

***Aide à la décision***  
**-**  
***Exemples, applications***

DU Information Médicale

2023-2024

Dr Harry Karadimas  
Médecin DIM au CHSE

Cours disponible sur <https://hkmi2.org/du>

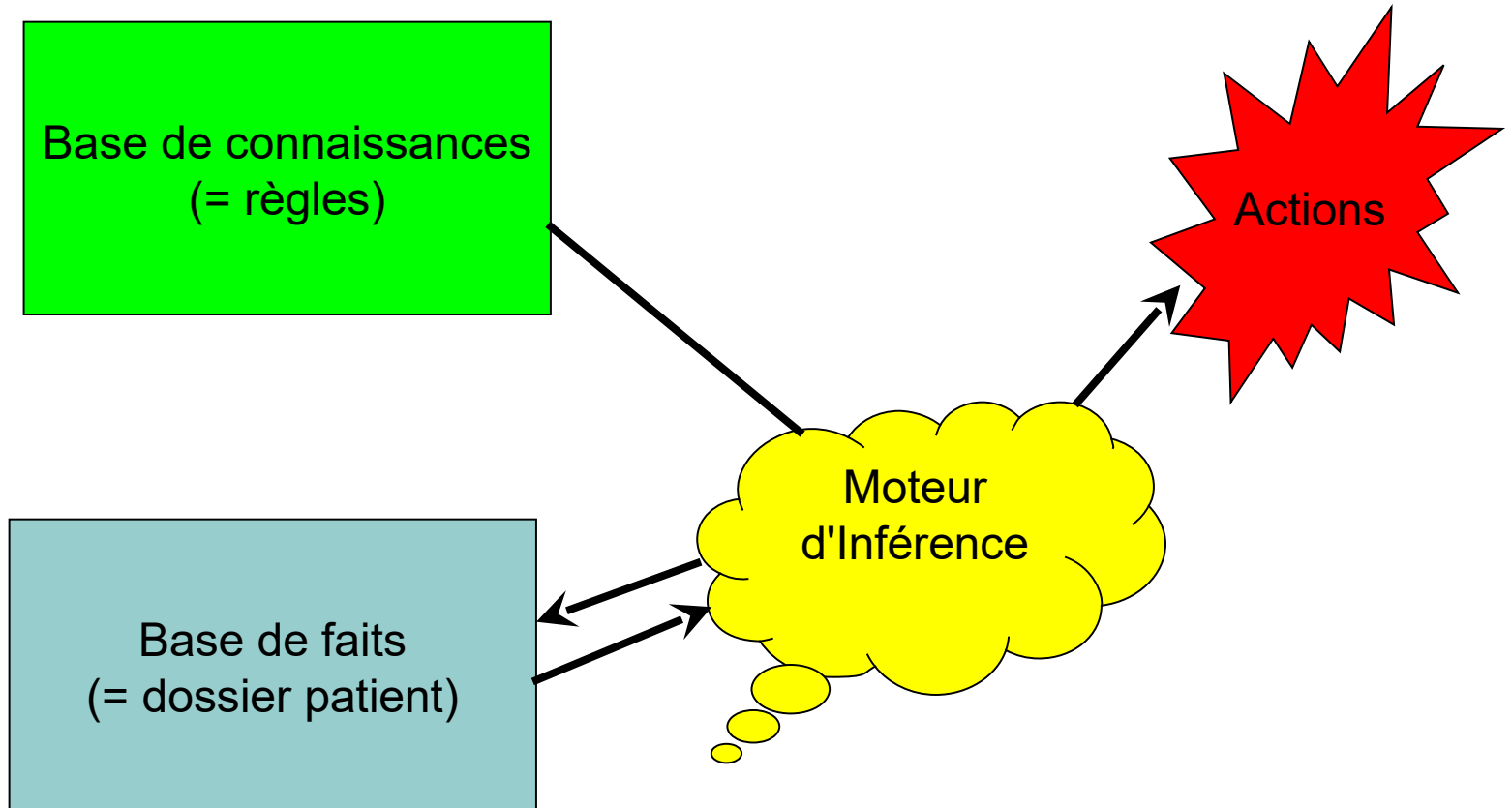
# Rappels théoriques

---

- Terminologie
- Statistiques et probabilités élémentaires
  - Sensibilité, spécificité, théorème de Bayes
- Modèles de connaissance
  - Réseaux Bayésiens
  - Règles
  - Autre (réseaux de neurones, etc.)
- Modèles de système d'information

# Terminologie

---



## Base de faits

---

- Contient les faits observés pour le patient
- Ex :
  - Sexe: F
  - Poids: 60500
  - Allergie: pénicilline

## Base de connaissances

- Contient les connaissances (médicales dans notre cas)
- Ex:
  - Si prescription(pénicilline) et allergie(pénicilline) alors alerter(« votre patient est allergique à la pénicilline ! »)
  - Si kaliémie  $< 3.5$  alors alerter(« attention, hypokaliémie sévère, risques cardiaques »)
- C'est la partie la plus difficile à formaliser, recueillir, et maintenir à jour

## **Moteur d'exécution**

---

- Il utilise la base de connaissances et la base de faits pour obtenir des résultats.
- Il peut être déclenché périodiquement, par un utilisateur, ou bien encore par l'arrivée de nouvelles données

# Interface utilisateur

---

- C'est la façon pour l'utilisateur du système d'aide à la décision de :
  - Poser des questions
  - Recevoir les alertes
  - Visualiser les réponses du SAD
- Cela peut être un PC, mais aussi un téléphone portable, un BIP, un message vocal, etc.

## Sensibilité, Spécificité

---

$$Se = P(S|M)$$

$$Sp = P(\bar{S}|\bar{M})$$

$$VPP = \frac{Se \cdot p}{Se \cdot p + (1 - Sp) \cdot q}$$

$$VPN = \frac{Sp \cdot q}{Sp \cdot q + (1 - Se) \cdot p}$$



# Théorème de Bayes

---

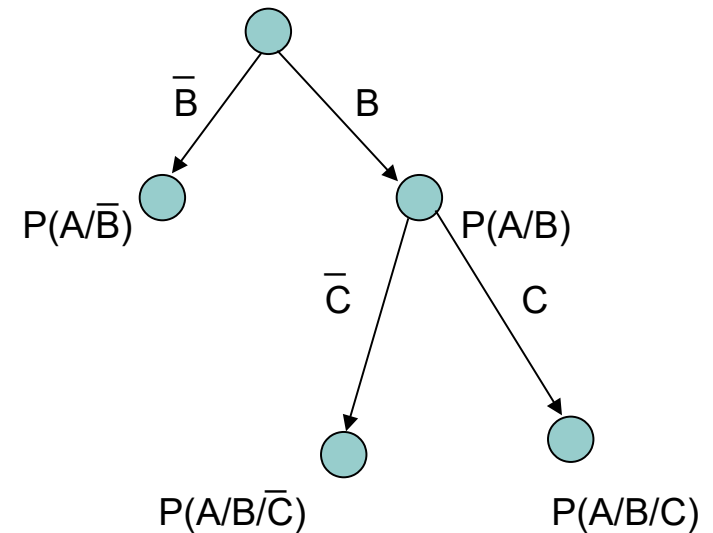
$$P(M / S) = \frac{P(S / M) \cdot P(M)}{P(S / M) \cdot P(M) + P(S / \bar{M}) \cdot P(\bar{M})}$$

$$P(M \cap S) = P(M) \cdot P(S|M) = P(S) \cdot P(M|S)$$

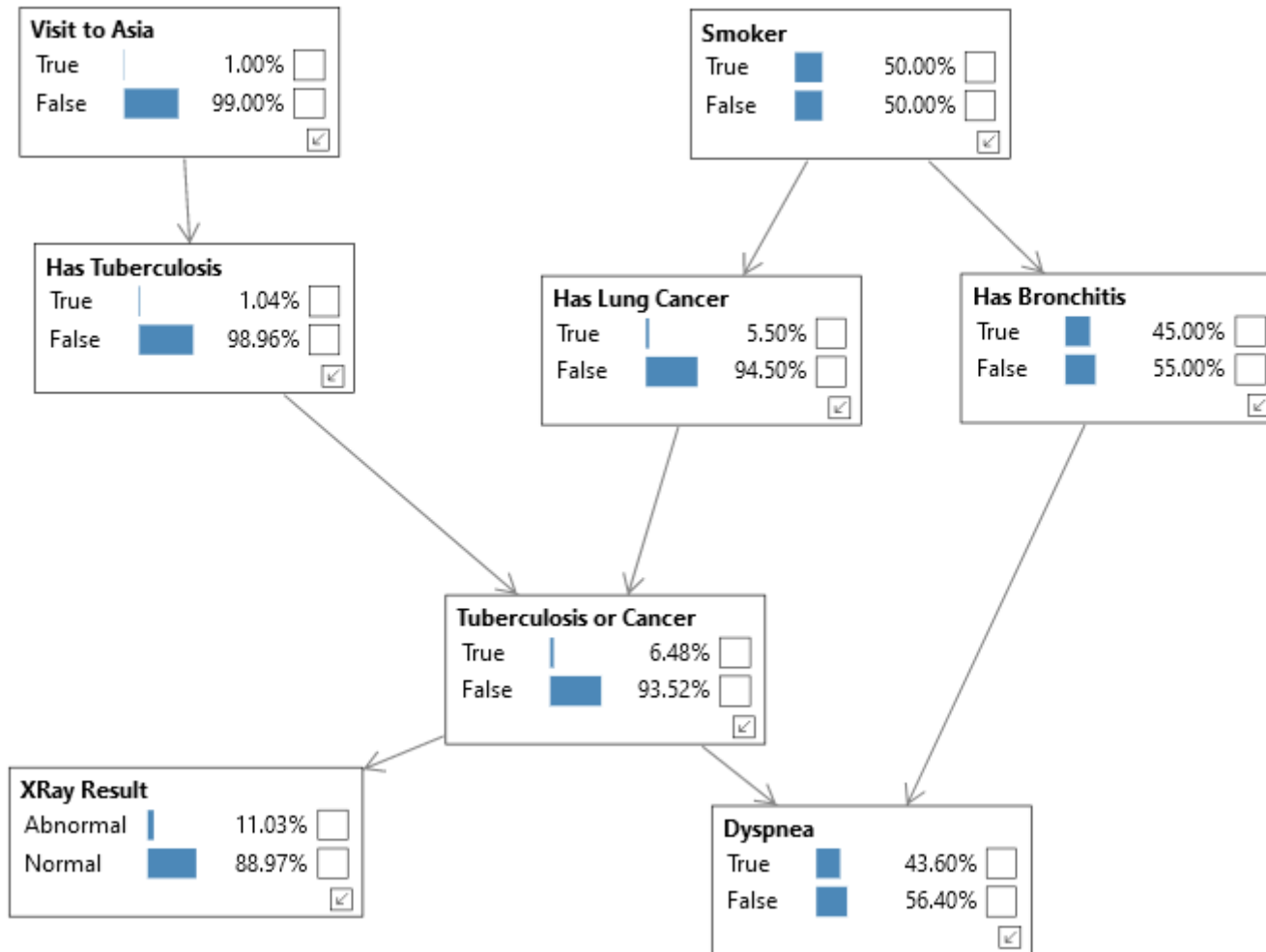
# Réseaux Bayésiens

---

- + Très bonnes performances
- + Très discriminants
- Difficultés à recueillir les probabilités
- Peu fiables lorsque les probabilités ne sont qu'estimées

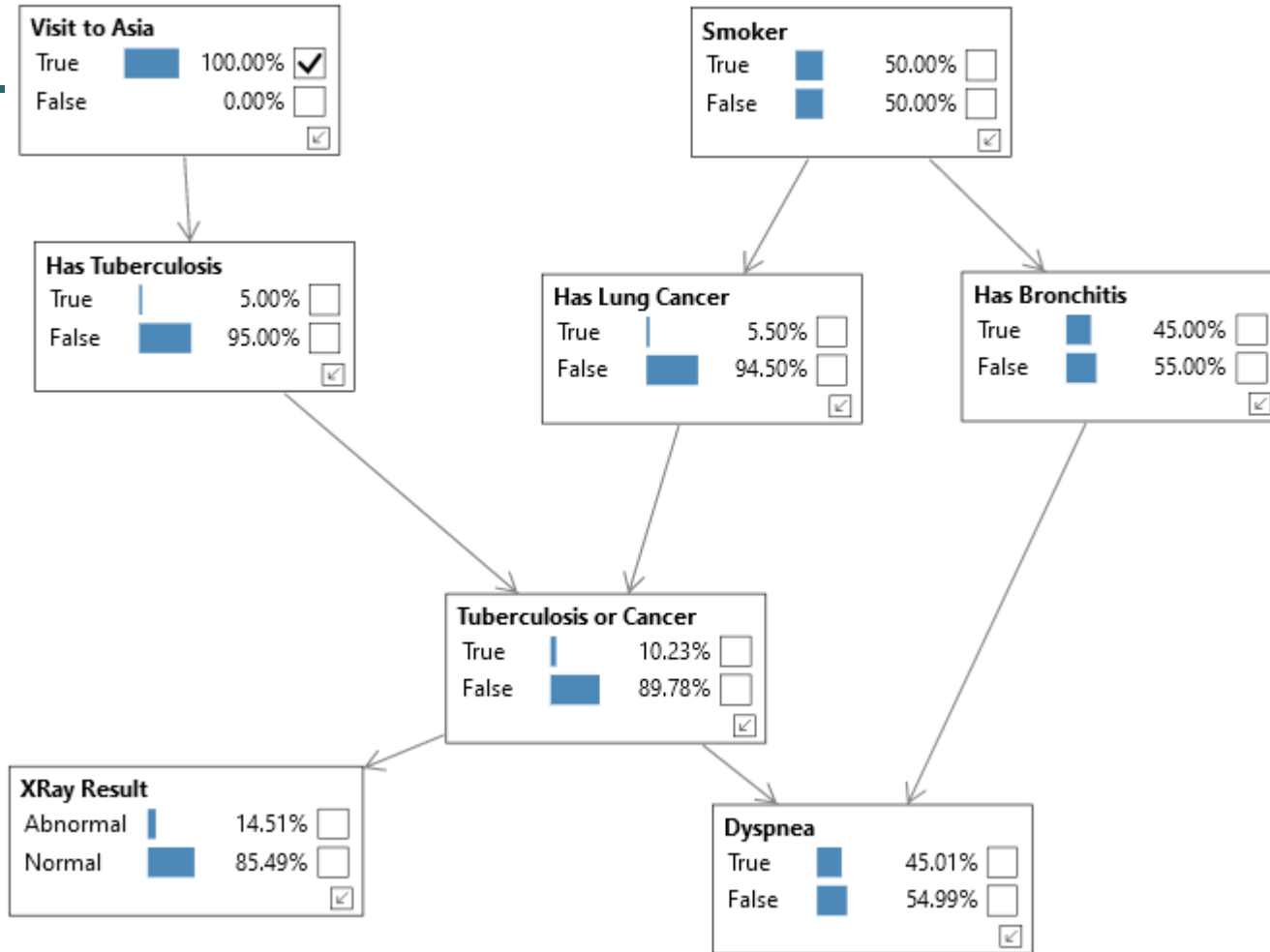


# Exemple classique « Visit Asia »



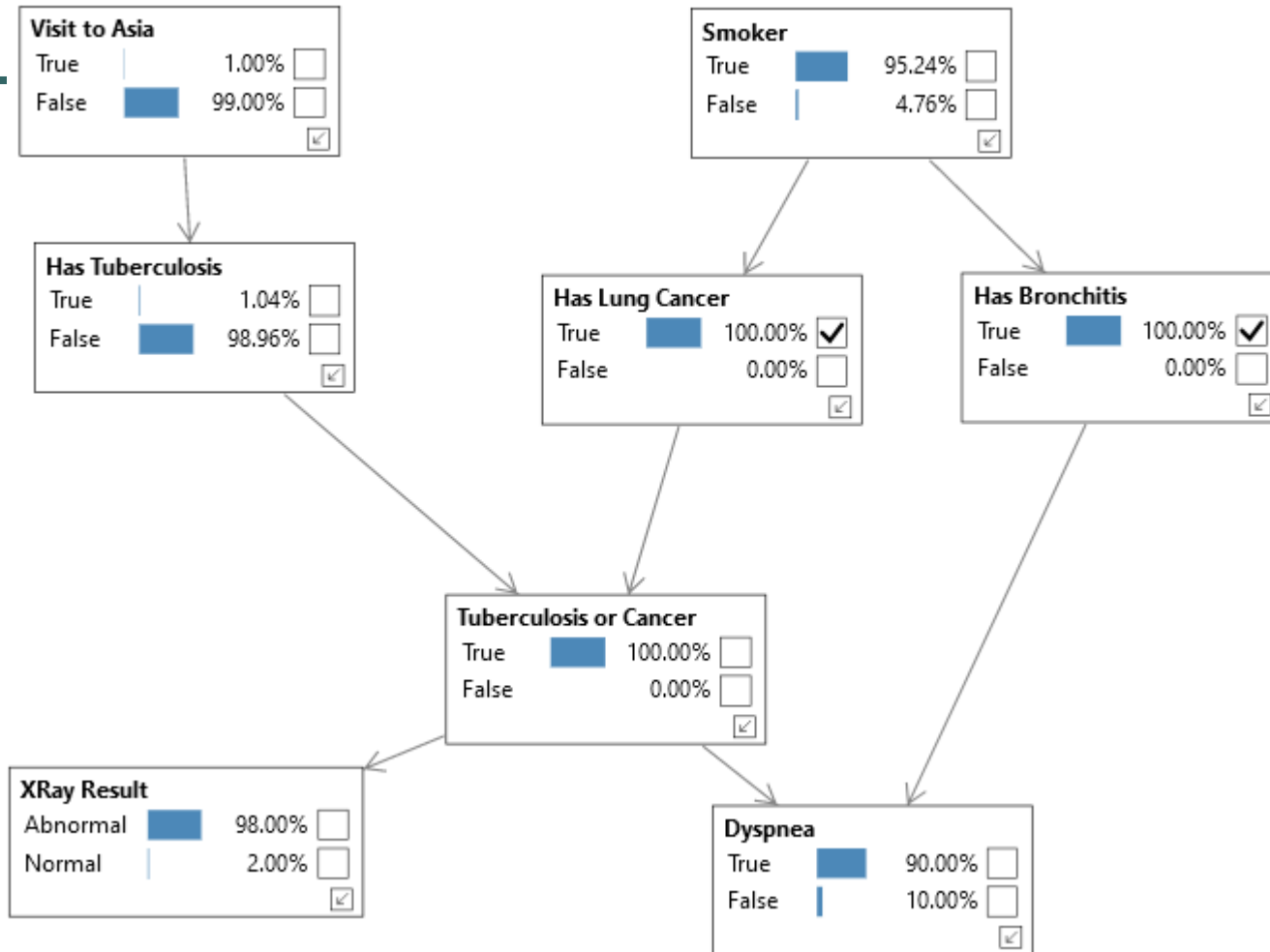
(Exemple pris sur <https://www.bayesserver.com/examples/networks/asia> )

# Visite en Asie



(Exemple pris sur <https://www.bayesserver.com/examples/networks/asia> )

# Cancer + bronchite



(Exemple pris sur <https://www.bayesserver.com/examples/networks/asia> )

# Domaines d'application

---

- **Hors médical :**
  - Recherche de pannes de matériel
  - Aide aux utilisateurs (ex : Word)
  - Classement automatique (ex : filtres anti-Spam)
- **Médical :**
  - Aides au diagnostic principalement

# **Exemple théorème de Bayes**

---

cf. fichiers joints

(exemple sur données COVID 19 de 2021)

# Règles

---

- Nombreux modèles pour les règles
  - Modèle procédural
  - Logique des prédicats
    - Ordre 0 (sans variables, prédicats seuls)
    - Ordre 1 (avec variables)
- Difficultés pour faire entrer les règles par les experts métier



## Difficultés

---

- L'expert métier ne maîtrise pas la syntaxe le plus souvent
- Un informaticien fait la saisie en syntaxe appropriée
- => Lenteurs, coûts importants
- => Erreurs d'interprétation de chaque partie

# Chaînages des règles

---

- Problème difficile :
  - Pas de standard
  - Crée de très fortes dépendances
  - Rend l'interprétation et la compréhension plus difficile
  - Nécessaire pour garder une certaine modularité

# Exemples de règles

---

## Syntaxe simplifiée utilisée pour les exemples qui suivent

**"nom du nouveau fait"** SI *<expression condition>*

*<expression condition>* est soit une comparaison mathématique, d'une variable avec une valeur, soit le nom d'un fait dont on teste l'existence, soit une combinaison logique (utilisant ET, OU, NON) d'autre *<expression condition>*. Les noms des faits sont entre guillemets

Ex : **"grande taille"** SI `taille > 180`

Si une mesure de taille existe et qu'elle est plus grande que 180, le fait **"grande taille"** sera ajouté à la base de faits.

**"neutropenie severe"** si `nb_neutro < 500`

**"hypokaliemie"** si `potassium_veineux < 3.5`

**"inflammation"** si `CRP > 6`

**"denutrition moderee"** si non **"inflammation"** et

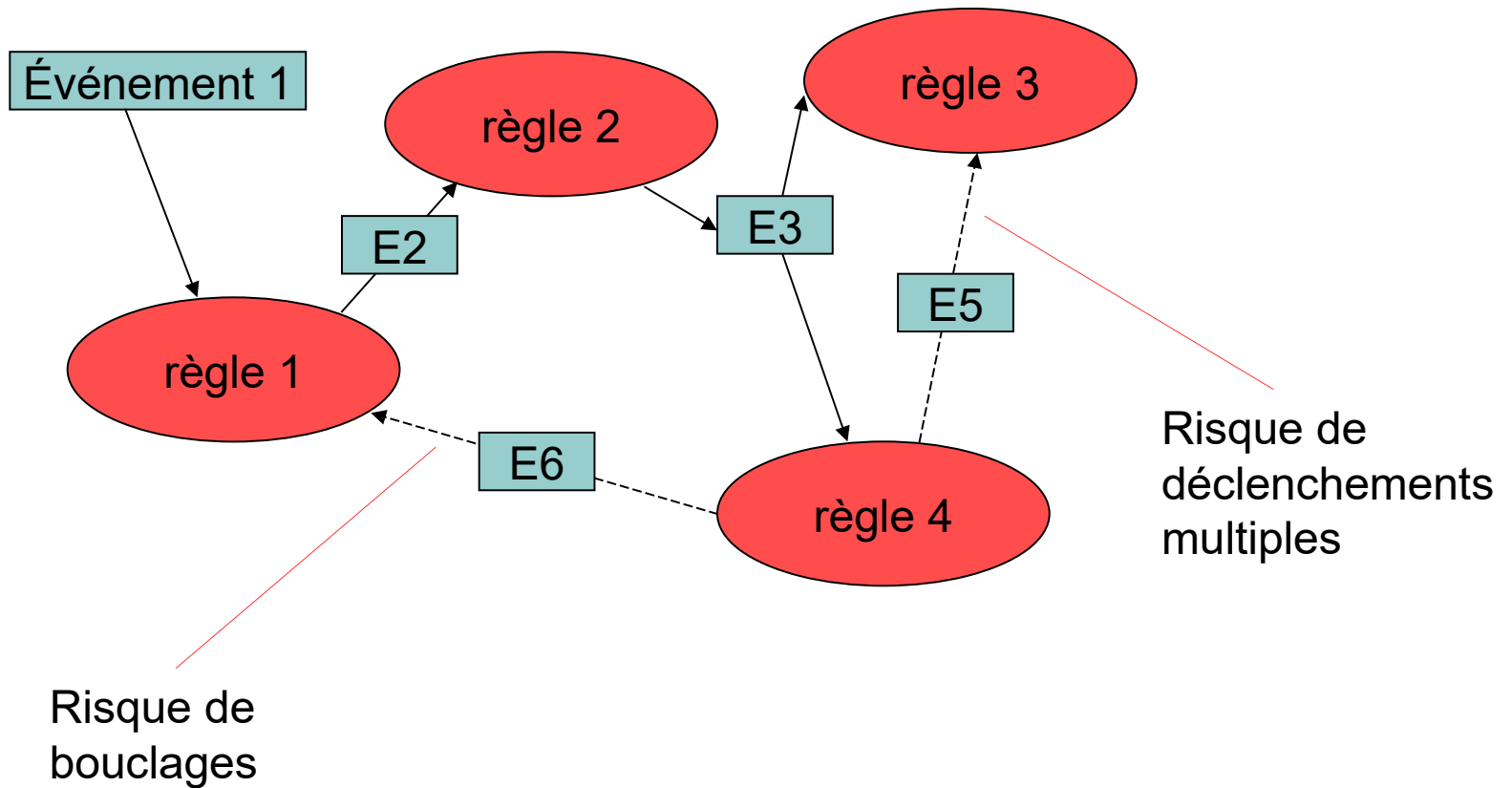
`((age < 70 et albumine < 30) ou (age >= 70 et albumine < 35))`

# Chaînage avant

---

- Un événement (en général l'arrivée d'une donnée) déclenche une ou plusieurs règles
- Une règle, en déclenchant un événement, peut alors aussi en déclencher une autre, indirectement
- Utilisé pour réagir et pour démarrer un système automatiquement

# Chaînage avant



# Chaînage avant : exemple

(déclenchements sur l'arrivée d'une nouvelle Valeur contenue dans les conditions, par ex. polynucleaires\_neutrophiles)

"neutropénie" SI  
polynucleaires\_neutrophiles < 1700

"neutropénie fébrile" SI  
polynucleaires\_neutrophiles < 1700  
ET temperature\_corporelle > 38.2

"appendicite probable" SI  
"douleur fosse iliaque droite"  
ET polynucleaires\_neutrophiles > 10000  
ET temperature\_corporelle > 38.2

"pancréatite aigue" SI  
"douleur épigastrique"  
ET lipase > 600

polynucléaires\_neutrophiles = 5000  
-> (rien)

polynucleaires\_neutrophiles = 15000  
-> (rien)

polynucleaires\_neutrophiles = 14000  
température\_corporelle = 39  
-> (rien)

polynucleaires\_neutrophiles = 15000  
"douleur fosse iliaque droite"  
temperature\_corporelle = 40  
-> "appendicite probable"

polynucleaires\_neutrophiles = 15000  
lipase = 950  
"douleur fosse iliaque droite"  
"douleur épigastrique"  
température\_corporelle = 39,5  
-> "appendicite probable" "pancréatite aigue"

# Chaînage avant : exemple2 (à faire après le cours)

---

Sur le site : [https://www.hkmi2.org/jszlog/engine\\_fr.html](https://www.hkmi2.org/jszlog/engine_fr.html) entrer les règles suivantes, et jouer sur les paramètres :

## DATA:

```
polynucleaires_neutrophiles: NUM .
temperature_corporelle: NUM .
douleur_fosse_iliaque_droite: BOOL .
douleur_epigastrique: BOOL .
lipasemie: NUM .
```

## LOGIC:

```
"neutropénie" <- polynucleaires_neutrophiles < 1700 .

"neutropénie fébrile" <- polynucleaires_neutrophiles < 1700
  & temperature_corporelle > 38.2 .

"appendicite probable" <- douleur_fosse_iliaque_droite
  & polynucleaires_neutrophiles > 10000
  & temperature_corporelle > 38.2 .

"pancréatite aigue" <- douleur_epigastrique
  & lipasemie > 600 .
```

## ACTIONS:

```
"neutropénie": WRITE 'Une neutropénie a été constatée' .
"neutropénie fébrile": WRITE 'Il y a une neutropénie fébrile, vérifier les autres signes de gravité' .
"appendicite probable": WRITE 'L appendicite est probable chez ce patient' .
"pancréatite aigue": WRITE 'Rechercher une pancréatite aigüe chez ce patient' .
```

# Chaînage arrière

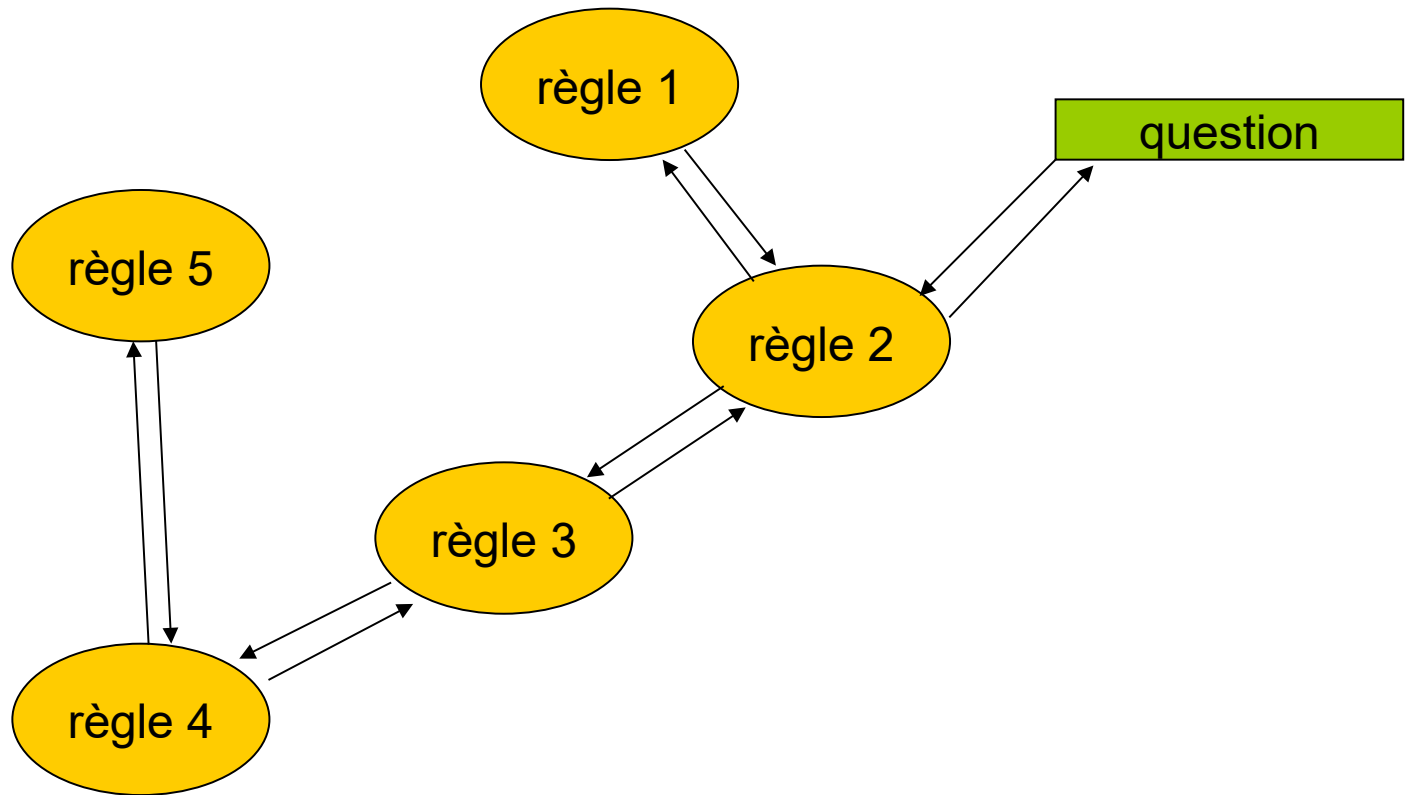
---

- Une règle est appelée directement par une autre règle
- Cette règle appelle directement d'autres règles et ces règles retournent le résultat à la règle appelante
- Utilisé pour répondre à une question, vérifier, ou démontrer.



# Chaînage arrière

---



# Chaînage arrière : exemple

```
"trepied meninge" SI
  "cephalee"
  ET "vomissements"
  ET "raideur de la nuque"
```

```
"meningite infectieuse" SI
  "trepied meninge"
  ET "presence d'une porte d'entree infectieuse"
```

```
"hemorragie meningee" SI
  "trepied meninge"
  ET "oedeme papillaire au fond d'oeil"
```

```
"migraine" SI
  "cephalee"
  ET "photophobie"
```

```
"hypertension intracranienne" SI
  "vomissements"
  ET "cephalees"
  ET "cephalees calmees par les vomissements"
```

Si on a les faits : "vomissements"  
"cephalees"  
"céphalées calmees par les vomissements"  
-> alors "**hypertension intracranienne**" sera vrai  
si on l'interroge

si on a les faits : "cephalee"  
"vomissements"  
"raideur de la nuque"  
"presence d'une porte d'entree infectieuse"  
-> alors "**trepied meninge**" "**meningite infectieuse**" seront vrais si on les interroge

si on a les faits : "cephalee"  
"vomissements"  
"raideur de la nuque"  
"presence d'une porte d'entree infectieuse"  
"photophobie"  
"céphalées calmees par les vomissements"  
-> alors "**trepied meninge**" "**meningite infectieuse**" "**hypertension intracranienne**" "**migraine**" seront vrais si on les interroge

# Chaînage arrière : exemple 2 : (anciens) Critères pmsi de dénutrition sévère

---

Chez les patients âgés de moins de **70 ans**:

**perte de poids** égale ou supérieure à **15 % en 6 mois**, ou égale ou supérieure à **10 % en 1 mois** par rapport à une valeur antérieure à l'hospitalisation actuelle, mentionnée dans un dossier médical précédent ;

si le dosage est réalisé et en l'absence de syndrome inflammatoire :

- **albuminémie** inférieure à **20g/l**
- **préalbuminémie** (transthyrétinémie) inférieure à **50 mg/l**.

Chez les patients âgés de **70 ans** et plus :

**perte de poids** égale ou supérieure à **10 % en 1 mois**, ou égale ou supérieure à **15 % en 6 mois** ;

**IMC** inférieur à **18 kg/m<sup>2</sup>** ;

**albuminémie** inférieure à **30 g/l**.

# Chaînage arrière : exemple 2 : règles (fictives)

---

```
"denutrition severe non documentee" SI  
  codage("E43")  
  ET NON "perte de poids significative"  
  ET "pas d albumine basse"  
  ET "pas de prealbumine basse"  
  ET "IMC non abaisse"
```

# Chaînage arrière : exemple 2 : règles (fictives)

---

```
"perte de poids significative" SI  
    date(poids_actuel)-date(poids_precedent) < 6 mois  
    ET (poids_precedent-poids_actuel)/poids_precedent > 0.15
```

```
"perte de poids significative" SI  
    date(poids_actuel)-date(poids_precedent) < 1 mois  
    ET (poids_precedent-poids_actuel)/poids_precedent > 0.10
```

# Chaînage arrière : exemple 2 : règles (fictives)

---

```
"Pas d albumine basse" SI  
  dosage_manquant("Albuminemie")
```

```
"Pas d albumine basse" SI  
  Age < 70  
  ET dosage("Albuminemie") > 20
```

```
"Pas d albumine basse" SI  
  Age > 70  
  ET dosage("Albuminemie") > 30
```

# Chaînage arrière : exemple 2 : règles (fictives)

---

```
"Pas de prealbumine basse" SI  
  Age < 70  
  ET dosage_manquant("Prealbuminemie")
```

```
"Pas de prealbumine basse" SI  
  Age < 70  
  ET dosage("Prealbuminemie") > 50
```

```
"IMC non abaisse" SI  
  Age > 70  
  ET mesure(IMC) > 18
```

# Exemple de moteur de règle (simplifié)

---

Exemples à voir sur <https://hkmi2.org/jszlog>

Utilisable sur un navigateur HTML moderne

Peut servir pour entrer les exemples précédents (à adapter en utilisant « & » au lieu de « ET », etc.).



# chaînages

---

- Comme on peut le voir sur ces exemples simplifiés, la gestion des règles est très utile, mais entraîne des difficultés
  - Enchaînements
  - Valeurs manquantes (« monde clos »)
  - Priorités d'exécution
  - Résolution de conflits
  - Syntaxe
  - Etc.

# Modèles de données

---

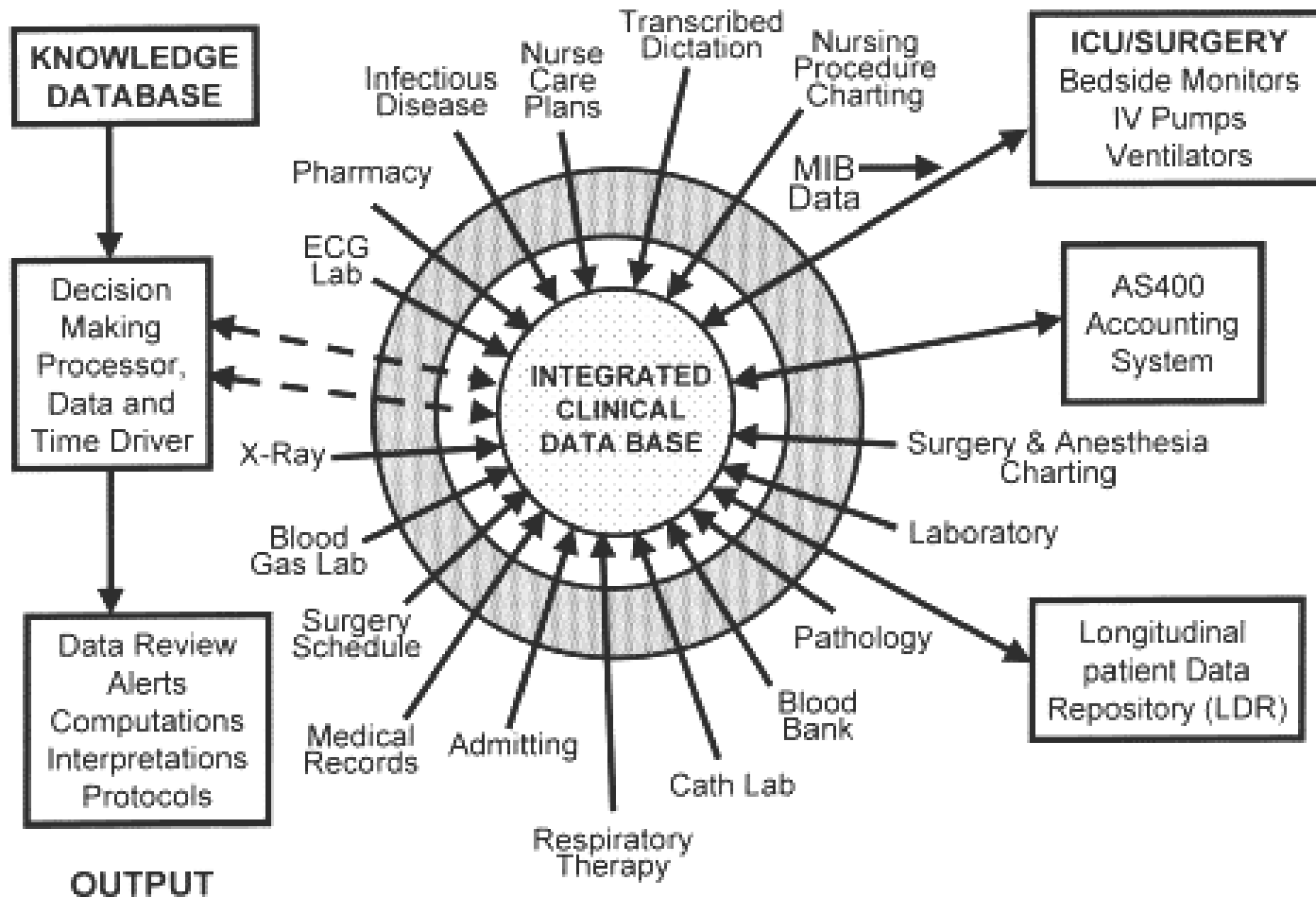
- Systèmes intégrés
- Systèmes hétérogènes communicants
  - Normés
  - Non normés

# Systemes intégrés

---

- Tout le système est construit autour d'un modèle base de donnée unique
- Donne la meilleure unité, la meilleure intégration
- Dépendance absolue / vendeur
- Difficultés de maîtriser les évolutions

# Historique : le système HELP (1967)



# Systemes hétérogènes communicants, normés

---

- La norme la plus utilisée : HL7
- Le SI est construit autour de la messagerie applicative
- Séduisant mais deux écueils :
  - HL7 v.2 répandu mais pas très cohérent
  - HL7 v.3 cohérent mais peu répandu
  - Coût quand même élevés

# **Systemes hétérogènes communicants, non normés**

---

- Concerne de nombreux systèmes d'informations actuels
- A l'APHP, initialement conçu autour de la norme EDIFACT, maintenant abandonnée
- -> Coûts ++, difficultés d'interfaçages ++
- XML peut aider à résoudre ces problèmes, mais trop peu utilisé (cela change cependant depuis HL7 FHIR)

## Outils métier

---

- De nombreux outils métier offrent maintenant la possibilité d'entrer "du code" à exécuter en une circonstance donnée
- Le problème est celui de la connaissance verticale

## **SAD spécialisés (verticaux)**

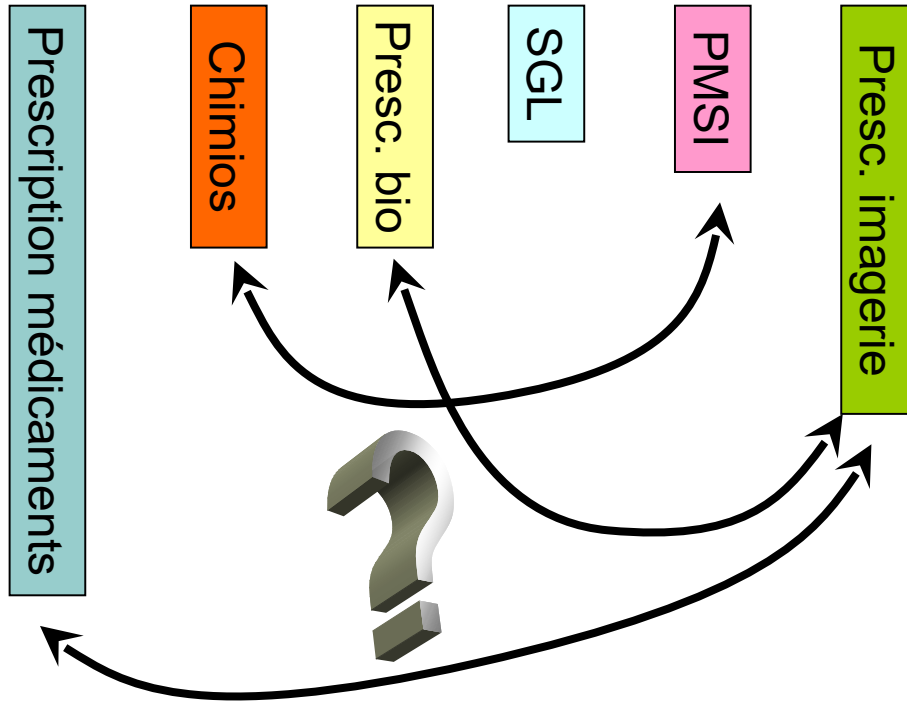
---

- Électrocardiographe : possède maintenant souvent une interprétation des tracés
- Outils de prescription d'ordonnances : possèdent une détection des interactions
- Outils de gestion de laboratoires : interprètent les résultats d'examens individuels



# Problème de l'intégration, de l'interaction

---



# Quelques outils utilisés au CHU Henri Mondor et au CHSE

---

- ORBIS : dossier patient, prescriptions
- DxCare : dossier patient, prescriptions
- Actipidos : (ancien) prescription de soins, de médicaments, d'examens complémentaires
- Chimio : prescription de chimiothérapies en relation avec le pharmacien
- Valab : aide à la validation des résultats de biologie
- Glims : système de gestion de laboratoires
- Nestor : recherche d'incohérences de codages diagnostics et actes (PMSI)

# ORBIS

---

- Dossier patient Informatisé complet
  - Prescription de soins, thérapeutique
  - Prescription d'examens complémentaires
    - Biologie, Imagerie, tous plateaux techniques
  - Saisie de l'information médicale
    - Mode libre
    - Modes semi-structurés et structurés

# **ORBIS : Aide à la décision**

---

- Plusieurs systèmes intégrés pour aider à la décision
  - Arden Syntax
  - Langage Orbis
  - Requêtes sémantiques
- Utilisation possible de ces systèmes à tous les niveaux (ex : questionnaires sur la coronarographie ou les examens fonctionnels pulmonaires)

# DxCare

---

- Dossier patient Informatisé complet
  - Prescription de soins, thérapeutique
  - Prescription d'examens complémentaires
    - Biologie, Imagerie, tous plateaux techniques
  - Saisie de l'information médicale
    - Mode libre
    - Modes semi-structurés et structurés

## **DxCare : Aide à la décision**

---

- Pas de système d'aide à la décision implantable par le client
- Questionnaires paramétrables qui peuvent intégrer des calculs et des tests booléens très simples
- Système de gestion de concepts bien conçu, malheureusement non appliqué pour l'aide à la décision
- Règles intégrées sur le système de prescription

## **Actipidos (obsolète, historique)**

---

- Prescription de soins
- Prescription thérapeutique
- Prescription d'examens complémentaires
  - Biologie
  - Imagerie
- Malheureusement plus commercialisé

## **Actipidos - aides à la décision**

---

- Quelques contre-indications (Allergies)
- Associations de deux molécules identiques
- Règles possibles sur la prescription de protocoles
- Syntaxe propriétaire, dérivée de VB, peu flexible, peu documentée



# Actipidos – quels étaient les manques

---

- Communication des messages insuffisante
  - Communication vers le système de pharmacie OK
  - Mais pas de retour de la pharmacie vers Actipidos (était en cours de résolution)
- Pas de prescription de laboratoires connectée → pas d'aide à la décision
- Référentiels hétérogènes



Traitements thérapeutiques

Prescriptions récentes et prescriptions en cours sauf les prescriptions annulées

Si < >	Médicament	VA	Posologie	Début	Durée	Note	N° Ordo.
	MOPRAL 10MG GELULE		1 soir	Hier 17:05	1 mois (fin 11/01/08)		1
	ZESTRIL 20MG CPR -AC		1 cpr matin	Aujourd'hui 07:00	1 mois (fin 12/01/08)		1
	TAHOR 10MG CPR		1 cpr soir	Hier 17:05	1 mois (fin 11/01/08)		1
	JOSIR LP 0,4MG MICROGRAN GELULE		1 gl matin	Aujourd'hui 07:00	1 mois (fin 12/01/08)		1
	TXT: PANSEMENT DES 2 JAMDES: NETTOYER AU SÉRUM PHY, URGOTULL, BANDES		1 X 1 fois par jour <small>voir protocole de prise en charge des escarres, ulcères, brûlures</small>	Aujourd'hui	1 mois (fin 12/01/08)		1
	TXT: BU À L'ENTRÉE		1 X 1 fois par jour BU à l'entrée	Hier	1 jour (fin hier)		2

# Conséquences

---

- Incohérences de prescriptions possibles
- Pas de garde-fous (doses cumulées / surface corporelle, etc.)
- Redondance de prescriptions (laboratoires, radios)
- Manque d'intégration

# Chimio

---

- Outil de prescription des chimiothérapies
- Règles d'interdiction fixes
  - Doses maximum
  - Associations
  - Doses maximum cumulées
- Calculs des doses
- Planification des chimiothérapies
- Aide à la reconstitution

# PRESCRIPTION

Dossier

## Fiche d'une prescription

N° d'identification	775	Dossier		Femme, née le					
Nom patient				Age	58 ans				
Prénom patient									
Service	6412	Oncologie hospit							
Protocole	ECF		Nature	Classique					
Localisation	Organes digestifs		T2A						
Inclusion	1 365 du	13/11/2007	Nb cycles prévus	12	Date premier cycle	13/11/2007	Taille (cm)	163	
N° prescription	15 753	Cycle	2	Jour	2	Date début cycle	11/12/2007	Poids (kg)	56,00
Médecin				Date prévue admin.	14/12/2007	Surf. corporelle (m²)	1,60		
Commentaire	Susceptibilité a l'hypervolemie, pas de TDM dans les 48h.								

❖ Dci et Produits	❖ Dose prot.	❖ Nb	❖ Dose calc.	❖ Unité	❖ Réduction	❖ Dose pres.	❖ Jours adm.	❖
FLUORO-URACILE	200,00 mg/m²	1	320,00	mg		320,00	J1,J2	P
FLUORO-URACILE	200,00 mg/m²	5	1 600,00	mg		1 600,00	J3	P
FLUORO-URACILE	200,00 mg/m²	7	2 240,00	mg		2 250,00	J8,J15	P
EPIRUBICINE	50,00 mg/m²	1	80,00	mg		80,00	J1	P
CISPLATINE (CISPLATYL)	60,00 mg/m²	1	96,00	mg		96,00	J2	P
Primperan 10 mg inj	20,00 mg	1	20,00	mg		20,00	J1	P
METHYLPREDNISOLONE 40 MG INJ	80,00 mg	1	80,00	mg		80,00	J1,J2	P
RANITIDINE 50 MG INJ	50,00 mg	1	50,00	mg		50,00	J2	P
Zophren inj	8,00 mg	1	8,00	mg		8,00	J1,J2	P
GLUCOSE 5% POCHE SS PVC 500 ML	500 ml	1	500,00	ml		500,00	J2	P
GLUCOSE 5% POCHE SS PVC 1000 ML	1000 ml	1	1 000,00	ml		1 000,00	J2	P
CHLORURE SODIUM 0.9% POCHE SS PVC 100	100 ml	1	100,00	ml		100,00	J2	P
CHLORURE SODIUM 0.9% POCHE SS PVC 100	1000 ml	1	1 000,00	ml		1 000,00	J2	P
CHLORURE SODIUM 0.9% POCHE SS PVC 100	1000 ml	1	1 000,00	ml		1 000,00	J2	P

Toutes
  Domicile
  In situ

# PRESCRIPTION

Dossier

Fiche d'une prescription / Dr. / Base de production

N° d'identification	746	Dossier	...	Femme, né le	
Nom patient			Age	45 ans	
Prénom patient					
Protocole	INTERGROUPE 03-07 - Bras FOLFIRI Hospit		Nature	Essai thérapeutique	
Localisation	Organes digestifs		Dose protocole	400,000 mg/m <sup>2</sup>	
N° d'inclusion	1 341	Nb cycles prévus	12	Date premier cycle	31/10/2007
N° ligne prescription	96 694	Cycle	4	Jour	1
N° prescription	15 535	Date début cycle	12/12/2007		
Administration prévue le	13	Taille (cm)	163		
DCI	FLUORO-URA		Poids (kg)	45,00	
Dose calculée	580,00	Surface corporelle (m <sup>2</sup> )	1,45		
Motif de réduction					
Dispositif					
Véhicule	GLUCOSE 5% SS PVC 100 ML				
Volume	0,00	ml	Volume mini (ml) :	11,50	
Voie administration	IV	Voie Intra Veineuse			
Durée administration	0	heures et	10	minutes	
Commentaire					

**Fiche d'une prescription / Dr. / Base de production**

Le pourcentage de réduction doit être compris entre -10 et 0 %.

Dosages
1000 mg
5000 mg

- Etat
- Prévue
- Administrée
- Administrée
- Administrée
- Administrée
- Administrée
- Administrée

- Col
- Cl de
- Cl de
- Cl de
- Cl de
- Cl de
- Cl de
- Cl de

# Valab

---

- Validation automatique de résultats d'examens simples et de routine
  - Hématologie
  - Biologie
- Base de connaissance fermée et cryptée
- Économise plusieurs heures de travail de Biologiste par jour

No : 0712B130730  
 Nom :  
 Né(e) le : : : : : Date Examen : 13/12/2007 15h  
 Sexe : M Cont.d'urgence : NON Cont.Hosp. : OUI

---


Origine dossier : autre  
 réanimation

---

Sodium	143	mmol/l	143	13/12/2007 13h	●
Potassium	4.5	mmol/l	4.1	13/12/2007 13h	●
Chlorures	*109	mmol/l	*107	13/12/2007 13h	●
Bicarbonates	*23.8	mmol/l	25.7	13/12/2007 13h	●
Protéines	*40	g/l	*44	13/12/2007 13h	●
Balance ion.	96.9	ss unité	98.16	13/12/2007 13h	●
Urée	4.2	mmol/l	4.9	13/12/2007 13h	●
Créatinine	84	µmol/l	85	13/12/2007 13h	●
Phosphatas.alc.	30	UI 37°	33	13/12/2007 13h	●
GGT	*5	UI 37°	*6	13/12/2007 13h	●
Bilirubine tot.	11	µmol/l	12	13/12/2007 13h	●
Bilirubine dir.	4	µmol/l	4	13/12/2007 13h	●
ALAT (TGP)	9	UI 37°	11	13/12/2007 13h	●
ASAT (TGO)	29	UI 37°	29	13/12/2007 13h	●

Fermeture de l'Automate

Bilan non validé.



Rcp	Ana	Ms-Cx	Sys	Net
Trs	Exp	Ready...		

On

**VALAB**  
 - expert -

NTD	612
NDE	612
NDV	319



Sauvegarde



# **Base de connaissance Valab**

---

- Moteur d'inférence à base de règles, non ouvert
- + Tables de paramétrage des valeurs normales et de fluctuation des examens

Taux maximum d'analyses refusées à partir duquel le dossier est globalement bloqué :

- pour la Biochimie : 100%
- pour la Gazométrie : 100%
- pour l'Hématimétrie : 100%
- pour la Coagulation : 100%

ID	Type	Paramètre	Obligatoire	A seuil	Unité	Mini	NomInf	NormSup	Maxi	Delta	S.Cor	S.Ant	LimiteRP	DeltaMax+	DeltaMax-	TempsDM	Ratio inf	Ratio Sup	Remarque	Conversion	U. Std
501	A	5-HIAA	NON	NON	µmol/l	0	0	50	500	100	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		µmol/l * 1	
502	A	ACE (CAE)	NON	NON	mg/l	0	0	5	50	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		mg/l * 1	
504	A	AFP	NON	NON	mg/l	0	0	10	500	50	1	1	2 A.	(999	90	2 A.)	-	-		mg/l * 1	
508	A	B 2 Microglob.	NON	NON	mg/l	0.2	1	2.4	6	25	1	1	2 A.	(67	40	2 A.)	-	-		mg/l * 1	
510	A	CA 125	NON	NON	U/ml	0	0	35	350	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		U/ml * 1	
511	A	CA 15.3	NON	NON	UI 25°	0	0	30	150	30	1	1	2 A.	(150	60	2 A.)	-	-		UI 25° * 1	
512	A	CA 19.9	NON	NON	U/ml	0	0	37	300	40	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		U/ml * 1	
513	A	CA 50	NON	NON	U/ml	0	0	23	200	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		U/ml * 1	
514	A	CA 72.4	NON	NON	U/ml	0	0	6	50	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		U/ml * 1	
517	A	5' Nucléotidase	NON	NON	UI 25°	0.1	1.5	5.5	10	25	1	1	2 A.	(67	40	2 A.)	-	-		UI 25° * 1	
531	A	Cyfra 21	NON	NON	µg/l	0	0	35	500	60	1	1	2 A.	(250	70	2 A.)	-	-		µg/l * 1	
551	A	NSE	NON	NON	µg/l	0	0	12.5	50	30	1	1	2 A.	(150	60	2 A.)	-	-		µg/l * 1	
554	A	PAP	NON	NON	µg/l	0	0	3	10	25	1	1	2 A.	(100	50	2 A.)	-	-		µg/l * 1	
560	A	PSA	NON	NON	µg/l	0	0	2.5	25	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		µg/l * 1	
561	A	PSA Libre (Free)	NON	NON	µg/l	0	0	0.375	25	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		µg/l * 1	
567	A	SCC Antigène	NON	NON	µg/l	0	0	2.5	20	50	1	1	2 A.	(200	67	2 A.)	-	-		µg/l * 1	
568	A	Thyroglobuline Ac	NON	NON	U/ml	0	0	40	100	25	1	1	2 A.	(67	40	2 A.)	-	-		U/ml * 1	
569	A	Thyropéroxydase Ac	NON	NON	U/ml	0	0	60	100	20	1	1	2 A.	(50	33	2 A.)	-	-		U/ml * 1	
570	A	TPA	NON	NON	UI 25°	0	0	80	200	25	1	1	2 A.	(67	40	2 A.)	-	-		UI 25° * 1	
620	A	Homocytéine	NON	NON	mmol/l	3	5	10	100	20	1	1	180 J.	(60	30	2 A.)	-	-		mmol/l * 1	

# Glims

---

- Système de gestion de laboratoire
- Recueil de demandes
- Moteur d'inférence propriétaire
- Syntaxe de règles propriétaire "MISPL"
- Nombreux événements à de nombreux endroits (demande, validation, ajout d'examens, résultats anormaux, etc.)

# Exemple d'événements pendant la saisie du dossier

The image shows a software dialog box titled "Options saisie de dossiers" with a dark blue header. It contains five tabs: "Général", "Modifier", "Standard", "Séquence", and "Avancé", with "Avancé" being the active tab. The dialog is set against a light gray background and contains several configuration options:

- Mode scan OMR:** A dropdown menu with "Manuel" selected.
- Traducteur OMR:** A text input field containing "?".
- Evaluation avant sauvegarde:** A text input field containing "EVALUATION\_Before\_Commit".
- Evaluation après sauvegarde:** A text input field containing "EVALUATION\_After\_Commit".
- Evaluation après planification:** A text input field containing "Evaluation\_after\_saving".
- Arrondir heure de prélèvement:** A text input field containing "?".
- Messages planific.:** A text input field containing "1".
- Activer get écran-ci automatiquement:** An unchecked checkbox.

At the bottom right of the dialog, there are two buttons: "OK" and "Annuler".

# Règle de suppression d'examens inutiles

## Définition

```
STRING AnaList, ReqList;
STRING sexe, scan;
Fractional Age;

AnaList := .Attribute("PropertyList");
ReqList := .Attribute("RequestList");
sexe := EnumeratedToString("sex", .Object.Person().Sex);
Age := .Object.AgeInYears(DateTimeToDate(.LowestObjectTime));

/*Message("Demande: " + .InternalId);*/

/* Supprime toxine et culture clostridium chez les patients agés de moins de 2 ans */

IF index(AnaList,"CDTOX") > 0 THEN
  IF .Object.AgeInYears(DateTimeToDate(.LowestObjectTime)) < 2 THEN
    .Result("B_cult_CD", ?, ?).MicrobiologyAction().SetStatusDiscontinued();
    .CancelResults("CDTOX", "Age < 2 ans");
  /* .AddRequest("COMCDIF2", ?, ?);*/
  ENDIF;
ENDIF;

IF index(ReqList,"798") > 0 THEN
  If index(ReqList,"77") = 0 Then
    .CancelResults("B_EDGB,B_microsc_NNAT", "neonates");
  EndIf;
ENDIF;

IF index(ReqList,"798") > 0 THEN
```

OK

Annuler

# Limitations

---

- Syntaxe propriétaire
  - -> Règles non transférables
  - "Vendor lock-in"
- Nécessite un personnel bien entraîné
- Pas de communication hors du système GLIMS propriétaire
- Périmètre flou (une règle MISPL si mal écrite peut bloquer tout le système)

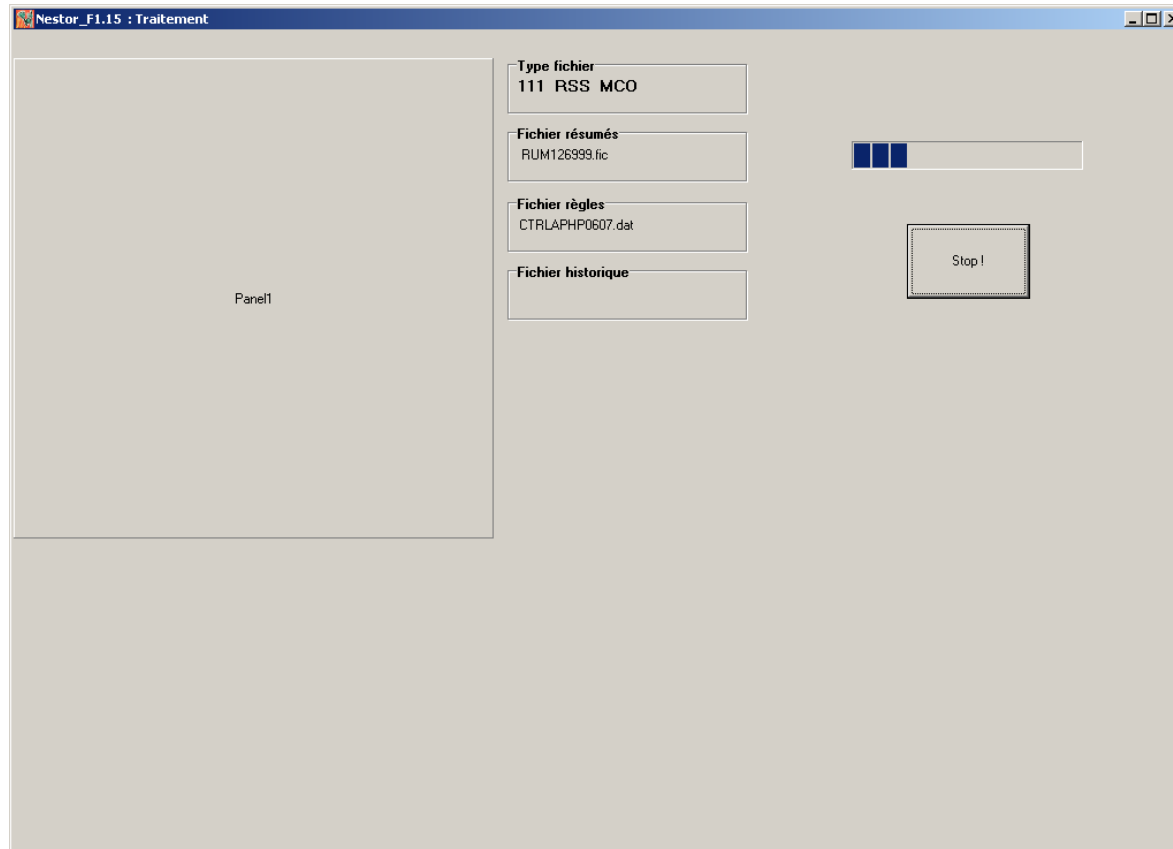
# Nestor

---

- Analyse des codages diagnostics groupés
- Rapport des principales erreurs de groupage

# Nestor - interface

---





# Nestor - résultats

Microsoft Excel - Sortie-test-harry-karadimas.txt

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

Tapez une question

Arial 10 G I S

A1 = regle

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	regle	GHM Etb	CMD Etb	Cd_ret Etb	FINES	Identifiant RS	Num Admin	l'age (annees)	age (jours)	sex
2	429_Acte de dialyse pour IRC sans code diagnostic d'IRC	11M01S	11		940100027	3214263	260646336	56	0	1
3	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3215003	260641631	55	0	1
4	240_Diagnostic relié, suivi de la consigne	24M36Z	24		940100027	3216021	260701540	24	0	1
5	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	08M19V	8		940100027	3217181	260647290	50	0	1
6	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3217992	260644596	77	0	1
7	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3217992	260644596	77	0	1
8	273_extensions ATIH : effet GHM - DP isolé MAJ 01/01/2007 GH	24M10Z	24		940100027	3221210	260701502	73	0	2
9	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	06C04W	6		940100027	3249276	260639342	93	0	1
10	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	08M07W	8		940100027	3250107	260646969	43	0	1
11	252_codes Z et séjours trop longs	17M06V	17		940100027	3250739	260646015	74	0	2
12	253_DS > borne haute du GHM et pas de CMA (GHM segmenté)	17M06V	17		940100027	3250739	260646015	74	0	2
13	238_Chimio pour leucémie aigüe 17M05V et durée séjour > 7	17M05Z	17		940100027	3250742	260646703	45	0	1
14	252_codes Z et séjours trop longs	17M05Z	17		940100027	3250742	260646703	45	0	1
15	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	20Z06W	20		940100027	3251220	260634950	64	0	1
16	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	16C02Z	16		940100027	3251247	260700923	80	0	1
17	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	05C10W	5		940100027	3251458	260702050	74	0	1
18	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	05C11W	5		940100027	3251473	260702939	74	0	1
19	335_adulte IGS >14 et pas d'acte marqueur	05C10W	5		940100027	3252027	260700456	67	0	1
20	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3252199	260643777	76	0	1
21	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3252199	260643777	76	0	1
22	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3252199	260643777	76	0	1
23	438_Séjours pour leucémie aigüe avec CMAS (GHM 17M01S)	17M01S	17		940100027	3252207	260645325	61	0	2

Prêt NUM

# Nestor - règles

```
CTRLAPHP0607.dat - Bloc-notes
Fichier Edition Format ?
D/219_GHM d'endoscopie sans anesthésie générale chez un enfant de moins 6 ans
ET(DANS(DP[ag-], [* , ag-6]); ET(DANS(GH, $D_106); NON(DANS(AC, $D_107))))
F/

Oncologie

Code Chimiothérapie en DP et séjour trop long
D_108_Codes Z susceptibles d'augmenter la durée de séjour
[Z56][Z59][Z60][Z61][Z62][Z63][Z74][Z75][Z76]
F_

D/233_NPE_Code Chimiothérapie en DP et séjour trop long (> 6 j) : intermédiaire
ET(DANS(DP[se=], [Z511, se=0]); NON(OU(DANS(DR, [C8][C9]); OU(DANS(DS, $D_108); DANS(CM, [27])))))
F/

D/234_Code Chimiothérapie en DP et séjour trop long (> 14 j)
DANS(RI[ds+], [233, ds+14])
F/HIS_b

D/234_Code Chimiothérapie en DP et séjour trop long (7 j < ds < 15 j)
ET(DANS(RI[ds+], [233, ds+7]); NON(DANS(RI, [234])))
F/

Cancer - Hiérarchisation

D/236_Cancer - Hiérarchisation
ET(ET(DANS(DP, [C][D0]); DANS(DS, [Z5101][Z511])); DANS(RI[ds-], [112, ds-4])); NON(DANS(AC, [AANB001][AANL001]))
F/HIS_b

Antécédents de cancer acte lourd ou chimio ou radiothérapie
```

# Modèles possibles pour une implémentation de SADC

---

- Interrogation directe et périodique des bases
  - Difficultés de mise en oeuvre
  - Compense partiellement l'absence d'envois structurés
- Envoi des données sous forme XML
- Structuration se rapprochant de HL7
- Base unique relationnelle (par ex. Oracle)

## Modèle des règles

---

- Règles utilisent un format standard dans le domaine médical : la **Syntaxe Arden**
- Fait partie de l'organisme HL7
- Utilisable directement par techniciens médicaux, biologie, médecins
- Bien utilisé aux US, peu répandu en Europe

# Structure

---

Structure  
Modulaire  
Simple

## Maintenance

Title

Version

Institution

Filename

...

## Library

Purpose

Explanation

Keywords

Citations

...

## Knowledge

**Logic**

**Data**

**Action**

**Evoke**

...

```

maintenance:
  title: check anion gap for normality;;
  mlmname: check_anion_gap ;;
  arden:version 2;;
  version: 1 ;;
  institution: CHU Henri Mondor student course ;;
  author: H. Karadimas ;;
  specialist: H. Karadimas ;;
  date: 2004-11-05 ;;
  validation: testing ;;
library:
  purpose: calculate anion gap and verify it ;;
  explanation: anion gap is the difference between cations (Cl, HCO3) and
    anions (Na).
  ;;
  keywords: ;;

knowledge:
  type:data_driven;;
  data:
    e := event {qaif:student:natrium storage} ;
    natrium := read last {qaif:student:natrium};
    bicar := read last {qaif:student:bicar}
      where it occurred within 1 minute surrounding time of natrium;
    chloride := read last {qaif:student:chloride}
      where it occurred within 1 minute surrounding time of natrium;
  ;;
  evoke: e ;;
  logic:
    gap := natrium - (chloride + bicar);
    if natrium is null or bicar is null or chloride is null or gap is null then
      conclude false;
    endif;
    if gap < 12 - 4 or gap > 12 + 4 then conclude true; endif;
    conclude false;
  ;;
  action:
    if gap > 12 + 4 then
      write "!!+++!! anion gap too high";
    else
      write "!---!! anion gap too low";
    endif;
  ;;
end:

```

# Exemple

Calcul et interprétation  
Du trou anionique

# Bénéfices

---

- Syntaxe simple, procédurale
- Bonne prise en compte du temps ++
- Conçu pour le partage
- Points d'interfaçage avec le SIH

# Limitations

---

- Pas de modèle de chaînage
- Limité en complexité
- Modèle de donnée non standardisé
- Grande charge CPU/E.S. sur les bases de données
- Peu supporté (pour l'instant) par les éditeurs européens



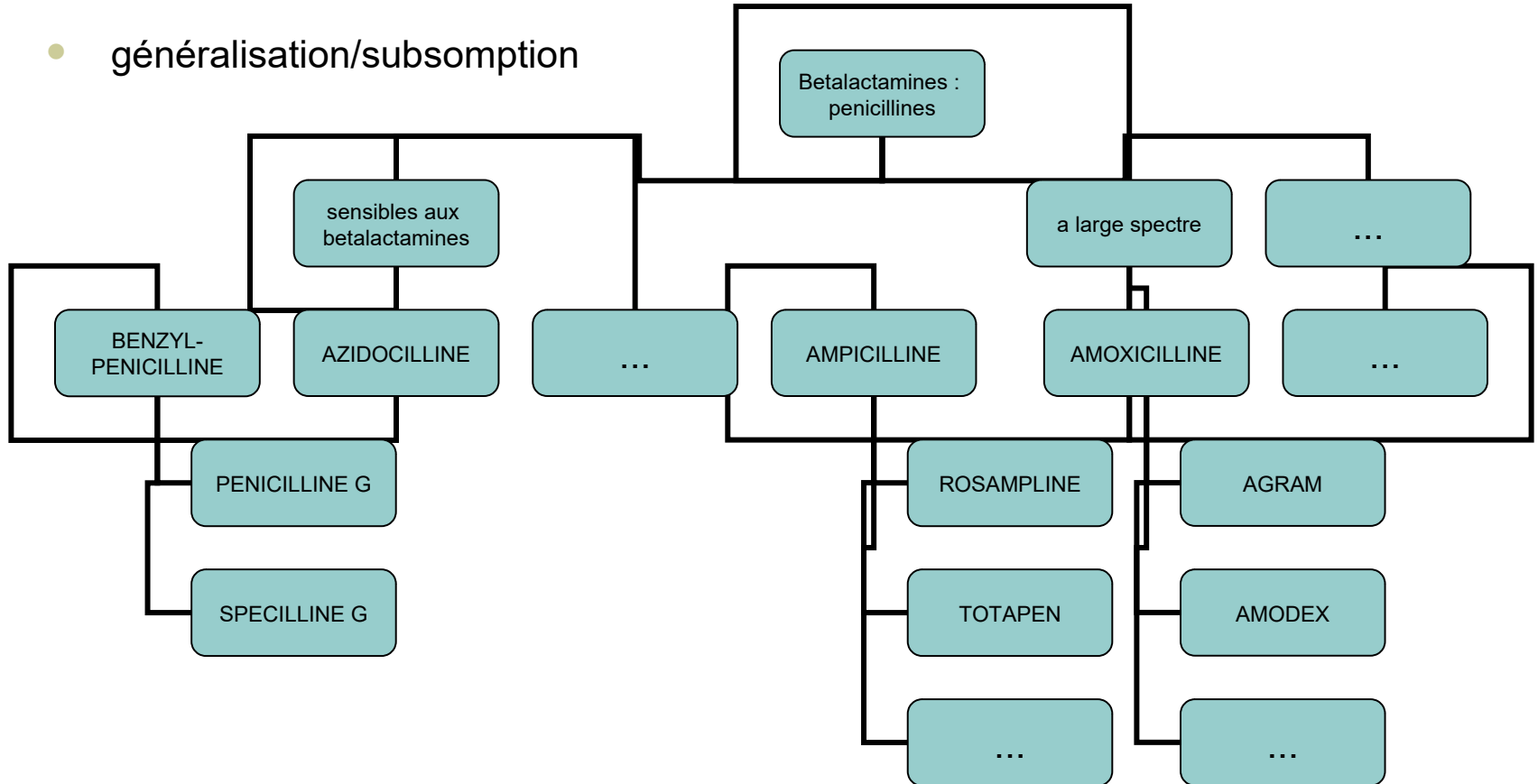
# Situation actuelle du standard

---

- Actuellement en version 2.10 et 3.0 (en préparation)
- Ajout d'éléments plus complexes (localisations, logique floue → complique l'implémentation +++)
- Connecteurs HL7 v3 pour Arden Syntax 3.0 : utilisation de FIHR en tant que source de données
- Proposition d'ajout de fonctions utilisateur (H. Karadimas 2015, acceptée)

# Améliorations encore possibles (ex: allergie pénicilline)

- généralisation/subsorption



# Améliorations possibles : fonctions

---

## Sans les fonctions :

```
//estimation clearance selon la formule de Cockroft & Gault
if sex = "F" then k := 1.23; else k := 1.04; endif;
clcreat := k * weight * (140 - age) / creat;
if clcreat < 30 then
  conclude true;
endif;
```

# Améliorations possibles : fonctions

---

## Avec les fonctions :

functions:

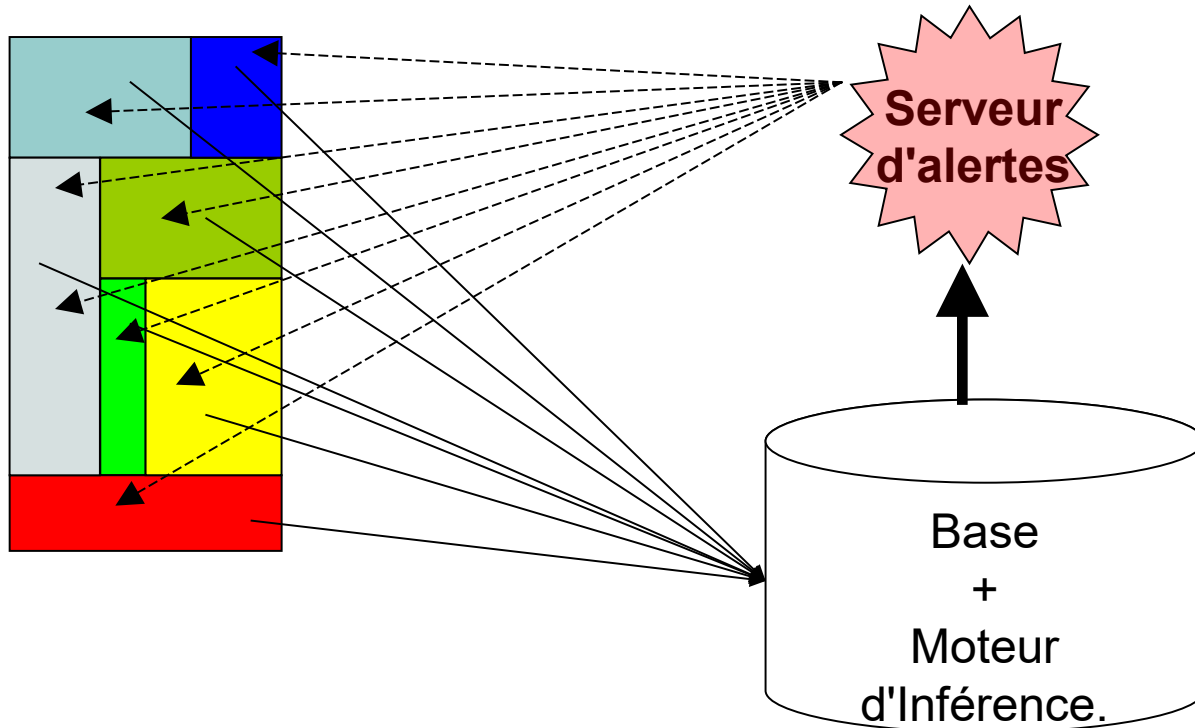
```
function cockroft_gault(with CREAT, WEIGHT, AGE, SEX)
  if SEX = "M" then K := 1.23; else K := 1.04; endif;
  return K * WEIGHT * (140 - AGE) / CREAT;
endfunction;
```

;;

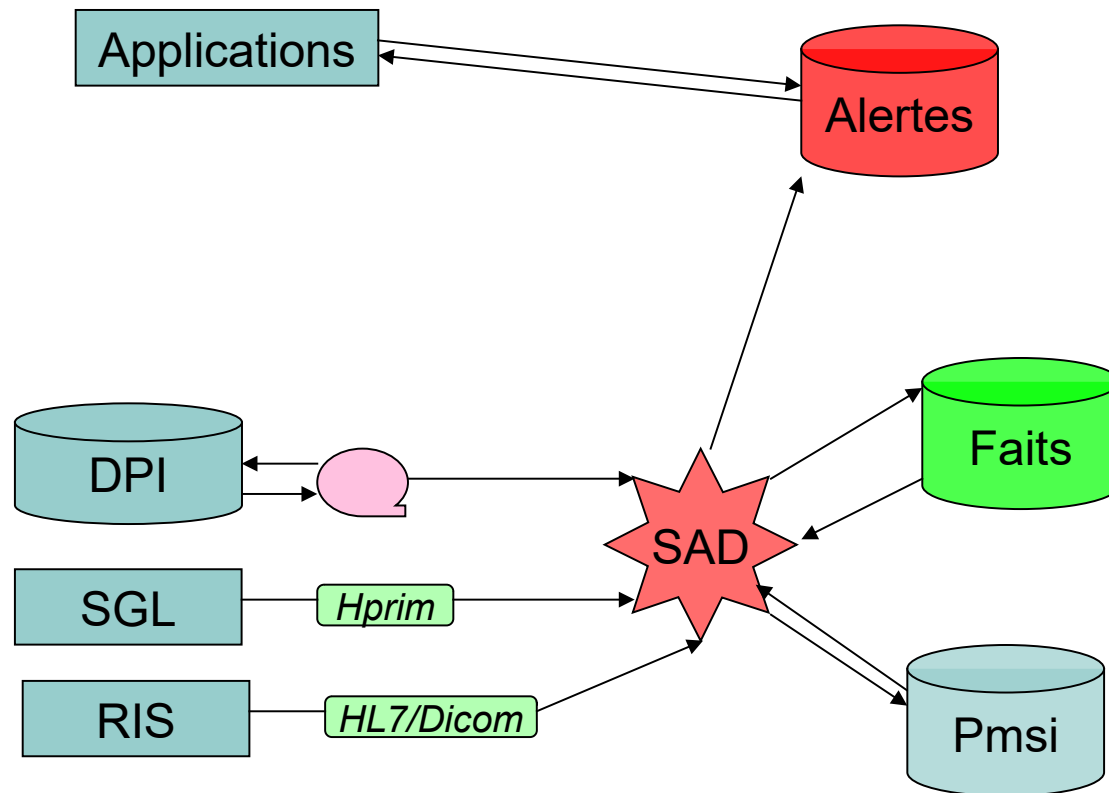
```
CG := call cockroft_gault with CREAT, WEIGHT, AGE, SEX;
If CG < 30 then
  conclude true;
Endif:
```

# Serveur d'aide à la décision

---



# Exemple d'intégration



# Problèmes d'intégration

---

- Format des données : XML non normé, HL7 (v. 2 ou v. 3) non supporté nativement
- Intégration très difficile à faire sans support (payant) des industriels
- Intégration difficile dans les outils métiers tiers

# Intégration dans le système Orbis AP-HP

---

- Moteur d'aide à la décision d'Orbis s'appelle « EXPERTER »
- Implémentation Arden version 2.5
- Utilisation d'outils de requêtage avancés (SPARQL, web sémantique)
- Indexation par des codes SNOMED CT, précoordonnés, bientôt postcoordonnés



# Conclusion

---

- Les systèmes à base de règle sont un vrai progrès pour le clinicien (et le DIM...)
- L'automatisation d'un système d'aide à la décision est difficile sans les pré requis
  - Communications présentes, structurées
  - Codages, nomenclatures internationales
- L'utilisation de standards (HL7++) facilite la mise en place de tels systèmes

## 2024 et au delà : Perspectives

---

- L'exécution des règles est fiable car absolument reproductible
- Les réseaux de neurones posent encore des problèmes de reproductibilité mais connaissent une évolution sans précédent
- → Utilisation des AI génératives pour aider à l'écriture de règles ?