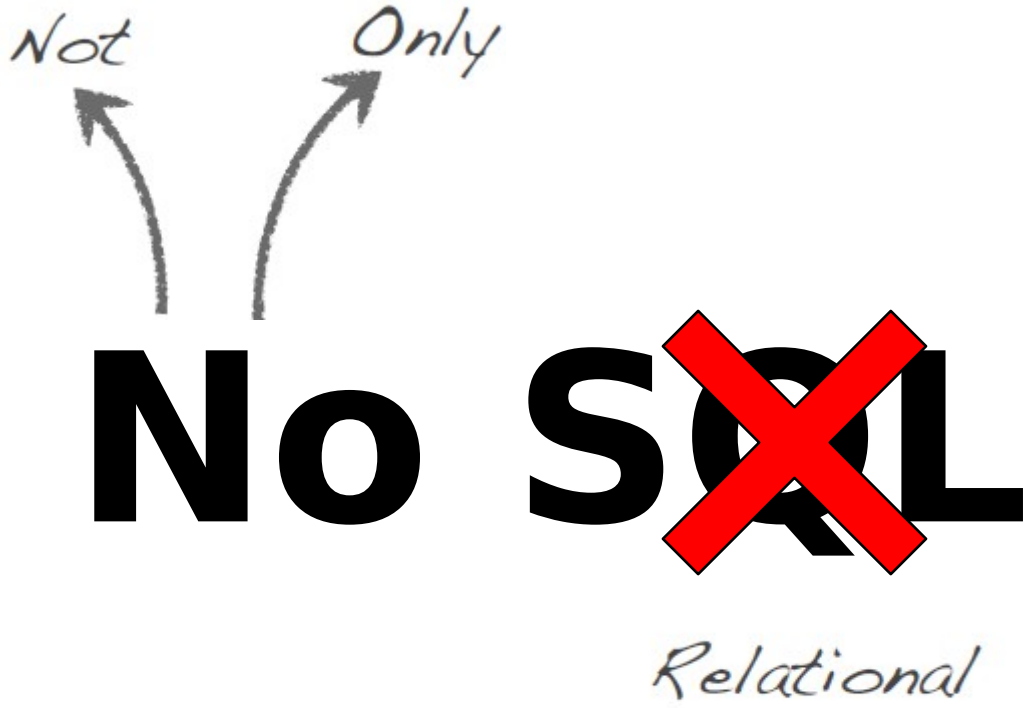
Les données [dans le Cloud] : NoSQL

Source :

Xebia, Michaël Figuière

http://www.slideshare.net/mfiguiere/presentations

A propos de NoSQL



Contrairement aux idées reçues

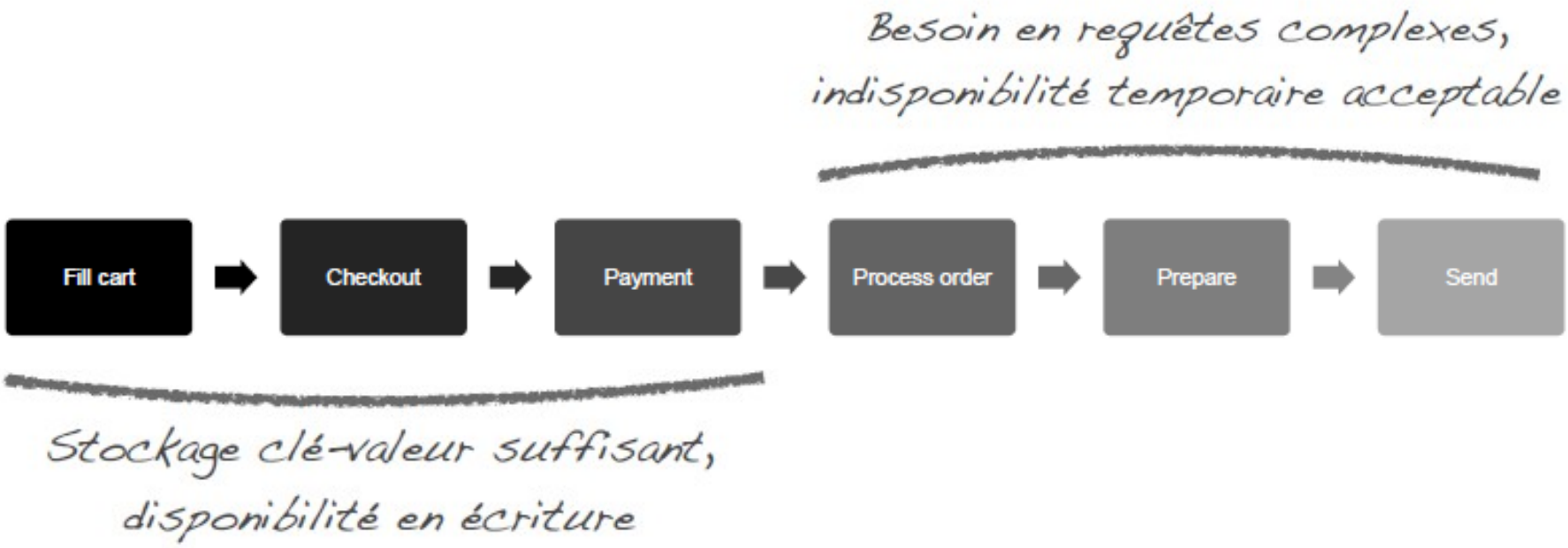
- NoSQL n'est pas un remplaçant des SGBDR
  - ↳ *The right tool for the right job*
- NoSQL reste un domaine d'innovation
  - ↳ *Mais déjà déployé en production !*
- NoSQL est un écosystème riche et complexe
  - ↳ *« Le diable est dans le détail »*

Au commencement

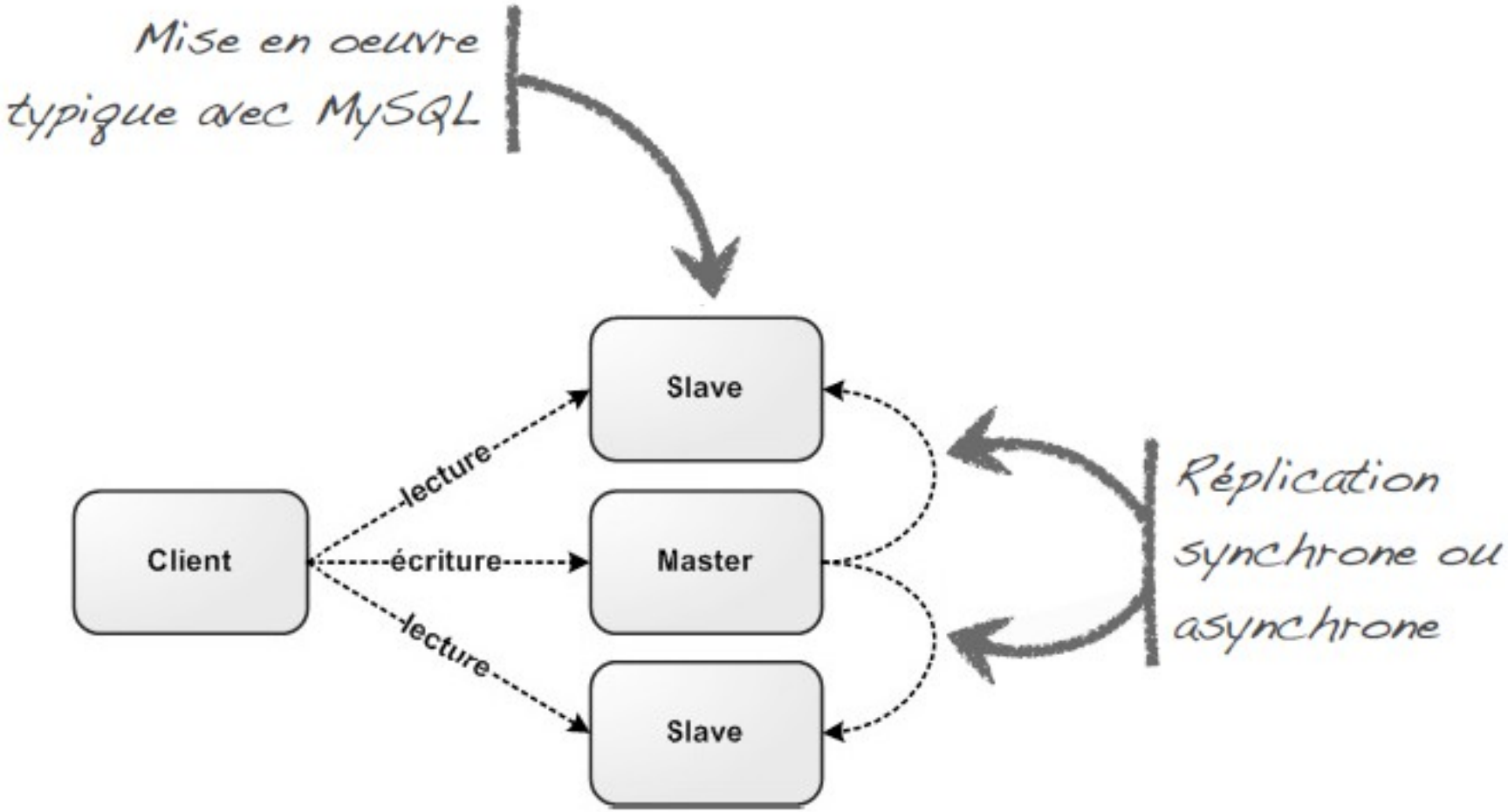
- Des cas d'usage différents mais des besoins similaires :

- Performance
- Disponibilité (> 99.99 %)
- Résilience
- Scalabilité horizontale

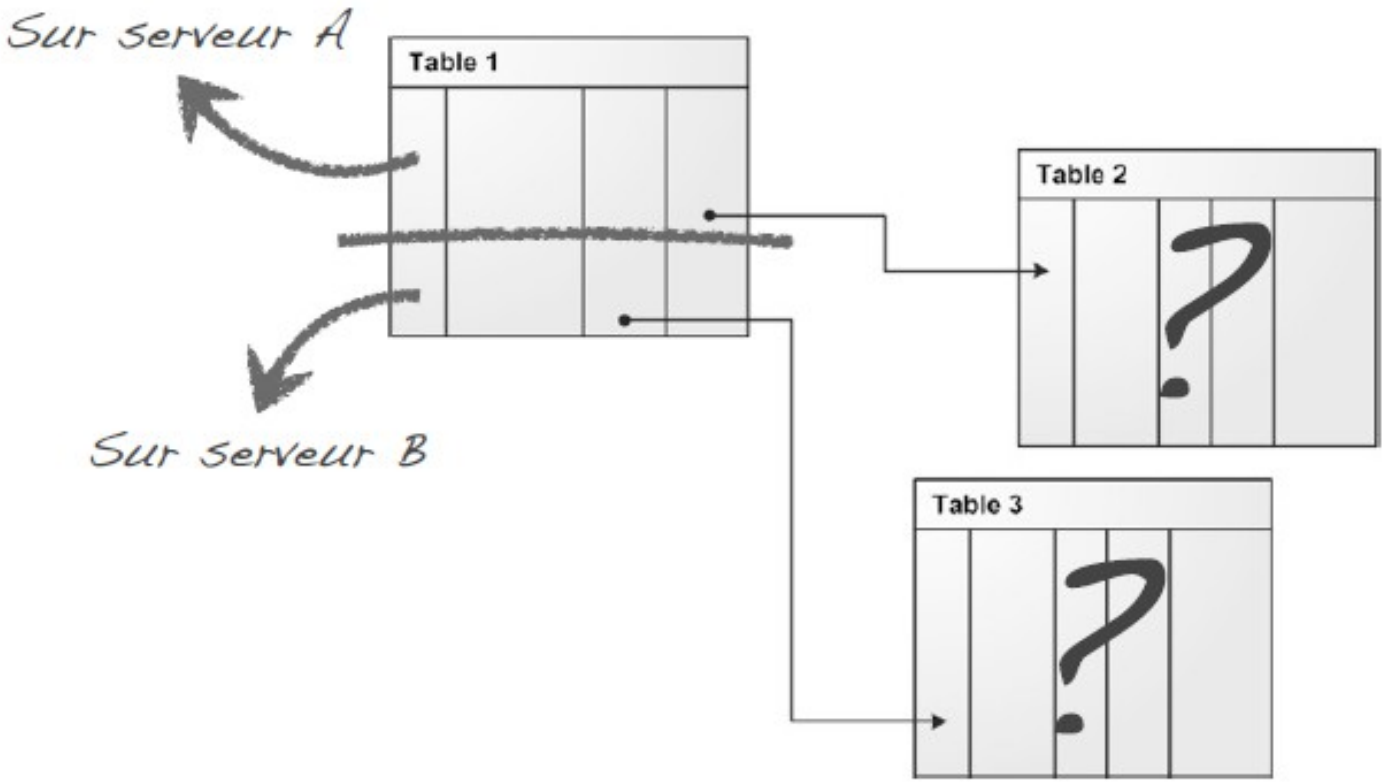
Amazon : naissance de Dynamo



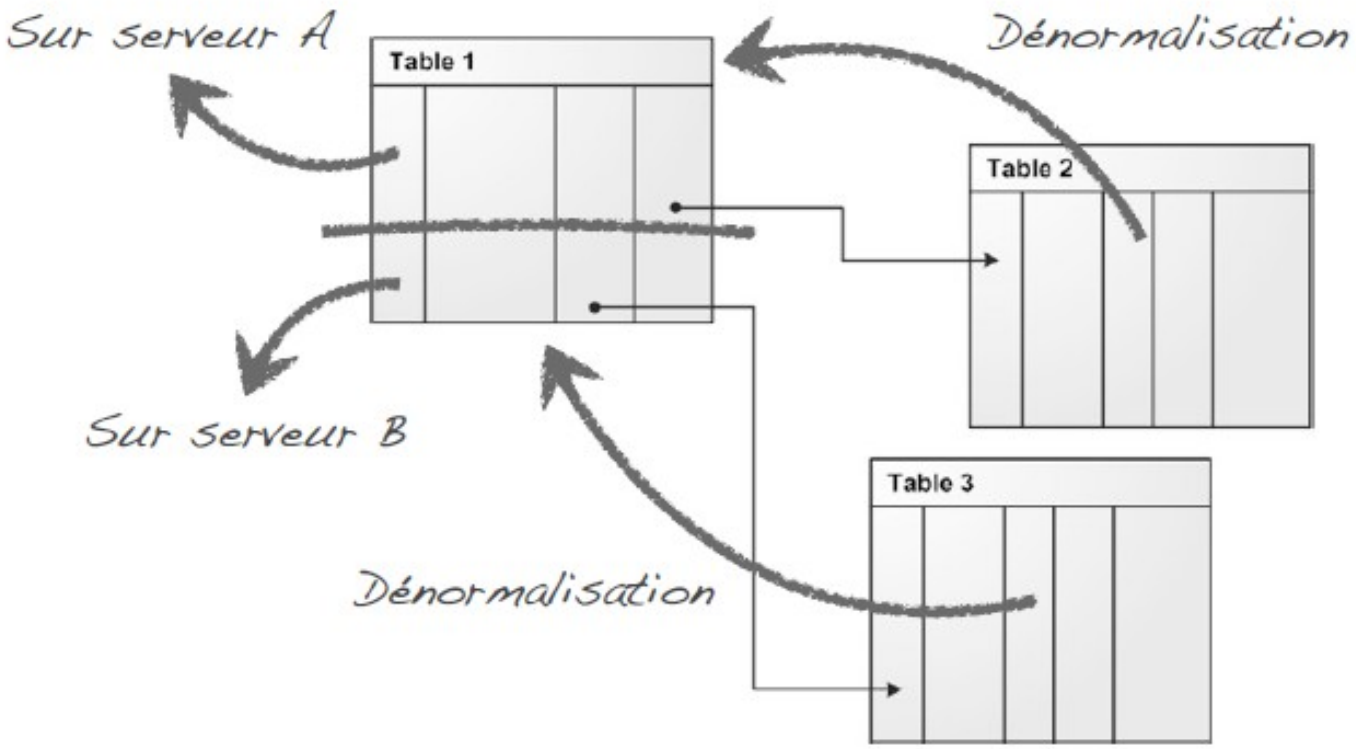
Assurer la Scalabilité : SGBDr



Sharding avec SGBDr



Sharding avec SGBDr



- On perd alors beaucoup d'intérêt du Relationel

Sharding avec SGBDr : problèmes

- Pour garder de bonnes performances, les relations many-to-many et many-to-one nécessitent d’être dénormalisées
- Gestion du resharding
- Code applicatif complexifié

table hachage à BDD clé-valeur

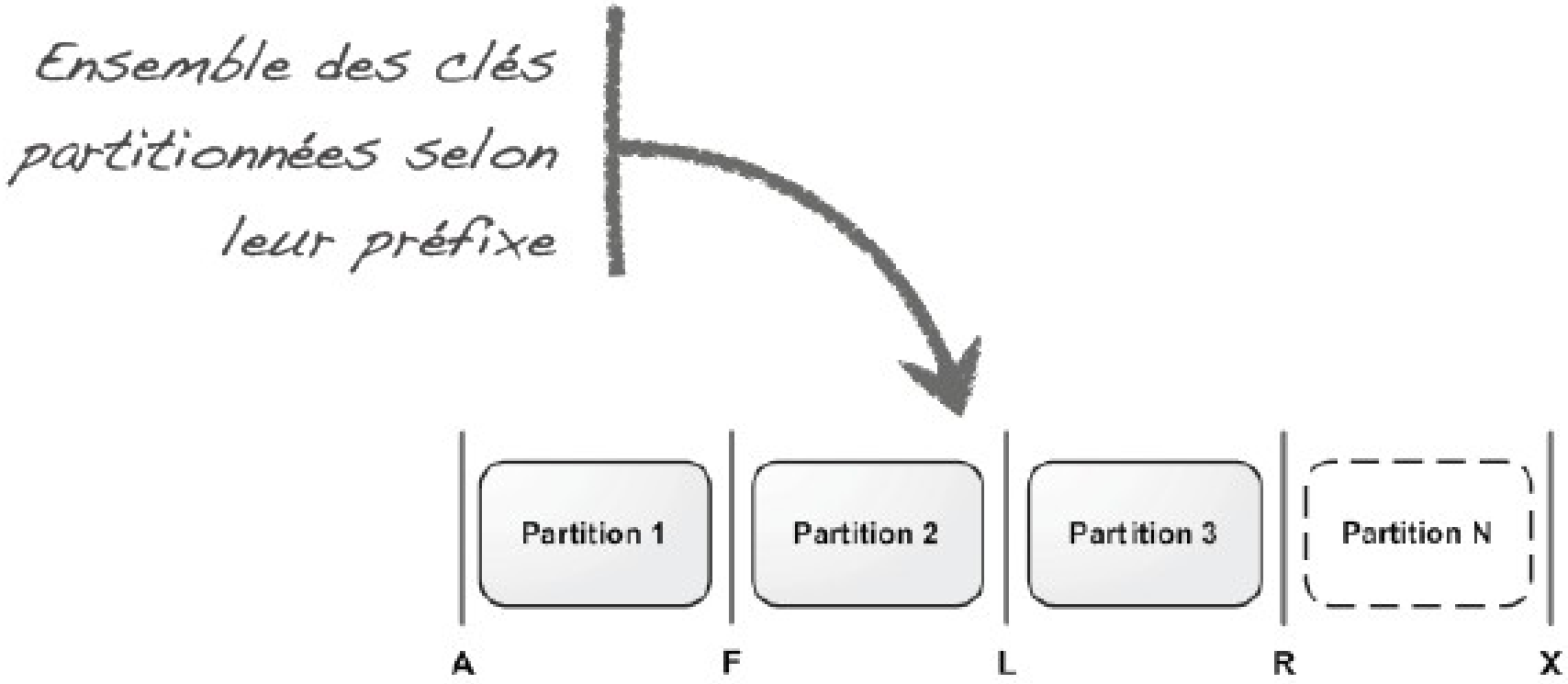


table hachage à BDD clé-valeur

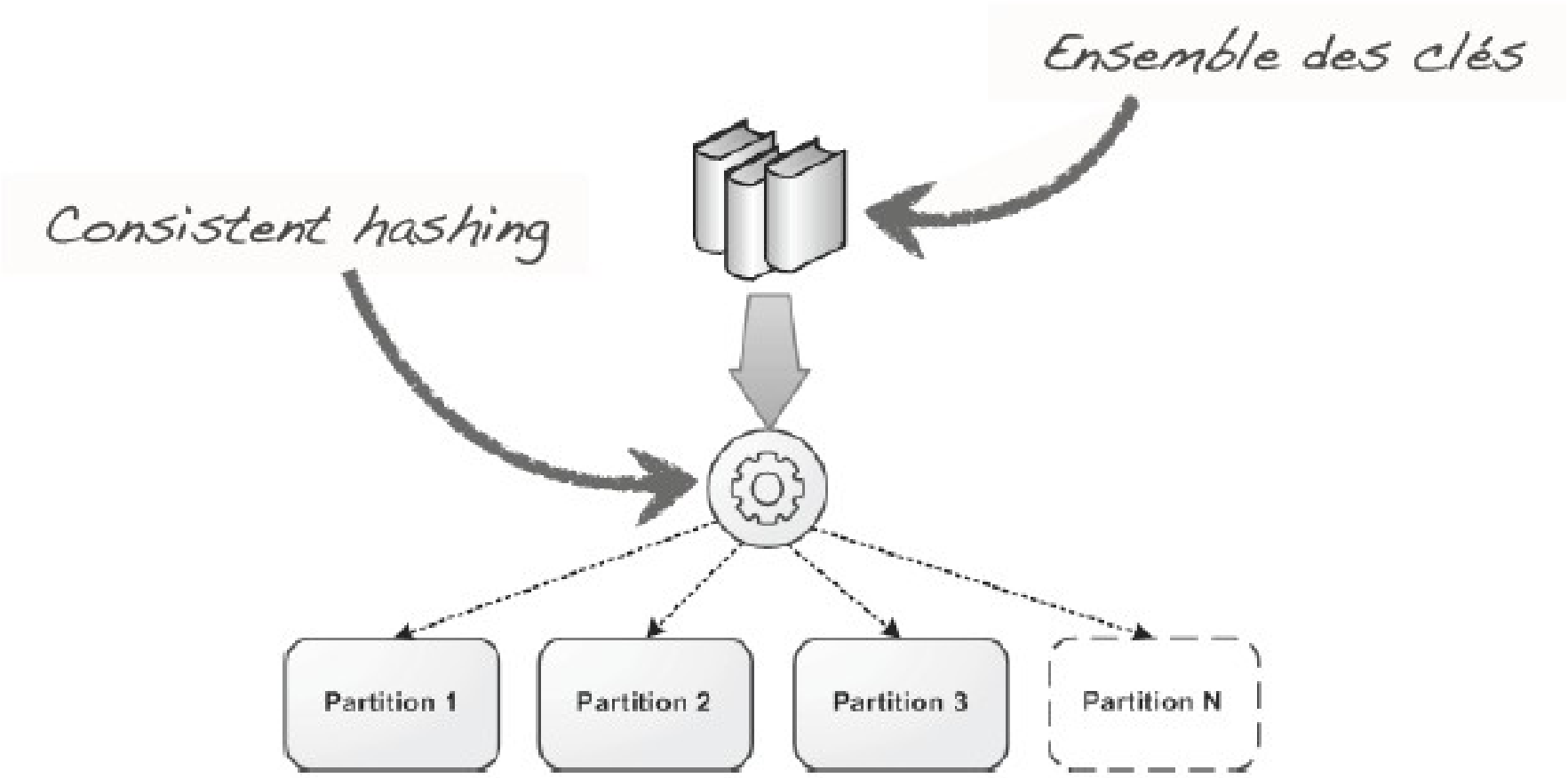
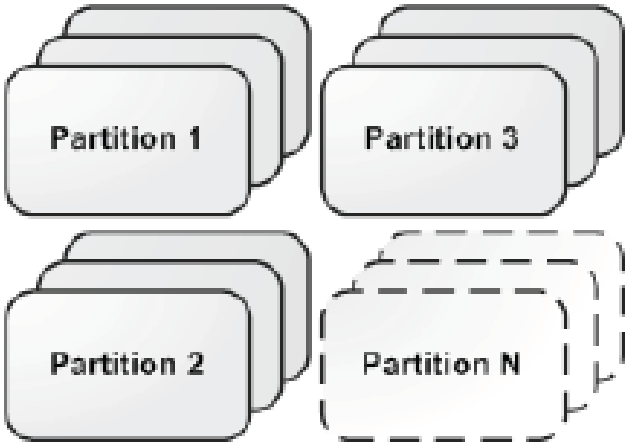
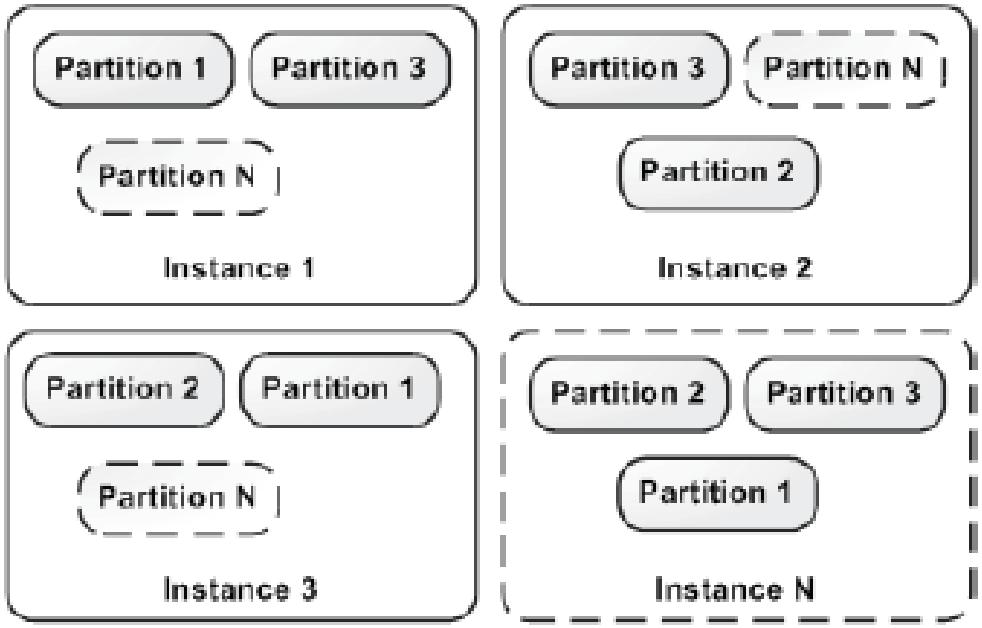


table hachage à BDD clé-valeur

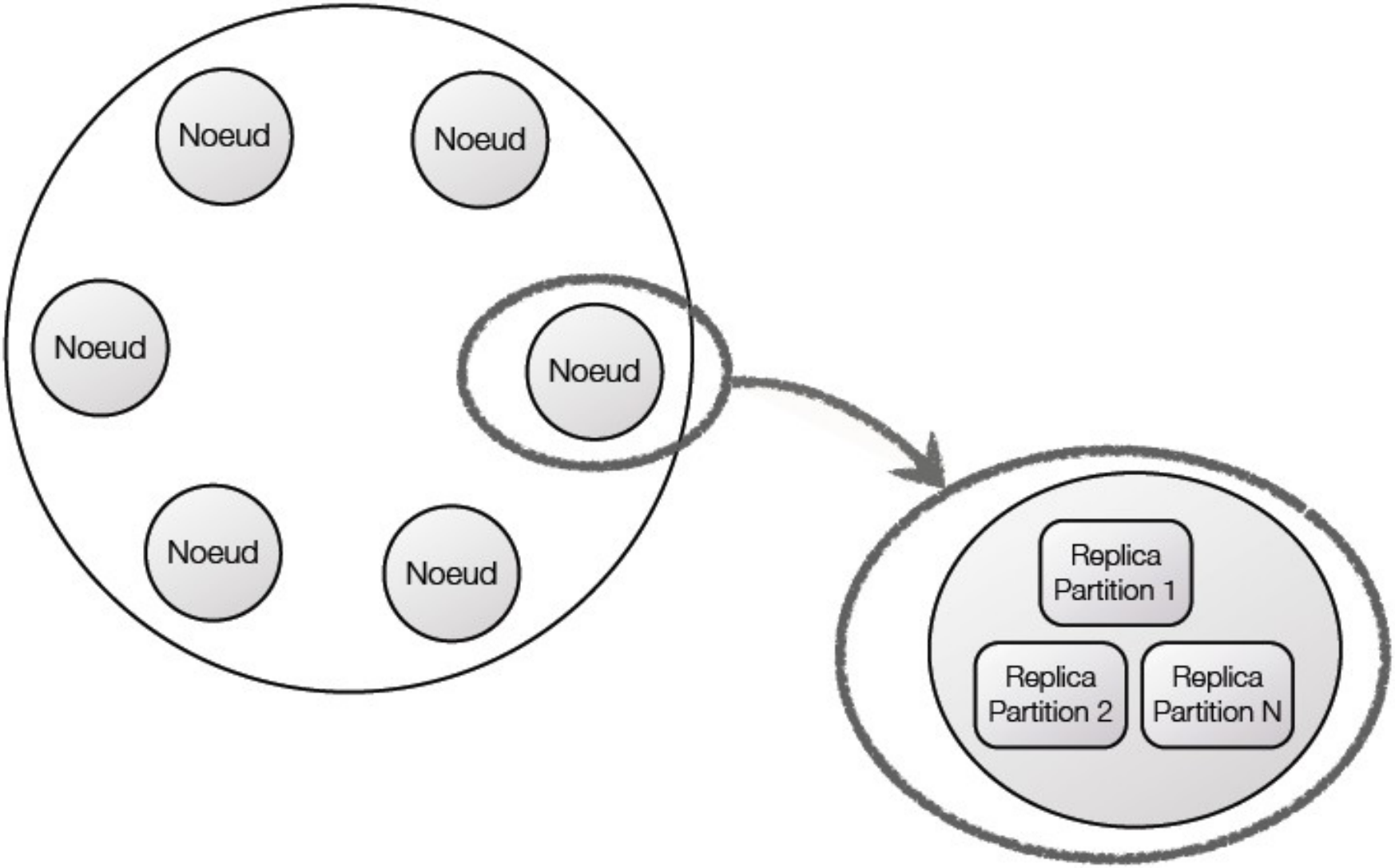


Une partition par instance

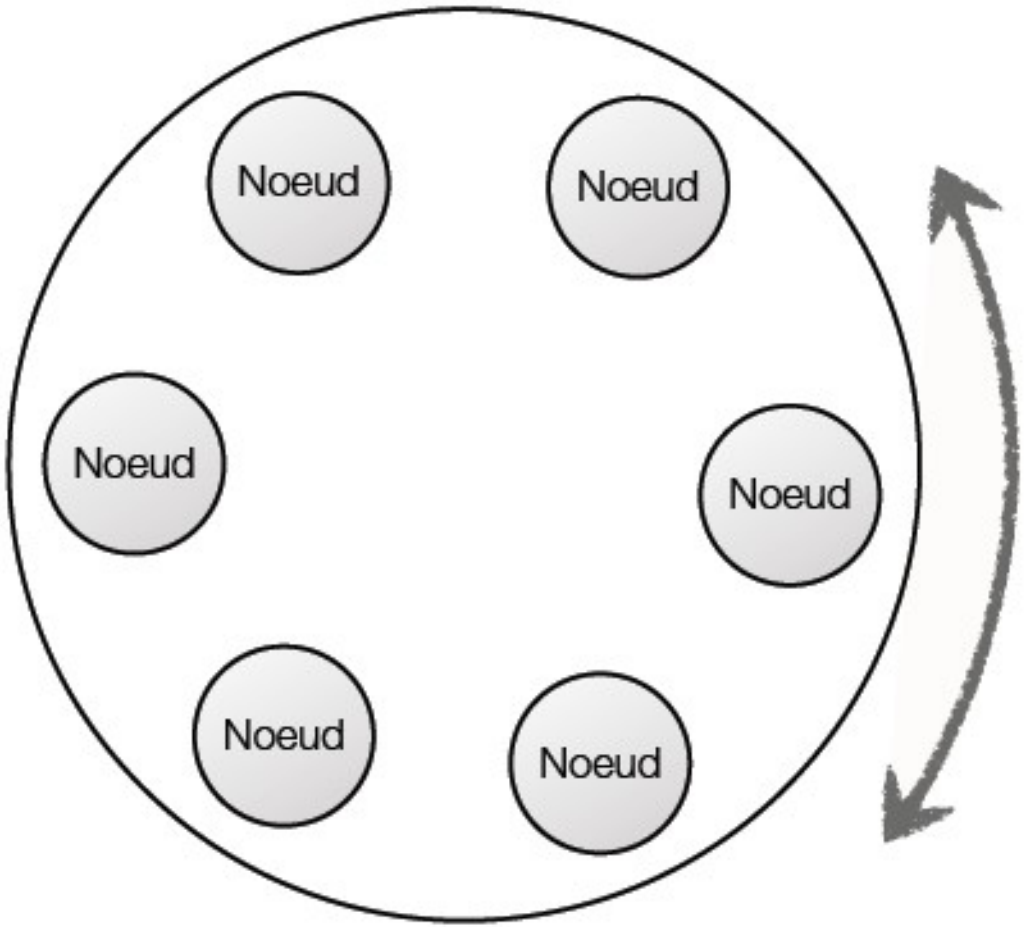


Multiples partitions par instance

Nœuds en anneaux

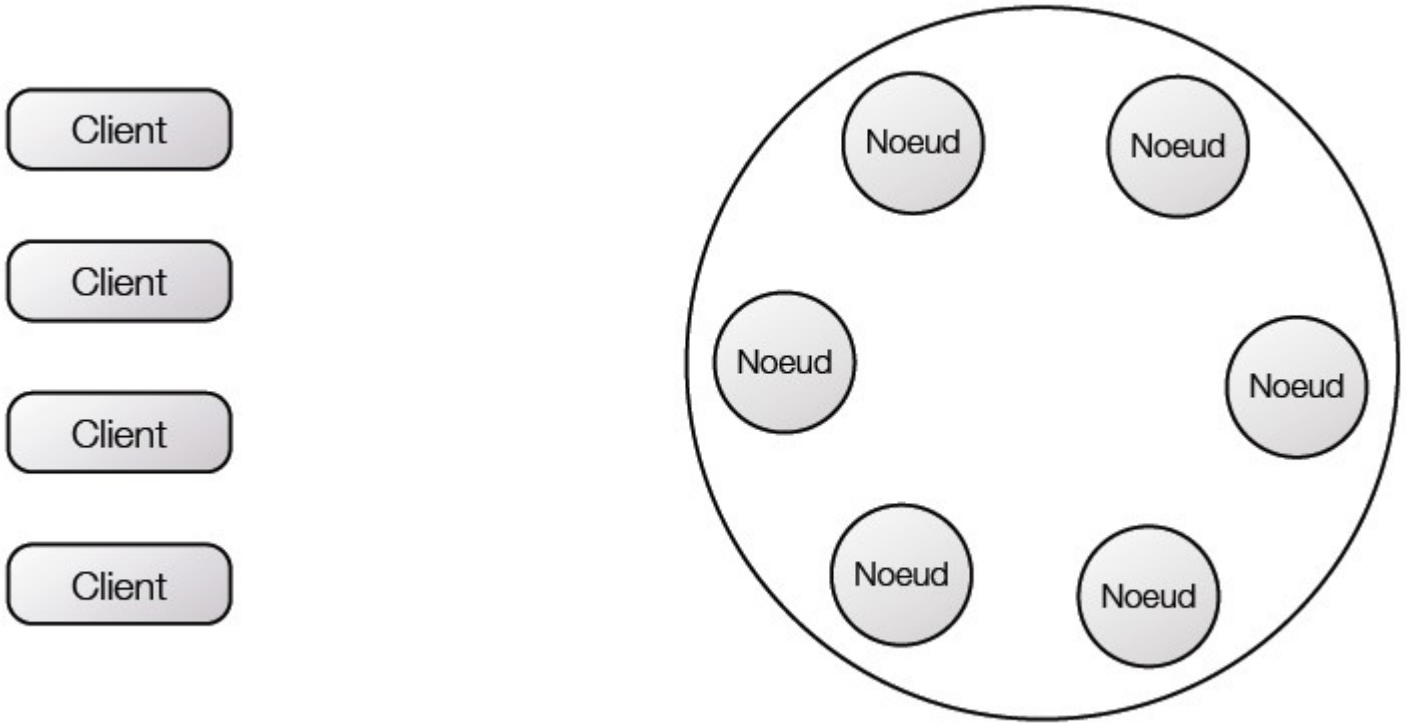


Nœuds en anneaux

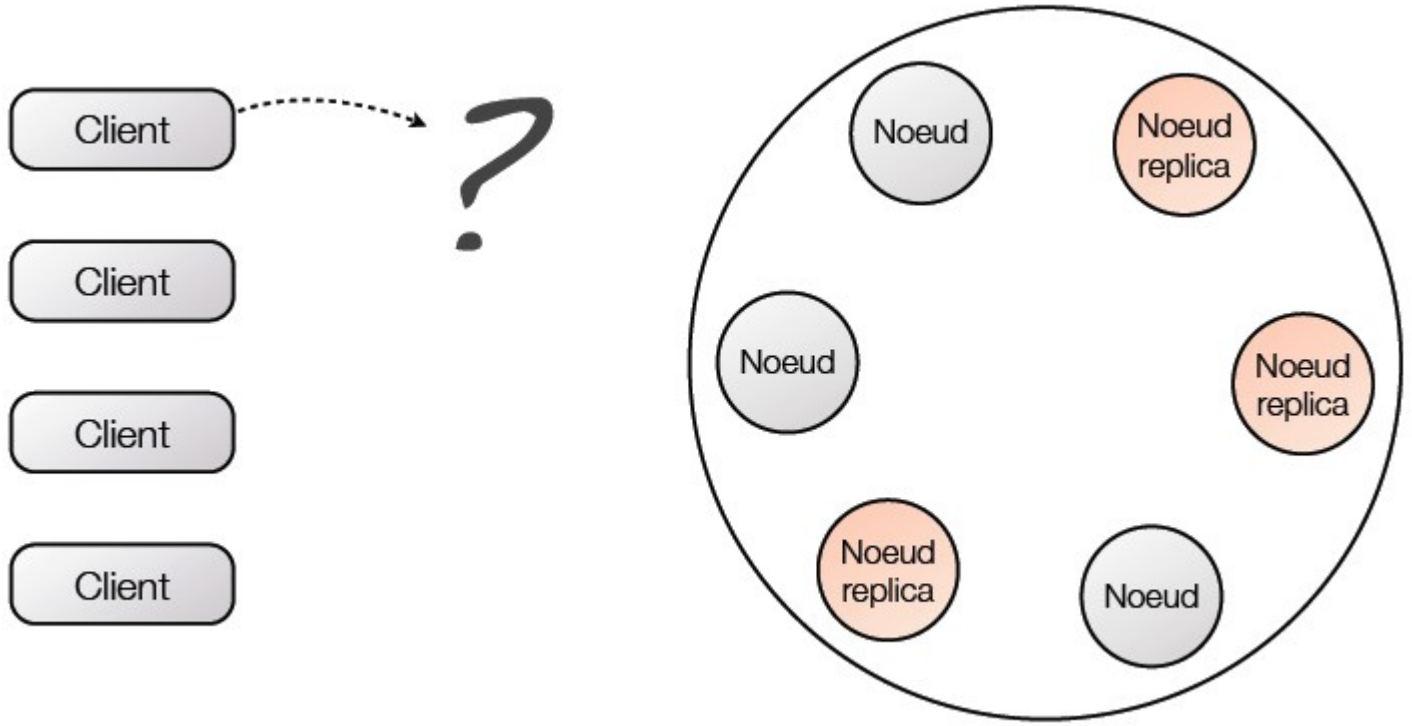


Communication de proche en proche pour diffuser les changements de topologie

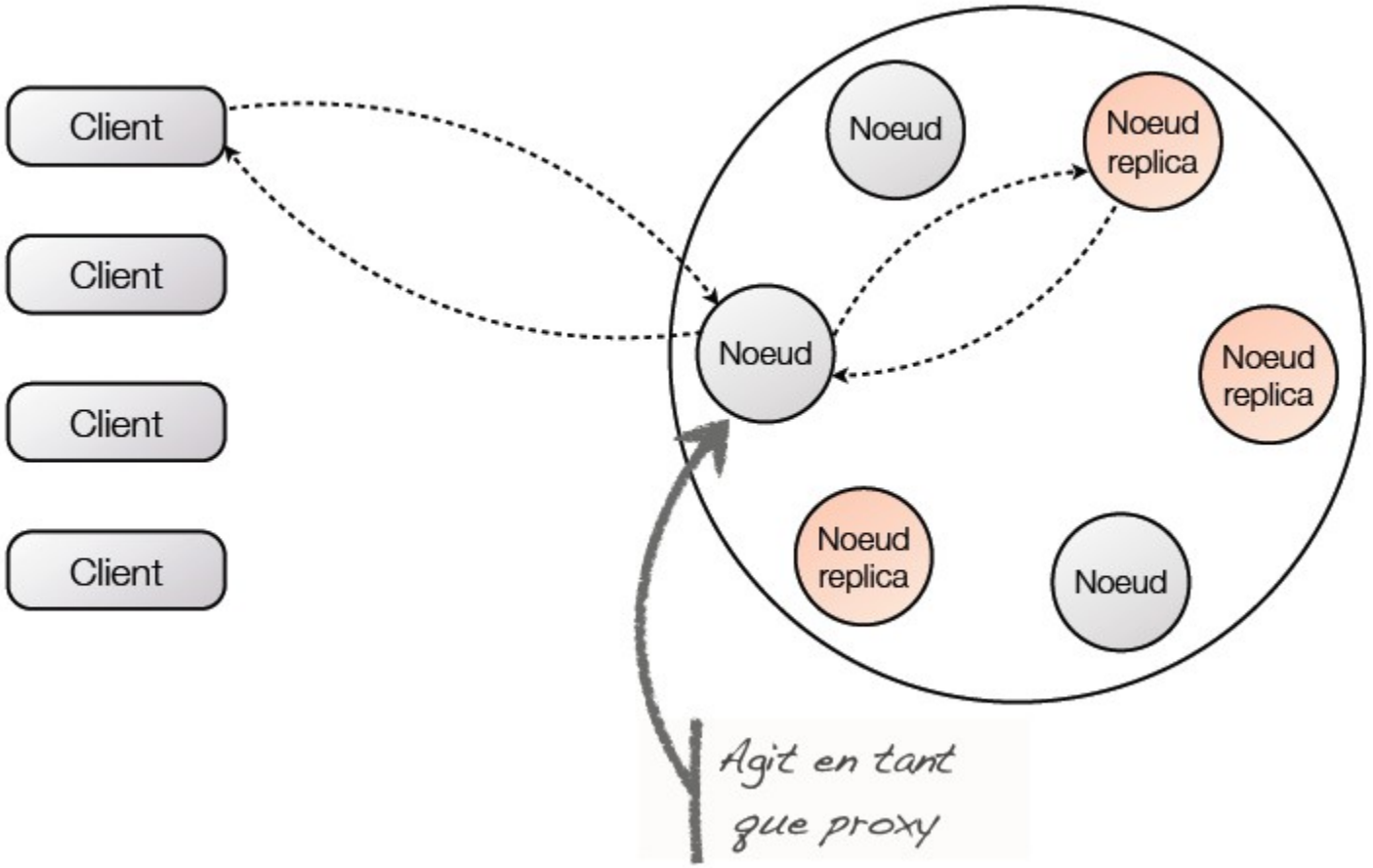
Interactions Client/Serveur



Interactions Client/Serveur



Interactions Client/Serveur



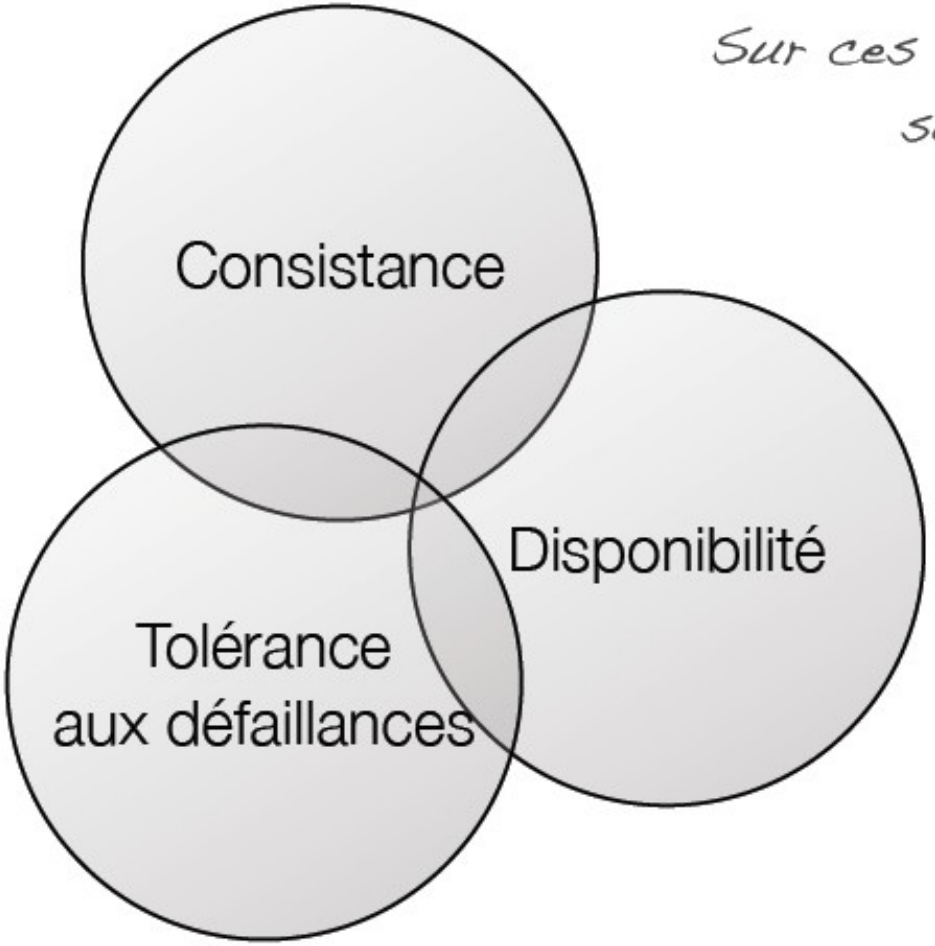
Que devient ACID ?

- ***A****tomique* : la suite d'opérations est indivisible, en cas d'échec en cours d'une des opérations, la suite d'opérations doit être complétement annulée (*rollback*).
- ***C****ohérente* : le contenu de la base de données à la fin de la transaction doit être cohérent sans pour autant que chaque opération durant la transaction donne un contenu cohérent.
- ***I****solée* : lorsque deux transactions A et B sont exécutées en même temps, les modifications effectuées par A ne sont ni visibles par B, ni modifiables par B tant que la transaction A n'est pas terminée et validée (*commit*).
- ***D****urable* : Une fois validé, l'état de la base de données doit être permanent, et aucun incident technique ne doit pouvoir engendrer une annulation des opérations effectuées durant la transaction.

Que devient ACID ?

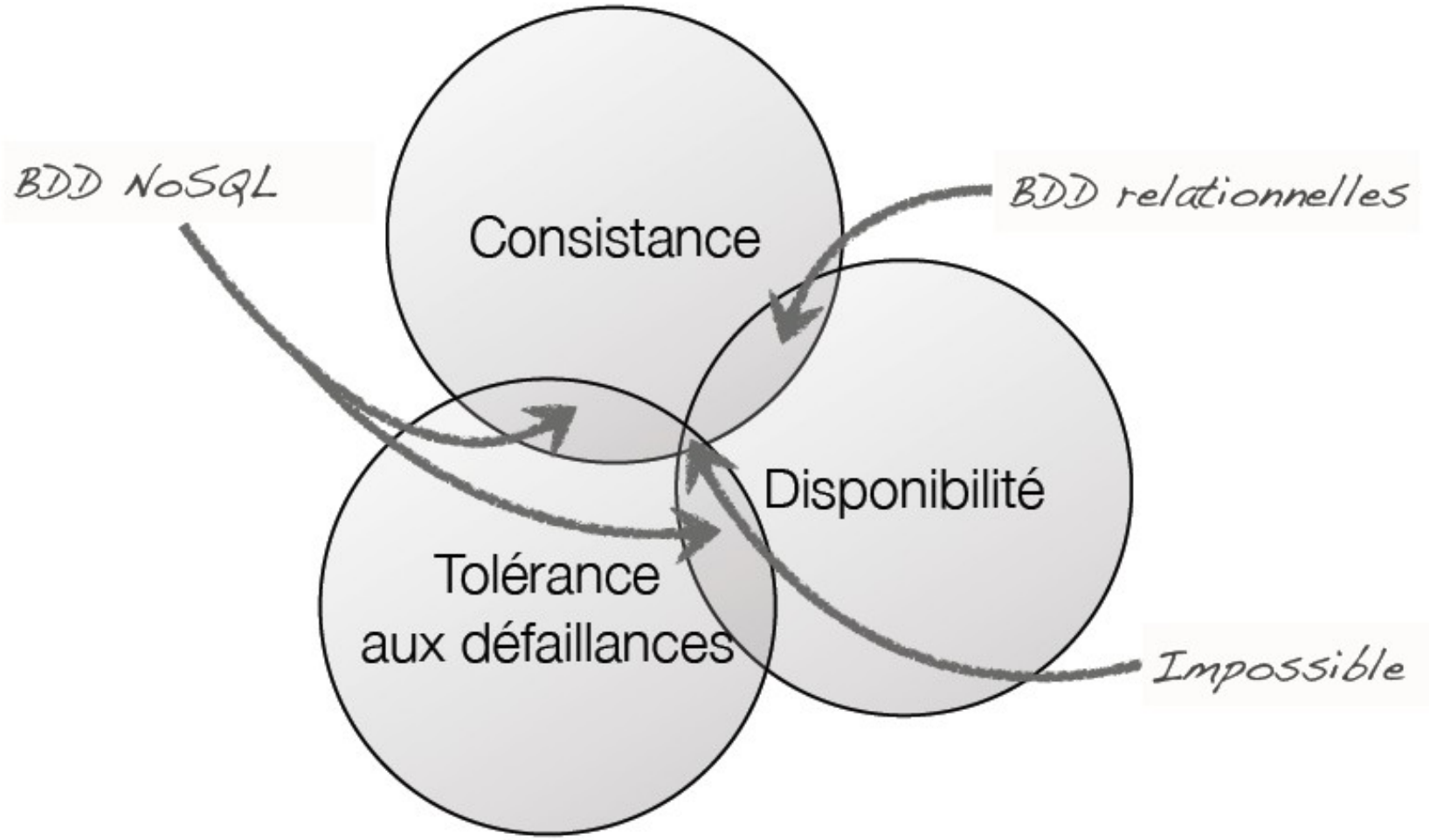
- Tout accès réseau/machine est faillible
- Des concessions doivent être faites sur le modèle de données
- Des concessions doivent être faites sur la consistance

Le théorème CAP

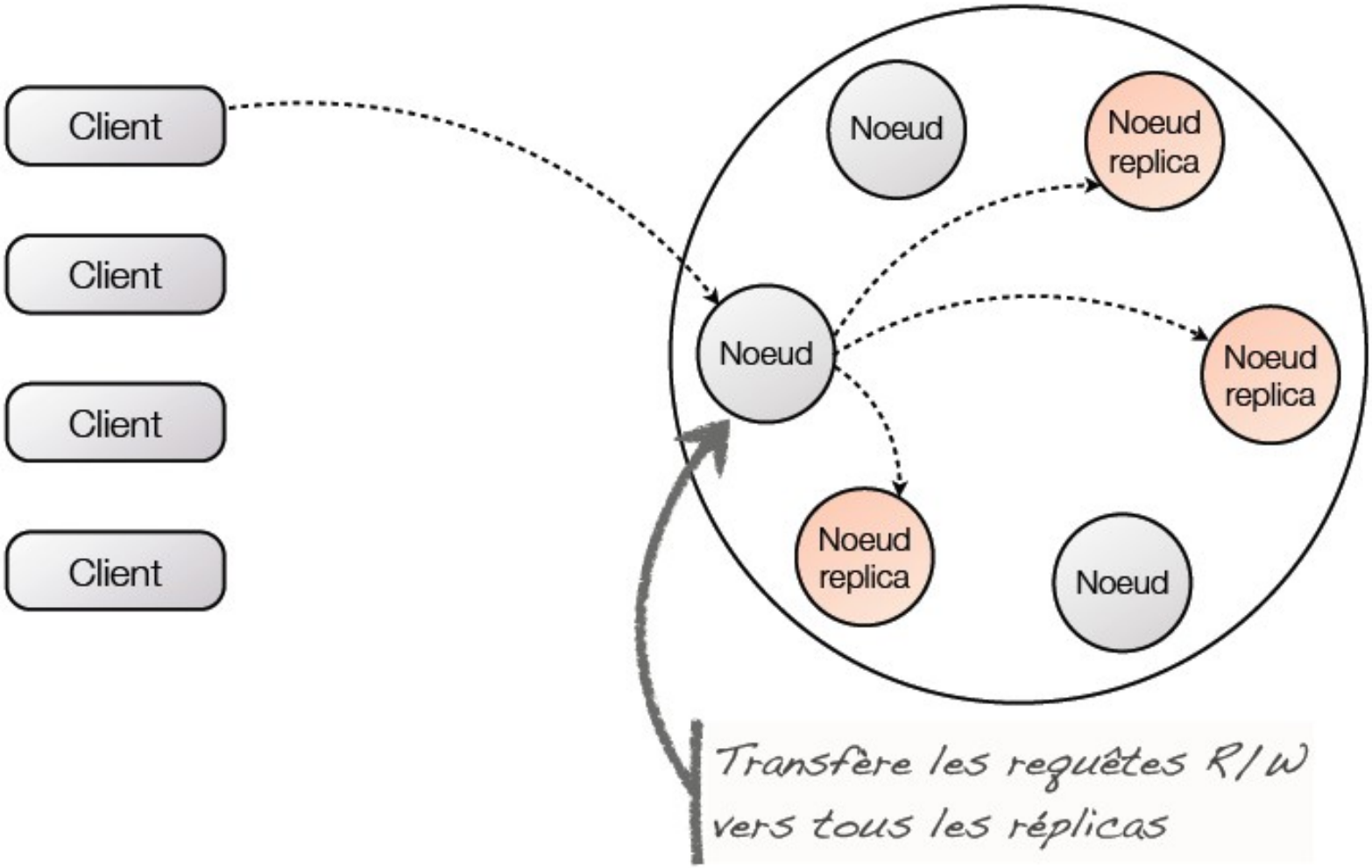


Sur ces 3 propriétés,
seules 2 sont
réalisables
à la fois

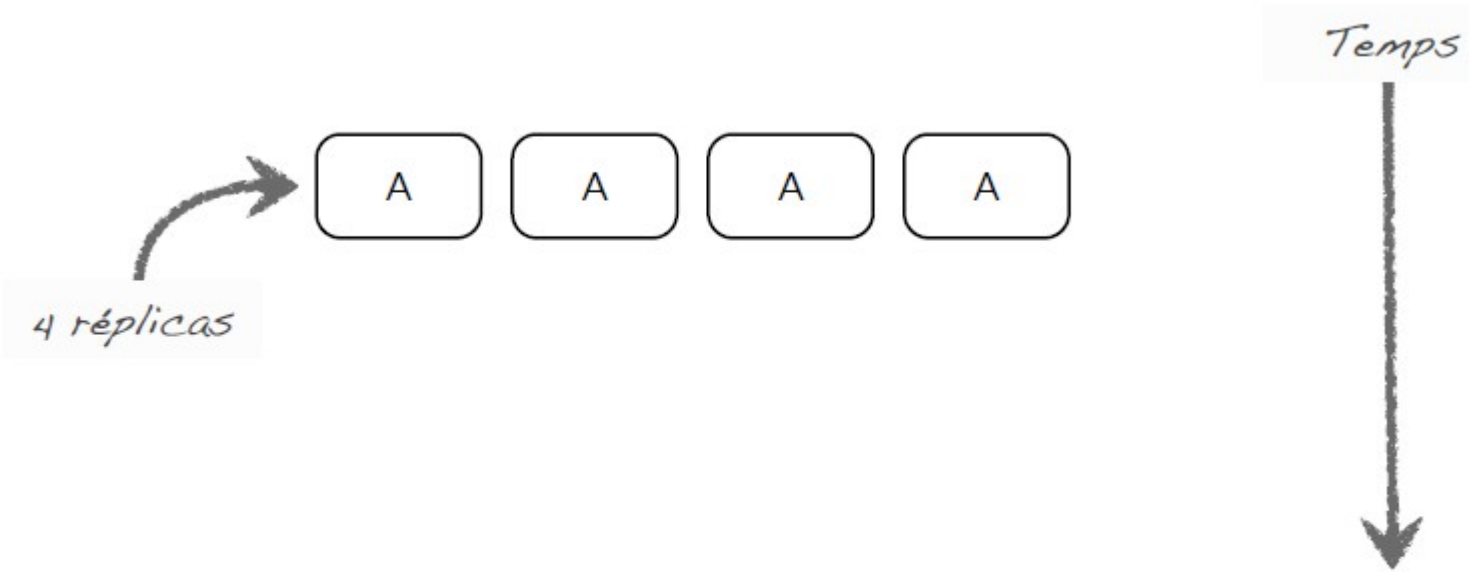
Le théorème CAP



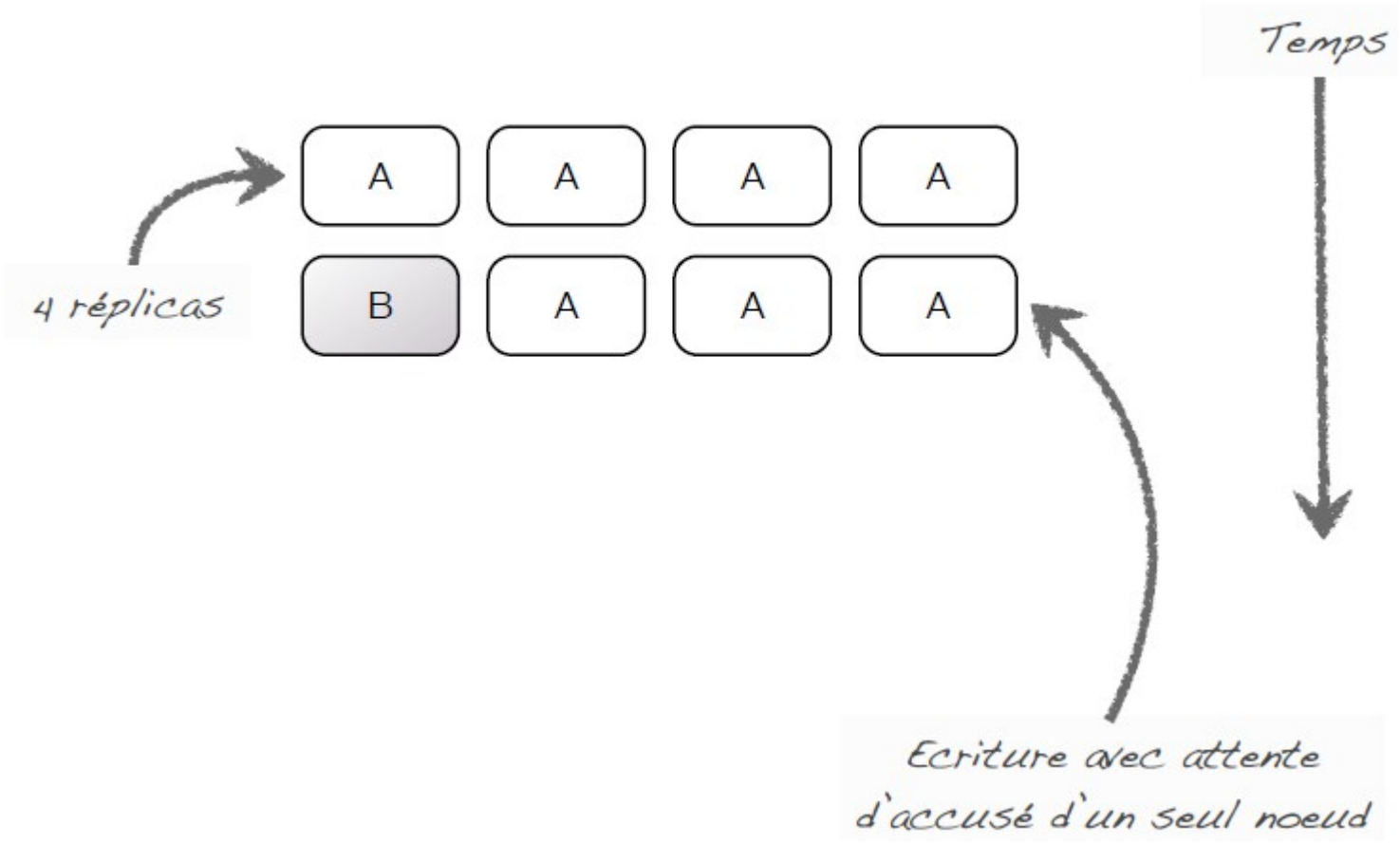
Consistance éventuelle



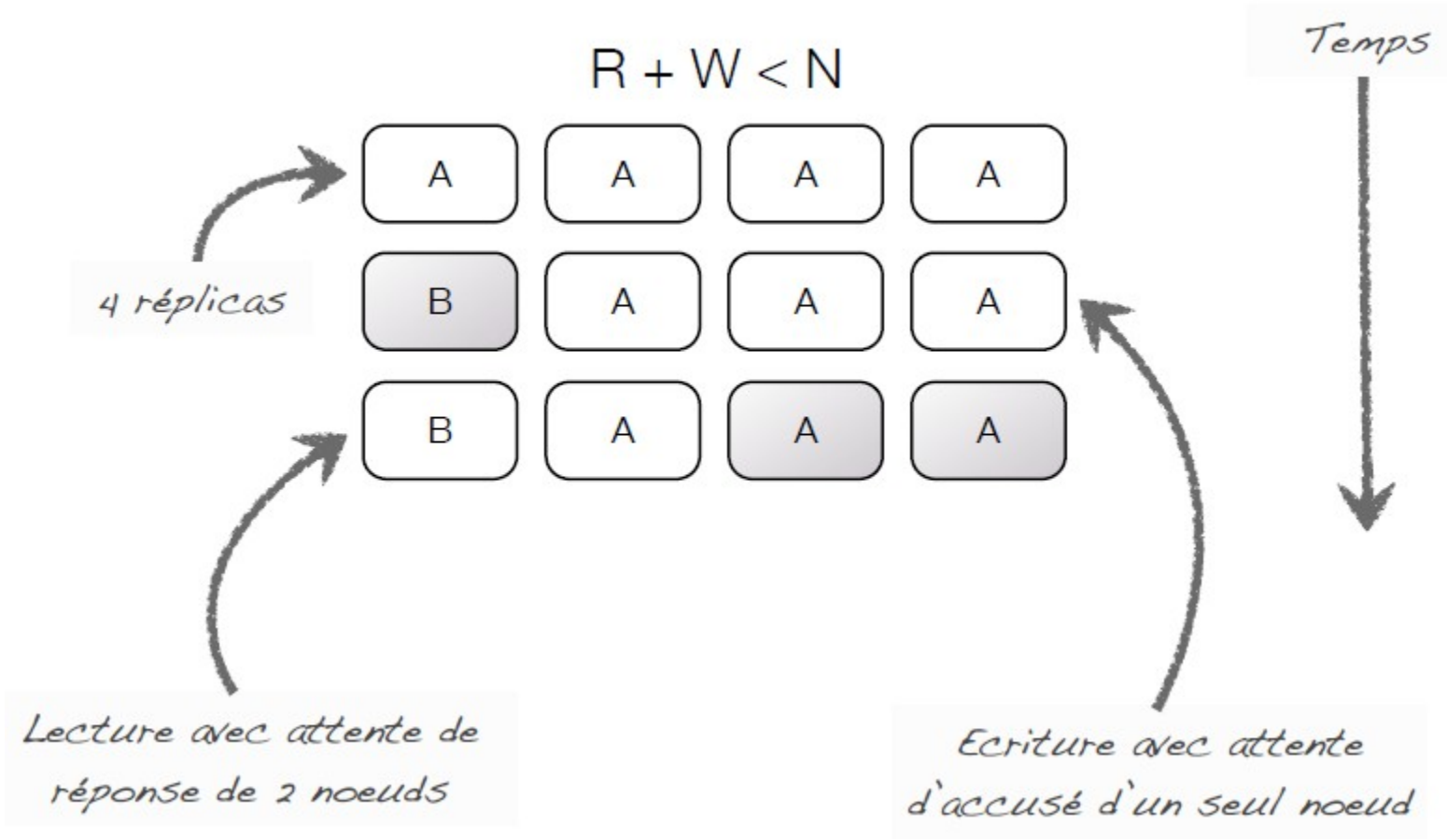
Consistance selon le nb de réponses attendues



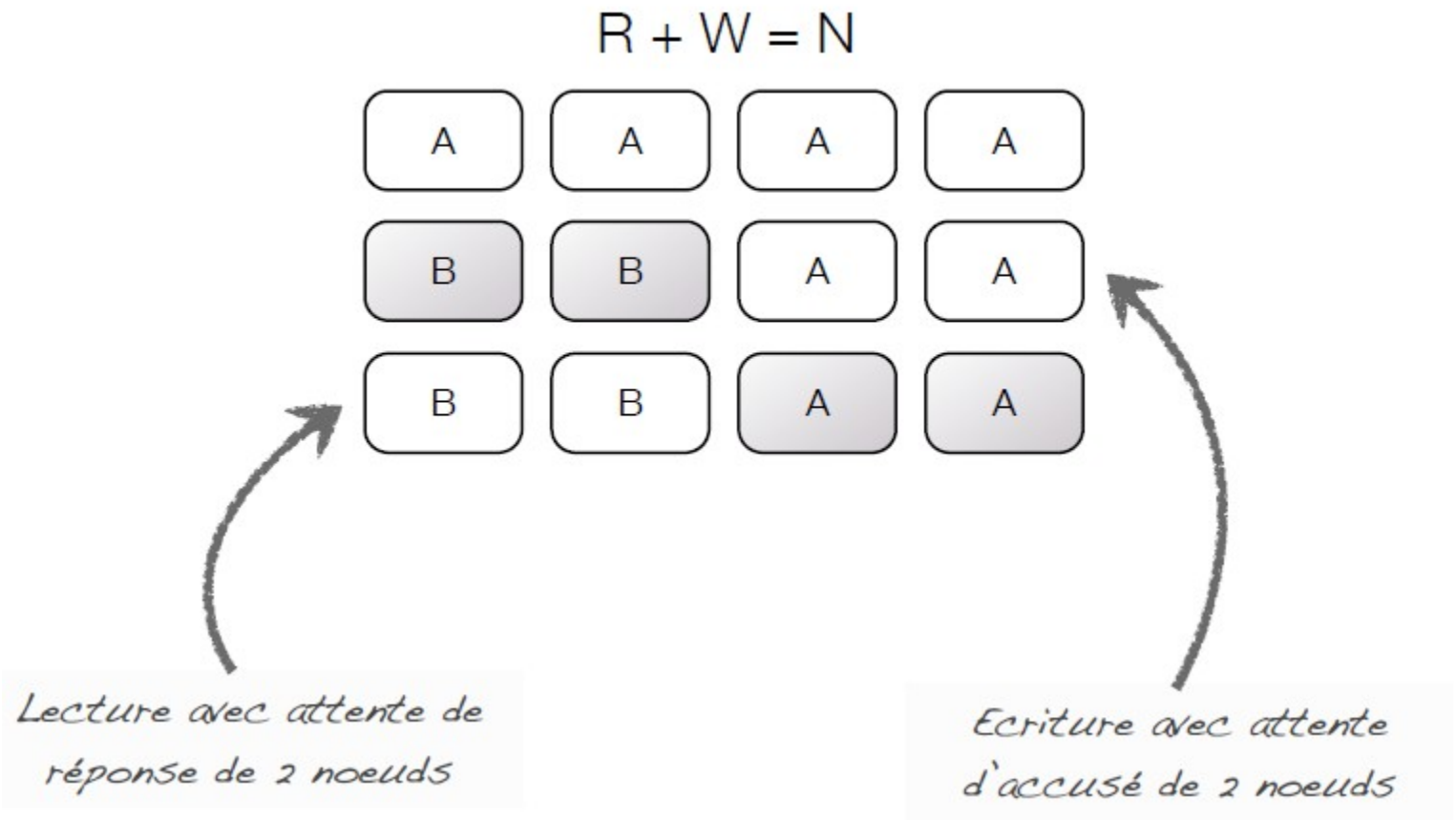
Consistance selon le nb de réponses attendues



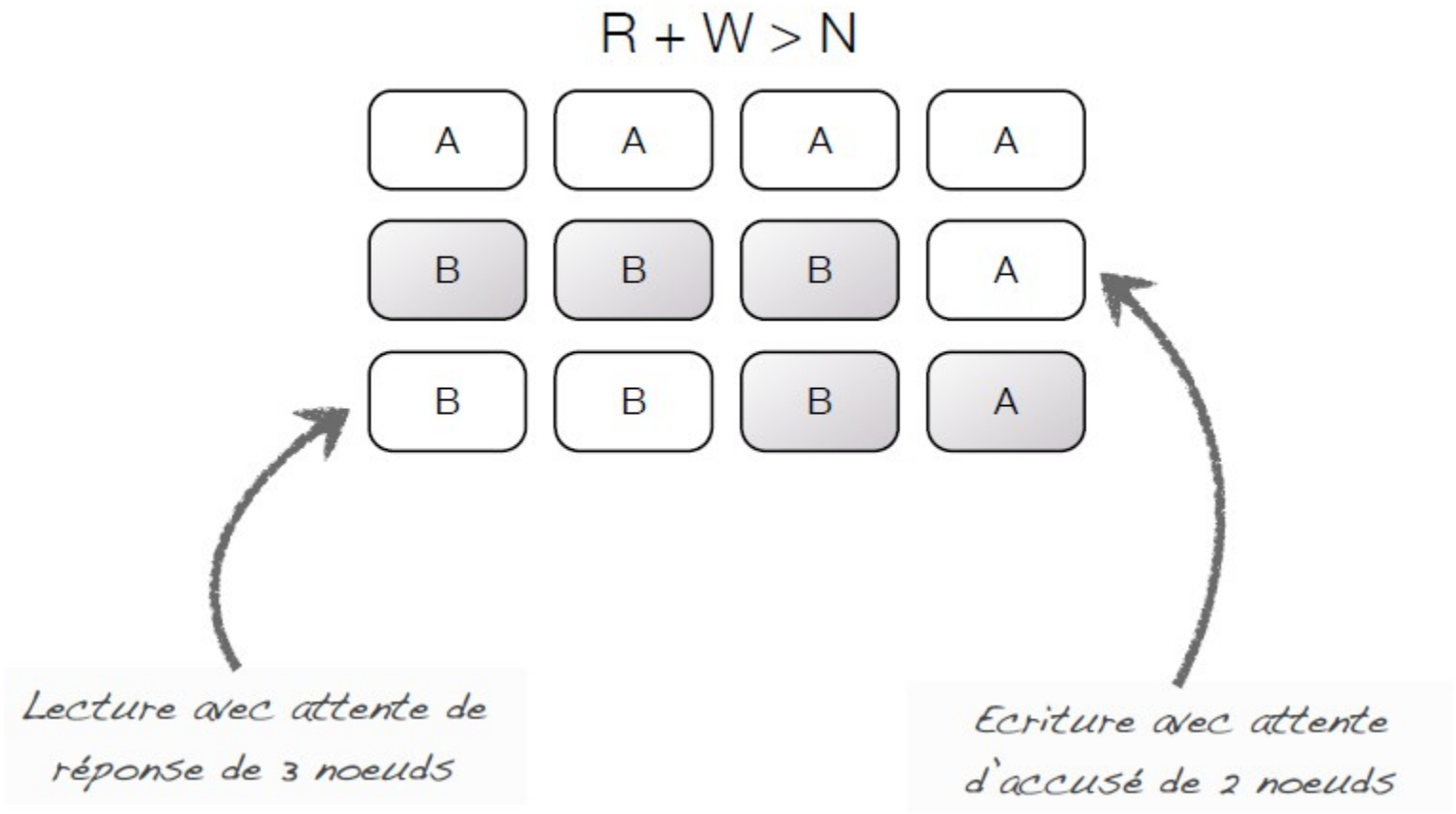
Consistance selon le nb de réponses attendues



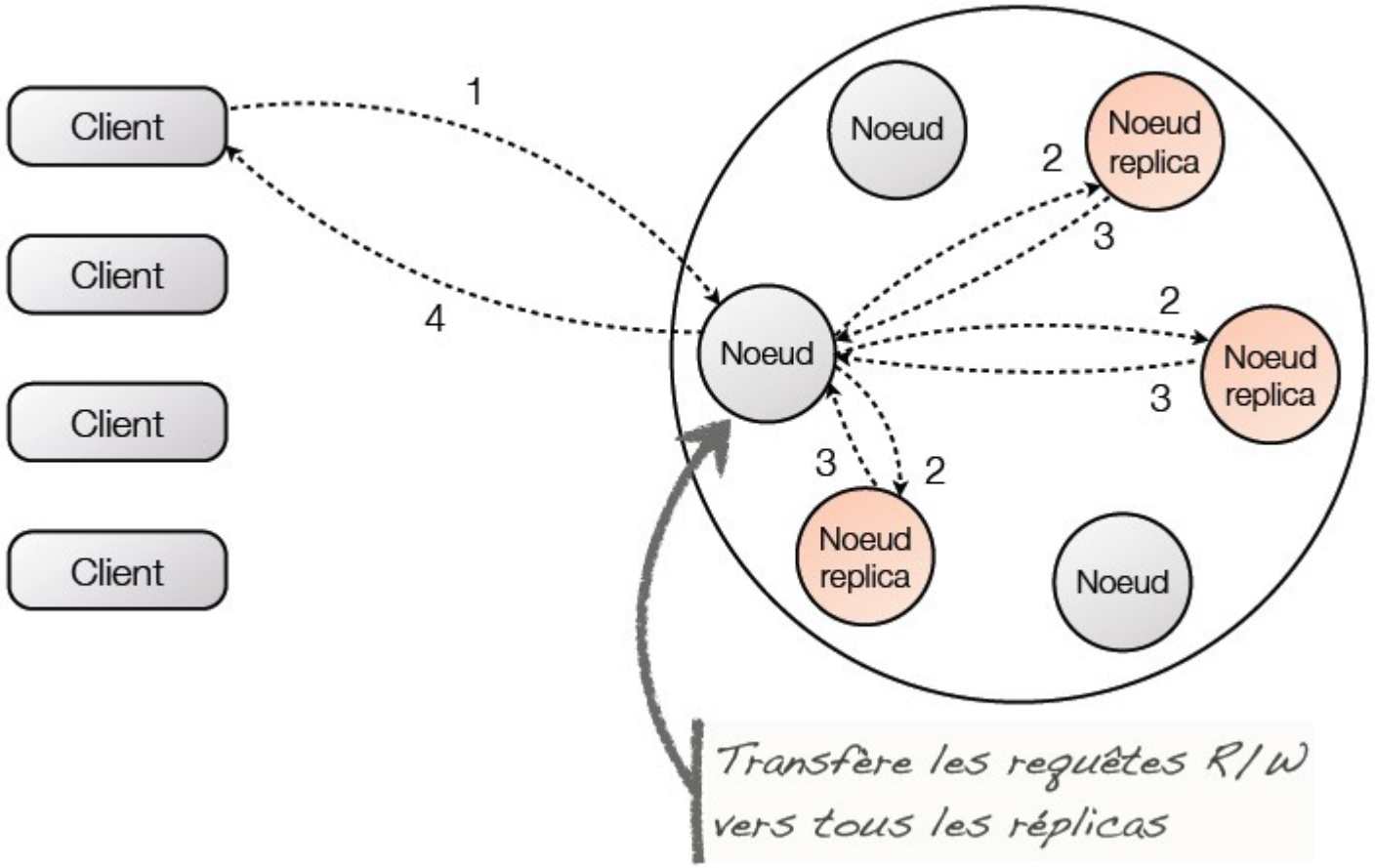
Consistance selon le nb de réponses attendues



Consistance selon le nb de réponses attendues

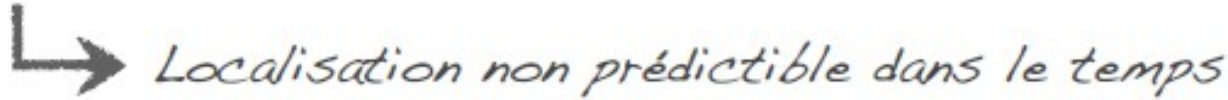


Consistance apparente au Client



Atomicité et Isolation

- Les données ne sont plus co-localisées



- Les transactions distribuées nuiraient à la disponibilité et aux performances
- Atomicité et Isolation par opération sur une clé

Update

- Gestion concurrence multi-version
  - Idem que dans SGBD pour accès à une ressource en lecture ou écriture
- Mise-à-jour:
  - différent des SGBDR où on supprime la donnée et on écrit la nouvelle
  - en NoSQL étiquette sur l'ancienne version pour dire que obsolète, ajout de la nouvelle version
  - anciennes versions nettoyées périodiquement
- Problème de cohérence des données dupliquées
  - Horloges vectorielles (un noeud garde un vecteur de versions/timestamp pour lui et les autres noeuds répliques)

Durabilité

- Ecriture sur un ou plusieurs disques

La réplication permet de renforcer la durabilité

- Ecriture multiples en mémoire

La réplication apporte la durabilité

- En mémoire avec écriture asynchrone sur disque

Pas de durabilité

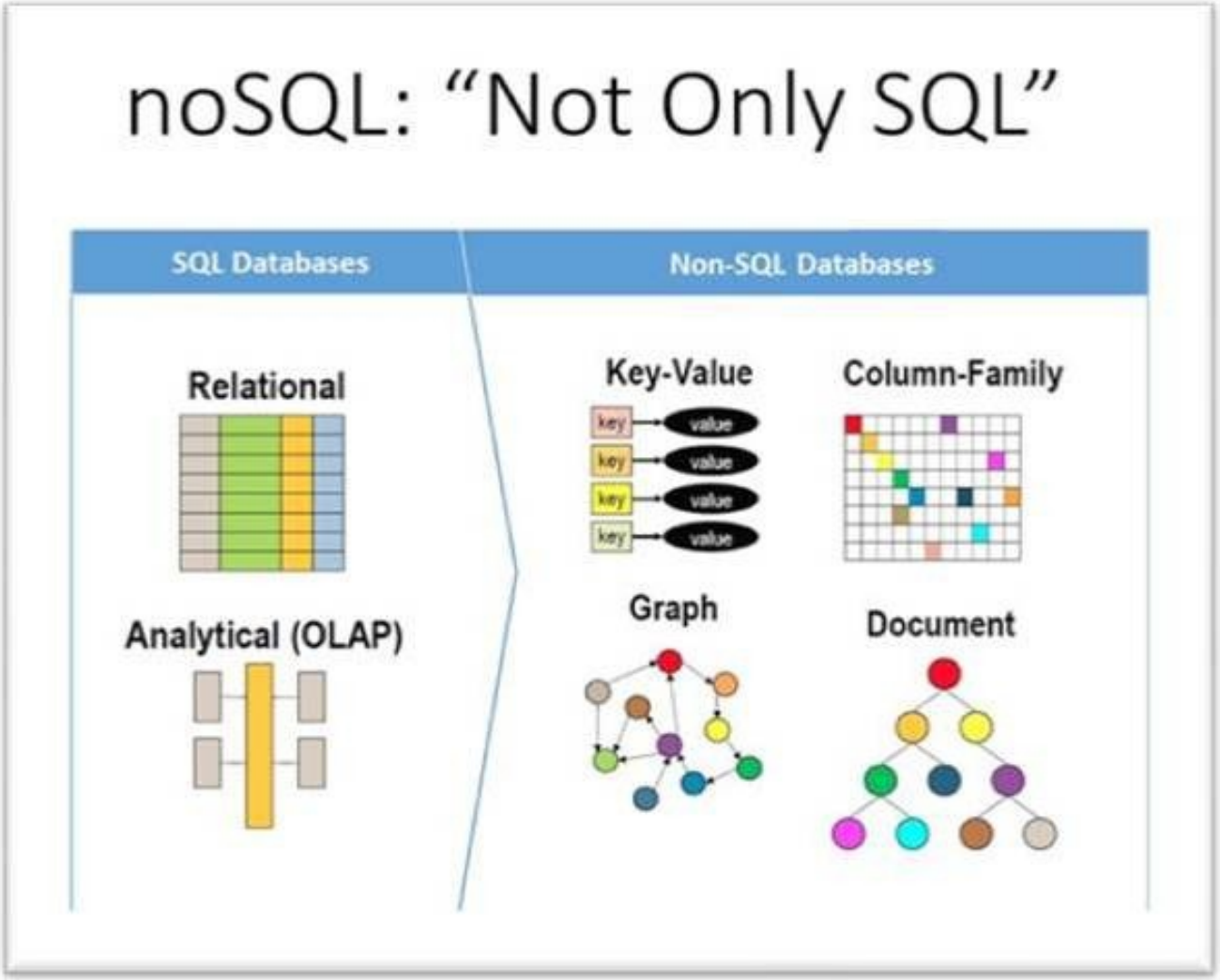
BD NoSQL : caractéristiques

- Pas de relations
  - Pas de schéma physiques ou dynamiques
- Données complexes
  - Imbrication, tableaux
- Distribution de données (milliers de serveurs)
  - Parallélisation des traitements (Map/Reduce)
- Replication des données
  - Disponibilité vs Cohérence (pas de transactions)
  - Peu d’écritures, beaucoup de lectures

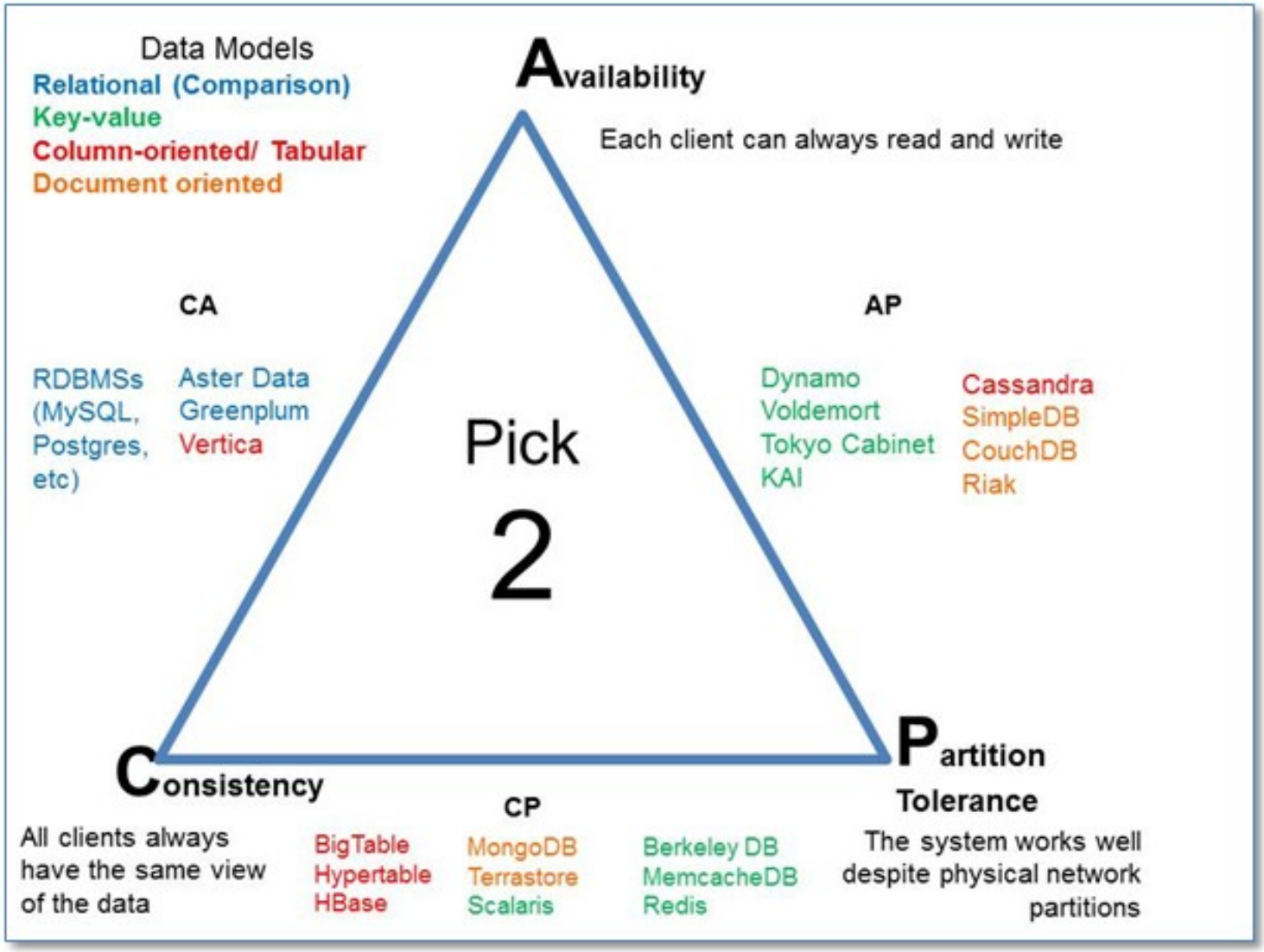
Quelques produits NoSQL

- BigTable (Google)
- Cassandra (Facebook, Twitter, Digg)
- CouchDB
- DynamoDB
- HBase
- MongoDB (SourceForge.net)
- Neo4j
- Project Voldemort (LinkedIn)
- Redis
- Riak
- SimpleDB (Amazon.com)

Une grande famille...

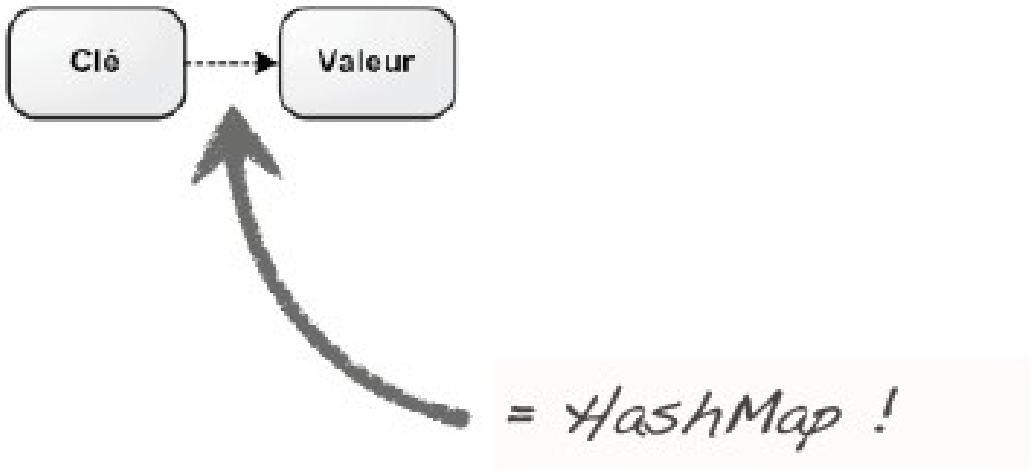


Positionnements CAP



- **Clé-valeur (Key-Value Store)**
  - Données identifiées par clé unique (utilisées pour l'interrogation)
  - *DynamoDB, Voldemort, Redis, Riak, MemcacheDB*
- **Colonnes (Column data)**
  - Relation 1-n "one-to-many" (messages, posts)
  - *HBase, Cassandra, Hypertable*
- **Documents**
  - Données complexes, attributs/valeurs
  - *MongoDB, CouchDB, Terrastore*
- **Graphes**
  - Réseaux sociaux…
  - *Neo4j, OrientDB, FlockDB*

BDD orientée Clé-Valeur



BDD orientée Clé-Valeur

- Similaires à un “*HashMap” distribué*
- Couple Clé+Valeur
  - Pas de schéma pour la valeur (chaine, objet, entier, binaires…) qui peut donc être différente pour chaque tuple
- Conséquences :
  - Pas de structure ni de types
  - Pas d’expressivité d’interrogation (pré/post traitement pour manipuler concrètement les données)
- DynamoDB (Amazon), Redis (VMWare), Voldemort (LinkedIn)

BDD orientée Clé-Valeur

- Opérations CRUD (HTTP)
  - Create(key,value)
  - Read(key)
  - Update(key,value)
  - Delete(key)
- Passage à l'échelle au niveau horizontal
  - partionnement/distribution des tuples
- Difficile au niveau vertical
  - segmentation des données

BDD orientée Clé-Valeur

- Avantages:
  - Modèle très simple
  - Très bonne scalabilité en lecture et en écriture
  - Modification facile du contenu associé à une clé et par extension du « schéma » (ajout d’une colonne par ex.)
  - Augmente la disponibilité
- Inconvénients:
  - Interrogation simple car accès par clé => la complexité reportée au pré/post traitement

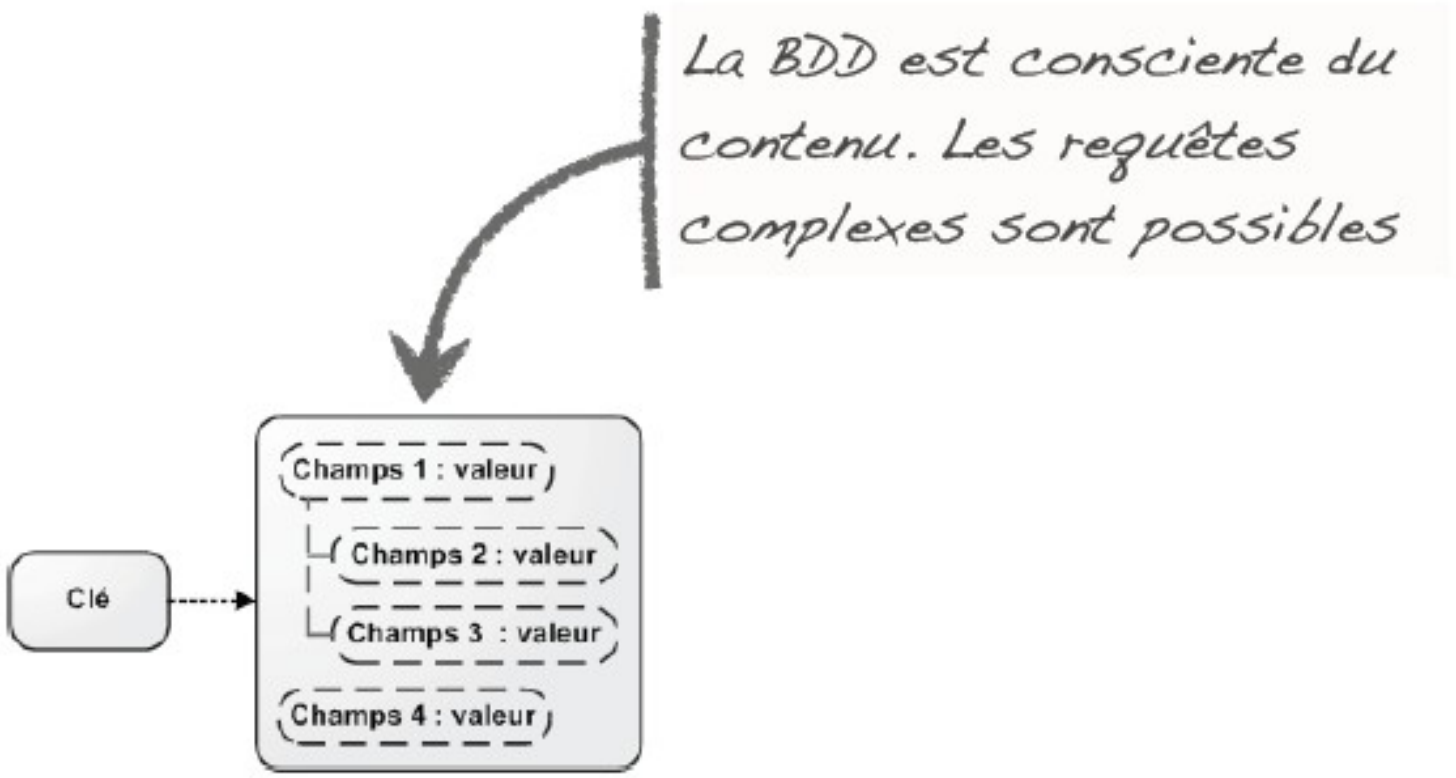
Exemple avec Riak

```
// Connexion à l'instance Riak
RiakClient riak = new RiakClient("http://localhost:8098/riak");

// Ecriture
RiakObject o = new RiakObject("bucket", "key", "value");
riak.store(o);

// Lecture
FetchResponse r = riak.fetch("bucket", "key");
if (r.hasObject()) {
    o = r.getObject();
    System.out.println(
        "bucket: " + o.getBucket()
        + ", key: " + o.getKey()
        + ", value: " + o.getValue());
}
```

Exemple avec Riak

```
// Définition d'un coefficient de réplication de 3 pour le bucket
RiakBucketInfo bucketInfo = new RiakBucketInfo();
bucketInfo.setNVal(3);
riak.setBucketSchema("bucket", bucketInfo);

// Ecriture avec W=2
riak.store(o, RequestMeta.writeParams(2));

// Lecture avec R=1
client.fetch("bucket", "key", RequestMeta.readParams(1));
```

BDD orientées Documents



BDD orientées Documents

- Basé sur le modèle clé-valeur
  - Ajout de données semi-structurées (JSon ou XML)
- Requêtes : Interface HTTP
  - Plus complexe que CRUD
- MongoDB, CouchDB (Apache), RavenDB, Terrastore

BDD orientées Documents

- Comme clé-valeur mais chaque valeur est un document
- Un document est composé de champs et de valeurs associées
  - Types simples existent (Int, String, Date)
  - Schéma non nécessaire (peut varier d'un document à l'autre)
- Imbrication de données (schéma arborescent): chaque donnée peut être aussi composée de couples clé-valeur
- Chaque donnée du document peut être interrogée

BDD orientées Documents

- **Avantages :**
  - Modèle simple mais bonne puissance d’expression (structure imbriquée)
  - Interrogation de tout attribut (+indexation)
  - Passe facilement à l’échelle (surtout si sharding supporté)
- **Inconvénients :**
  - Inter-connexion de données complexe
  - Interrogation sur la clé (+index)

Exemple MongoDB

- Une collection MongoDB en revanche pourrait se présenter de la manière suivante :

```
{ "_id": ObjectId("4efa8d2b7d284dad101e4bc9"),
  "Nom": "DUMONT",
  "Prénom": "Jean",
  "Âge": 43 },
{ "_id": ObjectId("4efa8d2b7d284dad101e4bc7"),
  "Nom": "PELLERIN",
  "Prénom": "Franck",
  "Âge": 29,
  "Adresse": {
        "Rue" : "1 chemin des Loges",
        "Ville": "VERSAILLES"
  }
}
```

Exemple avec MongoDB

- En shell : dans une BD vente la collection nommée **clients** :

> use vente // Sélectionne la base de données "vente"

> db.clients.find(); // Cherche et affiche tous les documents de la collection "clients".

- Le résultat s'imprime à l'écran :

{ "_id": 28974, "Nom": "ID Technologies", "Adresse" : "7 Rue de la Paix, Paris"}

{ "_id": 89136, "Nom": "Yoyodine", "Adresse" : "8 Rue de la Reine, Versailles"}

Exemple avec MongoDB

```
Mongo m = new Mongo("localhost", 27017);
DB db = m.getDB("mydb");
DBCollection coll = db.getCollection("testCollection")

BasicDBObject doc = new BasicDBObject();
doc.put("name", "NoSQL Europe");
doc.put("type", "Conference");
doc.put("attendees", 100);
coll.insert(doc);

// Affiche le nombre de documents dans la collection
System.out.println(coll.getCount());
```

Exemple avec MongoDB

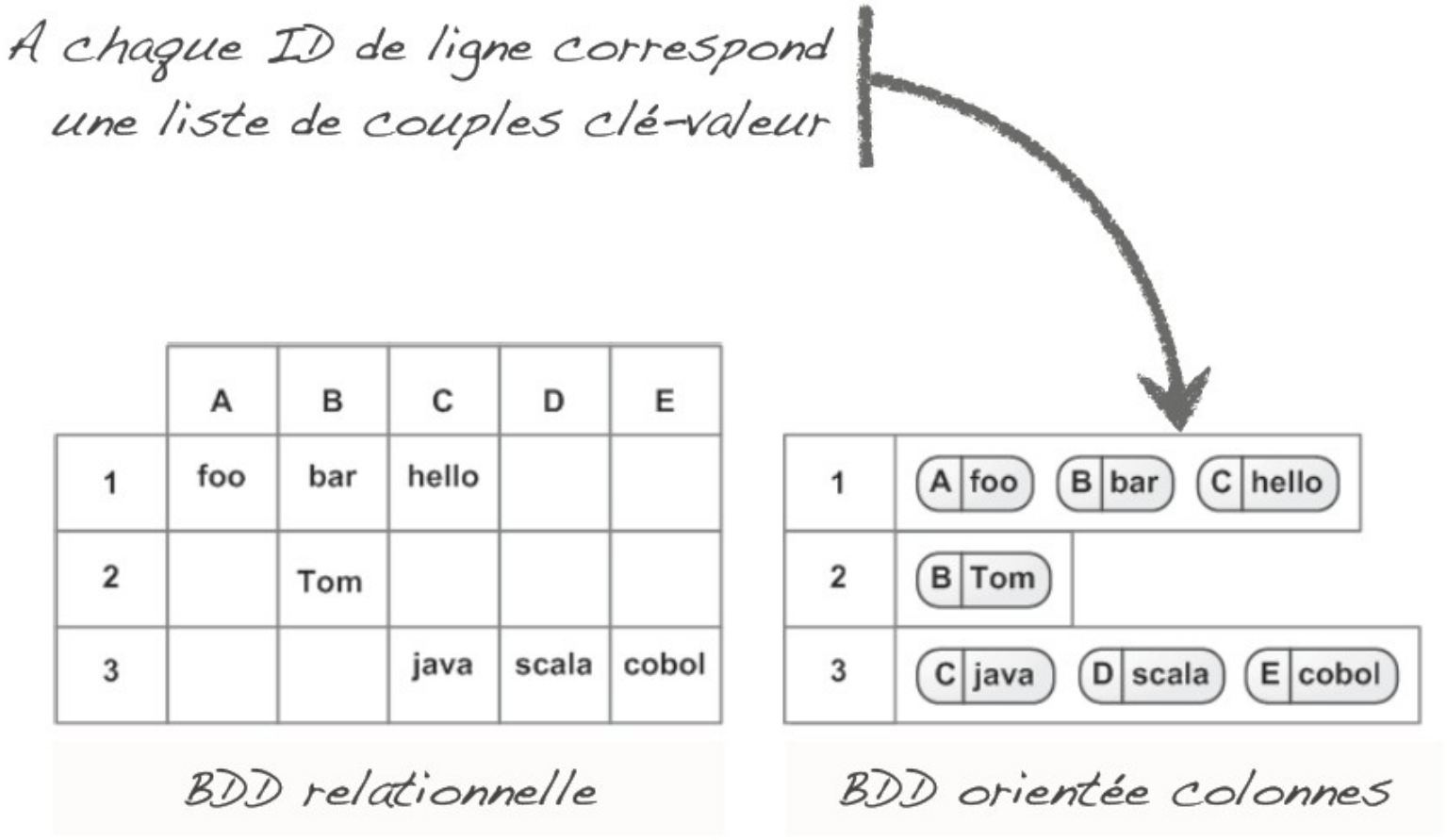
```
// Définition d'une requête portant sur tous les documents avec attendees> 80
BasicDBObject query = new BasicDBObject();
query.put("attendees", new BasicDBObject("$gt", 80));

DBCursor cur = coll.find(query);
while(cur.hasNext()) {
   System.out.println(cur.next());
}

// Une requête portant sur les documents avec 20 <attendees <= 100
query = new BasicDBObject();
query.put("attendees", new BasicDBObject("$gt", 20).append("$lte", 100));

DBCursor cur = coll.find(query);
while(cur.hasNext()) {
   System.out.println(cur.next());
}
```

Exemple avec Jongo/MongoDB

- Jongo offre une désérialisation des résultats en objets Java (*avec Jackson*).

```
// Mongo shell
db.peoples.find({age: {$gt: 18}})
// Jongo
Iterable<People> adults = peoples.find("{age: {$gt:
  18}}").as(People.class);
// Java driver
Iterable<BSONObject> adults = peoples.find(new
  BasicDBObject("age", new BasicDBObject("$gt", 18)));
// Morphia
Iterable<People> adults =
  ds.createQuery(People.class).field("age").greaterThan(18)
  ;
```

BDD orientée Colonnes



BDD orientée Colonnes

- Stockage des données par colonnes
  - SGBD : tuples (lignes)
- Facile d’ajouter une colonne (pas une ligne!)
  - Schéma peut être dynamique (d’un tuple à l’autre)
- BigTable/Hbase (Google), Cassandra (Facebook&Apache), SimpleDB (Amazon)

BDD orientée Colonnes

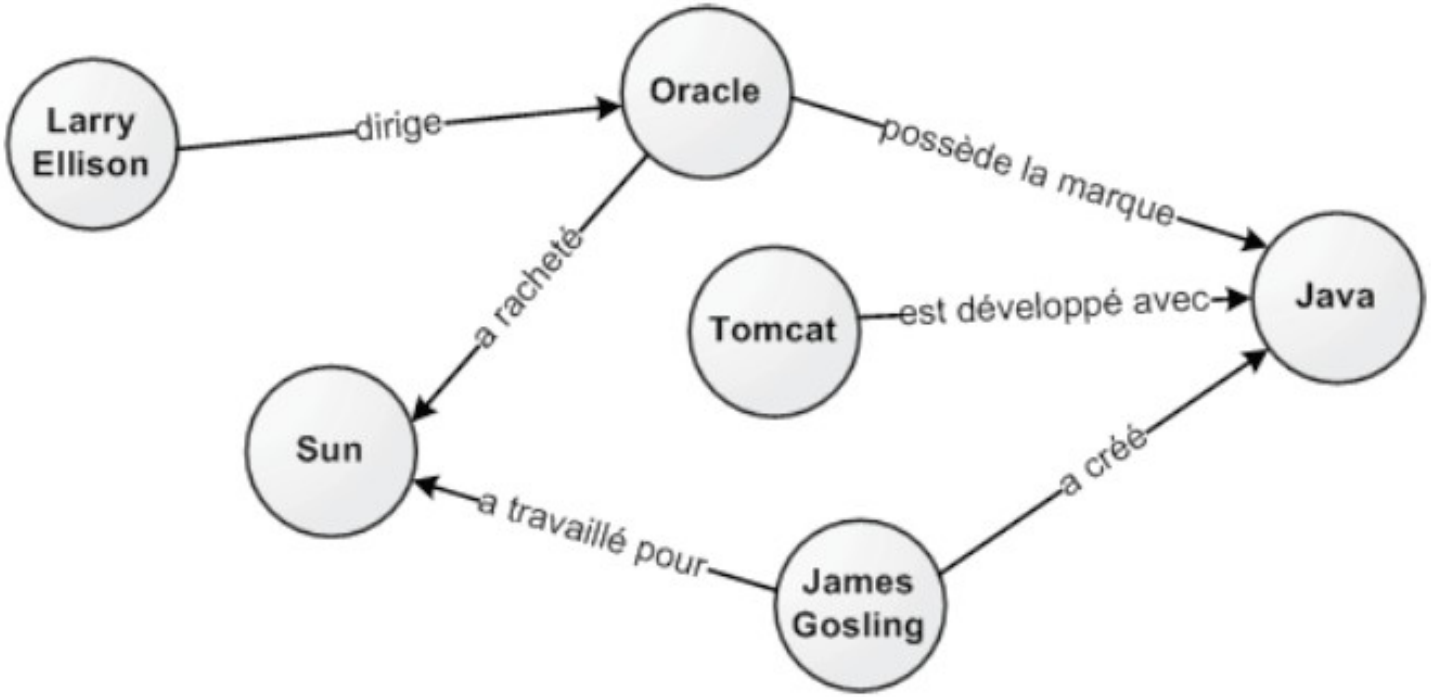
- **Avantages :**
  - Supporte le semi-structuré (XML, JSon) donc multi-valué et *sparsité*
  - Indexation de chaque colonne
  - Passage à l'échelle horizontal
  - Compression possible si les données d'une colonne proches
  - Possibilité de regrouper des colonnes en super-colonnes
- **Inconvénients :**
  - Lecture de données complexes difficile
  - Difficulté de relier les données (distance, trajectoires, temps)
  - Requêtes pré-définies (pas à la volée)

Exemple avec Cassandra

```
TTransport tr = new TSocket("192.168.216.128", 9160);

TProtocol proto = new TBinaryProtocol(tr);
tr.open();
Cassandra.Client cassandraClient = new Cassandra.Client(proto);

Map<String, List<ColumnOrSuperColumn>> insertClientDataMap =
    new HashMap<String, List<ColumnOrSuperColumn>>();
List<ColumnOrSuperColumn> clientRowData =
    new ArrayList<ColumnOrSuperColumn>();

ColumnOrSuperColumn columnOrSuperColumn = new ColumnOrSuperColumn();
columnOrSuperColumn.setColumn(new Column("fullName".getBytes(UTF8),
aCustomer.getName().getBytes(UTF8), timestamp));
clientRowData.add(columnOrSuperColumn);

insertClientDataMap.put("customers", clientRowData);
cassandraClient.batch_insert("myBank", aCustomer.getName(),
insertClientDataMap, ConsistencyLevel.DCQUORUM);
```

Cassandra

BDD orientées Graphes



BDD orientées Graphes

- Stockage des noeuds, relations et propriétés
  - Théorie des graphes
  - Interrogation par traversées de graphe
  - Appel des données sur demande (parcours performants)
  - Modélisation non triviale
- Neo4j, OrientDB (Apache), FlockDB (Twitter)

BDD orientées Graphes

- Avantages
  - Modèle adapté pour le stockage de grands graphes
  - Offre des fonctionnalités de calculs sur grands graphes
  - les objets (cf. documents)
  - les arcs (avec propriétés)
- Inconvénients:
  - Sharding/partitionnement difficile (impossible ?)

Exemple avec Neo4J

```
GraphDatabaseService graphDb = new EmbeddedGraphDatabase("/var/graphdb");

// Toute lecture et écriture doit se faire dans une transaction avec Neo4J
Transaction tx = graphDb.beginTx();
try
{
   Node jamesGosling = graphDb.createNode();
   Node java = graphDb.createNode();
   Relationship relationship =
      jamesGosling.createRelationshipTo(java, CustomRelationships.CREATED);

   jamesGosling.setProperty("nom", "James Gosling");
   java.setProperty("date", "1995");
   relationship.setProperty("type", "a créé");

   tx.success();
}
finally
{
   tx.finish();
}

graphDb.shutdown();
```

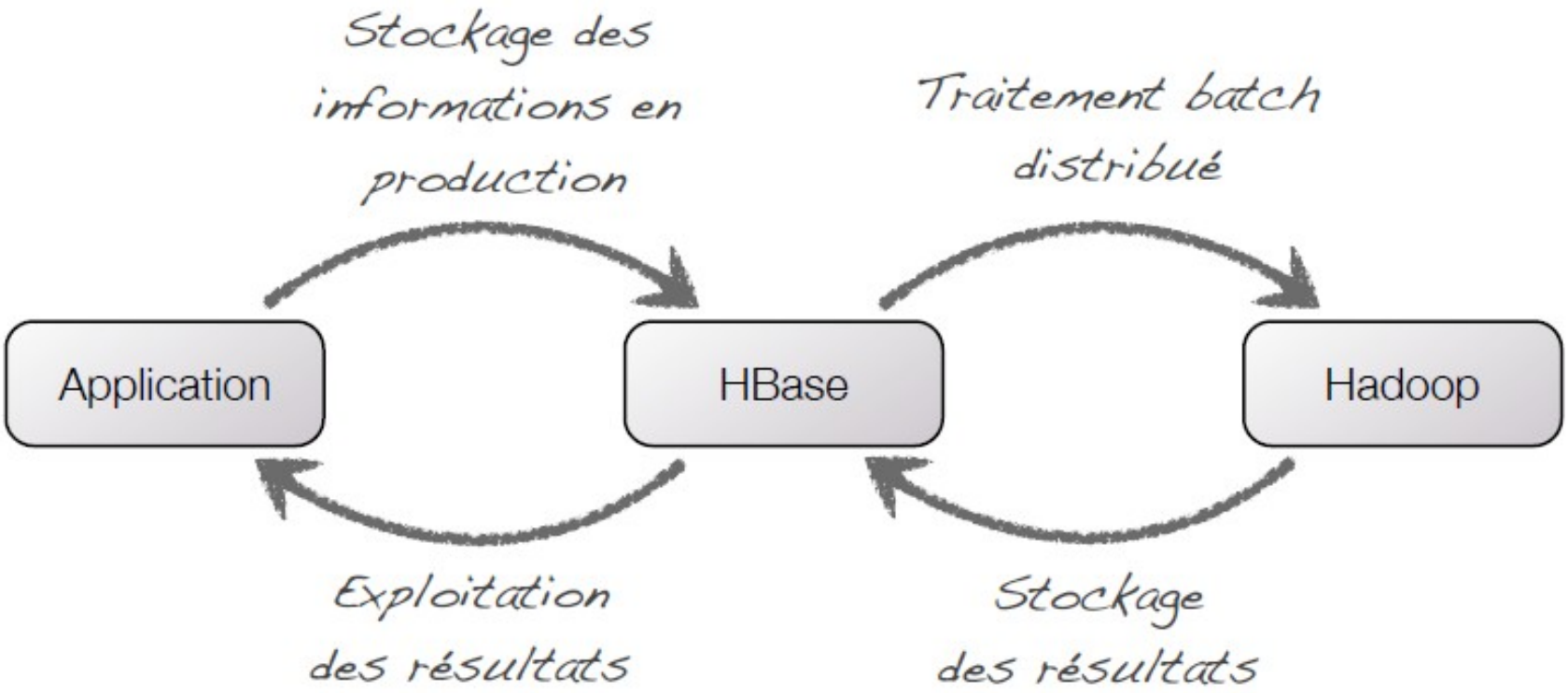
Intérêts des BD NoSQL

- Stockage polyglotte : une meilleure adéquation entre la BDD et les données
- Scalabilité linéaire : être à même de répondre aux besoins les plus gourmands
- Haute disponibilité : du multi-serveurs au multi-datacenters
- Elasticité : une intégration naturelle à la logique du Cloud Computing
- Curseur pour s'adapter : + de consistence ou + de fiabilité (R + W > N)
- Et finalement... la possibilité crée le besoin !

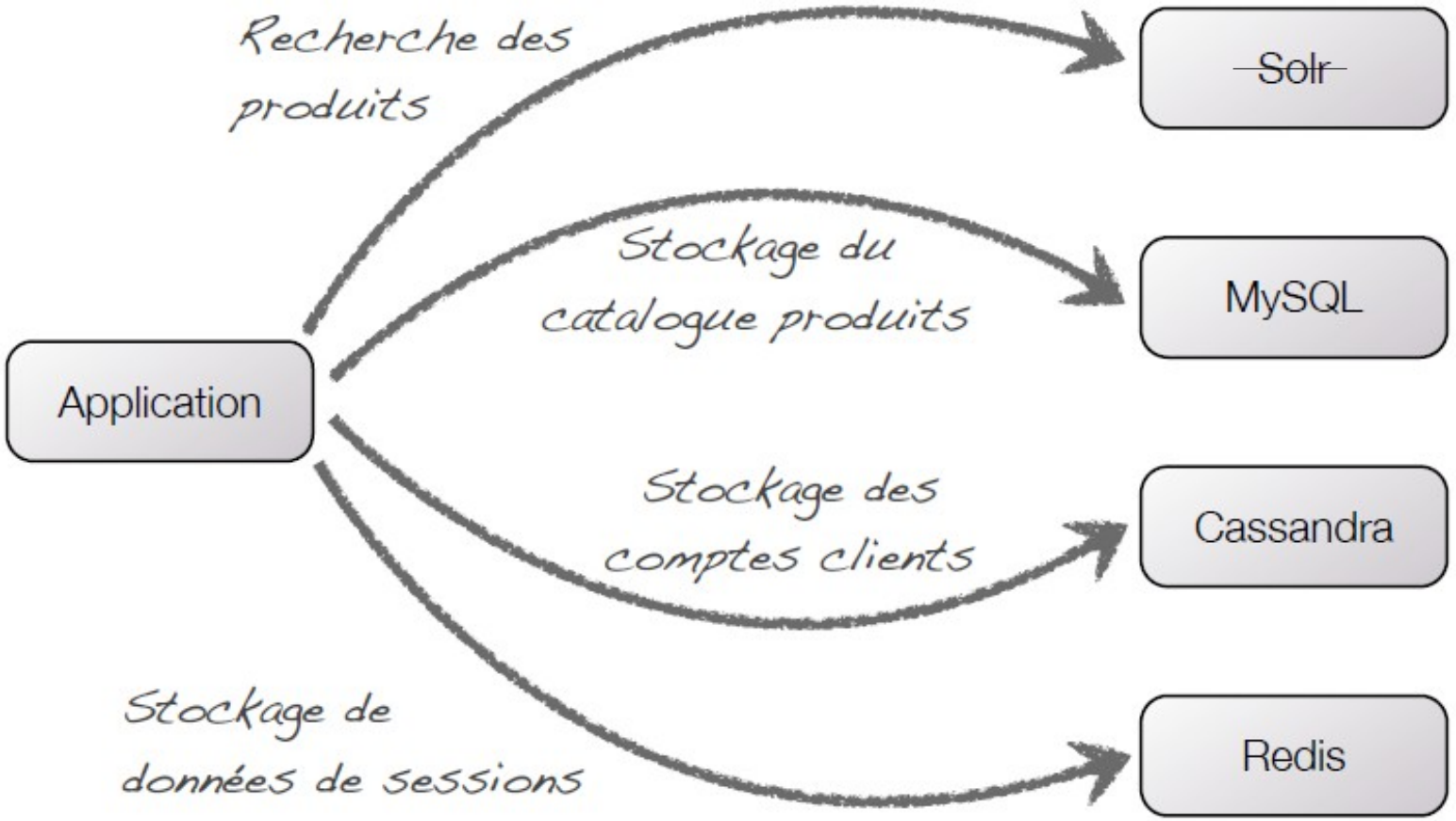
NoSQL en prod ?

- En production chez de nombreux « Grands du Web »
- Outillage encore réduit
- Monitoring par JMX
- Backups peuvent être problématiques avec des volumes importants

Ucase : BI sur la BDD de production



Stockage polyglotte



DB engine ranking

358 systems in ranking, September 2020

Rank Sep 2020	Rank Aug 2020	Rank Sep 2019	DBMS	Database Model	Score Sep 2020	Score Aug 2020	Score Sep 2019
1.	1.	1.	Oracle	Relational, Multi-model	1369.36	+14.21	+22.71
2.	2.	2.	MySQL	Relational, Multi-model	1264.25	+2.67	-14.83
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational, Multi-model	1062.76	-13.12	-22.30
4.	4.	4.	PostgreSQL	Relational, Multi-model	542.29	+5.52	+60.04
5.	5.	5.	MongoDB	Document, Multi-model	446.48	+2.92	+36.42
6.	6.	6.	IBM Db2	Relational, Multi-model	161.24	-1.21	-10.32
7.	7.	↑ 8.	Redis	Key-value, Multi-model	151.86	-1.02	+9.95
8.	8.	↓ 7.	Elasticsearch	Search engine, Multi-model	150.50	-1.82	+1.23
9.	9.	↑ 11.	SQLite	Relational	126.68	-0.14	+3.31
10.	↑ 11.	10.	Cassandra	Wide column	119.18	-0.66	-4.22
11.	↓ 10.	↓ 9.	Microsoft Access	Relational	118.45	-1.41	-14.26
12.	12.	↑ 13.	MariaDB	Relational, Multi-model	91.61	+0.69	+5.54
13.	13.	↓ 12.	Splunk	Search engine	87.90	-2.01	+0.89
14.	14.	↑ 15.	Teradata	Relational, Multi-model	76.39	-0.39	-0.57
15.	15.	↓ 14.	Hive	Relational	71.17	-4.12	-11.93
16.	16.	↑ 18.	Amazon DynamoDB	Multi-model	66.18	+1.43	+8.36
17.	17.	↑ 25.	Microsoft Azure SQL Database	Relational, Multi-model	60.45	+3.60	+32.91
18.	18.	↑ 19.	SAP Adaptive Server	Relational	54.01	+0.05	-2.09
19.	19.	↑ 21.	SAP HANA	Relational, Multi-model	52.86	-0.26	-2.53
20.	20.	↓ 16.	Solr	Search engine	51.62	-0.08	-7.35
21.	21.	↑ 22.	Neo4j	Graph	50.63	+0.44	+2.41
22.	22.	↓ 20.	HBase	Wide column	48.35	-0.76	-7.37
23.	23.	↓ 17.	FileMaker	Relational	47.58	-0.46	-10.57
24.	24.	↑ 28.	Google BigQuery	Relational	33.32	+0.72	+8.77
25.	25.	↓ 24.	Microsoft Azure Cosmos DB	Multi-model	31.67	+0.94	+0.80

Conclusion

- NoSQL :
  - Dédié à un contexte extrêmement distribué
  - Calcul fortement distribué
  - 4 types de calculs complexes (clé-valeur, document, colonnes, graphes)
- Ne doit pas remplacer automatiquement un SGBD
  - Propriétés ACID
  - Requêtes complexes
  - Performance des jointures !!!