

Example 1: predicting inpatient length of stay to reduce it

mars 2013						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
avril 2013						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Idea and Software design:

E Chazard, M Genty & G Ficheur

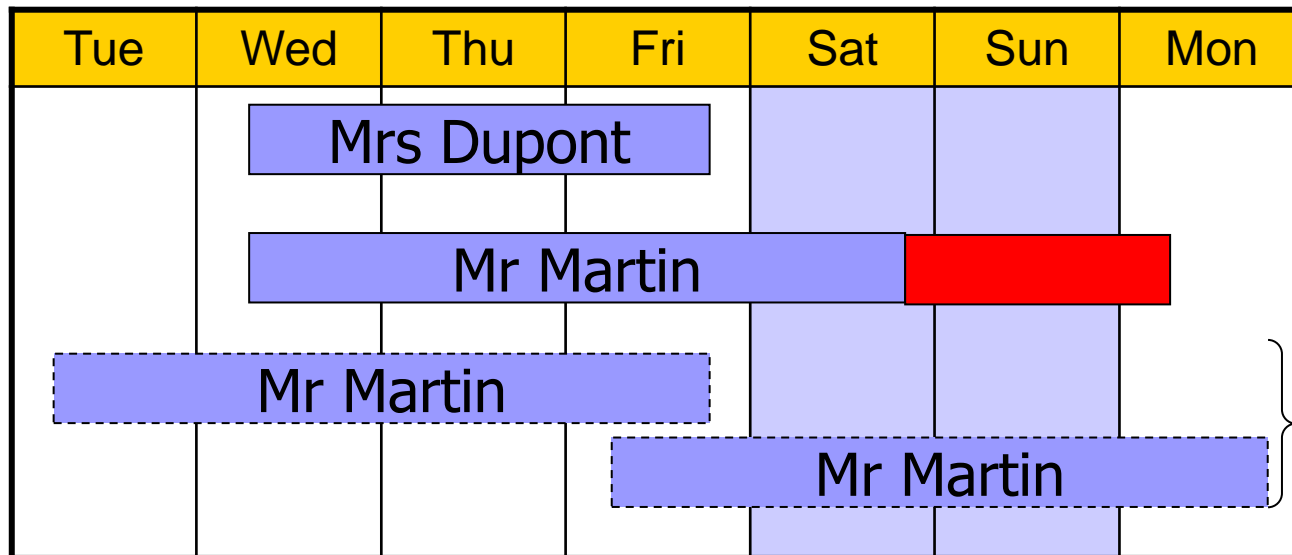
Data analysis & software development:

E Chazard



Controlling the inpatient length of stay: why and how?

- Unanimous desire to control the length of stay (LOS):
 - Understanding determinants
 - Decrease the LOS (costs a lot!)
- Complex and expensive exist and partially address the issue (e.g. clinical pathways)
- But predicting the LOS could enable to reduce it:



LOS=2d

LOS=3j+2j=5j

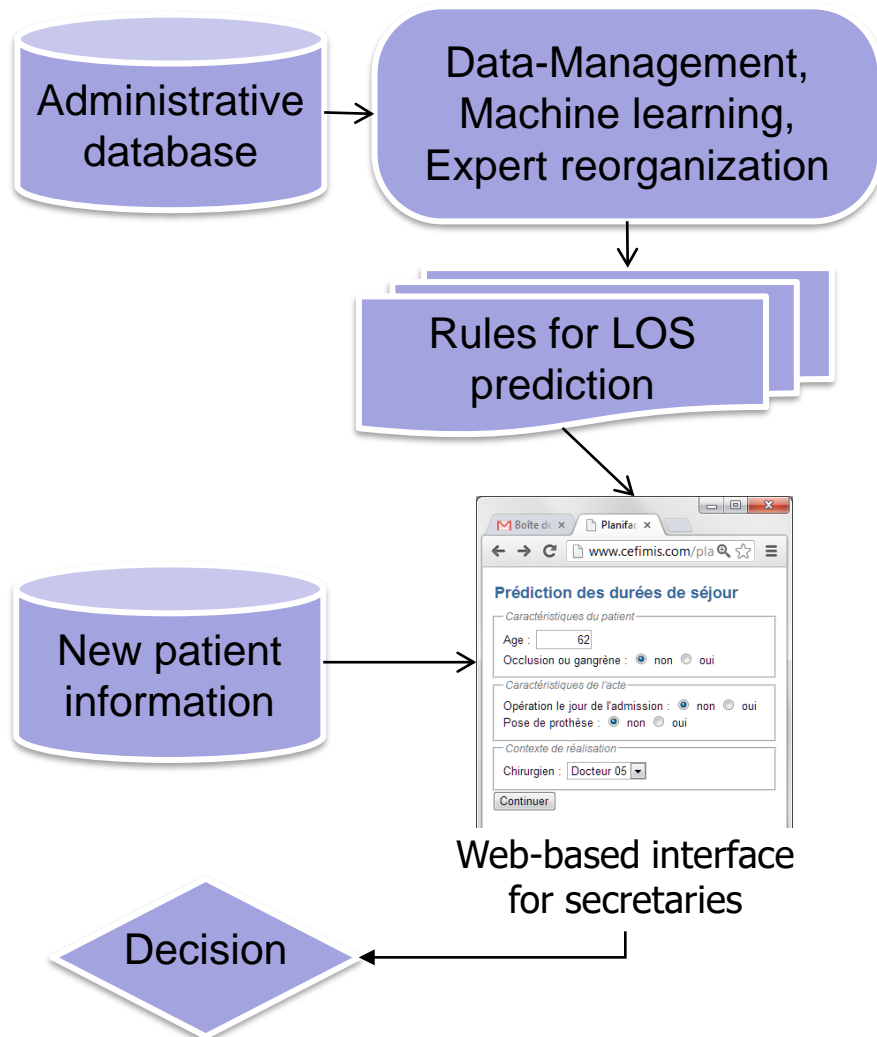
LOS=3d:

- Economy: 2 days
- No transfer
- Less employees WE

Objectives of this work

- Principaux :
 - Identifier des facteurs connus avant l'hospitalisation permettant de prédire la DS dans certaines pathologies fréquentes
 - Développer une application d'aide à la planification des admissions programmées, pour éviter que la date idéale de sortie tombe le week-end
- Secondaire :
 - Prédire le jour de sortie d'un patient déjà hospitalisé, par exemple en urgence

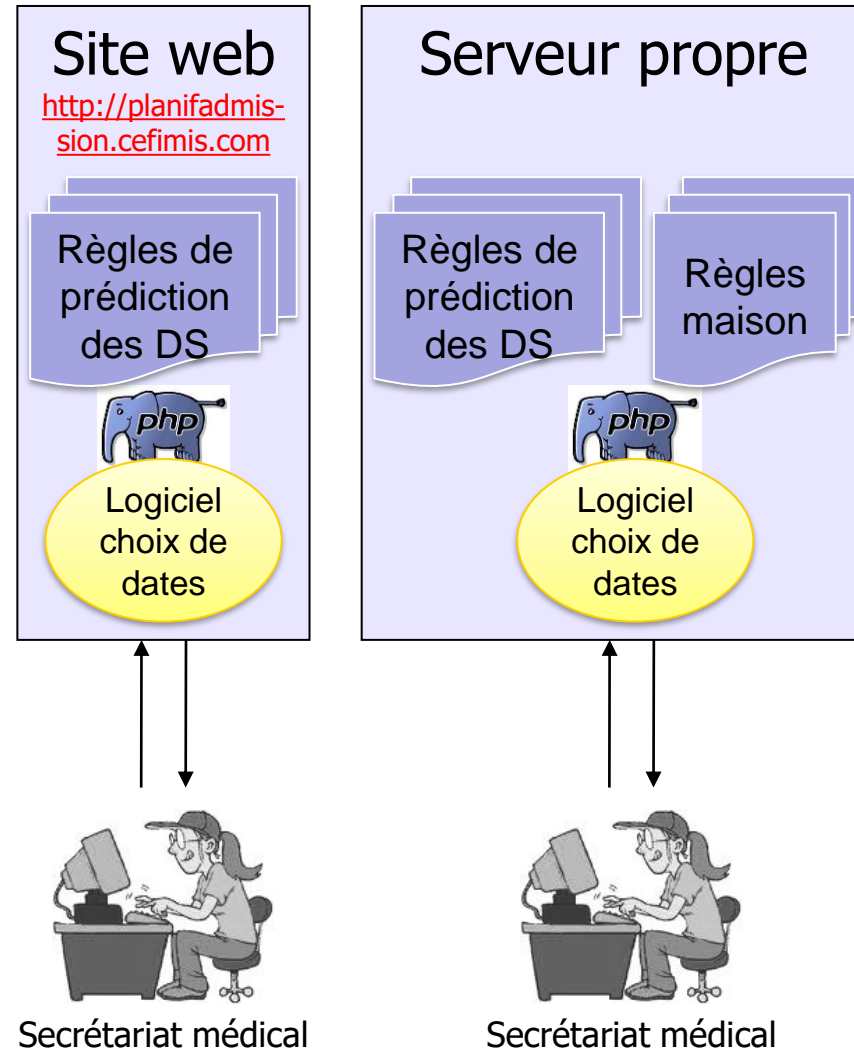
Material and methods



- Learning phase:
 - Medical billing database (PMSI, $n=17.10^6$):
 - Demographic information
 - Encoded diagnoses (ICD10)
 - Encoded procedures (CCAM)
 - Machine learning procedures
 - Expert reorganization
 - => rules for LOS prediction
- Development of a web-based interface:
 - To be used by a secretary
 - Decision support for non-urgent hospitalization scheduling

Result

- Application Open Source de planification des séjours, PHP
- Règles disponibles à ce jour :
 - BN PMSI Hernies
 - BN PMSI Prothèses de hanche
 - Base groupe de cliniques, hernies
- Utilisable de 3 manières :
 - En ligne sans inscription
 - Serveur propre (code open source + 3 jeux de règles fournis)
 - Serveur propre, avec jeux de règles personnalisés



Result: use case

- First scenario (April 1st)
 - Physician:
Please contact the patients of May to schedule their hospitalization. Here are their medical information.
 - Secretary:
Sir, yes Sir!
 - Physician:
Please pay attention: there will be no discharge during the weekend. Make sure the patients will be ready to go home before or after the weekend, not during the weekend.
 - Secretary:
I'll find the best admission day on the website. I'll start with Mr Dupont, 62 years old. [she connects to website]

Boîte de réception x Planifadmission. x

www.cefimis.com/planifadmission/

Prédiction des durées de séjour

Choisissez un fichier :

- Fichier de règles généré sur la Base Nationale MCO 2010
- Fichier de règles de l'établissement 590000001, généré en juin 2012.

Démarrer

Démonstration illimitée et gratuite de Planifadmission.cefimis.com.
Planifadmission.cefimis.com peut être personnalisé selon vos besoins.

[Retour au début](#) [Aide, infos, personnalisation conditions d'utilisation](#)

Step 1: choose the database

Boîte de réception x Planifadmission. x

www.cefimis.com/planifadmission/s



Prédiction des durées de séjour

Choisissez un type de prise en charge :

Hernies ombilicales et crurales

Continuer

Démonstration illimitée et gratuite de Planifadmission.cefimis.com.
Planifadmission.cefimis.com peut être personnalisé selon vos besoins.

 [Retour au début](#)  [Aide, infos, personnalisation conditions d'utilisation](#)

Step 2: choose the admission ground

Planifadmission.cefimis.com

Boîte de réception x Planifadmission. x

www.cefimis.com/planifadmission/s

Prédiction des durées de séjour

Caractéristiques du patient

Age :

Occlusion ou gangrène : non oui

Caractéristiques de l'acte

Opération le jour de l'admission : non oui



Pose de prothèse : non oui

Contexte de réalisation

Chirurgien : Choisir... ▾

Continuer

Démonstration illimitée et gratuite de Planifadmission.cefimis.com.
Planifadmission.cefimis.com peut être personnalisé selon vos besoins.

 [Retour au début](#)  [Aide, infos, personnalisation conditions d'utilisation](#)

Step 3: fill a very short form.

/! This page is contextualized: display a short list of discriminating questions. The questions vary based on statistics results.

Boîte de réception x Planifadmission. x

www.cefimis.com/planifadmission/s

Prédiction des durées de séjour

Caractéristiques du patient

Age :

Occlusion ou gangrène : non oui

Caractéristiques de l'acte



Opération le jour de l'admission : non oui

Pose de prothèse : non oui

Contexte de réalisation

Chirurgien :

Démonstration illimitée et gratuite de Planifadmission.cefimis.com.
Planifadmission.cefimis.com peut être personnalisé selon vos besoins.

 [Retour au début](#)  [Aide, infos, personnalisation conditions d'utilisation](#)

Step 3: fill a very short form.

/! This page is contextualized: display a short list of discriminating questions. The questions vary based on statistics results.

Planifadmission.cefimis.com

127.0.0.1/step4.php?data=f590000001&pec=001

Durée de séjour prédite

Ce patient restera le plus vraisemblablement :

4 journées (probabilité de 25.4%)
ou 5 journées (probabilité de 28.7%)
ou 6 journées (probabilité de 24.9%)

[Plus d'explications en cliquant ici.](#)

Planification de l'admission

Ce patient est déjà hospitalisé ? [Prévoyez sa sortie probable en cliquant ici.](#)

Dans le calendrier ci-dessous, le nombre à droite d'une date indique le nombre de jours perdus si cette date est proposée pour l'admission. Choisissez la date avec un nombre le plus proche possible de zéro. En cliquant sur une date d'admission, vous pourrez voir les jours probables de sortie.

avril 2013		
j+0	jeudi 25	0.4
j+1	vendredi 26	0.4
j+2	samedi 27	0.4
j+3	dimanche 28	0.4
j+4	lundi 29	0.6
j+5	mardi 30	0.9
mai 2013		
j+6	mercredi 1 <i>Fête du Travail</i>	0.9
j+7	jeudi 2	0.5
j+8	vendredi 3	0.7
j+9	samedi 4	1
j+10	dimanche 5	1
j+11	lundi 6	0.6

Result: a prediction of the LOS, and the number of potentially lost days. Simply choose green dates!

Planifadmission.cefimis.com

127.0.0.1/step4.php?data=f590000001&pec=001

Durée de séjour prédite

Ce patient restera le plus vraisemblablement :

4 journées (probabilité de 25.4%)
ou 5 journées (probabilité de 28.7%)
ou 6 journées (probabilité de 24.9%)

[Plus d'explications en cliquant ici.](#)

Planification de l'admission

Ce patient est déjà hospitalisé ? [Prévoyez sa sortie probable en cliquant ici.](#)

Dans le calendrier ci-dessous, le nombre à droite d'une date indique le nombre de jours perdus si cette date est proposée pour l'admission. Choisissez la date avec un nombre le plus proche possible de zéro. En cliquant sur une date d'admission, vous pourrez voir les jours probables de sortie.

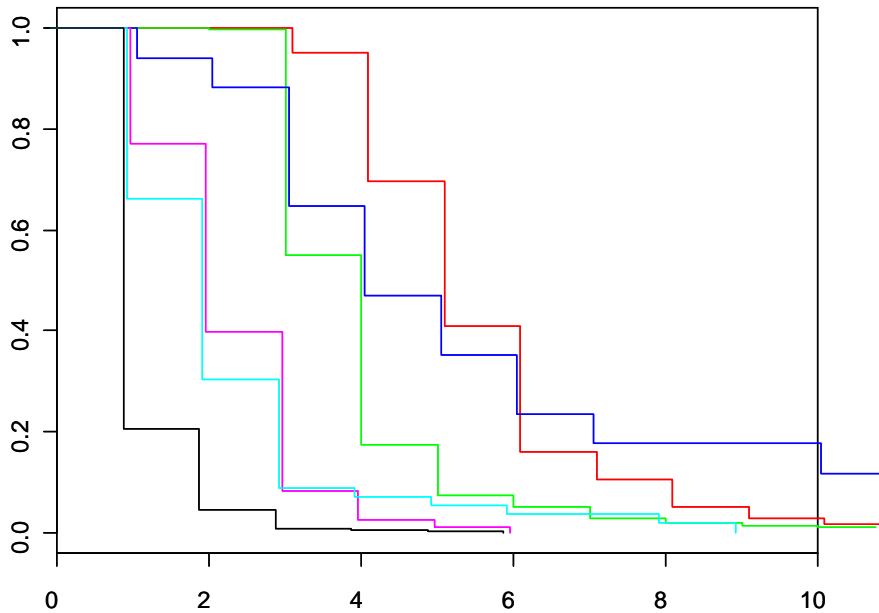
j+4	lundi 29	0.6
j+5	mardi 30	0.9
mai 2013		
j+6	mercredi 1 <i>Fête du Travail</i>	0.9
j+7	jeudi 2	0.5
j+8	vendredi 3	0.7
j+9	samedi 4	1
j+10	dimanche 5	1
j+11	lundi 6	0.9
j+12	mardi 7	0.9
j+13	mercredi 8 <i>8 mai 1945</i>	0.8
j+14	jeudi 9 <i>Jeudi de l'Ascension</i>	0.4
j+15	vendredi 10	0.1
i+16	samedi 11	0.2

Pr E Chazard - Artificial intelligence,

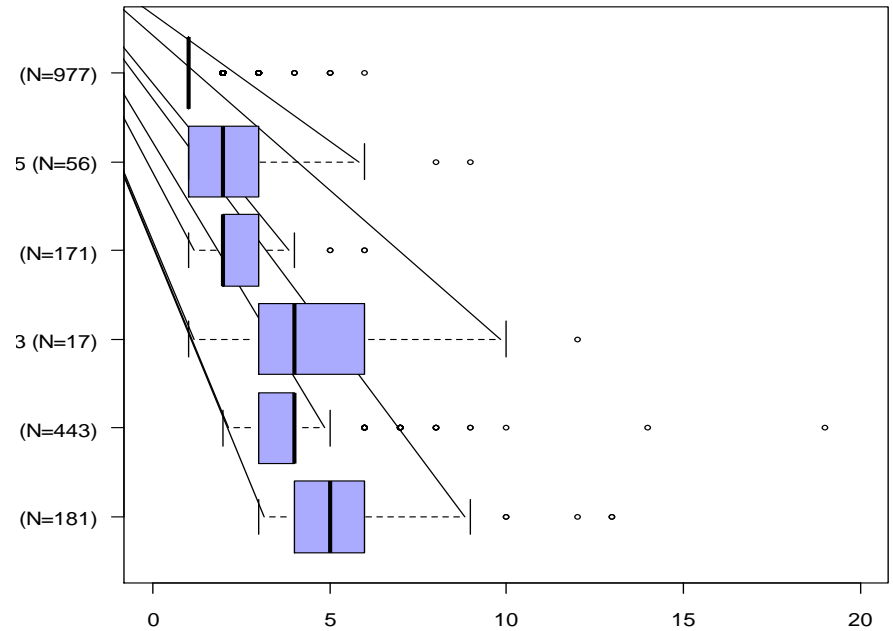
The prediction takes legal holidays into account.

Identification of subgroups of patients with different LOS

- Example here: 6 groups of patients



Survival curves
(right = high LOS)



LOS distribution
(right = high LOS)

Results: use case, to be continued

- The admission has been scheduled on Friday May 10th.
- But on Monday May 6th:
 - **Physician:**
Do you remember Mr Dupont? There was a problem. He was admitted this morning due to an occlusion. I operated him urgently. He is OK. Could you plan his discharge?
 - **Secretary:**
I'll do it with the website. If he has to stay during the weekend, we'll transfer him to the "complete stay" unit. [she connects to the website]

Planifadmission.cefimis.com x

127.0.0.1/step3.php?data=f590000001&pec=001

Prédiction des durées de séjour

Caractéristiques du patient

Age :

Occlusion ou gangrène : non oui

Caractéristiques de l'acte

Opération le jour de l'admission : non oui

Pose de prothèse : non oui

Contexte de réalisation

Chirurgien :

She uses the same form, with different answers.

Démonstration illimitée et gratuite de Planifadmission.cefimis.com.
Planifadmission.cefimis.com peut être personnalisé selon vos besoins.

 [Retour au début](#)

 [Aide, infos, personnalisation conditions d'utilisation](#)

Planifadmission.cefimis.com

127.0.0.1/step4.php?data=f590000001&pec=001

Durée de séjour prédite

Ce patient restera le plus vraisemblablement :

3 journées (probabilité de 23.5%)
ou 4 journées (probabilité de 17.6%)

[Plus d'explications en cliquant ici.](#)

Planification de l'admission

Ce patient est déjà hospitalisé ? [Prévoyez sa sortie probable en cliquant ici.](#)

Dans le calendrier ci-dessous, le nombre à droite d'une date indique le nombre de jours perdus si cette date est proposée pour l'admission. Choisissez la date avec un nombre le plus proche possible de zéro. En cliquant sur une date d'admission, vous pourrez voir les jours probables de sortie.

j+11	lundi 6	0.9
j+12	mardi 7	0.9
j+13	mercredi 8 8 mai 1945	0.8
j+14	jeudi 9 Jeudi de l'Ascension	1.1
j+15	vendredi 10	0.5
j+16	samedi 11	0.2
j+17	dimanche 12	0.2
j+18	lundi 13	0.5
j+19	mardi 14	0.8
j+20	mercredi 15	0.9
j+21	jeudi 16	1.4
j+22	vendredi 17	0.9
j+23	samedi 18	0.5
j+24	dimanche 19	0.3

The LOS prediction is different.
 BUT the patient has already been hospitalized...
 Click here!

Planifadmission.cefimis.com

127.0.0.1/step4b.php?data=f590000001&pec=001&id

Ce patient restera le plus vraisemblablement :

3 journées (probabilité de 23.5%)
ou 4 journées (probabilité de 17.6%)

[Plus d'explications en cliquant ici.](#)

Ce patient n'est pas encore hospitalisé ? [Choisissez le meilleur jour d'admission en cliquant ici.](#)

Prévision du jour de sortie

Le calendrier ci-dessous indique les jours de sortie probables de votre patient, **hospitalisé le lundi 6 mai 2013.**

mai 2013		
j+0	lundi 6	0%
j+1	mardi 7	5.9% ■
j+2	mercredi 8 <i>8 mai 1945</i>	5.9% ■
j+3	jeudi 9 <i>Jeudi de l'Ascension</i>	23.5% ■
j+4	vendredi 10	17.6% ■
j+5	samedi 11	11.8% ■
j+6	dimanche 12	11.8% ■
j+7	lundi 13	5.9% ■
j+8	mardi 14	0%
j+9	mercredi 15	0%
j+10	jeudi 16	5.9% ■
j+11	vendredi 17	0%
i+12	samedi 18	5.9% ■

Changer le jour d'admission

Vous pouvez relancer la simulation ci-dessus depuis un autre jour d'admission en cliquant sur le jour correspondant ci-dessous.

Pr E Chazard - Artificial intelligence,

Probable days of discharge (red=weekend, orange=Friday)

Planifadmission.cefimis.com

127.0.0.1/step4b.php?data=f590000001&pec=001&id

Changer le jour d'admission

Vous pouvez relancer la simulation ci-dessus depuis un autre jour d'admission en cliquant sur le jour correspondant ci-dessous.

- **en rouge** : aujourd'hui
- **en orange** : la date d'entrée utilisée pour la simulation ci-dessus

mars 2013

Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

avril 2013

Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

mai 2013

Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

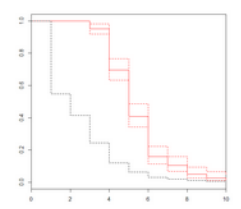
Another admission date can be easily chosen.

Règle n°001 :
pas de Opération le jour de l'admission

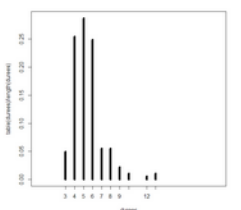
Chirurgien ∈ {Docteur 01 ; Docteur 02 ; Docteur 04 ; Docteur 05 ; Docteur 06 ; Docteur 07 ; }

Cette règle cible 9.8 % de l'échantillon d'apprentissage. Durée moyenne de séjour de ce groupe de patients : 5.4 jours.

Le graphique ci-dessous représente les courbes de survie. Une courbe de survie représente la probabilité d'être encore hospitalisé au moins au-delà d'une certaine durée. La courbe rouge représente le groupe de patients ciblés par la règle. Les pointillés indiquent l'intervalle de confiance de la courbe. La courbe noire représente l'ensemble des patients. Plus une courbe est décalée vers la droite (ou reste en hauteur), plus les durées de séjour sont élevées.



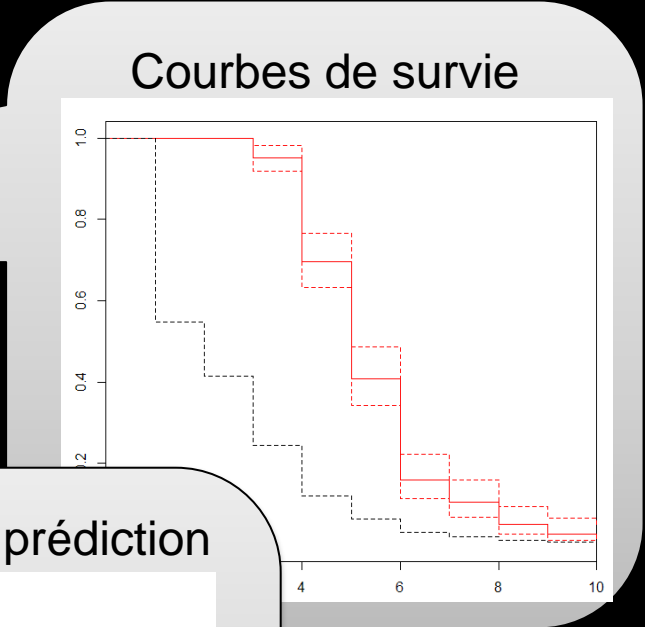
Ci-dessous, un diagramme en bâtons représente en Y la probabilité qu'un patient de ce groupe reste X jours.



Ces probabilités sont représentées dans le tableau ci-dessous (en gras : les durées les plus probables).

Durée de séjour (j)	Probabilité
3	5 %
→ 4	25.4 %
→ 5	28.7 %
→ 6	24.9 %
7	5.5 %
8	5.5 %
9	2.2 %
10	1.1 %
12	0.6 %
13	1.1 %

Pour chaque règle, on peut obtenir plus de détails



Comments on the material and methods

- Matériel :
 - Base de données du PMSI (fichier *.out.zip)
 - En option des données supplémentaires
Ex : service, identité du médecin, etc.
- Méthode
 - Data management, agrégation des données (très important)
 - Data mining supervisé (régressions) :
 - lancé de manière itérative, en sous-groupes (probabilités conditionnelles)
 - analyse experte : retrait des variables de confusion, élimination des individus aberrants
 - Réorganisation experte en règles
 - Calcul empirique des statistiques associées à chaque règle

Comments on the results

- Notion de contextualisation :
 - Règles différentes selon le contexte {établissement ; pathologie}
 - Variables pertinentes différentes
 - Adaptation automatique du formulaire présenté en fonction du jeu de règles
 - Pour une même règle, statistiques différentes selon le contexte
 - Le programme ne « connaît » ni les champs ni les statistiques : fichier de données uniquement
- Les règles identifient des sous-groupes de patients :
 - Durées de séjour différentes entre les groupes
 - Durées de séjour similaires au sein des groupes
 - Critères discriminants tous connus avant l'hospitalisation

Variables used for prediction: example of hernia surgery

- 22 variables présélectionnées parmi les variables construites

Démographie

Âge

Sexe

Organisation

Type établissement

Nom clinique

Nom médecin

Op. jour admission

Hernie

Localisation

Occlu./gangrène

Acte

Pose prothèse

Ablation prothèse

Acte bilatéral

Type anesthésie

Voie d'abord

Autre geste chir.

Morbidités chroniques

Insuf rénale chr.

Insuf resp chr.

Diabète

Implant cardiaque

TDR cardiaque

Valvulopathie

Anticoagulants

Obésité

Modèle final base nationale

Modèle final groupe de cliniques

Formulaire Hernies des cliniques

Formulaire Hernies Base Nationale

Formulaire PTH Base Nationale

Boîte de x Planifac x /pla

Prédiction des durées de séjour

Caractéristiques du patient

Age :

Occlusion ou gangrène : non oui

Caractéristiques de l'acte

Opération le jour de l'admission : non oui

Pose de prothèse : non oui

Contexte de réalisation

Chirurgien :

Boîte de x Planifac x /pla

Prédiction des durées de séjour

Caractéristiques du patient

Age :

Occlusion ou gangrène : non oui

Contexte de réalisation

Statut de l'établissement :

Intervention le jour de l'admission : non oui

Caractéristiques de l'acte

Acte bilatéral : non oui

Voie opératoire :

Boîte de x Planifac x /pla

Prédiction des durées de séjour

Caractéristiques du patient

Âge :

Statut établissement :

Présence d'un cancer : non oui

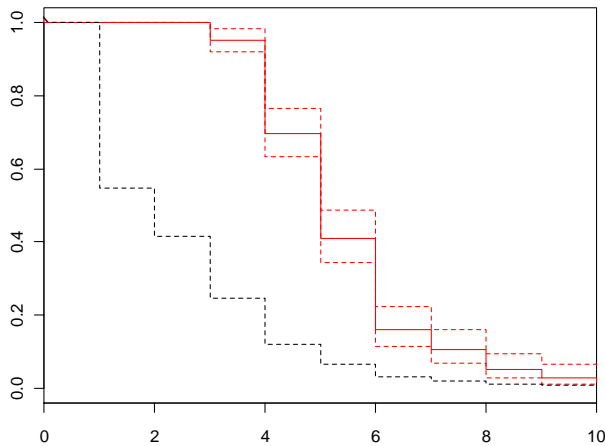
Trouble du rythme cardiaque : non oui

Caractéristiques de l'intervention

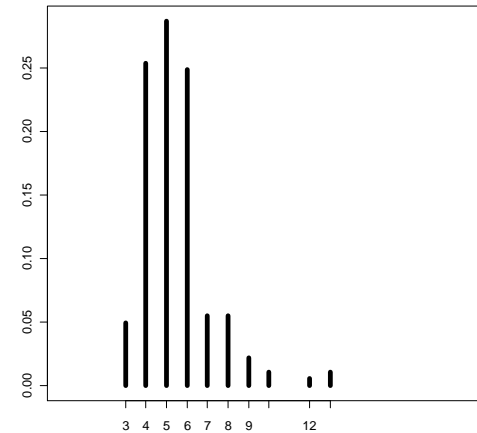
Motif de la PTH :

Groupes de patients identifiés : exemple des hernies dans le groupe de cliniques

- Résultats : exemple du groupe 6 (DS maximales)
 - Effectif : 181 patients (sur les 1845 initiaux)
 - Durée de séjour obtenue : 5.4 jours (contre 2.5 jours sur l'ensemble)
 - Critères de sélection :
 - Opération un autre jour que le jour d'entrée
 - **ET** praticien sur une liste restreinte de cinq (sur les 26 de la région)



Courbes de survie (groupe identifié en rouge, tous les patients en noir)

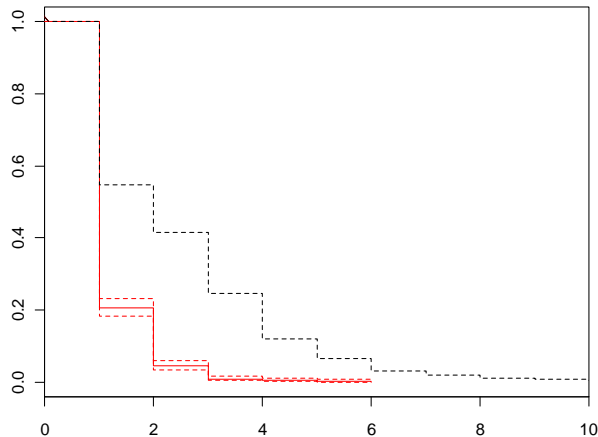


Durées de séjour observées (abscisse : durée, ordonnée : probabilité)

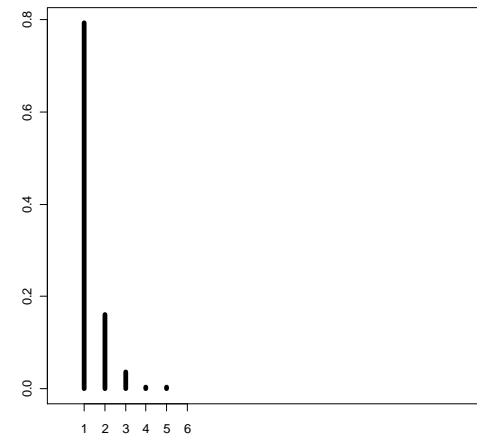
Groupes de patients identifiés : exemple des hernies dans le groupe de cliniques

■ Résultats : exemple du groupe 1 (DS minimales)

- Effectif : 977 patients (sur les 1845 initiaux)
- Durée de séjour obtenue : 1.26 jours (contre 2.5 jours sur l'ensemble)
- Critères de sélection :
 - Opération le jour de l'admission
 - ET hernie sans occlusion ni gangrène
 - ET praticien sur une liste restreinte de neuf (sur les 26 de la région)
 - ET pas de pose de prothèse



Courbes de survie (groupe identifié en rouge, tous les patients en noir)



Durées de séjour observées (abscisse : durée, ordonnée : probabilité)

Discussion

- Enseignement :
 - Certains déterminants des DS sont connus avant même l'admission, incluant des facteurs organisationnels au moins autant que médicaux
 - Utilisables :
 - Pour limiter les sorties le WE
 - Pour mieux anticiper les mutations le WE
 - Démarche assez minimaliste mais probablement efficace à moindre coût
- Outil de prédiction :
 - Disponible en ligne sur bases nationales
 - Utilisable localement car open source
 - Générer de préférence un jeu de règles local