

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 55177 B1** (51) Cl. internationale : **G06F 17/30**
(43) Date de publication : **30.11.2023**

-
- (21) N° Dépôt : **55177**
(22) Date de Dépôt : **10.12.2021**
(71) Demandeur(s) : **Université Internationale de Rabat, PARC TECHNOPOLIS RABAT-SHORE, CAMPUS UNIVERSITAIRE UIR, ROCADE RABAT-SALE, 11100 RABAT (MA)**
(72) Inventeur(s) : **Ghohho Mounir ; ASAAD CHAIMAE ; BAÏNA KARIM**
(74) Mandataire : **Bouya Mohsine**

-
- (54) Titre : **Méthode intelligente pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL**
(57) Abrégé : La présente invention concerne une méthode intelligente pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL. Cette méthode a pour objectif d'offrir une abstraction graphique et unifiée applicable à toutes les familles de bases de données NoSQL et d'automatiser les transformations bidirectionnelles entre les couches bas-niveau et haut-niveau de modélisation. La méthode comportant des étapes de conceptualisation, rassemblement des règles à partir d'exemples (Learning by Example), construction des bases de connaissances pour chaque mapping et abstraction et la transformation automatique à partir de l'apprentissage automatique.

Méthode intelligente pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL**Résumé :**

La présente invention concerne une méthode intelligente pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL. Cette méthode a pour objectif d'offrir une abstraction graphique et unifiée applicable à toutes les familles de bases de données NoSQL et d'automatiser les transformations bidirectionnelles entre les couches bas-niveau et haut-niveau de modélisation. La méthode comportant des étapes de conceptualisation, rassemblement des règles à partir d'exemples (Learning by Example), construction des bases de connaissances pour chaque mapping et abstraction et la transformation automatique à partir de l'apprentissage automatique.

Méthode intelligente pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL

Domaine de l'invention

La présente invention concerne le domaine de modélisation de base de données et plus particulièrement, un procédé de modélisation bidirectionnelle et unifiée de bases de données NoSQL.

Contexte de l'invention

Les défis de la révolution Big Data ainsi que la diversité structurelle des types de données ont créé un besoin considérable pour des infrastructures capables de représenter les applications du monde réel.

NoSQL (Not Only SQL) est un terme générique qui représente une catégorie très vaste regroupant des solutions de persistance qui ne suivent pas la modélisation relationnelle, et qui n'utilisent pas SQL comme langage de requêtage. Un consensus scientifique général catégorise les bases de données NoSQL en 4 grandes familles : Bases de données NoSQL orientées Clé-Valeur (Key-Value), Bases de données NoSQL orientées Famille de colonnes (Column-Family), Bases de données NoSQL orientées document, et Bases de données NoSQL orientées graphe.

Les bases de données NoSQL sont nombreuses et hétérogènes. Chaque famille de bases de données NoSQL suit un type de modèle de données différent. La famille de bases de données NoSQL orientée graphe modélise les données sous une forme graphique et les organise par nœuds, relations et attributs. Au sein de la famille orientée graphe on trouve plusieurs bases de données variées dans leurs caractéristiques. Neo4j, une des bases de données orientées graphe les plus populaires, modélise les données sous forme d'un modèle de Graphe Attribué (property graph). HypergraphDB modélise les données sous forme d'Hypergraphe (Hypergraph). D'autres bases de données orientées graphe suivent un schéma RDF (e.g., AllegroGraph, Virtuoso). Le même est vrai pour les autres familles de bases de données NoSQL. Cette hétérogénéité au niveau des modèles de données, de langage de requêtage ainsi qu'au niveau technique, fait de NoSQL une catégorie très riche et très complexe.

La modélisation conceptuelle dans ce cas devient une tâche presque impossible. Le manque d'une modélisation abstraite unifiée qui pourra servir comme couche conceptuelle pour NoSQL et de s'appliquer à toutes les familles impose un grand désavantage pour NoSQL. La modélisation conceptuelle, étant une étape très importante dans la conception de bases de données, permet d'optimiser au préalable les implémentations futures, de réduire les coûts de modifications, d'augmenter le niveau de réutilisabilité de modèles et de faciliter la migration de données sans contraintes.

Par conséquent, une couche conceptuelle unifiée pour les bases de données NoSQL est de la plus haute importance et pourra révolutionner l'écosystème NoSQL.

Description de l'invention

Une des raisons pour lesquelles l'implémentation entre des structures de bases de données demande tant d'efforts est la rigidité des technologies d'intégration disponibles. Une fois qu'une solution est implémentée dans l'une de ces technologies, passer à une autre, c'est comme implémenter à nouveau toute la solution, ce qui nécessite beaucoup de temps, d'efforts et de ressources de calcul. En

conséquence, on finit par créer des solutions ad hoc et rapides, ce qui, au fil du temps, entraîne une fragmentation et des incohérences des données. Garder ces fragments synchronisés pour éviter les incohérences met beaucoup de pression sur ces systèmes.

L'invention a pour objet une méthode intelligente pour modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL, caractérisé par :

- Ladite méthode comporte deux types de modélisations : abstraction et mapping.
- Ladite méthode se fait par le biais des algorithmes de transformation appropriés (techniques de NLP et intelligence artificielle).
- Ladite abstraction permet de modéliser les bases de données NoSQL sous forme d'une abstraction graphique permettant un haut niveau de modélisation.
- Ladite abstraction conceptuelle est une représentation unifiée pour les différents types des bases de données NoSQL.
- Ladite abstraction conceptuelle est dynamique, couvrant quatre variations selon ledit modèle de données logique NoSQL de départ.
- Ledit mapping permet de modéliser l'abstraction graphique en modèle de données logiques NoSQL permettant un bas niveau de modélisation.
- Ledit mapping utilise une base de connaissances où plusieurs règles sont définies.
- Ledit mapping est dynamique, couvrant quatre variations selon ledit modèle de données logique NoSQL ciblé.

Cette méthode a pour but de :

- Offrir une abstraction unifiée applicable à toutes les familles de bases de données NoSQL
- Offrir une abstraction graphique, intuitive, visuelle et interprétable pour les modélisateurs ainsi que pour les utilisateurs 'front-end'.
- Offrir une couche d'abstraction permettant de faciliter la modélisation dans un haut niveau.
- Mettre de place des transformations algorithmiques permettant de passer de l'abstraction graphique haut-niveau vers les modèles de données logiques des familles de bases de données NoSQL : (i) de l'abstraction graphique vers modèle de données document, (ii) de l'abstraction graphique vers modèle de données graphe, (iii) de l'abstraction graphique vers modèle de données clé-valeur, (iv) de l'abstraction graphique vers modèle de données famille de colonnes.
- Mettre en place des transformations algorithmiques permettant de passer des modèles de données logiques bas-niveau des familles de bases de données NoSQL vers l'abstraction graphique haut-niveau : (i) du modèle de données document vers l'abstraction graphique, (ii) du modèle de données clé-valeur vers l'abstraction graphique, (iii) du modèle de données famille de colonnes vers l'abstraction graphique, (iv) du modèle de données graphe vers l'abstraction graphique.
- Automatiser les transformations bidirectionnelles entre les couches bas-niveau et haut-niveau de modélisation.

- Tirer des techniques de l'intelligence artificielle pour rendre intelligente les transformations bidirectionnelles entre les couches bas-niveau et haut-niveau de modélisation.

La méthode comportant les étapes d'implémentation suivantes :

- Conceptualiser des mapping et de abstractions
- Rassembler un ensemble de règles à partir d'exemples (Learning by Example) pour illustrer ces mapping et abstractions
- Valider ces règles par expérimentation conceptuelle et simulations
- Construire une base de connaissance pour chaque mapping
- Construire une base de connaissance pour chaque abstraction
- Formaliser les mappings à partir de ces règles
- Formaliser les abstractions à partir de ces règles
- Utiliser l'intelligence artificielle (AI) et les techniques du NLP (natural language processing) pour avoir un apprentissage automatique de règles de transformations
- Automatiser les transformations

Revendications modifiées:

1. Méthode pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL comportant les étapes suivantes selon la direction de la transformation :
 - Dans une direction, la conceptualisation des actions de mapping à partir d'un modèle conceptuel intuitif en graphe vers les différentes catégories de bases de données NoSQL
 - Dans la direction opposée, la construction des bases de connaissances pour chaque abstraction depuis les différentes catégories de bases de données NoSQL vers un modèle conceptuel intuitif en graphe.
 - Dans les deux directions, la transformation automatique à partir de l'apprentissage automatique basé sur l'intelligence artificielle et l'analyse de langage naturel permettant de générer **d'autres règles ayant la capacité de s'adapter à tous les scénarios de transformation.**
2. Méthode pour une modélisation bidirectionnelle des bases de données NoSQL selon la revendication 1 caractérisée en ce que l'étape de conceptualisation des actions de mapping et abstraction consiste à former des règles à partir des exemples prédéfinis en plus des règles générées par l'apprentissage.
3. Méthode pour une modélisation bidirectionnelle des bases de données NoSQL selon la revendication précédente caractérisée en ce que les règles générées donnent lieu à un modèle de données en cas de mapping (direction mapping) et une abstraction graphique en cas d'abstraction (direction opposée).
4. Méthode pour une modélisation bidirectionnelle des bases de données NoSQL selon la revendication précédente caractérisée en ce que le mapping est effectuée au moins selon l'un des types suivants (i) de graphe intuitif vers modèle de données document, (ii) de graphe intuitif vers modèle de données graphe, (iii) de graphe intuitif vers modèle de données clé-valeur, (iv) de graphe intuitif vers modèle de données famille de colonnes.
5. Méthode pour une modélisation bidirectionnelle des bases de données NoSQL selon la revendication précédente caractérisée en ce que l'abstraction (direction opposée) est effectuée au moins selon l'un des types suivants (i) modèle de données document vers de graphe intuitif , (ii) de modèle de données graphe vers de graphe intuitif , (iii) de modèle de données clé-valeur vers de graphe intuitif , (iv) de modèle de données famille de colonnes vers de graphe intuitif.
6. Méthode pour une modélisation bidirectionnelle des bases de données NoSQL selon quelconque des revendications 4 et 5 caractérisée en ce que le mapping et l'abstraction s'applique aux familles et aux bases de données des différents types : documents, modèles de données graphe , données clé-valeur et modèles de données famille de colonnes.

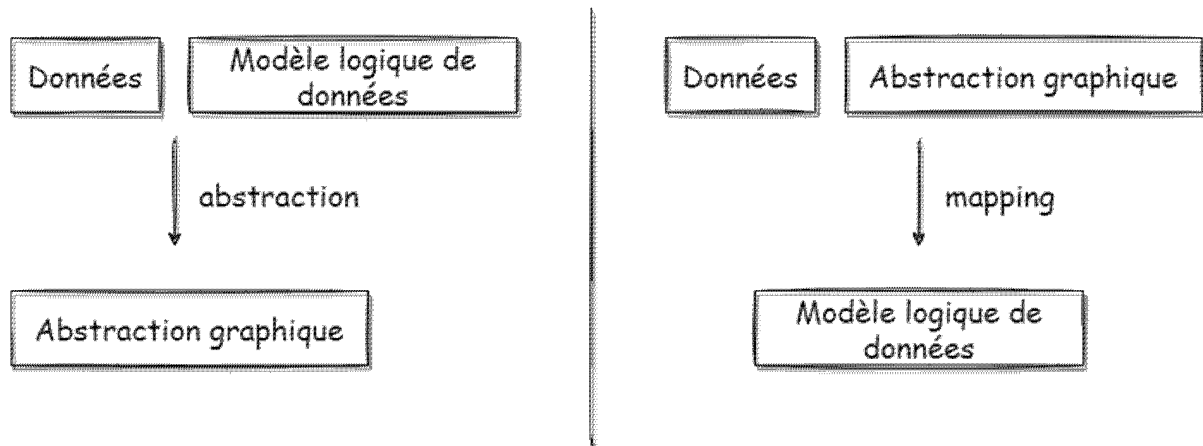


Figure 1: Input et Output de l'abstraction et du mapping

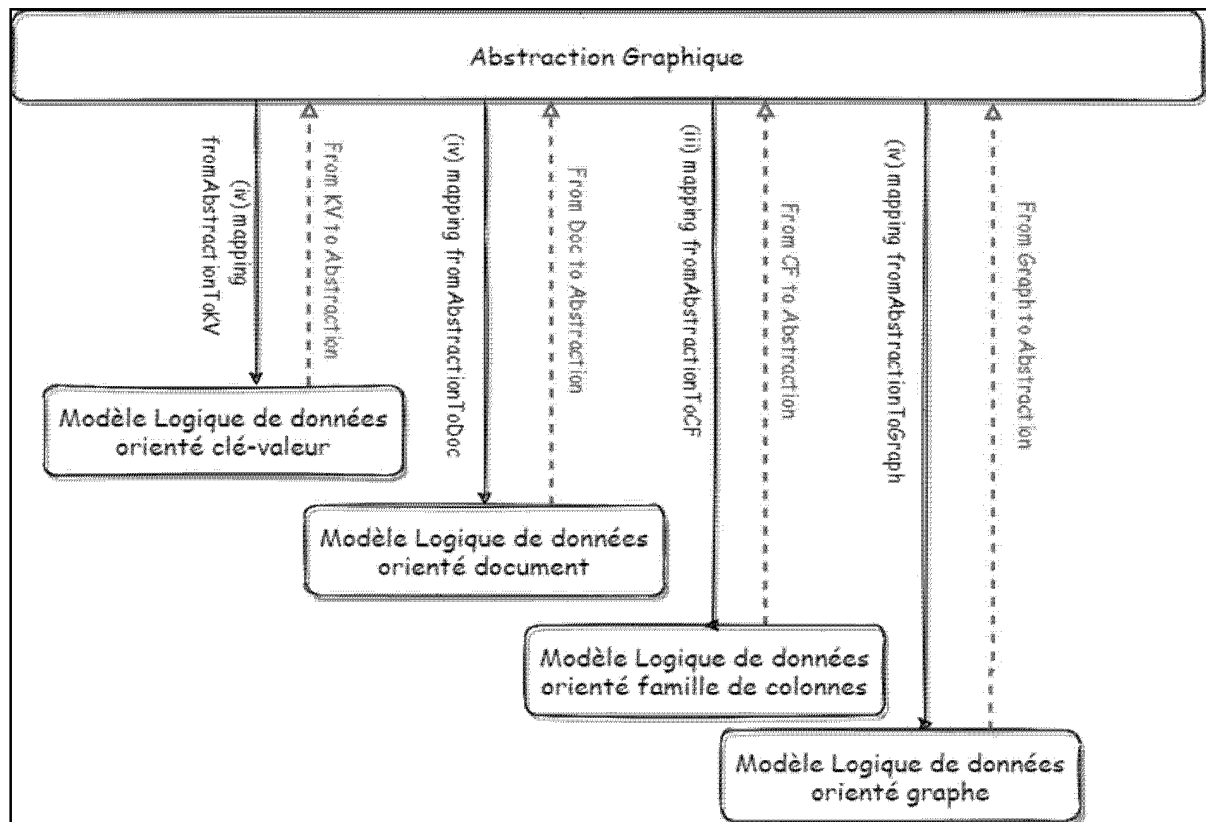
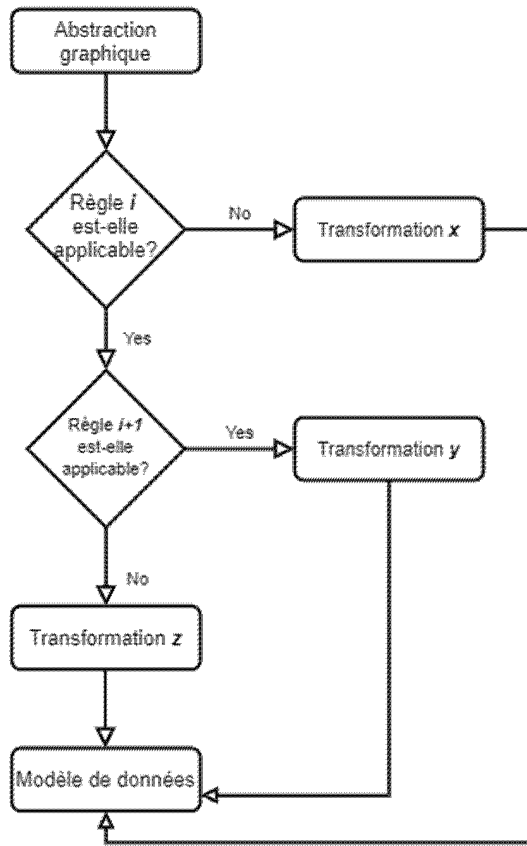


Figure 2: Méthode générale d'abstraction et de mapping

Mapping



Abstraction

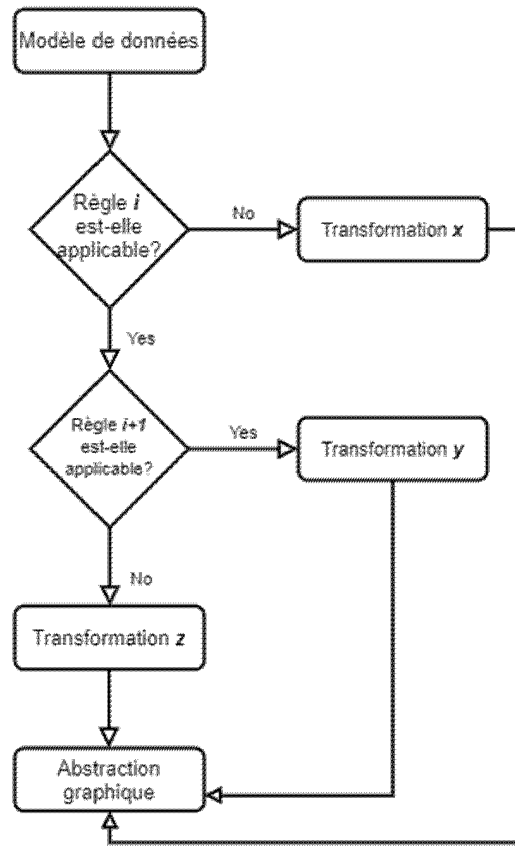


Figure 3: Procédure d'application des transformations du mapping et de l'abstraction

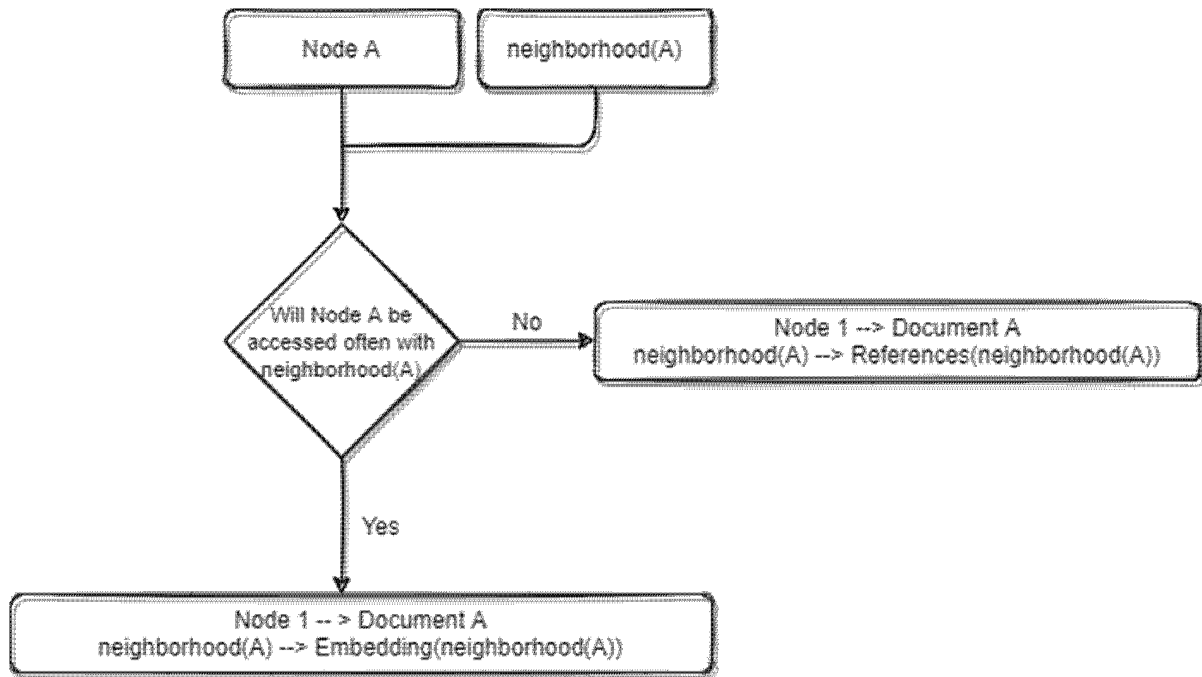


Figure 4: Exemple simplifié de la procédure d'application d'un mapping vers un modèle de données document

(ii) mapping fromGraphToDoc :
Example

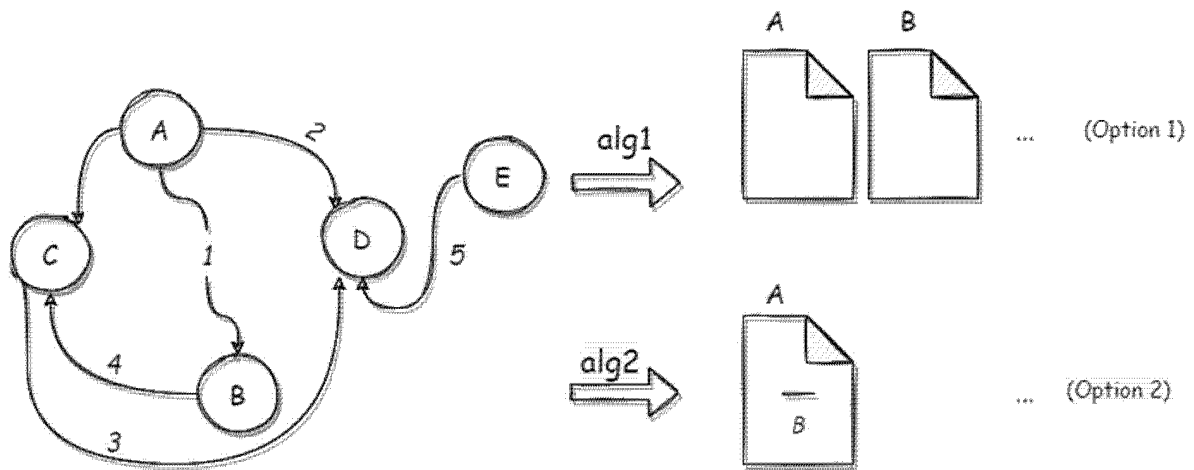


Figure 5: Exemple simplifié d'un mapping vers un modèle de données document

**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR
LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 55177	Date de dépôt : 10/12/2021 ;
Déposant : Université Internationale de Rabat	
Intitulé de l'invention : Méthode intelligente pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB : G06F16/00 ; G06F 17/30 ; G06F 16/28 ; CPC : G06F16/9024 ; G06F 16/28 ; G06F16/31 ; G06F16/116	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 23/11/2023
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
 - Revendications
6
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : XP033329847

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art, considéré isolément, ne divulgue une méthode pour une modélisation bidirectionnelle et unifiée des bases de données NoSQL comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques des revendications 1 à 6. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1 qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue une méthode pour une modélisation des bases de données NoSQL

caractérisée par la conceptualisation des actions de mapping à partir d'un modèle conceptuel intuitif en graphe vers les différentes catégories de bases de données NoSQL.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que la méthode de la présente demande est bidirectionnelle et unifiée et comprend la construction des bases de connaissances pour chaque abstraction depuis les différentes catégories de bases de données NoSQL vers un modèle conceptuel intuitif en graphe. En plus, la transformation automatique à partir de l'apprentissage automatique basé sur l'intelligence artificielle et l'analyse de langage naturel permet de générer, dans les deux directions, d'autres règles ayant la capacité de s'adapter à tous les scénarios de transformation.

L'effet technique desdites différences est celui de permettre une transformation bidirectionnelle, intelligente et automatique ainsi que la génération de règles par apprentissage automatique.

Le problème technique objectif que la présente invention se propose de résoudre est comment, à partir de D1, modéliser d'une manière bidirectionnelle les bases de données NoSQL en utilisant les méthodes d'apprentissage automatique et le traitement du langage naturel pour ne pas se limiter à des règles prédéfinies de mapping.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2 à 6 dépendent à la revendication 1 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.