

Modèle de simulation d'un service d'urgences

SU de Hautepierre

Etienne QUOIRIN (HUS), Roland DE GUIO (Icube-INSA)

Sommaire

1. [Contexte de l'étude](#)
2. [Etapas de création du modèle de simulation](#)
3. [Exemples d'utilisation du simulateur](#)
4. [Discussion](#)
5. [Conclusions et perspectives](#)

ICube et CSIP



ICube (UMR 7357) : 700 permanents en sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie, 2 thèmes fédérateurs la santé et l'environnement



17 équipes dont l'équipe CSIP (Conception Systèmes d'Information & Processus Inventifs)



Effectifs de CSIP : 4 PR, 6 MCF, 2 ECC, 1 IR



Thème de l'équipe : Repenser les processus de conception des systèmes socio-techniques dans le contexte de la digitalisation.

Projets liés au cas des Urgences



Pr. Virginie GOEPP et Pr. Roland DE GUIO

2 étudiants 5ème année Génie Mécanique INSA :
1er modèle de simulation sur extraction données
initiales : difficulté de traitement des données
d'entrée

1 doctorant projet VirtFac: nettoyage, traitement
de l'extraction complète des données, modèle de
simulation basée données, couplage simulation-
optimisation



1 étudiant de master : logiciel de traitement des
données d'entrée pour la simulation à évènements
discrets des services d'urgences

Hôpitaux Universitaire de Strasbourg

- Service des Urgences Adultes- site de Hautepierre :
 - Pr Pascal Bilbault ,
 - Dr Etienne Quoirin,
 - Dr Pierrick Leborgne
- Département d'information médicale :
 - Dr Joris Muller
 - Mme Estelle Voyot
- Direction de la recherche
 - Pr Fehrat Meziani



Contexte de l'UF Urgences Adultes Haute-pierre

- SU de Haute-pierre
- 44645 patients pris en charge en 2021
- Temps d'attente et de passage estimé trop long
- Nombreux facteurs pour l'expliquer :
 - Facteurs extrinsèques (attente résultats d'examens complémentaire - attente de lits d'aval, nombre d'admissions trop importante)
 - Facteurs intrinsèques à l'organisation du service : organisation médicale, organisations paramédicales
 - Un des moyens pour diminuer le temps de passage est de travailler à rendre plus efficace l'organisation du service

Modifier une
organisation
complexe ...
Risqué car :

- Nouvelle organisation peut-être non pertinente ?
- Ressources allouées non suffisantes ?
- Charge de travail dépasse les capacités ?

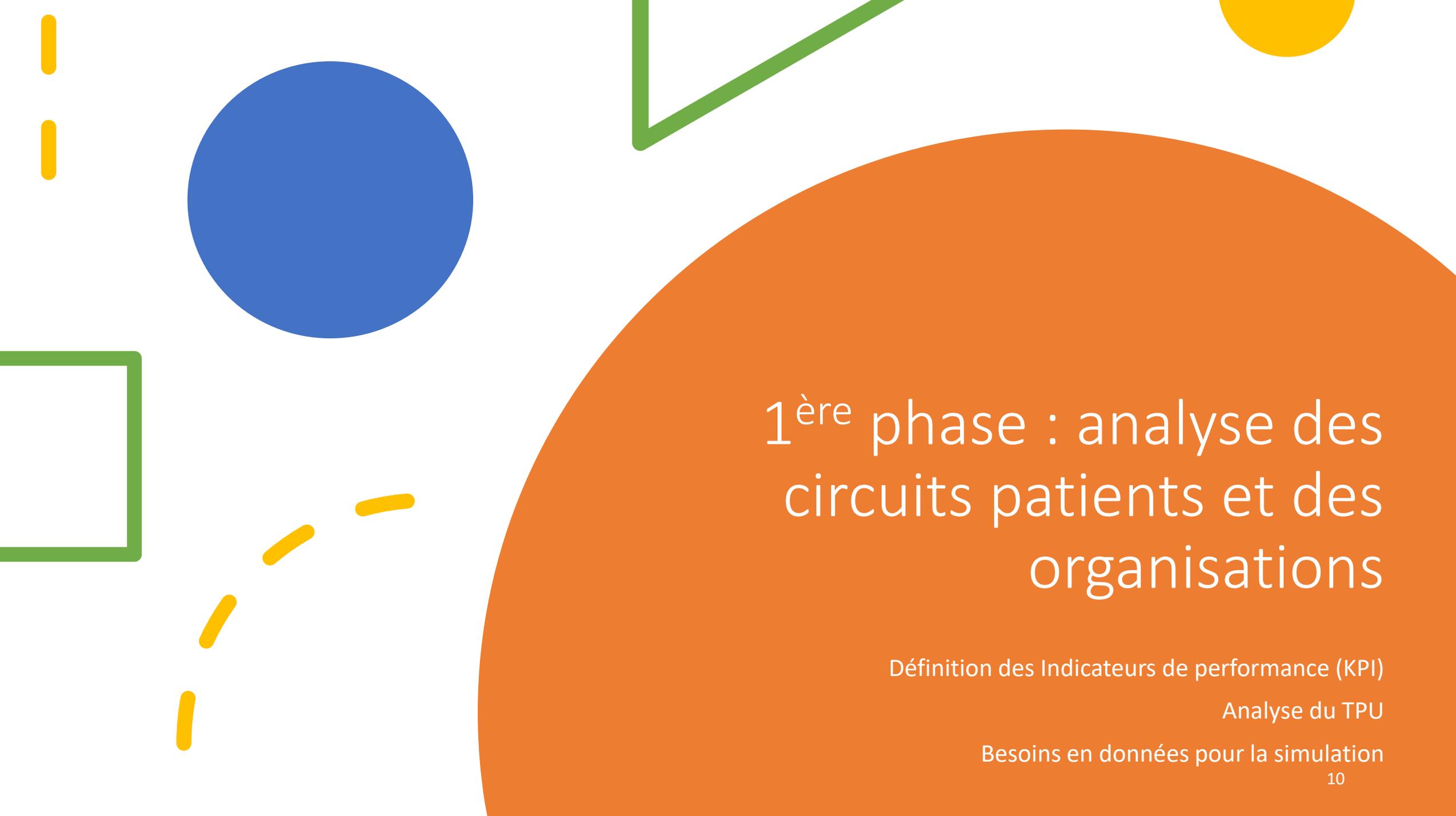
=> d'où l'idée de création d'une simulation de service d'urgence qui sera modifiable à volonté pour tester des hypothèses d'organisations

Méthodologie

- 1^{ère} phase : analyse des circuits patients et des organisations
- 2^{ème} phase : recueil et traitement des données
- 3^{ème} phase : création d'un modèle de simulation
- 4^{ème} phase : utilisation de la simulation pour tester des hypothèses de nouvelles organisations

Sommaire

1. Contexte de l'étude
- 2. Etapes de création du modèle de simulation**
 - 1^{ère} phase : analyse des circuits patients et des organisations
 - 2^{ème} phase : recueil et traitement des données
 - 3^{ème} phase : création d'un modèle de simulation
3. Exemples d'utilisation du simulateur
4. Discussion
5. Conclusions et perspectives



1^{ère} phase : analyse des circuits patients et des organisations

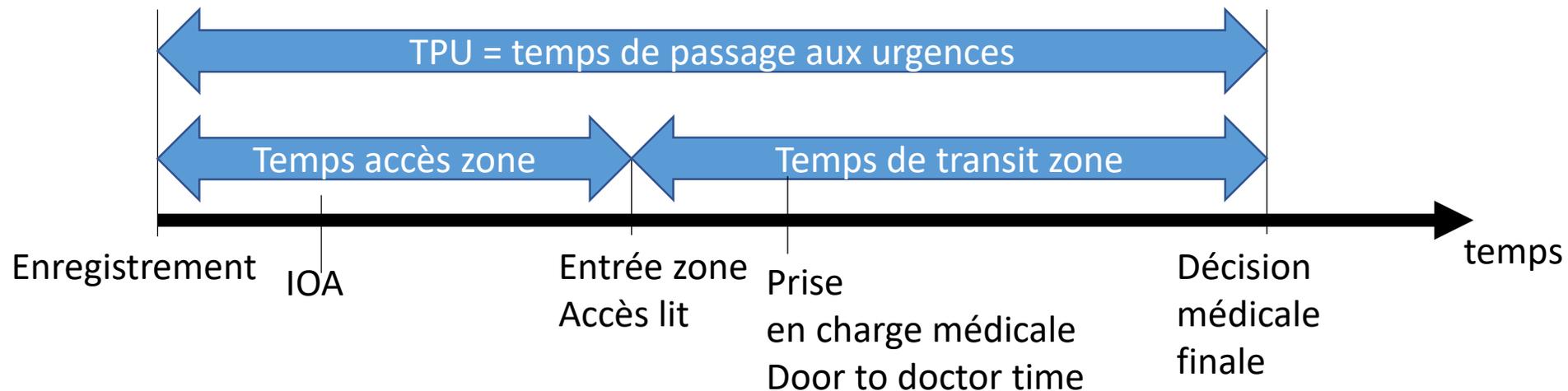
Définition des Indicateurs de performance (KPI)

Analyse du TPU

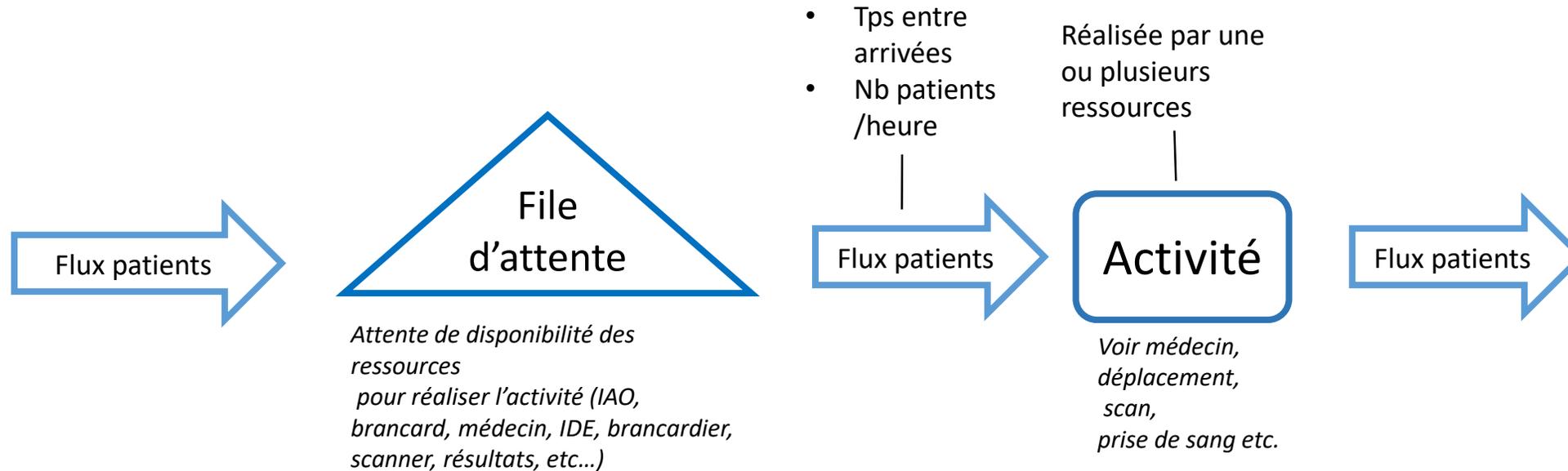
Besoins en données pour la simulation

INDICATEURS DE PERFORMANCE (KPI)

- Temps de transit zones (valeurs moyennes par type de patient et durées de référence)
- Temps accès zone
- Temps de passage aux urgences (TPU)
- Temps de prise en charge médicale



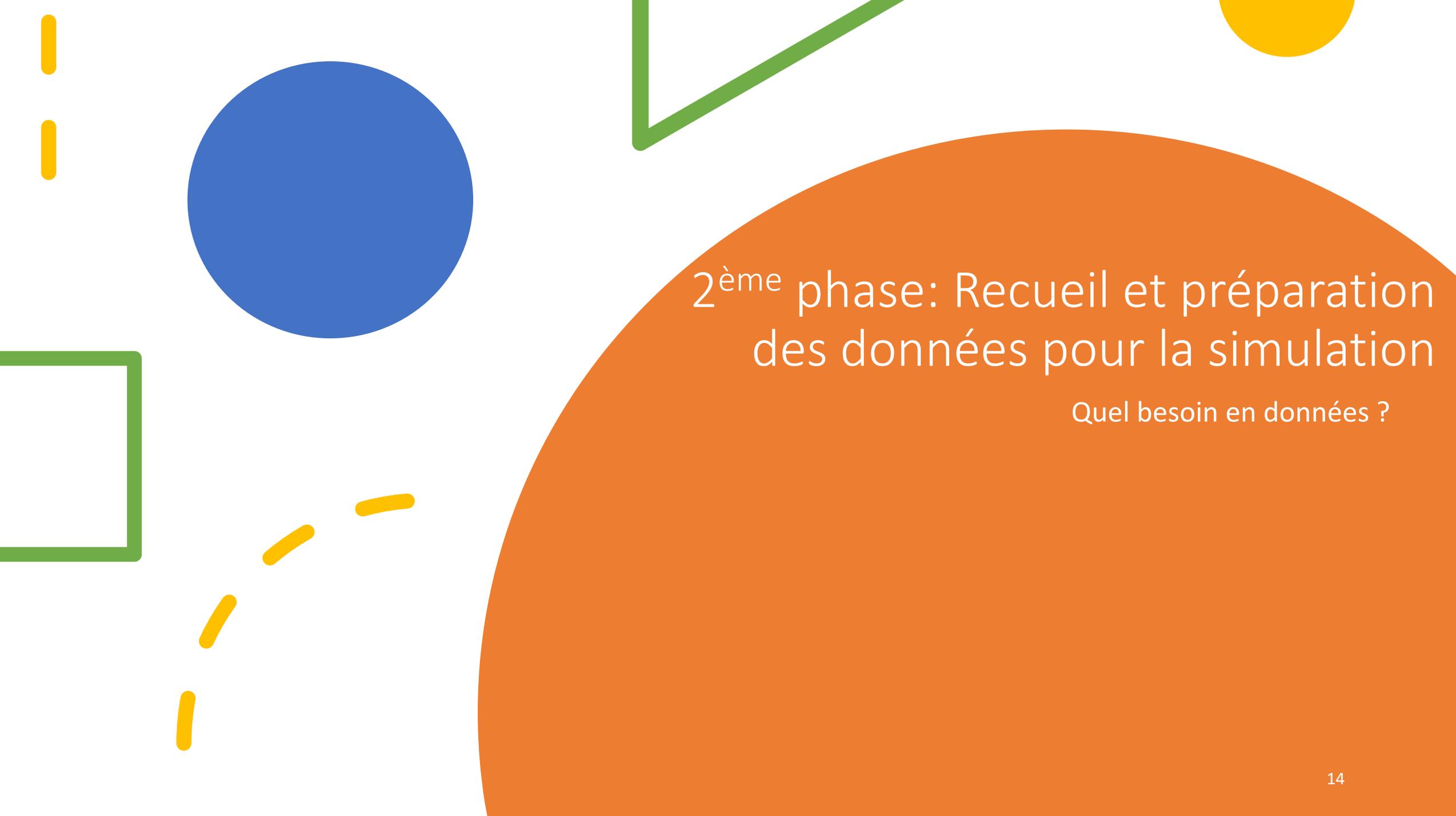
Analyse du Temps de Passage aux Urgences



Le Temps de passage aux urgences (TPU) est lié :

Aux durées des activités

Aux files attentes dépendant des ressources disponibles et des règles de priorité de traitement des patients



2^{ème} phase: Recueil et préparation des données pour la simulation

Quel besoin en données ?

A large orange circle on the left side of the slide, partially cut off by the edge.

Besoins en données pour la simulation

Flux d'entrée patient (Date/Heure arrivée)

Degré de gravité du patient

Séquence d'activités composant le parcours patient

Séquence d'activité de production de résultats de tests

Durée des activités (date de début et fin des activités)

Liste des ressources humaines et matérielles

Recueil des données brutes : identification des événements

- Périmètre d'extraction : patients hors circuit court traumatologie et SAUV en 2021 (42076 passages)
- Travail étroit avec le DIM pour l'extraction des événements du parcours patient :
 - Données du Dossier médical / administratif informatisé
 - Données des serveurs de biologie
 - Données du PACS (imagerie)

Nom évènement	Description	Donnée à extraire
arrival	Date/heure arrivée aux urgences	<i>Date de création du dossier</i>
triage_start	Date/heure début consultation IOA	<i>Date/heure 1ère question renseignée</i>
triage_end	Date/heure fin consultation IOA	<i>Placement en zone</i>
blood_biochimie_prescription	Date/heure prescription d'analyse de biochimie	<i>Prescription d'analyse de biochimie dans l'heure</i>
blood_coagulation_prescription	Date/heure prescription d'analyse de coagulation	<i>Prescription d'analyse de coagulation dans l'heure</i>
blood_hematologie_prescription	Date/heure prescription d'analyse d'hématologie	<i>Prescription d'analyse de coagulation dans l'heure</i>
blood_biochimie_sampling	Date/heure prélèvement d'analyse de biochimie	D/H prélèvement
blood_coagulation_sampling	Date/heure prélèvement pour analyse de coagulation	D/H prélèvement
blood_hematologie_sampling	Date/heure prélèvement pour analyse d'hématologie	D/H prélèvement
blood_biochimie_lab_arrival	Date/heure arrivée labo prélèvement pour analyse de biochimie	D/H Prise en charge labo
blood_coagulation_lab_arrival	Date/heure arrivée prélèvement labo prélèvement pour analyse de coagulation	D/H Prise en charge labo
blood_hematologie_lab_arrival	Date/heure arrivée prélèvement labo pour analyse d'hématologie	D/H Prise en charge labo
blood_biochimie_result	Date/heure rendu analyse de biochimie	D/H envoi SR

 agrégation

ID	Event	Macro_event	Event_Date	ESI
404968593	arrival	arrival	9/1/21 8:00	red
404968593	triage_start	triage_start	9/1/21 8:06	red
404968593	triage_end	triage_end	9/1/21 8:13	red
404968593	blood_biochimie_sampling	blood_sampling	9/1/21 9:00	red
404968593	blood_hematologie_sampling	blood_sampling	9/1/21 9:00	red
404968593	blood_biochimie_prescription	biology_prescription	9/1/21 9:24	red
404968593	blood_hematologie_prescription	biology_prescription	9/1/21 9:24	red
404968593	blood_biochimie_lab_arrival	blood_lab_arrival	9/1/21 9:54	red
404968593	blood_hematologie_lab_arrival	blood_lab_arrival	9/1/21 9:54	red
404968593	blood_biochimie_result	blood_result	9/1/21 10:24	red
404968593	blood_hematologie_result	blood_result	9/1/21 10:24	red
404968593	orientation	orientation	20/8/21 9:33	red

Définition des parcours individuels

- 5716 variantes de parcours dont 4500 variantes uniques obtenus avec des techniques de workflow mining
 - Nettoyage des données :
 - certains parcours extraits irréalistes sont ignorés (réalisation Rx, orientation, durée entretien IAO)
 - Réajustement des séquences : réordonnancement séquence, suppression activités aberrantes, ajout activités manquantes grâce un jeu de règles définis avec médecin urgentiste
 - Des évènements sont associés aux activités et numérotés si l'activité se répète durant le parcours : une date prescription est associée une consultation médecin
- **Limitation aux variantes qui ont plus de 10 occurrences soit 103 variantes de parcours (environ 85% des patients)**



Durée activités de soin

Activités

Activité	moyenne [min]	Distribution
Register_Patient	0	
See_Triage_Nurse	9.22	erlang
See_Doctor_1	15	
Blood_Sampling	5	erlang
Blood_Checking	39.37	cauchy
RX_Realization_IN	5	
RX_Realization	10	
RX_Analysis	7	
RX_Realization_OUT	5	erlang
CT_IN	10	
CT	20	
CT_OUT	10	
CT_withInjection_IN	10	
CT_withInjection	20	
CT_withInjection_OU		
T	10	
Scan_Analysis	187.87	
See_Doctor_End	10	

DIM



3^{ème} phase: création d'un modèle de simulation & analyse des parcours

Durée parcours idéal

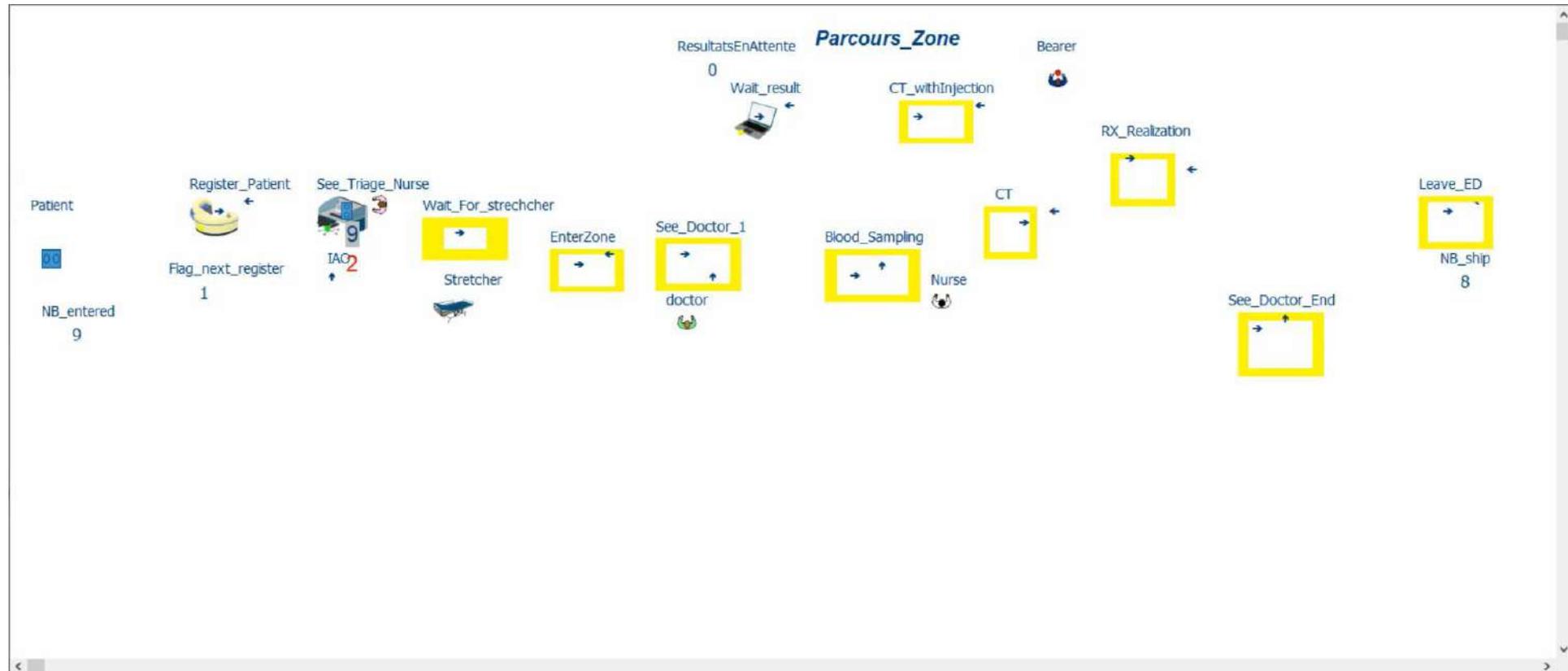
Distribution des durées de référence

Dispersion des TPU

ANALYSE DES PARCOURS

Durée de référence : durée
parcours idéal

- Durée moyenne de passage que mettrait un patient si toutes les ressources (IOA, médecin , brancardier etc..) étaient disponibles dès que le patient en a besoin



ANALYSE DES PARCOURS

Distribution des durées de référence

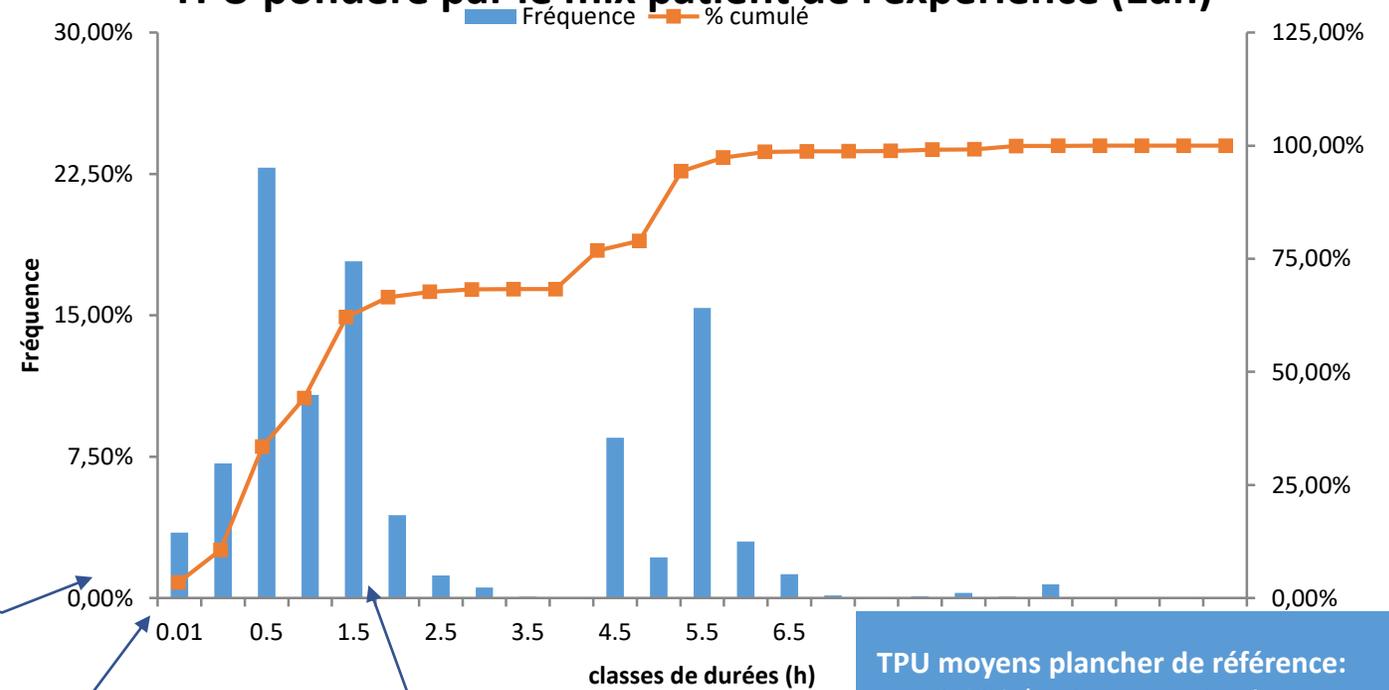
Durée de référence parcours idéal:

Durée moyenne de passage que mettrait un patient si toutes les ressources (IOA, médecin, brancardier etc..) étaient disponibles dès que le patient en a besoin

Départs après enregistrement

Départs après IAO

TPU pondéré par le mix patient de l'expérience (1an)



TPU moyens plancher de référence:

- 2,19 h/patient enregistré
- 2,28 h/patient passé IAO
- 2,44 h/patient passant par les zones

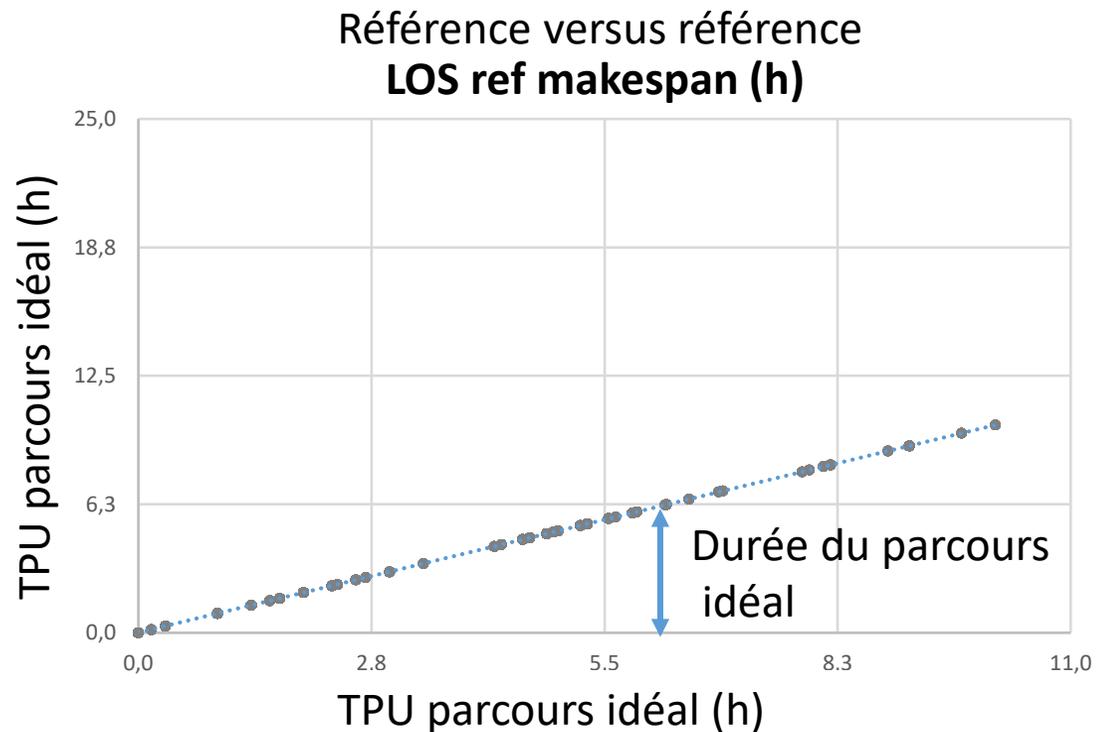
ANALYSE DES PARCOURS réels

- Prise en compte des profils d'arrivés des patients
- Prise en compte des ressources limitées
- Prise en compte des règles de gestion

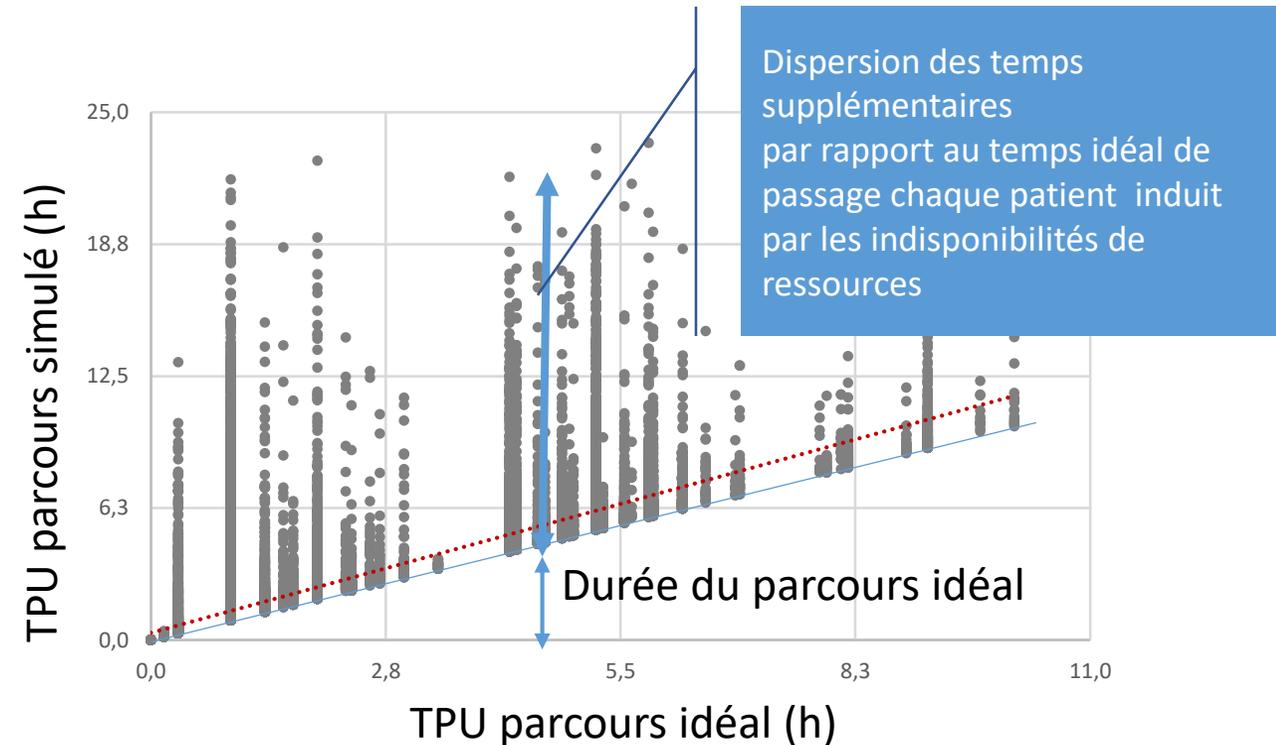


ANALYSE DYNAMIQUE DES MODÈLES

Dispersion des TPU et comparaison par rapport au modèle "idéal"



Chaque patient est représenté par un point
Abscisse: durée du parcours idéal
Ordonnée : durée du parcours idéal

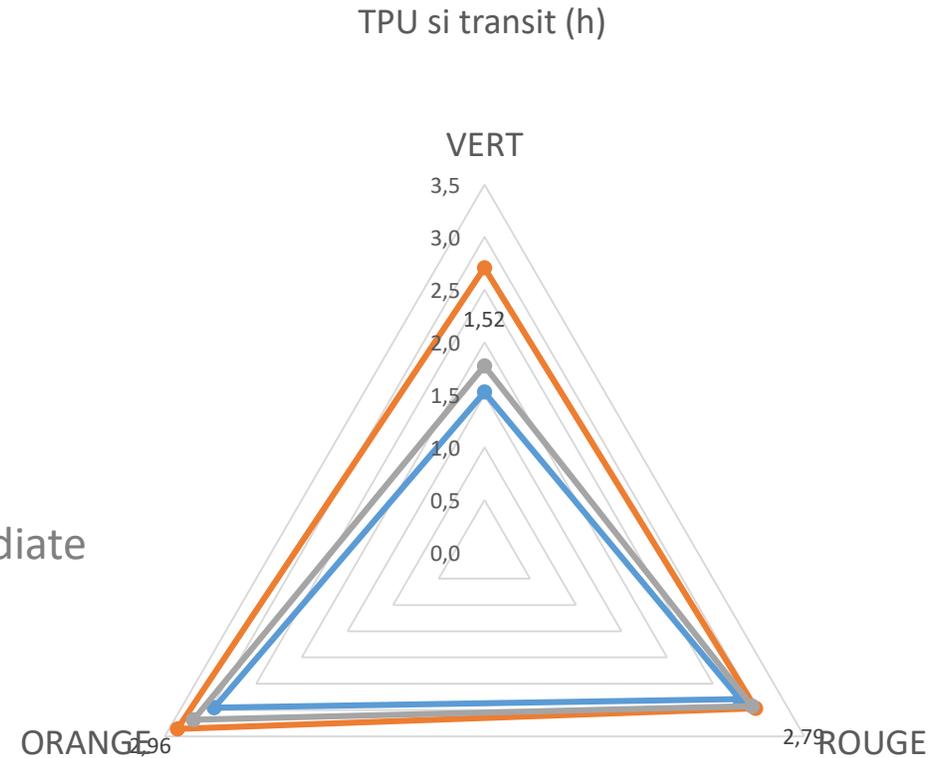


Chaque patient est représenté par un point
Abscisse: durée du parcours idéal du patient
Ordonnée : durée du parcours simulé ou réel

Sommaire

1. Contexte de l'étude
2. Etapes de création du modèle de simulation
- 3. Exemples d'utilisation du simulateur**
 - Rajout d'un brancardage supplémentaire
 - Comparaison de deux organisations
4. Discussion
5. Conclusions et perspectives

Rajout d'un brancardier (organisation en 3 zones)



Tri IOA (jusqu'en mars 2025 :

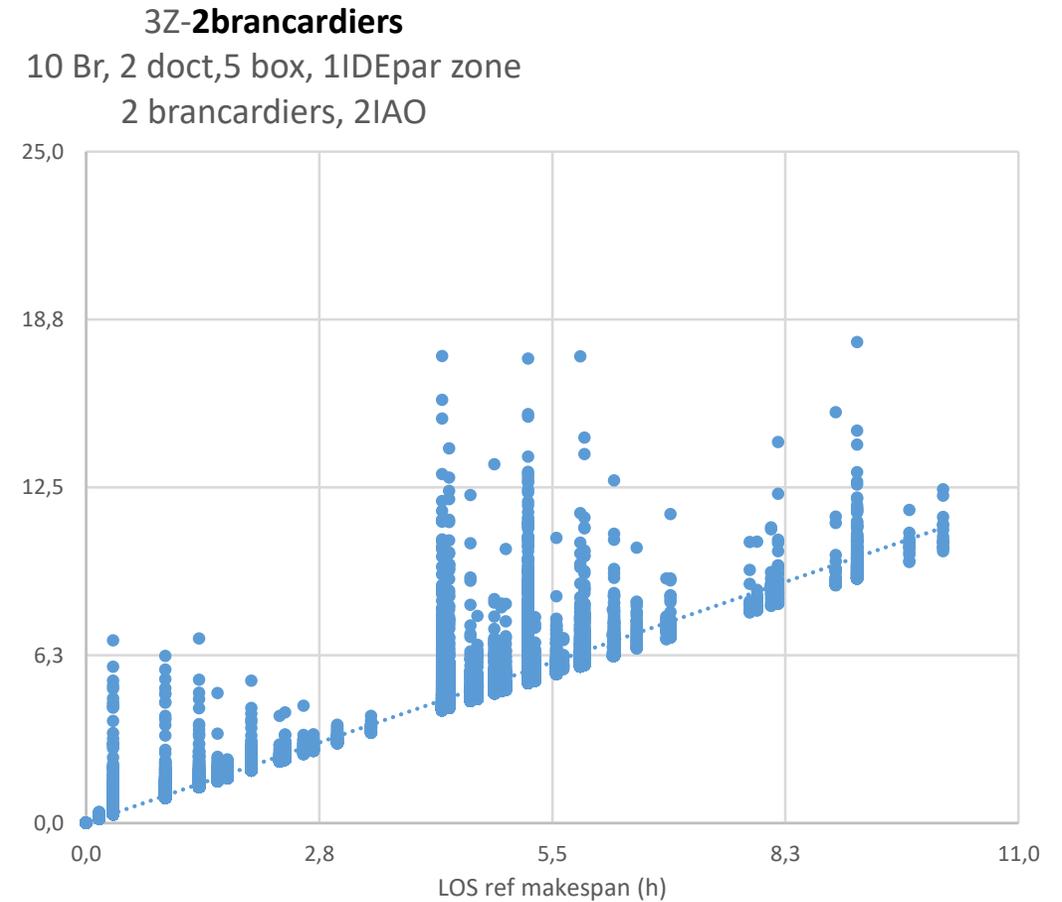
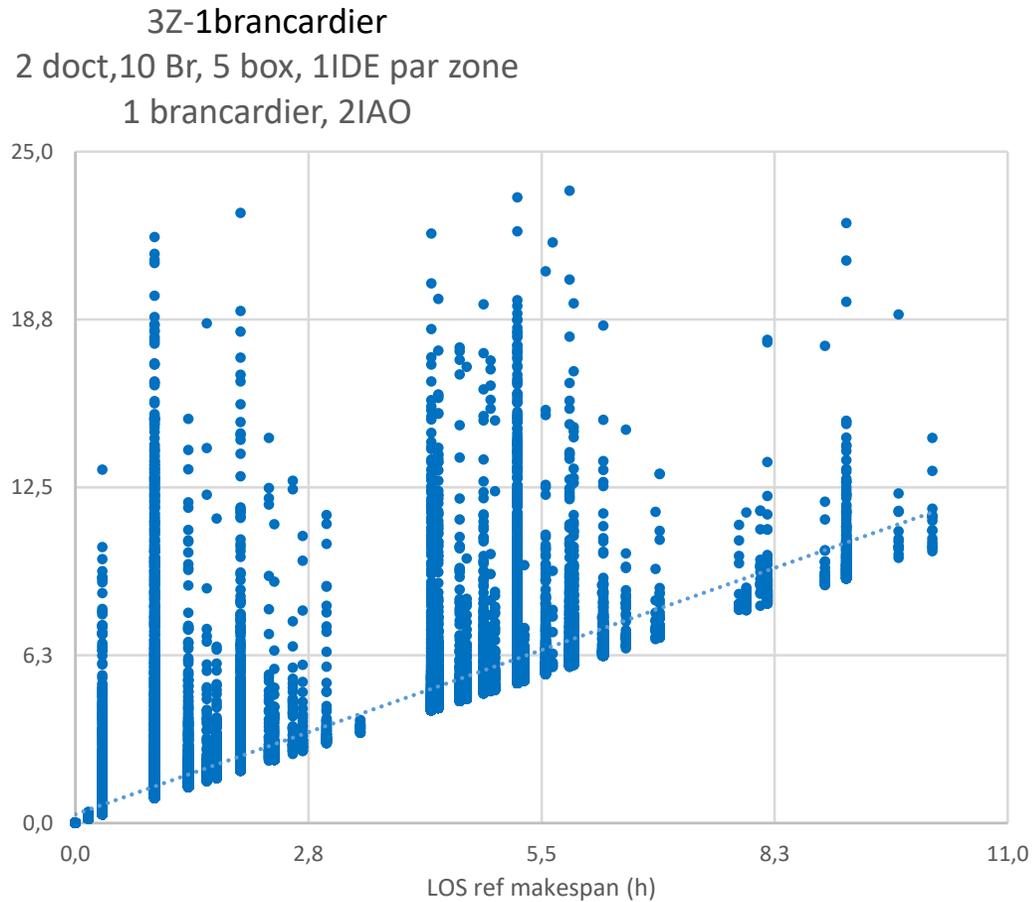
- Rouge : patient grave PEC immédiate
- Orange : PEC < 1 h
- Vert : PEC >1h

● Ref-ideal ● 3Z-1brancardier
2 doct, 10 Br, 5 box, 1IDE par zone

● 3Z-2brancardiers
2 doct, 10 Br, 5 box, 1IDE par zone

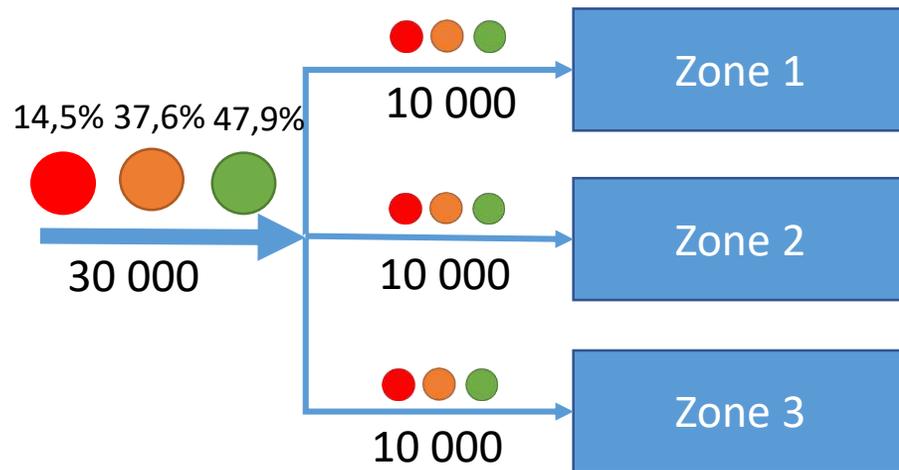
RÉSULTATS-SITUATION INITIALE 3 ZONES

Rajout brancardier: TPU dispersion globale

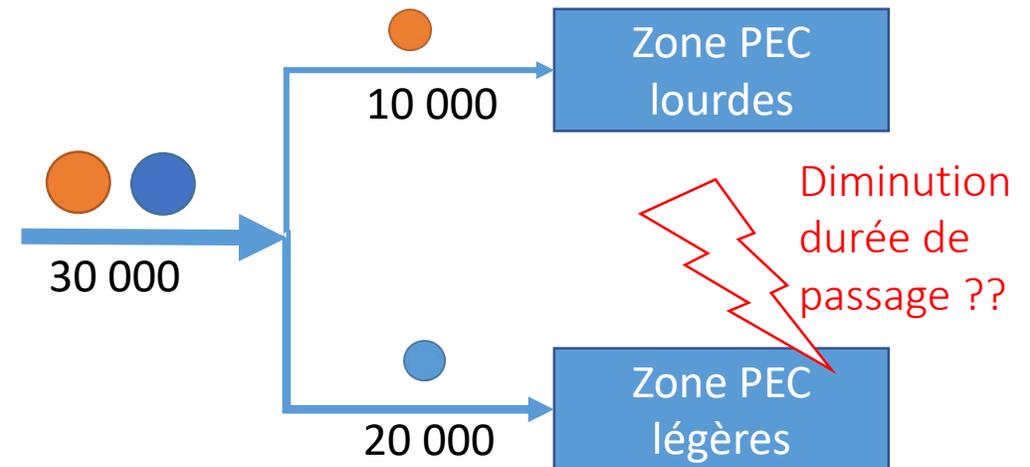


Comparaison de deux organisations

3 zones non spécialisées (org. Actuelle)



2 zones spécialisées (org. à tester)



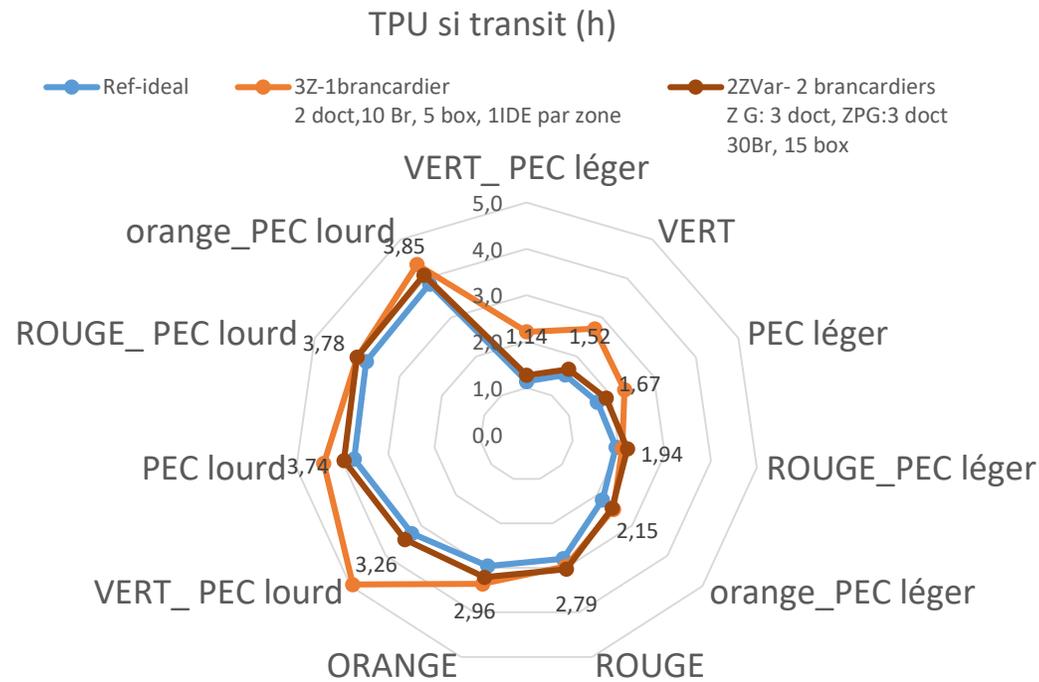
Ressources par zone : 2 médecins (1 médecin sénior & 1 interne), 1 IDE, 1 AS
Ressources communes : 1 IDE "volante ", 1 équipe de brancardage

Répartition des ressources entre zones à définir

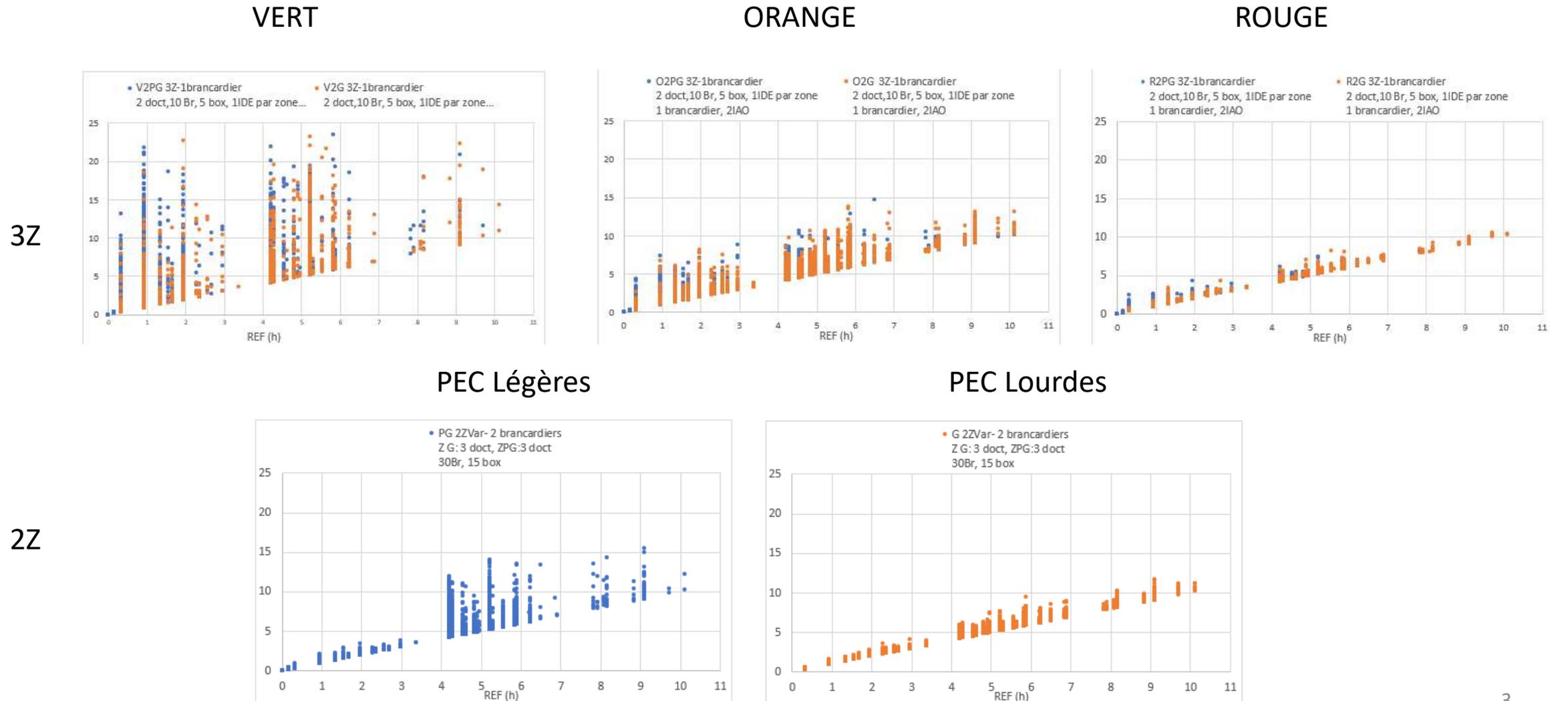
PREPARATION DES DONNEES Catégorisation des gravités

- **ESI: Emergency Severity Index**
- ESI 1 : chaque patient est classé par l'IOA dans une catégorie d'une échelle à trois degrés de gravité : vert, orange, rouge : méthode de triage peu performante dans les faits.
- ESI 2 : chaque patient a été classé dans une catégorie Grave (Diagnostic grave et/ou PEC lourde) ou une catégorie Pas grave (Diagnostic peu grave et/ou PEC plus légère) → classification qui s'est faite **a posteriori** sur base codes GEMSA et CCMU

RÉSULTATS-Comparaisons TPU 3Z et 2Z (2 brancardiers)



Résultats-Comparaisons 3Z et 2Z dispersions (2 brancardiers)



Sommaire

1. Contexte de l'étude
2. Etapes de création du modèle de simulation
3. Exemples d'utilisation du simulateur
- 4. Discussion**
5. Conclusions et perspectives

Limites de l'étude

- Sur-estimation de la disponibilité des médecins, infirmiers, brancardiers et de certaines ressources externes :
 - Médecin : activités en présence du patient
 - Infirmiers : prise de sang
 - Scanner, échographie : pas les attentes liées aux traitements des patients autres que ceux des urgences
 - Brancardier : OK
- Manque de données pour tenir compte de la distribution des durées des activités (pas de distinction entre activité et attente)
- Certaines données sont inexactes et donc inexploitable (décision d'orientation)



Sous-estimation du TPU

Activités DIM

Activité	moyenne [min]	Distribution
Register_Patient	0	
See_Triage_Nurse	9.22	erlang
See_Doctor_1	15	
Blood_Sampling	5	erlang
Blood_Checking	39.37	cauchy
RX_Realization_IN	5	
RX_Realization	10	
RX_Analysis	7	
RX_Realization_OUT	5	erlang
CT_IN	10	
CT	20	
CT_OUT	10	
CT_withInjection_IN	10	
CT_withInjection	20	
CT_withInjection_OU		
T	10	
Scan_Analysis	187.87	
See_Doctor_End	10	

Discussion

- L'étude permet de montrer l'intérêt de la simulation couplée à l'optimisation
 - Les données de log très utiles
 - pour travailler simultanément sur l'analyse du mix patient et l'organisation des flux
 - évaluer la pertinence de certains modèles de simulation courant pour les urgences
 - Pour faire une ombre numérique, voire un jumeau, il faudrait pouvoir mesurer les durées des diverses activités. Nos modèles de simulation peuvent facilement s'adapter pour rejouer ce qui s'est passé
- => Etapes ultérieures : recueil de données d'activité du service avec un système de géolocalisation des soignants et des patients

Sommaire

1. Contexte de l'étude
2. Etapes de création du modèle de simulation
3. Exemples d'utilisation du simulateur
4. Discussion
5. **Conclusions et perspectives**

Conclusions et Perspectives

Données issues du DPI + données issues de la géolocalisation Patients / soignants :

- Cela permettrait aussi de mieux modéliser la disponibilité des ressources qui ont d'autres tâches que celles modélisées (infirmières, médecin) pour aller vers des modèles prédictifs
- Cela permettrait de faire une ombre numérique ou un jumeau prédictif : simulation fiable de nouvelle organisation, mesure de la charge de travail et prédiction de l'activité d'un service

Conclusions et Perspectives

- Proposer la méthode de modèle de simulation à d'autres services qui aurait une question à soumettre :
 - Optimiser le recueil et le traitement des données
 - Se conformer au RGPD
 - Standardise la conception du schéma du parcours patient
 - Création d'un logiciel dédié
- Publications scientifiques

Conclusions et Perspectives

- Elargir la collaboration au sein d'Icube en y intégrant d'autre équipe ayant des compétences en termes de mise en place d'un système de géolocalisation et de traitement de ces données
- Structurer le projet :
 - méthodologie,
 - établir un budget
 - contrat collaboration HUS
- Répondre à des appels à projets

Merci de votre
attention

