

Etudiants : GUNDUZ Maxime et KAJOKA Felicite

Projet module ICSAD (UE2) : construction d'un système d'aide à la décision médicale et d'une ontologie pour la prise en charge du patient hypertendu

Master 2 d'Informatique Biomédicale

Année 2024-2025

Partie 1 : construction d'un système d'aide à la décision médicale

Le projet vise à formaliser les bases de connaissances pour l'aide au diagnostic et l'aide à la stratégie thérapeutique de l'hypertension artérielle. Le premier objectif est d'élaborer une base de connaissances pour représenter les recommandations de bonnes pratiques sous la forme d'une base de règles de décision. Il s'agit en particulier d'évaluer les difficultés que pose la traduction d'un texte de recommandations de bonnes pratiques en une base de connaissances structurée.

Question 1 : Aide au diagnostic

1.1 Principes de fonctionnement du système DXplain

DXplain est une interface graphique d'aide à la décision dans le domaine médical, qui prend en entrée une liste de symptômes pour retourner les maladies les plus probables en fonction des données fournies. Elle offre également la possibilité d'analyser ces données en temps réel et peut poser des questions supplémentaires à l'utilisateur afin de l'assister dans le processus de diagnostic et d'affiner les maladies probables.

1.2 Proposition de maquettes pour l'aide au diagnostic et à la prise en charge de l'hypertension artérielle

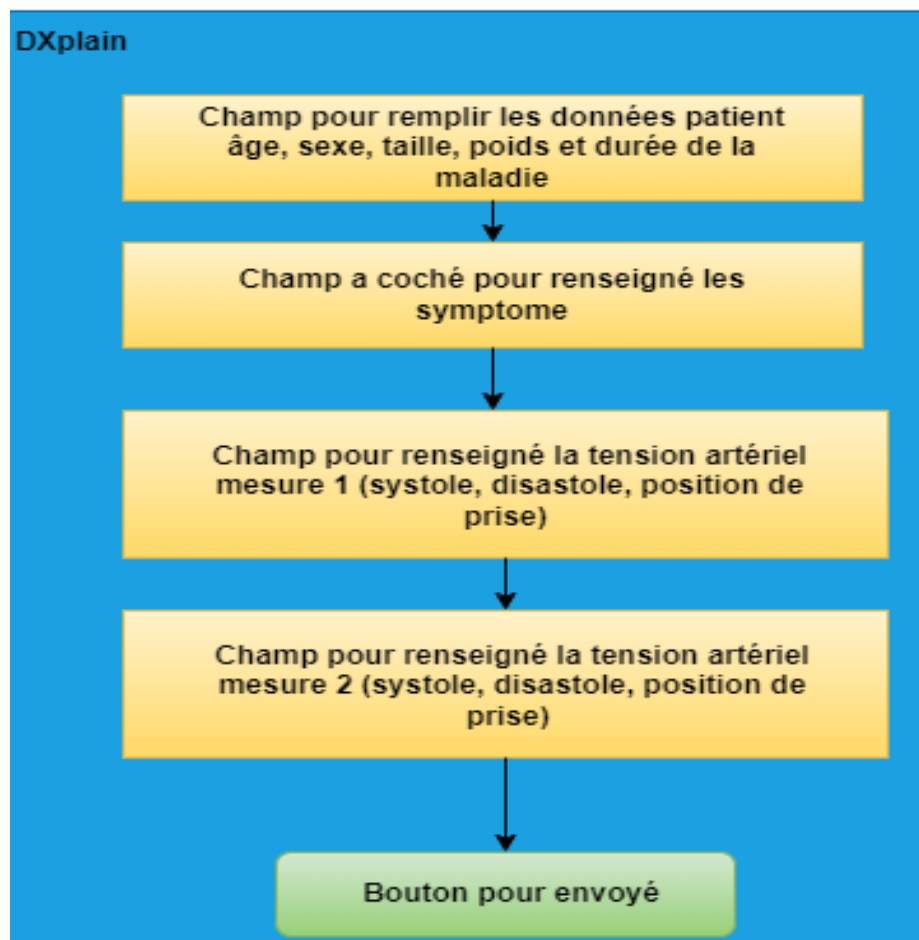
Afin de répondre à la problématique de l'aide au diagnostic, nous avons élaboré des maquettes s'inspirant du système DXplain. Ces maquettes suivent une logique progressive, allant de la collecte des données du patient à l'analyse des recommandations, jusqu'au suivi et à la collaboration médicale. Voici une description détaillée de chaque écran proposé :

1. Identification et collecte des données

La première étape dans le processus est la saisie des informations clés du patient, regroupées dans un écran dédié (voir Figure 1). Cet écran inclut :

- Un champ pour renseigner les données démographiques et cliniques principales : âge, sexe, taille, poids, durée de la maladie.
- Une section à cocher pour signaler les symptômes pertinents.
- Deux champs pour la saisie des mesures de la pression artérielle (systolique, diastolique) dans différentes conditions (position et temps de prise).
- Un bouton d'envoi permettant de valider et de transmettre les données pour analyse.

Schéma représentant l'identification et la collecte de données dans DXplain

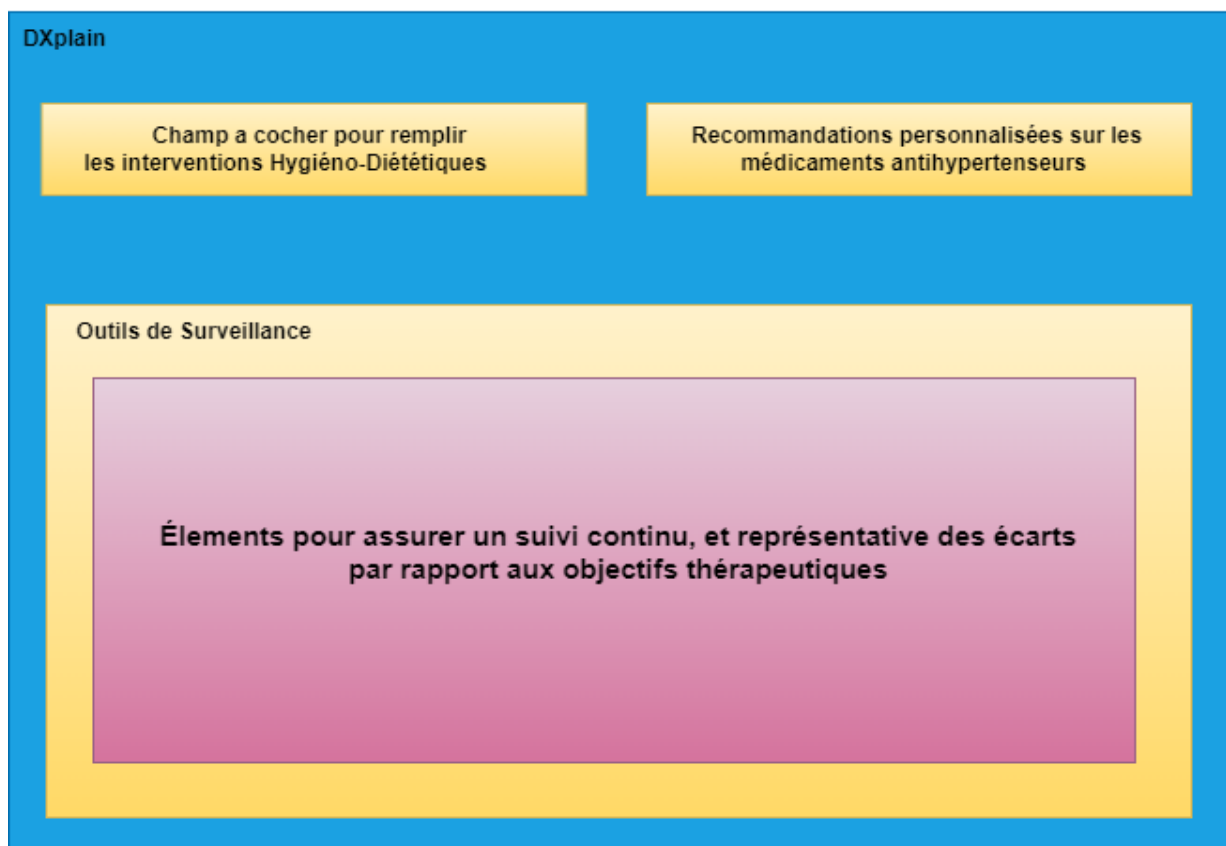


2. Analyse et recommandations personnalisées

Une fois les données collectées, l'écran suivant est dédié à l'analyse et à la suggestion de recommandations thérapeutiques (voir Figure 2). Ce module comprend :

- Une section à cocher pour définir les interventions hygiéno-diététiques à appliquer.
- Un espace de recommandations personnalisées portant sur les traitements pharmacologiques (médicaments antihypertenseurs selon les recommandations de la HAS, 2016).
- Un volet de suivi contenant des outils pour mesurer les écarts entre les objectifs thérapeutiques et les données cliniques.

Schéma représentant l'Analyse et les recommandations dans DXplain

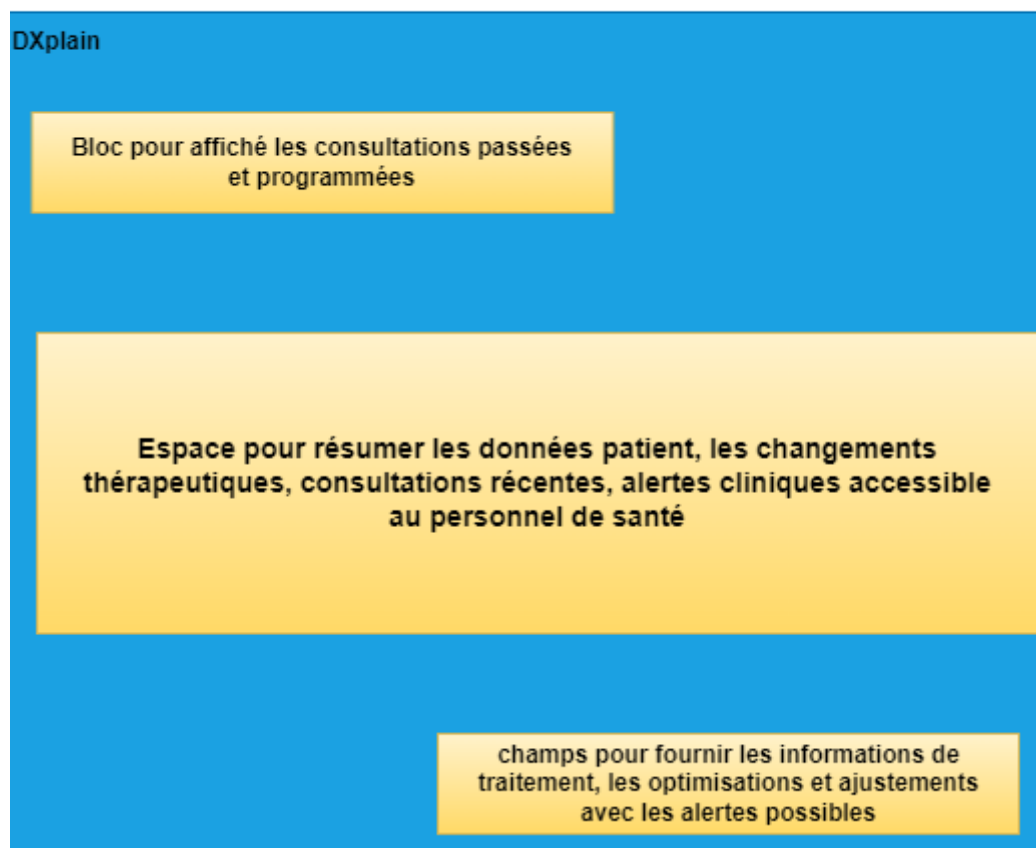


3. Suivi et collaboration

Enfin, la dernière étape met l'accent sur le suivi longitudinal du patient et la collaboration entre professionnels de santé (voir Figure 3). Cet écran propose :

- Un bloc récapitulatif des consultations passées et programmées.
- Un espace synthétique regroupant les données du patient, les changements thérapeutiques récents et les alertes cliniques importantes, accessibles à l'ensemble des intervenants.
- Un champ dédié aux optimisations thérapeutiques, ajustements nécessaires et alertes possibles pour assurer un traitement efficace et sécurisé.

Schéma représentant le Suivi et la collaboration dans DXplain



Conclusion

Ces maquettes visent à simuler un outil d'aide au diagnostic, inspiré de DXplain, appliqué spécifiquement au cas de l'hypertension artérielle. Elles intègrent les principes de collecte, d'analyse et de suivi, tout en respectant les recommandations actuelles de la HAS. Cette démarche facilite une prise en charge personnalisée et optimise le parcours de soins des patients atteints d'HTA.

Question 2 : Aide à la thérapeutique

Cette section vise à explorer les stratégies de prise en charge médicamenteuse d'un patient chez qui on vient de diagnostiquer une hypertension artérielle (confirmée), en s'appuyant sur les recommandations VidalRecos et des outils tels que ChatGPT. Le travail s'organise en plusieurs étapes, comprenant une analyse indépendante réalisée par les deux étudiants du binôme, suivie d'une consolidation des résultats. Voici la méthodologie adoptée pour chaque sous-question :

- 1) Analyse manuelle des recommandations VidalRecos (2.1) : Chaque étudiant identifie indépendamment les variables de décision et d'action pertinentes, puis les formalise sous forme de tableau. Ces analyses seront présentées séparément.
- 2) Utilisation de ChatGPT pour la tâche (2.2) : L'outil d'intelligence artificielle est utilisé pour accomplir la même tâche, avec un focus sur l'optimisation des prompts et la comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'analyse manuelle.
- 3) Consolidation des résultats et formalisation des règles SI-ALORS (2.3) : Les variables identifiées dans les étapes précédentes sont regroupées pour construire un ensemble consolidé de règles décisionnelles.
- 4) Travail collaboratif (2.4) : Les étudiants comparent leurs règles consolidées respectives et discutent des divergences ou des similarités pour aboutir à une version finale commune.

Les réponses des deux binômes seront présentées séparément pour les sous-questions 2.1, 2.2 et 2.3, suivies d'une synthèse et d'une discussion consolidée.

2.1 Analyse des recommandations VidalRecos

Réponses du binôme 1

Variables de Décision (SI)	Variables d'Action (ALORS)
Prise en charge initiale globale	
PA : PAS \geq 140 mmHg et/ou PAD \geq 90 mmHg	- Évaluation biologique initiale (créatininémie, bandelette urinaire, glycémie, bilan lipidique, ECG de repos).
	- Évaluation du risque cardiovasculaire global.
Stratégie selon le risque cardiovasculaire global	Risque cardiovasculaire faible (PA : 140-159/90-99 mmHg, sans FDR majeur)
	- Réévaluation tous les 3 à 6 mois.
Risque cardiovasculaire moyen (PA : 160-179/100-109 mmHg ou présence d'un FDR)	- Règles hygiéno-diététiques + traitement des facteurs de risque associés (tabac, dyslipidémie, etc.).
	- Réévaluation mensuelle pendant 3 à 6 mois.

Risque cardiovasculaire élevé (PA \geq 180/110 mmHg, \geq 2 FDR, atteinte organes cibles ou diabète)	- Mise en place immédiate d'un traitement antihypertenseur + mesures hygiéno-diététiques.
	- Réévaluation à 1 mois.
Suivi et ajustement thérapeutique	
PA < 140/90 mmHg et bonne tolérance	- Poursuite du traitement.
	- Suivi régulier avec 3-4 consultations par an.
PA \geq 140/90 mmHg et bonne tolérance	- Ajout d'un antihypertenseur de deuxième classe.
	- Réévaluation après 4 semaines.
PA < 140/90 mmHg mais mauvaise tolérance	- Changement de classe médicamenteuse.
PA \geq 140/90 mmHg après échec d'un traitement triple associant diurétique, IEC/ARA II et inhibiteur calcique	- Orientation vers un spécialiste pour une prise en charge de l'HTA résistante.
Prise en charge des causes secondaires d'HTA	
Suspicion d'HTA secondaire (ex. signes biologiques ou cliniques évocateurs : insuffisance rénale, hyperaldostéronisme, phéochromocytome, médicaments hypertensifs, etc.)	- Exploration et confirmation de la cause (bilan spécifique : imagerie, examens biologiques).
	- Traitement adapté à l'étiologie (ex. chirurgie pour phéochromocytome, arrêt d'un médicament inducteur).
Suivi long-terme	
PA stable (< 140/90 mmHg avec traitement)	- Surveillance annuelle avec évaluation tensionnelle et suivi biologique (glycémie, bilan lipidique, créatininémie, kaliémie).
Risque cardiovasculaire persistant ou élevé	- Intensification du suivi (consultations plus fréquentes, MAPA/automesure).

Modalités définies :

Pression Artérielle (PA) :

PA normale : PAS < 140 mmHg et PAD < 90 mmHg.

PA élevée : selon les seuils (Grade léger, modéré, sévère) définis dans le tableau de risque.

Risque cardiovasculaire global :

Facteurs : âge, sexe, antécédents familiaux, diabète, tabagisme, dyslipidémie, atteintes organes cibles.

Traitements médicamenteux recommandés :

Classes principales : Diurétiques thiazidiques, IEC, ARA II, inhibiteurs calciques, bêtabloquants (en fonction des spécificités cliniques).

Prise en charge spécifique :

Causes secondaires (phéochromocytome, HTA rénale, etc.).

HTA résistante ou associée à des comorbidités complexes.

Réponse du binôme 2

Variables de décisions et description

Variables de décision	Description
PAS \geq 140 mmHg ou PAD \geq 90 mmHg sur 3 mesures sur une période de 3 à 6 mois	Hypertension artérielle diagnostiquée
Dépassement de la dose de sel recommandée	Consommation de sel excessive
Pression artérielle > 110/70 mmHg	Suspicion de pathologies secondaires liées à l'HTA
PAS entre 130-139 mmHg et PAD < 90 mmHg	HTA limite avec risque cardiovasculaire
Evaluation initiale pour HTA	Prescriptions nécessaires pour établir un bilan
Homme > 50 ans, femme > 60 ans, ou présence de FDR (antécédents familiaux, habitude, comorbidité)	Facteur de risque cardiovasculaire identifié
Hypertrophie ventriculaire gauche, microalbuminurie, DFG < 60 ml/min	Atteinte d'un organe cible
Absence de facteur de risque	Risque faible
1 à 2 FDR, avec PAS 140-159 mmHg ou PAD 90-99 mmHg	Risque moyen
2 FDR, atteinte d'organe cible, ou diabète, avec PAS 160-179 mmHg ou PAD 100-109 mmHg	Risque élevé
Maladie cardiovasculaire/rénale établie, ou PAS \geq 180 mmHg, ou PAD \geq 110 mmHg	Risque très élevé
Insuffisance rénale	Limitation d'utilisation des diurétiques
Insuffisance cardiaque ou post-infarctus	Utilisation de bêtabloquants spécifiques
Cardiopathie ischémique sans nécrose ou insuffisance cardiaque	Utilisation ciblée de certains bêtabloquants
Bradycardie, bloc AV 2e ou 3e degré, asthme/BPCO	Contre-indication des bêtabloquants
Traitement chez sujet âgé	Nécessité d'adapter les doses
HTA résistante	Évaluation de la dénervation rénale

Variables d'action et description

Variables d'action	Description
Hypertension artérielle diagnostiquée	Nécessite une prise en charge spécifique
Réduction de la consommation de sel	Intervention diététique en cas de dépassement
Suivi des organes (reins, cœur, cerveau)	Évaluer les atteintes secondaires potentielles

Prise en charge des facteurs de risque associés	Règles hygiéno-diététiques et réévaluation périodique
Prescription d'examens	Créatininémie, bandelette urinaire, ECG
Identifier les facteurs de risque	Analyser les antécédents et le mode de vie
Identifier l'atteinte d'un organe cible	Diagnostic approfondi
Conseils hygiéno-diététiques	Réduction du poids, sel, alcool ; favoriser légumes et activité physique
Association médicamenteuse ou adaptation	Utiliser des combinaisons en cas de non-atteinte des objectifs
Surveillance stricte	Ajuster les traitements en fonction de la tolérance et des résultats
Privilégier certains médicaments	Ajuster en fonction des comorbidités
Contre-indications	Exclusion de certains traitements inadéquats
Réduction des risques	Impact attendu sur AVC, infarctus, insuffisance cardiaque
Stratégies avancées	Examen des options comme la dénervation rénale

2.2 Utilisation de ChatGPT

Réponse du binôme 1

Prompt : « En te basant sur les recommandations de VidalRecos sur la prise en charge de l'hypertension artérielle (HTA). Identifie les variables de décision ("SI") qui caractérisent les situations cliniques, ainsi que les variables d'action ("ALORS") qui correspondent aux prises en charge thérapeutiques recommandées. Inclue les prises en charge initiales, ultérieures et les stratégies médicamenteuses (en excluant les mesures hygiéno-diététiques). Formate les informations dans un tableau clair, où chaque ligne associe une variable de décision à une ou plusieurs variables d'action. Utilise des formulations concises et précises. Définis les modalités des variables également. (En excluant le cas de la grossesse).

Variable de décision (SI)	Modalité	Variable d'action (ALORS)	Modalité
HTA confirmée après mesures répétées	PAS \geq 140 mmHg et/ou PAD \geq 90 mmHg	Initiation d'un traitement antihypertenseur	Choisir un médicament parmi les classes recommandées (diurétiques, bêtabloquants, inhibiteurs calciques, IEC, ARA II)
HTA sévère sans souffrance viscérale	PAS > 180 mmHg et/ou PAD > 110 mmHg, sans atteinte d'organe cible	Surveillance rapprochée	Mesure de la PA après quelques heures ; réévaluation clinique
HTA sévère avec souffrance viscérale	PAS > 180 mmHg et/ou PAD > 110 mmHg, avec atteinte d'organe cible	Hospitalisation en urgence	Surveillance continue ; traitement antihypertenseur injectable adapté à la situation clinique

Déficit neurologique aigu	Signes d'AVC ou d'encéphalopathie hypertensive	Baisse prudente de la PA	Réduction de la PAS < 15 % ; éviter une baisse rapide pour prévenir l'ischémie cérébrale
Défaillance cardiaque	Signes d'insuffisance cardiaque aiguë	Administration de dérivés nitrés injectables	Associés à un diurétique de l'anse ou un autre antihypertenseur injectable selon la situation
Signes de dissection aortique aiguë	Douleur thoracique aiguë, asymétrie tensionnelle, souffle diastolique	Baisse rapide de la PA et de la fréquence cardiaque	Utilisation de bêtabloquants injectables ; transfert en chirurgie vasculaire
HTA maligne ou accélérée	HTA sévère avec rétinopathie de stade 3 ou 4, hémolyse, insuffisance rénale rapide	Baisse tensionnelle rapide en milieu hospitalier	Surveillance intensive ; traitement antihypertenseur adapté
HTA résistante aux traitements standards	PA non contrôlée malgré l'utilisation de trois antihypertenseurs de classes différentes	Évaluation approfondie et ajustement thérapeutique	Recherche de causes secondaires ; optimisation du traitement médicamenteux ; considération d'associations médicamenteuses
HTA secondaire suspectée	Indices cliniques ou biologiques suggérant une cause secondaire (ex. : hyperaldostéronisme)	Investigations complémentaires et traitement étiologique	Bilan hormonal, imagerie ; traitement spécifique de la cause identifiée
HTA avec insuffisance rénale	Diminution du débit de filtration glomérulaire, protéinurie	Adaptation du traitement antihypertenseur	Privilégier les IEC ou ARA II ; ajuster les doses en fonction de la fonction rénale ; éviter les néphrotoxiques
HTA avec anomalies cardiaques	Présence de cardiopathie ischémique, hypertrophie ventriculaire gauche	Choix d'antihypertenseurs bénéfiques pour le cœur	Bêtabloquants, inhibiteurs calciques, IEC ou ARA II selon la pathologie cardiaque associée
HTA chez le sujet âgé de plus de 80 ans	Âge > 80 ans	Objectifs tensionnels adaptés et surveillance accrue	PAS cible entre 140 et 150 mmHg ; attention aux risques d'hypotension

			orthostatique ; surveillance de la fonction rénale et des électrolytes
HTA avec troubles cognitifs	Déclin cognitif associé à l'HTA	Surveillance de l'observance thérapeutique et adaptation du traitement	Implication des aidants ; simplification du schéma thérapeutique ; surveillance des effets indésirables
HTA avec diabète	Association d'HTA et de diabète	Choix d'antihypertenseurs protecteurs rénaux et cardiaques	IEC ou ARA II en première intention ; surveillance de la glycémie et de la fonction rénale
HTA avec hyperlipidémie	Association d'HTA et d'hypercholestérolémie	Traitement combiné de l'HTA et de la dyslipidémie	Statines en association avec les antihypertenseurs ; surveillance des lipides sanguins
HTA avec syndrome d'apnées- hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS)	Présence de SAHOS diagnostiqué	Traitement du SAHOS et ajustement de la thérapie antihypertensive	Pression positive continue (PPC) ; choix d'antihypertenseurs sans effet sédatif ; surveillance de l'efficacité du traitement du SAHOS
HTA avec consommation excessive d'alcool ou de substances hypertensives	Antécédents de consommation d'alcool, de réglisse, de médicaments ou de substances hypertensives	Réduction ou arrêt de la consommation incriminée et ajustement du traitement antihypertenseur	Conseil en sevrage ; surveillance de la PA après modification des habitudes ; adaptation du traitement en fonction de la réponse tensionnelle
HTA avec mauvaise observance thérapeutique	Non-adhésion au traitement prescrit	Éducation thérapeutique et simplification du schéma posologique	Explication des risques liés à l'HTA non contrôlée ; utilisation de combinaisons fixes pour réduire le nombre de comprimés ; suivi régulier pour encourager l'observance

Comparaison des variables de décision et variables d'action réalisées de façon manuelle à la question précédente (2.1) à celles produites par ChatGPT (question 2.2). Et Commentaire des résultats par le binôme 1.

Les deux tableaux présentent des points de convergence et de divergence intéressants :

- Convergences :
 - Les deux tableaux identifient des seuils de pression artérielle (PA) pour définir les variables de décision et proposent une escalade thérapeutique basée sur les niveaux de risque cardiovasculaire.
 - Les actions recommandées incluent des étapes progressives, allant de l'évaluation initiale à la gestion des résistances thérapeutiques, en passant par le suivi.
 - L'accent est mis dans les deux cas sur l'identification des causes secondaires, le traitement ciblé et la surveillance à long terme.
- Divergences :
 - Mon tableau manuel inclut plus de détails sur l'évaluation initiale (par exemple, créatininémie, glycémie, ECG de repos) et segmente plus finement les niveaux de risque cardiovasculaire (faible, moyen, élevé), avec des actions adaptées pour chaque niveau.
 - ChatGPT a proposé des recommandations plus générales sur certaines étapes, comme la gestion des seuils intermédiaires de PA, mais a inclus des variables spécifiques comme la tolérance aux traitements.
 - Le tableau manuel détaille davantage les actions à long terme, comme la fréquence des consultations ou l'utilisation de la MAPA et de l'automesure.
 - L'aspect de la mauvaise tolérance au traitement est présent dans mon tableau, mais absent ou implicite dans celui de ChatGPT.

En conclusion, les deux approches sont complémentaires. Mon tableau manuel se concentre davantage sur les étapes pratiques détaillées, tandis que celui de ChatGPT offre une vision structurée et adaptable mais moins précise sur certains points.

Réponse du binôme 2

Pour utiliser ChatGPT afin de répondre à la question, nous allons procéder à une optimisation du prompt engineering afin d'améliorer la qualité des résultats obtenus. Nous commencerons par lui attribuer un rôle spécifique, celui d'un "docteur en informatique médicale", afin de contextualiser ses réponses.

Ensuite, nous définirons clairement sa mission : analyser les recommandations issues du document VidalRecos sur l'HTA, que nous lui transmettrons progressivement, partie par partie (chunk par chunk). Nous lui préciserons également qu'un mot-clé spécifique lui indiquera que tous les morceaux ont été envoyés, à partir duquel il devra commencer son analyse et exécuter sa mission.

Nous ajouterons une règle stricte : ChatGPT devra se baser uniquement sur les informations contenues dans les morceaux fournis, sans inventer ou extrapoler des données non présentes dans ces contenus.

Ce prompt attribue à ChatGPT un rôle, une mission claire, et un contexte précis, tout en intégrant des règles qui cadrent ses réponses. Cette démarche contribue à maximiser la pertinence et la qualité des résultats générés.

Résultat fournis par chatGPT :

Critère Patient	Modalité/Détails
Pression artérielle	Mesure de la pression artérielle (tension systolique et diastolique), déterminant principal de l'HTA (absence/présence)
Facteurs de risque cardiovasculaire	Présence de 3 facteurs de risque associés : diabète, hyperlipidémie, antécédents familiaux de maladies cardiovasculaires.
Cholestérol	Cholestérol normal à modéré ou élevé sans maladie coronaire avérée, en lien avec le risque cardiovasculaire global.
Comorbidités associées	HTA difficilement contrôlable avec comorbidités ou polymédication (ex. : insuffisance rénale, diabète, AVC antérieur).
Insuffisance rénale	Présence d'insuffisance rénale avec un débit de filtration glomérulaire (DFG) < 60 ml/min/1,73 m ² .
Phase de la maladie	Complications cardiovasculaires ou rénales présentes ou absentes (ex. : infarctus, AVC, insuffisance rénale).
Âge et tolérance aux médicaments	Risque d'effets indésirables médicamenteux, en particulier chez les sujets âgés (ex. : hypotension orthostatique).
Antécédents d'AVC ou d'angio-œdème	Antécédents d'événements indésirables liés aux traitements antihypertenseurs (ex. : AVC, angio-œdème).

Critère de Prise en charge	Modalité/Détails
Médicaments antihypertenseurs	Utilisation de diurétiques, bêtabloquants, inhibiteurs de l'ACE, antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II, et bloqueurs calciques.
Amlodipine + Atorvastatine	Prévention des événements cardiovasculaires chez les patients avec 3 facteurs de risque (cholestérol normal à modéré, sans maladie coronaire avérée).
Antihypertenseurs centraux	Clonidine, moxonidine ou rilménidine utilisés lorsque d'autres traitements échouent ou en cas d'effets indésirables avec d'autres médicaments.
Alpha-bloquants et vasodilatateurs	Doxazosine, minoxidil, prazosine en cas d'échec des autres traitements, avec attention aux effets secondaires comme l'hypotension orthostatique.
Associations fixes de 3 antihypertenseurs	Médicaments tels qu'Exforge HCT (amlodipine, hydrochlorothiazide, valsartan) ou Triplixam (amlodipine, indapamide, périndopril) pour la trithérapie en cas de besoin d'ajustements fréquents.
Contre-indication de certains médicaments	Olmésartan et Aliskiren sont contre-indiqués chez les patients à risque élevé de complications graves (ex. : entéropathie, événements indésirables cardiovasculaires).
Traitements non médicamenteux	Réduction de poids, diminution de la consommation de sel, exercice physique, limitation de l'alcool et du tabac, régime alimentaire DASH (approche diététique pour l'HTA).
Dénervation rénale	Procédure envisagée pour les patients résistants aux médicaments, à utiliser après échec des traitements conventionnels.

Comparaison des variables de décision et variables d'action réalisées de façon manuelle à la question précédente (2.1) à celles produites par ChatGPT (question 2.2). Et Commentaire des résultats par le binôme 2.

La version proposée par ChatGPT est plus complète et apporte des détails supplémentaires en lien avec le contexte, tandis que ma version est mieux structurée et plus claire pour une présentation synthétique. Les deux travaux peuvent se compléter efficacement.

2.3 Consolidation des résultats et formalisation des règles SI-ALORS (2.3)

Réponse du binôme 1

Après consolidation des informations issues des deux tableaux, voici les variables finales :

- **Variables de décision ("SI") :**
 - PA mesurée : $PAS \geq 140$ mmHg et/ou $PAD \geq 90$ mmHg.
 - Niveau de risque cardiovasculaire : faible, moyen, élevé (défini par PA, FDR, atteinte d'organes cibles, diabète).
 - Tolérance au traitement : bonne ou mauvaise.
 - Résultat de la prise en charge : $PA < 140/90$ mmHg ou $PA \geq 140/90$ mmHg.
 - Résistance au traitement : échec après une trithérapie (diurétique, IEC/ARA II, inhibiteur calcique).
 - Présence d'une HTA secondaire : signes cliniques ou biologiques évocateurs (insuffisance rénale, hyperaldostéronisme, etc.).
 - Suivi tensionnel : PA stable ($< 140/90$ mmHg avec traitement) ou PA persistante.
- **Variables d'action ("ALORS") :**
 - Évaluation initiale : examens biologiques (créatininémie, glycémie, bilan lipidique), ECG de repos.
 - Surveillance : réévaluation à 1 mois, 3-6 mois ou annuelle selon les cas.
 - Ajustement thérapeutique : ajout d'un antihypertenseur, changement de classe, ou orientation spécialisée.
 - Traitement initial : initiation d'un antihypertenseur selon classe recommandée.
 - Exploration des causes secondaires : bilan étiologique (biologie, imagerie) et traitement spécifique.
 - Gestion du risque cardiovasculaire : intensification du suivi (MAPA/automesure), traitement des FDR associés.

3. Règles SI-ALORS consolidées

1. **SI** (PA \geq 140/90 mmHg)
ET (Risque cardiovasculaire faible)
ALORS Réévaluation tous les 3 à 6 mois.
2. **SI** (PA \geq 140/90 mmHg)
ET (Risque cardiovasculaire moyen)
ALORS Règles hygiéno-diététiques + traitement des FDR associés + Réévaluation mensuelle pendant 3 à 6 mois.
3. **SI** (PA \geq 180/110 mmHg)
ET (Risque cardiovasculaire élevé ou atteinte d'organes cibles)
ALORS Initiation immédiate d'un traitement antihypertenseur + Réévaluation à 1 mois.
4. **SI** (PA \geq 140/90 mmHg après échec d'une trithérapie)
ALORS Orientation vers un spécialiste pour prise en charge de l'HTA résistante.
5. **SI** (HTA secondaire suspectée)
ALORS Réalisation d'un bilan étiologique (imagerie, biologie) et traitement adapté à la cause.
6. **SI** (PA < 140/90 mmHg avec traitement)
ET (Bonne tolérance)
ALORS Surveillance annuelle.
7. **SI** (PA < 140/90 mmHg)
ET (Mauvaise tolérance au traitement)
ALORS Modification de la classe médicamenteuse.
8. **SI** (PA persistante \geq 140/90 mmHg)
ET (Risque cardiovasculaire élevé persistant)
ALORS Intensification du suivi avec consultations rapprochées et automesure (ou MAPA).

Réponse du binôme 2

En analysant les travaux fait par un humain et une IA, j'ai pu obtenir le modele suivant :

Conditions (SI)	Actions (ALORS)
SI (PAS \geq 140 mmHg ou PAD \geq 90 mmHg sur 3 mesures sur 3-6 mois) ET (Présence de 3 facteurs de risque cardiovasculaire)	Prescription d'antihypertenseurs, et suivi des organes (reins, cœur, cerveau), et conseils hygiéno-diététiques (réduction sel, activité physique, poids).
SI (PAS entre 130-139 mmHg ET PAD < 90 mmHg) ET (Facteurs de risque cardiovasculaires identifiés ou comorbidités présentes)	Prescription d'antihypertenseurs, et suivi des organes cibles (ECG, DFG, créatininémie), et ajustement thérapeutique basé sur tolérance et résultats cliniques.
SI (PAS \geq 160 mmHg ou PAD \geq 100 mmHg) ET (Atteinte d'un organe cible ou diabète)	Prescription de trithérapie antihypertensive (comme Exforge HCT, Triplixam), et surveillance stricte des effets secondaires, et ajustement des doses selon tolérance.
SI (Insuffisance rénale avec DFG < 60 ml/min/1,73 m ²)	Limitation des diurétiques, suivi rénal strict (DFG, créatininémie), et ajustement thérapeutique.
SI (HTA résistante)	Évaluation de la dénervation rénale, et prescription d'antihypertenseurs centraux ou combinaisons fixes (trithérapie) avec surveillance stricte.

SI (Présence d'insuffisance cardiaque ou post-infarctus)	Prescription spécifique de bêtabloquants adaptés (comme bisoprolol, carvedilol), et ajustement des doses en fonction des comorbidités.
SI (Âge avancé avec tolérance réduite)	Adaptation des doses de médicaments, et surveillance des effets secondaires (hypotension orthostatique, fatigue), et suivi régulier.
SI (Suspicion de pathologies secondaires liée à une pression artérielle > 110/70 mmHg)	Réalisation d'examens complémentaires (créatininémie, échographie rénale, dosage hormonal), et ajustement thérapeutique en fonction des résultats.
SI (Présence de contre-indications spécifiques, ex. : Olmésartan, Aliskiren, bêtabloquants en cas d'asthme)	Éviction des médicaments contre-indiqués, et remplacement par des alternatives appropriées (ex. : alpha-bloquants ou antihypertenseurs centraux).
SI (Cholestérol élevé sans maladie coronaire avérée) ET (3 facteurs de risque cardiovasculaire)	Prescription d'amlodipine et atorvastatine pour prévention cardiovasculaire, avec suivi lipidique.
SI (Hypertrophie ventriculaire gauche, microalbuminurie, ou autres atteintes d'organes cibles)	Surveillance du cœur, du cerveau et des reins, et ajustement des traitements antihypertenseurs, ainsi que conseils hygiéno-diététiques renforcés.
SI (Phase de complications cardiovasculaires ou rénales avancées, ex. infarctus, AVC)	Mise en œuvre de stratégies avancées (comme trithérapie, suivi intensif), avec suivi clinique rapproché pour évaluer efficacité et tolérance des traitements.
SI (Pas d'atteinte d'organes cibles et absence de facteurs de risque cardiovasculaires)	Privilégier une approche non pharmacologique (régime DASH, activité physique régulière, réduction du sel) avec suivi à moyen terme pour évaluer progression.

3.2 Travail collaboratif (2.4)

Modèle consolidé d'aide à la décision basé sur nos deux travaux et les informations issues de VidalRecos.

Règles consolidées SI-ALORS

Règle 1 : SI (PA \geq 140/90 mmHg) ET (Risque cardiovasculaire faible)

ALORS Réévaluation tous les 3 à 6 mois.

Règle 2 : SI (PA \geq 140/90 mmHg) ET (Risque cardiovasculaire moyen)

ALORS Règles hygiéno-diététiques + traitement des facteurs de risque associés + Réévaluation mensuelle pendant 3 à 6 mois.

Règle 3 : SI (PA \geq 160/100 mmHg) ET (Atteinte d'un organe cible ou diabète)

ALORS Prescription d'une bithérapie ou trithérapie antihypertensive (par exemple, IEC + diurétique thiazidique ou inhibiteur calcique).

Règle 4 : SI (PA \geq 180/110 mmHg) ET (Risque cardiovasculaire élevé ou atteinte d'organes cibles)

ALORS Initiation immédiate d'un traitement antihypertenseur + Réévaluation à 1 mois.

Règle 5 : SI (Insuffisance rénale avec DFG < 60 ml/min/1,73 m²)

ALORS Limitation des diurétiques thiazidiques, surveillance rénale stricte (kaliémie, créatininémie), et remplacement par des diurétiques de l'anse si nécessaire.

Règle 6 : SI (PA < 140/90 mmHg sous traitement) ET (Bonne tolérance)
ALORS Surveillance annuelle.

Règle 7 : SI (PA < 140/90 mmHg) ET (Mauvaise tolérance au traitement, ex. toux sous IEC)
ALORS Modification de la classe médicamenteuse (remplacement des IEC par ARA II).

Règle 8 : SI (PA ≥ 140/90 mmHg après échec d'une trithérapie)
ALORS Orientation vers un spécialiste pour prise en charge de l'HTA résistante.

Règle 9 : SI (Phase de complications cardiovasculaires ou rénales avancées, ex. infarctus, AVC)
ALORS Mise en œuvre de stratégies avancées (trithérapie, suivi intensif) avec suivi clinique rapproché.

Règle 10 : SI (Suspicion d'HTA secondaire, ex. hyperaldostérionisme primaire)
ALORS Réalisation d'un bilan étiologique (imagerie, biologie) et traitement adapté à la cause.

Règle 11 : SI (Présence de contre-indications spécifiques, ex. bêtabloquants en cas d'asthme)
ALORS Éviction des médicaments contre-indiqués et prescription d'alternatives (ex. inhibiteurs calciques).

Discussion des différences entre les deux travaux :

Les deux travaux présentent des approches complémentaires pour structurer un modèle d'aide à la décision dans la prise en charge de l'HTA.

Structure et niveau de détail :

- Le premier travail est orienté vers des règles spécifiques et une structure simple SI-ALORS, ce qui facilite leur application clinique. Il propose des scénarios cliniques généraux mais manque de détails pour des situations complexes.
- Le second travail introduit des critères plus précis, notamment en lien avec les comorbidités (diabète, insuffisance rénale) et les ajustements thérapeutiques spécifiques. Cela enrichit le cadre des recommandations.

Spécificité des recommandations :

- Le premier travail met l'accent sur des objectifs de suivi et des ajustements globaux (par exemple, intensification du suivi en cas de PA persistante).
- Le second travail intègre des suggestions précises pour des traitements spécifiques, comme l'utilisation de classes thérapeutiques adaptées (ex. bêtabloquants post-infarctus).

Approche contextuelle :

- Le premier travail est plus axé sur la gestion initiale de l'HTA (évaluation du risque, suivi régulier).
- Le second inclut des cas particuliers, comme les contre-indications, l'HTA résistante, ou les complications sévères.

2.5 Cohérence entre la base de règles consolidée, les recommandations HAS 2016 et l'arbre décisionnel VIDAL : Analyse comparative et discussion

Points de convergence

1. Objectifs de pression artérielle :

- Les deux sources visent un contrôle tensionnel à < 140/90 mmHg, avec des ajustements spécifiques pour les patients âgés (>80 ans dans l'algorithme HAS, où la cible est <150 mmHg).
- L'utilisation de l'automesure (AMT) et la MAPA pour confirmer le diagnostic sont également communes.

2. Mesures hygiéno-diététiques :

- Réduction du sel, de l'alcool, gestion du poids et augmentation de l'activité physique figurent comme premières étapes de prise en charge.

3. Choix thérapeutique :

- Monothérapie initiale avec IEC, ARA II, inhibiteurs calciques ou diurétiques thiazidiques en première ligne, suivie de bithérapie et trithérapie en cas de non-contrôle.

4. Surveillance régulière :

- Consultation mensuelle au début jusqu'à stabilisation, puis espacée tous les 3 à 6 mois selon les deux algorithmes.

Différences notables

1. Prise en compte de l'HTA compliquée :

- L'algorithme de la HAS mentionne des conditions nécessitant un avis spécialisé (par exemple, HTA sévère >180/110 mmHg d'emblée, HTA avec hypokaliémie, ou avant 30 ans). Cela est moins explicite dans les recommandations Vidal, bien que des sous-groupes particuliers soient mentionnés (HTA secondaire, HTA résistante).

2. Critères de diagnostic et confirmation :

- La HAS spécifie que l'HTA est confirmée par MAPA ou AMT avec une moyenne diurne PAS \geq 135 mmHg ou PAD \geq 85 mmHg, tandis que Vidal reste sur les mesures classiques \geq 140/90 mmHg, même si l'AMT/MAPA est mentionnée.

3. Gestion spécifique des cibles :

- La HAS fixe des cibles tensionnelles spécifiques selon les profils (âge, comorbidités), par exemple <145 mmHg pour les >80 ans en MAPA diurne. Vidal reste général à <140/90 mmHg.

4. Bêtabloquants :

- La HAS les place explicitement en second choix, notamment en raison de leur moindre efficacité sur les AVC. Vidal est moins catégorique, mais mentionne des controverses similaires.

5. Plan de soins structuré :

- L'algorithme HAS détaille clairement un plan de soins progressif sur 0-6 mois, puis au-delà, avec des étapes définies pour surveillance biologique (tous les 1-2 ans), ECG (tous les 3-5 ans) et contrôle des interactions médicamenteuses. Vidal évoque ces éléments mais sans structuration aussi rigoureuse.

6. Intensification thérapeutique :

- L'algorithme HAS recommande une transition claire entre mono-, bi- et trithérapie, avec une réévaluation de la cause si non-contrôle malgré une trithérapie. Cela semble implicite dans Vidal mais sans arbre décisionnel aussi précis.

Discussion

Les recommandations HAS offrent une structuration plus claire et détaillée, particulièrement utile pour uniformiser la prise en charge. Elles insistent sur l'importance d'une approche personnalisée selon les comorbidités et l'âge, ainsi que sur le suivi strict et les plans de soins à étapes.

Vidal fournit une approche généraliste efficace, mais pourrait bénéficier d'une structuration similaire à la HAS, notamment pour les algorithmes décisionnels. Notre modèle consolidé semble aligné sur Vidal mais gagnerait à intégrer les étapes progressives et les spécificités d'ajustement décrites par la HAS pour être pleinement conforme.

2.6 Résolution des cas cliniques selon la base de règles consolidée

Cas clinique 1

Nous avons ici un patient de 68 ans, fumeur, en léger surpoids (IMC = 28), présentant une insuffisance rénale modérée avec un DFG mesuré à 72 ml/min. L'hypertension artérielle confirmée est de 95-165 mmHg, tandis que les autres paramètres cliniques sont normaux. Selon les recommandations de notre modèle consolidé, la présence d'une pression artérielle supérieure à 160/100 mmHg et l'atteinte d'un organe cible (ici, l'insuffisance rénale) justifient l'instauration immédiate d'un traitement antihypertenseur sous forme d'une bithérapie. Toutefois, compte tenu de l'absence de complications graves, il est pertinent de débiter par un IEC seul pour ses propriétés antihypertensives et néphroprotectrices. En parallèle, des mesures hygiéno-diététiques (réduction du sel, gestion du poids, arrêt du tabac) sont essentielles pour réduire les facteurs de risque cardiovasculaire. Une surveillance régulière de la créatininémie et de la kaliémie s'impose pour ajuster le traitement et éviter des effets secondaires liés à l'insuffisance rénale. Cette approche respecte parfaitement les principes énoncés dans la Règle 3 de notre modèle consolidé.

Cas clinique 2

Un mois après l'instauration d'un IEC, ce patient présente une toux sèche persistante sans autre signe clinique associé, ce qui évoque une intolérance au traitement. Dans cette situation, notre modèle recommande explicitement le remplacement des IEC par un antagoniste des récepteurs de l'angiotensine II (ARA II), une alternative qui conserve les avantages néphroprotecteurs tout en étant mieux tolérée. Les mesures hygiéno-diététiques doivent être poursuivies, et la surveillance biologique régulière (créatininémie, kaliémie) reste une priorité. Ce changement est en parfaite adéquation avec la Règle 7, qui stipule la modification de la classe thérapeutique en cas de mauvaise tolérance, comme la toux observée ici.

Cas clinique 3

Trois ans après, le même patient présente une hypertension non contrôlée avec des mesures de pression artérielle à 95-158 mmHg malgré une monothérapie par ARA II. Par ailleurs, le tableau clinique a évolué avec l'apparition d'un diabète (HbA1c à 8,5 %), un IMC qui atteint 31 (obésité), et une insuffisance rénale sévère avec un DFG chuté à 28 ml/min. Face à cette situation, notre modèle consolidé propose une intensification du traitement antihypertenseur, passant d'une monothérapie à une bithérapie ou trithérapie. L'association d'un ARA II et d'un diurétique de l'anse, comme le furosémide, est recommandée. En cas de nécessité, un inhibiteur calcique peut être ajouté pour atteindre le contrôle tensionnel. La surveillance régulière de la fonction rénale reste cruciale, en accord avec la Règle 5 qui priorise les diurétiques de l'anse dans ce contexte de DFG réduit.

En ce qui concerne le diabète, une HbA1c supérieure à 8 % et un DFG < 30 ml/min limitent considérablement les options thérapeutiques. La metformine étant contre-indiquée, il est préférable d'initier une insulinothérapie, adaptée à la fonction rénale du patient. Un inhibiteur de la DPP-4, comme la sitagliptine, peut être ajouté à dose ajustée pour améliorer le contrôle glycémique. La prise en charge doit également inclure un suivi multidisciplinaire impliquant un néphrologue, un endocrinologue et un diététicien pour gérer les risques hypoglycémiques et les complications métaboliques. Cette stratégie respecte à la fois les recommandations HAS sur le diabète et les principes de notre modèle consolidé.

Analyse et sécurisation de l'ordonnance à l'aide de Thériaque

L'analyse de l'ordonnance du patient, réalisée à l'aide de la plateforme Thériaque, a permis d'identifier une contre-indication importante. L'ordonnance inclut deux médicaments : le Captopril 25 mg (deux fois par jour) et le Kardegic 75 mg (une fois par jour). Cependant, le profil du patient, qui présente une insuffisance rénale chronique, n'est pas compatible avec l'utilisation du Kardegic 75 mg. Ce médicament est contre-indiqué en raison de son potentiel effet délétère sur la fonction rénale. Par conséquent, il est nécessaire de remplacer le Kardegic par une alternative mieux adaptée à l'état du patient.

Thériaque a également signalé des mises en garde générales pour le Kardegic, notamment en cas d'hypertension artérielle non contrôlée ou d'insuffisance rénale chronique. Ces avertissements confirment la nécessité d'une vigilance accrue dans ce type de situation clinique.

Concernant le Captopril 25 mg, bien qu'il ne soit pas formellement contre-indiqué, il exige des précautions particulières chez les patients souffrant d'insuffisance rénale. Ce médicament doit être utilisé avec prudence, notamment dans des contextes tels que l'hypertension artérielle rénovasculaire ou en présence d'une insuffisance rénale sévère à modérée. Une surveillance étroite

de la fonction rénale et des paramètres biologiques du patient, comme la créatininémie et la kaliémie, est donc impérative lors de son utilisation.

En conclusion, cette ordonnance n'est pas pleinement adaptée au profil du patient et peut présenter un danger si elle est maintenue telle quelle. Les alertes générées par Thériaque se révèlent justifiées et cohérentes avec les recommandations de bonne pratique. Cet outil permet de créer un profil patient précis et d'évaluer les interactions et les contre-indications possibles des médicaments prescrits. En identifiant les incompatibilités et en signalant les précautions à prendre, Thériaque joue un rôle essentiel dans la sécurisation des prescriptions, aidant ainsi les professionnels de santé à éviter les erreurs médicamenteuses et à réduire le risque de complications.

2.7 Comparaison des traitements issus de la base de règles consolidée et des recommandations ASTI

Pour les trois cas cliniques, les traitements identifiés à partir de notre base de règles consolidée ont été comparés avec les recommandations générées par le système ASTI, qui s'appuie sur une interprétation structurée des recommandations HAS de 2005.

Dans le premier cas clinique, ASTI considère que le patient présente un risque cardiovasculaire moyen, en raison de deux facteurs de risque associés à son hypertension artérielle : le tabagisme et l'âge. Le système propose comme traitement initial un choix parmi les cinq classes d'antihypertenseurs principales (IEC, bêtabloquants, diurétiques thiazidiques, inhibiteurs calciques ou ARA II), accompagné de mesures hygiéno-diététiques. Cette proposition est globalement cohérente avec notre base de règles, qui recommande également un IEC associé à des mesures hygiéno-diététiques. Cependant, notre base met davantage l'accent sur la surveillance biologique régulière (créatininémie, kaliémie) compte tenu de l'insuffisance rénale modérée, un point moins explicité par ASTI.

Dans le deuxième cas clinique, ASTI propose de remplacer l'IEC par un ARA II, conformément à l'approche standard en cas de mauvaise tolérance, ici illustrée par une toux sèche. Cette recommandation est parfaitement alignée avec la règle 7 de notre base, qui prévoit également un tel remplacement, tout en maintenant les mesures hygiéno-diététiques et en assurant un suivi biologique.

Dans le troisième cas clinique, ASTI suggère une approche en deux étapes. Si l'ARA II a été administré à dose maximale sans succès, il propose une bithérapie composée d'un ARA II et d'un diurétique de l'anse, accompagnée de mesures complémentaires incluant une statine et de l'aspirine pour réduire les risques cardiovasculaires globaux. Si la dose maximale n'a pas été atteinte, ASTI recommande d'augmenter la posologie avant d'envisager d'autres ajustements. Cette approche diffère quelque peu de celle de notre base, qui préconise directement une bithérapie (ARA II et diurétique de l'anse), en raison de l'insuffisance rénale sévère du patient, sans attendre une augmentation supplémentaire de la dose. De plus, notre modèle intègre également la possibilité d'un inhibiteur calcique en cas de nécessité de trithérapie, un point qui n'est pas mentionné par ASTI.

Question 3 : *Discussion et conclusion*

1) Les systèmes d'aide au diagnostic et ceux d'aide à la stratégie thérapeutique poursuivent des objectifs différents mais complémentaires. Les systèmes d'aide au diagnostic, comme DXplain, se concentrent sur l'analyse des symptômes et des signes cliniques pour proposer des diagnostics probables ou des examens complémentaires afin de confirmer un diagnostic. En revanche, les systèmes d'aide à la stratégie thérapeutique, tels que Thériaque, fournissent une aide pour concevoir et ajuster un traitement adapté aux caractéristiques spécifiques du patient, comme ses antécédents médicaux ou ses comorbidités.

Ces outils, lorsqu'ils sont utilisés ensemble, permettent aux médecins de réduire les erreurs de diagnostic tout en garantissant des plans de traitement personnalisés et appropriés. Le système d'aide au diagnostic guide la phase initiale en identifiant les pathologies possibles, tandis que le système d'aide à la stratégie thérapeutique intervient dans le choix des traitements en tenant compte des particularités du patient. Leur complémentarité garantit une prise en charge complète et cohérente, en améliorant la précision des soins et en réduisant les risques d'erreurs.

2) Lors de la formalisation des recommandations à partir d'un même texte, des différences sont apparues entre les deux travaux réalisés. Par exemple, dans un modèle, une pression artérielle (PA) $\geq 140/90$ mmHg sans facteurs de risque conduit à recommander des modifications des habitudes de vie avant d'initier un traitement médicamenteux. Dans un autre modèle, une situation similaire mais associée à plusieurs facteurs de risque cardiovasculaires (comme le tabagisme ou l'âge avancé) conduit directement à une prescription d'antihypertenseurs.

Ces divergences peuvent s'expliquer par des interprétations distinctes des recommandations initiales ou par des choix prioritaires différents dans leur application. Cependant, les deux travaux présentent des similitudes importantes, comme l'adaptation des décisions en fonction de la gravité de l'hypertension et des comorbidités présentes. Ces différences et points communs montrent que les deux approches peuvent se compléter, offrant une perspective plus riche et diversifiée sur la prise en charge de l'hypertension.

3) Les recommandations de VIDAL et celles de la HAS montrent une cohérence globale sur les principes fondamentaux de la prise en charge de l'hypertension artérielle (HTA). Les deux sources insistent sur la nécessité de commencer par des mesures hygiéno-diététiques (MHD) pour les patients présentant une HTA non compliquée ou à faible risque cardiovasculaire. Elles convergent également sur l'importance de confirmer le diagnostic par des méthodes comme l'automesure tensionnelle (AMT) ou la mesure ambulatoire de la pression artérielle (MAPA), et de surveiller régulièrement la pression artérielle au cours du traitement.

Cependant, des différences apparaissent dans leur approche thérapeutique initiale. VIDAL recommande de débiter par une monothérapie lorsque la pression artérielle dépasse 140/90 mmHg, en laissant au médecin le choix parmi plusieurs classes thérapeutiques, telles que les inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC), les antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II (ARA II), les diurétiques thiazidiques ou les inhibiteurs calciques. La HAS, quant à elle, adopte une approche plus stratifiée, prenant en compte le risque cardiovasculaire global. Elle peut préconiser une bithérapie dès le départ pour les patients à haut risque ou présentant des atteintes d'organes cibles.

Dans les cas complexes, VIDAL se distingue par une plus grande flexibilité dans le choix des traitements en tenant compte des spécificités cliniques du patient. Par exemple, pour les patients présentant une insuffisance rénale sévère avec un débit de filtration glomérulaire (DFG) inférieur à 30 ml/min, VIDAL met en avant l'utilisation de diurétiques de l'anse associés à un IEC ou un ARA II. De

son côté, la HAS applique une progression stricte des traitements, en passant par la monothérapie, la bithérapie et enfin la trithérapie pour les cas d'HTA non contrôlée, sans aborder explicitement des scénarios particuliers comme ceux liés à l'insuffisance rénale sévère.

Les objectifs tensionnels diffèrent également légèrement entre les deux approches. VIDAL introduit des cibles spécifiques plus strictes pour certains sous-groupes, comme les patients diabétiques ou insuffisants rénaux chroniques, pour lesquels une pression artérielle systolique (PAS) inférieure à 130 mmHg peut être recherchée. La HAS reste plus générale dans ses objectifs, tout en insistant sur la nécessité d'une personnalisation du traitement en fonction du profil global du patient.

En ce qui concerne le suivi, la HAS propose une organisation claire et structurée, comprenant des consultations mensuelles initiales pour évaluer l'efficacité et la tolérance du traitement, suivies d'un suivi espacé tous les trois à six mois une fois la PA stabilisée, avec des contrôles biologiques réguliers. VIDAL met l'accent sur une surveillance plus flexible et individualisée, adaptée à la gravité de l'HTA et aux comorbidités spécifiques du patient.

Le modèle consolidé développé s'efforce de tirer parti des forces de ces deux approches pour proposer une stratégie de prise en charge optimisée. Il reprend la structure rigoureuse de la HAS tout en intégrant les spécificités cliniques soulignées par VIDAL. Par exemple, la règle 3 de notre modèle recommande une bithérapie ou une trithérapie lorsque la pression artérielle atteint ou dépasse 160/100 mmHg en présence d'un organe cible ou de diabète, en accord avec la HAS. De même, la règle 5 propose d'éviter les diurétiques thiazidiques en cas d'insuffisance rénale sévère, privilégiant les diurétiques de l'anse, une recommandation alignée sur VIDAL.

En conclusion, bien que VIDAL et la HAS partagent des fondements similaires, leurs approches diffèrent légèrement dans la manière d'aborder certains cas spécifiques et dans le niveau de structuration de leurs recommandations. VIDAL apporte une flexibilité et une contextualisation précieuses, tandis que la HAS offre un cadre plus linéaire et systématique. Le modèle consolidé parvient à harmoniser ces deux perspectives, offrant une prise en charge précise, adaptable et conforme aux besoins individuels des patients hypertendus.

4) L'activation des systèmes d'aide à la décision doit être pensée de manière logique dans le flux d'une consultation médicale. Le système d'aide au diagnostic devrait être utilisé dès l'arrivée du patient, permettant au médecin de constituer ou d'exploiter un profil patient détaillé. Ce profil inclurait les antécédents médicaux, les symptômes actuels et d'autres paramètres cliniques pertinents. Le système proposerait ensuite des hypothèses diagnostiques ou recommanderait des examens complémentaires si nécessaire.

Une fois les diagnostics établis sous la supervision du médecin, le système d'aide à la stratégie thérapeutique pourrait être activé pour concevoir un plan de traitement personnalisé. Cette utilisation progressive et supervisée des systèmes d'aide à la décision garantit une prise en charge fluide et efficace, tout en maintenant le rôle central du médecin comme décideur final dans le parcours de soin.

Partie 2 : Ontologie

Exercice 4 :

Dans l'ontologie « OntoUrgences_extrait_2023.owl », nous pouvons constater que les classes « Femme » et « Medecin » ont pour classe mère « Humain », donc Femme et Médecin sont ces 2 classes sont les sous-classes de la classe « Humain ».

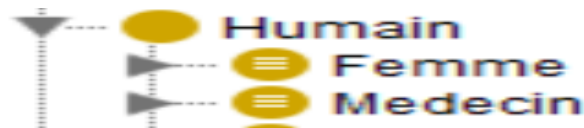


Figure représentant les classes Femme et Medecin

Une femme est un humain qui a le sexe féminin, et un médecin est un humain avec le rôle de médecin.

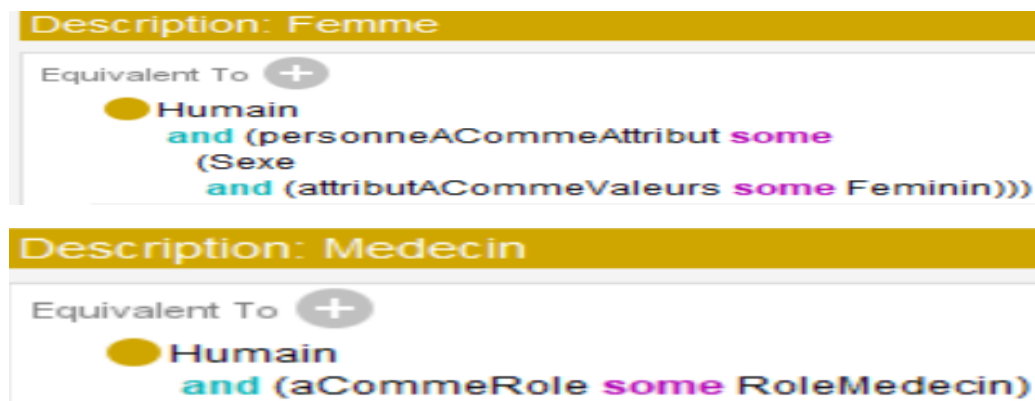


Figure représentant l'équivalence des classes Femme et Medecin

Nous pouvons déclarer que "FemmeMedecin" est équivalent à une femme et à un médecin, donc FemmeMedecin est un humain qui a le rôle de médecin et de femme. Pour cela, on peut mettre dans « Equivalent To » « Médecin and Femme ».



Figure représentant l'équivalence des classes FemmeMedecin

Exercice 5 :

Pour résoudre l'exercice, nous avons créé des attributs dans « Data Properties » qui correspondaient à l'âge en type « integer » et à l'IMC de type « double ».

Nous avons aussi créé les classes "PatientIMCHaut" et "PatientIMCBas" qui sont des sous-classes de la classe "Patient".

Pour les 2 classes que nous avons créées, nous avons mis les conditions suivantes dans « Equivalent To ».

PatientIMCBas :

- `imc some xsd:double[<= "25.0"^^xsd:double]`

PatientIMCHaut :

- `imc some xsd:double[> "25.0"^^xsd:double]`

Puis nous avons créé 5 patients avec des IMC et des âges différents, ces 5 patients sont des instances de la classe « Patient ».

Une fois cela fait, on a fait fonctionner le raisonneur qui a classé chaque instance « Patient » de façon appropriée dans les bonnes sous-classes.

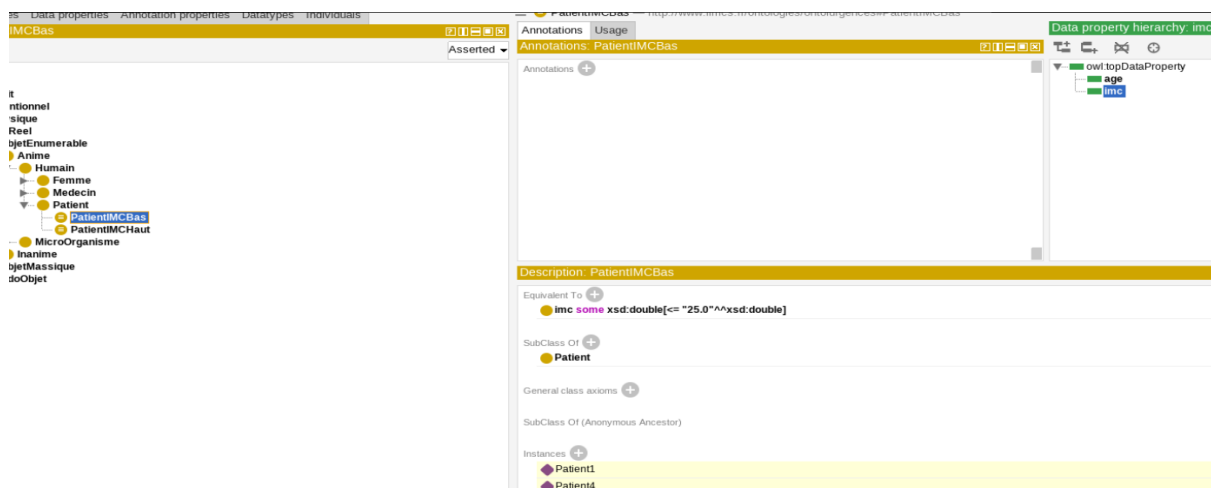


Figure représentant la répartition des patients en fonction de l'IMC

Vous trouverez, comme demandé, un fichier ontologique qui répond aux questions 4 et 5.

Exercice 6 :

Nous avons dû, à partir de la question 2.1, identifier des classes pertinentes à intégrer à l'ontologie OntoUrgences fournie, et nous avons ajouté les classes suivantes :

- **DecisionHTA** : Classe représentant le concept principal.
- **ParametresCliniques** : Classe regroupant les éléments mesurables et observables lors de l'évaluation de l'HTA. Elle intègre la sous-classe « PressionArterielle » qui représente le concept de la pression artérielle avec les seuils, la sous-classe « SuiviTensionnel » qui présente l'évolution de la pression artérielle sous traitement, et la sous-classe « ToleranceTraitement » qui présente si le patient tolère ou non le traitement.
- **EvaluationRisques** : Classe regroupant les facteurs de risque. Elle regroupe la sous-classe « RisqueCardiovasc » qui représente le niveau de risque cardiovasculaire, ainsi que les sous-classes « InsuffisanceRénale » et « Diabetes », qui représentent respectivement le concept de l'insuffisance rénale et du diabète.
- **Traitement** : Classe regroupant les choix de traitement. Elle regroupe les sous-classes « Monothérapie » et « Bithérapie », qui représentent des traitements médicamenteux, ainsi que la sous-classe « AdaptationThérapie » qui englobe les ajustements et les changements de traitement.
- **Diagnostic** : Classe représentant les diagnostics sous forme de concepts.

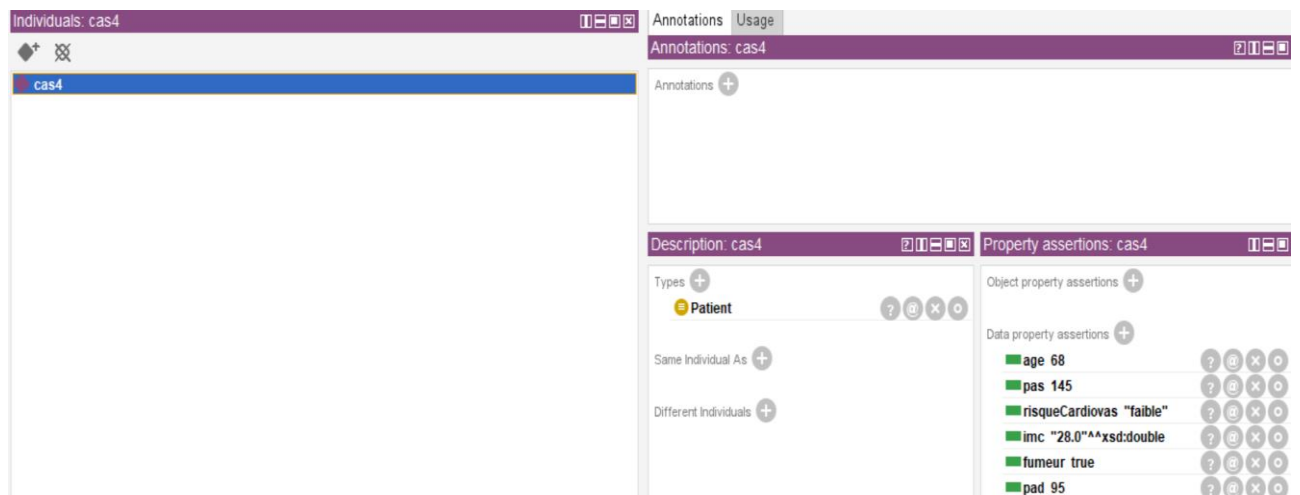
Nous avons placé nos classes dans l'ontologie OntoUrgences sous les classes : **Traitement**, **TraitementMédicamenteux**, **SigneClinique**, **SigneFonctionnel**, **SigneParaClinique**, **MaladieEtat**

Le fait de rattacher les concepts que nous avons créés à l'ontologie OntoUrgences garantit une cohérence avec les standards médicaux et s'appuie sur une structure validée. Cela facilite l'interopérabilité avec d'autres systèmes, améliorant ainsi la qualité des soins.

Vous trouverez, comme demandé, un fichier ontologique «File.rdl » contenant notre ontologie sans intégration, ainsi que la version avec l'intégration dans l'ontologie OntoUrgences, nommée « OntoCore.rdl ».

Exercice 7 :

Nous avons, dans le cadre de cette question, repris notre ontologie conçue à la question précédente, et nous avons créé les attributs pertinents en fonction de notre profil patient. Nous avons ensuite créé une instance de la classe Patient avec les données que nous avons créées et attribuées.



Nous avons identifié 3 règles pour pouvoir identifier une hypertension artérielle, à savoir :

- Une règle pour détecter l'hypertension,
- Une règle pour identifier un risque cardiovasculaire faible,
- Une règle pour déterminer si le patient doit être suivi.

Ces 3 règles seront sous la modélisation SWRL.

Name
S1
Comment
Détection de l'hypertension
Status
Ok
<pre>Patient(?p) ^ pas(?p, ?systolique) ^ pad(?p, ?diastolique) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?systolique, 140) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?diastolique, 90) -> HTA(?p, "true"^^xsd:boolean)</pre>

La figure représente la définition de la règle 1

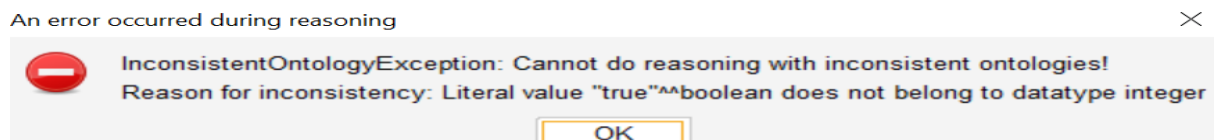
Name
S2
Comment
Évaluation du risque cardiovasculaire faible
Status
Ok
<pre> Patient(?p) ^ HTA(?p, true) ^ age(?p, ?valeurAge) ^ imc(?p, ?valeurIMC) ^ swrlb:lessThan(?valeurAge, 70) ^ swrlb:lessThan(?valeurIMC, 30.0) -> risqueCardiovas(?p, "faible") </pre>

La figure représente la définition de la règle 2

Name
S3
Comment
Prescription du suivi pour risque faible
Status
Ok
<pre> Patient(?p) ^ HTA(?p, true) ^ risqueCardiovas(?p, "faible") -> estSuivi(?p, "true"^^xsd:boolean) </pre>

La figure représente la définition de la règle 1

Une fois ces règles définies, nous avons utilisé le raisonneur Pellet, mais le raisonneur nous renvoie une erreur que nous n'avons malheureusement pas réussi à déboguer malgré nos tentatives. Nous pensons que l'erreur vient d'un conflit de typage.



La figure représente notre message d'erreur

En termes de difficulté, la modélisation SWRL présente des difficultés dans la manière de la comprendre et de l'exploiter. Elle n'est pas très intuitive et n'est pas non plus compatible avec tous les raisonneurs.