

Système Expert d'Aide au Diagnostic Orthodontique

TP02 - Intelligence Artificielle Symbolique

Loudiern Tharon Lou Aubert-Debrue

Université de technologie de Compiègne

19 Décembre 2025

Plan de la présentation

- 1 Contexte et Objectifs
- 2 Base de Connaissances
- 3 Implémentation Technique
- 4 Démonstration et Résultats
- 5 Collaboration IA
- 6 Glossaire
- 7 Conclusion

Domaine : Orthopédie Dento-Faciale (ODF).

Le Problème :

- Complexité du diagnostic (multiples paramètres : squelettique, dentaire, fonctionnel).
- Risque d'erreur dans le choix de l'appareillage (fixe vs fonctionnel vs chirurgie).

Notre Solution :

- Système Expert d'Ordre 0+.
- Aide à la décision pour praticiens généralistes ou étudiants.

Sources : Cochrane Reviews, HAS, Classification d'Angle.

Exemple de Règle Métier (R-A2)

SI Relation Molaire = Classe 2

ET Incisives = Proclinées

ET Overjet \geq 5mm

ALORS Diagnostic = Classe II Division 1

Exemple de Règle Thérapeutique (R-B1)

SI Diagnostic = Classe II Div 1

ET $8 \leq \text{Âge} \leq 12$ ans

ET Coopération = Bonne

ALORS Appareil = Fonctionnel (Activateur)

Représentation : Structures ('defstruct') pour une meilleure sémantique.

```
(defstruct fait
  attribut      ; ex: 'overjet
  valeur        ; ex: 6
  source)       ; :utilisateur ou :deduit

(defstruct regle
  id premisses conclusions active)
```

Moteur d'Inférence :

- **Chaînage Avant** (Forward Chaining).
- Méthode par *saturation* de la base de faits.
- Gestion des comparateurs : $>$, $<$, \geq , $=$, member.

```
(defun chainage-avant ()  
  (loop while nouveau-fait-trouve do  
    (dolist (r *base-regles*)  
      (when (regle-active r)  
        (let ((ok (verifier-premisses r)))  
          (when ok  
            (declencher-regle r)  
            (desactiver-regle r))))))))
```

Pourquoi le chaînage avant ?

En médecine, on part des symptômes (données) pour aller vers le diagnostic (but). C'est une approche "Data-Driven".

Scénario de Test : L'enfant "Classe II"

Données Patient :

- Âge : 10 ans
- Molaire : Classe 2, Overjet : 6mm
- Coopération : Bonne

Exécution du Système :

- ① Cycle 1 : Règle R-A2 s'active → **Diag : Classe II Div 1.**
- ② Cycle 2 : Règle R-B1 s'active (grâce au diag + âge) → **Appareil : Fonctionnel.**
- ③ Cycle 3 : Aucune nouvelle déduction. Arrêt.

Validation : Cohérent avec les revues systématiques (Koretsi et al., 2015).

Rôles définis :

- **Humain** : Expert du domaine (fournit les règles, valide la logique médicale).
- **IA (Gemini)** : Expert technique (implémentation Lisp, syntaxe, tests unitaires).

Apports clés :

- Génération rapide de la structure du code ('boilerplate').
- Création de jeux de tests automatisés ('test-edge-cases').
- Débogage des parenthèses Lisp.

Classes d'Angle Classification squeletto-dentaire fondamentale. Classe I (normal), II (rétrognathe), III (prognathe). Base du diagnostic (Règles R-A1 à R-A5).

ANB Angle céphalométrique (points A-N-B). Normal : $2-4^\circ$. $ANB < 0 =$ Classe III squelettique (Règle R-A4).

Overjet Distance horizontale incisives sup./inf. Normal : 2-3mm. $Overjet > 5mm =$ Classe II Div 1 (R-A2).

Masque de Delaire Traction faciale pour Classe III jeune (6-9 ans). Stimule la croissance maxillaire (R-B3).

Système Expert Ordre 0+ Logique propositionnelle + prédicats ($>$, $<$, $=$).
Pas de variables ni quantificateurs.

Chaînage Avant Inférence dirigée par les **données**. Part des symptômes vers le diagnostic. Implémenté dans `chainage-avant()` (ligne 200).

Saturation Application itérative des règles jusqu'à absence de nouveaux faits. Garantie de terminaison via flag `active`.

Base de Faits Mémoire de travail dynamique (`*base-faits*`). Contient les connaissances avérées sur le patient.

defstruct Création de types structurés. **fait** (attribut/valeur/source) et **regle** (prémisses/conclusions). Génère accesseurs automatiques.

evaluer-condition Fonction vérifiant si une condition est vraie (ligne 183). Gère 6 opérateurs : **equal**, **>**, **<**, **≥**, **≤**, **member**.

Flag active Attribut booléen dans **regle**. Désactivé après déclenchement pour éviter boucles infinies (ligne 223).

Tests Unitaires Fonctions automatisées : **test-edge-cases**, **test-integration-complet**. Score de réussite calculé.

Bilan :

- Système fonctionnel et robuste (gestion des erreurs).
- Base de règles validée par la bibliographie.
- Code modulaire et documenté.

Limites (Ordre 0+) :

- Effets de seuil (ex : âge strict à 12 ans).
- Manque de nuance (pas de "peut-être").

Merci de votre attention.