

Intelligence artificielle et aide à la décision en Médecine

Définition de l'intelligence artificielle
Systèmes experts (règles) et applications
Réseaux de neurones et applications

Quelques définitions

- Intelligence :
 - ensemble des facultés mentales permettant de
 - comprendre les choses et les faits
 - découvrir les relations entre eux
 - d'aboutir à la connaissance conceptuelle et rationnelle
 - se perçoit dans l'aptitude à comprendre (rétrospectif)
 - et à s'adapter facilement à des situations nouvelles (prospectif)
- Intelligence artificielle :
 - recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains, ou en tout cas mimant ces capacités
 - analyse (rétrospectif) et décision (prospectif)

Différents niveaux d'intelligence...

- Niveau 1 : exécuter
 - Répertoire de règles déjà disponibles
 - Identifier simplement quand les conditions des règles s'appliquent
 - => *permet d'appliquer un traitement tel qu'il a été prévu*
- Niveau 2 : apprendre et réappliquer
 - Observer des expériences
 - En déduire des associations, relations (démarche empirique, machine learning, data mining supervisé)
 - Appliquer ces règles apprises par l'expérience
 - => *permet de traiter une situation déjà rencontrée*
- Niveau 3 : s'adapter intelligemment
 - Raisonnement mélangeant les règles prédéfinies, de l'expérience et du « bon sens »
 - Logique floue, intégration de conclusions contradictoires
 - => *permet de traiter une circonstance partiellement ou totalement inédite*

Intelligence artificielle FORTE

- Purement théorique : pas atteint ce jour
- Machine capable de :
 - adopter des comportements intelligents (niveau 3)
 - éprouver une conscience de soi
 - comprendre ses propres raisonnements
- Possible dans le futur sur l'argument quantitatif (en nombre d'opérations par seconde) :
 - Balance de Roberval : 1
 - Ordinateur 1970 : $1 \cdot 10^7$
 - Ordinateur 2005 : $1 \cdot 10^{11}$
 - Cerveau humain : $2 \cdot 10^{14}$... atteint en 2019 selon loi de Moore
- Mais la puissance de calcul ne suffit pas :
 - Limite actuelle : ce que les humains savent « enseigner » aux machines
 - Impossible avec notre représentation actuelle des connaissances et de la logique
 - Supposerait intégration de la logique floue, manipulation d'autres formalismes et symbolismes

Intelligence artificielle FAIBLE

- Machines qui semblent intelligentes, sans l'être réellement
- Méthodes :
 - Niveau 1 : application de règles pré-représentées
 - Niveau 2 : algorithmes permettant de générer de nouvelles règles (empirisme, machine learning)
 - Nécessitent une représentation de la connaissance (terminologies, langage de règles, données de travail, et données d'apprentissage complètes pour le niveau 2)
- Deux illustrations du web :
 - Découvrir un personnage célèbre, Akinator
 - Trouver des images similaires, Google Images



akinator
.com



Bonjour,
Moi c'est Akinator.
Pour débiter une
partie
cliquez sur *Jouer*

Les 10 dernières parties

Vous pensiez à J'ai deviné

Caillou	Caillou
Lucile	Lucile
Dr Gregory House	Dr Gregory House
Max Russo	Max Russo
Pluto	Pluto
Shrek	Shrek
Balik	Balik
Johanna	Johanna
Le garçon que vous air	Le garçon que vous ain
Al Capone	Al Pacino

720 personnes jouent actuellement (Max=1200)
146084765 parties jouées dont 40906 aujourd'hui



Informations joueur

Votre pseudo :

Votre âge : (*) (filtrage pour les mineurs)

Vous êtes : une femme un homme

(*) : obligatoire

Jouer

habite-t-il en France ? non
existe-t-il réellement ? oui
a-t-il plus de 35 ans ? oui
est-il décédé ? oui
est-il français ? non
est-il un artiste ? oui
est-il chanteur ? non
doit-il la célébrité au cinéma ? non
est-il peintre ? non
est-il dans le domaine de la musique ? oui
est-il mort avant l'âge de 60 ans ? non
a-t-il vécu au 20ième siècle ? en partie
est-il russe ? oui
joue-t-il du piano ? oui
a-t-il écrit des concertos pour Violon ? non
tenez-vous particulièrement à votre personnage ? oui
a-t-il déjà été marié ? oui
apparaît-il sur une photographie mondialement célèbre ? pas vraiment
porte-t-il des lunettes ? non
je pense à... Sergueï Rachmaninov **OUI !**
... mais c'est aussi le cas de Nicolai Medtner ou Sergueï Bortkiewicz, nettement moins connus.

Question N° 1 :

Votre personnage est-il un garçon ?



Oui



Probablement
En partie



Ne sais pas



Probablement pas
Pas vraiment



Non

Corriger réponse



Exemple d'image jamais publiée :
Google identifie les images similaires
par leur aspect

The screenshot shows a Google search for an image with the filename 'ident...7_zoom.jpg'. The search results page displays a grid of 16 similar images, all of which appear to be portraits of men in business attire. The search interface includes the Google logo, the search bar with the image filename, and navigation tabs for Web, Images, Maps, Shopping, and Plus. A message suggests trying a descriptive keyword in the search field. The image size is listed as 398 x 538 pixels, and no other sizes were found.

Exemple d'image déjà publiée : Google
identifie des mots clef associés au
contexte de l'image et relance une
recherche

The screenshot shows a Google search for an image with the filename 'ident...t_25pc.jpg'. The search results page displays a grid of 5 similar images, all of which are portraits of Emmanuel Chazard. The search interface includes the Google logo, the search bar with the image filename and the name 'emmanuel chazard', and navigation tabs for Web, Images, Maps, Shopping, and Plus. The image size is listed as 155 x 202 pixels, and no other sizes were found. The results include a hypothesis for the image: 'emmanuel chazard', and a link to his profile on LinkedIn. The search interface also includes a message suggesting trying a descriptive keyword in the search field. The image size is listed as 155 x 202 pixels, and no other sizes were found.

Domaines actuels de l'intelligence artificielle (faible)

- Dialogue automatique (cf. minitel rose)
- Traduction automatique
- Traitement automatique du langage naturel (TALN), natural language processing (NLP)
- Raisonnement automatique :
systèmes experts basés sur des règles
- Apprentissage automatique :
mise au point automatique de nouvelles règles
- Composition musicale automatique
- Reconnaissance de formes, des visages, etc.

Applications actuelles de l'intelligence artificielle (faible)

- Aide au diagnostic
 - Ex : détermination d'un diagnostic en fonction de résultats d'examens cliniques et paracliniques
- L'aide à la décision
 - Ex : demander un examen complémentaire ou non, mettre en place une thérapeutique ou non, etc.
 - A retenir : **CDSS** clinical decision support system
- Résolution de problèmes complexes, comme les problèmes d'allocation de ressources
 - Ex : préparation automatisée des plannings des enseignants/salles/classes en collège et lycée, optimisation des services d'urgences
- Assistance par des machines dans les tâches dangereuses, ou demandant une grande précision,
 - Ex : robot chirurgical
- Contrôle à la volée des prescriptions de médicaments
 - A retenir : **CPOE** Computerized Physician Order Entry

Scénario d'usage

1. Un patient consulte son médecin
2. Le médecin l'envoie chez un spécialiste
3. Le spécialiste demande une intervention chirurgicale
4. L'intervention est réalisée avec succès.

1) Un patient consulte son médecin

- **Le patient** se présente et indique au médecin la maladie dont il pense être atteint : il s'est renseigné auprès d'un système expert grand public
Exemple :
<http://easydiagnosis.com>
- **Le médecin** conforte son diagnostic en se connectant à un système d'aide au diagnostic médical qui lui est destiné.
Exemple: ADM du CHU de Rennes
- Le médecin prescrit un traitement en prenant garde aux interactions médicamenteuses

Systemes Experts
Systemes d'aide à la décision

<http://easydiagnosis.com>
Nous simulons un épisode inaugural de migraine, sans symptôme associé



EasyDiagnosis Modules

AdChoices ▶ ◀ ▶

Click on the desired module below.

[Hemorrhoid problems?](#)

Prepare for your doctor's visit. Learn more about the disease
hemorrhoid-help.com...

[Medical Jobs](#)

Find executive jobs paying €80K+ Over 80,000 Executive Level Jobs!
www.Experteer.com

[Do you have Lyme Disease?](#)

Natural Treatment Professional and home use
www.resonantlight.com

Symptoms and Signs

- CHEST PAIN
- CHEST PAIN (PRO VERSION)
- CONSTIPATION
- COUGH
- FAINTING (SYNCOPE)
- CHRONIC FATIGUE
- HEADACHE
- BACK PAIN
- VERTIGO (DIZZINESS)
- UPPER ABDOMINAL PAIN AND INDIGESTION

Conditions

- ALCOHOLISM
- ATTENTION DEFICIT DISORDERS
- DEPRESSION
- GALL BLADDER DISEASE
- HEARING LOSS
- OSTEOPOROSIS
- SEIZURES AND EPILEPSY
- SEIZURES AND EPILEPSY (PRO VERSION)
- ABDOMINAL CONDITIONS

* We invite call centers, employee benefit plans, HMO's, educational institutions, corporate entities, etc. to **contact MatheMedics, Inc.** to discuss licensing arrangements for these programs and content. Additional customized disease/symptom modules can be created under special arrangement.



Headache Questions

MatheMEDics®

Required: Age Sex

1.

How long have you had headaches?

- A. I've had them for years
- B. They started in the last few weeks or months
- C. They began recently, within a day or days
- D. Unknown/not applicable

2.

Which of the following best describes location of your headaches?

- A. Occur mainly in the back of the head or neck, and/or temples
- B. Start on one side of the head and may be throbbing
- C. Occur in the frontal region
- D. Located mainly in the eye or one side of the face
- E. More than one of above
- F. None of above
- G. Unknown/not applicable

3.

How is your health?

- A. I'm generally healthy

AdChoices ▶



[Medical Body Fat Analyzer](#)

Healthcare, Medical Check Machines Made in Gyeongbuk Province Korea
www.prideitems.com

[Atherosclerosis testing](#)

Coronary artery disease Stroke Risk Novel CVD marker. Serum ELISA assay
www.cvdefine.com

[Temporal Thermometer](#)

Accurate temperature with a gentle forehead scan. Doctor recommended.



EasyDiagnosis

Headache Results

Condition/Disease

Estimated probability

Click on any disease for a description.

Muscle Contraction (Tension)	25%	
Brain Hemorrhage	17%	
High Blood Pressure	17%	
Temporal Arteritis	13%	
Brain Lesion	6.9%	
Post-traumatic Headache	6.2%	
Miscellaneous	4.9%	
Migraine	4.4%	
Infection	3.5%	
Sinus Headache	1.2%	
Rebound Headache	1%	
Cluster Headache	0.2%	

[What do these probabilities mean?](#)

[Links](#)

<http://assistantmedical.fr>

Nous simulons une grippe. Ce site accepte aussi les éléments paracliniques, en langage naturel

Assistant Médical

Logiciel d'aide au diagnostic médical

Note de l'utilisateur

fièvre

+

myalgies

+

toux sèche

Cliquez sur le titre choisi

Mot exact

DIAGNOSTICS

Sélection complète

(Législation, Certificats, Régimes, Adresses ...)

FIEVRE Q (QUERY)

GRIPPE

LEGIONELLOSE

ORNITHOSE

PNEUMOPATHIE AIGUE

Recherche

Vos commentaires

Notice complète

Presse

Commande du CD-Rom

Aide au Diagnostic Médical

<http://www.med.univ-rennes1.fr/adm.dir/presentation.html>
Exemple de requête avec le mot-clef « Laryngite »

L'ADM est une véritable encyclopédie médicale constituée par des médecins à partir de données de la littérature spécialisée.

Si vous souhaitez juste jeter un coup d'oeil, un accès limité à un sous-ensemble de la base, est ouvert avec un quota de 16 interrogations.

L'accès complet et libre de la base est entièrement **gratuit**, mais réservé aux **membres du corps médical et associés**

 [Accès au menu de l'ADM.](#)

La base de données comporte:

- plus de 10000 descriptions de pathologies,
- 2400 descriptions d'effets secondaires de médicaments,

 [Ici vous avez accès à une documentation sur le projet ADM](#)

Elle peut être utilisée comme support documentaire ou décisionnel.

Son mode de consultation est de type hypertexte.

Attention, l'ADM n'est plus diffusé sur minitel.

 [Statistiques sur les consultations ADM en 1997](#)

[stat. 1998](#)
[stat. 1999](#)



Ce programme n'est accessible qu'en intranet

Proposition de termes

Autres propositions

- [LARYNGITE CHRONIQUE ATROPHIQUE](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE CATARRHALE](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE PACHYDERMIQUE ROUGE](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE HYPERTROPHIQUE PSEUDOMYXOMATEUSE](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE PACHYDERMIQUE BLANCHE](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE PACHYDERMIQUE ROUGE](#)
- [LARYNGITES //LARYNGOPHARYNGITES //LARYNGOTRACHEITES](#)
- [LARYNGITES AIGUES //LARYNGOPHARYNGITES AIGUES //LARYNGOTRACHEITES AIGUES](#)
- [LARYNGITE AIGUE DIPHTERIQUE //CROUP //DIPHTERIE \(F. CLINIQUE DE-\)](#)
- [LARYNGITE AIGUE ALLERGIQUE](#)
- [LARYNGITE AIGUE STRIDULEUSE](#)
- [LARYNGITE AIGUE CATARRHALE](#)
- [LARYNGITE AIGUE OEDEMATEUSE](#)

- [LARYNGITE CHRONIQUE](#)
- [LARYNGITE AIGUE NECROSANTE](#)
- [LARYNGITE APHTEUSE](#)

- [LARYNGITE AIGUE DE L'ADULTE](#)

LARYNGITE CHRONIQUE - Netscape

Fichier Edition Afficher Aller Communicator Aide

Signets Adresse : htbin/adm/reponse.pl?cnx=sn1848&prg=1&cod=M02796 Infos connexes

Précédent Suivant Recharger Accueil Rechercher Guide Imprimer Sécurité Arrêter

- TOUX RAUQUE
- [LARYNGITE CHRONIQUE CATARRHALE](#)

DONNEES SPECIFIQUES

- ENDOSCOPIE LARYNX MUQUEUSE CONGESTIVE[fr]

FORMES CLINIQUES / COMPLICATIONS

- SEXE FEMININ[ra]
- ADULTE 18-30 ANS[ra]
- ADULTE 61->70 ANS //ADULTE AGE[ra]
- ENFANCE-ADOLESCENCE 2-17 ANS[ex]
- APHONIE[ra]
- EXPECTORATION[ra]
- SENSATION DE PICOTEMENT LARYNGE[co]
- DYSPNEE[ex]
- [LARYNGITE CHRONIQUE ATROPHIQUE\[ex\]](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE PACHYDERMIQUE ROUGE\[co\]](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE HYPERTROPHIQUE PSEUDOMYXOMATEUSE\[ra\]](#)
- [LARYNGITE CHRONIQUE PACHYDERMIQUE BLANCHE\[ra\]](#)

ETIOLOGIES / ANTECEDENTS

- HUMIDITE[fr]

Document : chargé

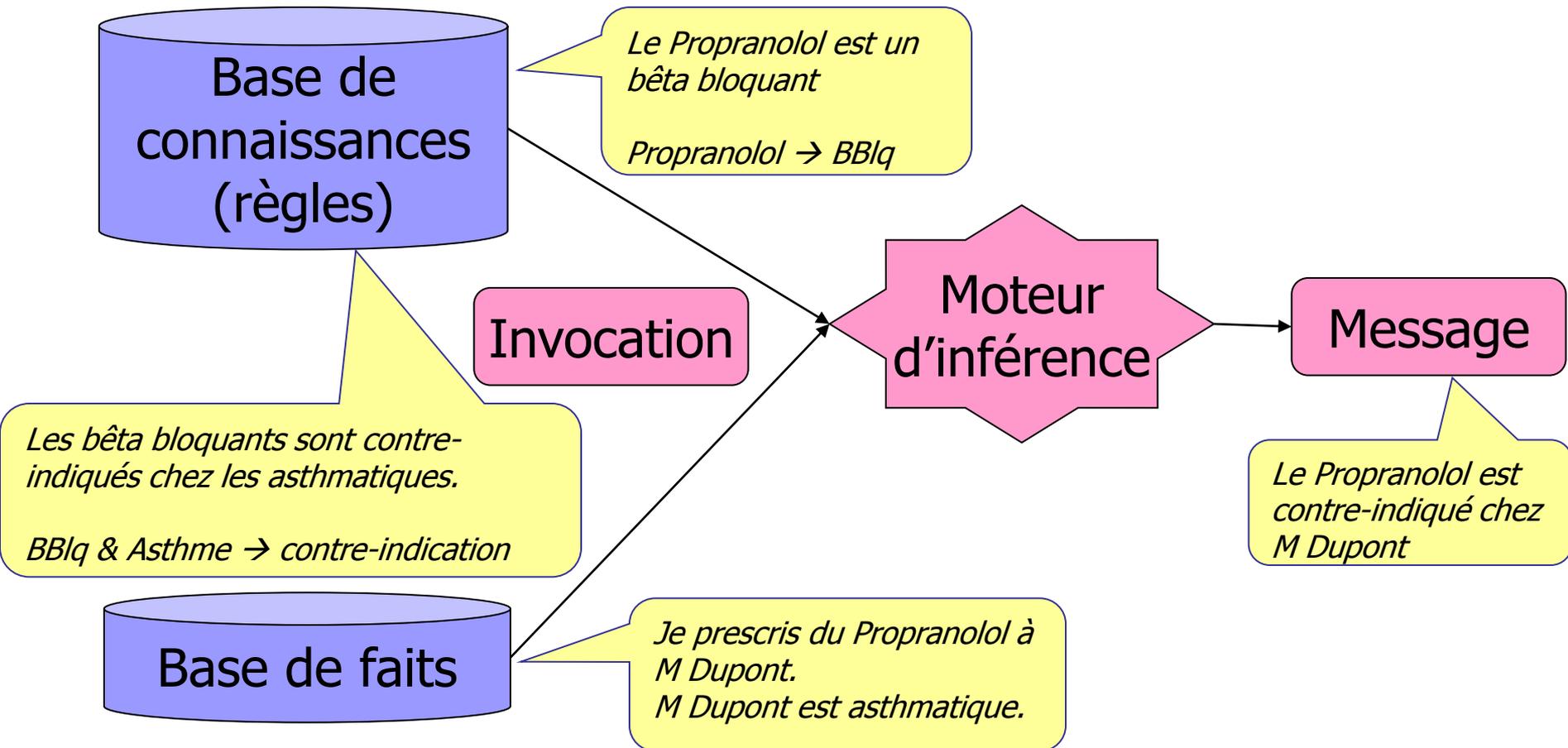
Les Systèmes Experts

- Définition :
 - Logiciels qui utilisent un ensemble de connaissances pour résoudre une tâche difficile, habituellement traitée par un expert humain
- Utilité :
 - Procurent des avis d'experts à des non-experts
Comment réagir à l'ingestion d'un poison
 - Aident les experts
Pour éviter d'oublier certains cas
 - Remplacent les experts
S'il n'y a pas d'expert disponible
 - Servent pour l'enseignement
Explicitent leur raisonnement

Mode d'action des Systèmes Experts

- Passif :
 - l'utilisateur sollicite l'utilisation du système
- Semi-actif, mode « chien de garde » :
 - le système veille sur certains paramètres et lance des alertes si besoin
 - ex : aide à la prescription pour veiller aux interactions médicamenteuses
- Actifs :
 - le système est déclenché de façon automatique
 - ex : contrôle de paramètres de ventilation, etc.

Structure d'un Système Expert



La base de connaissances

- Contient les connaissances des experts du domaine, sous forme de REGLES
- Est écrite dans un langage de représentation des connaissances où l'expert peut définir son propre vocabulaire
- Difficulté pour structurer et représenter les connaissances :
 - Structure des règles (différentes options possibles)
 - Vocabulaire des règles (terminologie, interopérabilité sémantique)

La base de faits

- Contient
 - les données initiales
 - les résultats intermédiaires
 - au sujet du cas à traiter uniquement
- Fonctionnement en monde « fermé » :
 - si on ne sait pas que A est vrai, alors A est faux
 - strictement binaire 0/1
 - cohérent en médecine car les maladies et antécédents sont souvent rares statistiquement, et culture de reporting
- Fonctionnement en monde « ouvert » :
 - le vrai et le faux sont explicitement dits, sinon on ne sait pas
 - mode ternaire : 0/1/NA (NA=valeur manquante)

La base de règles

- Système de règles :
 - Si <Prémisse> Alors <Conclusion>
 - <Prémisse> est binaire, souvent issu de la combinaison de plusieurs conditions avec « ET » (cf. cours Biomédecine quantitative)
 - Chaque règle correspond à un granule de connaissance, lisible
 - Un système d'expertise médicale sera généralement constitué de plus de 1 000 règles
- Règles non pondérées
 - Méningite & Purpura → Méningocoque
- Règles pondérées
 - Méningite & Purpura → Méningocoque (poids=0.9)

MYCIN Shortcliffe (1974)

- Infections bactériennes du Sang : établir un diagnostic et proposer un traitement
- Premières versions de MYCIN :
 - 75% d'accord avec les experts
 - ... aussi bien qu'entre deux experts !
- 200 règles du type « prémisses → conclusion (coeff) »
- avec coeff = confiance = VPP = $P(\text{conclusion} / \text{prémisse})$
- Exemple de la règle #85 :
 - Si le site de la culture est le sang
 - Et si l'organisme est à gram négatif
 - Et si l'organisme est de forme bâtonnet
 - Et si le patient est un hôte à risque
 - Alors organisme = pseudomonas aeruginosa (P=0.6)

Critique

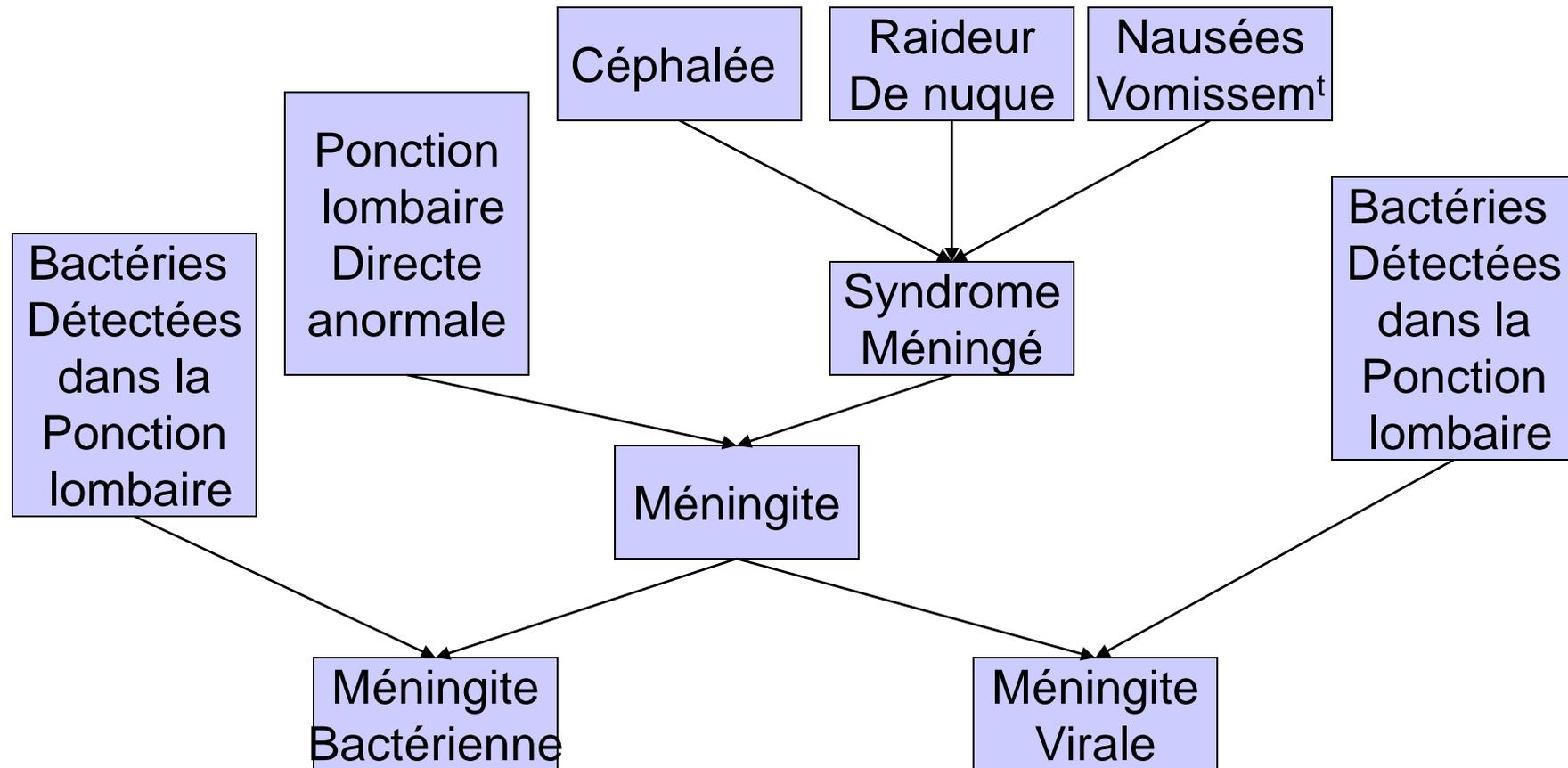
■ INCONVENIENTS

- Pas de bon sens
- Pas de créativité
- Pas toujours d'apprentissage
- Pas d'expérience sensorielle
- Pas de digression

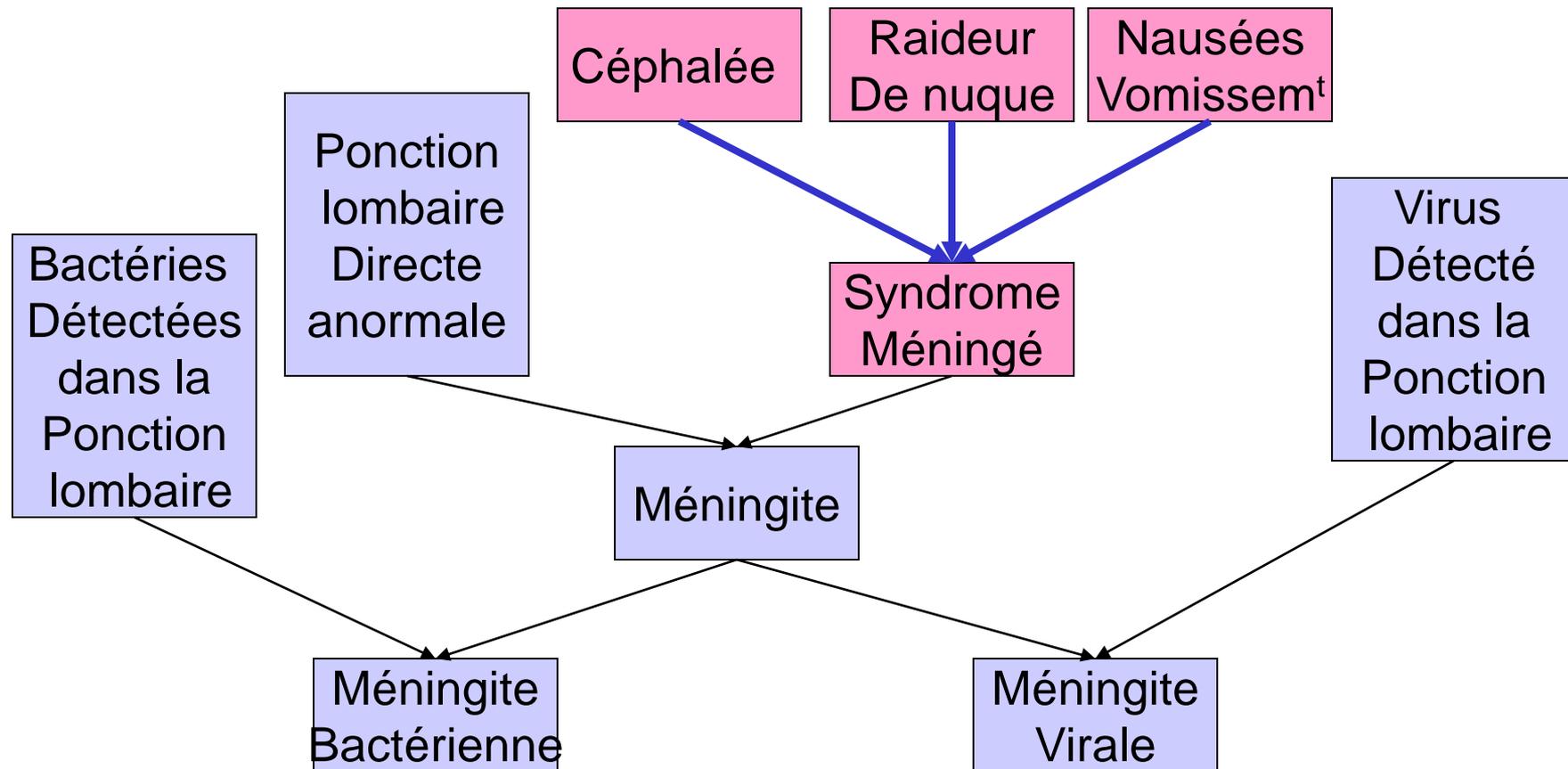
■ AVANTAGES

- Permanence
- Reproductibilité
- Efficience
- Cohérence
- Documentation
- Complétude
- Gain de temps
- Force

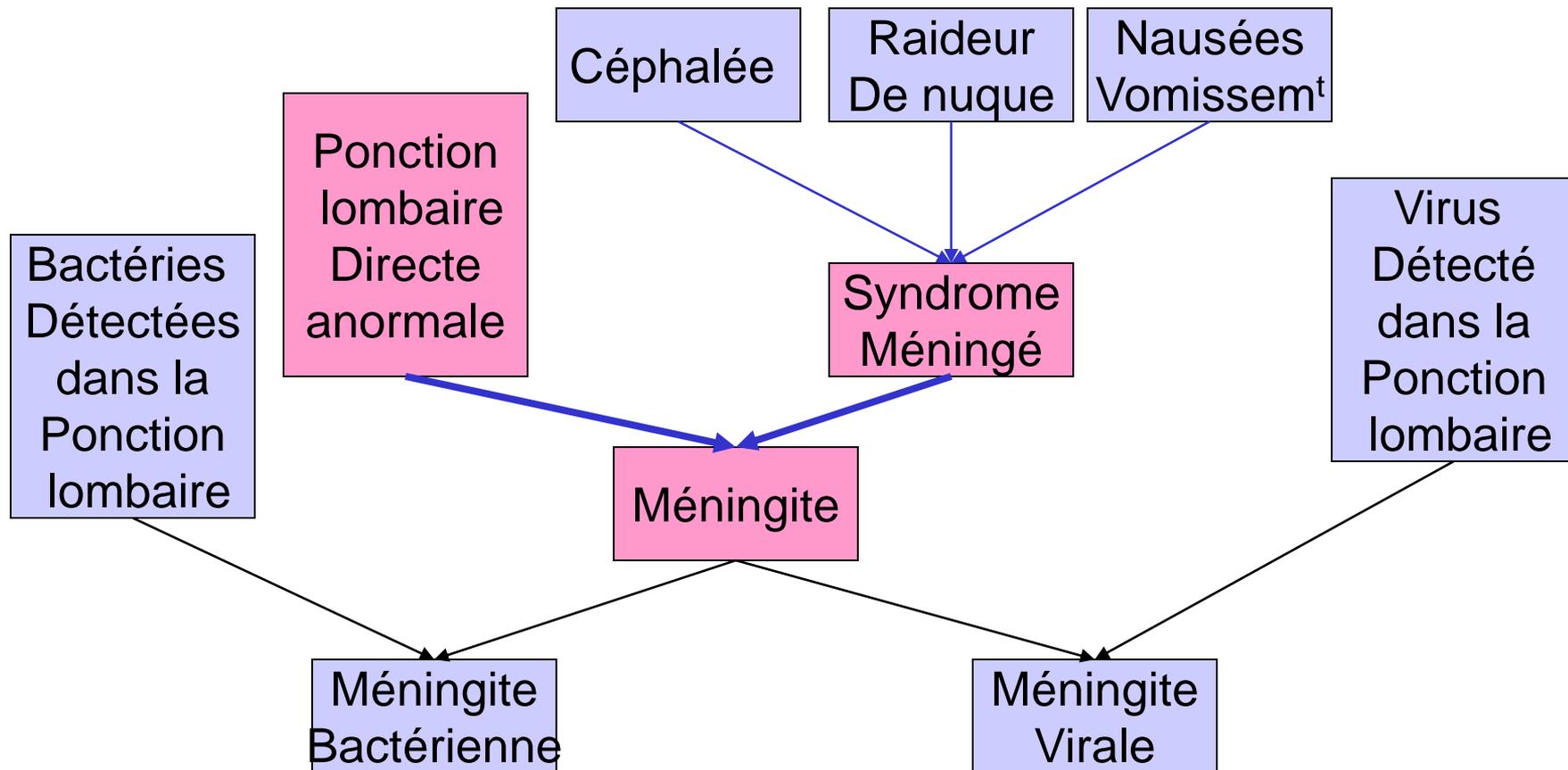
Exemple : on connaît les informations suivantes



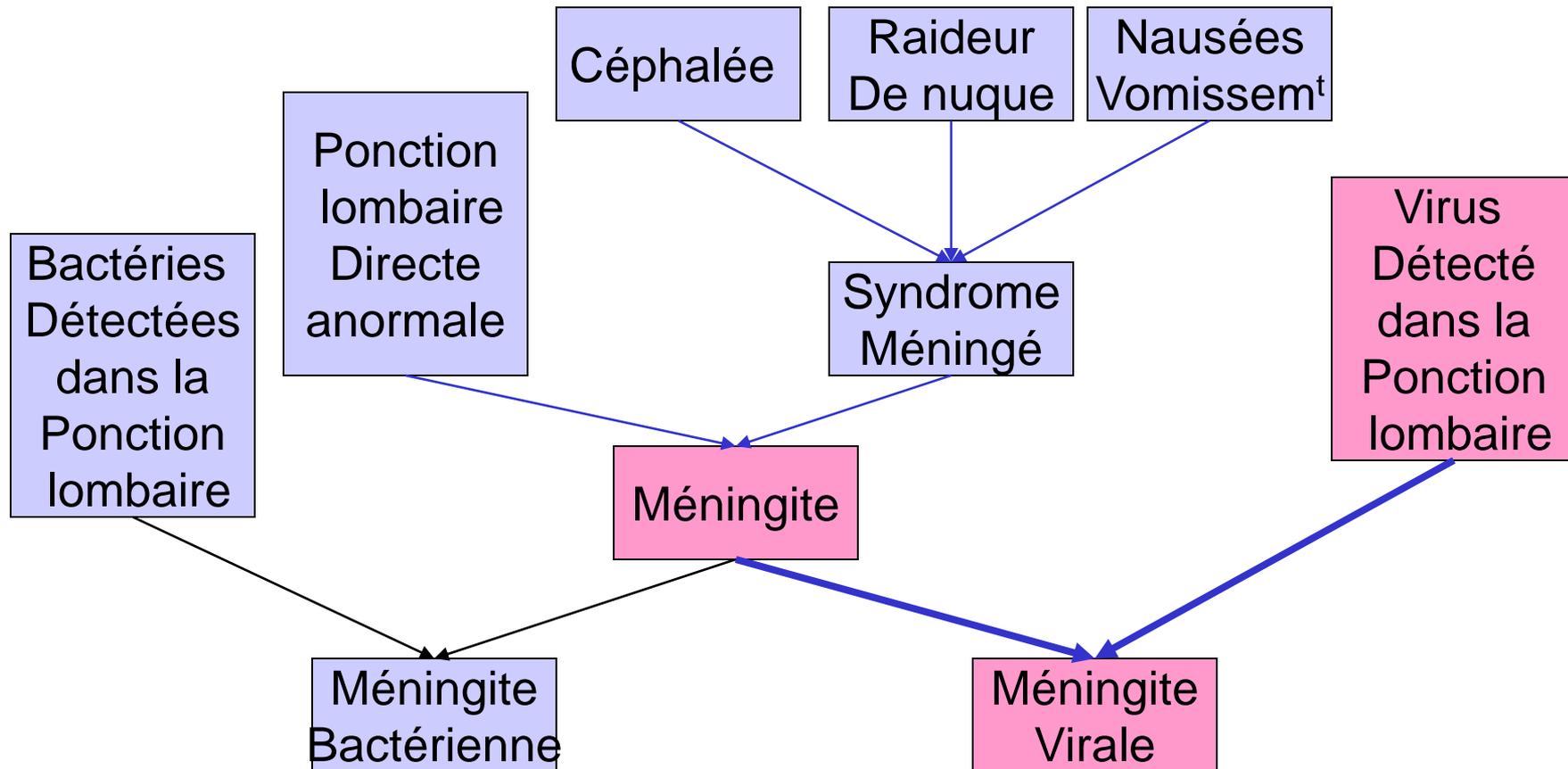
SI Céphalée et Raideur de Nuque et Nausées ALORS Syndrome Méningé



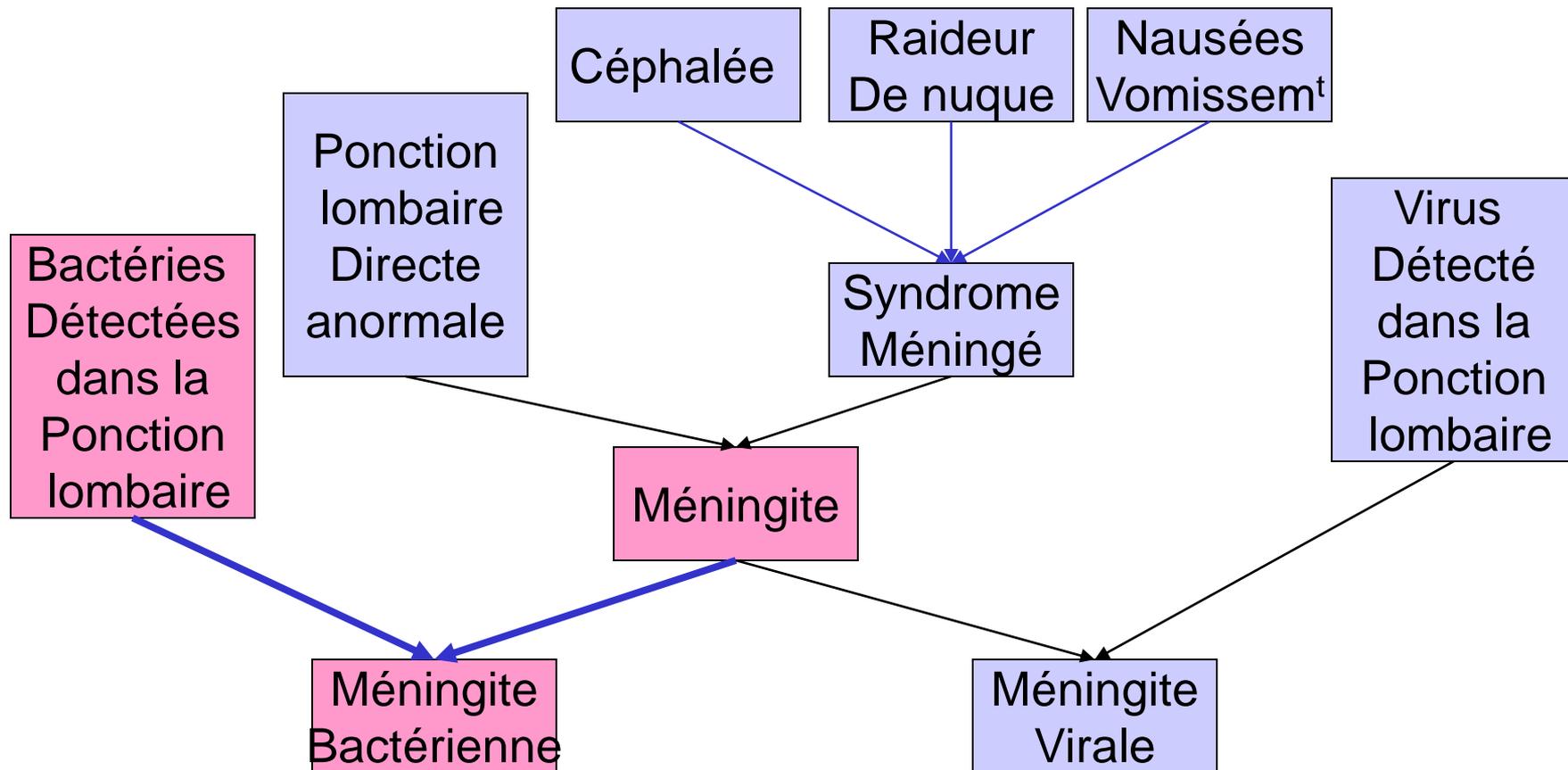
SI Ponction Anormale et Syndrome Méningé ALORS Méningite



SI Ponction Anormale et Syndrome Méningé ALORS Méningite



SI Ponction Anormale et Syndrome Méningé ALORS Méningite



D'où les règles de production suivantes :

- Céphalée & Raideur de Nuque & Nausées
→ Syndrome Méningé
- Ponction Anormale & Syndrome Méningé
→ Méningite
- Méningite & Bactéries Dans Ponction
→ Méningite Bactérienne
- Méningite & Virus Dans Ponction
→ Méningite Virale

- Ici, système de règles sans redondance :
 - Mutuellement exclusives, aucune ambiguïté
 - Nécessitent une information +/- exhaustive pour conclure

Exemple

- Un patient se présente au cabinet souffrant de céphalées, de nausées et de raideur de nuque
- Le médecin fait une ponction lombaire qui s'avère anormale
- Les Faits:
 - Nausée
 - RaideurDeNuque
 - Céphalée
 - PonctionAnormale

Le moteur d'inférence

- Exploite la base de connaissances et les faits pour résoudre le problème spécifié
- Est indépendant de la base de connaissances
- ... mais... suppose une INTEROPERABILITE entre la base de connaissances, la base de faits, et le moteur
 - Physique : canal de communication
 - Syntaxique : structure de la connaissance et des faits
 - Sémantique : terminologies employées pour la connaissance et pour les faits

Logique des propositions

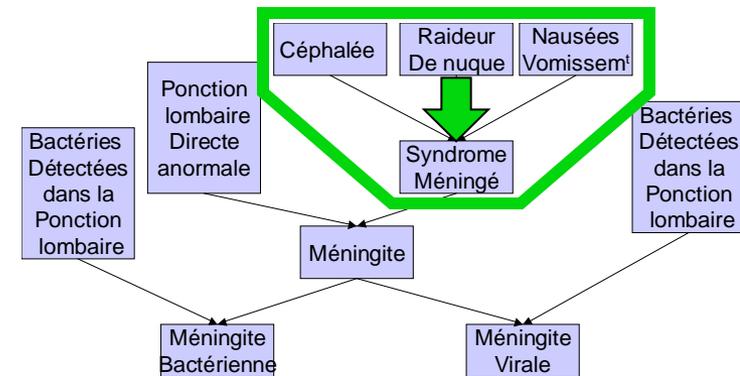
- Propositions : valeurs Vrai ou Faux
- Propagations des valeurs de vérité

- 2 modes de raisonnement
 - Chaînage AVANT
 - Chaînage ARRIERE

- Exemples suivants :
R (règles) et F (faits)

Chaînage avant

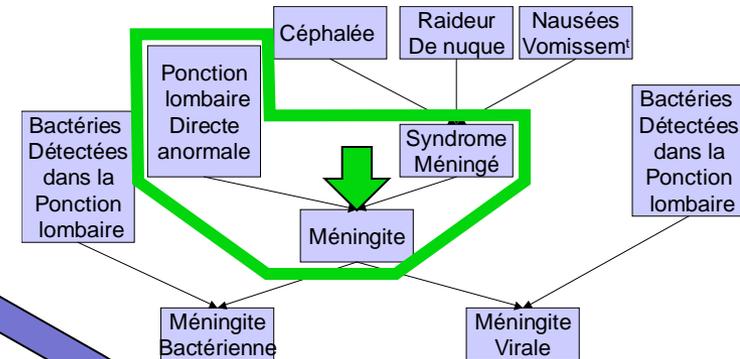
- On applique R1 avec F1,F2,F3
- On déduit F5 :
SyndromeMéningé



- R1 : Céphalée & RaideurDeNuque & Nausées → SyndromeMéningé
- R2 : PonctionAnormale & SyndromeMéningé → Méningite
- R3 : Méningite & BactériesDansPonction → MéningiteBactérienne
- R4 : Méningite & VirusDansPonction → MéningiteVirale
- F1 : Nausée
- F2 : RaideurDeNuque
- F3 : Céphalée
- F4 : PonctionAnormale

Chaînage avant

- On applique R2 avec F4,F5
- On déduit F6 : Méningite



- R1 : Céphalée & RaideurDeNuque & Nausées → SyndromeMéningé
 - R2 : PonctionAnormale & SyndromeMéningé → Méningite
 - R3 : Méningite & BactériesDansPonction → MéningiteBactérienne
 - R4 : Méningite & VirusDansPonction → MéningiteVirale
-
- F1 : Nausée
 - F2 : RaideurDeNuque
 - F3 : Céphalée
 - F4 : PonctionAnormale
 - F5 : Syndrome méningé

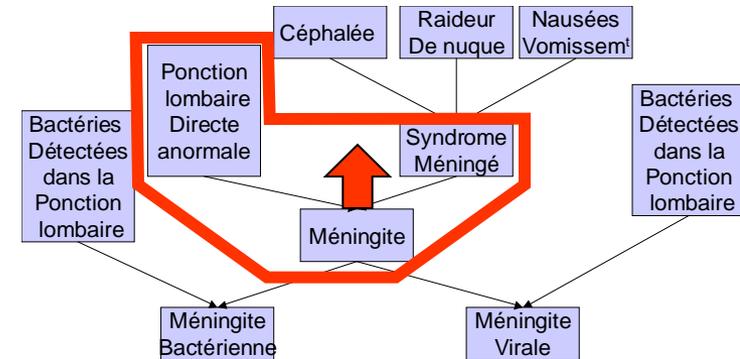
Chaînage avant

- La base de fait est saturée, aucune règle supplémentaire ne peut se déclencher

- R1 : Céphalée & RaideurdeNuque & Nausées → SyndromeMéningé
- R2 : PonctionAnormale & SyndromeMéningé → Méningite
- R3 : Méningite & BactériesDansPonction → MéningiteBactérienne
- R4 : Méningite & VirusDansPonction → MéningiteVirale
- F1 : Nausée
- F2 : RaideurDeNuque
- F3 : Céphalée
- F4 : PonctionAnormale
- F5 : Syndrome méningé
- F6 : Méningite

Chaînage arrière

- On se demande : Méningite ?
- R2 permet de le déduire avec SyndromeMéningé et PonctionAnormale
- PonctionAnormale=F4 donc il nous reste à vérifier si SyndromeMéningé



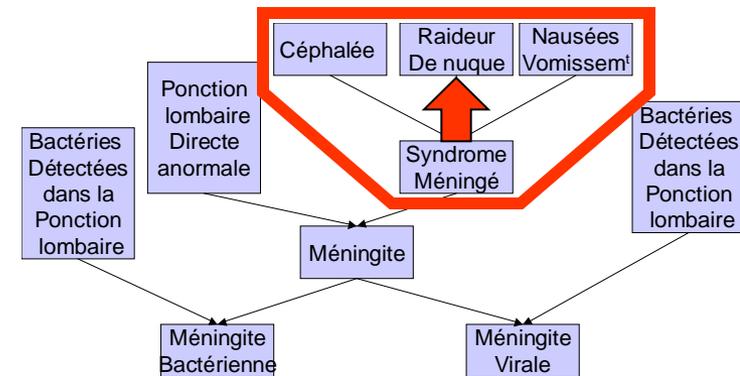
- R1 : Céphalée & RaideurdeNuque & Nausées → SyndromeMéningé
- R2 : PonctionAnormale & SyndromeMéningé → Méningite
- R3 : Méningite & BactériesDansPonction → MéningiteBactérienne
- R4 : Méningite & VirusDansPonction → MéningiteVirale
- F1 : Nausée
- F2 : RaideurDeNuque
- F3 : Céphalée
- F4 : PonctionAnormale

Chaînage arrière

- On se demande : Syndrome Méningé ?
- R1 permet de le déduire avec Nausée et Céphalée et Raideur de Nuque
- Nausée=F1 donc OK, Céphalée=F3 donc OK, raideur de nuque =F2 donc OK

=> Syndrome Méningé OK

=> Méningite OK



- R1 : Céphalée & Raideur de Nuque & Nausées → Syndrome Méningé
- R2 : Ponction Anormale & Syndrome Méningé → Méningite
- R3 : Méningite & Bactéries Dans Ponction → Méningite Bactérienne
- R4 : Méningite & Virus Dans Ponction → Méningite Virale
- F1 : Nausée
- F2 : Raideur De Nuque
- F3 : Céphalée
- F4 : Ponction Anormale

Chaînages avant et arrière

- Chaînage avant :
 - Aide à la décision au sens production d'information ou d'alertes en fonction des faits
 - *Ex : prescription d'un médicament avec contre-indication
→ alerte*
- Chaînage arrière :
 - Aide à la décision au sens « quelle information me manque-t-il pour conclure ? »
 - Lorsque le chaînage avant le conclut rien du fait des NA (valeurs manquantes)
 - *Ex : face à ces symptômes, pour porter un diagnostic, demandez tel examen...*

Problèmes

- Les règles :
 - S'appuient sur des conditions binaires (oui/non)
 - Produisent un résultat binaire (oui/non) ou une probabilité (confiance, VPP)
- Problèmes +/- résolus :
 - Comment traiter le NA ?
 - Comment traiter une condition « probable » ?
 - Comment traiter des résultats contradictoires (dans un système de règles avec redondance) ?

2) Le médecin l'envoie chez un spécialiste

- Le médecin compose devant le patient sa lettre destinée au spécialiste en se servant d'un logiciel de reconnaissance vocale.
- La lettre est directement saisie dans le traitement de texte, imprimée et donnée au patient
- *Exemple : le logiciel de reconnaissance vocale de Windows*

Reconnaissance de la parole
Traitement automatisé du langage naturel (TALN)

Traitement automatisé du langage naturel (TALN)

- Génération automatique de texte
 - Mode d'emploi
 - Pré-rédaction du compte-rendu d'hospitalisation ou du courrier de sortie
- Compréhension de texte
 - Traduction automatique
 - Résumé automatique
 - Indexation de texte (Google)
 - Codage automatique dans une terminologie, etc.

Niveaux d'analyse du langage naturel

- Phonèmes si vocal
- Lexical et morphologique
- Syntaxique
- Sémantique
- Pragmatique

Et/ou méthodes statistiques :
Le mot « artérielle »
fréquemment derrière le mot
« pression » ...

3) Le spécialiste demande une intervention chirurgicale

- Avant de se prononcer définitivement, il se rend sur un site d'un hôpital étranger et traduit une page de documentation à l'aide d'un traducteur automatique.

Traduction automatique du texte

- Il note le RDV de contrôle post-chirurgical sur son agenda électronique à l'aide d'un logiciel de reconnaissance de caractères

Reconnaissance de caractères (réseaux de neurones)

Traduction guidée par des règles



[Installez des boutons de traduction dans votre navigateur](#) | [Outils linguistiques](#)

Texte à traduire

Texte original :

Chers étudiants en médecine, je vous souhaite tout le succès possible pour vos prochains examens.

Français à : Anglais



Traduire

Texte traduit automatiquement :

Dear medical students, I wish you all possible success for your next examinations.

Page Web à traduire

Traduction guidée par l'exemple (apprentissage automatisé)

Linguee

Français ↔ Anglais à á é è ê ë ï î ô ú û ç œ æ

diagnostic de l'infarctus du myocarde

Recherche



Est-ce que vous recherchez : **diagnostic de infarctus du myocarde**

Dictionnaire rédactionnel :

Pas de résultat exact.

Résultats approchants :

myocarde *nom, singulier, masculin*

myocardium *n*

infarctus *nom, singulier, masculin*

infarction *n*

coronary *n*

infarct *n*

diagnostic *nom, singulier, masculin*

diagnosis *n*

diagnose *n*

diagnosing *n*

de *préposition*

of *prép*

to *prép*

de ... à

from ... to

Exemples de traduction provenant de sources externes pour 'diagnostic de l'infarctus du myocarde'

Français

Anglais

Ce programme modèle repose sur la formation d'ambulanciers paramédicaux au diagnostic de l'infarctus du myocarde avec surélévation du segment ST (STEMI), une forme de crise cardiaque [...]

↳ ottawaheart.ca

The Heart Institute model trains advanced care paramedics to diagnose ST-Elevation Myocardial Infarction (STEMI), a major form of heart attack, and route patients [...]

↳ ottawaheart.ca

Alors que nous nous attendions à une augmentation des taux d'incidence des infarctus suite à l'introduction de nouveaux critères pour le diagnostic de l'infarctus du myocarde en 2000, il nous a été impossible de déterminer l'étendue de cette augmentation.

↳ genre.com

While we expected an increase in the incidence rates of heart attacks following the introduction of new criteria for the diagnosis of a myocardial infarct in 2000, the extent of the increase remained unclear.

↳ genre.com

⚠ Ce paramètre est donc le plus précoce pour le diagnostic de l'infarctus du myocarde.

↳ lab-cerba.com

⚠ Myoglobin thus constitutes the earliest parameter for diagnosis of myocardial infarction.

↳ lab-cerba.com

⚠ Procédé de diagnostic de l'infarctus du myocarde et/ou de stratification du risque du syndrome coronarien aigu, caractérisé en ce que l'on effectue une détermination [...]

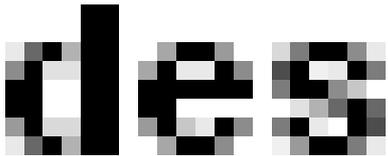
↳ v3.espacenet.com

⚠ Method for the diagnosis of myocardial infarction or/and for the risk stratification of acute coronary syndrome, characterized in that at least three markers are [...]

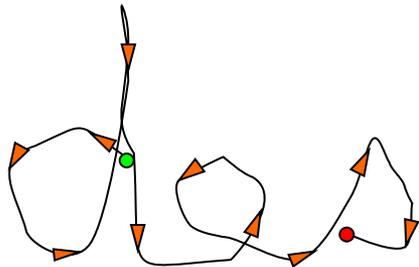
↳ v3.espacenet.com

Outils de reconnaissance de caractères

- OCR Optical Character Recognition :
 - Texte imprimé numérisé en image BITMAP (... donc sans notion de cinétique d'écriture)
 - Transformation automatique en texte éditable
 - Nettement plus difficile si manuscrit



- Reconnaissance de l'écriture sur tablette
 - Texte dessiné en temps réel sur la tablette
 - Texte certes manuscrit, mais information supplémentaire sur la cinétique d'écriture du caractère
 - Eventuellement avec un alphabet modifié



Les Réseaux de Neurones

- Tout comme l'ensemble de méthodes de data mining supervisé :
 - Expliquer une variable Y fixée (\rightarrow supervisé) par un sous-ensemble de variables X_i explicatives parmi toutes les variables disponibles
 - La sélection de ces variables X_i et l'identification de leur lien est automatique (*machine learning*)
- Spécificité de cette méthode : analogie avec le fonctionnement des neurones du cerveau
- NB : Autre méthode de data mining supervisé : arbres de décision, cf. Biomédecine Quantitative

Les neurones du cerveau

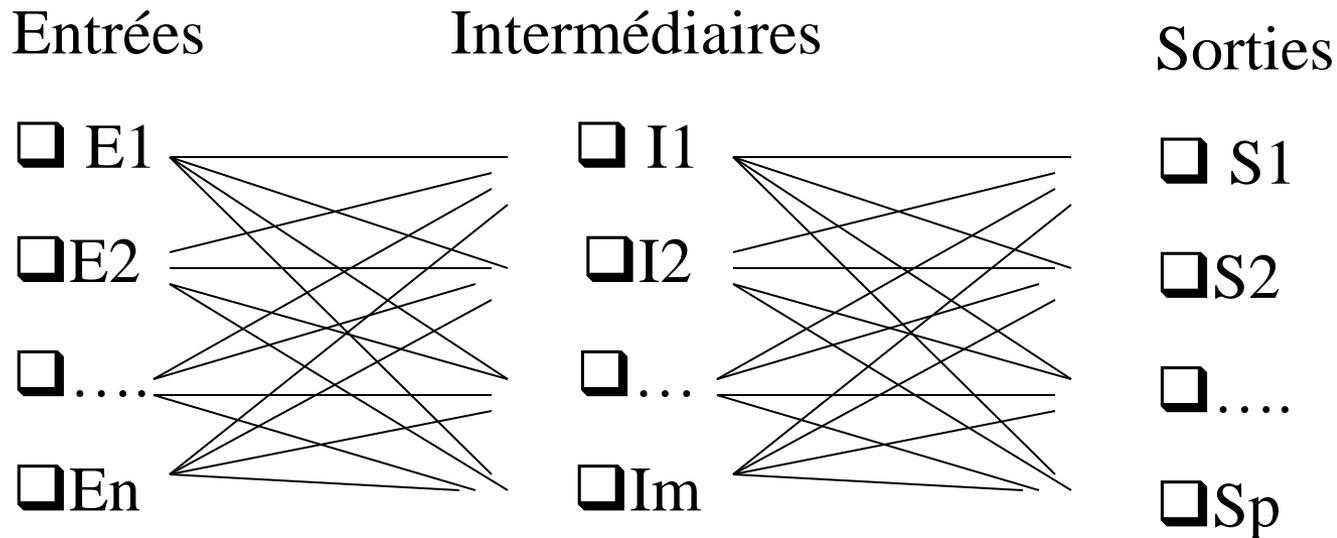
- Neurones liés entre eux par les axones
- Axones conduisent les signaux électriques de la sortie d'un neurone vers l'entrée (synapse et dendrites) d'un autre neurone
- Les neurones font la somme des signaux obtenus en entrée et fournissent un courant en sortie en fonction du résultat obtenu
- Architecture complexe : séries, parallèles, très nombreuses entrées sur un neurone
- ... portes logiques des processeurs : idem mais plus simple (2 entrées, 1 sortie)

Neurones du cerveau

- La conductivité des axones évolue au cours du temps, se renforçant pour deux neurones actifs simultanément et inversement (adaptabilité : si le trafic augmente, la route s'élargit)
- Neurones biologiques : au moins 10 000 entrées différentes, peuvent envoyer leur sortie à plusieurs autres neurones.

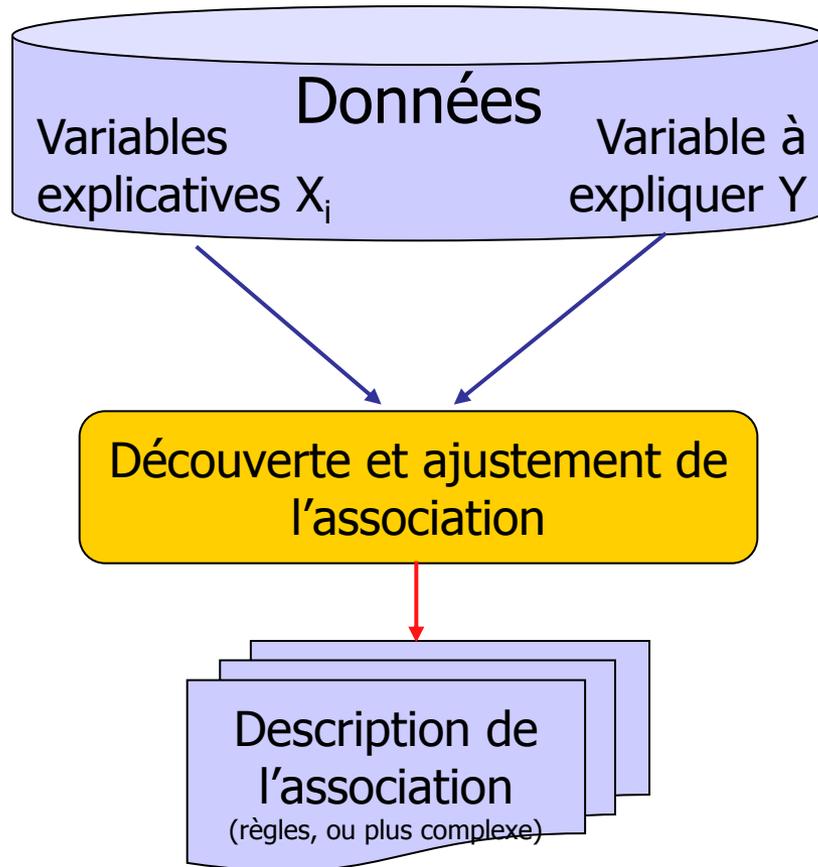
Les réseaux neuronaux

- On caricature le comportement biologique

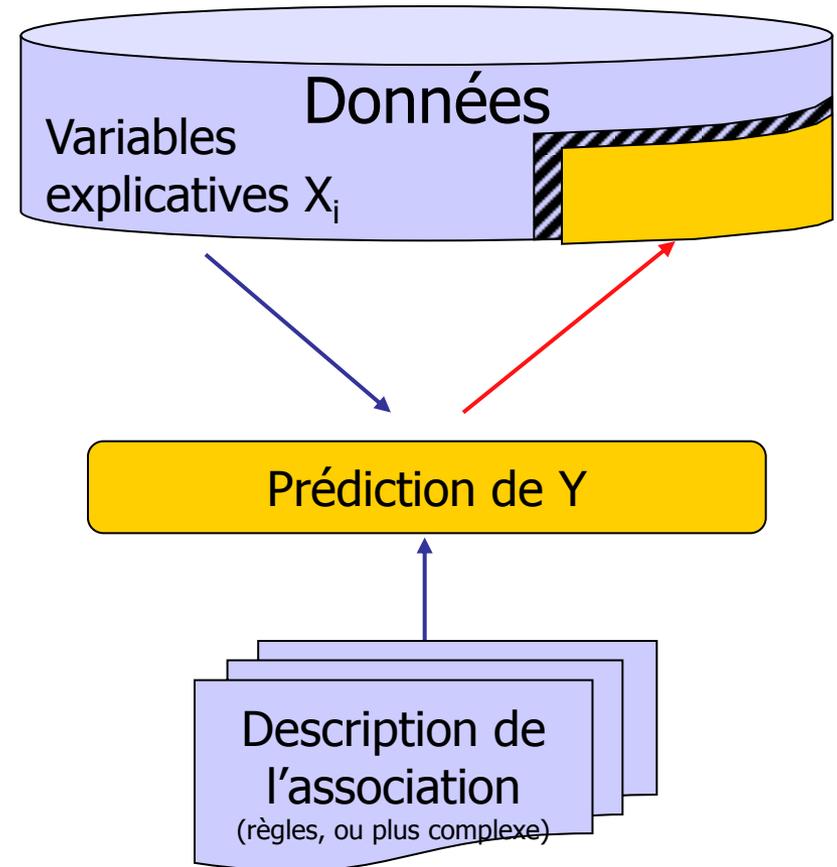


Apprentissage en data mining supervisé / machine learning

Phase d'apprentissage :



Phase d'exploitation :



Réseaux de neurones

- Règles d'un formalisme mathématique très complexe :
 - Interprétation et compréhension inutile... et impossible
 - Mais prédiction de bonne qualité
 - « Boîte noire » statistique, « *black box* »
à l'inverse des arbres de décision par exemple
- Exemples d'utilisation :
 - reconnaissance de forme
 - reconnaissance de caractères....

4) L'intervention est réalisée avec succès.

- Les images Scanner et IRM sont mises en correspondance avec les modèles existants afin de déterminer les meilleures stratégies d'opération
- Le chirurgien contrôle son travail à l'aide d'un microscope dont la mise au point se commande par la voix pour éviter de toucher le clavier (stérilité de l'environnement)

Voix

- Reconnaissance de commandes. Ex :
 - Siri de l'iPhone
 - Commande vocale de Windows
- Synthèse vocale. Ex :
 - le narrateur de Windows
 - les voix des GPS
 - les voix de sites donnant des informations...

5) Intégration et transmission des résultats

- Interopérabilité sur les 3 versants :
 - Physique (canal, protocole)
 - Syntaxique (présentation des données)
 - Sémantique (vocabulaire)
- Prise en compte de la coopération

Les domaines de L'Intelligence Artificielle

- Début dans les années 1960
- Traiter des problèmes habituellement résolus par l'homme, pour lesquels il n'existe pas de solutions algorithmiques, ou pour lesquels les solutions algorithmiques ne sont pas pratiquement réalisables (temps ou espace)
- Exemples :
 - Compréhension de la langue
 - Jeux de réflexion
 - Reconnaissances de formes...

Algorithmique ?

Exemple simple :

- Résolution d'une équation du second degré : exprimer sous forme d'algorithme le cheminement à suivre pour résoudre le problème
- Soit l'équation $a.X^2 + b.X + c = 0$
- Solution :
 - Si $a=0$ et $b=0$ et $c=0$: tout X est solution
 - Sinon, si $a=0$ et $b=0$, pas de solution
 - Sinon, si $a=0$, $x = -c/b$
 - Sinon, calculer $d = b^2 - 4a.c$
 - Si $d < 0$, pas de solution
 - Si $d = 0$, une solution $x = -b/2a$
 - Sinon deux solutions :

$$\text{Solution1} = (-b - \sqrt{d})/2a \quad \text{Solution2} = (-b + \sqrt{d})/2a$$

Pourquoi l'IA

- La connaissance algorithmique peut être impossible à mettre en œuvre : problème d'explosion combinatoire
 - Jeu d'échecs : en moyenne 20 coups par étapes et 50 échanges dans une partie => 20^{50} situations à explorer !
- Il n'existe pas de solution algorithmique connue :
 - Traitement de la langue
- Les spécialistes d'un domaine font appel à des connaissances implicites basées sur leur savoir-faire (les heuristiques)
- Les utilisateurs d'un systèmes veulent des explications sur le raisonnement du système