



# Aide à la simulation de flux de patients avec un configurateur de parcours

Application à un service de consultations mutualisées

Franck Fontanili<sup>(1)</sup> – Guillaume Marques<sup>(2)</sup>

(1) Ecole des Mines d'Albi (France)

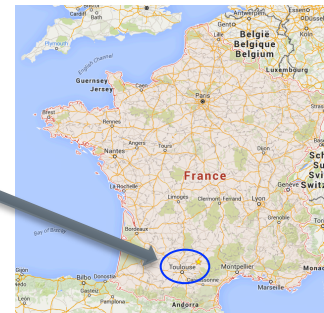
(2) CHU de Toulouse



# Agenda

- **Le CHU de Toulouse**
- La simulation de flux de patients
- Démarche proposée
- Conclusion et perspectives

# Le CHU de Toulouse



- Un des principaux CHU de France (2500 lits)
- Implanté sur 3 sites dans Toulouse
- 14 pôles médicaux et 5 pôles médico-techniques
- 12.000 employés dont 3500 médecins

Site de Rangueil



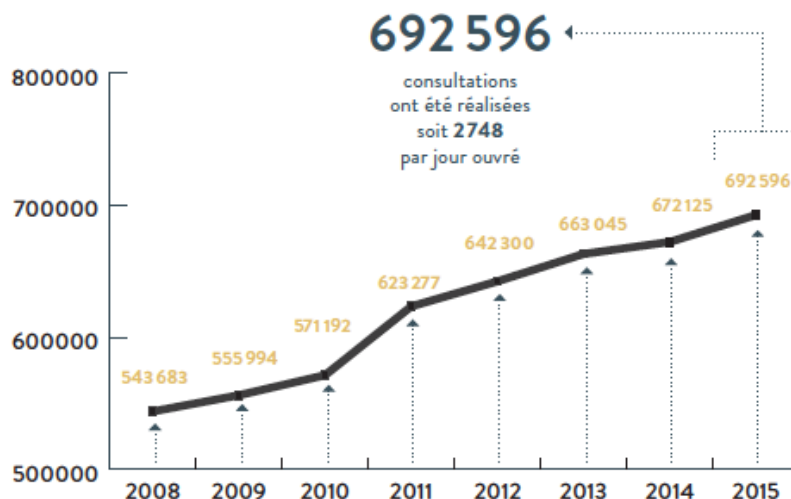
Site de l'Oncopole



Site Purpan



Evolution des consultations externes





# Agenda

- Le CHU de Toulouse
- **La simulation de flux de patients**
- Démarche proposée
- Conclusion et perspectives



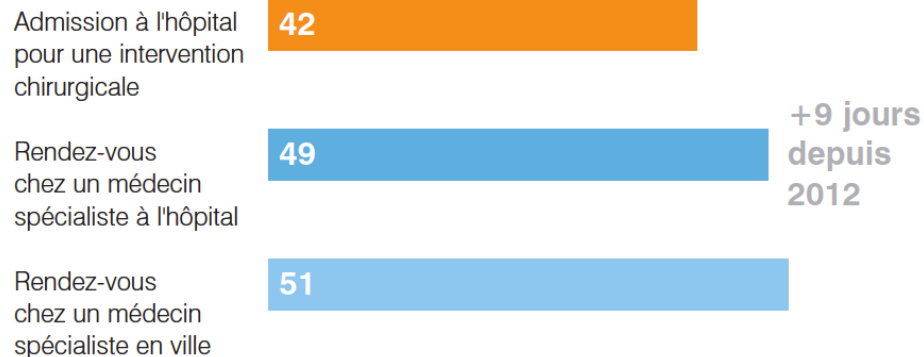
# Origine de la demande d'une étude de simulation de flux des patients

## ■ Quelques "gros" projets de construction, de réimplantation ou de regroupement...

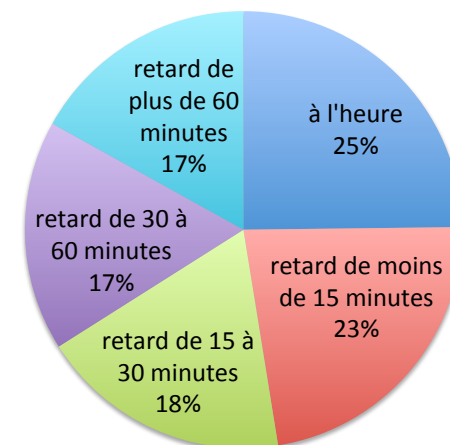
- Besoin d'un outil de visualisation/évaluation des flux

## ■ ... dans le but de réduire le délai d'attente pour une consultation = fluidifier les flux

Attente moyenne constatée pour l'obtention d'un(e)...  
(en nombre de jours) (source Ifop/Jalma 2014)



Enquête CLCV sur les retards aux consultations  
879 patients - oct. 2015 à avr. 2016



# Cas d'étude : Quoi ? Pourquoi ?

## ■ Qu'est-ce qui est demandé ?

- Une étude de simulation d'un service de consultations mutualisées (regroupement de 7 services sur un seul plateau)
  - pour évaluer sa capacité à absorber le flux de patients
  - pour identifier et comprendre les retards et blocages
  - pour améliorer son organisation

## ■ Pourquoi la simulation ?

- Pour répondre à ces questions :
  - *Combien de places dans les salles d'attente ?*
  - *Combien de salles d'attente ?*
  - *Combien de secrétaires médicales, de médecins, d'infirmières, d'agent d'accueil ?*
  - ...
  
- *Quel temps de séjour ? Quel temps d'attente ?*
- *Quelle distance parcourue entre l'entrée et la sortie ?*
- ...

*Point de vue  
managérial*

*Point de vue  
patient*

## Comment ?

### ■ Comment la simulation peut fournir ces informations ?

- *Grâce à des indicateurs et des statistiques :*

#### *Patient*

- Temps de séjour
- Distance parcourue
- Temps d'attente
- Etc.

#### *Personnel*

- Taux d'occupation
- Nombre de consultations
- Distance parcourue
- Etc.

#### *Salles et équipements*

- Nombre de places occupées
- Taux d'occupation

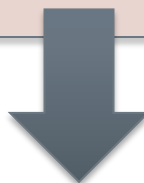
# Problématique de la simulation à l'hôpital

## ■ La simulation de flux est un outil connu et largement utilisé

- Surtout dans l'industrie
- Pas trop à l'hôpital...

## ■ Quels sont les obstacles ?

- Connaissance et maîtrise d'un outil de simulation
- Absence de modélisation "métier" = adaptée au domaine



**Comment modéliser les parcours des patients dans un ou plusieurs services hospitaliers ?**



# Agenda

- Le CHU de Toulouse
- La simulation de flux de patients
- **Démarche proposée**
- Conclusion et perspectives

# Démarche proposée

- 1. Identifier les parcours les plus significatifs**
  - Comment ?
- 2. Collecter des données**
  - Profil d'arrivée des patients ?
  - Temps de consultation ?
  - Quelles ressources utilisées (humaines et matérielles) ?
- 3. Construire un modèle de connaissance des parcours**
  - Compréhensible et utilisable par tous !
- 4. Construire le modèle de simulation**
  - Doit être facilement configurable / paramétrable
- 5. Valider la simulation**
  - Le comportement de la simulation est-il proche de la réalité ?

1. Identifier les parcours les plus significatifs
2. Collecter des données



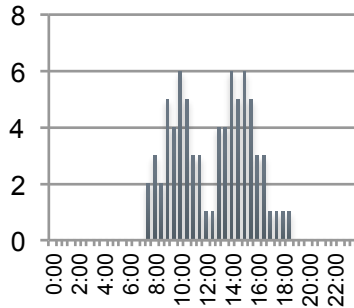
Pour chaque patient :

Heure d'arrivée ? Activités suivies ? Durée ? Temps de séjour ? Distance parcourue ?...

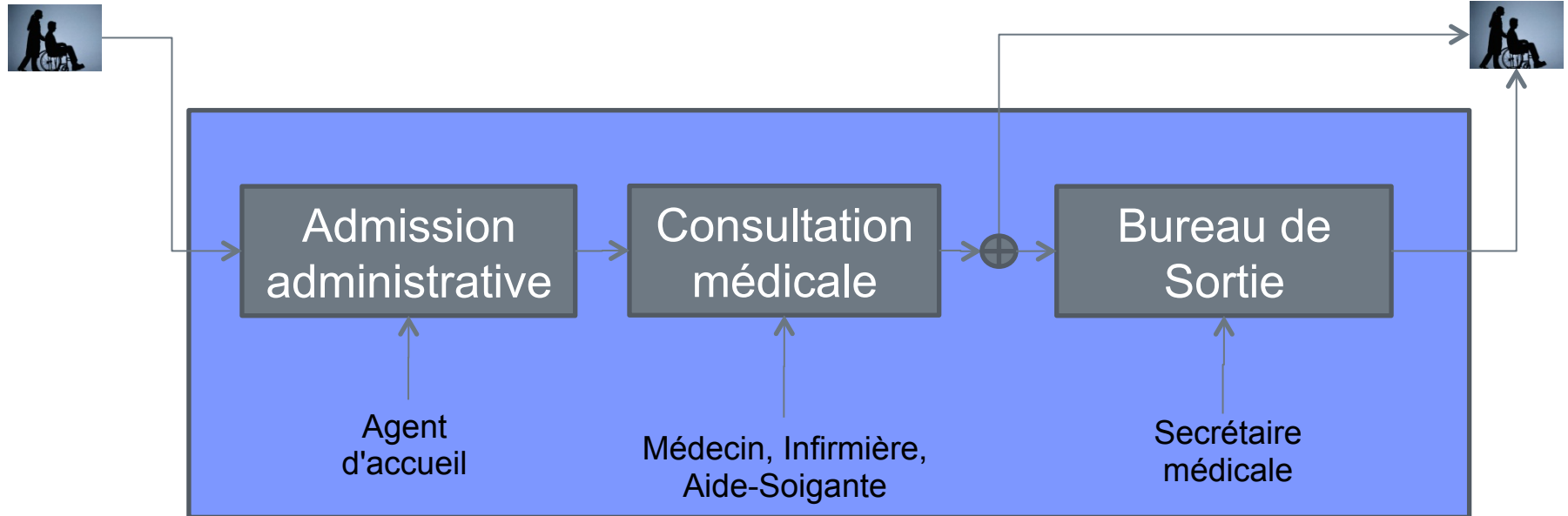
# 1. Identifier les parcours les plus significatifs

## 2. Collecter des données

Profil d'arrivée / tranche horaire



- Vue macrographique d'un parcours de consultation
- 3 activités principales :

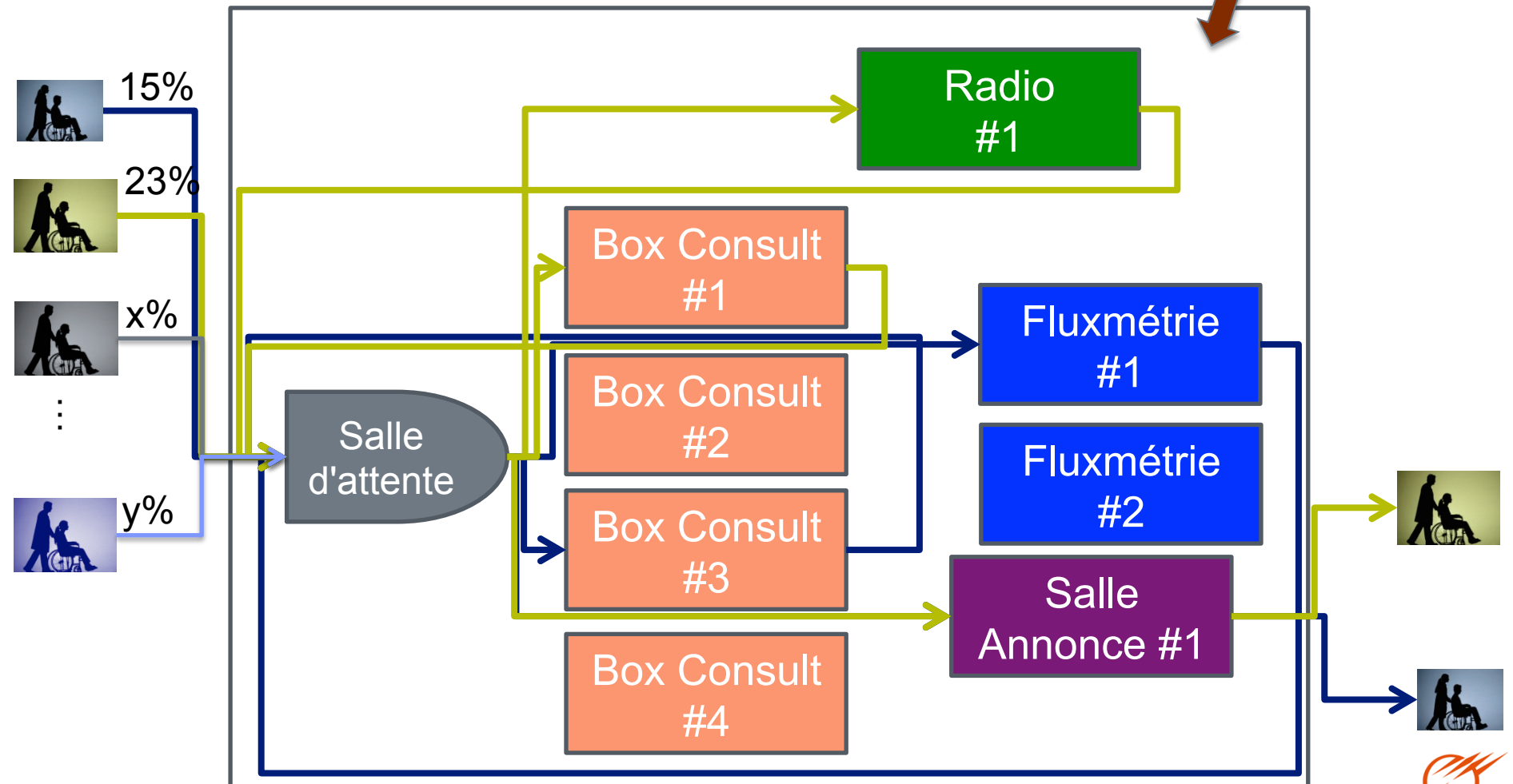
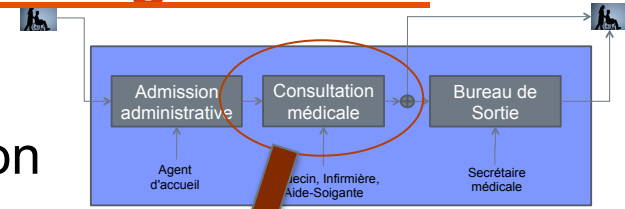




# 1. Identifier les parcours les plus significatifs

## 2. Collecter des données

### Zoom sur l'activité Consultation



# 1. Identifier les parcours les plus significatifs

## 2. Collecter des données

- Solution 1 = "à la main"

■ Observations de terrain et collecte manuelle : observer, suivre, mesurer, interviewer, etc.



N°	Début	Fin	Notes	Activité	Lieu	Professionnel	Autonomie	Nb acc.	Type acc.
1	7:11:0	7:16:0	M. Saut-Bodachin	Ent	Acc	AA	—	—	—
2	7:16:0	7:21:0	Coûte pour	Ent	Acc	AS	—	—	—
3	7:21:0	7:27:0	M. Monod	Ent	Acc	M	—	—	—
4	7:27:0	7:34:0	Coûte pour	Ent	EV	M	—	—	—
5	7:34:0	7:39:0	Vide. M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
6	7:39:0	7:45:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
7	7:45:0	7:51:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
8	7:51:0	7:57:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
9	7:57:0	8:03:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
10	8:03:0	8:09:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
11	8:09:0	8:15:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
12	8:15:0	8:21:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
13	8:21:0	8:27:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
14	8:27:0	8:33:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
15	8:33:0	8:39:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
16	8:39:0	8:45:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
17	8:45:0	8:51:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
18	8:51:0	8:57:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
19	8:57:0	9:03:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
20	9:03:0	9:09:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
21	9:09:0	9:15:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
22	9:15:0	9:21:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
23	9:21:0	9:27:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
24	9:27:0	9:33:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
25	9:33:0	9:39:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
26	9:39:0	9:45:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
27	9:45:0	9:51:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—
28	9:51:0	9:57:0	M. Saut	Ent	Acc	AS	—	—	—

■ Difficultés et risques

- Non-exhaustif
- Erreur d'interprétation
- Mesures imprécises
- Temps passé

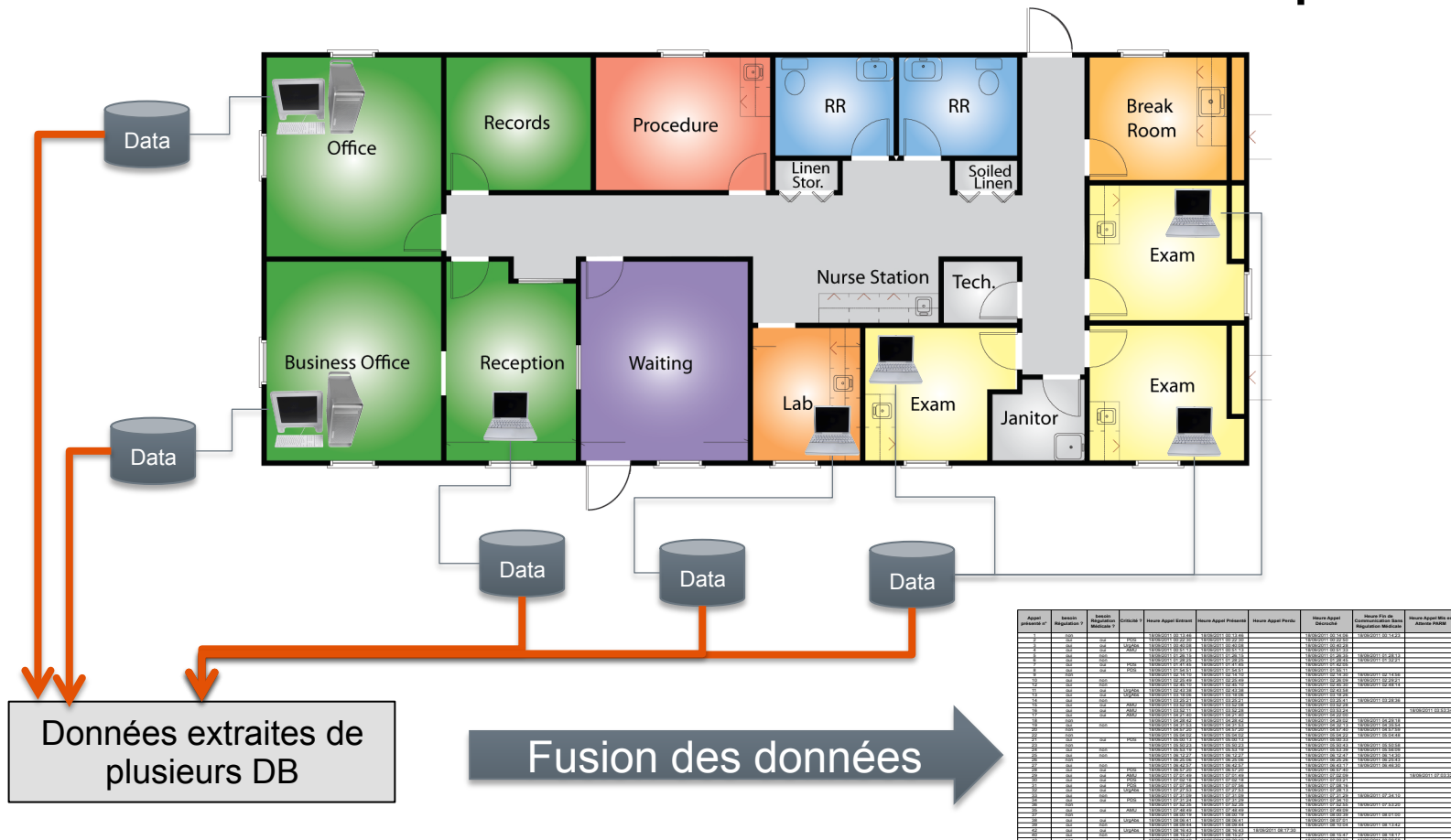
■ + une autre étape pour le traitement = saisie informatique

# 1. Identifier les parcours les plus significatifs

## 2. Collecter des données

- Solution 2 : extraction des bases de données

### ■ Problématique du Système d'Information Hospitalier



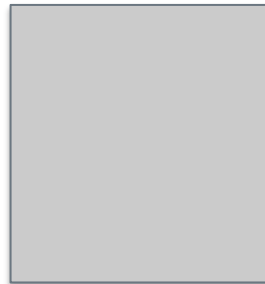
### 3. Construire un modèle des parcours

- Définir les éléments d'un parcours

#### ■ Un parcours comporte :

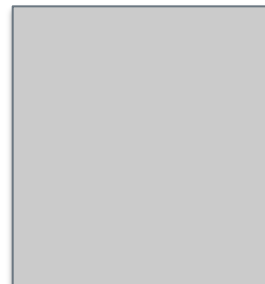
- **Des attentes** : salles et files d'attente
- **Des activités "simples"** (1 seule phase)

Patients (en attente)



- **Des activités "complexes"** (2 à 4 phases)

Patients (en attente)



# 3. Construire un modèle des parcours

## - Healthcare Pathway Modeler (prototype)

The screenshot displays the Healthcare Pathway Modeler (prototype) interface. The main workspace shows a workflow diagram with the following nodes and transitions:

- Start node (green circle) transitions to "Salle d'attente ortho" (represented by a person icon).
- "Salle d'attente ortho" transitions to "Box CS Consultation" (represented by a bed icon).
- "Box CS Consultation" transitions to "Salle d'attente ortho" (represented by a person icon).
- "Salle d'attente ortho" transitions to "simple care 19 minutes" (represented by a person icon).
- "simple care 19 minutes" transitions to the end node (red circle).

The right sidebar contains the following fields and buttons:

- roles:
- name:
- Buttons: Delete (red), Save (green), Cancel (blue)

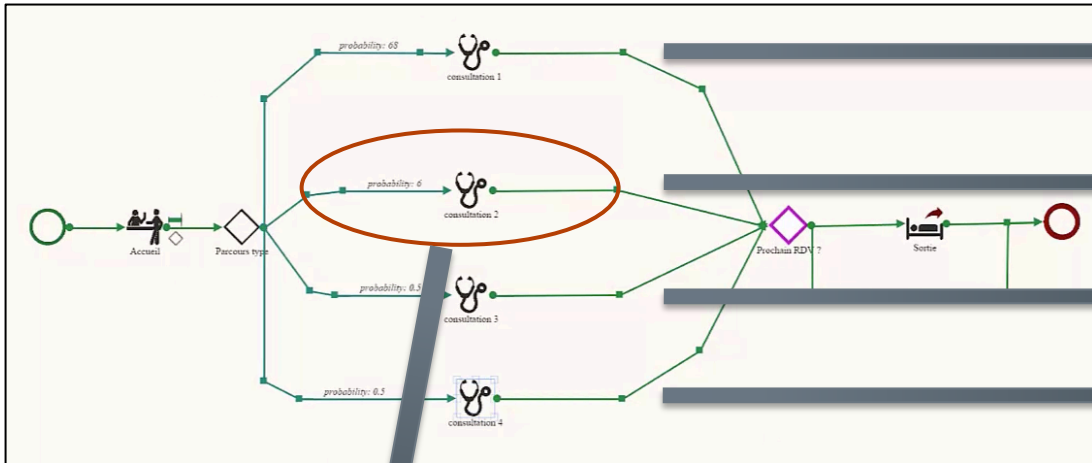
The top navigation bar includes the following buttons:

- Sub Palette
- Refresh All
- Export as PNG

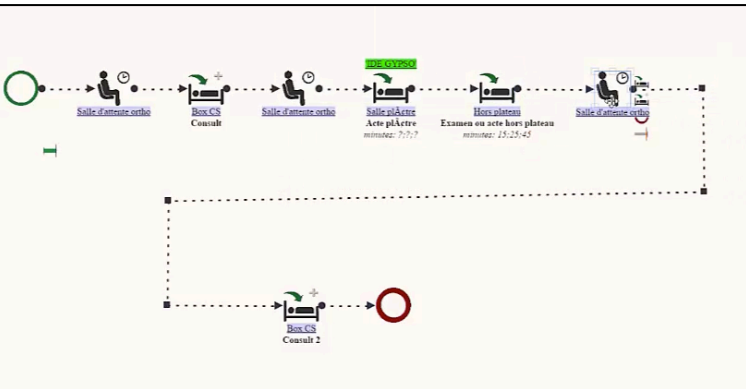
# 3. Construire un modèle des parcours

Cartographie des parcours (model designer)

Données des parcours (XL)



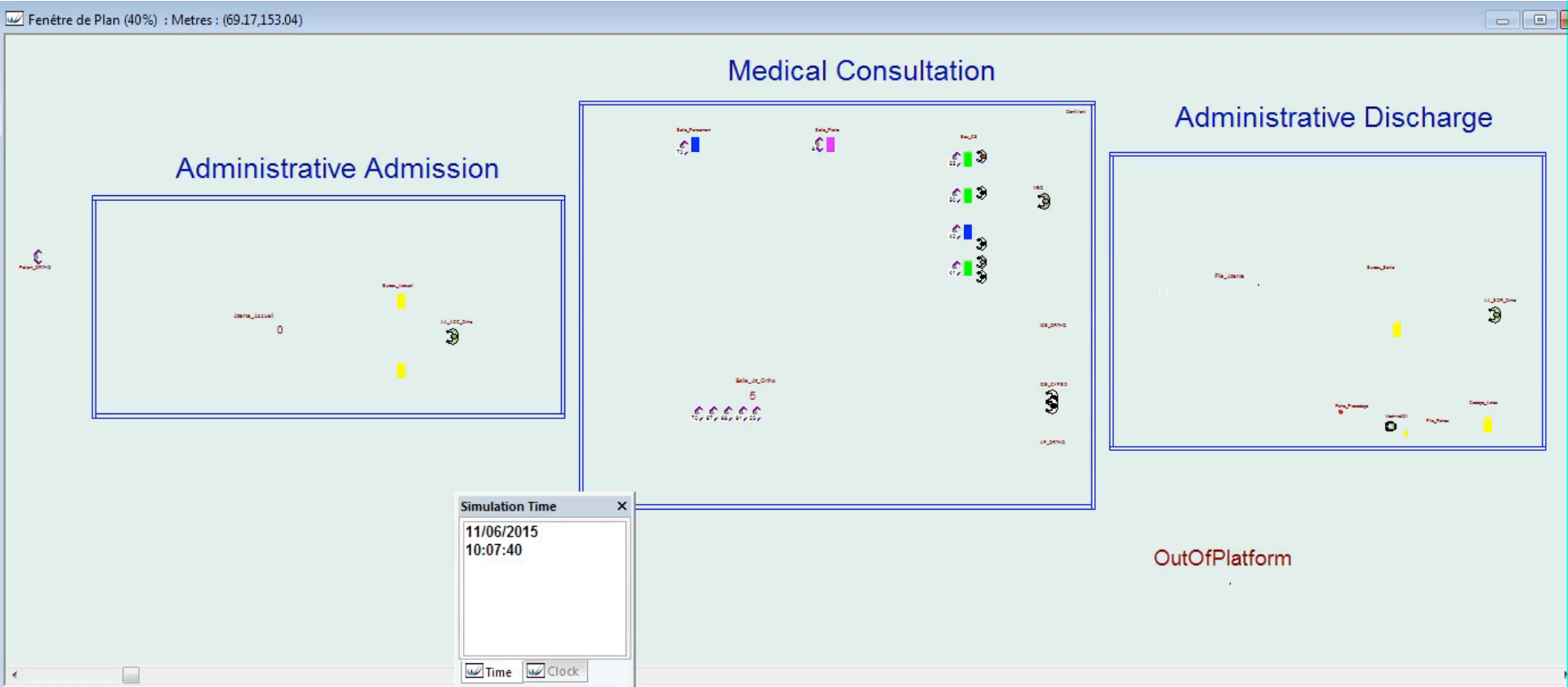
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parcours 1	Opération 1	Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Durée op1	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)
		Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Res. Hum.	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
Parcours 2	Opération 1	Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Durée op1	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)
		Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Res. Hum.	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
Parcours 3	Opération 1	Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Durée op1	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)
		Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Res. Hum.	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
Parcours 4	Opération 1	Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Durée op1	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)	triangle(5,7,10)
		Intitulé op.	consultation	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO
		Res. Hum.	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO	IDE_ORTHO



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Parcours 3	Opération 1	Res. Immo.	Salle_Att_Ortho	Box_CS	Salle_Att_Ortho	Salle_Platre	Hors_Plateau	Salle_Att_Ortho	Box_CS	Salle_Att_Ortho	Salle_Platre
		Intitulé op.		installation	acte plâtre	Acte hors plateau	installation	installation	installation	acte plâtre	
		Durée op1		triangle(5,7,10)	3*45*beta(1,2,6)	triangle(15,25,45)	triangle(5,5,1,2)	triangle(10,5,1,2)	triangle(10,5,1,2)	3*45*beta(1,2,6)	
		Res. Hum.		IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_GYPSO		IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_ORTHO or AP_ORTHO	IDE_GYPSO
% de patients suivant ce parcours	Opération 2	Intitulé op.		consultation							
		Durée op2		triangle(5,10,15)						triangle(2,4,15)	
		Res. Hum.		MED						MED_1	
		Intitulé op.		désinstallation						désinstallation	
0,5	Opération 3	Intitulé op.		installation							
		Durée op3		triangle(0,5,2,4)						triangle(0,5,2,4)	
		Res. Hum.		IDE_ORTHO or AP_ORTHO						IDE_ORTHO or AP_ORTHO	
		Intitulé op.									
% cumulé	Opération 4	Intitulé op.									
		Durée op4									
		Res. Hum.									
		Intitulé op.									

# 4. Construire le modèle de simulation

- Vue fonctionnelle (Witness® [www.lanner.com](http://www.lanner.com))





# 4. Construire le modèle de simulation

- Vue architecturale (Witness® [www.lanner.com](http://www.lanner.com))





## 5. Valider la simulation

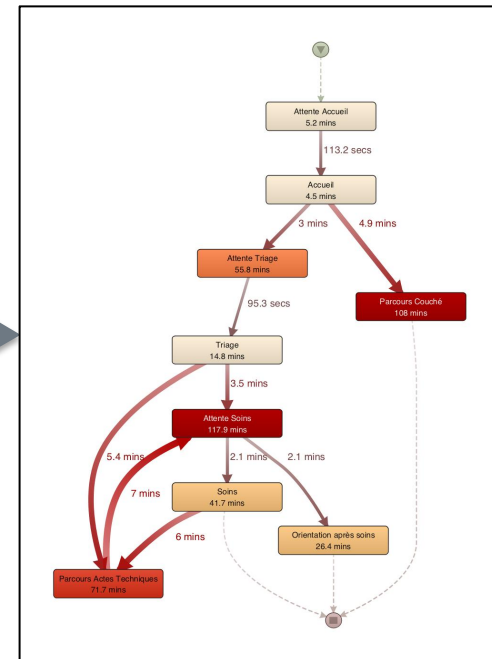
- Est-ce que les parcours "simulés" sont cohérents avec les parcours "réels"?
- Confirmation avec un outil de Process Mining

Fichier Log  
(1 ligne= 1 événement)

ID Patient	Heure Début	Activité
143	19/04/14 12:07	Accueil
140	19/04/14 12:10	Triage
144	19/04/14 12:12	Accueil
133	19/04/14 12:12	Soins
141	19/04/14 12:23	Triage
145	19/04/14 12:26	Accueil
145	19/04/14 12:35	Parcours Couché
142	19/04/14 12:40	Triage
129	19/04/14 12:43	Orientation après soins
141	19/04/14 12:49	Soins
143	19/04/14 12:54	Triage
146	19/04/14 12:56	Accueil
147	19/04/14 13:02	Accueil
144	19/04/14 13:06	Triage
148	19/04/14 13:08	Accueil
149	19/04/14 13:12	Accueil
148	19/04/14 13:15	Parcours Couché
150	19/04/14 13:20	Accueil
146	19/04/14 13:21	Triage
144	19/04/14 13:25	Parcours Actes Techniques
132	19/04/14 13:29	Orientation après soins
150	19/04/14 13:30	Parcours Couché
151	19/04/14 13:31	Accueil
147	19/04/14 13:33	Triage
152	19/04/14 13:41	Accueil
149	19/04/14 13:47	Triage
153	19/04/14 13:48	Accueil
146	19/04/14 13:49	Soins
136	19/04/14 13:49	Orientation après soins
152	19/04/14 13:50	Parcours Couché
147	19/04/14 13:51	Parcours Actes Techniques

Process Mining

Process Mapping



# 5. Valider la simulation

## - Génération d'un fichier log pendant la simulation

Data\_Output\_HE\_28092015a.xls [Mode de compatibilité] - Microsoft Excel

R71     $=SI((NB.SI(E71;"*Hors_**")=1)=VRAI;0;C71-B71)$

ID	Timestamp start	Timestamp end	Efface tout	Activity	Res. Immo. (I
45	20	11/06/2015 08:41:42	11/06/2015 08:41:42	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
46	22	11/06/2015 08:42:53	11/06/2015 08:42:53	Entrée/sortie Salle d'attente Accueil	ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTH
47	21	11/06/2015 08:43:05	11/06/2015 08:43:05	Entrée/sortie Salle d'attente Accueil	ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTH
48	6	11/06/2015 08:07:17	11/06/2015 08:43:08	Prise en charge - Box Consultations	ORTHO.Box_C
49	4	11/06/2015 08:30:05	11/06/2015 08:43:08	Entrée/sortie Salle d'attente Consult.	ORTHO.Salle_Att_C
50	24	11/06/2015 08:44:35	11/06/2015 08:44:35	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
51	6	11/06/2015 08:02:04	11/06/2015 08:45:37	Entrée/sortie des Consultations - Secteur ORTHO	
52	22	11/06/2015 08:43:08	11/06/2015 08:45:40	Prise en charge administrative	ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTH
53	23	11/06/2015 08:44:54	11/06/2015 08:45:40	Entrée/sortie Salle d'attente Accueil	ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTH
54	25	11/06/2015 08:46:15	11/06/2015 08:46:15	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
55	21	11/06/2015 08:43:34	11/06/2015 08:49:21	Prise en charge administrative	ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTH
56	26	11/06/2015 08:50:50	11/06/2015 08:50:50	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
57	23	11/06/2015 08:46:09	11/06/2015 08:52:07	Prise en charge administrative	ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTH
58	27	11/06/2015 08:52:39	11/06/2015 08:52:39	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
59	28	11/06/2015 08:54:43	11/06/2015 08:54:43	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
60	7	11/06/2015 08:12:24	11/06/2015 08:54:50	Prise en charge - Box Consultations	ORTHO.Box_C
61	17	11/06/2015 08:39:36	11/06/2015 08:54:50	Entrée/sortie Salle d'attente Consult.	ORTHO.Salle_Att_C
62	29	11/06/2015 08:55:09	11/06/2015 08:55:09	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	
63	30	11/06/2015 08:57:36	11/06/2015 08:57:36	Entrée/sortie des Consultations - Secteur MEDECINE	

Log   Profils\_Sortie   Attentes   ACCUEIL\_ORTHO   ACCUEIL\_MEDEC   ACCUEIL\_COMMUNS   ORTHO

Witness (Roamed License Expires On 10-dec-2015) (Consult\_HE\_demoWSC2015\_2 : Modèle de démarrage) - [F...]

File Edit View Model Elements Reports Run Window Help

Select Drawing

Unknown    No Selection

Medical Consultation

Administrative Admission    Administrative Discharge

Interact Box

Ready

Simulation Time

11/06/2015  
08:59:43

Time    Clock

# 5. Valider la simulation

## - Utilisation d'un outil de Process Mining

The screenshot displays the Disco software interface for a project named "Disco - New project". The main window shows a process flow diagram for a case with 7 events. The interface includes a sidebar with a list of variants (16 variants shown) and a central area with a graph and a detailed process flow.

**Case Summary:**

- Case ID: 82
- Case with 7 events
- Start: 11.06.2015 10:09:49
- Duration: 2 hours, 26 mins
- Active time: 94,23 %

**Process Flow Diagram:**

```
graph TD; E1["1 ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTHO.Attente_Accueil(1)  
started at 11.06.2015 10:09:49 by  
completed after 7 mins, 9 secs"] -- "29 secs" --> E2["2 ACCUEIL_SORTIE.ACCUEIL_ORTHO.Bureau_Accueil(2)  
started at 11.06.2015 10:17:27 by ACCUEIL_SORTIE.AA_ORTHO(1)  
completed after 6 mins, 26 secs"]; E2 -- "3 mins, 21 secs" --> E3["3 ORTHO.Hors_Plateau(1)  
started at 11.06.2015 10:27:14 by  
completed after 36 mins, 30 secs"]; E3 -- "1 min, 41 secs" --> E4["4 ORTHO.Salle_Att_Ortho(1)  
started at 11.06.2015 11:05:25 by  
completed after 46 mins, 33 secs"]; E4 -- "1 min, 3 secs" --> E5["5 ORTHO.Box_CS(3)"];
```

**Variant List (Left Sidebar):**

Variant	Cases	Percentage
Variant 1	7	6,31%
Variant 2	6	5,41%
Variant 3	6	5,41%
Variant 4	5	4,5%
Variant 5	4	3,6%
Variant 6	4	3,6%
Variant 7	4	3,6%
Variant 8	4	3,6%
Variant 9	4	3,6%
Variant 10	4	3,6%
Variant 11	4	3,6%
Variant 12	3	2,7%
Variant 13	3	2,7%
Variant 14	3	2,7%
Variant 15	3	2,7%
Variant 16	3	2,7%



# Agenda

- Le CHU de Toulouse
- La simulation de flux de patients
- Démarche proposée
- **Conclusion et perspectives**

## Conclusions et perspectives

- **Le modeleur de parcours permet de configurer facilement tous les parcours**
  - Prochaine étape : utilisation par le personnel médical
  - À plus long terme : utilisation de la RFID-RTLS pour identifier automatiquement les parcours
  
- **Le modèle de simulation générique et paramétrable est connecté à la base de données associée au modeleur**
  - Prochaine étape : Générer automatiquement le modèle de simulation



**Merci pour votre attention**

Des questions ?

[franck.fontanili@mines-albi.fr](mailto:franck.fontanili@mines-albi.fr)