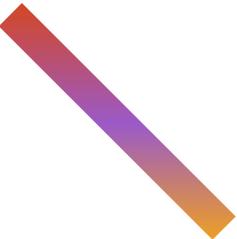
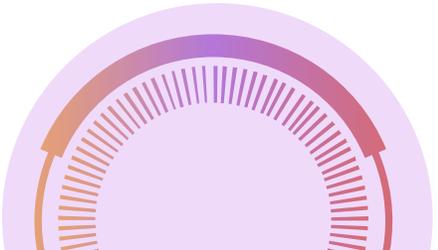


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique
Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi

**Cours traitement du langage
naturel**



**CHAPITRE 4 : Analyse
sémantique**



Dr.Belhouchette K

Contenu du Chapitre :

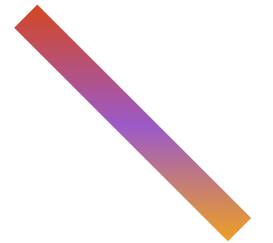
01

Représentation
sémantique des mots



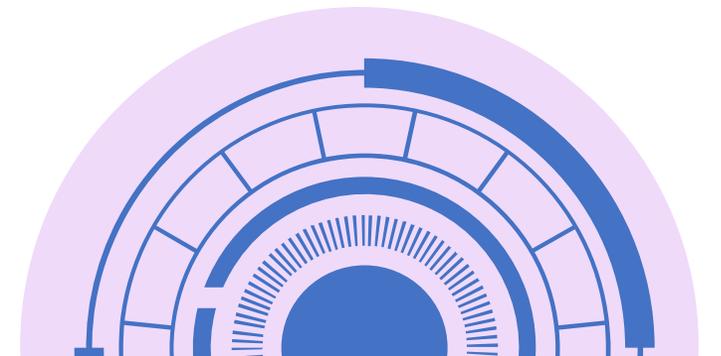
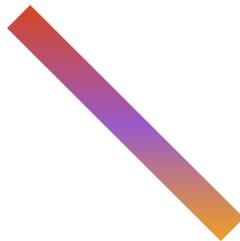
02

Représentation
sémantique des phrases





Introduction

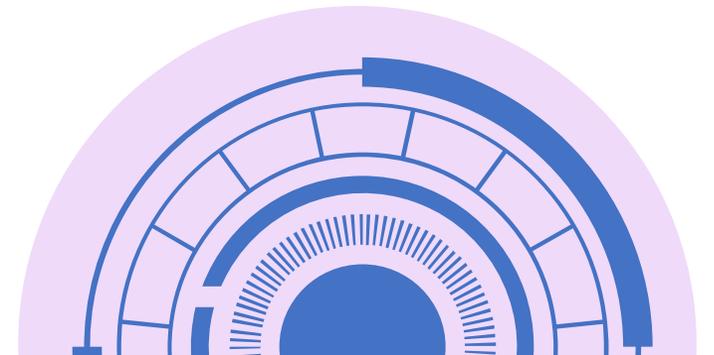




Introduction

L'analyse sémantique est une étape clé en TLN

L'analyse sémantique repose sur la représentation du sens des mots, phrases ou textes dans des formalismes qui permettent d'être traités par des machines.





Représentation sémantique

➤ Il existe différents formalismes de représentation sémantique :

Graphes Sémantiques

La logique des prédicats

Ontologies

Réseaux Sémantiques

Frames Sémantiques

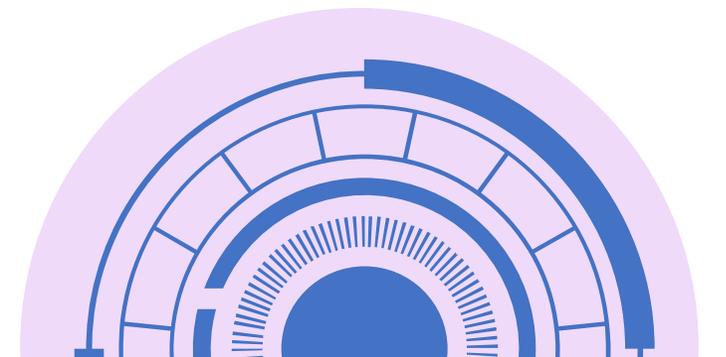
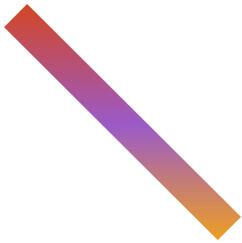
Vecteurs de Mots (Word Embeddings)



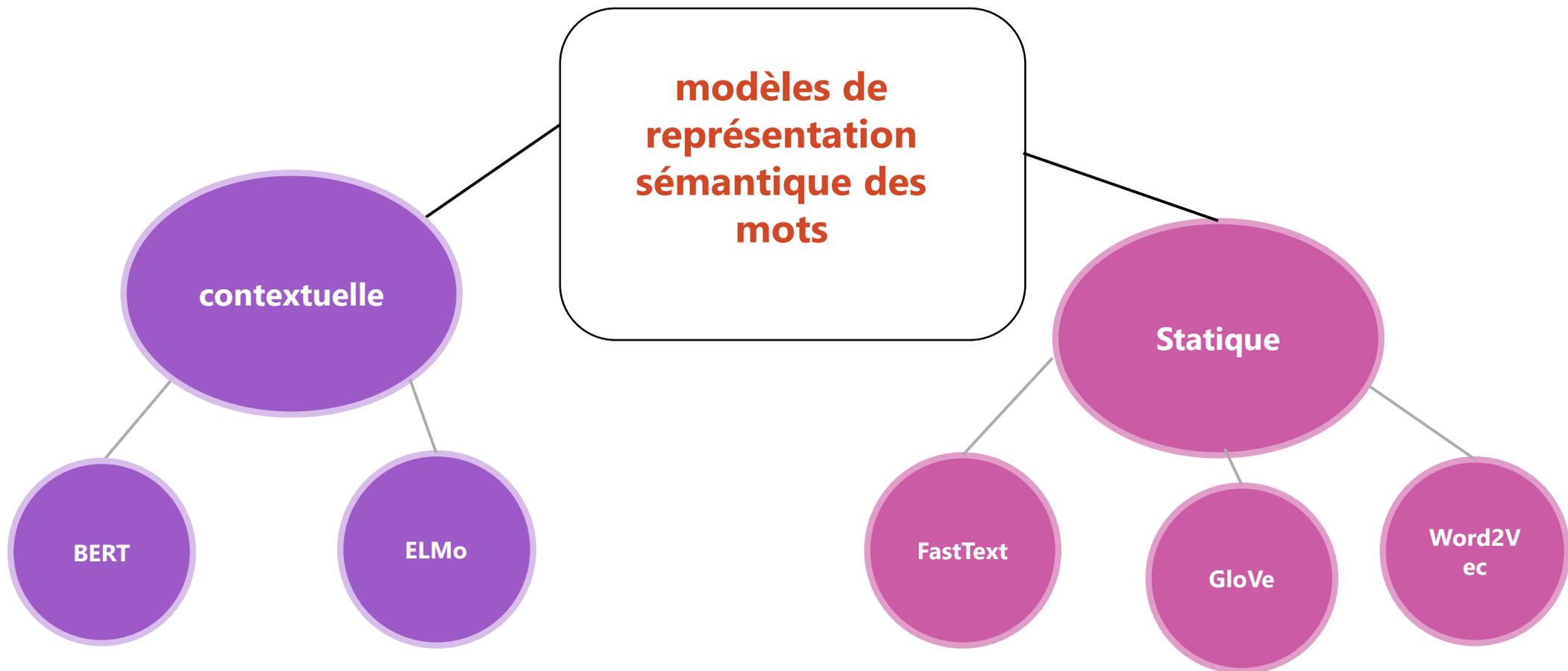


01

Représentation sémantique des mots



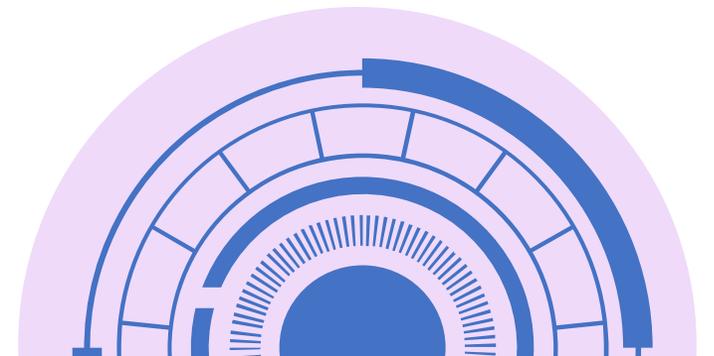
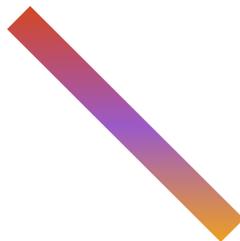
Modèles des représentation sémantique des mots





02

Représentation sémantique des phrases

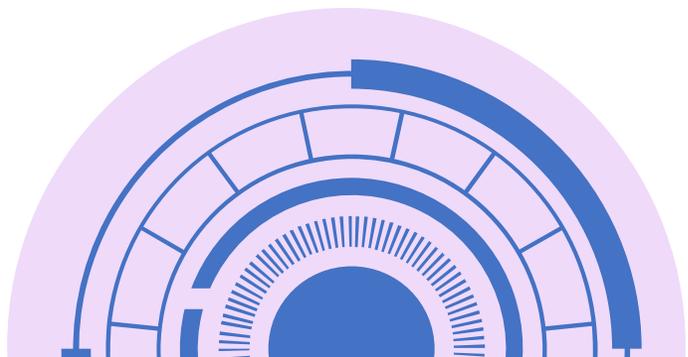




Représentation sémantique des phrases

Introduction

La sémantique des phrases se concentre sur la signification des éléments qui les composent, en particulier sur les relations entre les mots et leur interprétation dans le contexte de la phrase

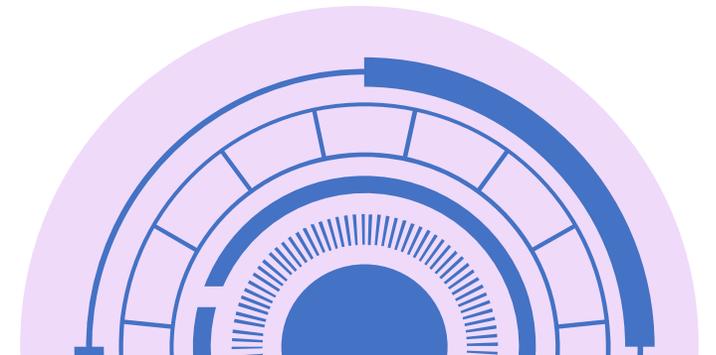




Représentation sémantique des phrases

Principaux rôles thématiques :

- **Agent** : entité qui réalise intentionnellement l'action
- **Patient** : entité qui subit l'action
- **Thème** : entité déplacée ou dont l'état change
- **Expérienceur** : entité qui perçoit ou ressent
- **Instrument** : moyen utilisé pour accomplir l'action
- **Bénéficiaire** : entité qui bénéficie de l'action
- **But/destination** : lieu vers lequel se dirige l'action
- **Source** : lieu d'origine
- **Lieu** : emplacement où se déroule l'action





Représentation sémantique des phrases

Principaux rôles thématiques :

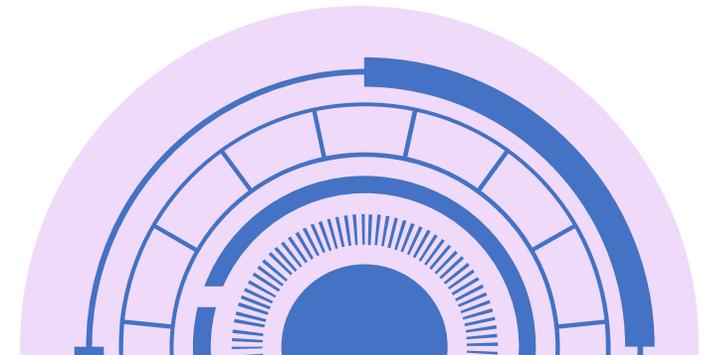
Exemple illustratif :

Dans la phrase « Ali ouvre la porte avec une clé »

- Ali = **Agent**
- la porte = **Patient**
- avec une clé = **Instrument**

Ces mêmes rôles peuvent apparaître dans des structures syntaxiques différentes tout en préservant leurs relations sémantiques :

- « Ali ouvre la porte avec une clé » (actif)
- "La porte est ouverte par Ali avec une clé" (passif)
- "La clé a permis à Ali d'ouvrir la porte" (changement de focus)





Représentation sémantique des phrases

Techniques de représentation sémantique des phrases





Représentation sémantique des phrases

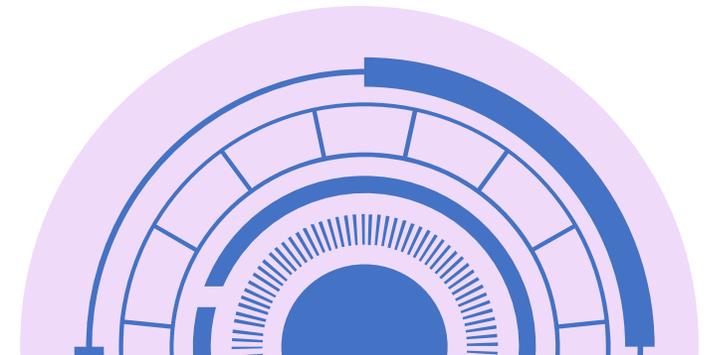
Représentation vectorielle des phrases

Les méthodes modernes utilisent des vecteurs pour représenter la signification des phrases.

Les vecteurs permettent de capturer la signification globale d'une phrase à travers des modèles mathématiques

Moyenne des embeddings de mots
Modèles pré-entraînés (comme BERT, GPT)

Détaillés au
chapitre précédent

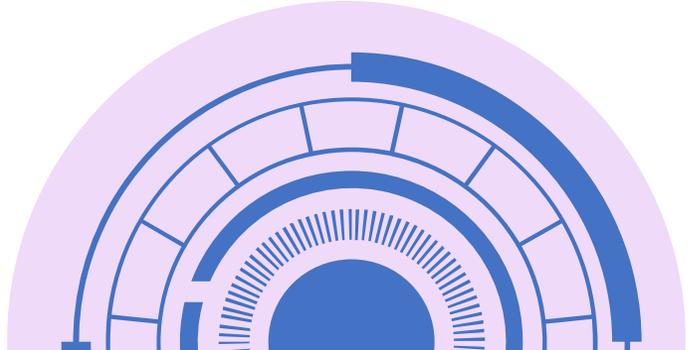




Les techniques de représentation sémantique des phrases

1. Logique du premier ordre (FOL)

La logique du premier ordre est une méthode formelle pour représenter la sémantique qui utilise des prédicats, des variables, des quantificateurs et des connecteurs logiques.





Les techniques de représentation sémantique des phrases

1. Logique du premier ordre (FOL)

Les composants principaux de la FOL

- **Prédicats** : relations ou propriétés : ex : Homme(x), Soeur(x,y)
 - **Variables** : représentent des entités
 - **Constantes** : représentent des entités spécifiques
 - **Quantificateurs** : universel (\forall) et existentiel (\exists)
 - **Connecteurs logiques** : et (\wedge), ou (\vee), non (\neg), implication (\rightarrow)
- 



Les techniques de représentation sémantique des phrases

1. Logique du premier ordre (FOL)

Exemples illustratif

Exemple 1 : "Tous les chats sont des mammifères."

$\forall x(\text{Chat}(x) \rightarrow \text{Mammifère}(x))$

Exemple 2 : « ELINE aime AYA, mais AYA aime ASSIA. »

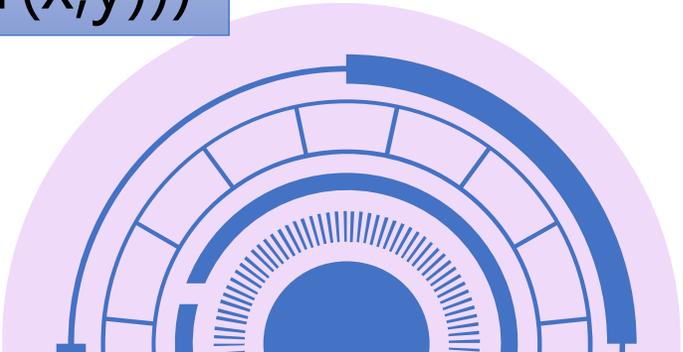
$\text{Aime}(\text{ELINE}, \text{AYA}) \wedge \text{Aime}(\text{AYA}, \text{ASSIA}) \wedge \neg \text{Aime}(\text{AYA}, \text{ELINE})$

Exemple 3 : "Quelqu'un a vu tout le monde. »

$\exists x(\text{Personne}(x) \wedge \forall y(\text{Personne}(y) \wedge x \neq y \rightarrow \text{Voir}(x,y)))$

Exemple 4 : "Tout étudiant qui étudie réussit. »

$\forall x((\text{Étudiant}(x) \wedge \text{Étudier}(x)) \rightarrow \text{Réussir}(x))$

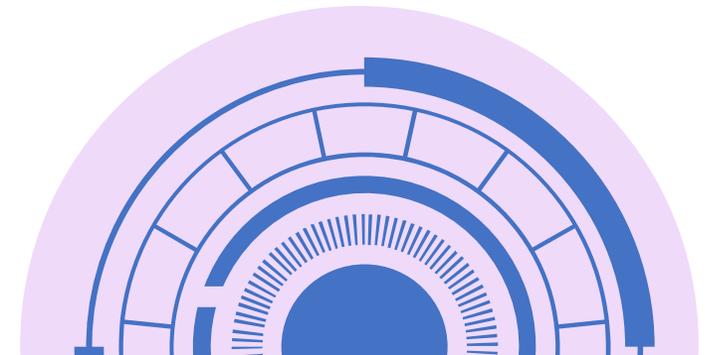




Représentation sémantique des phrases

Représentation à base de graphes

- Une autre approche consiste à représenter les phrases sous forme de graphes.
 - Les entités (mots ou groupes de mots) sont représentées comme des nœuds et les relations sémantiques entre eux comme des arêtes.
 - On va citer quelques célèbres graphes dans le domaine de TLN
- 





Représentation sémantique des phrases

1. Graphe de Concepts

Définition

Un graphe de concepts est une représentation graphique des concepts dans un domaine particulier, avec des relations simples comme "est un type de" ou "partie de".





Représentation sémantique des phrases

1. Graphe de Concepts

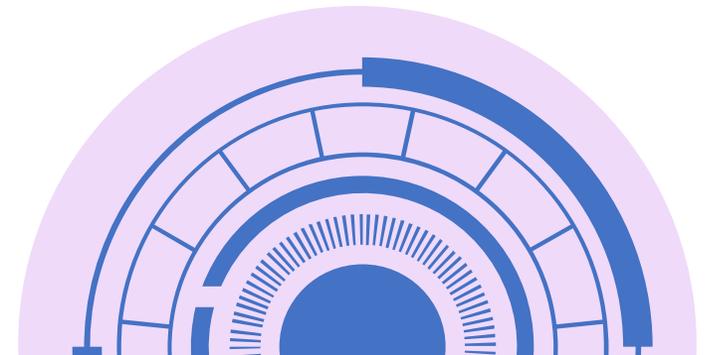
Structure et Éléments des Graphes de Concepts

Un graphe de concepts est formé de nœuds représentant des concepts et d'arcs indiquant les relations entre ces concepts:

➤ Nœuds (Concepts)

Les nœuds correspondent aux entités ou idées présentes dans le texte.

Par exemple, dans une phrase comme "Le chat chasse la souris", les concepts principaux sont "chat" et "souris«



Représentation sémantique des phrases

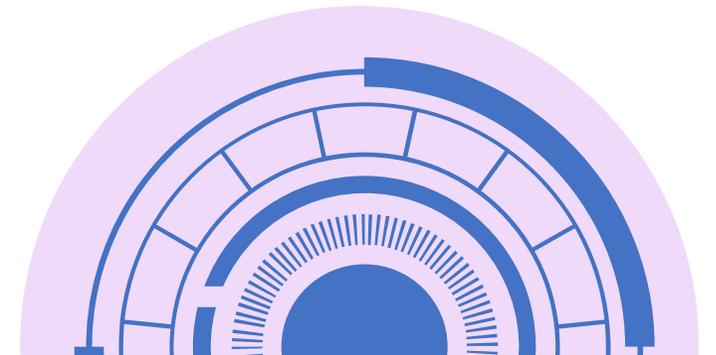
1. Graphe de Concepts

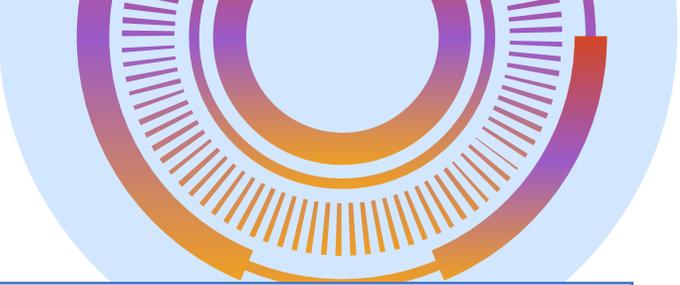
Structure et Éléments des Graphes de Concepts

➤ Arcs (Relations sémantiques)

Les arcs indiquent la relation entre deux concepts. Ils peuvent être :

- Hiérarchiques (est-un, fait-partie-de)
- Sémantiques (mange, habite, possède)
- Attributives (a-la-couleur, a-l'âge)



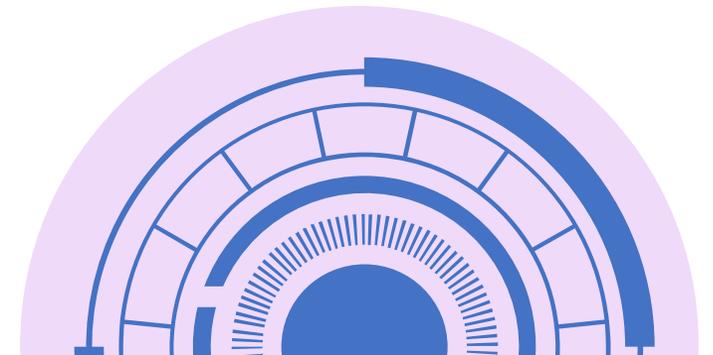


Représentation sémantique des phrases

1. Graphe de Concepts

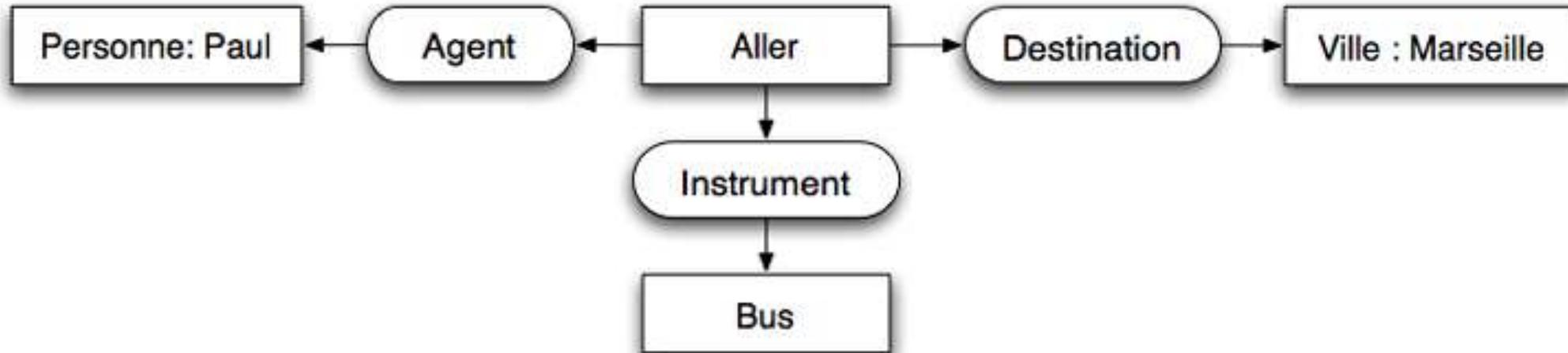
Les propriétés principales du graphe de concepts

- La transitivité : Si A est un B et B est un C, alors A est un C
 - L'héritage : Les propriétés des concepts parents sont transmises aux concepts enfants
 - La propagation : L'information peut se propager à travers le réseau
- 



Représentation sémantique des phrases

1. Graphe de Concepts



4 concepts: [Aller], [Personne: Paul], [Ville: Marseille], et [Instrument:Bus].

3 relations conceptuelles : (**Agent**) relie [Aller] à l'agent John, (**Destination**) relie [Aller] à la destination Marseille, et (**Instrument**) relie [Aller] à l'instrument bus.

Représentation sémantique des phrases

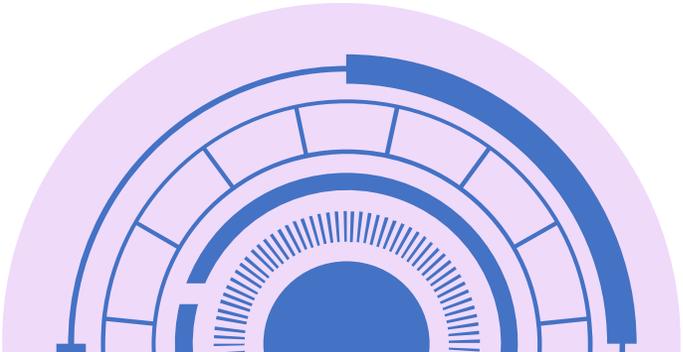
1. Graphe de Concepts

```
File Edit Selection View Go Run Terminal Help
Welcome Chapitre 5 X
D: > TLN > python > Chapitre 5 > ...
1
2 #Graphe de concept
3 import networkx as nx
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 G = nx.DiGraph() # Création d'un graph dirigé
6 # Ajout des concepts (nœuds)
7 G.add_node("Plante")
8 G.add_node("Arbre")
9 G.add_node("Fleur")
10 G.add_node("Plante à fleurs")
11 G.add_node("Conifère")
12 G.add_node("Feuille")
13 G.add_node("Racine")
14 G.add_node("Photosynthèse")
15
16 # Ajout des relations (arêtes)
17 G.add_edge("Arbre", "Plante", relation="Est un")
18 G.add_edge("Fleur", "Plante", relation="Est un")
19 G.add_edge("Plante à fleurs", "Plante", relation="Est un")
20 G.add_edge("Conifère", "Arbre", relation="Est un")
21 G.add_edge("Plante", "Feuille", relation="A")
22 G.add_edge("Plante", "Racine", relation="A")
23 G.add_edge("Plante", "Photosynthèse", relation="Effectue")
24
25
```



Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

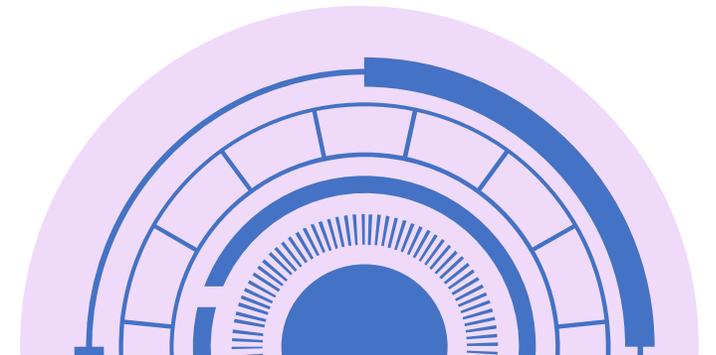
- Un **graphe de dépendance** est une structure utilisée dans le NLP pour analyser la syntaxe d'une phrase.
 - Contrairement à une représentation en arbre syntaxique traditionnelle qui représente la structure hiérarchique complète de la phrase, un graphe de dépendance montre la relation directe entre chaque mot de la phrase en fonction de sa dépendance grammaticale.
- 



Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

- Un graphe de dépendance représente les relations syntaxiques entre les mots
 - Chaque mot est un nœud dans le graphe
 - Les arcs représentent les relations de dépendance
 - Un mot ne peut dépendre que d'un seul autre mot (son gouverneur)
- 



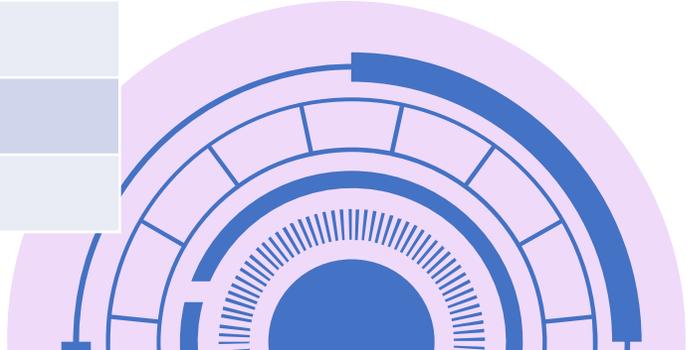


Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

Types de relations courantes :

Relation	Description
nsubj obj	sujet nominal
iobj	objet indirect
det	déterminant
amod	modificateur adjectival
advmod	modificateur adverbial
aux	auxiliaire
case	préposition
nmod	modificateur nominal



Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

Exemple : "Marie a acheté un livre à son frère."

Étapes d'analyse et représentation sous forme de graphe de dépendance

Marie → a	sujet → verbe
a → acheté	auxiliaire → verbe principal
acheté → livre	verbe → complément d'objet direct
acheté → frère	verbe → complément d'objet indirect
un → livre	déterminant → nom
son → frère	possesseur → nom

Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

Exemple : "Marie a acheté un livre à son frère."

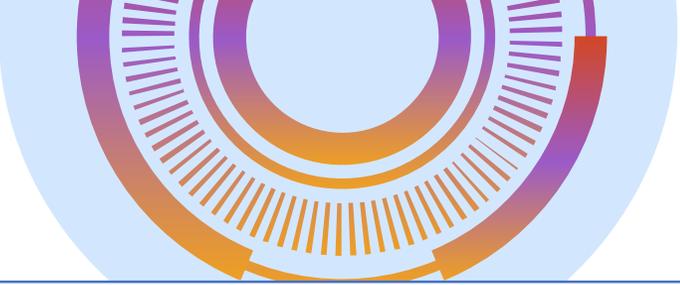
```
import spacy
import matplotlib.pyplot as plt
import networkx as nx
nlp = spacy.load("fr_core_news_sm")
sentence = "Marie a acheté un livre à son frère."

doc = nlp(sentence)

G = nx.DiGraph()

for token in doc:
    G.add_node(token.text)
    if token.dep_ != "punct": # Ignorer les signes de ponctuation
        G.add_edge(token.head.text, token.text, relation=token.dep_)
```

Détailler
en python



Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

Exemple : "Marie a acheté un livre à son frère."

```
nlp = spacy.load("fr_core_news_sm") : Charge le modèle de langue française
```

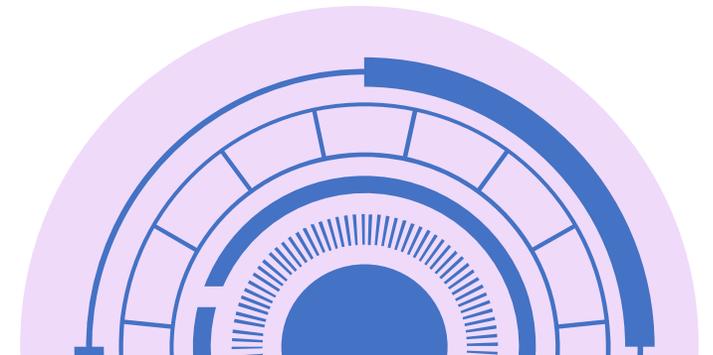
```
doc = nlp(sentence) : Traite la phrase pour générer un objet doc avec les informations de dépendance
```

```
G.add_node(token.text) : Ajoute chaque mot (token) comme nœud dans le graphe
```

```
G.add_edge(token.head.text, token.text, relation=token.dep_) : Crée une arête entre un mot et son mot "parent" (tête) avec la relation de dépendance comme étiquette
```



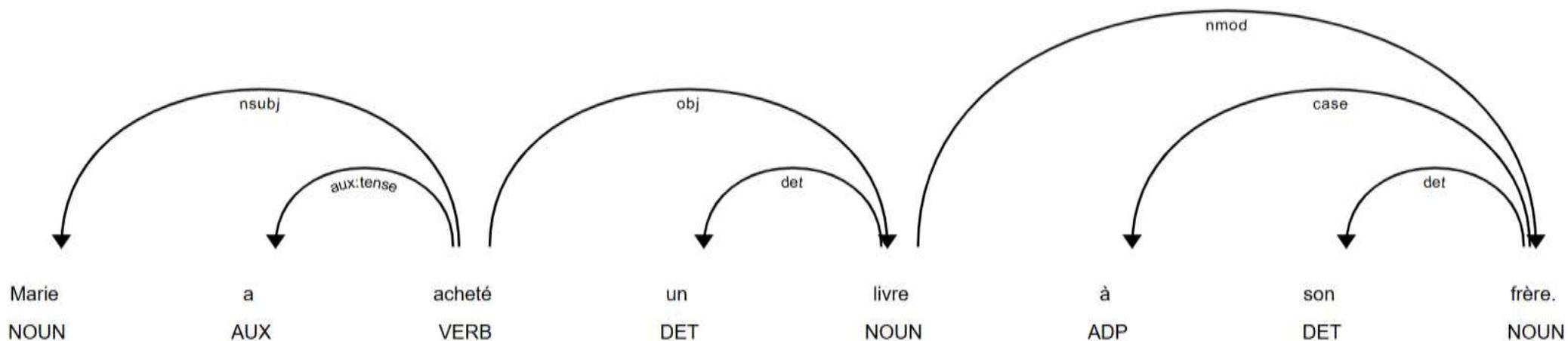
Détailler
en python



Représentation sémantique des phrases

2. Graphe de Dépendance

Exemple : "Marie a acheté un livre à son frère."



3. Graphe RDF

Resource Description Framework RDF

- Est un modèle standard pour décrire des ressources et leurs relations sur le Web.
 - Il permet de structurer des informations sous forme de triplets, où chaque triplet est composé de trois éléments : **sujet**, **prédicat** (ou propriété) et **objet**.
 - Cela permet de créer des descriptions simples mais flexibles de ressources et de leurs relations, qui peuvent être facilement interprétées et manipulées par des machines.
- 



Représentation sémantique des phrases

3. Graphe RDF

Exemple illustratif "Jean a acheté un livre au magasin."

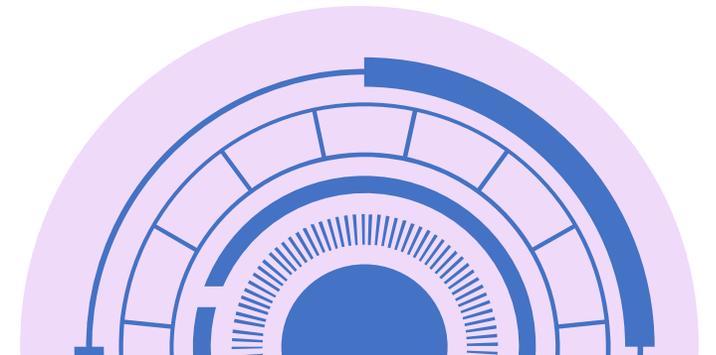
Étape 1 : Identification des Entités et Relations

Dans cette phrase, nous avons les entités suivantes :

- Jean (personne)
- livre (objet)
- magasin (lieu)
- acheter (action)

Les relations principales entre ces entités sont :

- Jean a acheté un livre
- Le livre a été acheté au magasin





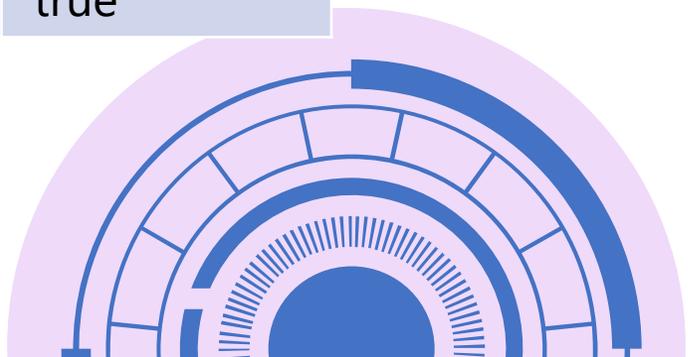
Représentation sémantique des phrases

3. Graphe RDF

Exemple illustratif "Jean a acheté un livre au magasin."

Étape 2 : Construction des Triplets RDF

Triplet	Sujet	Prédicat	Objet
(Jean, a Acheté, livre)	Jean	a acheté	livre
(livre, situé A, magasin)	livre	situé à	magasin
(Jean, est UnePersonne, true)	Jean	est une personne	true (vrai)
(livre, est Objet, true)	livre	est un objet	True
(magasin, est UnLieu, true)	magasin	est un lieu	true



Représentation sémantique des phrases

3. Graphe RDF

Exemple illustratif "Jean a acheté un livre au magasin."

Étape 3 : Visualisation du Graphe RDF

```
#Graphe RDF

import rdflib
import matplotlib.pyplot as plt
import networkx as nx

# Créer un nouveau graphe RDF
g = rdflib.Graph()
```

Détailler
en python

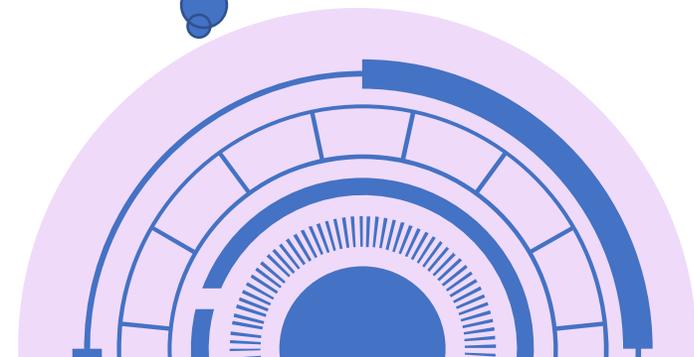
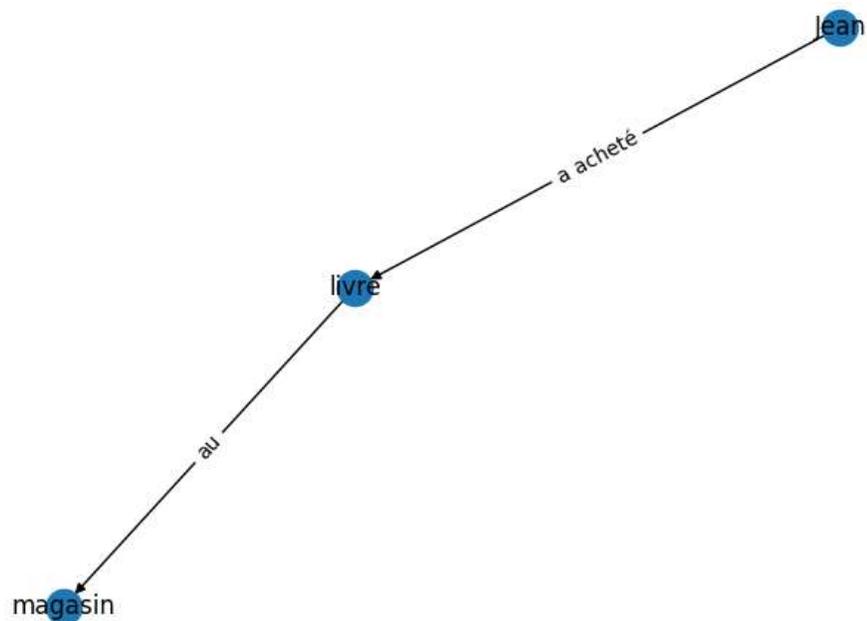


Représentation sémantique des phrases

3. Graphe RDF

Exemple illustratif "Jean a acheté un livre au magasin."

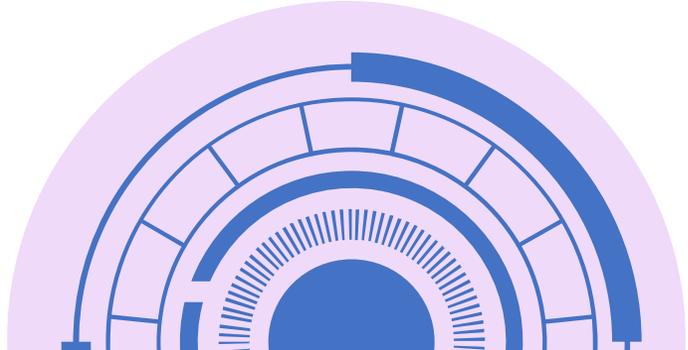
Étape 3 : Visualisation du Graphe RDF





Les techniques de eprésentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

- Sont une structure de données utilisée pour représenter des connaissances sous forme de graphes
 - Ces réseaux sont une approche classique pour représenter la signification et les relations entre concepts dans des systèmes d'intelligence artificielle, de NLP et de la représentation des connaissances.
- 



Les techniques de représentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

Les principaux Concepts des Réseaux Sémantiques

1. Nœuds : Représentent des entités ou des concepts (par exemple, une personne, un objet, une action).

Chat, Animal, Voiture

2. Arcs (ou relations) : Les relations qui relient les nœuds entre eux. Ces relations peuvent être de différents types, comme "est un", "a", "partie de", etc.

Chat → est un → Animal, ou Voiture → a → Moteur

3. Étiquettes : Les arcs ont souvent des étiquettes pour préciser la nature de la relation.

Si un arc relie Chat et Animal, l'étiquette pourrait être "est un", signifiant que "le chat est un animal".

4. Hiérarchie : Les réseaux sémantiques peuvent être organisés de manière hiérarchique, où certains concepts sont des sous-ensembles d'autres. Cela crée une relation de superclasse et sous-classe.

Animal est la superclasse de Chat et Chien



Les techniques de eprésentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

Les types des Réseaux Sémantiques

Type de réseau

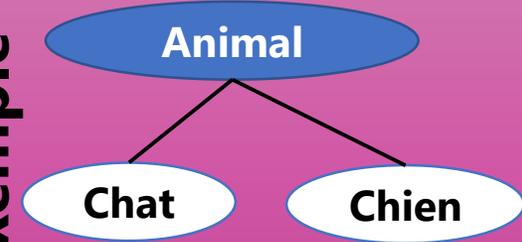
Réseaux
Sémantiques
Hiérarchiques

Définition

Dans ces réseaux, les relations entre les concepts suivent une hiérarchie.

Un concept plus général (super-classe) est relié à des concepts plus spécifiques (sous-classes)

Exemple



Les techniques de eprésentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

Les types des Réseaux Sémantiques

Type de réseau

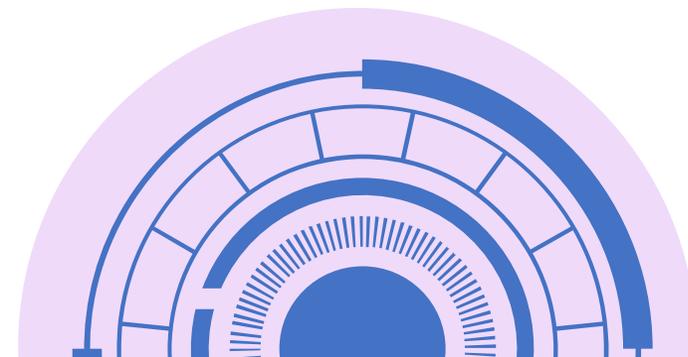
Réseaux
Sémantiques
Associatifs

Définition

Ces réseaux relient des concepts par des relations sans hiérarchie stricte. Ils sont souvent utilisés pour modéliser des relations moins rigides

Exemple

Chat → Mange
→ Poisson



Les techniques de eprésentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

Les types des Réseaux Sémantiques

Type de réseau

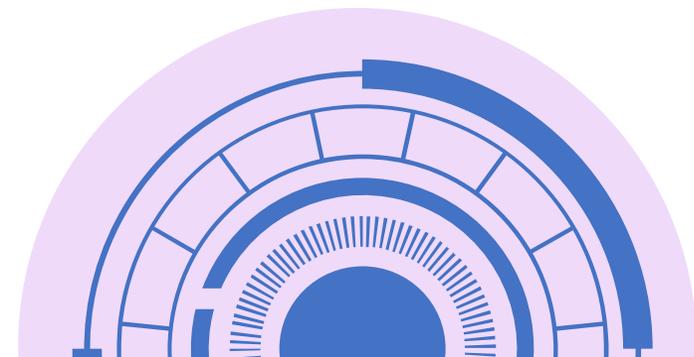
Réseaux Sémantiques
à Base de Frames

Définition

Les **frames** sont des structures de données qui regroupent des informations sur un concept particulier, souvent sous forme de slots ou de champs

Exemple

Un frame pour le concept Voiture pourrait contenir des informations comme Couleur, Modèle, Marque, etc.

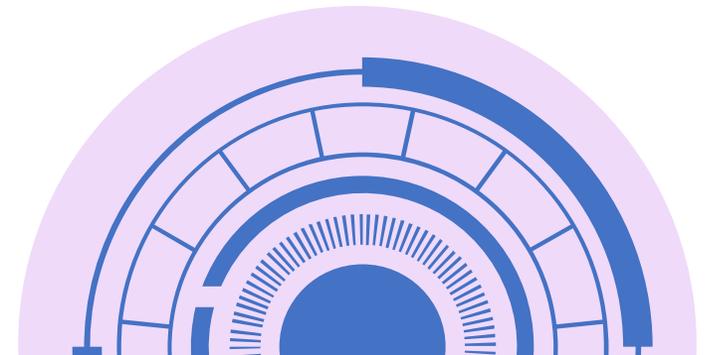


Représentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

Les types de relations principales

- Taxonomiques → (est-un, est-une-sort-de)
- Méréologiques → (partie-de, composé-de)
- Attributives → (a-pour-propriété, possède)
- Fonctionnelles → (agit-sur, utilise)
- Temporelles → (avant, après, pendant)
- Spatiales → (au-dessus, à-côté, dans)



Les techniques de eprésentation sémantique des phrases

2. Réseaux sémantiques

Soit le texte suivant :

"Les réseaux de neurones récurrents sont utiles pour traiter les données séquentielles, mais les Transformers les ont supplantés dans de nombreuses applications."

```
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt

# Création du graphe
G = nx.DiGraph()

nodes = ["RNN", "Transformers", "Données séquentielles", "Applications"]
G.add_nodes_from(nodes)

edges = [
    ("RNN", "Données séquentielles", "utilisés pour"),
    ("Transformers", "RNN", "ont supplanté"),
    ("Transformers", "Applications", "utilisés dans")
]

for src, dst, label in edges:
    G.add_edge(src, dst, label=label)
```



Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

- Une **ontologie**, en informatique et en intelligence artificielle, est une manière formelle de représenter des connaissances sous forme de **concepts** et des **relations** entre ces concepts.
- C'est une sorte de "modèle" qui permet de structurer des informations pour qu'elles soient mieux comprises et utilisées par les machines
- Les **graphes d'ontologies** dans le TLN sont des structures qui permettent de représenter les connaissances sous forme de concepts (nœuds) et de relations (arêtes) entre ces concepts.





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Éléments clés d'une ontologie

- **Concepts (Classes)** : Catégories ou types d'entités comme: "Animal", "Voiture")
 - **Instances (Individus)** : Exemples spécifiques des concepts comme: "Chat", "BMW"
 - **Relations** : Liens entre concepts et instances comme: "un chat est un animal", "une voiture a des roues"
 - **Attributs** : Propriétés associées aux concepts comme: "une voiture a une couleur"
 - **Règles** : Contraintes ou inférences logiques comme: "Si X est un mammifère, alors X a du sang chaud"
- 

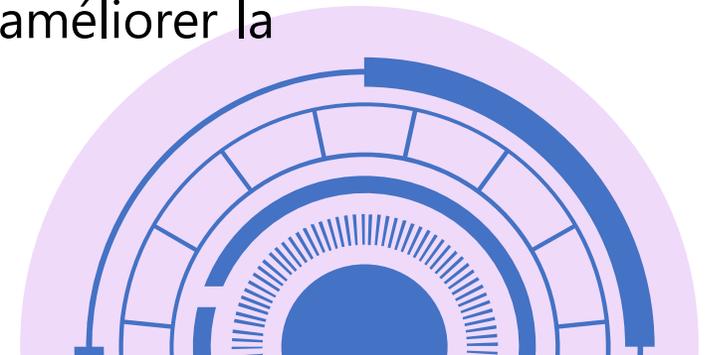


Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Structure d'un graphe d'ontologie

- Les relations peuvent être **hiérarchiques** (comme des relations de type "est un") ou **associatives**
- **Propriétés** : Ce sont des caractéristiques spécifiques associées aux concepts
 - "chat" est un type d'animal
 - "chat" est lié à "miaulement"
 - "chat" a pour propriété fourrure
- Le but est de donner une structure aux données linguistiques pour améliorer la compréhension et l'interprétation du langage naturel.



Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies





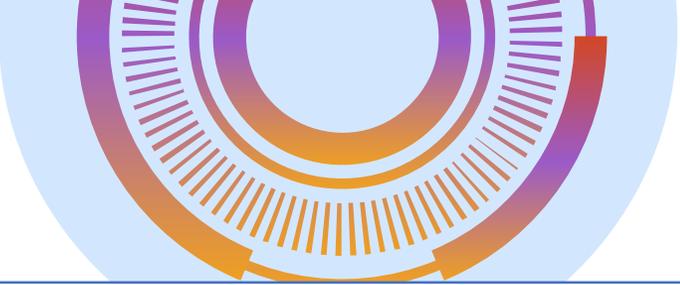
Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies

Ontologies lexicales

- est un type d'ontologie qui représente les relations entre les mots ou les termes d'un vocabulaire, en tenant compte de leurs significations.
 - Dans ce contexte, les concepts sont des mots ou expressions, et les relations entre eux reflètent des liens sémantiques, comme la **synonymie**, l'**antonymie**, l'**hyponymie**, l'**hypernymie**, et d'autres relations lexicales.
- 



Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies

Ontologies lexicales

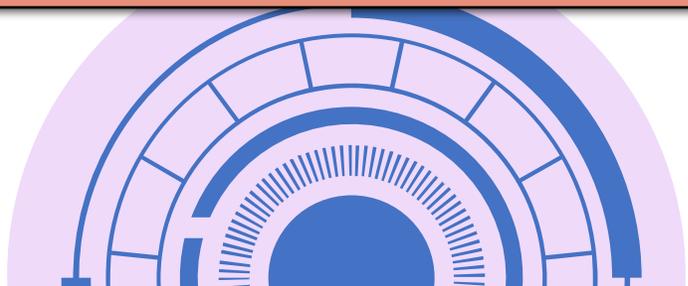
Hypernymie : relation entre un terme général et un terme plus spécifique

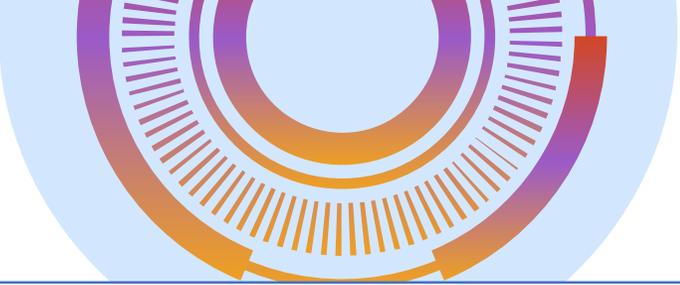
Hyponymie : relation inverse, où un terme spécifique est un type particulier d'un terme plus général

Synonymie : relation entre des mots qui ont des significations similaires

Antonymie : relation entre des mots qui ont des significations opposées

Part-whole : relation entre un tout et ses parties





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies

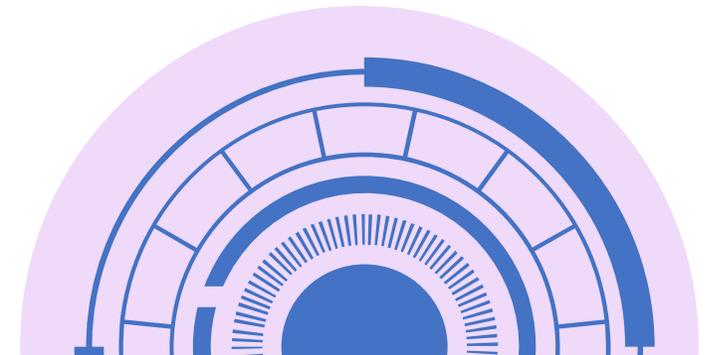
Ontologies lexicales

Exemple :

Concept : "Manger"

Relations :

- Hyponymie : "Manger" inclut "déguster", "mâcher".
- Antonymie : "Manger" ↔ "jeûner".
- Partie de : "Manger" fait partie de l'action "se nourrir".





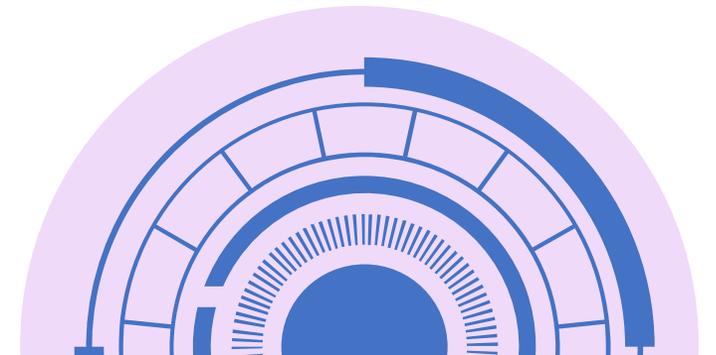
Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies

Ontologies de domaine

- Ce sont des ontologies spécifiquement conçues pour un domaine donné, comme la médecine, le droit, ou l'ingénierie.
- Par exemple, une ontologie médicale pourrait relier des concepts comme "patient", "maladie", "symptôme" et "traitement".





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies

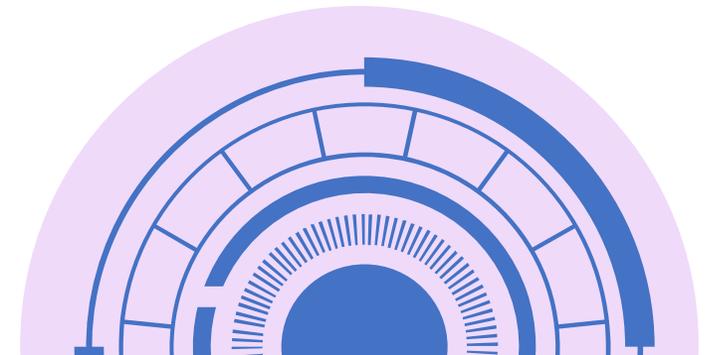
Ontologies de domaine

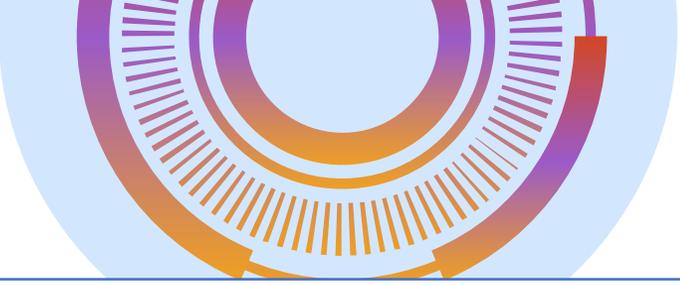
Exemples de concepts :

- Véhicules : "Voiture", "Avion", "Train"
- Infrastructures : "Autoroute", "Aéroport", "Gare"
- Acteurs : "Conducteur", "Passager", "Contrôleur«

Relations :

- "Train" circulé sur "Voie ferrée"
- "Passager" prend "Vol"





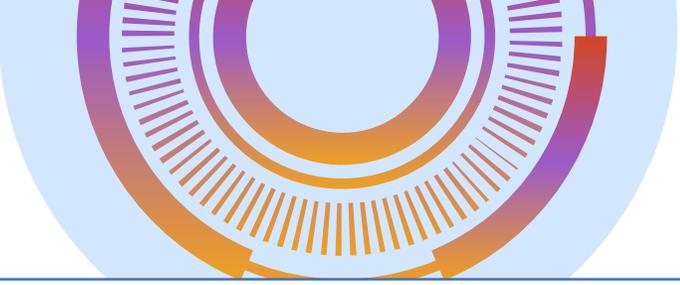
Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Types d'ontologies

Ontologies de sémantique

- Les ontologies sont plus centrées sur la représentation des relations complexes entre les concepts
 - Elles vont au-delà de la simple hiérarchie pour inclure des liens plus complexes, comme les relations de cause à effet ou les relations fonctionnelles.
 - Exemple : Dans une ontologie de la biologie, "insuline" pourrait être lié à "pancréas" (relation fonctionnelle), et "insuline" pourrait être associé à "diabète" (relation causale).
- 



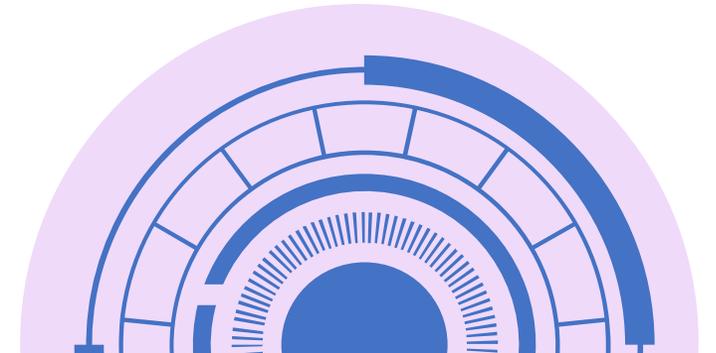
Représentation sémantique des phrases

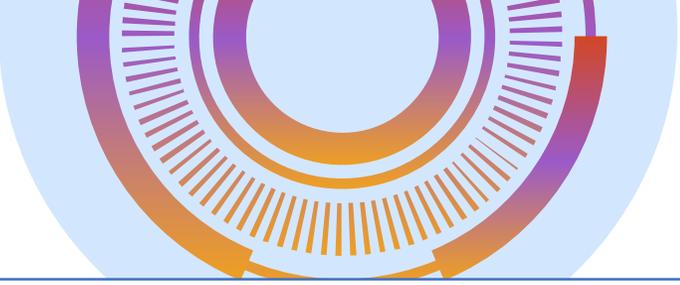
4. Graphe d'ontologie

Opérations sur les ontologies **1. Création de l'ontologie**

Il s'agit de l'étape de création de l'ontologie, qui implique ;

- la définition des concepts (classes): Déterminer les principales catégories d'objets dans un domaine donné
- des relations (propriétés): Définir les liens sémantiques entre ces classes
- Élaboration des propriétés : Déterminer les caractéristiques spécifiques des classes





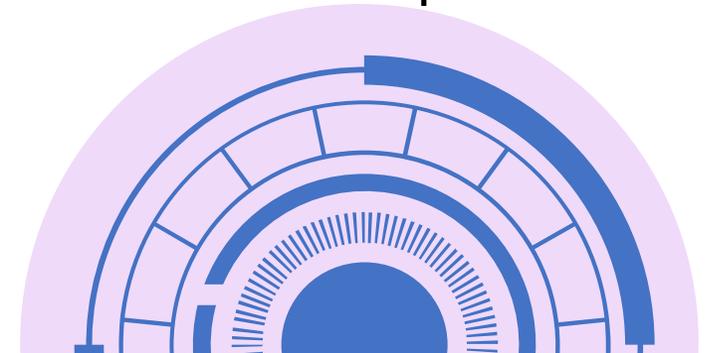
Représentation sémantique des phrases

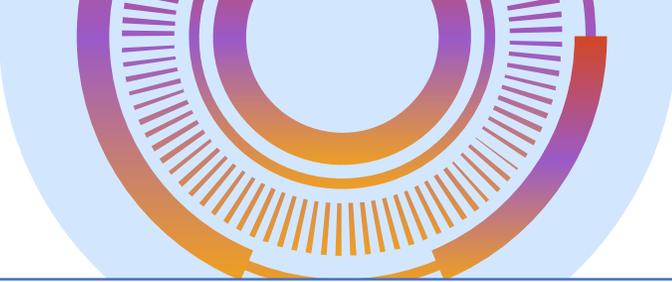
4. Graphe d'ontologie

Opérations sur les ontologies

2. Mise à jour de l'ontologie

- Ajout de concepts : Ajouter de nouveaux concepts ou classes pour étendre l'ontologie : par exemple, ajouter "Chien" à une ontologie de types d'animaux
- Modification de concepts existants : Modifier les relations ou les propriétés des classes existantes pour mieux refléter les connaissances actuelles.
- Suppression de concepts : Supprimer des classes obsolètes ou inutiles pour simplifier l'ontologie.





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Opérations sur les ontologies

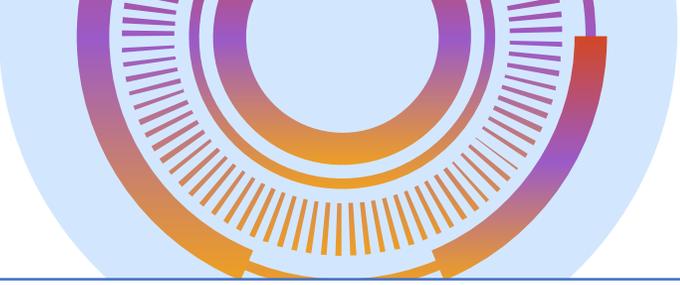
3. Interrogation de l'ontologie

- Requête avec SPARQL : Les ontologies peuvent être interrogées à l'aide de langages comme SPARQL, permettant d'extraire des informations à partir de données structurées.

Exemple : Trouver tous les animaux qui sont des types de "Mammifère" et qui ont un "poil".

- Recherche sémantique : Utiliser des algorithmes de recherche pour interroger l'ontologie sur les relations entre concepts et extraire des connaissances pertinentes.





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

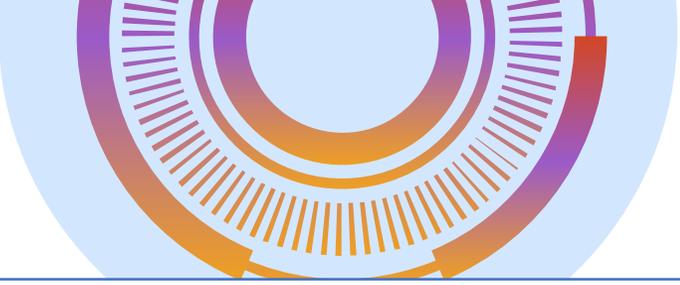
Opérations sur les ontologies

4. Raisonnement sur l'ontologie

- **Inférence logique** : Utiliser des moteurs de raisonnement pour déduire de nouvelles connaissances à partir des axiomes et des faits présents dans l'ontologie. Cela peut être réalisé grâce à des raisonneurs comme Pellet ou Hermit pour les ontologies OWL (Web Ontology Language).

Exemple : Si l'ontologie dit qu'un "Labrador" est un "Chien" et qu'un "Chien" est un "Mammifère", un raisonneur peut inférer que "Labrador" est un "Mammifère".





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

Opérations sur les ontologies

4. Raisonnement sur l'ontologie

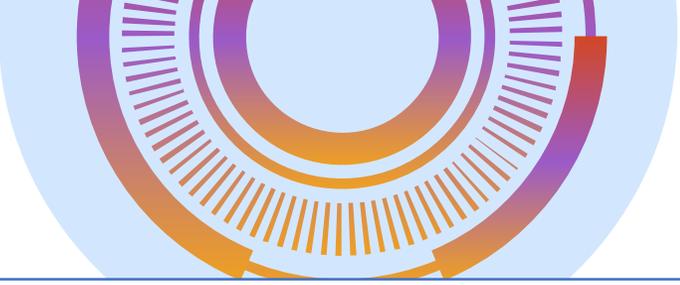
- **Vérification de cohérence** : Vérifier que l'ontologie ne contient pas de contradictions internes

Exemple : un concept étant à la fois un type de "Chien" et un type de "Chat"

- **Dérivation d'hypothèses** : Utiliser des règles d'inférence pour générer de nouvelles relations basées sur celles existantes

Exemple : "Si un objet est un "mammifère", il est aussi un "vertébré"





Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

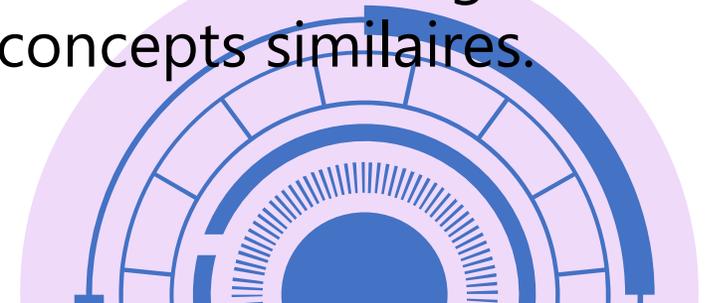
Opérations sur les ontologies

5. Alignement et fusion d'ontologies

- **Alignement d'ontologies** : Fusionner ou relier plusieurs ontologies qui représentent des domaines similaires ou complémentaires. Cela permet de créer des ponts entre différentes perspectives ou de standardiser les représentations de connaissances dans des systèmes divers.

Exemple : Relier une ontologie médicale "Cancer" à une ontologie pharmaceutique sur les "Médicaments" utilisés pour traiter le cancer.

- **Fusion d'ontologies** : Combiner plusieurs ontologies en une seule ontologie unifiée, en éliminant les doublons et en harmonisant les concepts similaires.



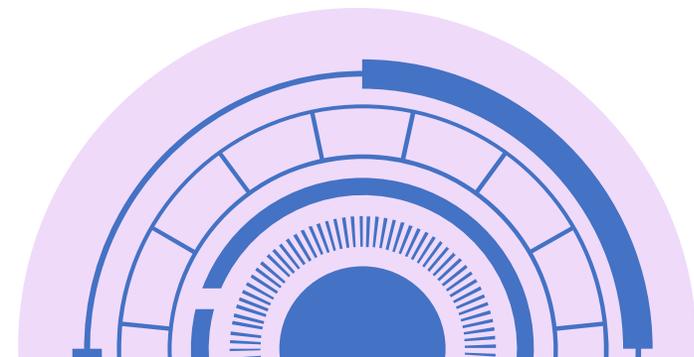


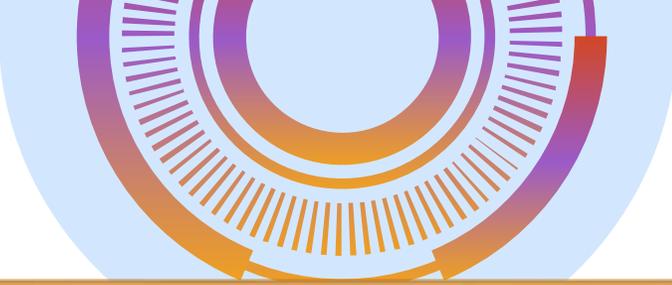
Représentation sémantique des phrases

4. Graphe d'ontologie

EXEMPLE

Soit le domaine du médical, avec les concepts suivants :
Médecin, Patient, Maladie et Médicament





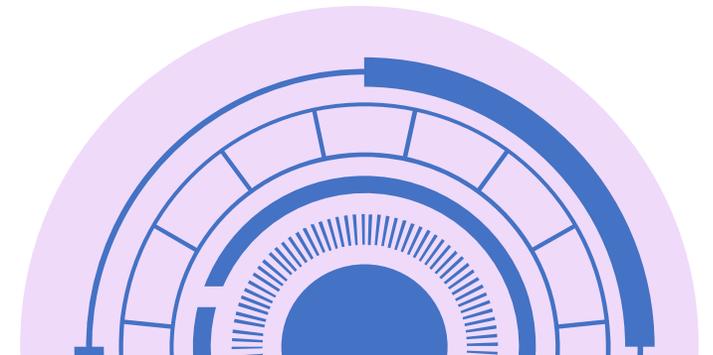
Représentation sémantique des phrases

Les réseaux de neurones récurrents (RNN) et les Transformers

- Les RNN, et particulièrement les LSTM (Long Short-Term Memory) et GRU (Gated Recurrent Units), ont été largement utilisés pour les tâches de traitement du langage naturel, y compris la représentation des phrases.
 - Ces modèles sont capables de traiter des séquences de mots et de capturer la dynamique temporelle qui peut être présente dans une phrase.
- 



Expliquer en python





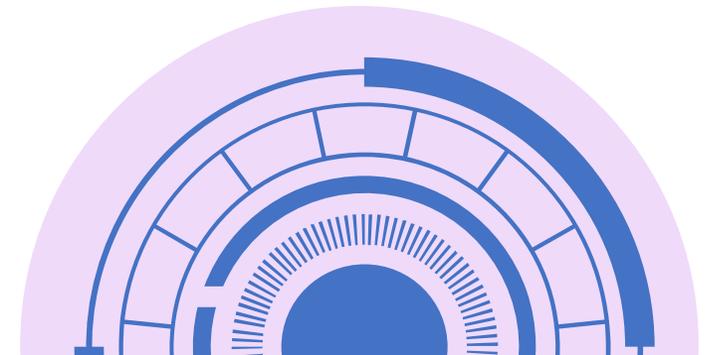
Représentation sémantique des phrases

Les réseaux de neurones récurrents (RNN) et les Transformers

Imaginons que nous avons une phrase incomplète, et notre modèle RNN ou LSTM doit prédire le mot qui suit.

Phrase :

« *Le stylo est sur* »



Représentation sémantique des phrases

Les réseaux de neurones récurrents (RNN) et les Transformers

```
1/1 ██████████ 0s 70ms/step - accuracy: 0.8800 - loss: 0.1874  
Epoch 997/1000  
1/1 ██████████ 0s 69ms/step - accuracy: 0.8800 - loss: 0.1875  
Epoch 998/1000  
1/1 ██████████ 0s 72ms/step - accuracy: 0.8800 - loss: 0.1877  
Epoch 999/1000  
1/1 ██████████ 0s 74ms/step - accuracy: 0.8800 - loss: 0.1878  
Epoch 1000/1000  
1/1 ██████████ 0s 63ms/step - accuracy: 0.8800 - loss: 0.1879  
1/1 ██████████ 0s 318ms/step  
1/1 ██████████ 0s 40ms/step  
Phrase complétée : Le stylo est sur la table
```

