

Identification des Relations Spatiales dans les Images à l'aide d'Approches Géométriques

Sur le Dataset **SpatialSense++**



Réalisé par:

- REBAI Moahmed Younes

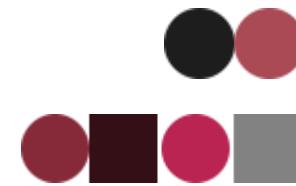


- 1 Introduction**
- 2 Problématique et Objectif**
- 3 Dataset utilisé**
- 4 Conception**
- 5 Expérimentations et Résultats**
- 6 Conclusion**



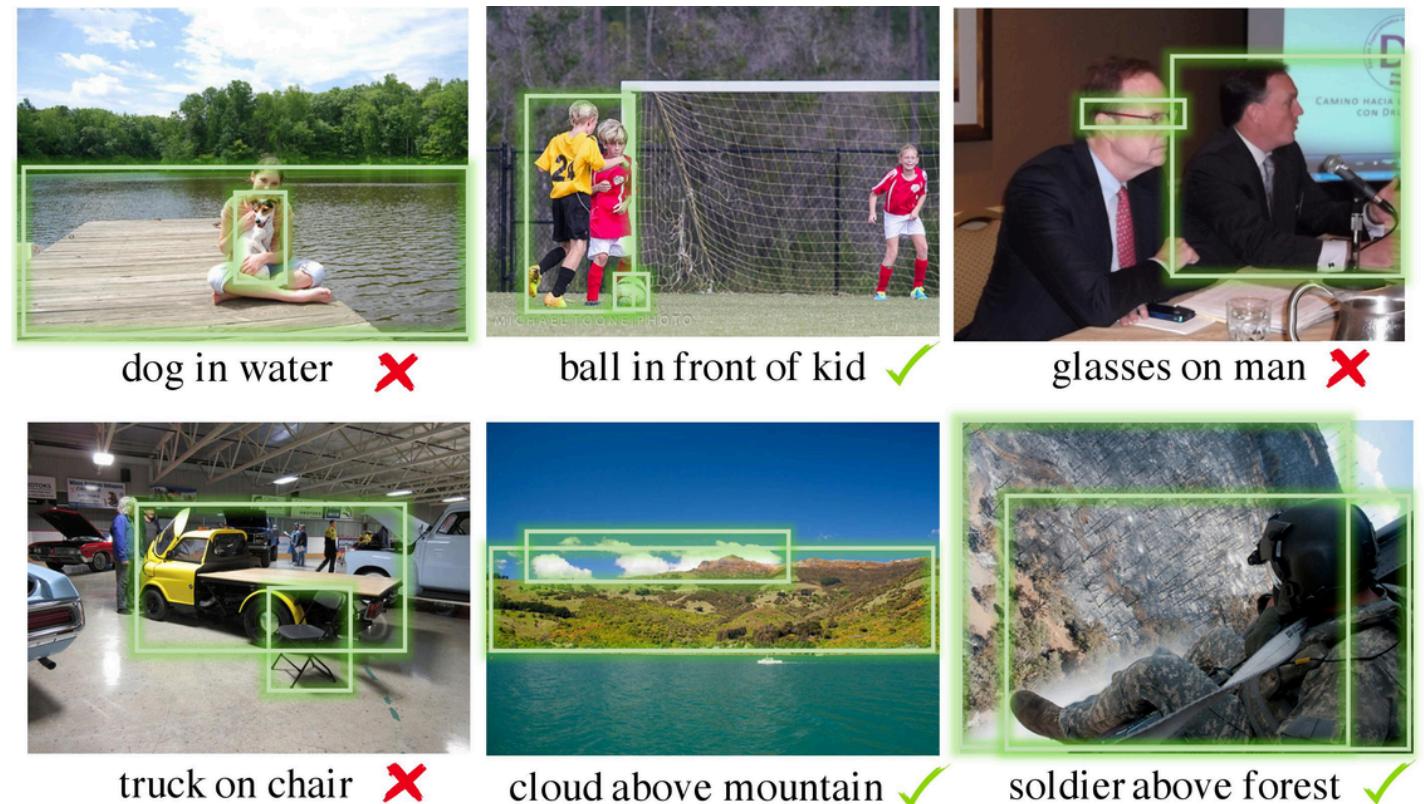
Introduction

- Les relations spatiales permettent de décrire comment les objets interagissent visuellement dans une image.
- Exemple :
 - "Cat **on** basket"
- Ces relations sont essentielles pour :
 - La navigation autonome
 - La description d'images
 - L'assistance robotique



Problématique

- Les relations spatiales sont **complexes à identifier car elles dépendent :**
 - De la position relative des objets
 - De leur forme et leur taille
 - Du point de vue (perspective)
 - Du contexte de la scène



SpatialSense++

- **Composition générale :**
 - Total d'images : 10 440
 - Total de relations annotées : 17 498
 - Moyenne de relations par image : 1,68
- **Vocabulaire spatial :**
 - Prédicats uniques : 9 relations spatiales
 - Objets uniques : 20 catégories d'objets
- **Système d'annotation :**
 - Label binaire : True/False pour chaque relation
 - Relations validées (label=True) : 8 749 (50%)
 - Relations rejetées (label=False) : 8 749 (50%)
- **Structure des données :**
 - Chaque relation contient :
 - Bounding boxes sujet/objet
 - Prédicat spatial
 - Label de validité
 - Coordonnées de centres

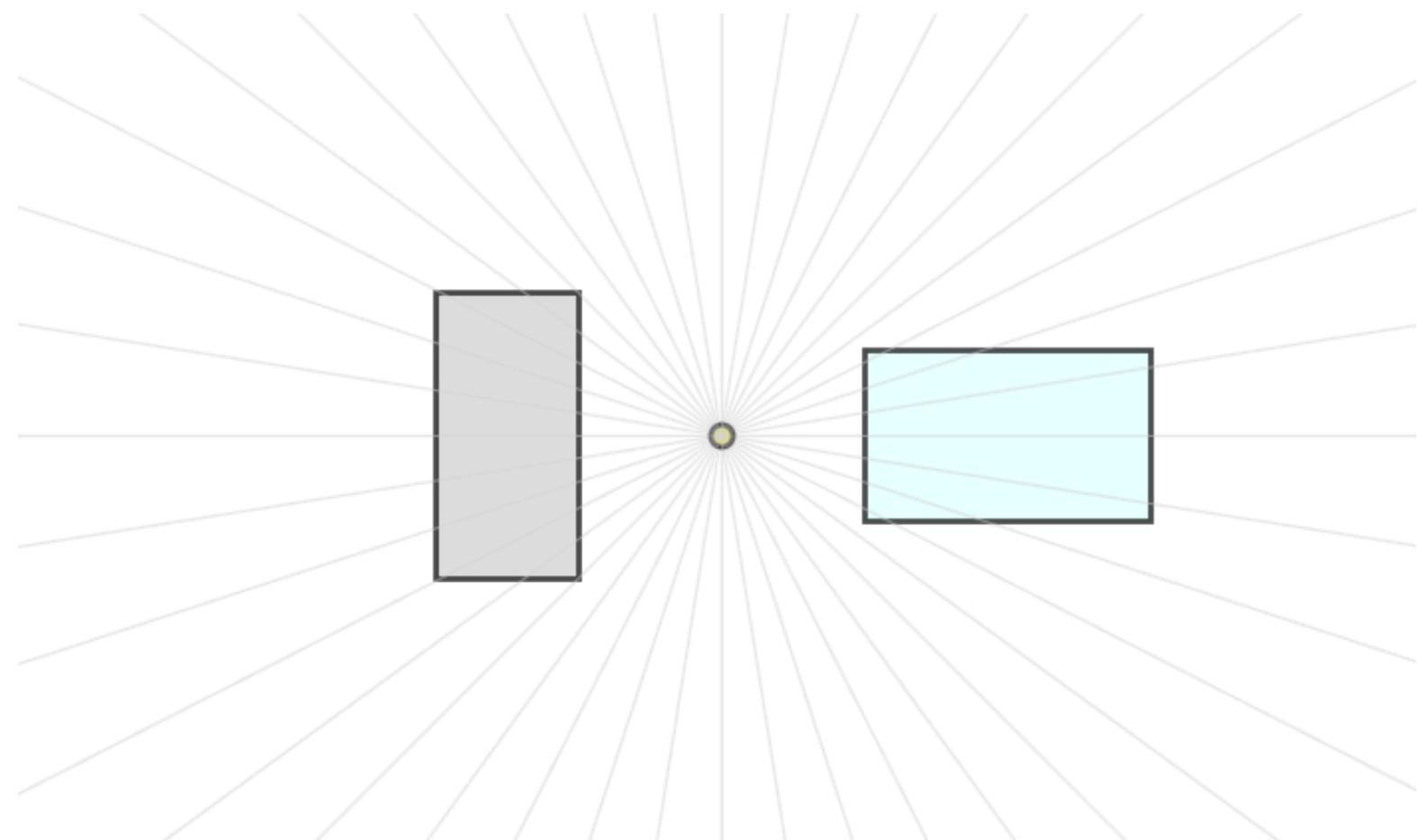
●	On	●	behind	●	in front of	●	next to
●	under	●	in	●	above	●	to the left of
●	to the right of						



Répartition des relations spatiales après filtrage



Objectif



Proposer une méthode géométrique pour identifier les relations spatiales entre deux objets présents dans une image.

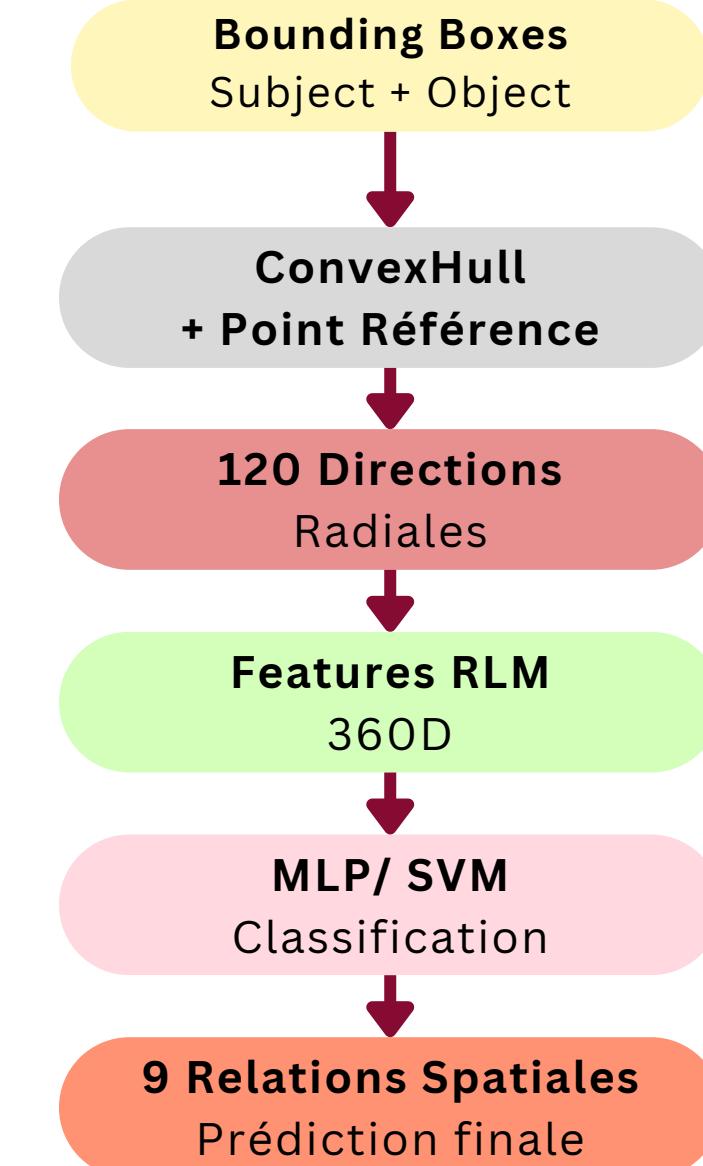
- **RLM (Radial Line Model), basé sur un point de référence**
- **PHI Descriptor, fondé sur les relations directionnelles d'Allen**



MÉTHODE 1: Radial Line Model (RLM)

5

- RLM (Radial Line Model) : Analyse directionnelle avec 120 directions radiales
- Point de référence : Calculé avec Convex Hull
- Forces spatiales : f_0 (constante) + f_2 (gravitationnelle)
- Caractéristiques :
 - RLM : 360 features (120×3)
 - Total : 360 dimensions
 - Classification : MLP ($360 \rightarrow 512 \rightarrow 256 \rightarrow 9$) / SVM



MÉTHODE 1: Fonctionnement du Radial Line Model (RLM)

1 Convex Hull

Création de l'enveloppe convexe pour chaque objet (sujet et cible)

Entrée : Bounding boxes

Sortie : Points du hull convexe

Outil : `scipy.spatial.ConvexHull`

2 Point de Référence

Calcul du point optimal Rp entre les deux objets

Méthode : Intersection hull + ligne centres

Formule : $Rp = (IA + IB) / 2$

Utilité : Centre des projections radiales

3 120 Directions

Projection de lignes radiales dans toutes les directions (0° à 360°)

Angles : $\theta_i = i \times (360^\circ / 120)$

Résolution : 200×200 pixels

Algorithme : `skimage.draw.line`

4 Histogrammes RLM

Calcul des intersections pour créer 3 histogrammes de 120 valeurs

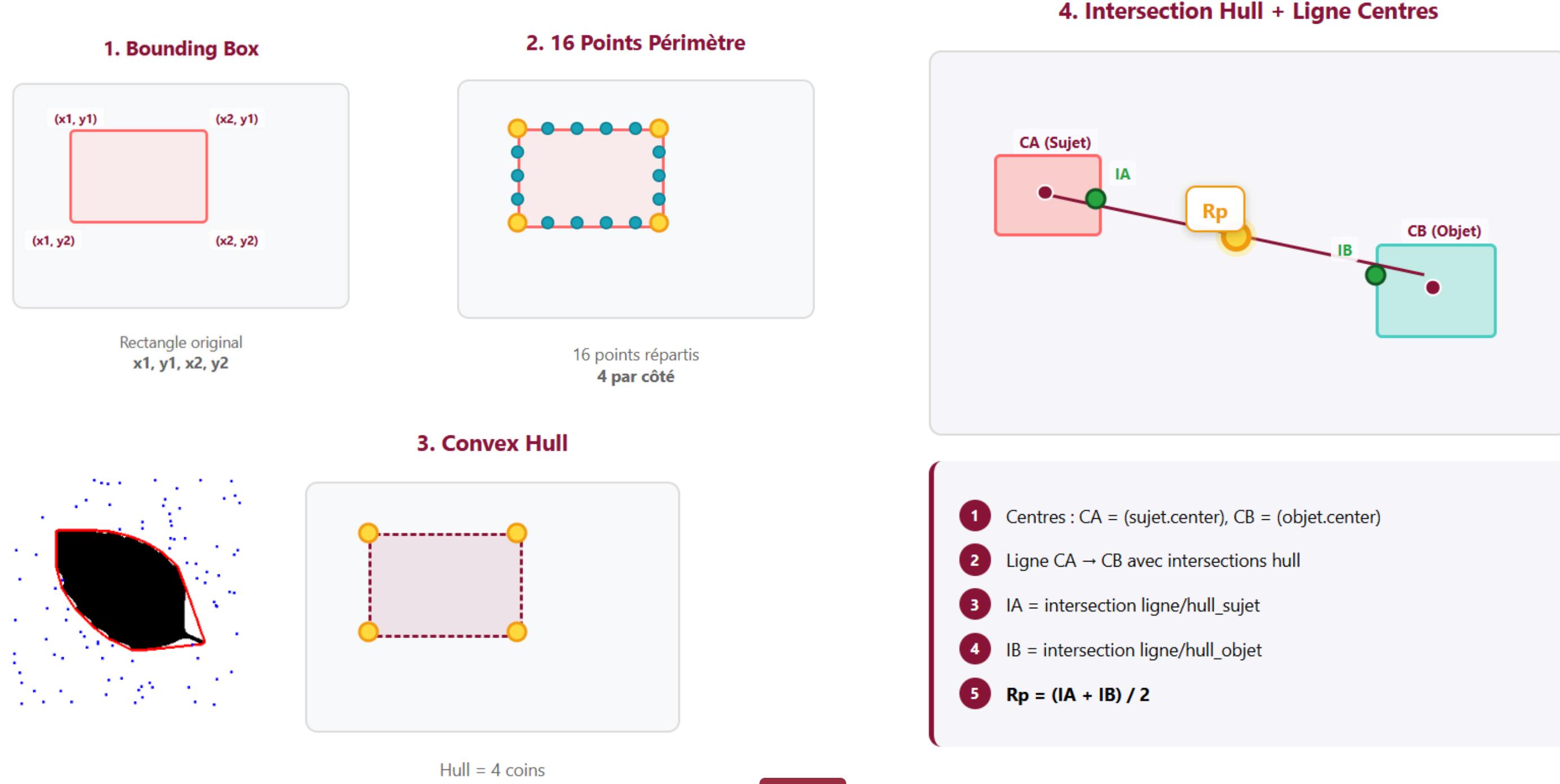
Sujet RLM : Intersection avec objet sujet

Objet RLM : Intersection avec objet cible

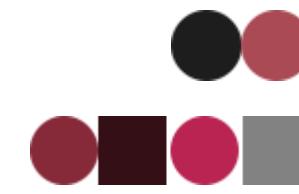
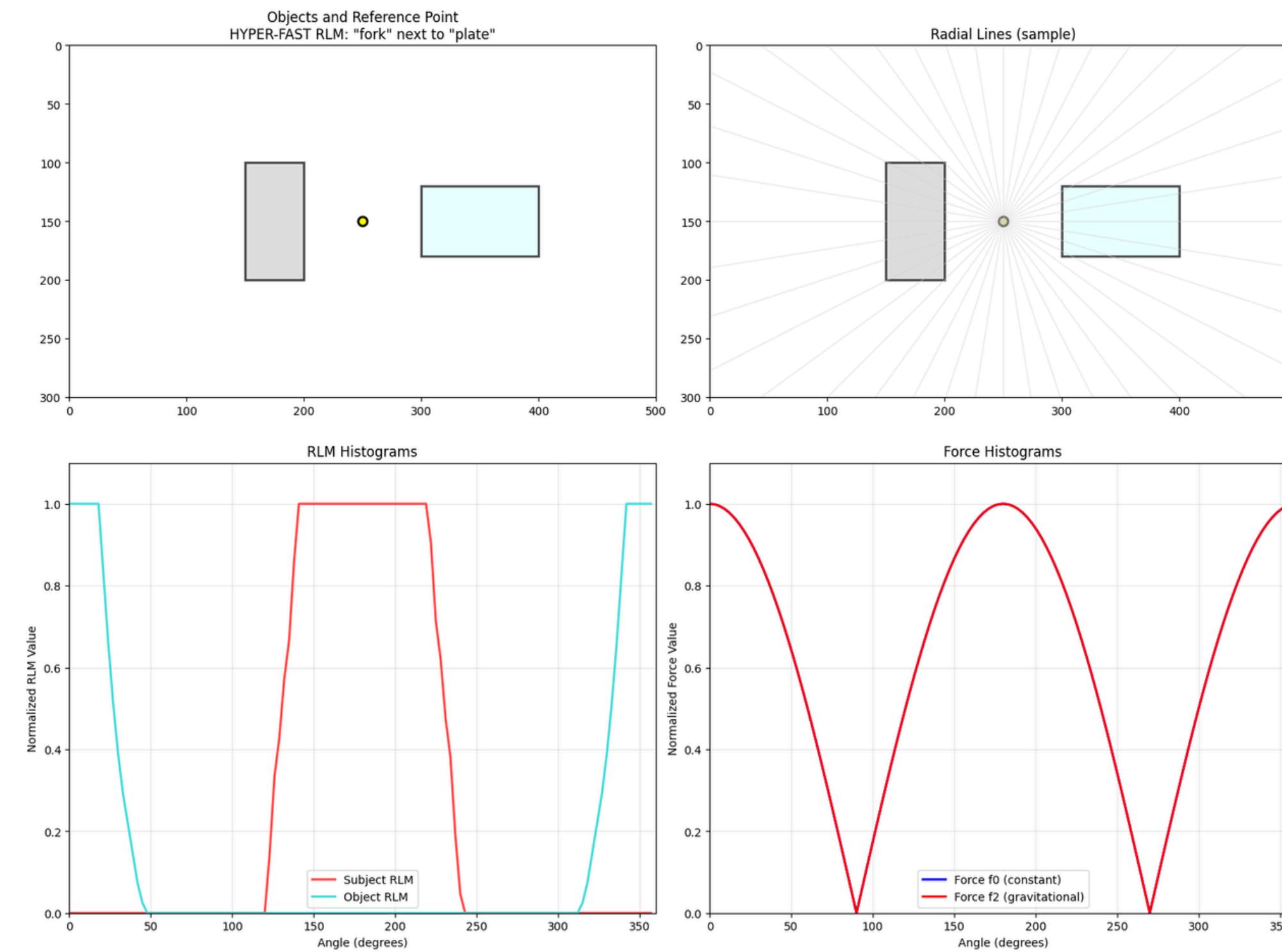
Force f2 : Forces gravitationnelles



MÉTHODE 1: Fonctionnement du Radial Line Model (RLM)



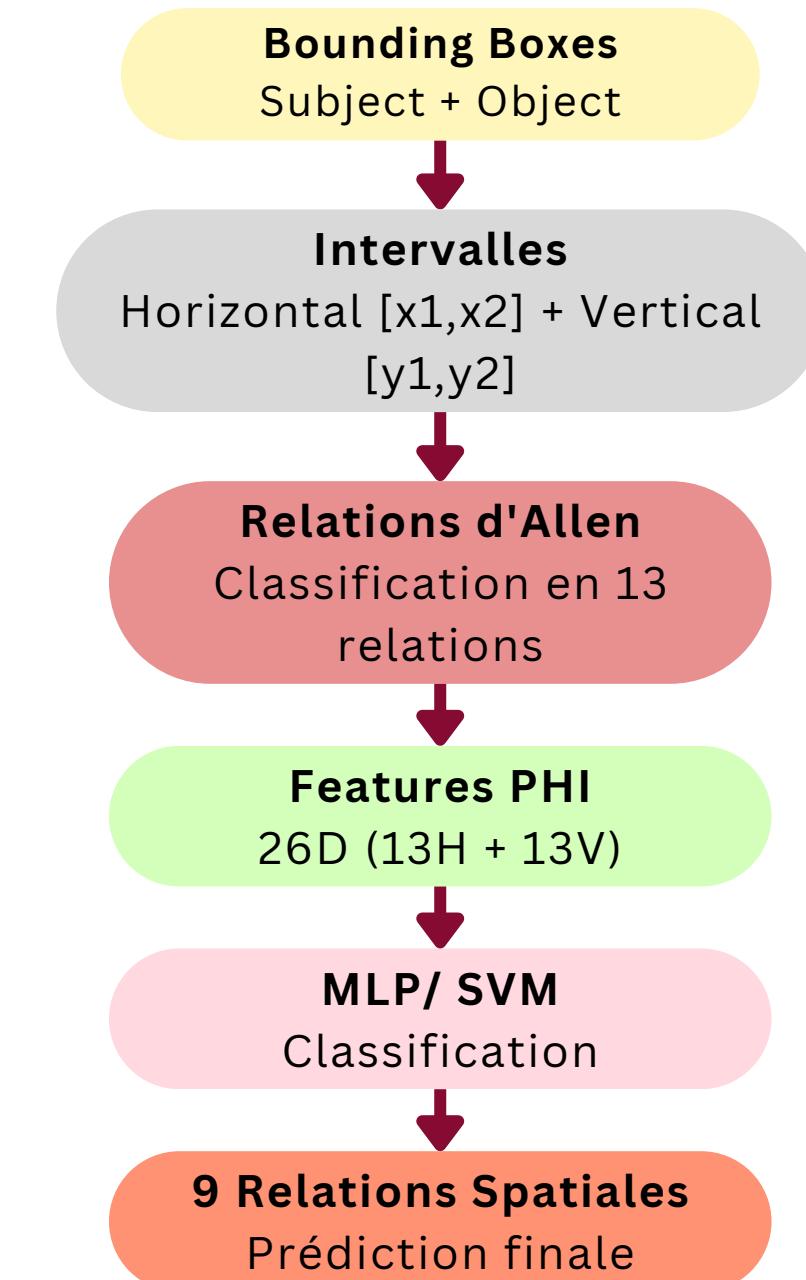
MÉTHODE 1: Fonctionnement du Radial Line Model (RLM)



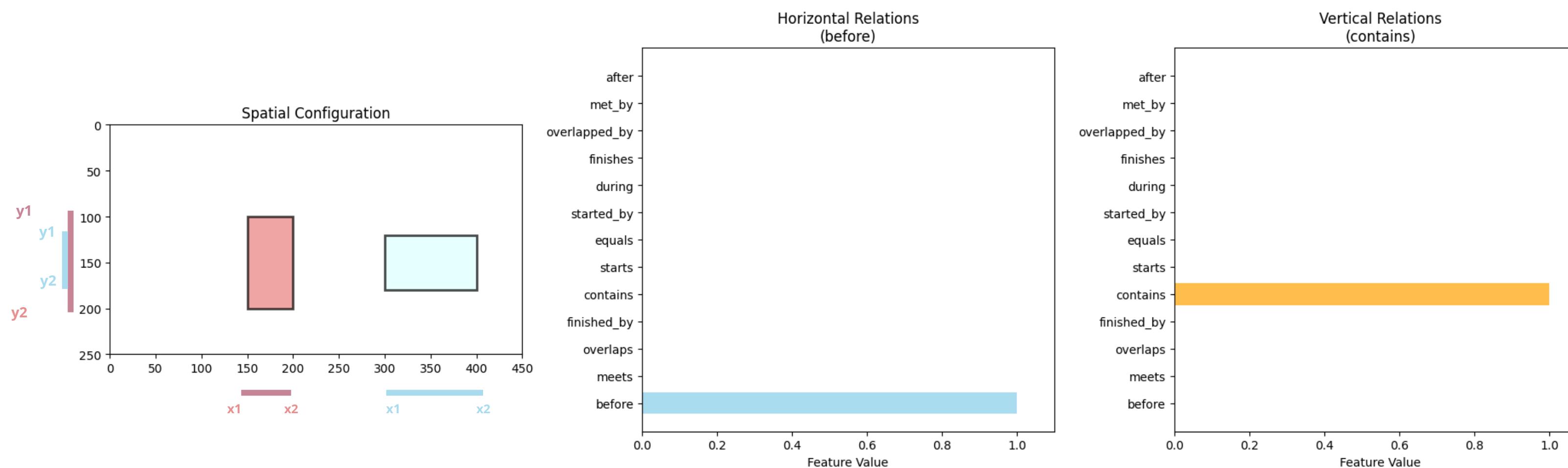
MÉTHODE 2: PHI Descriptor (Relations d'Allen)

9

- Relations d'Allen : 13 relations temporelles appliquées aux intervalles spatiaux
- Intervalles horizontaux : $[x_1, x_2]$ pour chaque objet
- Intervalles verticaux : $[y_1, y_2]$ pour chaque objet
- Caractéristiques :
 - PHI : 26 features (13×2)
 - Total : 26 dimensions
 - Classification : MLP ($26 \rightarrow 512 \rightarrow 256 \rightarrow 9$) / SVM



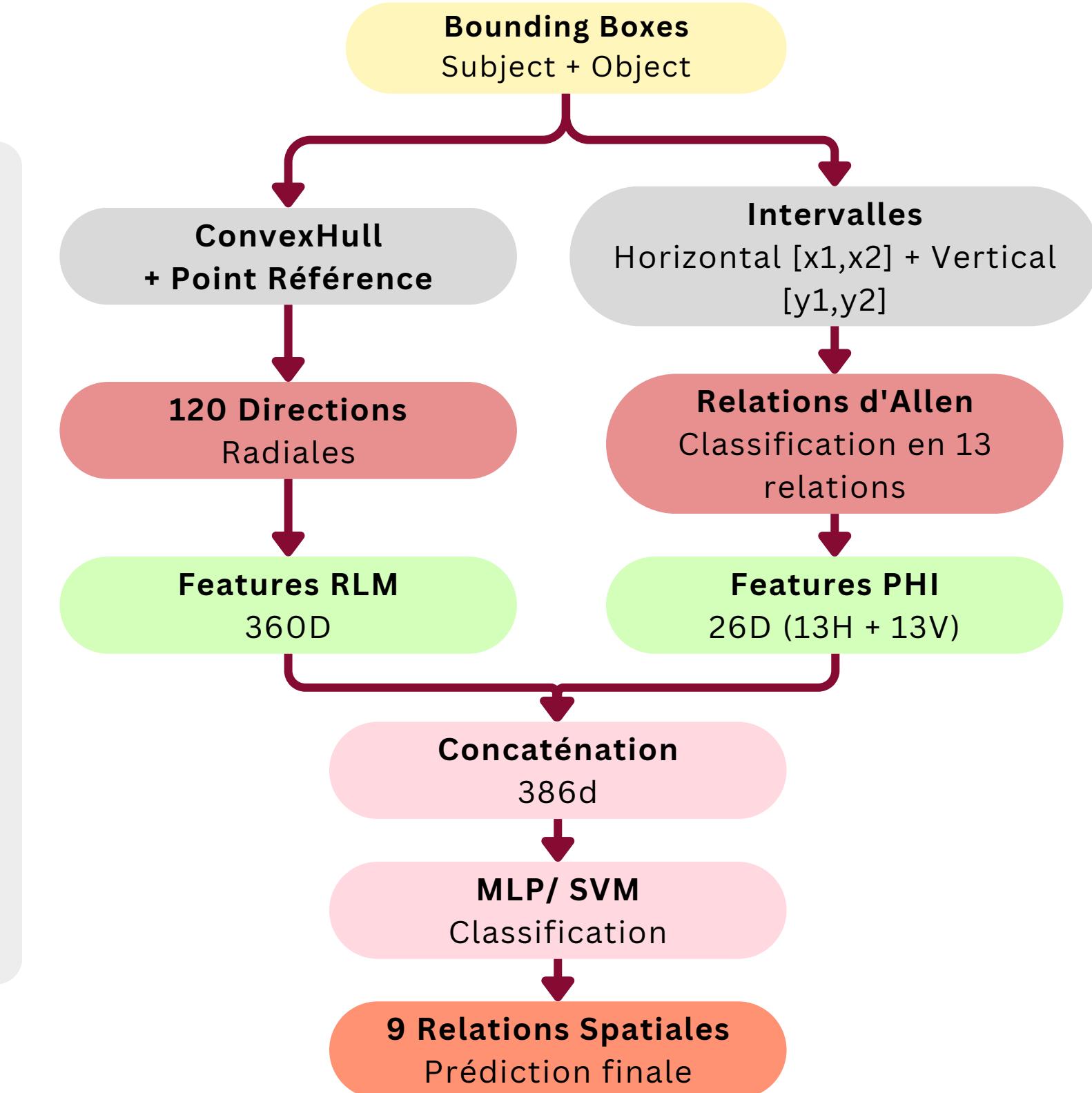
MÉTHODE 2: Fonctionnement du PHI Descriptor (Relations d'Allen)



MÉTHODE 3: Combinaison RLM + Phi

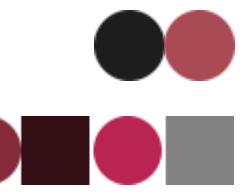
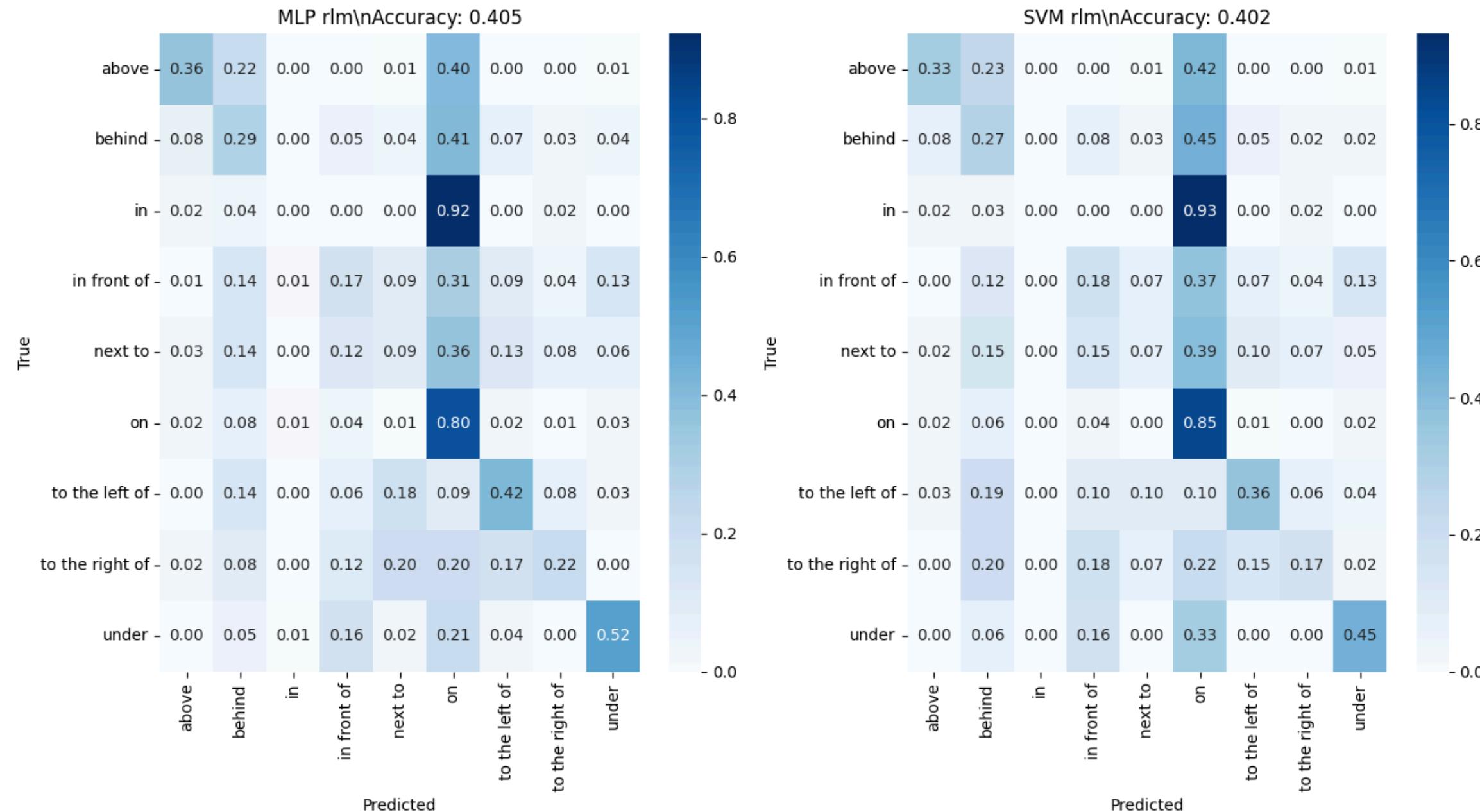
11

- **RLM (Radial Line Model)** : Analyse directionnelle avec 120 directions radiales
- Relations d'Allen : 13 relations temporelles appliquées aux intervalles spatiaux
- Forces spatiales : f_0 (constante) + f_2 (gravitationnelle)
- Caractéristiques :
 - RLM : 360 features (120×3)
 - PHI : 26 features (13×2)
 - Total : 386 dimensions
 - Classification : MLP ($386 \rightarrow 512 \rightarrow 256 \rightarrow 9$) / SVM



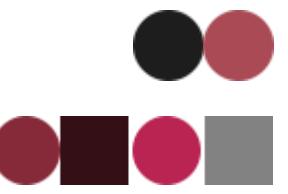
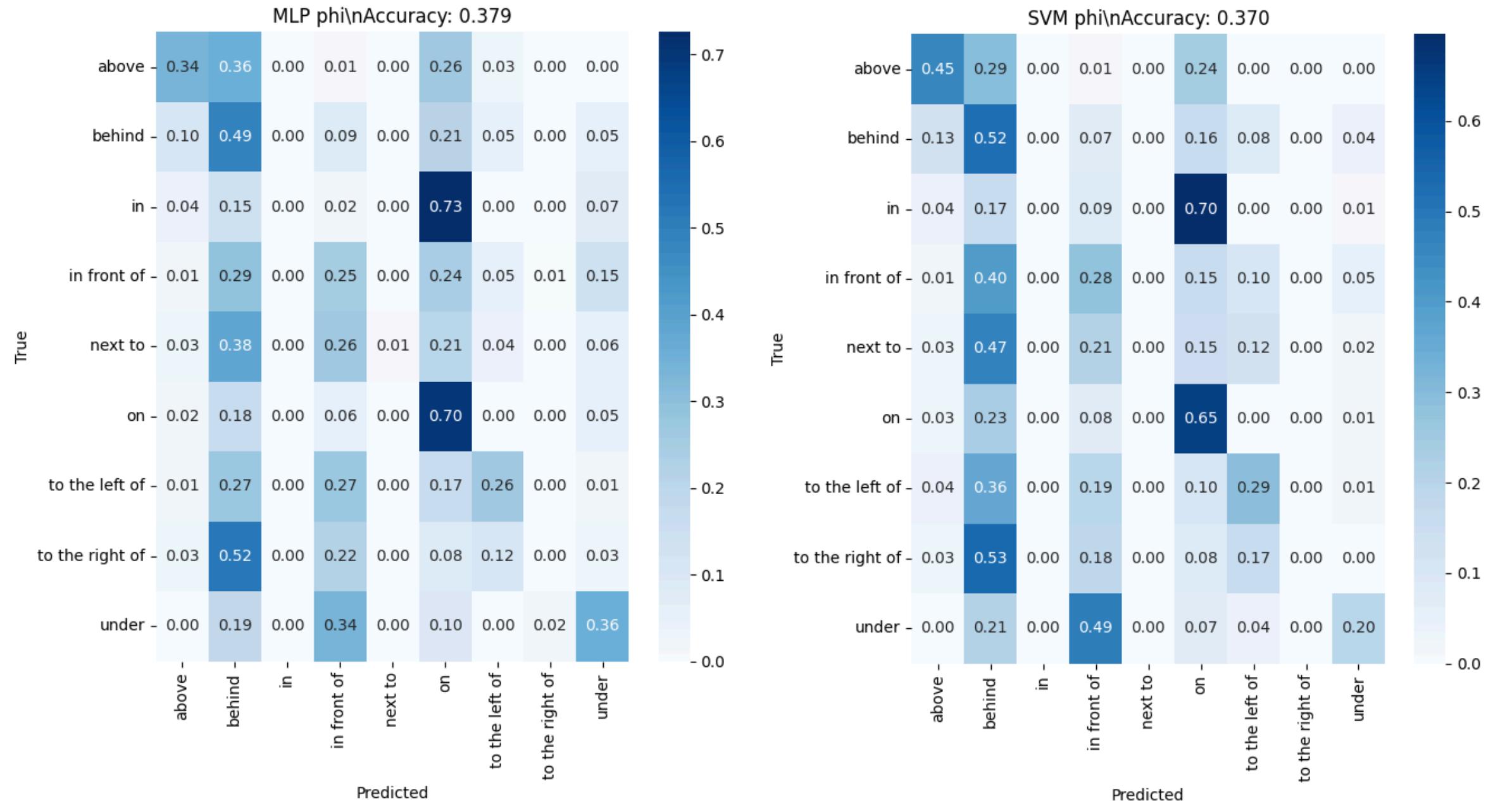
Expérimentations et Résultats

Méthode 1 : Radial Line Model (RLM)



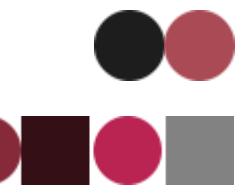
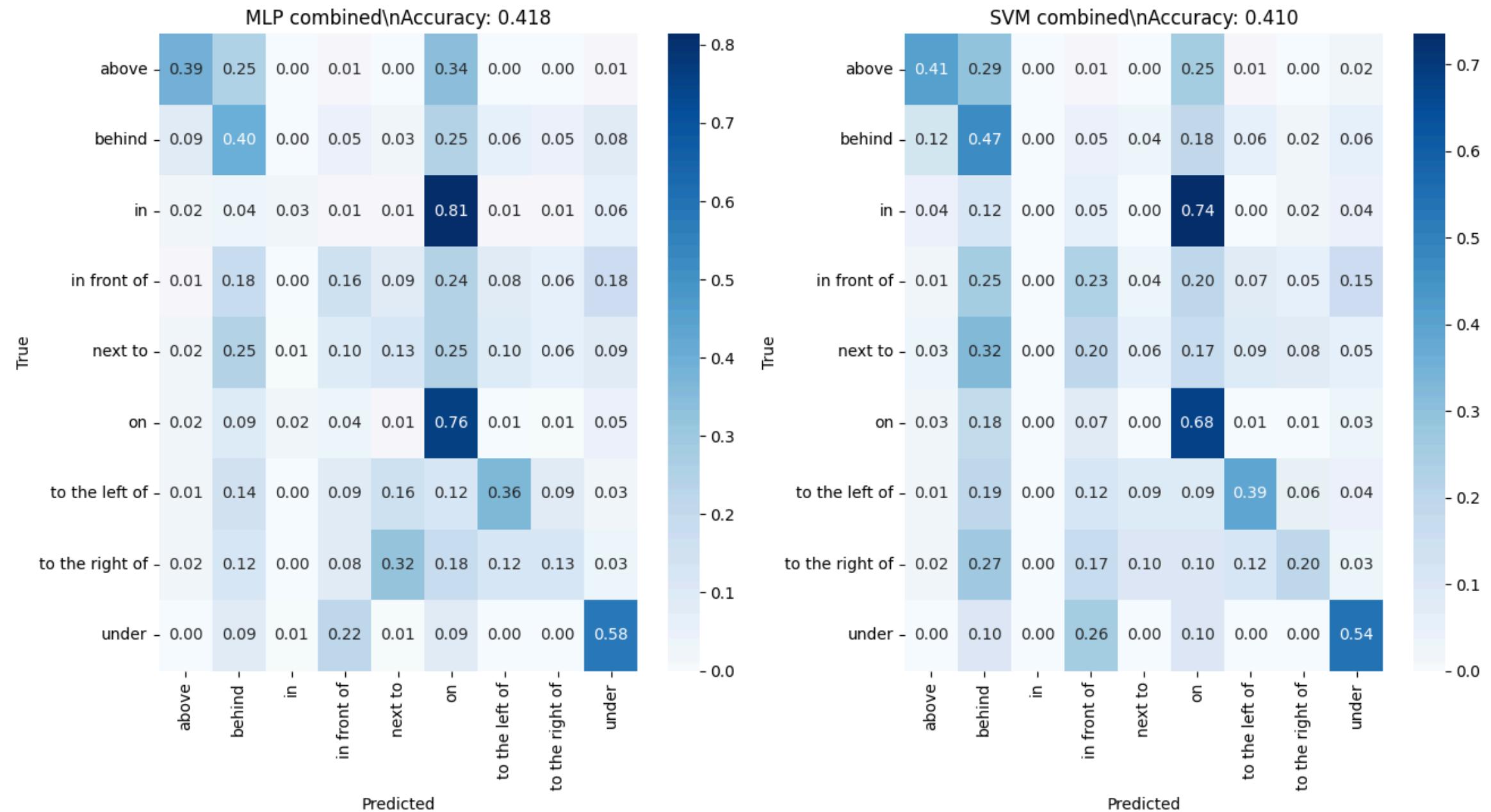
Expérimentations ET Résultats

Méthode 2 PHI Descriptor (Relations d'Allen)

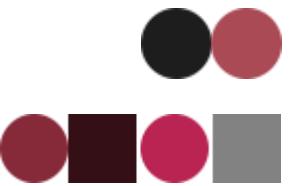
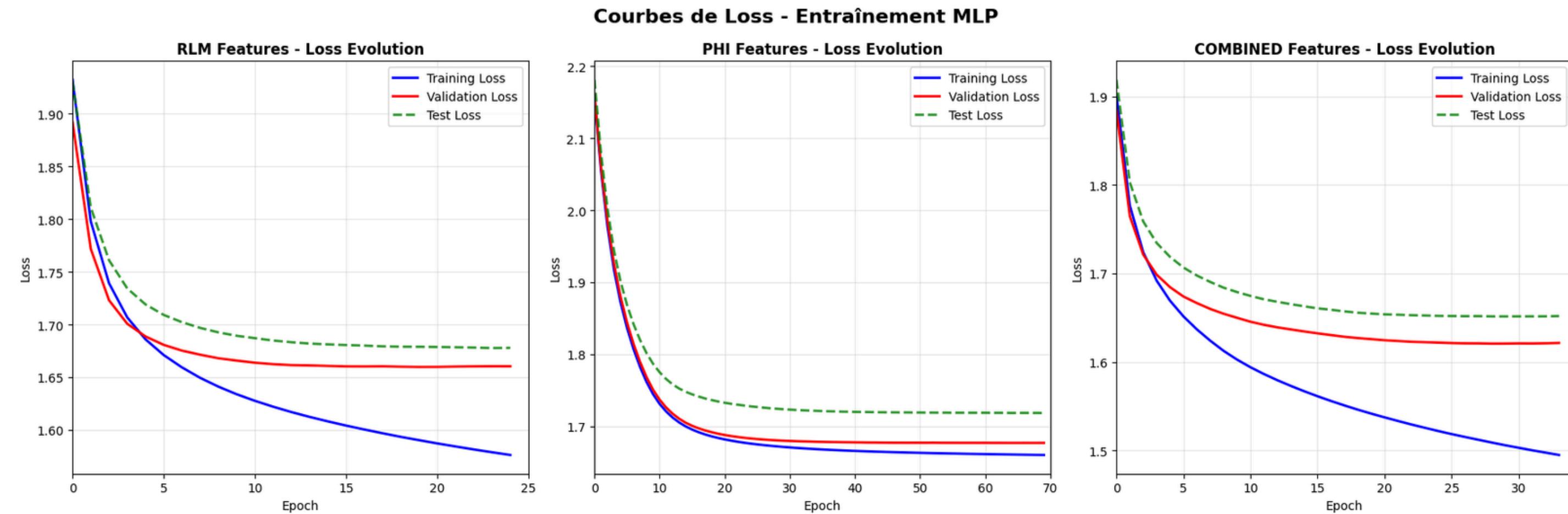


Expérimentations ET Résultats

Méthode 3: Combinaison RLM + Phi

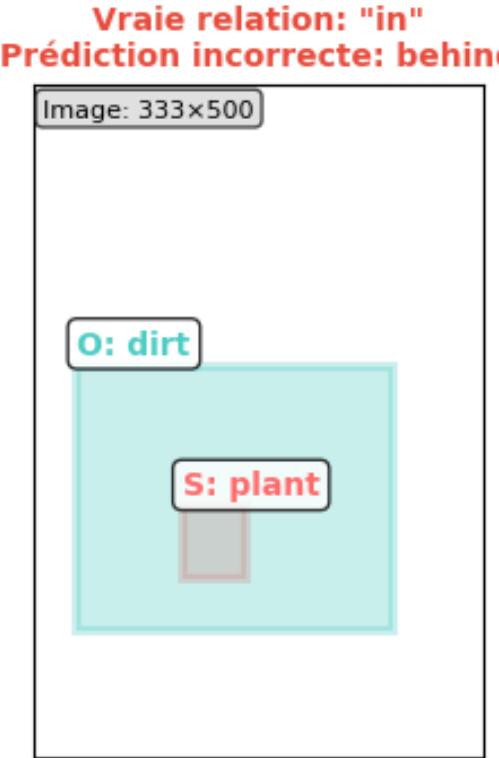


Expérimentations et Résultats



Expérimentations ET Résultats

Exemples d'erreurs

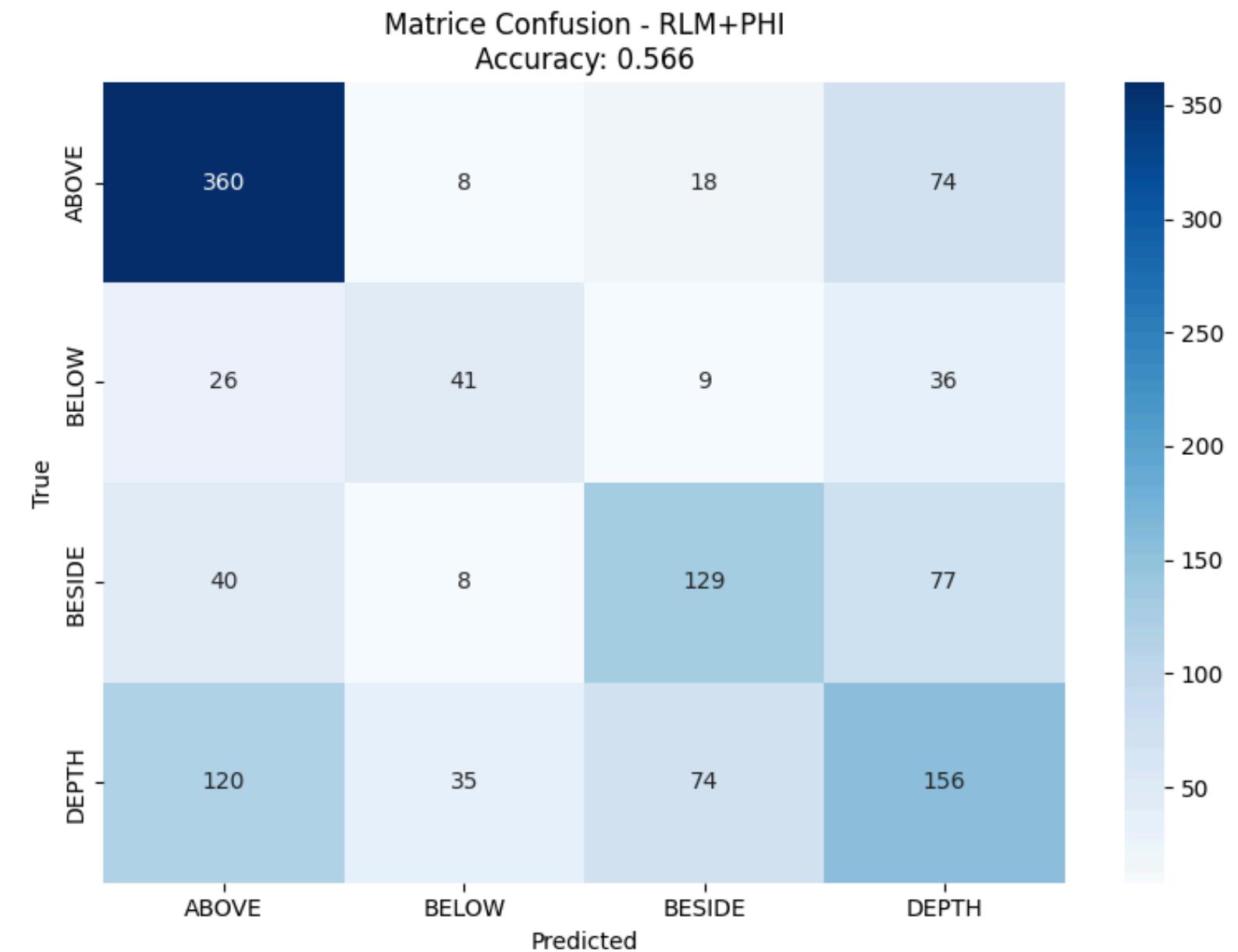


1. 'in' prédit comme 'on'
2. 'behind' prédit comme 'on'
3. 'in front of' prédit comme 'on'
4. 'on' prédit comme 'behind'
5. 'above' prédit comme 'on'

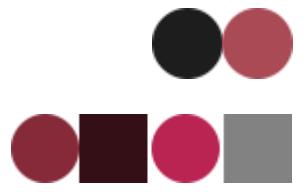


Expérimentations et Résultats

Filtrage Relations Directionnelles SVM



- on -> ABOVE
- above -> ABOVE
- under -> BELOW
- next to -> BESIDE
- to the left of -> BESIDE
- to the right of -> BESIDE
- behind -> DEPTH
- in front of -> DEPTH



Conclusion

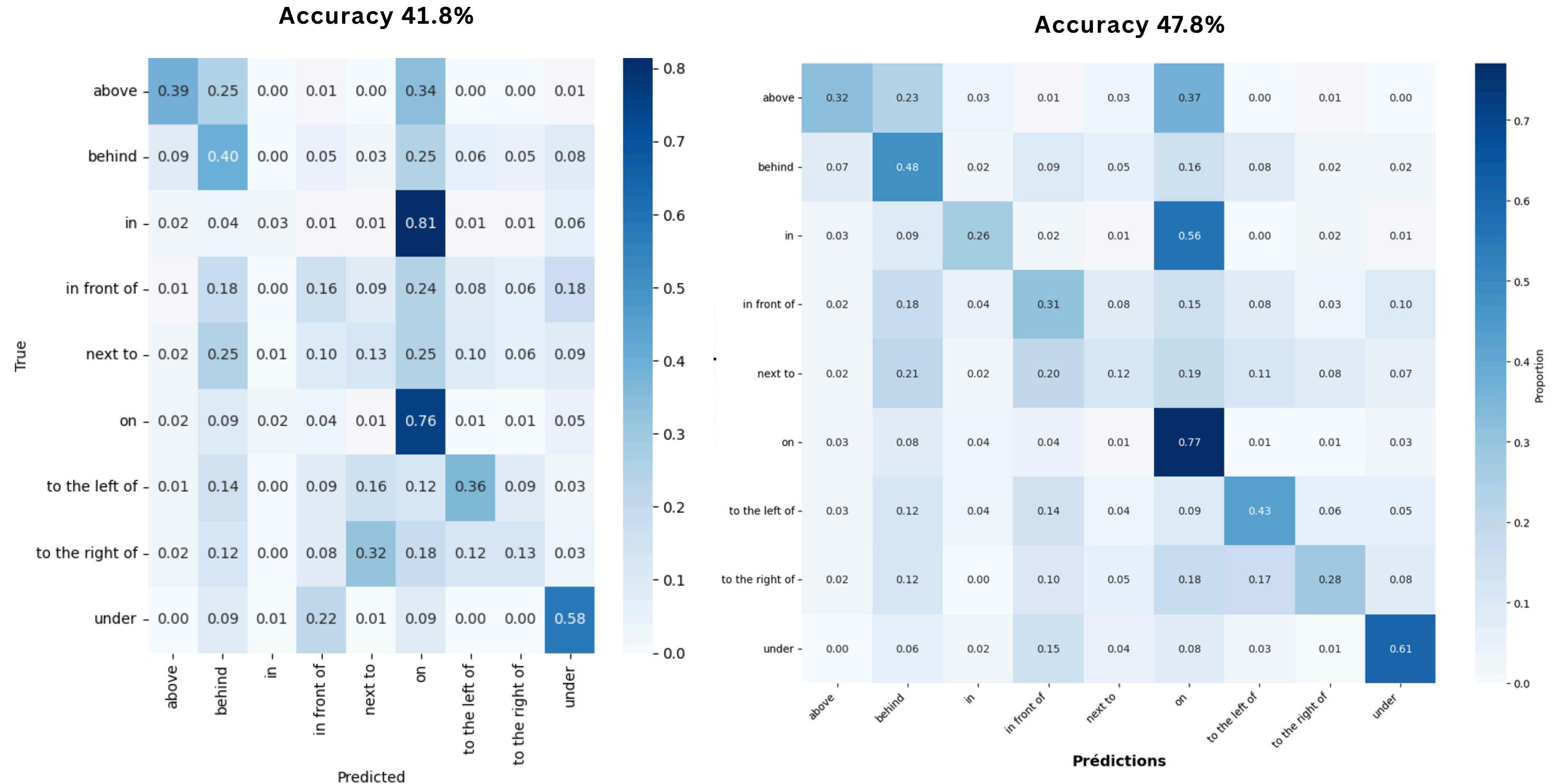


- Mise en œuvre de deux approches géométriques : Radial Line Model (RLM) et PHI Descriptor.
- Chaque méthode offre une représentation spécifique (directionnelle pour RLM, intervalle pour PHI).
- Les résultats expérimentaux montrent que la combinaison RLM + PHI donne une meilleure précision que leur usage individuel.
- Cela démontre qu'une représentation géométrique combinée permet une compréhension plus efficace des relations spatiales, sans traitement d'image ni texte.



Comparaison

Combinaison RLM + Phi & Image + Features géométriques + BERT Text



20/06/2025

19

