

IA03 - Rapport de veille technologique

MATTAR Naya, HALBOURG Martin

Novembre 2025

Table des matières

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | Contexte / Présentation général de la veille | 4 |
| 2.1 | Contexte de la veille | 4 |
| 2.2 | Objectifs de la veille | 4 |
| 2.3 | Sujet de veille et mots-clés | 5 |
| 3 | Mise en place de méthodes de collecte d'articles | 6 |
| 3.1 | Collecte des sources d'information | 6 |
| 3.1.1 | Google scholar alerts | 6 |
| 3.1.2 | Google Gemini | 7 |
| 3.2 | Structuration du flux d'articles | 8 |
| 3.2.1 | Étape 2 : Extraction Automatique des Informations | 8 |
| 3.2.2 | Étape 3 : Calcul du Score de Pertinence | 9 |
| 3.2.3 | Étape 4 : Filtrage et Tri | 10 |
| 3.2.4 | Automatisation du Processus | 11 |
| 3.2.5 | Fichiers générés | 11 |
| 3.3 | Planning de la veille | 11 |
| 4 | Mise en place de l'ontologie | 12 |
| 4.1 | Référencement et analyse des articles collectés | 12 |
| 4.2 | Implémentation de l'ontologie dans Protégé | 13 |
| 4.2.1 | Construction de la hiérarchie de classes | 13 |
| 4.2.2 | Gestion des disjonctions | 13 |
| 4.2.3 | Définition des propriétés d'objet | 14 |
| 4.2.4 | Définition des propriétés de données | 14 |
| 4.2.5 | Vérification logique et validation de l'ontologie | 14 |
| 4.2.6 | Ajout des individus | 14 |
| 4.2.7 | Génération du fichier OWL | 15 |
| 5 | Évaluer les résultats de la veille | 16 |
| 5.1 | Évaluation de l'ontologie à travers des requêtes | 16 |
| 5.1.1 | Requêtes SPARQL implémentées | 17 |
| 5.1.2 | Résultats de l'évaluation | 19 |
| 6 | Partager les résultats de la veille | 19 |
| 7 | Conclusion | 20 |

Table des figures

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Alertes Google scholar mises en place | 6 |
| 2 | Exemple d'alerte Google scholar | 7 |
| 3 | Table des classes | 12 |
| 4 | Table des propriétés d'objet | 13 |
| 5 | Table des propriétés de Données | 13 |

1 Introduction

Dans le cadre de l'UV IA03 (Technique de modélisation, capitalisation et gestion des connaissances), nous avons réalisé une veille technologique appliquée à l'apport de l'IA et des nouvelles technologies au service des personnes atteintes d'autisme et de troubles mentaux en général. Dans un premier temps, le but est de répertorier un ensemble de technologies actuelles, permettant une aide aux personnes atteintes de TSA (Trouble du Spectre de l'Autisme). Ensuite, nous avons mis un place des moyens de suivi des dernières innovations. Notre veille n'a pu durer qu'un temps restreint, cependant, nous avons tout de même pu couvrir de toutes nouvelles innovations. La finalité de cette veille est d'organiser l'ensemble des informations acquises en une ontologie, permettant une recherche facile sur le sujet de la veille. Les questions de compétences en fin de veille sont la démonstration de l'avantage de la création d'une veille. Ce rapport de veille a pour objectif de présenter le contexte général de la veille, d'expliquer les méthodes de recherches et de création de l'ontologie et enfin de démontrer l'utilité de notre travail.

2 Contexte / Présentation général de la veille

2.1 Contexte de la veille

L'autisme, ou Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), est un trouble du développement neurologique qui se caractérise par des difficultés dans les interactions sociales, la communication et le comportement. Il est donc souvent nécessaire de réaliser un accompagnement de ces personnes. Cependant, chaque personne autiste a des particularités nécessitant des approches personnalisées. Les systèmes apportés par la nouvelle technologie sont un moyen efficace de répondre aux particularités et permettent un accompagnement spécifique des personnes atteintes d'un TSA.

Depuis plusieurs années, les **technologies numériques** jouent un rôle croissant dans ce domaine. Elles permettent de favoriser la communication, l'apprentissage, l'autonomie et l'inclusion sociale. Parmi ces technologies, le **traitement automatique du langage naturel (NLP)** constitue une forte avancée. Cette branche de l'intelligence artificielle permet aux machines de comprendre, interpréter et générer du langage humain. Cela peut constituer une aide précieuse pour une personne ayant des problèmes de communication par exemple.

Les applications concrètes du NLP dans l'accompagnement des personnes autistes incluent :

- Des assistants conversationnels éducatifs ou interactifs ;
- Des systèmes de détection de signaux comportementaux ou émotionnels ;
- Des outils de communication augmentée ou alternative ;
- Des solutions d'aide à la socialisation ou à l'insertion professionnelle.

Dans un contexte de progrès rapides en IA et NLP, il est crucial de mener une veille technologique pour :

- Suivre les innovations ;
- Identifier les limites techniques et éthiques ;
- Comprendre leur impact sur l'accompagnement des personnes atteintes de TSA.

2.2 Objectifs de la veille

Cette veille technologique a pour objectifs de :

1. Identifier les **solutions technologiques existantes** destinées aux personnes atteintes de TSA ;
2. Observer les **bénéfices** apportés par ces outils : communication, autonomie, éducation, inclusion sociale... ;
3. Analyser les **enjeux techniques et éthiques** : accessibilité, protection des données, personnalisation ;
4. Suivre les **tendances de recherche et d'innovation** pour anticiper les évolutions à venir.

2.3 Sujet de veille et mots-clés

Sujet de veille

L'apport des technologies de traitement automatique du langage (NLP) et des outils numériques dans l'accompagnement des personnes atteintes de TSA.

Mots-clés

- **Domaines médicaux et sociaux** : Autisme, TSA, Handicap, Comportement, Sociabilité, Insertion sociale
- **Technologies NLP et IA** : Traitement automatique du langage naturel, NLP, Intelligence artificielle (IA), Machine Learning, Deep Learning, Génération automatique de texte, Analyse du langage
- **Outils numériques** : Chatbots, Assistants conversationnels, Communication augmentée / alternative (CAA), Eye-tracking, Reconnaissance vocale, Analyse prosodique, Détection des expressions faciales
- **Usages** : Aide à la communication, Interaction humain-machine, Insertion sociale et professionnelle, Inclusion, Autonomie

3 Mise en place de méthodes de collecte d'articles

Afin de mener à bien notre veille technologique, nous avons mis en place un ensemble de méthodes permettant la collecte et l'organisation d'article. Ensuite, nous avons utilisé des méthodes d'organisation des informations collectées depuis ces articles.

3.1 Collecte des sources d'information

Dans un premier temps, l'objectif est de collecter un ensemble d'articles scientifiques, afin de se documenter sur le sujet et de lister les nouvelles innovations du domaine.

Pour réaliser cette tâche, nous avons utilisé des méthodes de collecte automatique d'articles

3.1.1 Google scholar alerts

Nous avons créé deux alertes par mail en utilisant deux ensembles de mots clés servant à diriger la recherche. Nous sommes resté très large dans le choix des mots clés car nous réalisons par la suite un classement des articles que nous récupérons. Cela nous permet d'avoir une banque d'articles conséquente et de réaliser un affinement par la suite. Sur l'image suivante, nous pouvons voir les deux alertes mises en place.



FIGURE 1 – Alertes Google scholar mises en place

L'image suivante nous montre un exemple de mail journalié nous présentant un ou plusieurs articles en lien avec les mots clés, et donc détecté par l'alerte. Cela nous donne donc deux mails journaliés. Le premier pour les mots clés "Autism" et "TSA" (recherche sur le domaine médical de l'autisme) et la seconde pour les mots clés "NLP", "Natural Language Processing", "Deep Learning" "IA" et "Autism". Le but de la seconde est d'être plus en adéquation avec le thème de notre veille.

Autisme, TSA – de nouveaux résultats sont disponibles

Ajouter label [Updates](#) ×

Alertes Google Scholar scholaralerts-noreply@google.com ↗ ↘ 11:08 AM
À halbourg.martin@gmail.com ↗

... , la compréhension de la mort et les perceptions de l'entourage chez des personnes présentant une déficience intellectuelle ou un trouble du spectre de l'autisme

S Thomas Persechino - 2025

... intellectuelle/TSA » mené par ... TSA, ainsi que la perception de leur entourage (intervenants et proches) quant à leurs comportements suicidaires. Pour ce faire, des entrevues semi-structurées menées auprès de 22 participants présentant une déficience ...



La régulation émotionnelle des enfants présentant un trouble du spectre de l'autisme en lien avec les pratiques soutenantes des enseignants au primaire

É Béland-Bon enfant - 2025

... enseignants et aux comportements de régulation émotionnelle des élèves présentant un TSA. En effet, l'enseignant demeure un acteur ... sur les comportements de régulation émotionnelle des élèves ayant un TSA en classe ...



Ce message vous a été envoyé par l'équipe Google Scholar, car vous suivez les nouveaux résultats pour [\[Autisme, TSA\]](#).

[RÉPERTORIER LES ALERTES](#)

[ANNULER L'ALERTE](#)

FIGURE 2 – Exemple d'alerte Google scholar

3.1.2 Google Gemini

Pour initier notre veille, nous avons demandé à un assistant conversationnel de nous lister un ensemble de technologies actuelles permettant l'aide aux personnes atteintes d'un TSA. Cela nous a ensuite permis de faire des recherches sur le web, en ciblant certaines des technologies listées par l'IA. Cela nous a permis une recherche direct et en accords avec l'objectif de la veille.

3.2 Structuration du flux d'articles

Nous avions donc deux sources d'articles, une source quotidienne avec les Google alert et une source hebdomadaire, avec nos recherches ciblées, aidée de l'IA. L'organisation de cette seconde source de données est simple : Chaque semaine, nous classifions à la main les quelques articles sélectionnés dans un excel. La première source d'information nous fournit plusieurs articles par jours. Il nous est donc impossible de les lire tous. Nous avons donc implémenté en python, une méthode d'extraction des articles depuis notre boîte mail, puis une méthode de classification des articles en fonction d'un score de pertinence. Voici les étapes d'implémentation de ce pipeline.

Étape 1 : Réception des Emails Google Scholar

Google Scholar envoie automatiquement des emails d'alerte lorsqu'un nouvel article correspondant à vos critères de recherche est publié. Ces emails contiennent :

- Le **titre** de l'article
- Les **auteurs**
- La **source** (revue, conférence, etc.)
- Un **résumé** ou les premières phrases
- Un **lien** vers l'article complet

3.2.1 Étape 2 : Extraction Automatique des Informations

Le processus d'extraction Notre script Python (`extract_scholar_articles_from_0.py`) se connecte automatiquement à notre boîte email et :

1. **Se connecte** à notre compte email via le protocole IMAP
2. **Recherche** tous les emails provenant de Google Scholar depuis une date donnée
3. **Lit** le contenu de chaque email
4. **Extrait** les informations de chaque article mentionné dans l'email

Informations extraites pour chaque article Pour chaque article trouvé, le système extrait et structure les données suivantes :

| Champ | Description | Exemple |
|----------------|----------------------------|---|
| Titre | Titre complet de l'article | "AI-driven therapy for autism spectrum disorder" |
| Auteurs | Liste des auteurs | "Smith, J., Doe, M., Brown, A." |
| Source | Revue ou conférence | "Journal of Autism and Developmental Disorders, 2024" |

| | | |
|------------------------|---------------------------|--|
| Résumé | Résumé ou extrait | "This paper presents a novel approach..." |
| Lien | URL vers l'article | " https://scholar.google.com/... " |
| Date de l'email | Date de réception | "2024-11-26" |
| Sujet l'email | Sujet de l'email d'alerte | "New articles matching your query" |

Toutes ces informations sont ensuite enregistrées dans un fichier CSV, qui est un format de tableau lisible par Excel et Google Sheets

3.2.2 Étape 3 : Calcul du Score de Pertinence

Google Scholar envoie beaucoup d'articles, mais tous ne sont pas pertinents pour notre recherche spécifique. Le score de pertinence permet de :

- Identifier rapidement les articles les plus pertinents
- Trier les articles du plus au moins pertinent
- Filtrer les articles selon un seuil de pertinence (ex : garder seulement ceux avec un score ≥ 40)

Comment le score est-il calculé ?

Le système analyse le contenu textuel de chaque article (titre, auteurs, source, résumé) et recherche la présence de mots-clés importants, organisés en trois catégories :

Catégorie 1 : Mots-clés IA/NLP (Intelligence Artificielle)

Ces mots-clés indiquent que l'article traite de technologies d'intelligence artificielle :

| Mots-clés | Poids | Explication |
|---|-----------------|----------------------------|
| "artificial intelligence", "intelligence artificielle", "ai" | 3 points | Mots-clés principaux |
| "machine learning", "apprentissage automatique" | 3 points | Techniques d'apprentissage |
| "nlp", "natural language processing", "traitement du langage naturel" | 3 points | Traitements du langage |
| "neural network", "réseau de neurones" | 2 points | Architecture de réseaux |
| "computer vision", "vision par ordinateur" | 2 points | Vision artificielle |

| | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------|
| "algorithm", "algorithme", "mo- | 1 point | Termes génériques |
| del", "modèle" | | |

Catégorie 2 : Mots-clés Autism

Ces mots-clés indiquent que l'article concerne l'autisme :

| Mots-clés | Poids | Explication |
|---|-------------------|-------------------------|
| "autism", "autisme", "autistic", "autiste" | 4 points | Mots-clés principaux |
| "tsa", "trouble du spectre de l'autisme", "asd", "autism spectrum disorder" | 4 points | Terminologie officielle |
| "asperger", "autistic spectrum" | 2-3 points | Termes associés |

Catégorie 3 : Mots-clés d'Application

Ces mots-clés indiquent que l'article traite d'applications pratiques :

| Mots-clés | Poids | Explication |
|---|-------------------|-----------------------------|
| "therapy", "thérapie", "intervention" | 2 points | Applications thérapeutiques |
| "diagnosis", "diagnostic", "detection", "déttection" | 2 points | Diagnostic et détection |
| "communication", "social", "behavior", "comportement" | 1-2 points | Domaines d'application |

Calcul du score final Le système applique la logique suivante :

1. **Compte les occurrences** de chaque mot-clé dans le texte de l'article
2. **Multiplie** chaque occurrence par le poids du mot-clé
3. **Applique des bonus** selon la présence combinée de catégories :
 - **Bonus maximum** : Si l'article contient à la fois des mots-clés IA/NLP **ET** autisme → Score multiplié par **2**
 - **Bonus moyen** : Si l'article contient seulement IA/NLP **OU** autisme → Score multiplié par **1.2**
 - **Pas de bonus** : Si l'article ne contient que des mots-clés d'application
4. **Normalise le score** entre 0 et 100 pour faciliter la lecture

3.2.3 Étape 4 : Filtrage et Tri

Filtrage par seuil

Une fois les scores calculés, le système peut filtrer les articles selon un seuil de pertinence. Par exemple :

- **Seuil 40** : Garde uniquement les articles avec un score ≥ 40
- **Seuil 50** : Garde uniquement les articles avec un score ≥ 50

Tri par pertinence

Les articles sont automatiquement triés du **plus pertinent au moins pertinent** (score décroissant), ce qui permet de voir en premier les articles les plus intéressants et de gagner du temps en se concentrant sur les meilleurs résultats

3.2.4 Automatisation du Processus

Pour ne pas avoir à faire tourner ce script python à la main, nous avons automatisé le processus. Cette automatisation repose sur deux composants principaux : un script batch Windows (`run_daily_pipeline.bat`) et une tâche planifiée dans le Planificateur de tâches Windows. Le script batch active automatiquement l'environnement Python Conda (IA03) nécessaire, puis lance un script Python (`run_daily_pipeline.py`) qui exécute séquentiellement toutes les étapes. La tâche planifiée Windows est configurée pour déclencher l'exécution du script batch quotidiennement à 23h30, garantissant une mise à jour automatique. Tous les résultats et erreurs sont enregistrés dans des fichiers de log horodatés.

3.2.5 Fichiers générés

Le processus génère plusieurs fichiers :

| Fichier | Description |
|--|--|
| <code>articles_scholar.csv</code> | Fichier principal avec tous les articles et leurs scores |
| <code>articles_filtres_seuil_40.csv</code> | Articles filtrés avec score ≥ 40 |

3.3 Planning de la veille

Afin de mener à bien notre veille, nous avons décidé de nous réunir chaque vendredi pour faire un point sur les avancées de chacun. Nous examinions les résultats du script journalier pour déterminer les quelques articles à explorer, et nous discutions des nouvelles idées d'implémentation pour notre ontologie. Nos réunions duraient 1h environ et nous faisions des recherches sur le domaine de l'IA appliquée à l'Autisme. Nous avions donc bien la source quotidienne à analyser en fin de semaine et une autre source plus précise et plus manuelle à sélectionner lors de nos réunions. A la fin de chaque réunions, nous mettions à jour l'excel répertoire des articles à lire et nous repartissions le travail de lecture.

4 Mise en place de l'ontologie

4.1 Référencement et analyse des articles collectés

L'ensemble des articles récupérés via Google Scholar et les outils d'IA a été répertorié dans un espace de travail partagé sur Google Drive. Nous avons mis en place un tableau de suivi sous Google Sheets permettant de centraliser et d'uniformiser les informations essentielles de chaque article. Ce tableau comportait les colonnes suivantes :

- Nom de l'article
- Date de publication
- Article + résumé
- Source
- Auteurs
- Lien
- Mots clés

Ce premier référencement permettait de disposer d'une base d'articles structurée et facilement consultable.

Une fois cette étape réalisée, nous avons procédé à une lecture détaillée de chaque article afin de déterminer les éléments pertinents pour la construction de l'ontologie. L'objectif était d'identifier, pour chaque document, les notions essentielles pouvant être traduites en :

- Classes
- Propriétés d'objet
- Propriétés de données

Pour faciliter ce travail d'analyse, nous avons créé un second fichier sur Google Drive dans lequel chaque article disposait d'une fiche dédiée. Chaque fiche comportait l'article, son résumé, ainsi que son **apport potentiel à l'ontologie**. Cet apport était structuré selon un modèle constant de quatre pages :

1. Page 1 : Classes identifiées

| Classe (Label français) | Nom technique | Relation Parent/Specialisation | Description |
|-------------------------|------------------------|--------------------------------|---|
| RéalitéVirtuelle | RealiteVirtuelle | TechnologieNumérique | Système de matériels technologiques engageant l'immersion dans un environnement 3D interactif et géré par ordinateur. |
| HabitatInclusif | HabitatInclusif | EnvironnementSocial | Mode de résidence en milieu ordinaire (urbain) visant l'autonomie et l'inclusion sociale des personnes handicapées. |
| Dyscommunication | Dyscommunication | TroubleCommunicationVerbale | Altération communicationnelle majeure chez la Personne TSA, minorant ou effaçant la trace de langage verbalisé. |
| Autodétermination | Autodetermination | CompétenceSociale | Capacité de l'individu à faire des choix et à exercer un pouvoir d'agir sur sa vie (droit de choisir son lieu de résidence). |
| CapsuleVR | CapsuleVR | EnvironnementVirtual | Scénario d'apprentissage ou de simulation spécifique implémenté dans l'environnement de Réalité Virtuelle (ex: simulation de tâches domestiques). |
| TiercePersonneGuidante | TiercePersonneGuidante | ProfessionnelAccompagnement | Acteur (éducatif ou soignant) qui fournit un étayage exogène à l'usager dans l'activité immersive (guidance triangulée). |

FIGURE 3 – Table des classes

2. Page 2 : Propriétés d'objet

| Propriété (Label français) | Nom technique | Domaine | Portée | Description |
|----------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|---|
| simuleEnvironnement | simuleEnvironnement | RéalitéVirtuelle | HabitatInclusif | Indique que le dispositif de RV crée une reproduction virtuelle d'un lieu de vie réel pour l'apprentissage. |
| favoriseCompétence | favoriseCompetence | CapsuleVR | Autodétermination | Décrit l'impact de l'outil immersif sur le développement de la capacité d'autodétermination et de choix. |
| requiertGuidance | requiertGuidance | CapsuleVR | TiercePersonneGuidante | Indique la nécessité d'un accompagnement actif par un professionnel lors de l'activité immersive pour les personnes dyscommunicantes. |
| estEtayéPar | estEtayePar | TiercePersonneGuidante | Sémiose | Décrit les systèmes de communication utilisés par le guide pour étayer l'usage (ex: Makaton, pictogrammes). |
| permetInteragirVia | permetInteragirVia | RéalitéVirtuelle | MoyenInteraction | Indique la technique utilisée par l'utilisateur pour pointer et sélectionner des éléments dans l'environnement VR. |

FIGURE 4 – Table des propriétés d'objet

3. Page 3 : Propriétés de données

| Propriété (Label français) | Nom technique | Domaine | Type de données | Description |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---|
| statutCommunicationnel | statutCommunicationnel | PersonneTSA | string | Niveau d'altération du langage et de la communication (ex: "dyscommunicant", "a-communication"). |
| tauxDeParticipation | tauxDeParticipation | ÉtudeUtilisateur | float | Pourcentage de participation effective des usagers aux séances d'accompagnement (mesure de l'engagement). |
| méthodeInteractionVR | méthodeInteractionVR | RéalitéVirtuelle | string | Technique spécifique utilisée pour l'interaction et la sélection d'objets ou de pictogrammes (ex: "ray-casting"). |
| estMilieuSécurisé | estMilieuSecurese | RéalitéVirtuelle | boolean | Vrai si l'environnement de RV est conçu pour minimiser le stress sensoriel et augmenter la disponibilité cognitive. |
| estRechercheCollaborative | estRechercheCollaborative | ProgrammeRecherche | boolean | Vrai si la méthodologie implique l'expérience et les savoirs des personnes autistes et des professionnels. |

FIGURE 5 – Table des propriétés de Données

Ce découpage nous a permis de passer d'une veille documentaire à une extraction méthodique des connaissances nécessaires à la modélisation ontologique.

4.2 Implémentation de l'ontologie dans Protégé

Cette analyse sémantique systématique nous a permis de dégager une structure conceptuelle cohérente, servant de base à l'implémentation de l'ontologie dans *Protégé*.

4.2.1 Construction de la hiérarchie de classes

La première étape a consisté à implémenter l'ensemble des classes constituant l'ontologie, puis à structurer celles-ci selon une hiérarchie cohérente à l'aide de l'axiome `rdfs:subClassOf`. Les classes centrales telles que **Personne**, **Professionnel**, **Besoin**, **OutilNumérique**, **Technologie** ou encore **Intervention** ont été déclinées en sous-classes plus spécifiques. Par exemple :

- PersonneTSA \sqsubseteq Personne,
- Orthophoniste, Psychologue et Enseignant \sqsubseteq Professionnel,
- RobotSocial, SystèmeVR_AR, ApplicationSpécifique \sqsubseteq OutilNumérique.

La définition de cette taxonomie nécessitait une attention particulière afin de garantir sa cohérence interne et d'éviter les ambiguïtés logiques susceptibles d'être détectées par le moteur d'inférence.

4.2.2 Gestion des disjonctions

Une difficulté importante a été la prise en compte des relations de disjonction entre certaines classes, notamment celles représentant des rôles distincts. L'axiome `owl:disjointWith`

a été utilisé pour signifier que des classes telles que `Orthophoniste`, `Psychologue` et `Enseignant` sont mutuellement exclusives. L'introduction de ces contraintes impose une vérification rigoureuse afin d'éviter la génération d'incohérences, en particulier lorsque certaines entités peuvent, dans des situations réelles, assumer plusieurs fonctions.

4.2.3 Définition des propriétés d'objet

Nous avons ensuite défini les propriétés d'objet permettant de relier les différentes classes entre elles. Chacune d'elles a été spécifiée avec son domaine et sa portée. Parmi les propriétés principales, nous pouvons citer :

- `aBesoinDe` : `PersonneTSA` → `Besoin`,
- `estSoutenuePar` : `PersonneTSA` → `Professionnel`,
- `implémenteTechnologie` : `OutilNumérique` → `Technologie`,

La définition correcte des domaines et portées était essentielle pour éviter des inférences incorrectes, telles que l'attribution non désirée de types à certains individus.

4.2.4 Définition des propriétés de données

Les propriétés de données ont été définies afin d'associer des valeurs littérales aux individus. Parmi les propriétés introduites, citons :

- `age` : `integer`,

Ces propriétés permettent d'intégrer des informations quantitatives issues des études consultées ou des cas d'usage considérés.

4.2.5 Vérification logique et validation de l'ontologie

Une fois l'ensemble des classes et propriétés défini, l'ontologie a été soumise à une vérification de cohérence à l'aide de l'outil de validation *OWL Validator*. Cet outil permet d'identifier les éventuelles erreurs de modélisation et d'assurer la conformité de l'ontologie avec les standards OWL. La validation permet notamment de :

- détecter d'éventuelles incohérences structurelles,
- vérifier la compatibilité entre la hiérarchie, les disjonctions et les propriétés,
- signaler les conflits logiques liés aux domaines et aux portées,
- repérer les axiomes redondants ou incorrects.

Plusieurs itérations de correction ont été nécessaires afin d'obtenir une ontologie cohérente, conforme aux contraintes du formalisme OWL et dépourvue d'incohérences majeures.

4.2.6 Ajout des individus

La dernière étape de l'implémentation a consisté à intégrer les individus représentatifs des cas d'usage étudiés : personnes TSA, parents, professionnels, outils numériques, besoins, interactions, etc. Chaque individu a été associé à sa classe et relié aux autres entités à l'aide des propriétés définies précédemment. Cette étape a permis de tester concrètement les capacités d'inférence de l'ontologie.

4.2.7 Génération du fichier OWL

À l'issue de l'implémentation, Protégé a permis de générer automatiquement un fichier OWL structuré selon les standards RDF/OWL. Ce fichier constitue la version formelle et exploitable de l'ontologie, et peut être intégré dans des systèmes de recommandation, des applications d'analyse ou des environnements de raisonnement automatique.

5 Évaluer les résultats de la veille

La veille technologique menée avait pour objectif principal de collecter et d'analyser des informations pertinentes concernant les technologies numériques destinées à accompagner les personnes autistes. Toutefois, une veille ne se limite pas à la simple collecte : elle implique également la diffusion, la valorisation et l'interprétation des connaissances acquises.

Dans un contexte réel, la diffusion de la veille pourrait se matérialiser, par exemple, par la création d'un blog dédié, accessible au public, et présentant de manière vulgarisée les avancées identifiées au fil de l'analyse des articles. Une telle plateforme permettrait de publier régulièrement des synthèses structurées, facilitant la compréhension et l'appropriation des informations par un public non spécialiste.

Cependant, dans le cadre spécifique de ce projet, la diffusion publique des résultats ne fait pas partie des objectifs fixés. Nous avons donc choisi d'évaluer les résultats de la veille de manière différente, en mobilisant directement les connaissances extraites pour tester et analyser la performance de l'ontologie construite.

5.1 Évaluation de l'ontologie à travers des requêtes

Afin de mesurer la pertinence, la cohérence et le potentiel applicatif de l'ontologie, nous avons formulé un ensemble de questions représentatives des besoins réels dans le domaine de l'accompagnement des personnes avec TSA. Ces questions ont ensuite été traduites en requêtes OWL/SPARQL permettant de :

1. Identifier les outils numériques par technologie :

Quels outils numériques utilisent la technologie [TECHNOLOGIE] ?

Cette requête permet de trouver tous les outils qui implémentent une technologie spécifique (NLP, Vision ou Mouvement) en utilisant la relation `implementeTechnologie`. Elle sélectionne tous les outils numériques qui ont une relation avec la technologie spécifiée.

2. Identifier les outils utilisés par une personne TSA :

Quels outils numériques sont utilisés par [PERSONNE_TSA] ?

Cette requête trouve tous les outils numériques liés à une personne avec TSA via la relation `estAidePar`. Elle vérifie d'abord que l'individu est bien une personne TSA, puis filtre pour ne garder que les outils numériques.

3. Identifier les outils par intervention :

Quels outils numériques soutiennent l'intervention [INTERVENTION] ?

Cette requête utilise un `UNION` pour trouver les outils qui ont soit une relation `soutientIntervention` soit `utiliseDansIntervention` avec l'intervention spécifiée, permettant de capturer toutes les relations possibles entre outils et interventions.

4. Identifier les besoins satisfaits par un outil :

Quels besoins satisfait [OUTIL_NUMERIQUE] et ce besoin est-il un besoin parent ou enfant TSA ?

Cette requête utilise deux blocs UNION : le premier trouve les besoins via les relations `repondABesoin` ou `estSatisfaitPar`, le second filtre pour ne garder que les besoins de type BesoinsParents ou BesoinsEnfantTSA, retournant le besoin et son type pour identifier la catégorie.

5. Lister les exemples d'une sous-classe :

Lister l'ensemble des exemples de chaque [TYPE DE OUTIL_NUMERIQUE].

Cette requête recherche directement tous les individus qui ont le type de la sous-classe spécifiée (Applications, RobotSocial, SystemeVR_AR, etc.).

5.1.1 Requêtes SPARQL implémentées

Voici les cinq requêtes SPARQL complètes implémentées :

Requête 1 : Outils numériques par technologie

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX : <http://example.org/ont/tsa-nlp#>
```

```
SELECT DISTINCT ?outil
WHERE {
    ?outil rdf:type/rdfs:subClassOf* :OutilNumerique .
    ?outil :implementeTechnologie :{technologie} .
}
```

Requête 2 : Outils utilisés par une personne TSA

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX : <http://example.org/ont/tsa-nlp#>
```

```
SELECT DISTINCT ?outil
WHERE {
    :{personne} rdf:type :PersonneTSA .
    :{personne} :estAidePar ?outil .
    ?outil rdf:type/rdfs:subClassOf* :OutilNumerique .
}
```

Requête 3 : Outils par intervention

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX : <http://example.org/ont/tsa-nlp#>
```

```

SELECT DISTINCT ?outil
WHERE {
    ?outil rdf:type/rdfs:subClassOf* :OutilNumerique .
    {
        ?outil :soutientIntervention :{intervention} .
    }
    UNION
    {
        ?outil :utiliseDansIntervention :{intervention} .
    }
}

```

Requête 4 : Besoins satisfaits par un outil

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX : <http://example.org/ont/tsa-nlp#>

```

```

SELECT DISTINCT ?besoin ?typeBesoin
WHERE {
    :{outil} rdf:type/rdfs:subClassOf* :OutilNumerique .
    {
        :{outil} :repondABesoin ?besoin .
    }
    UNION
    {
        ?besoin :estSatisfaitPar :{outil} .
    }
    ?besoin rdf:type ?typeBesoin .
    {
        ?typeBesoin rdfs:subClassOf* :BesoinsParents .
    }
    UNION
    {
        ?typeBesoin rdfs:subClassOf* :BesoinsEnfantTSA .
    }
}

```

Requête 6 : Liste des exemples d'une sous-classe

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX : <http://example.org/ont/tsa-nlp#>

```

```

SELECT DISTINCT ?individu

```

```
WHERE {
    ?individu rdf:type <http://example.org/ont/tsa-nlp#{sousclasse}> .
}
ORDER BY ?individu
```

5.1.2 Résultats de l'évaluation

Notre ontologie a été évaluée à travers ces requêtes, et les résultats permettent de la valider. En effet, un parent pourrait maintenant utiliser cette ces requêtes pour trouver les outils numériques qui pourraient lui aider à accompagner son enfant avec TSA. Pour cela, nous avons développé une petite interface web interactive qui permet de tester les requêtes SPARQL, visualiser l'ontologie générale ou même visualiser notre rapport.

6 Partager les résultats de la veille

Cette interface est la manière la plus adaptée selon nous pour diffuser notre veille. Nous pouvons y retrouver la vue du contexte et du rapport de veille ou une page interactive pour explorer l'ontologie à la manière du graphe sur protégé. Il est aussi possible d'interroger l'ontologie avec les questions à trou pré-écrites et qui permet de se mettre à la place d'un parent ou un professionnel de santé.

Voici le lien de cette interface : <https://interface-ontologie-tsa.onrender.com> Nous vous invitons à l'explorer.

7 Conclusion

Ce projet nous a permis de mettre en oeuvre une veille technologique. Dans ce cadre, nous avons pu découvrir et évaluer différentes méthodes de collecte et suivi d'articles. L'identification des failles des méthodes préexistantes nous a poussés à implémenter nos propres outils d'organisation et de tri. Ce projet nous a également permis d'approfondir les compétences acquises en TD, car le développement de la modélisation et de l'ontologie a évolué de manière itérative, étant régulièrement enrichi par les notions et concepts étudiés chaque semaine en TD. Cette symbiose entre la théorie et la pratique a été essentielle pour affiner notre approche et générer de nouvelles pistes de travail. La finalité du projet nous démontre le caractère pratique de l'organisation de la donnée. En effet, la création de l'ontologie permet de répertorier un ensemble de technologies liées à un domaine. Il devient ensuite plus simple d'en comprendre l'organisation.