

CONSTRUCTION D'UN SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION MÉDICALE EN HEMATOLOGIE « PRISE EN CHARGE DE L'ANÉMIE »

PFIA 2023, Journée Santé et IA

Préparé et présenté :

Soulaymane HODROJ

I- Présentation du contexte

L'hématologie est un domaine médical assez spécialisé

✓ Elle regroupe des diagnostics de gravité variable qui doivent être évoqués, et des urgences vitales qui doivent être diagnostiquées et traitées.

✓ Le généraliste doit avoir des notions claires en hématologie afin de ne pas adresser inutilement aux urgences des patients qui peuvent bénéficier d'une PEC en consultation programmée.

II- Question posée

Fournir aux médecins généralistes un outil d'aide à la décision leur permettant, essentiellement, de diagnostiquer les causes sous-jacentes de l'anémie avec la PEC appropriée, et de déterminer les situations d'urgence en hématologie.

III- Etat de l'art

Revue de la littérature

- ❖ **Le recouvrement fonctionnel des SADM** : (spécialisé vs généraliste)
- ❖ **Les différentes approches des SADM** : (numérique vs logico-symbolique)
- ❖ **Les modes d'exploitation des connaissances dans les SADM** : (documentaire, automatique, mixte)
- ❖ **Les SADM précédemment réalisés** : (principalement en hématologie)

III- Etat de l'art

Les différents SADM précédemment réalisés

SADM	Approche de représentation	Mode de fonctionnement	Type	Domaine
Le Sémiologiste	Numérique	Volontaire	Diagnostique	Généraliste
Dxplain	Numérique	Volontaire	Diagnostique	Généraliste
Assistant Médical	Numérique	Volontaire	Diagnostique	Généraliste
AideDiag	Numérique	Volontaire	Diagnostique	Généraliste
IndiGO	Numérique	Automatique	Diagnostique	Généraliste
Adjuvant! Online	Numérique	Automatique	Diagnostique	Spécialisé-Cancer du sein
Desiree	Logico-Symbolique	Mixte	Thérapeutique	Spécialisé-Cancer du sein
OncoDoc	Logico-Symbolique	Mixte	Thérapeutique	Spécialisé-Cancer du sein
→ Asti	Logico-Symbolique	Mixte	Thérapeutique	Spécialisé-M. chroniques
GO-DSS	Logico-Symbolique	Automatique	Thérapeutique	Spécialisé-Polypathologies
→ Antibiocllic	Logico-Symbolique	Volontaire	Thérapeutique	Spécialisé-Antibiothérapie
Dermatoclic	Logico-Symbolique	Volontaire	Thérapeutique	Spécialisé-Dermatologie
Thyrocllic	Logico-Symbolique	Volontaire	Diagnostique	Spécialisé-Nodule thyroïdien
Aporose	Logico-Symbolique	Volontaire	Thérapeutique	Spécialisé-Ostéoporose
Palliaticlic	Logico-Symbolique	Volontaire	Thérapeutique	Spécialisé-Soins palliatifs
Drepanoclic	Logico-Symbolique	Volontaire	Thérapeutique	Spécialisé-Drépanocytose

III- Méthodologie

1- Spécification du besoin

Nous avons déterminé ce qui convient le plus avec notre projet.

- HematoClic sera un SADM spécialisé en « hématologie »
- L'approche utilisée sera l'approche logico-symbolique
- L'exploitation de connaissances sera par approche documentaire en mode volontaire guidée
- La navigation se fera sous forme arborescente graphique et dynamique

III- Méthodologie

2- Questions de compétences

Le système doit permettre de répondre aux questions de compétence suivantes :

- **QC1.** Quelles sont les situations d'urgence hématologique ?
- **QC2.** Quelles sont les situations où le généraliste doit passer la main à un spécialiste ?
- **QC3.** Quels sont les examens d'orientation nécessaires dans la démarche diagnostique ?
- **QC4.** Quels traitements prescrire lorsqu'une prise en charge en hématologie n'est pas indiquée ?

III- Méthodologie

3- Construction de la base de connaissances

Construction itérative selon une méthode agile en 2 phases :

- Analyse des textes conduisant à un premier modèle.
- Confrontation du modèle au cours d'entretiens avec les experts.



III- Méthodologie

3- Construction de la base de connaissances

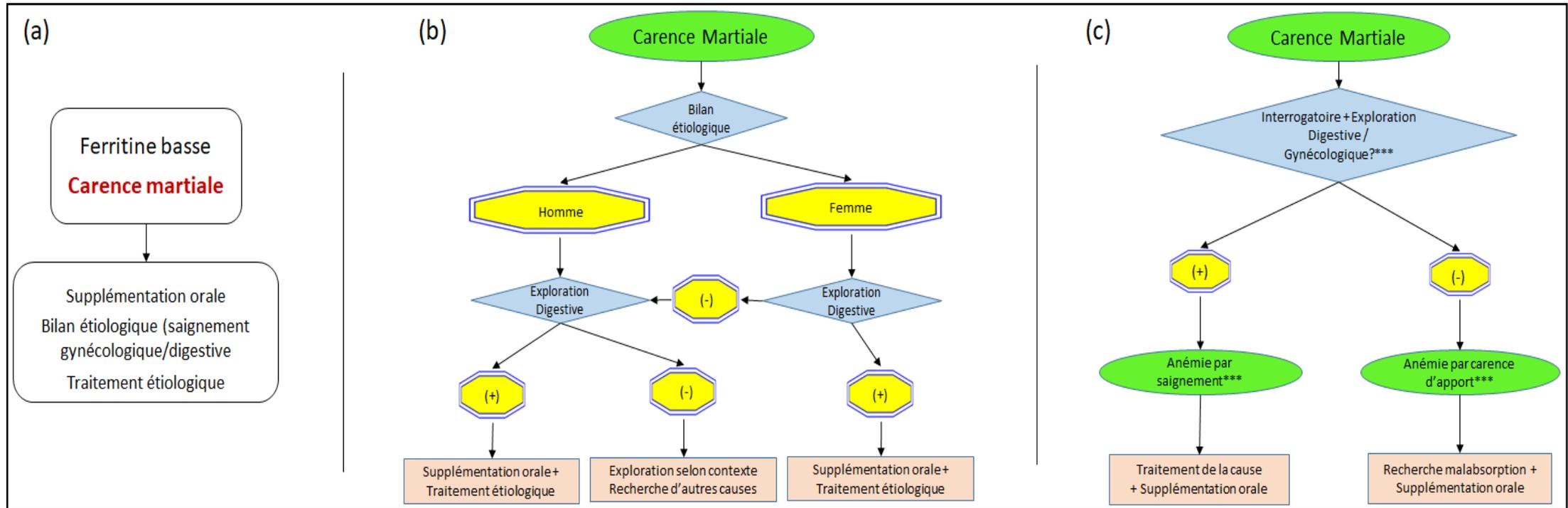


Figure : Modification itérative de l'arbre décisionnel

III- Méthodologie

3- Construction de la base de connaissances

Etape 1 : La sélection des sources de connaissances

Nous avons utilisé les dernières données scientifiques en hématologie fondées sur les recommandations de sociétés savantes et d'agences nationales (HAS, ECN item 213, etc.)



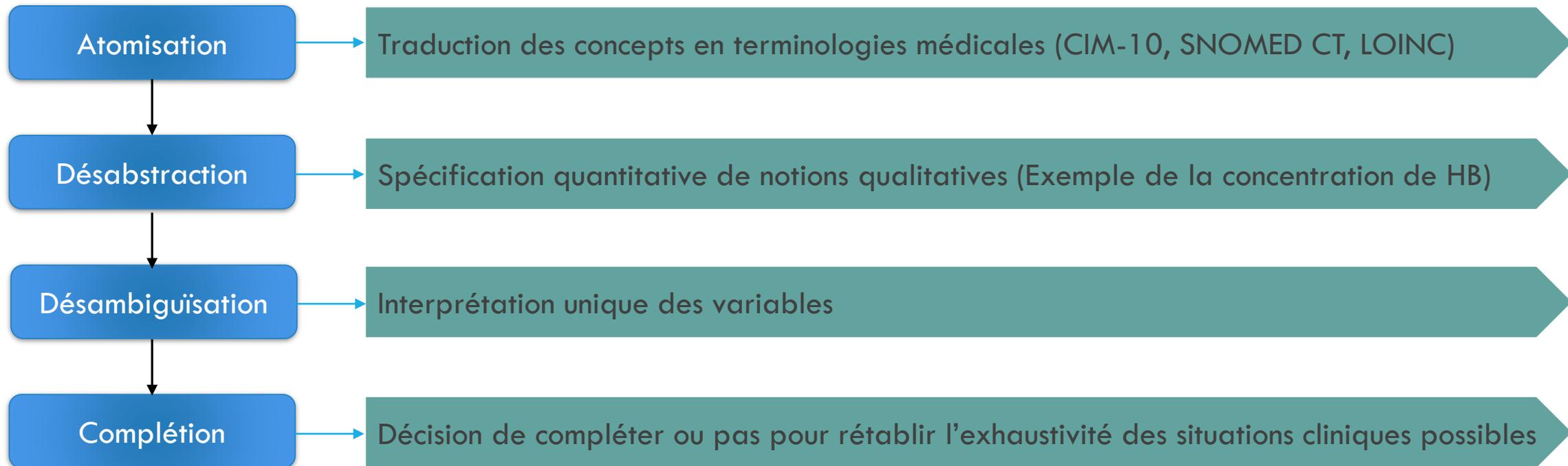
HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

III- Méthodologie

3- Construction de la base de connaissances

Etape 2 : Le passage des connaissances textuelles à une représentation formelle informatisée

(Shiffman et al. 2004)

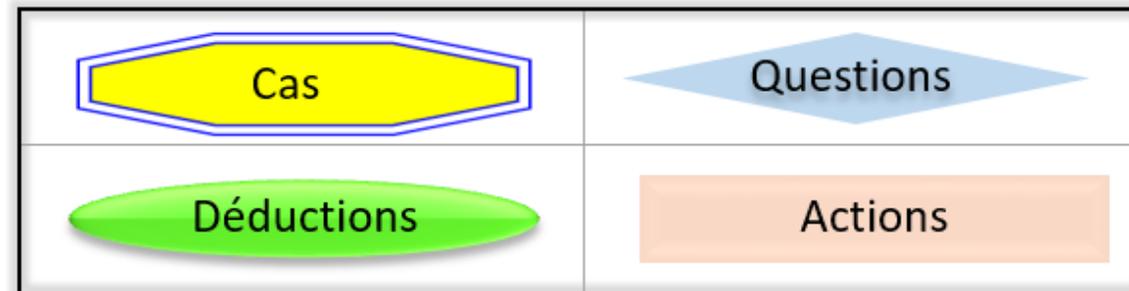


III- Méthodologie

3- Construction de la base de connaissances

Etape 3 : L'encodage des recommandations dans le formalisme choisi (arbre de décision)

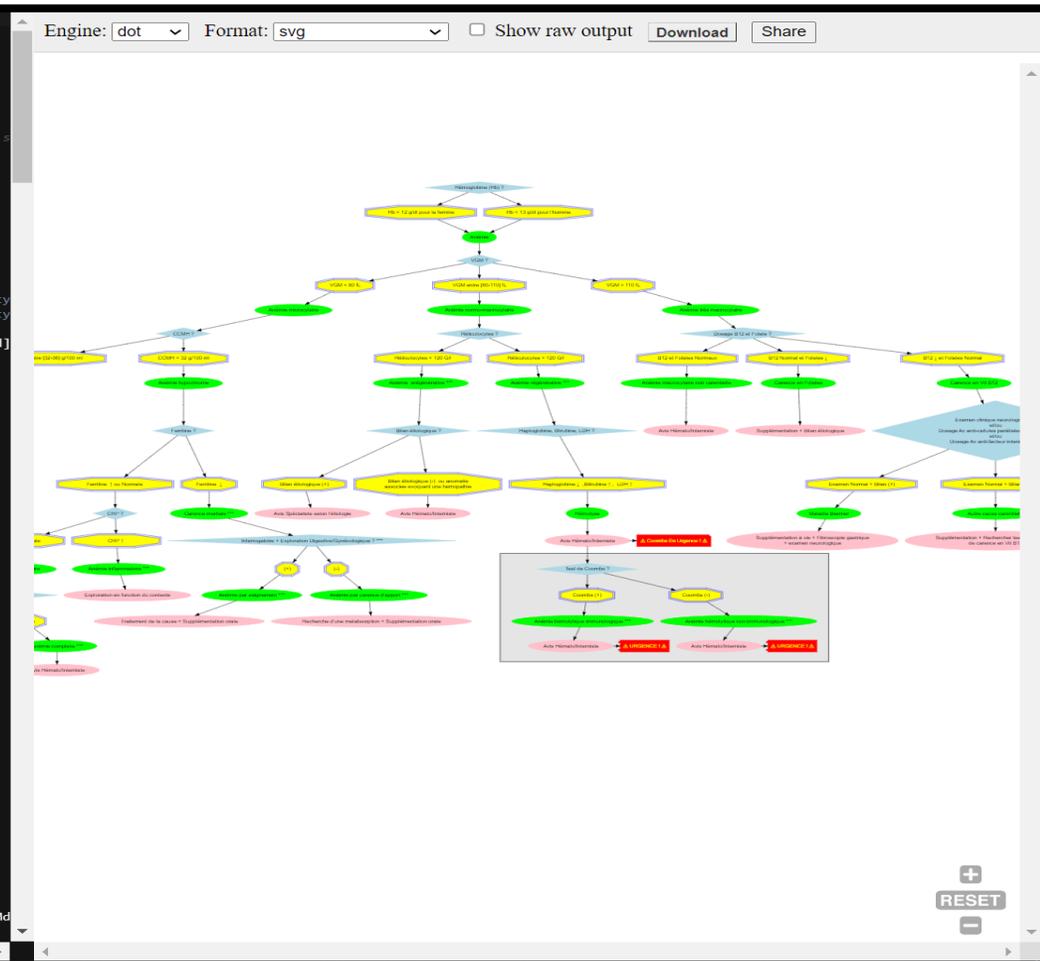
- Traduction des « concepts et liens » en « nœuds et arcs » avec le langage *DOT*.
- Personnalisation des certaines propriétés des « nœuds et arcs » (Formalisme *GLIF*).
- Utilisation de l'outil « *GraphViz* » pour générer notre arbre de décision.



III- Méthodologie

3- Construction de la base de connaissances

```
1 graph G {
2 // Le graphe de base
3 fontname="Helvetica,Arial,sans-serif"
4 graph[ordering=out]
5 node [fontname="Helvetica,Arial,sans-serif"]
6 edge [fontname="Helvetica,Arial,sans-serif" ]
7
8 // Les noeuds avec leur style
9 // Pour changer la chaîne, il faut modifier le Label des noeuds. Le nom de la variable n'est qu'interne (sauf s
10
11 subgraph cluster_1 {
12 margin=30
13 #label="Test de Coombs ?" #titre ou label de sous graphe
14 #labeljust=c #ajuster le label a gauche {l, c, r}
15 #labelloc="t" #location de label en titre ou bottom t ou c ou b
16 bgcolor=grey90; #couleur de la background
17 color=black #couleur de la bordure
18 fontname=impact #la police de label
19 fontsize=30 #la taille de label
20 coombs[label="Test de Coombs ?",color=lightblue,shape=Mdiamond,style=filled];
21 coombsEnBaisse [label="Coombs (+)",color=blue,fillcolor=blue,fillcolor="yellow",shape=doubleoctagon,sty
22 coombsEnHausse [label="Coombs (-)",color=blue,fillcolor=blue,fillcolor="yellow",shape=doubleoctagon,sty
23 autoimmunes[label="Anémie hémolytique immunologique ***",color=green,fillcolor="green",style=filled];
24 autreCause1[label="Anémie hémolytique non immunologique ***",color=green,fillcolor="green",style=filled];
25 AVIS_HEMATOS[label="Avis Hémato/Interniste",color=pink,style=filled];
26 AVIS_HEMATO6[label="Avis Hémato/Interniste",color=pink,style=filled];
27 URGENGE1[label="URGENCE 1 Δ",color=red,fontcolor=yellow,shape=component,style=filled];
28 URGENGE2[label="URGENCE 1 Δ",color=red,fontcolor=yellow,shape=component,style=filled];
29 coombs -> coombsEnBaisse -> autoimmunes -> AVIS_HEMATOS -> URGENGE1;
30 coombs -> coombsEnHausse -> autreCause1 -> AVIS_HEMATO6 -> URGENGE2;
31 {rank=same;AVIS_HEMATOS,URGENGE1}
32 {rank=same;AVIS_HEMATO6,URGENGE2}
33
34 #nojustify=true on peut ajouter pour justifier le texte de label
35 #b [shape=rect color=red margin="0.5,0.7"];
36 #c[height=0.75] # déterminer la hauteur du noeud
37 #d[height=1.5] # déterminer la hauteur du noeud
38
39 }
40
41
42
43
44
45
46
47 // Les questions : diamond cyan
48 aa [label="Haptoglobine, Bilirubine, LDH ?",shape=Mdiamond,color="lightblue",style=filled]
49 #b2 [label="HyéLogramme ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
50 #b3 [label="HyéLogramme ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
51 CCMH [label="CCMH ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
52 coombs[label="Test de Coombs ?",color=lightblue,shape=Mdiamond,style=filled]
53 CRP [label="CRP ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
54 dosageEnVitamineB12EtFolate[label="Dosage B12 et Folate ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled];
55 electrophorese[label="Electrophorèse de l'Hb ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
56 electrophoreseb[label="Electrophorèse de l'Hb ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
57 Ferritine [label="Ferritine ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
58 HB [label="Hémoglobine (Hb) ?",color="lightblue",style=filled,shape=Mdiamond,style=filled]
59 Reticulocytes1 [label="Réticulocytes ?",color=lightblue,shape=Mdiamond,style=filled]
60 #Reticulocytes2 [label="Réticulocytes ?",color=lightblue,shape=Mdiamond,style=filled]
61 VGM [label="VGM ?",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
62 BilanEtiologique [label="Interrogatoire + Exploration Digestive/Gynécologique ? ***",color="lightblue",shape=M
63 BilanEtiologique2 [label="Bilan étiologique ? ",color="lightblue",shape=Mdiamond,style=filled]
64
65
```



III- Méthodologie

4- Validation du graphe de connaissances

Via des requêtes SPARQL afin de détecter les incohérences dans le graphe.

Exemple d'une requête liée à une situation d'urgence :

Requête

```
Corese 4.4.0 - Inria UCA I3S - 2022-06-06
File Edit Engine Debug Query User Query Template Display Shacl Shex Event Explain
System Shacl editor Turtle editor Query1 x Query2 x Query3 x +
Query Modifier Shacl Shex Header Log Push Copy Browse to SPARQL
select.rq
1 prefix hemato: <http://www.limics.fr/hemato.rdfs#>
2 select ?nomDeduction ?nomAvis ?natureUrgence where {
3 ?uneDeduction ?r ?avis
4 ?avis hemato:estUneUrgence ?k
5 ?uneDeduction hemato:name ?nomDeduction
6 ?avis hemato:name ?nomAvis
7 ?k hemato:name ?natureUrgence
8
9 }
```

Résultat

Graph	XML/RDF	Table	Validate
num	?nomDeduction	?nomAvis	?natureUrgence
1	Hémolyse	Avis Hémato/Interniste	A△ Coombs En Urgence ! △

IV- Résultats

Mise en place d'un service Web permettant la visualisation progressive de ce graphe avec une interface de visualisation dynamique. (http://test.nobecourt.fr/sh/HematoClic_derniere_version/?action=graphe)

The screenshot displays the HematoClic web application. The main content area features a flowchart for 'Anémie' (Anemia) with three branches: 'VGM < 80 fL', 'VGM entre [80-110] fL', and 'VGM > 110 fL'. A search bar is located above the flowchart. On the right side, there is a summary panel titled 'Récapitulatif' (Summary) for patient 'Soulaymane HODROJ', listing 'Anémie' and 'VGM ?'. Below the flowchart is a 'Savoir Plus...' (Know More...) section. The interface includes a navigation menu at the top and a sidebar on the right with various icons.

Navigation →

Savoir Plus →

← Récapitulatif

← Rechercher

V- Evaluation de l'outil

Evaluation de l'outil par des cas cliniques

Objectif

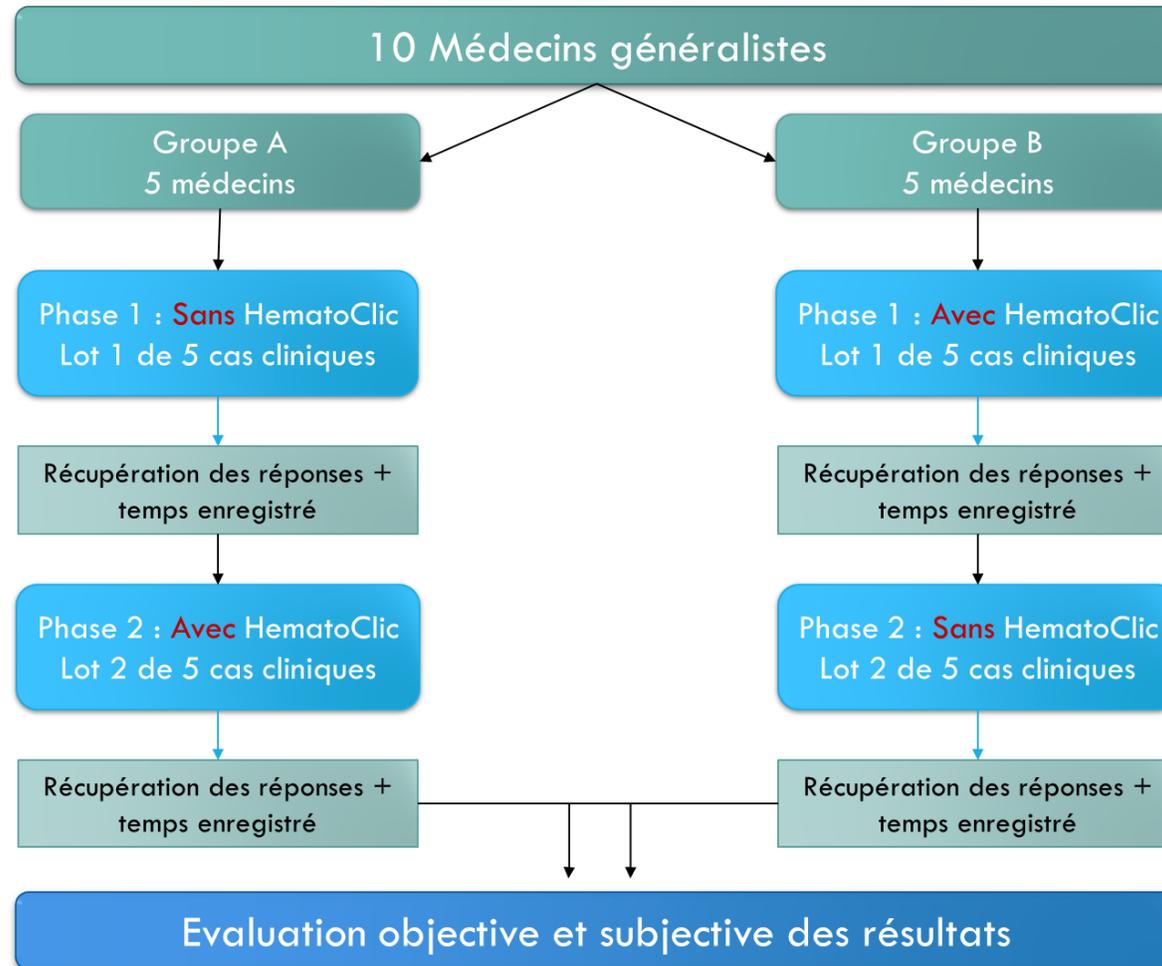
- ❖ Déterminer si le système semble être utile en répondant aux besoins des médecins



Une étude croisée dans laquelle les participants devaient répondre à des cas cliniques

V- Evaluation de l'outil

Protocole de l'évaluation



V- Evaluation de l'outil

Evaluation des résultats

Nous avons analysé par la suite les résultats obtenus selon 5 critères de mesures

- ❖ **Taux d'erreur** : en déterminant le nombre de réponses inexactes pour chaque médecin participant
- ❖ **Temps de réponse** : le temps pris par chaque médecin pour répondre à l'ensemble des cas cliniques
- ❖ **Utilisabilité du système** : en calculant le score F-SUS
- ❖ **Niveau de confiance** : en sélectionnant les réponses aux items 1 et 9 du score F-SUS
- ❖ **Préférence** : en déterminant la proportion de médecins préférant avoir accès au système

V- Evaluation de l'outil

Résultats de l'évaluation

		Réponses exactes	Temps de réponse	Utilisabilité (F-SUS)	Niveau de confiance (F-SUS)	Préférence (F-SUS)
Groupe A	Phase 1 : Sans HematoClic	70.50%	3 min et 48 s	79.00%	75.00%	70.00%
	Phase 2 : Avec HematoClic	87.30%	2 min et 19 s	79.00%	75.00%	70.00%
Groupe B	Phase 1 : Avec HematoClic	85.20%	2 min et 55 s	75.00%	70.00%	70.00%
	Phase 2 : Sans HematoClic	76.00%	3 min et 35 s	75.00%	70.00%	70.00%

Avec l'utilisation d' « HematoClic » :

- Le taux des réponses exactes s'élève.
- Le temps moyen de réponse par cas clinique était réduit.
- L'utilisabilité était en moyen de 77% pour les deux groupes.
- Les deux groupes ont enregistré un niveau de confiance moyen de 72%.
- Plus de 70% des médecins ont approuvé le système et sont prêts à l'adopter ultérieurement.

VI- Discussion

Un premier test...Les réponses semblent plutôt positives !

✓ Le système est capable de fournir des informations précises et pertinentes en améliorant la qualité des réponses.

✓ Le système a permis une recherche facilitée et plus rapide des informations pertinentes. Cela peut avoir un impact positif sur les délais de diagnostic et de PEC.

✓ Les médecins ont montré une perception positive de l'utilisabilité d' « HematoClic ». Ce qui facilite son adoption dans leur pratique clinique.

✓ Les médecins ont manifesté un niveau élevé de confiance, avec une préférence qui témoigne de l'acceptation du système.

VI- Discussion

Limites de l'évaluation !

✓ L'évaluation a été réalisée avec un nombre limité de participants et de cas cliniques.

✓ La base de connaissances présentait des lacunes entre ce qui était théorique et ce qui était appliqué en pratique clinique.

✓ Certains médecins ont préféré une intégration automatisée des données patient dans le système « HematoClic ».

VII- Conclusion

- Dans ce projet, nous avons présenté nos travaux de construction d'un système d'aide à la décision en hématologie pour la PEC de l'anémie chez l'adulte, appelé « HematoClic ».
- Les résultats du premier test semblent plutôt positifs, et le système pourrait répondre aux besoins des médecins généralistes.
- Les prochaines étapes consisteront à améliorer le système, à étendre la base de connaissances aux autres domaines de l'hématologie, et de répondre aux questions concernant l'exploitation des données patients et le traitement de l'aspect temporel implicite.



Merci