



Moderniser les urgences pour mieux les comprendre

Une approche fondée sur les données et la simulation pour comprendre les parcours patients et tester des pistes d'amélioration.

Urgences

Simulation

Décision

Dylan Russon

01 Avril 2026

Urgences: un défi constant

- Engorgement chronique du service
- **Parcours patients longs et peu fluides**
- Difficultés d'hospitalisation en aval
- Stress pour les soignants comme pour les patients

Pourquoi modéliser ?

Comprendre

Identifier où se forment les files et comment elles se propagent.

Expliquer

Relier les durées de séjour aux caractéristiques des patients et à la charge.

Simuler

Rejouer les trajectoires patient à l'échelle du service.

Décider

Tester des scénarios avant de transformer l'organisation.

Urgences

Données

Simulation

De la data à simulation

1. Partir des données réelles

Variables patient, tri, motifs, examens, parcours spatial et temporel, capacité des secteurs, staffing.

2. Construire un modèle

Un modèle événementiel qui reproduit les déplacements entre zones et les temps passés dans chaque secteur.

3. Évaluer des scénarios

Capacité, priorité et flux dédié à l'entrée pour mesurer l'impact sur les délais et le séjour global.

-> Objectif final : disposer d'un outil d'aide à la décision pour explorer les leviers d'organisation des urgences.

Données disponibles

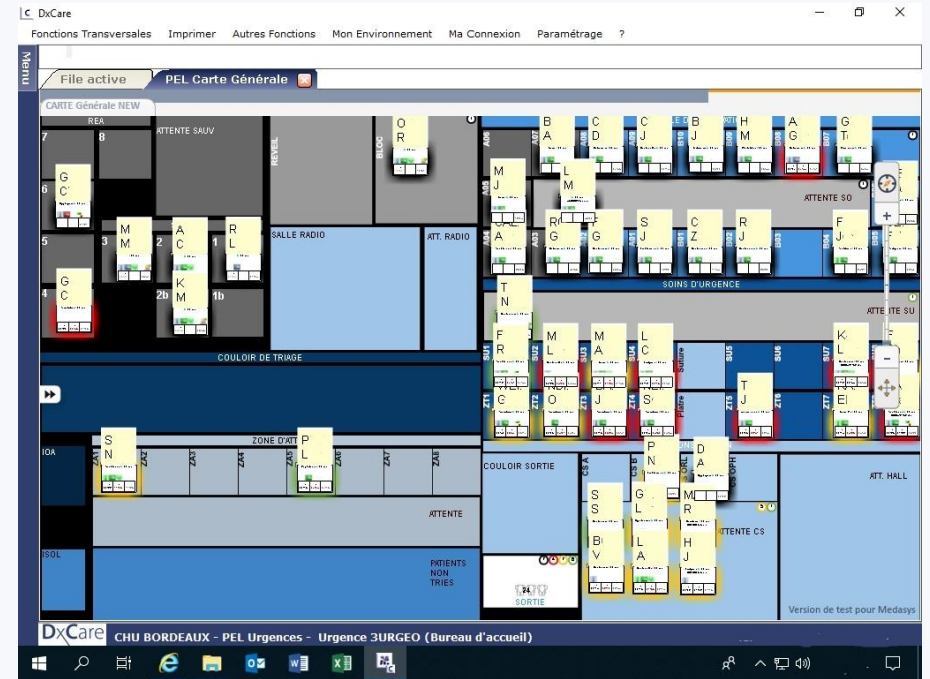
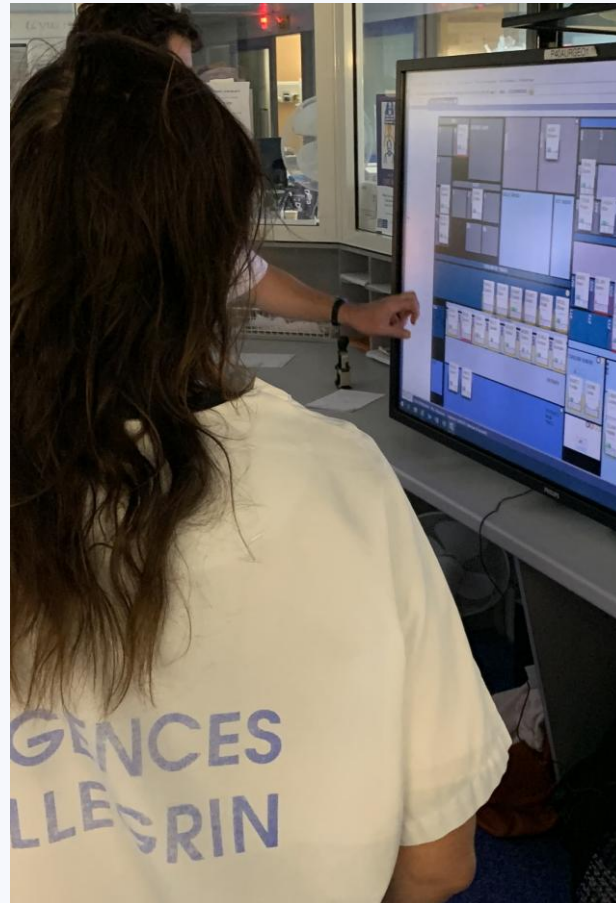
Information patient

- Sexe
- Âge
- Score de tri
- Motif d'admission
- Biologie / radio
- Parcours spatial et temporel

Secteurs des urgences

- Capacité des zones
- Ressources soignantes / staffing

**Urgences Pellegrin —
Bordeaux**
≈ 60 000 visites par an



Nettoyage des données

Qualité du parcours reconstruit

Erreurs dans les logs:

- incohérences temporelles
- parcours incohérents

Application of Transformer Neural Networks for Data Cleaning in Emergency Room Logs: A Case Study From the Bordeaux University Hospital

Publisher: IEEE

[Cite This](#)



Dylan Russon ; Cédric Gil-Jardiné ; Lara Marcel ; Laure Chanel ; Sylvain Faure ; Bertrand Maury [All Authors](#)

127

Full

Text Views



Besoin de données fiables pour l'analyse et la modélisation

Trois points de modélisation

Parcours patient

Séquence des différents secteurs

→ prédire la zone suivante à partir des données patients (âge, sexe, tri, motif, examens) **ET** de la charge actuelle.

Temps passé

Durée dans chaque secteur

→ modéliser le temps minimal intrinsèque et l'effet de la congestion, du staff et des caractéristiques patients.

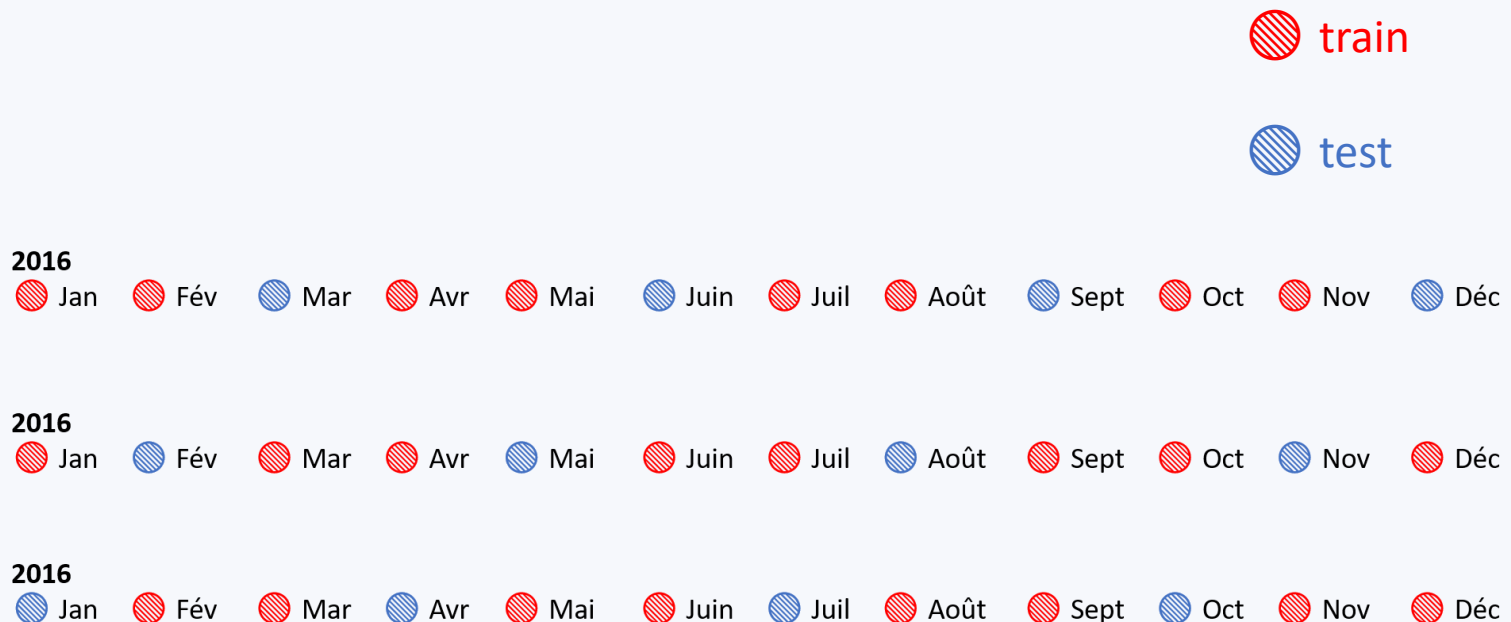
Priorité

Priorité de prise en charge

→ déterminer comment le tri et le temps déjà passé influencent l'accès aux ressources.

Préparation des jeux train / test

Découpage temporel des données pour calibrer le modèle, optimiser les paramètres puis évaluer la généralisation.



Principe

Les mois sont organisés chronologiquement pour éviter toute fuite d'information.

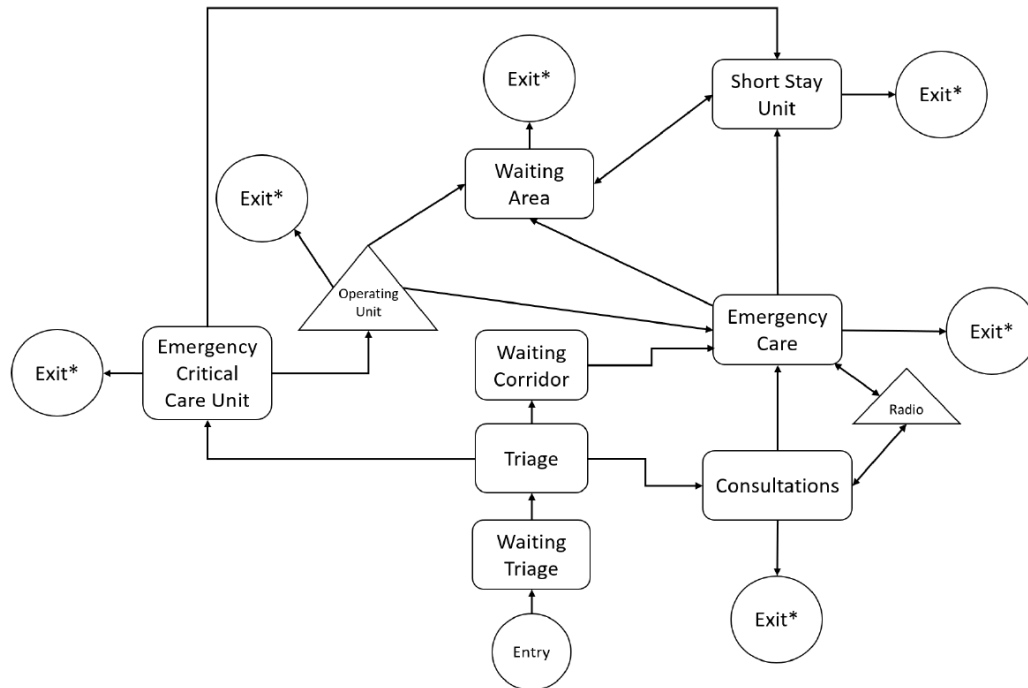
Train

Apprendre les distributions, la logique de transition et les paramètres du modèle.

Test

Comparer les sorties simulées aux distributions observées sur une période distincte.

Vue d'ensemble du système des urgences



*patients exiting from the ER, either being admitted to a hospital ward or being discharged to go back home.

Réseau de secteurs

Le service est représenté comme un ensemble de zones reliées par des transitions patient.

Granularité

Cette structure sert de support à la simulation événementielle et aux probabilités de mouvement.

Point clé

L'objectif n'est pas seulement de décrire une file, mais tout un système de circulation.

Modèle de simulation à événements discret

Le modèle simule la vie du service comme une succession d'événements : arrivée, orientation, déplacement, attente, disponibilité de ressources.

CreatePatientEvent

Génère un patient et son arrivée selon un processus non homogène ou données réelles

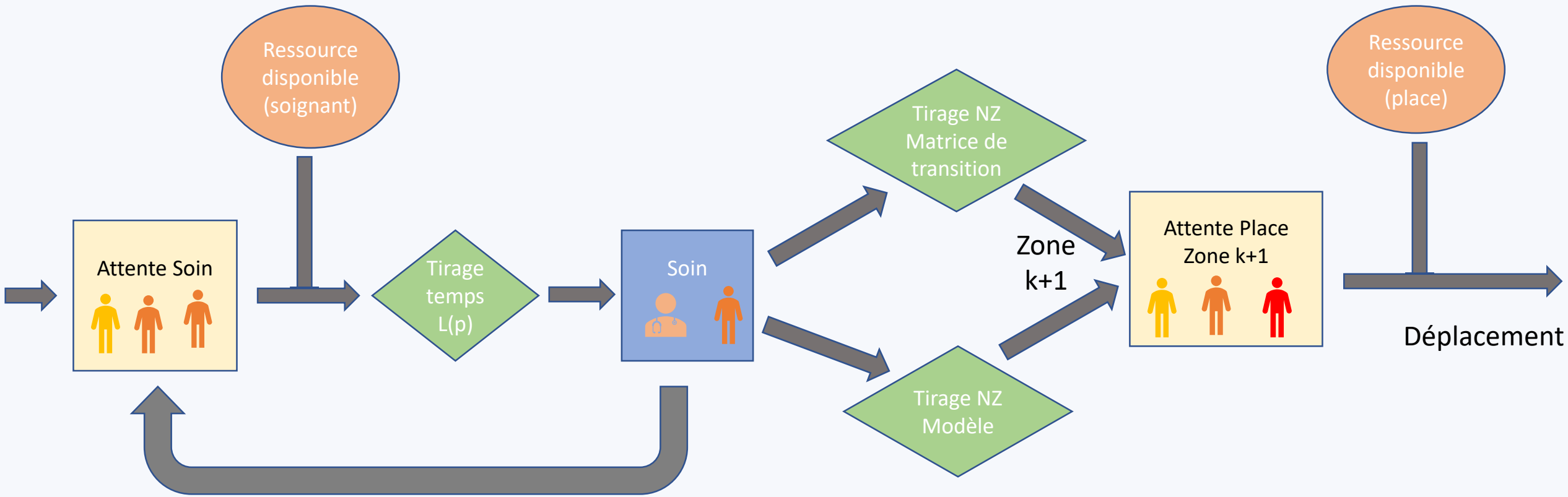
IOA

Affecte un motif, un tri au patient

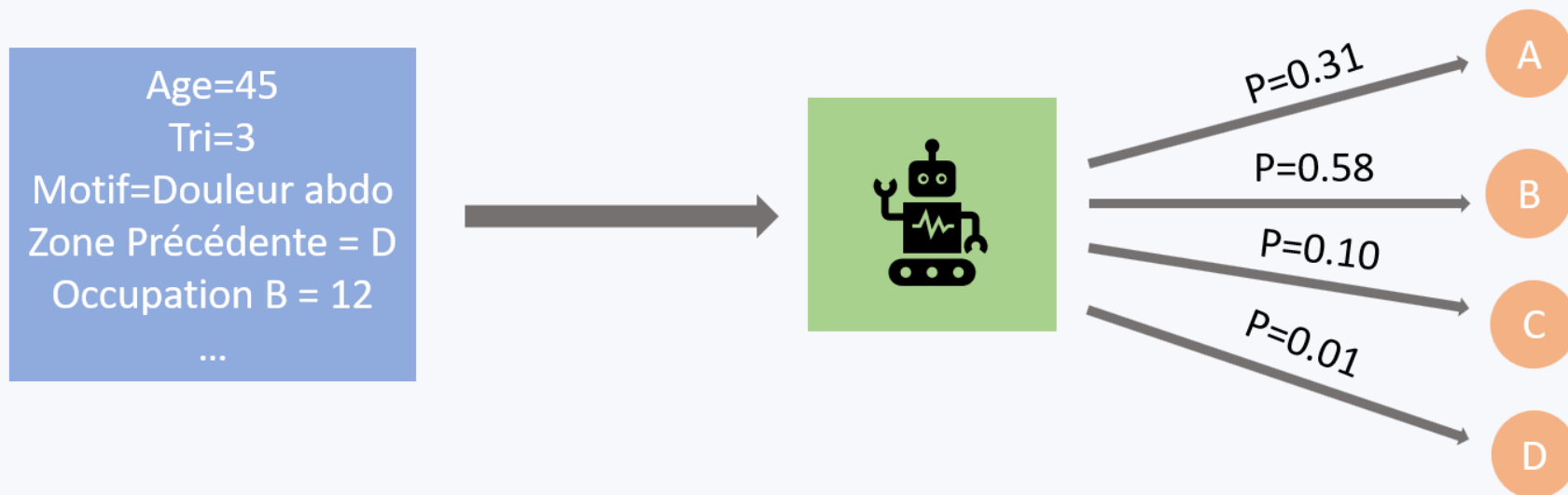
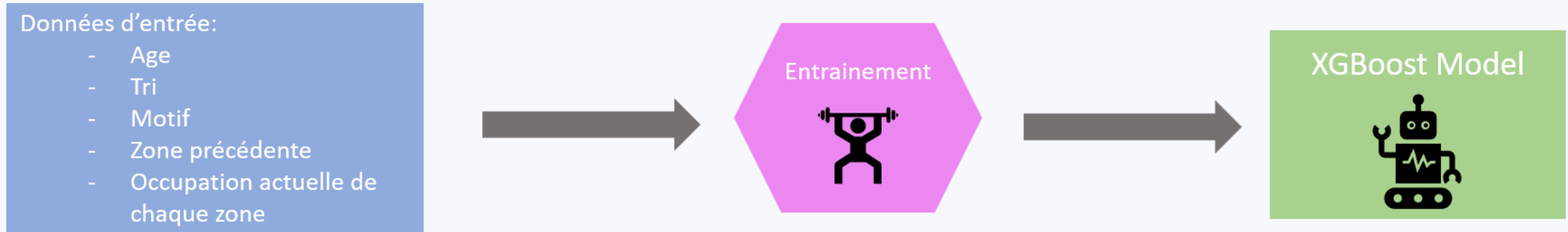
RoomAvailableEvent

Dès qu'une place se libère, le patient suivant dans la file est pris en charge.

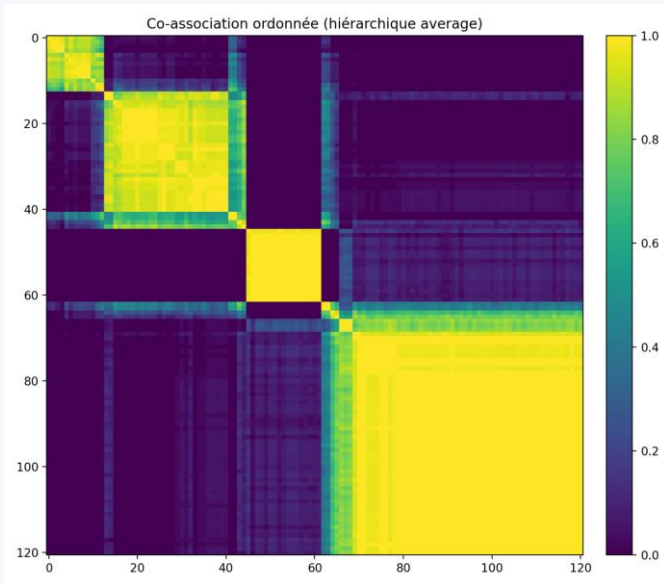
Fonctionnement d'un patient dans une zone



Prédire la zone suivante



Modéliser les temps passes: clustering des motifs



Pourquoi ?

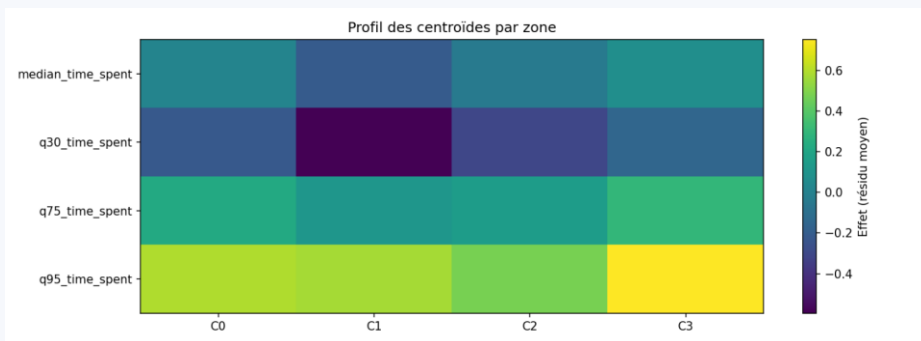
Plus de 150 motifs, hétérogènes et parfois rares : il faut réduire la dimension sans perdre la logique temporelle.

Comment ?

On résume les temps passés par secteur (médiane, quantiles), on standardise puis on regroupe avec K-means.

But

Obtenir des profils temporels robustes qui peuvent alimenter le modèle final.



Calibrer le modèle hors engorgement

Problème: données disponible représentent le temps par secteur et non le temps de soin

Solution: regarder les temps en période de non congestion

Méthodologie:

- Déterminer l'importance des paramètres
- Filtrer les données hors engorgement
- Analyser les distributions avec correspondance examen
- Utiliser les distributions apprises

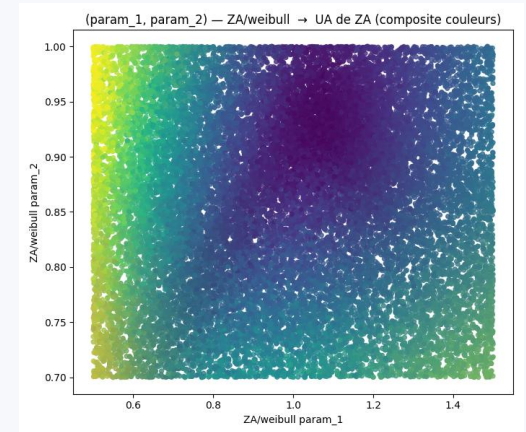
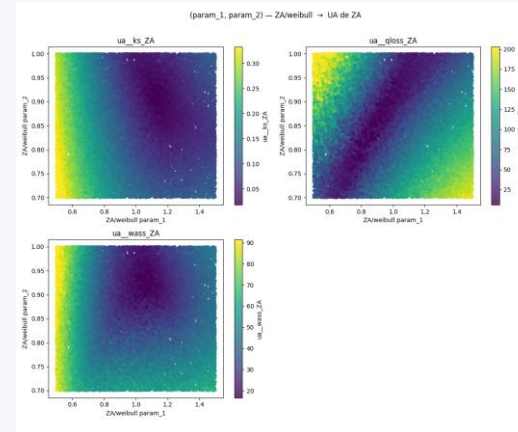
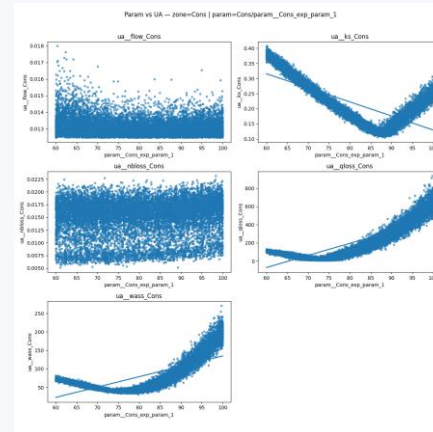
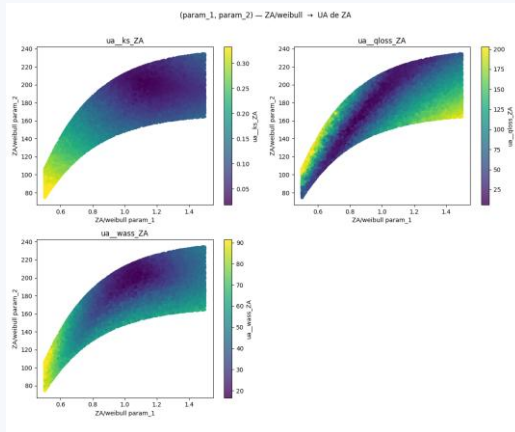
-> séparer le temps minimal intrinsèque des patients de l'allongement dû à la congestion

Paramètres patients et optimisation

Prendre en compte les paramètres

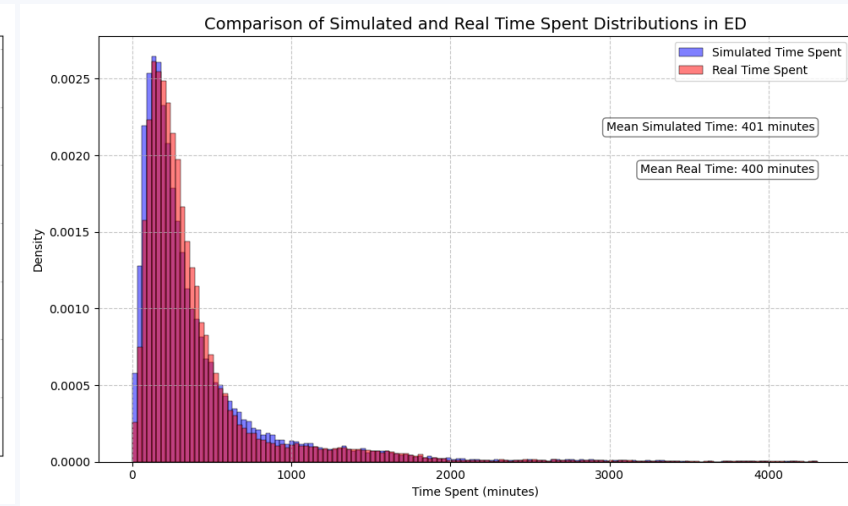
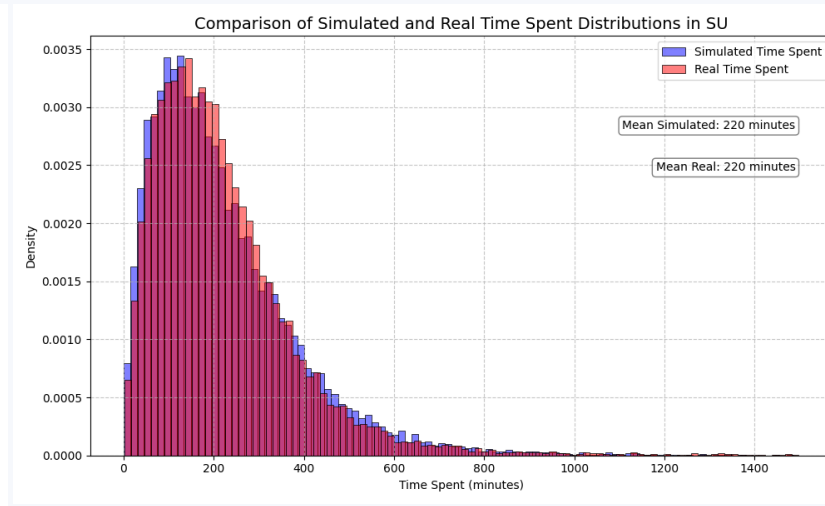
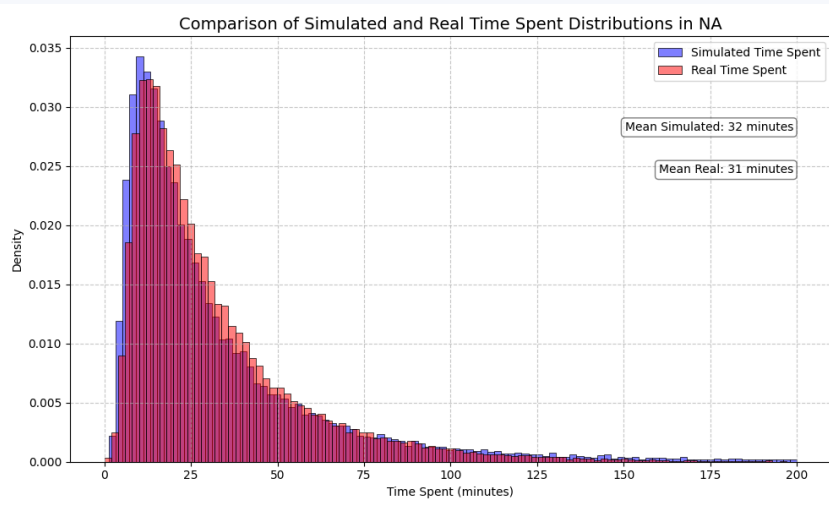
On part d'une loi de base en non-engorgement, puis on ajuste selon les variables patients retenues.

Métriques suivies : Kolmogorov-Smirnov, Wasserstein, quantile loss, nombre de patients, flux.

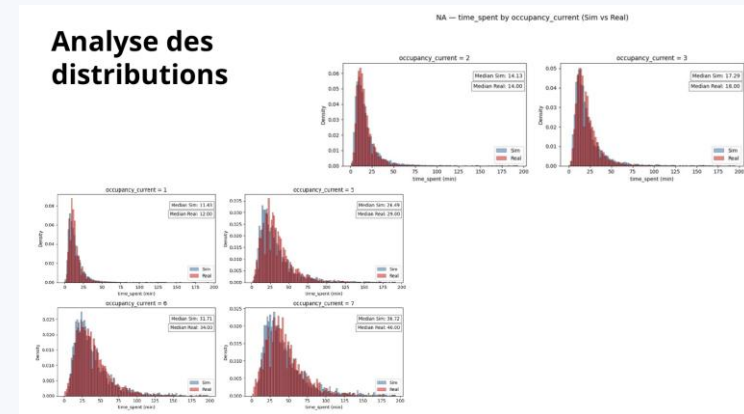
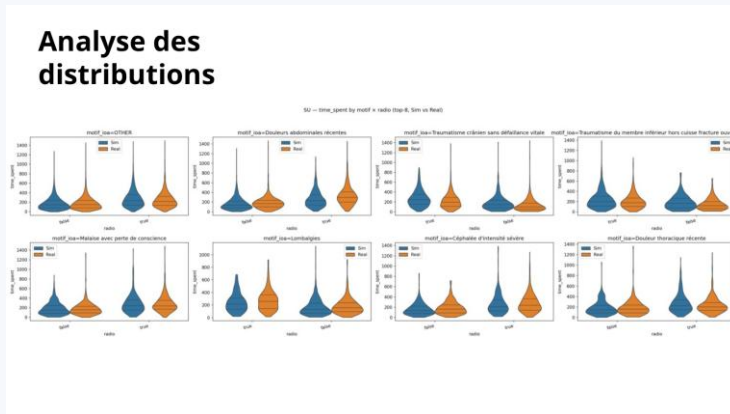
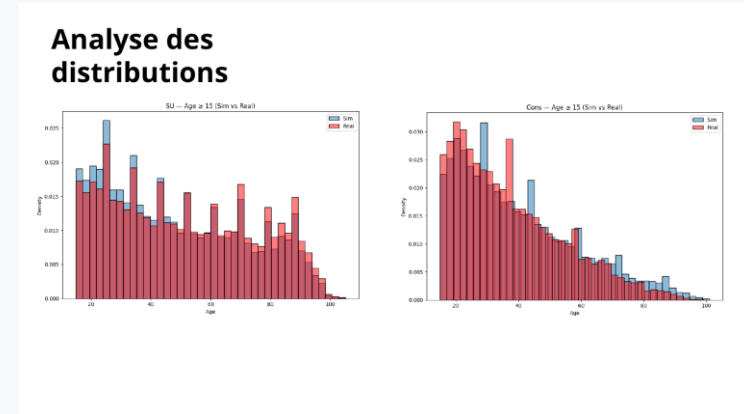
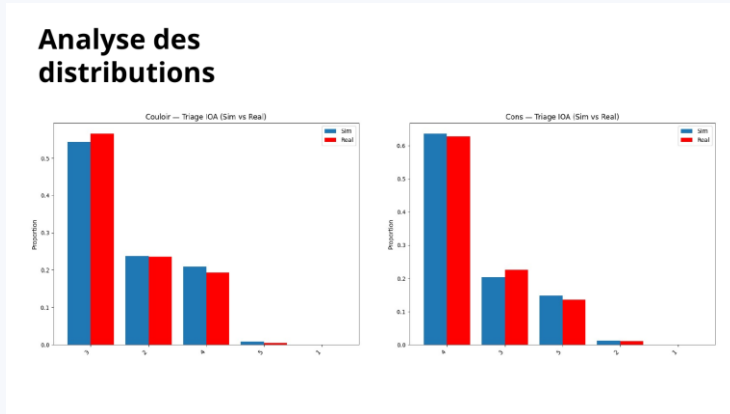


difficulté du problème : un espace de recherche multi-dimensionnel, avec compromis entre qualité d'ajustement locale et globale -> validation sur test indispensable

Résultats: distributions globales de temps



Résultats: analyse fine des distributions



Scénarios explorés avec le simulateur

Capacité

Augmenter le nombre de box dans des secteurs clés : soins d'urgence, zone d'attente, UHCD.

Priorité

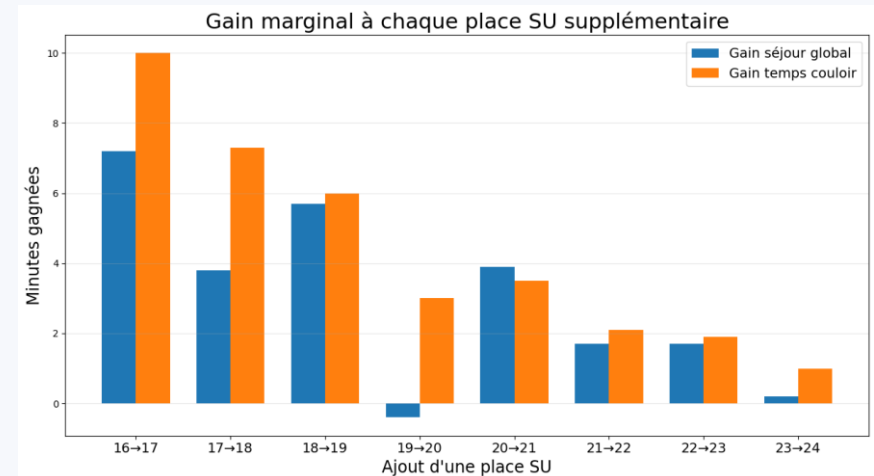
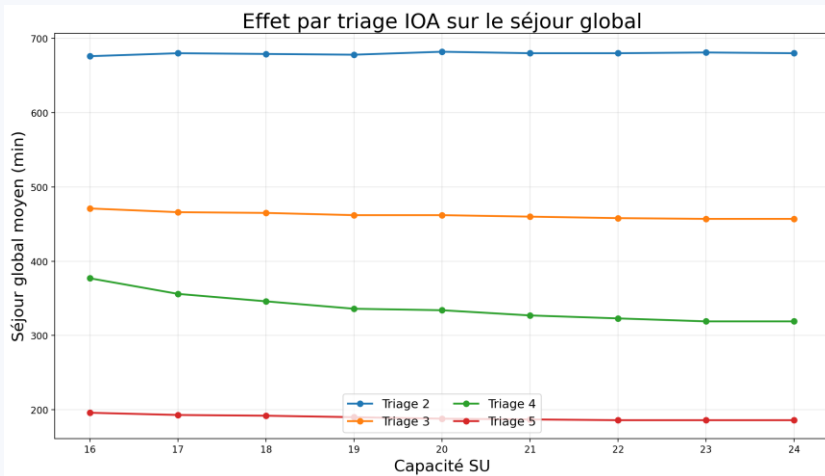
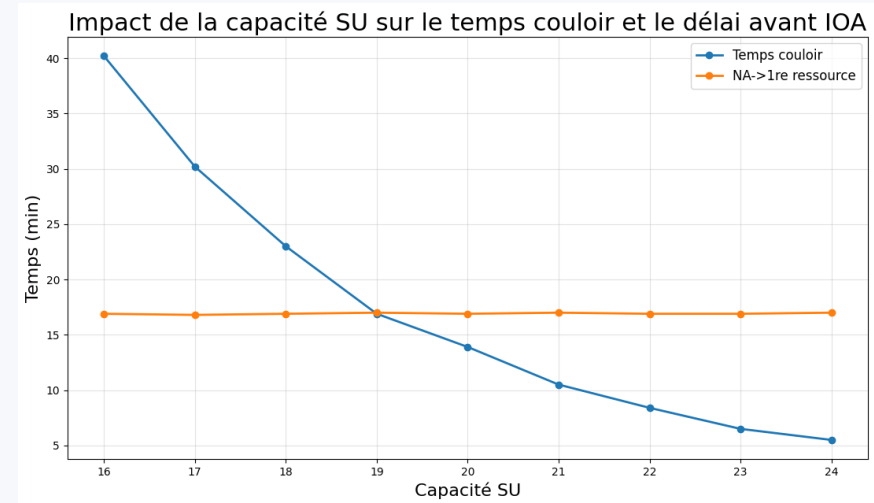
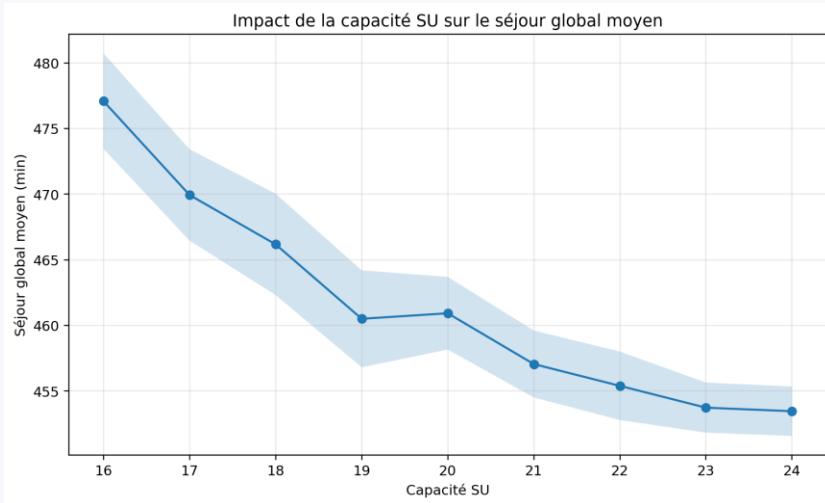
Modifier la règle d'ordonnancement de prise en charge des patients.

Flux dédié à l'entrée

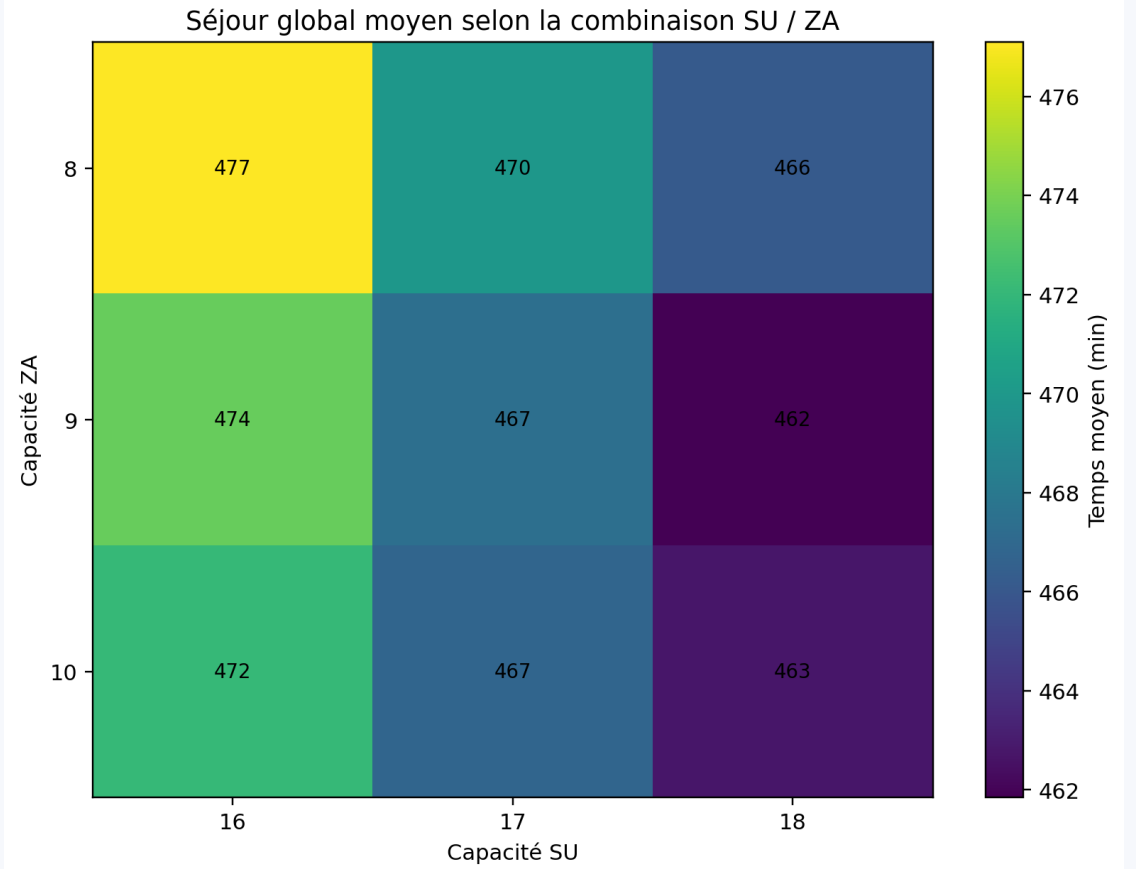
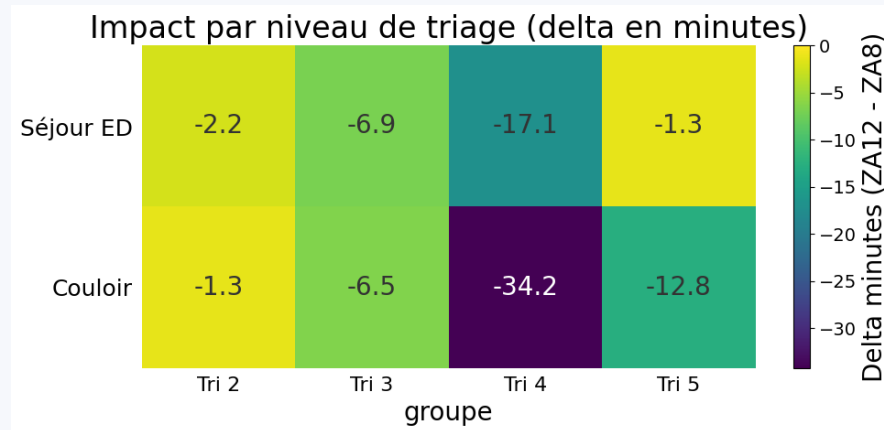
Tester une organisation spécifique à l'accueil pour absorber certaines arrivées.

Question centrale : quels leviers améliorent réellement les délais, et pour quels profils de patients ?

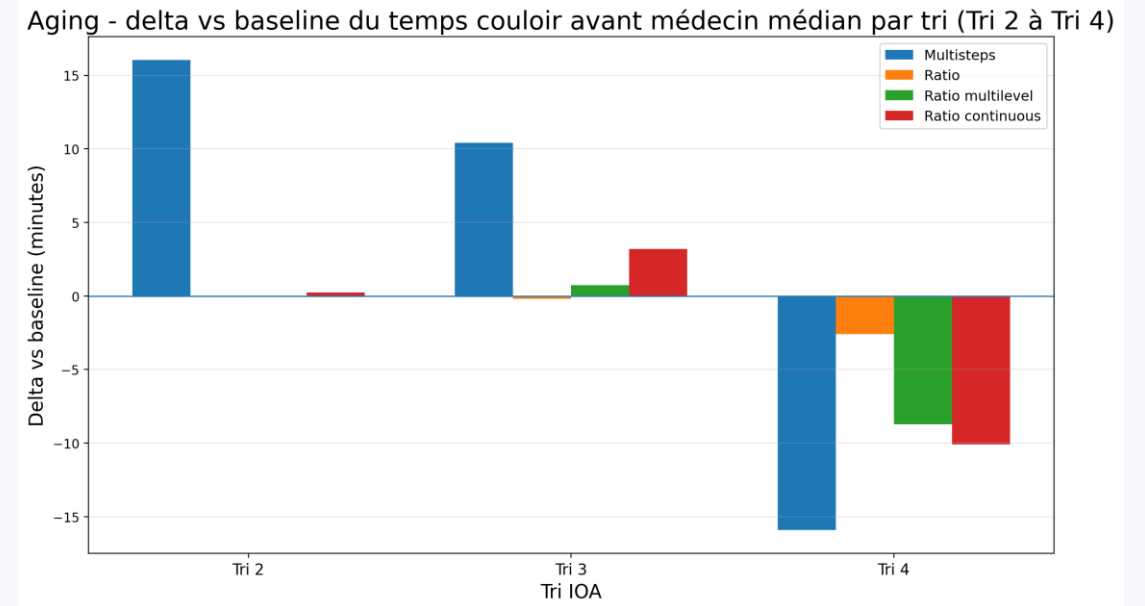
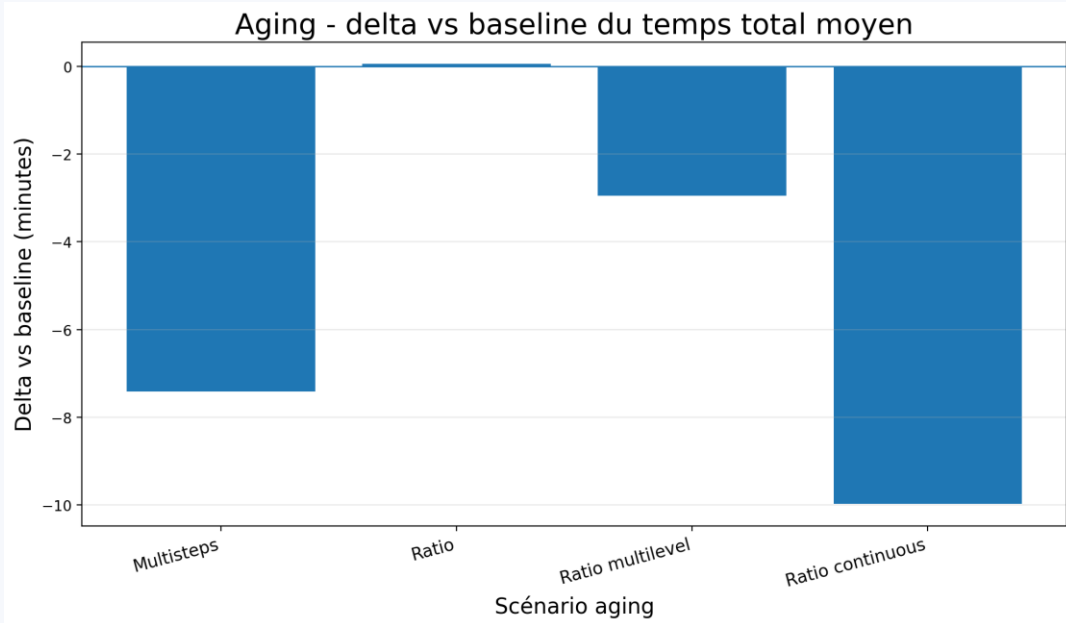
Scénarios capacité: effet sur les soins d'urgence



Scénarios capacité: zone d'attente et SU + ZA

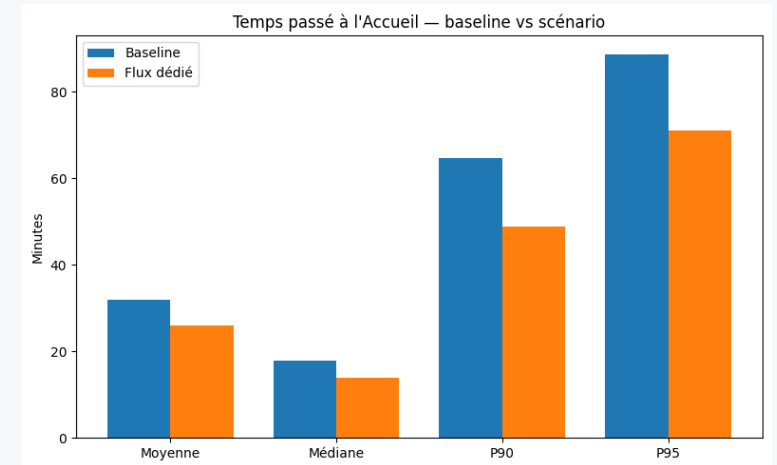
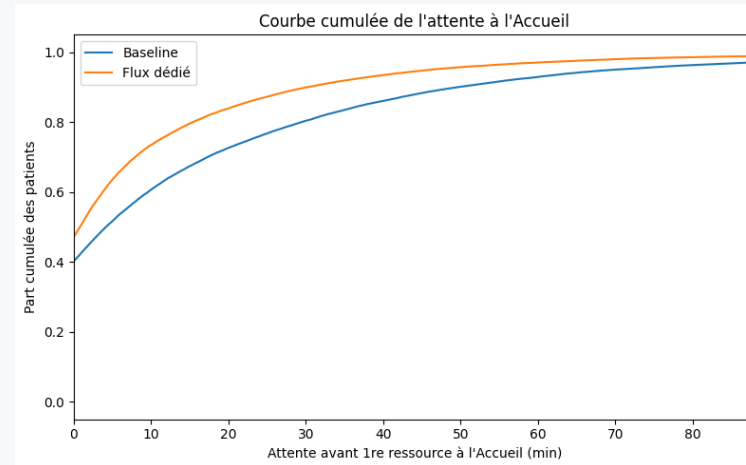
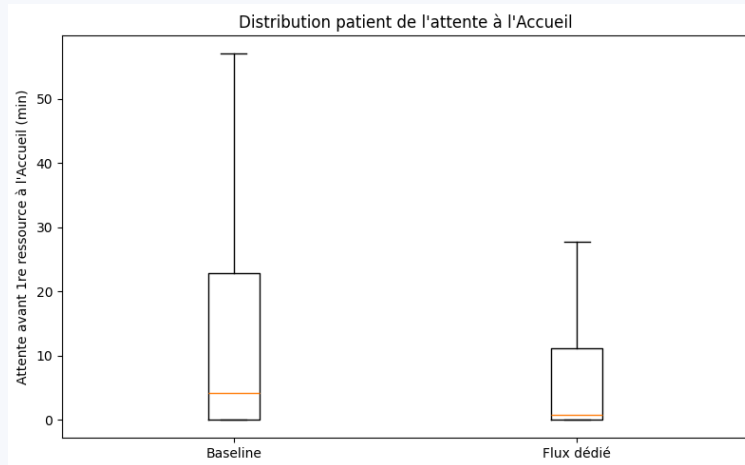


Scénarios de priorité

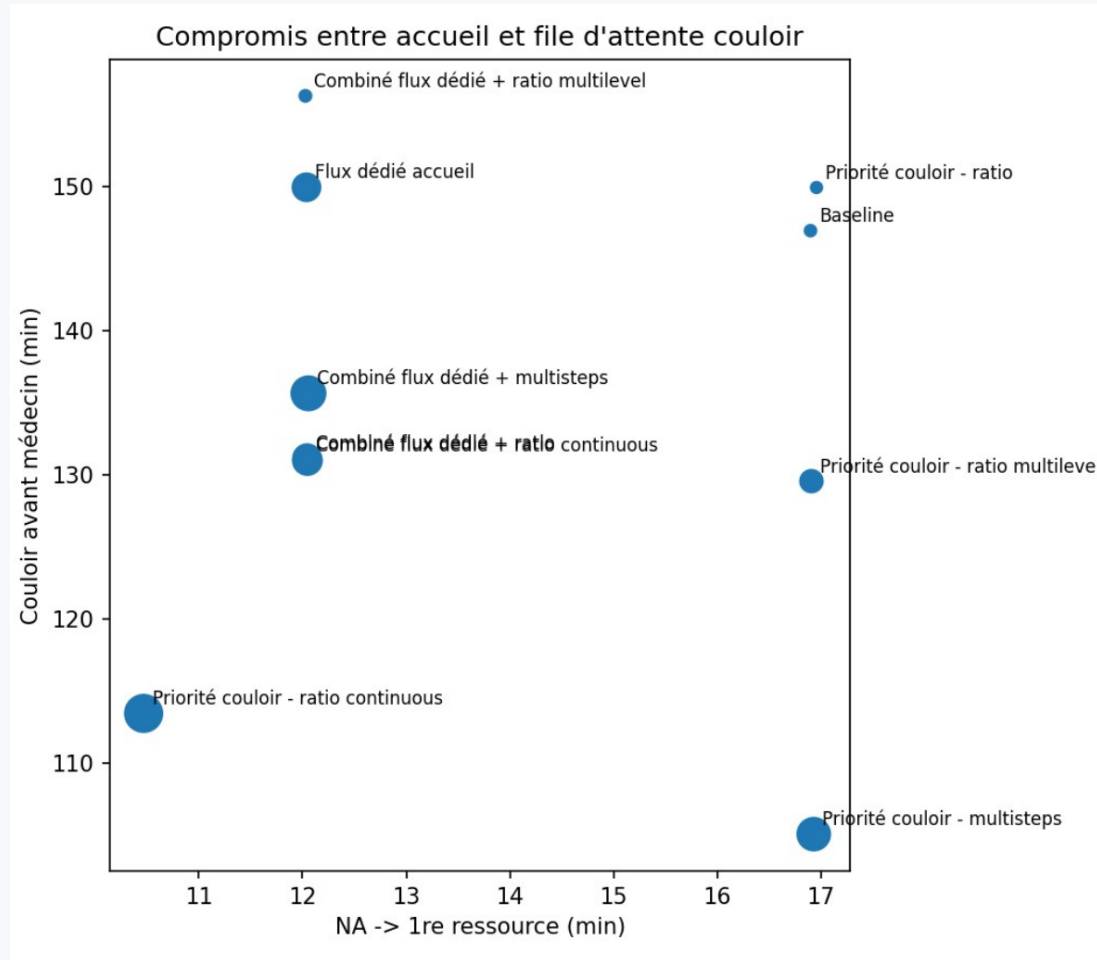


Modifier la règle de priorité change la répartition des gains et des pertes entre profils de patients.

Scénarios: flux dédié à l'entrée



Scénarios: combinaison flux dédié et priorité



Outil de simulation développé

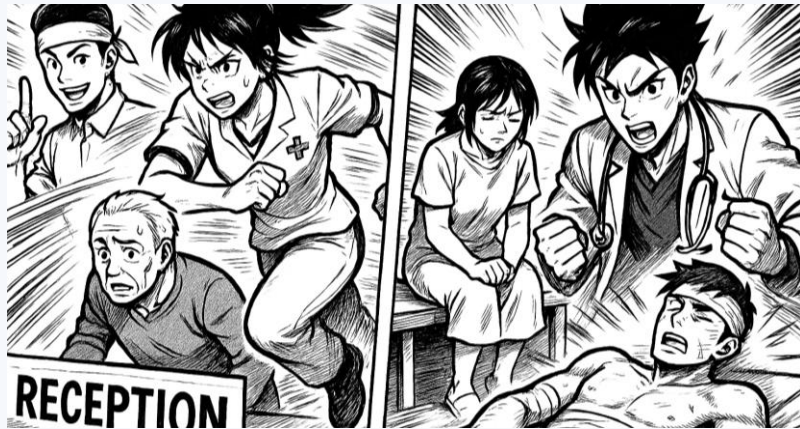


Merci pour votre attention

Urgences

Données

Simulation



Comprendre



Simuler



Décider