

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

DU Information Médicale

2025-2026

Dr Harry Karadimas  
Médecin DIM au CHSE

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

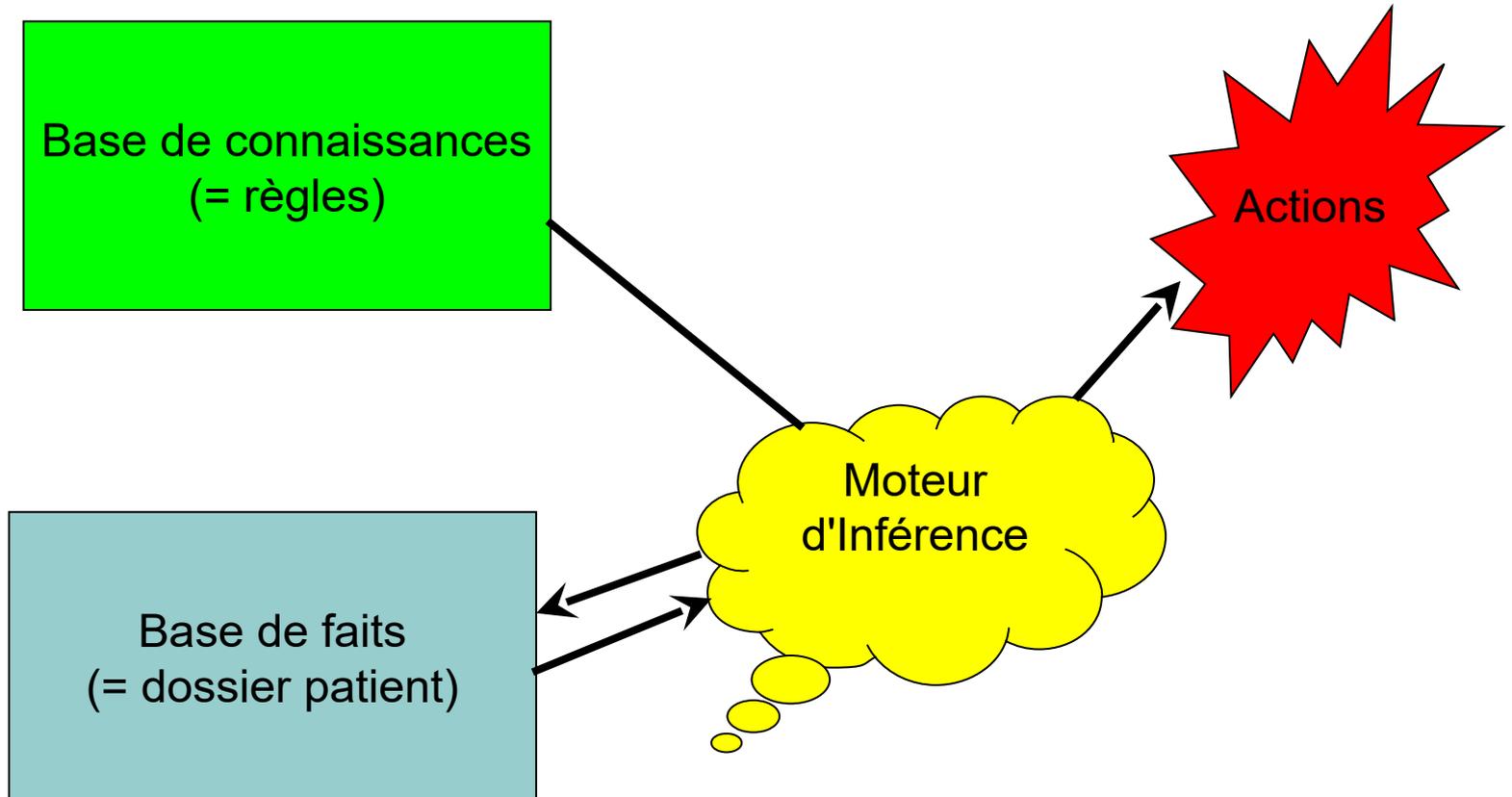
# Rappels théoriques

---

- 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

---

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

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

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

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

**Valeur Prédictive Positive**

**Valeur Prédictive Négative**

# Théorème de Bayes

---

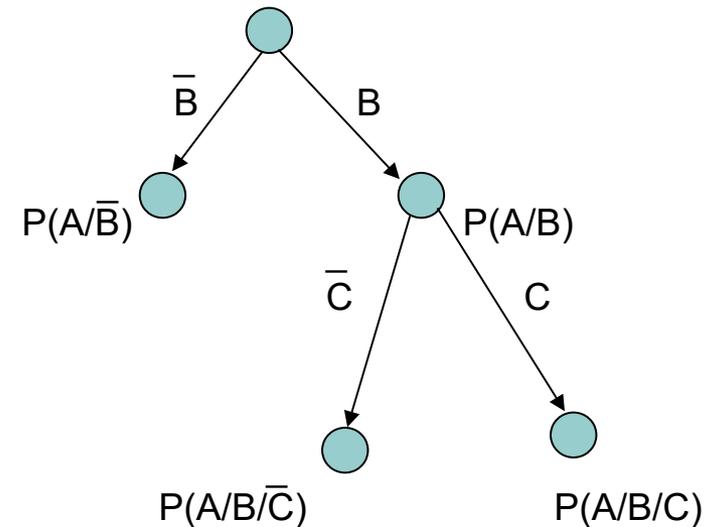
$$P(M / S) = \frac{P(S / M) \cdot P(M)}{P(S / M) \cdot P(M) + P(S / \bar{M}) \cdot P(\bar{M})}$$

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

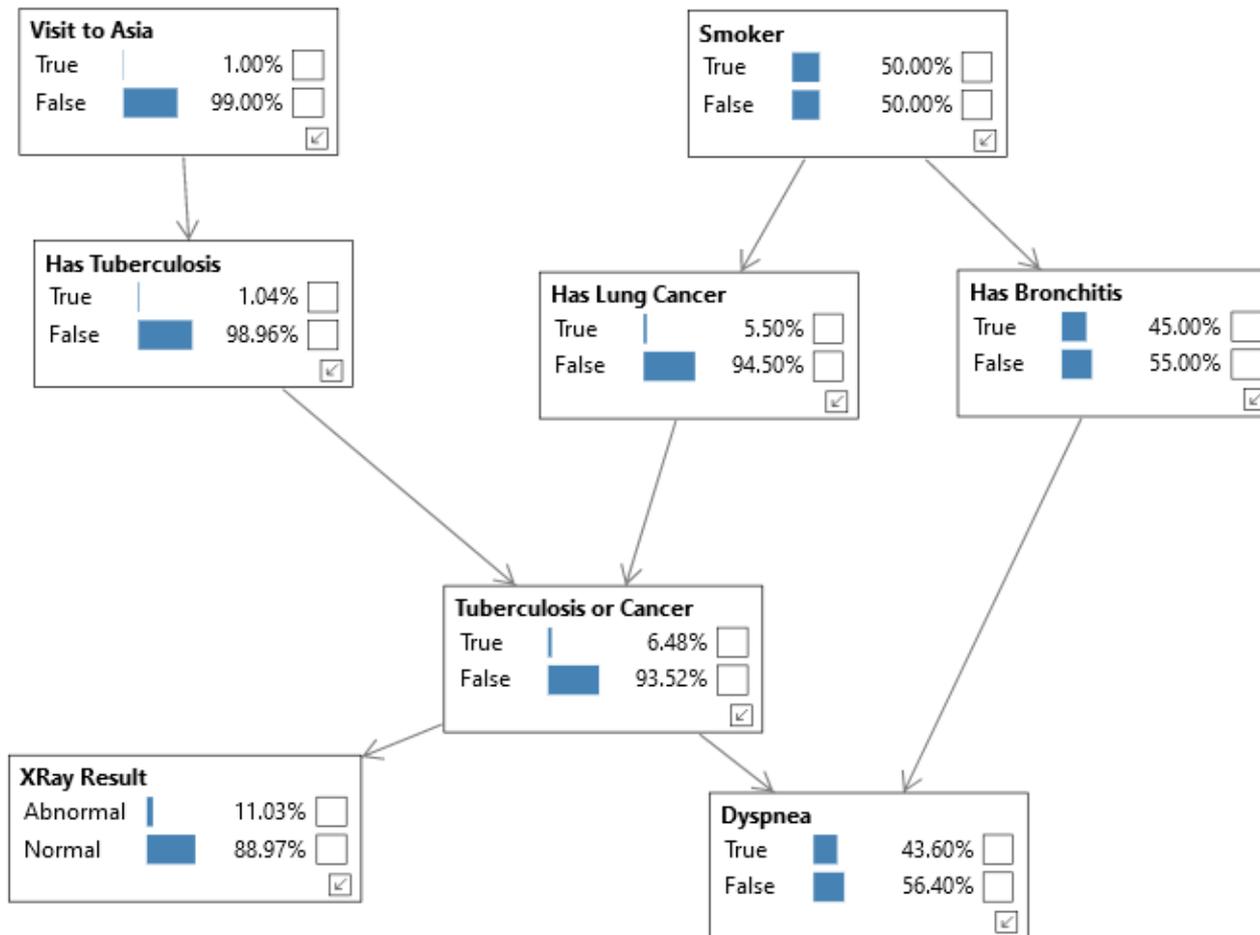
# Réseaux Bayésiens

---

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

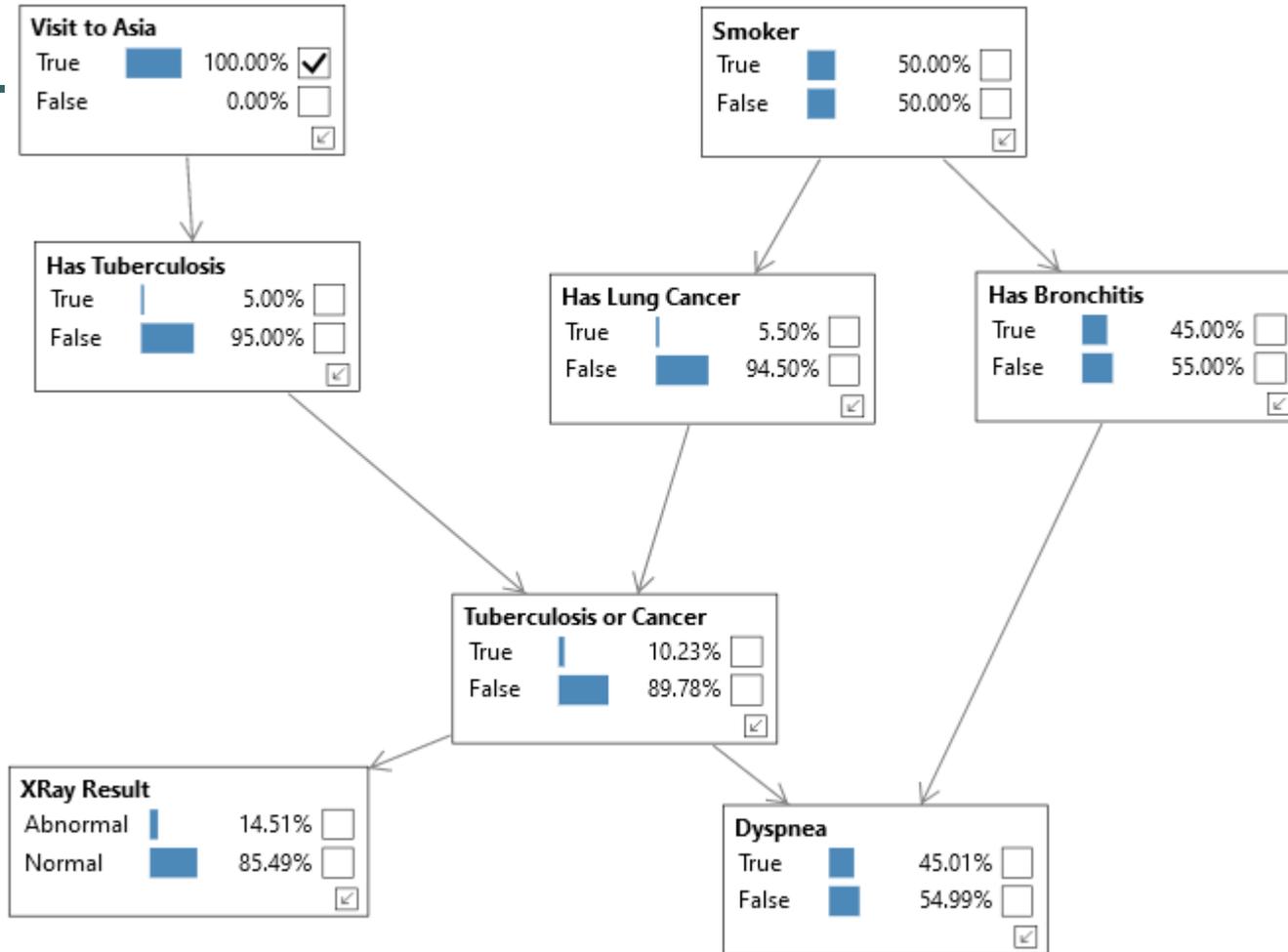


# Exemple classique « Visit Asia »



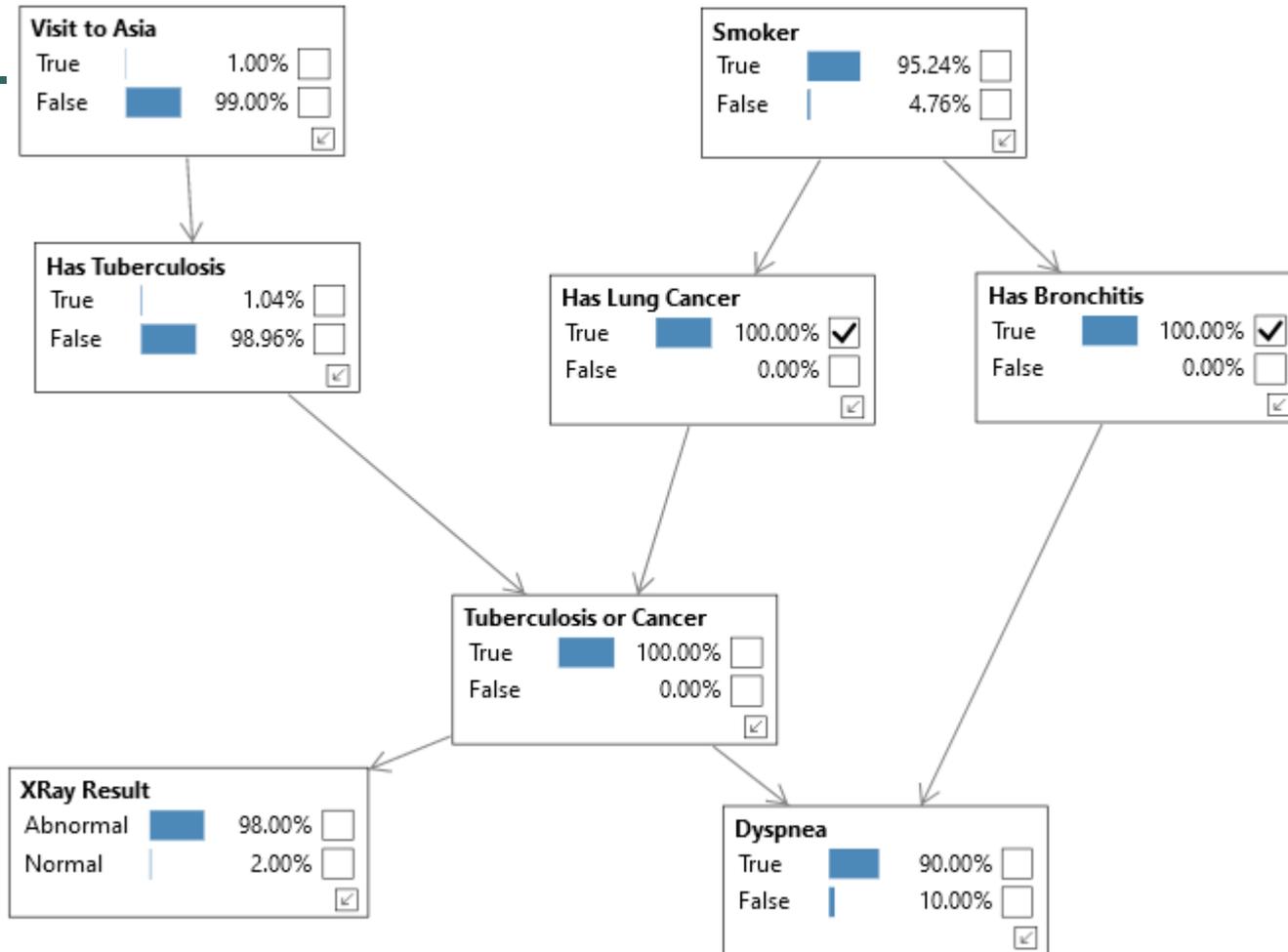
(Exemple pris sur <https://www.bayesserver.com/examples/networks/asia>  
voir aussi <https://online.bayesserver.com/> )

# 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 (encore plus lorsque certaines règles contrôlent le chaînage d'autres règles)
  - Nécessaire pour garder une certaine modularité

# Exemples de règles simples

---

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`

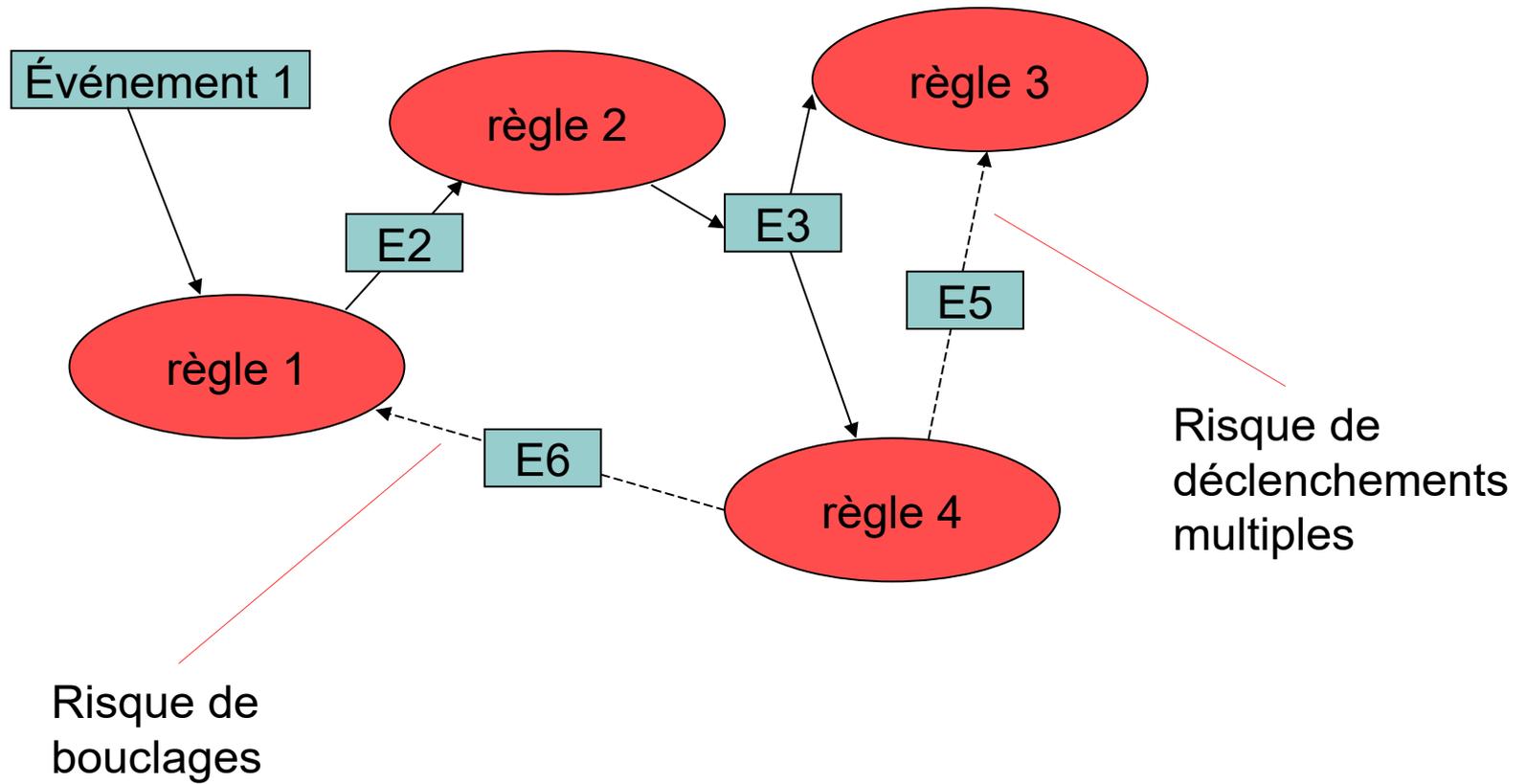
**"denutrition moderee"** si non **"inflammation"** et  
(`age < 70 et albumine < 30`) ou (`age >= 70 et albumine < 35`)

# 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

temperature\_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"

temperature\_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' .
```

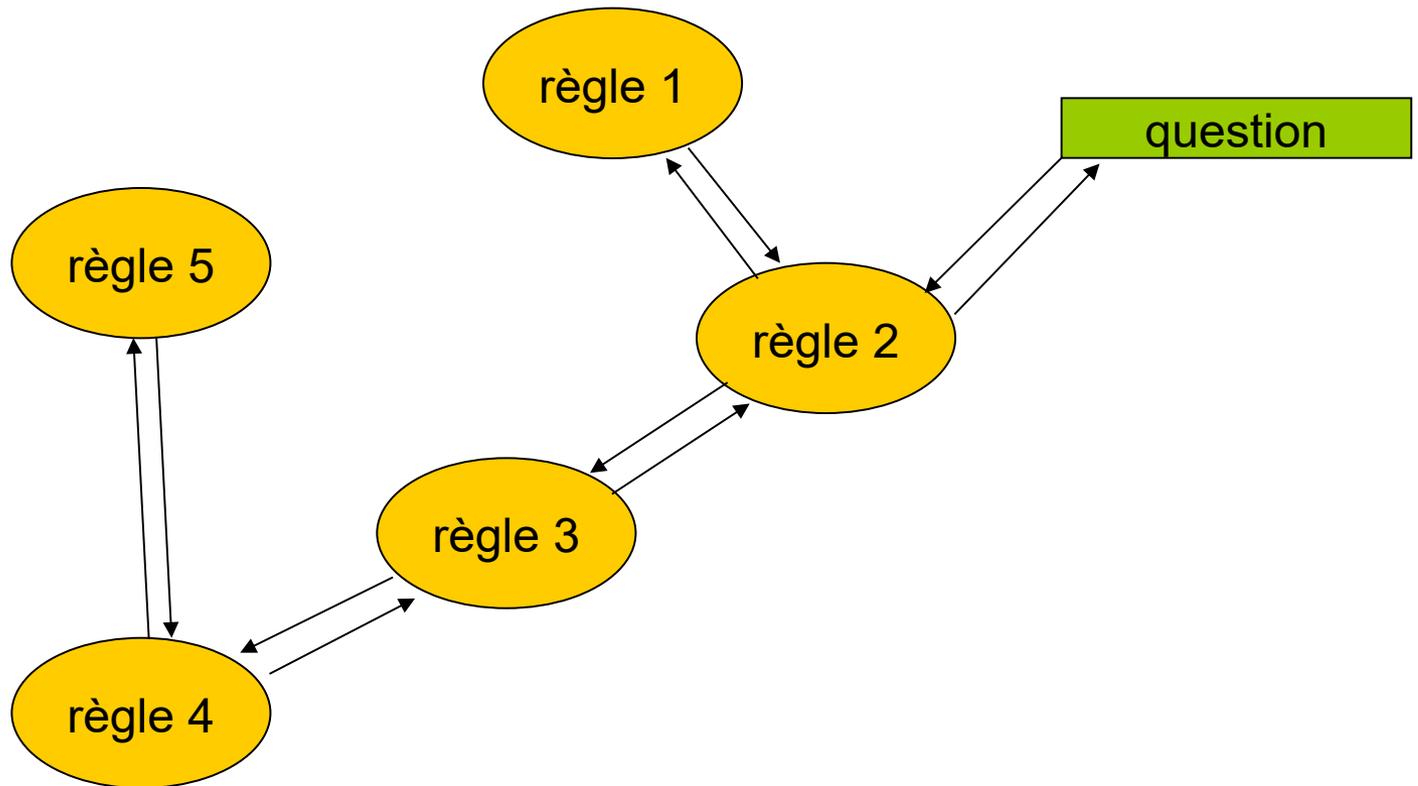
# Chaînage arrière

---

- 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

---

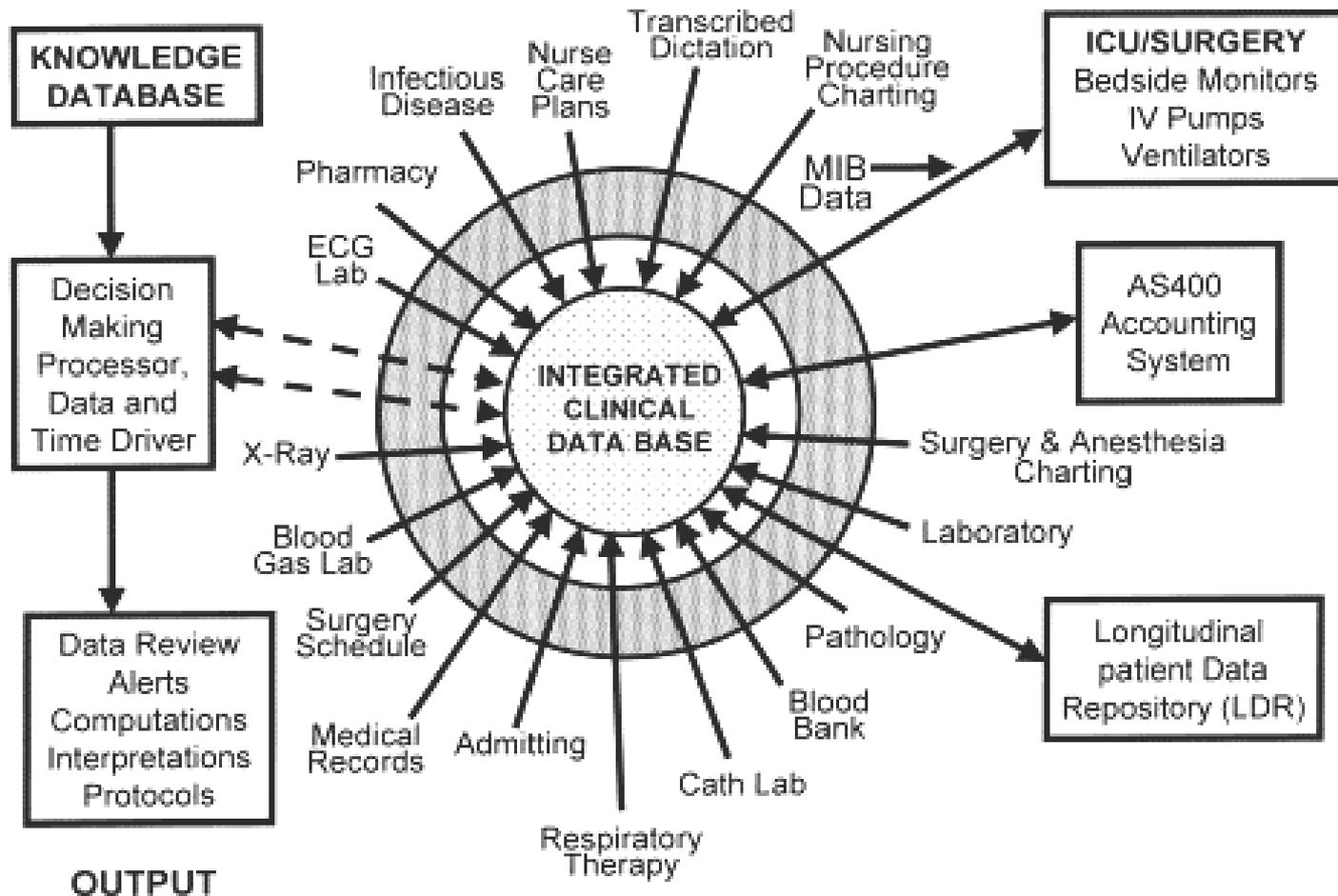
- Systèmes intégrés
- Systèmes hétérogènes communicants
  - Normés
  - Non normés

# 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 encore certains systèmes d'informations actuels
- En France, convergence vers HL7
- -> Coûts ++, difficultés d'interfaçages ++
- XML utile, notamment pour HL7 FIHR)

## 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

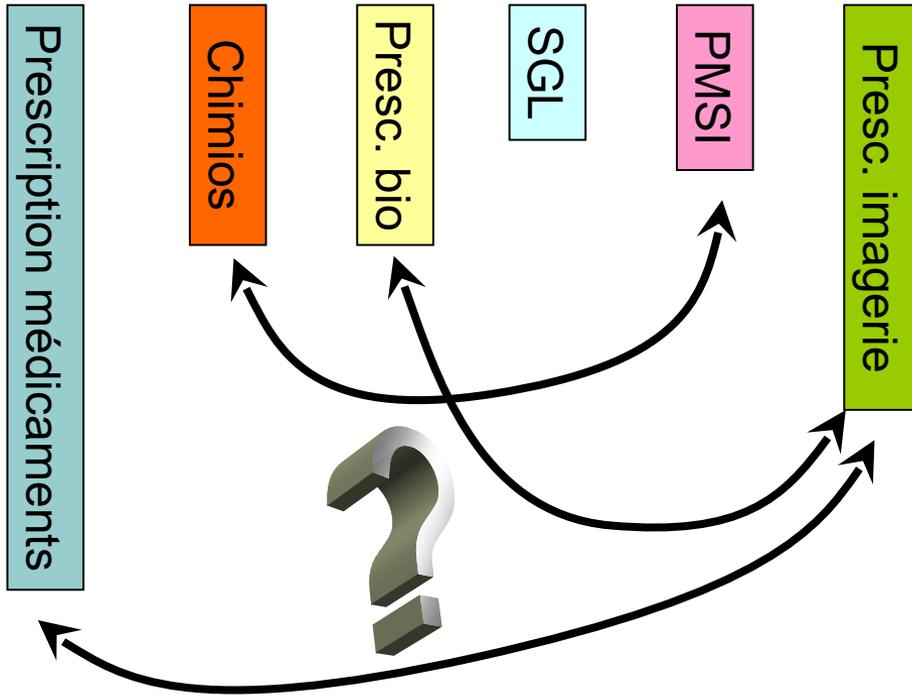
## Quelques SAD spécialisés (« verticaux »)

---

- 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 (liste non exhaustive)

---

- 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)
- De nombreux systèmes 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
- Doit fusionner avec ORBIS pour donner CARE4U, on ne connaît pas encore le modèle de SAD

## **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
N° prescription	15 753	Cycle	2	Jour	2
				Date début cycle	11/12/2007
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

# 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. It features several configuration options:

- "Mode scan OMR:" is a dropdown menu currently showing "Manuel".
- "Traducteur OMR:" is a text input field containing a question mark "?".
- "Evaluation avant sauvegarde:" is a text input field containing "EVALUATION\_Before\_Commit".
- "Evaluation après sauvegarde:" is a text input field containing "EVALUATION\_After\_Commit".
- "Evaluation après planification:" is a text input field containing "Evaluation\_after\_saving".
- "Arrondir heure de prélèvement:" is a text input field containing a question mark "?".
- "Messages planific.:" is a text input field containing the number "1".
- Below the "Messages planific.:" field is a checkbox labeled "Activez get écran-ci automatiquement", which is currently unchecked.

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

---

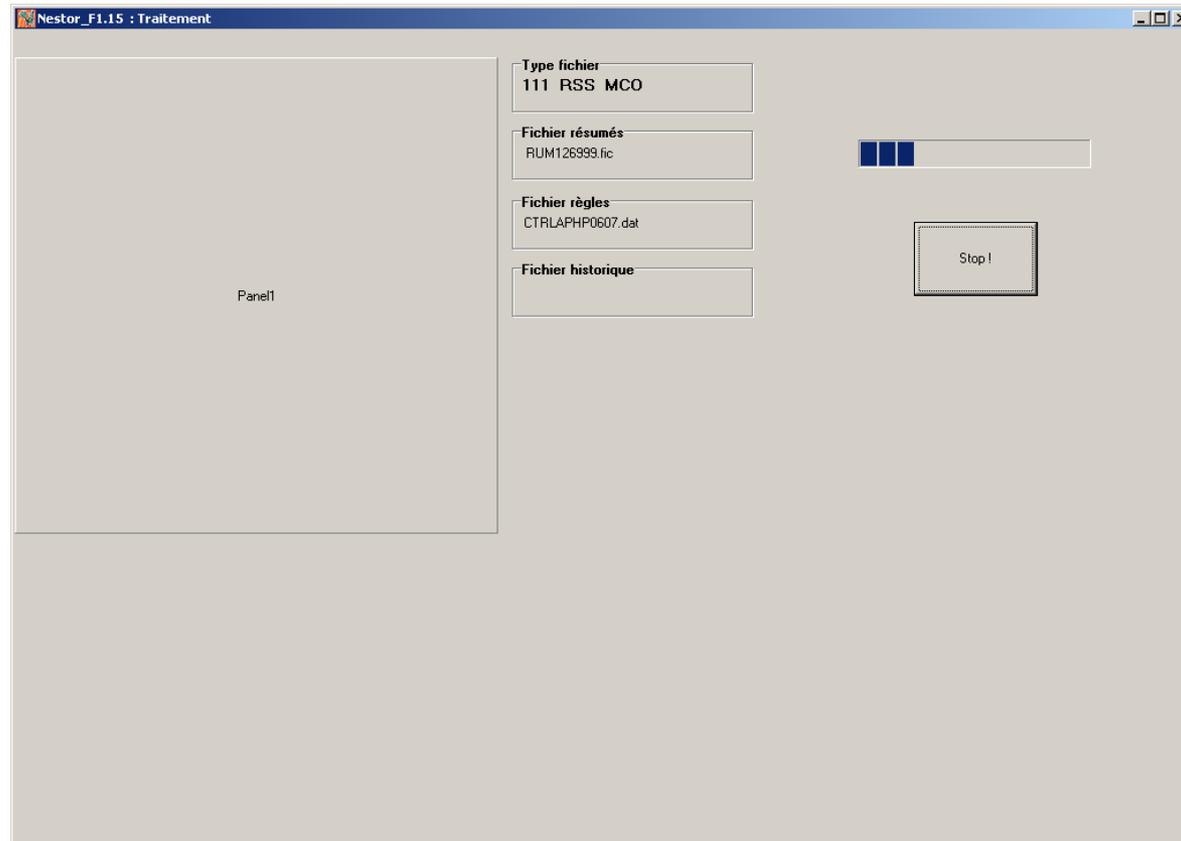
- Syntaxe propriétaire
  - -> Règles non transférables
  - "Vendor lock-in"
- Nécessite un personnel bien entraîné
- Pas de communication hors du système GLIMS propriétaire
- Périmètre flou (une règle MISPL si mal écrite peut bloquer tout le système)

# 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
- Facile à comprendre (pour les anglophones...)
- 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 (doit changer avec la prochaine version)
- Grande charge CPU/E.S. sur les bases de données
- Peu supporté (pour l'instant) par les éditeurs européens

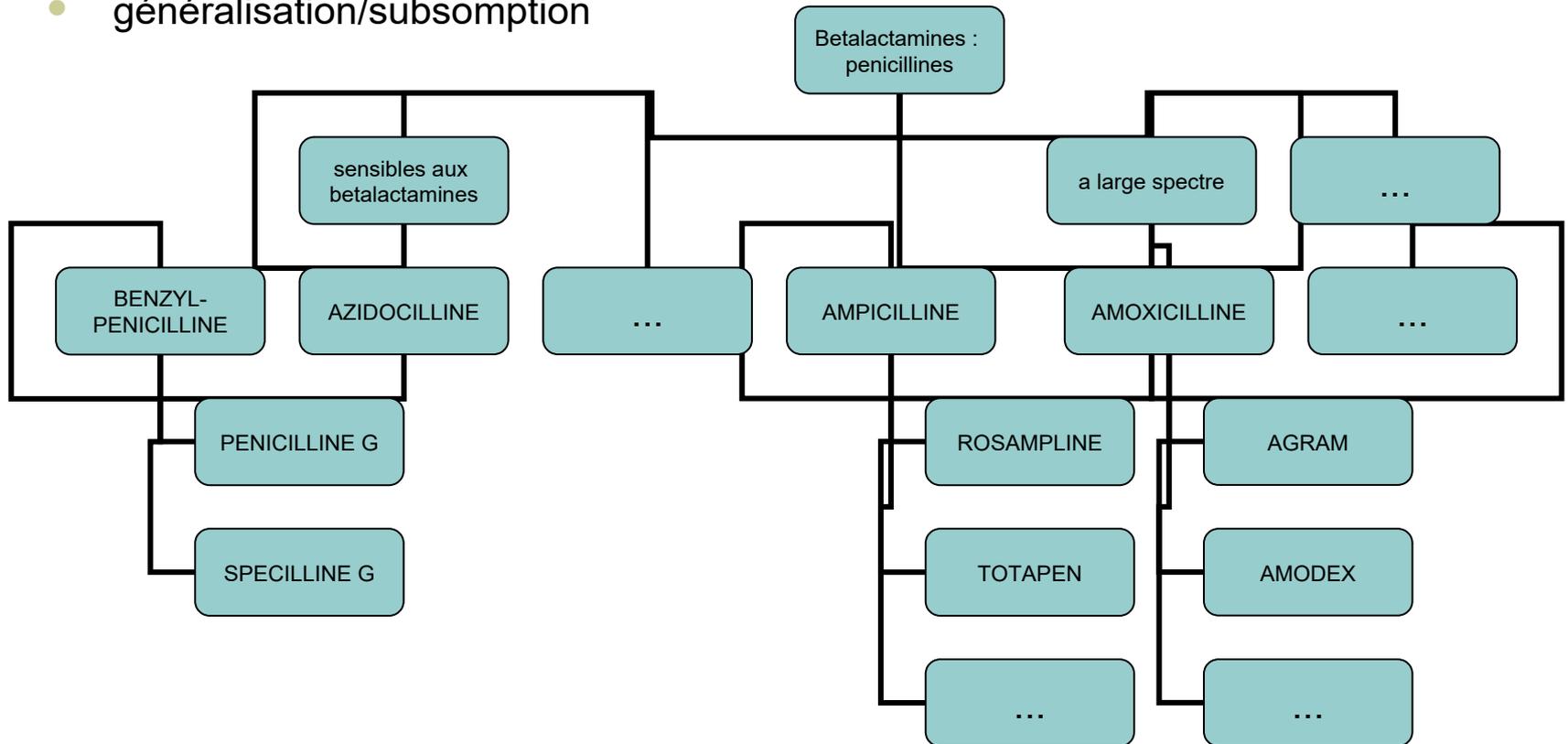
## Situation actuelle du standard

---

- 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:

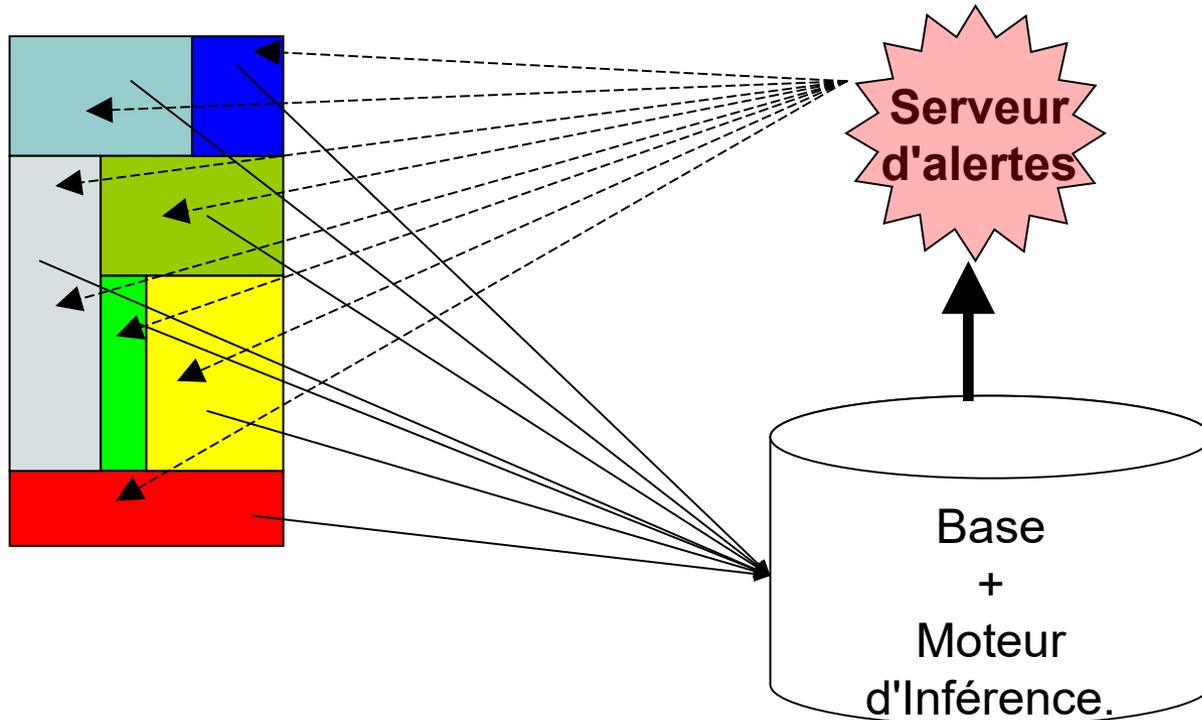
```
function cockroft_gault(with CREAT, WEIGHT, AGE, SEX)
  if SEX = "M" then K := 1.23; else K := 1.04; endif;
  return K * WEIGHT * (140 - AGE) / CREAT;
endfunction;
```

;;

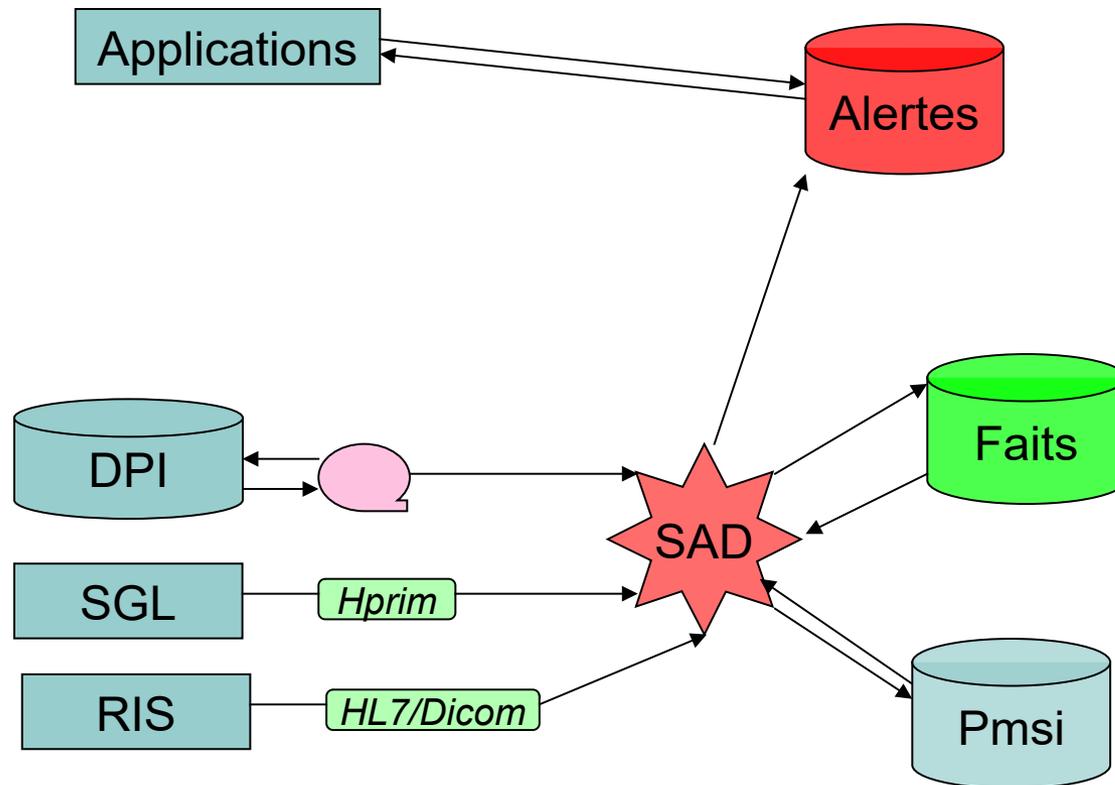
```
CG := call cockroft_gault with CREAT, WEIGHT, AGE, SEX;
If CG < 30 then
  conclude true;
Endif:
```

# Répartition de serveurs pour l'aide à la décision (exemple)

---



# Exemple d'intégration



# Problèmes d'intégration

---

- Format des données : XML non normé, HL7 (v. 2 ou v. 3) non supporté nativement (sauf dans prochaine version)
- 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
- Avenir incertain (CARE4U est le nouveau produit)

# 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

## 2025 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 ?
- Quelle part pour les AI génératives en général ?