

UN SYSTÈME DE GESTION DES RISQUES DÉDIÉ À LA RADIOTHÉRAPIE

Thibault JULIEN¹ (thibault.julien@biomediaqa.com), Salah ZIDI², Jean-Pierre BOUREY³, Amir ZIDI⁴, Fouad MAALOU¹

INTRODUCTION

Constat:

Des risques sont inhérents à toutes activités humaines notamment en radiothérapie. Il est donc essentiel lors de la survenue d'un incident ou d'un accident que celui-ci soit identifié puis analysé et traité par des experts afin qu'un tel évènement ne se reproduise plus.

Objectif :

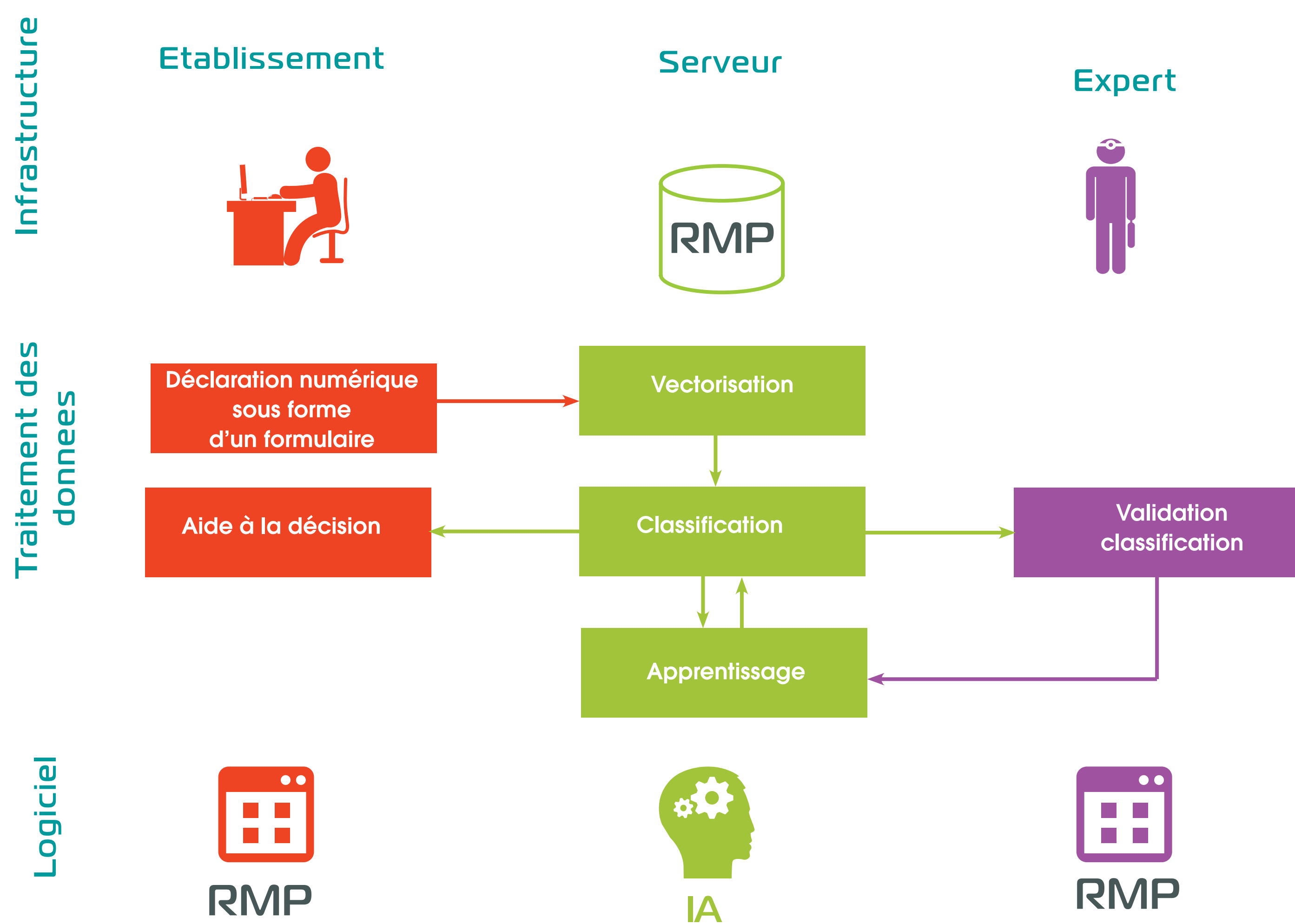
Afin de maîtriser ces risques, la plateforme RMP, un logiciel de gestion des risques développé par BIOMEDIAQA, vise à apporter une aide à la décision aux utilisateurs.

Son objectif est de proposer une classification automatique des évènements saisis et de proposer des actions correctives grâce à un système d'intelligence artificielle.



METHODES

Le recueil des évènements indésirables se fait via la plateforme RMP. Ces données sont envoyées de manière hachée vers un serveur de traitement où nous appliquons des méthodes de classification issues du domaine de l'intelligence artificielle.



1 Vectorisation

Avant la classification il faut transformer les déclarations d'évènements significatifs en vecteur numérique. Cela implique notamment la numérisation de données textuelles.

Traitement des données textuelles :

- Décomposer en unités lexicales
- Déterminer la fréquence de chacune de ces unités textuelles.
- Créer une matrice.

	Train 1	Train 2	Train 3	Train 4	Train 5	Train 6	Train 7	Train 8	Train 9	Train 10	Train 11	Train 12	Train 13	Train 14	Train 15	Train 16
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Exemple de matrice générée par la RMP

2 Réduction

Dans la matrice obtenue, le nombre de paramètres est très important (plus de 600). Aussi, cela rend difficile l'exploitation de la matrice. Nous avons donc cherché à réduire ce nombre de paramètres.

Réduction par des méthodes statistiques :

- Supprimer les unités lexicales trop peu présentes.
- Supprimer les unités lexicales trop fréquentes.

Réduction par recherche de variables pertinentes pour les règles de classification :

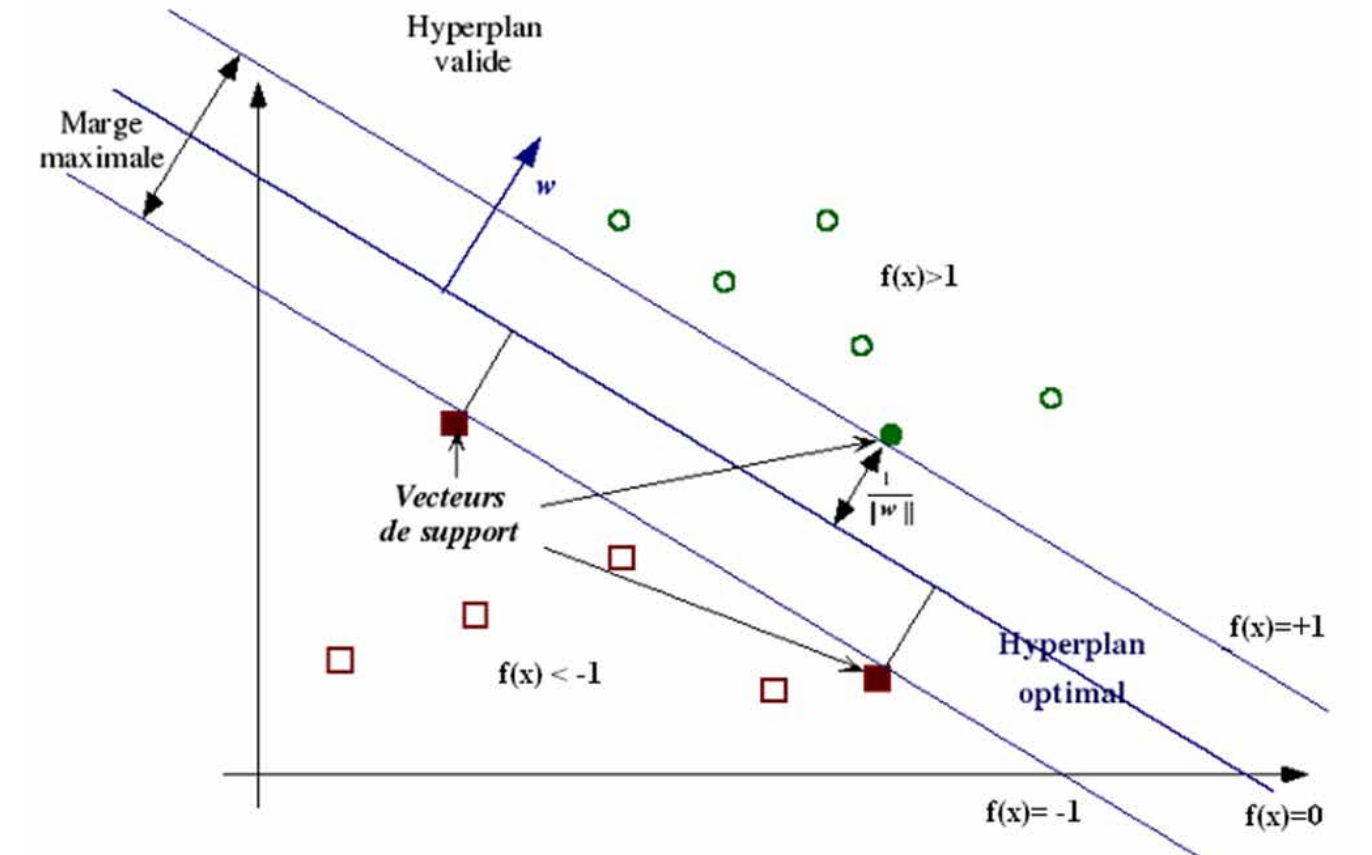
- Évaluer la contribution de chaque variable.
- Garder les variables dont le facteur de contribution est le plus élevé.

3 Classification

La classification se fait à partir d'une base d'apprentissage sur laquelle on en déduit des règles. Ces règles dépendent de la méthode choisie et permettent de classer les nouveaux éléments.

■ SVM : Séparateurs à Vaste Marge

La classification par SVM consiste à séparer des évènements vectorisés par un hyperplan optimal.



Echantillon :

$$X = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$$

Hyperplan optimal :

$$\begin{cases} \text{si } (wx_i + b) \geq 0 & \text{alors } y_i = +1 \\ \text{si } (wx_i + b) \leq 0 & \text{alors } y_i = -1 \end{cases}$$

$i=1, \dots, n$ (n est le nombre des échantillons)

Formule de Lagrange :

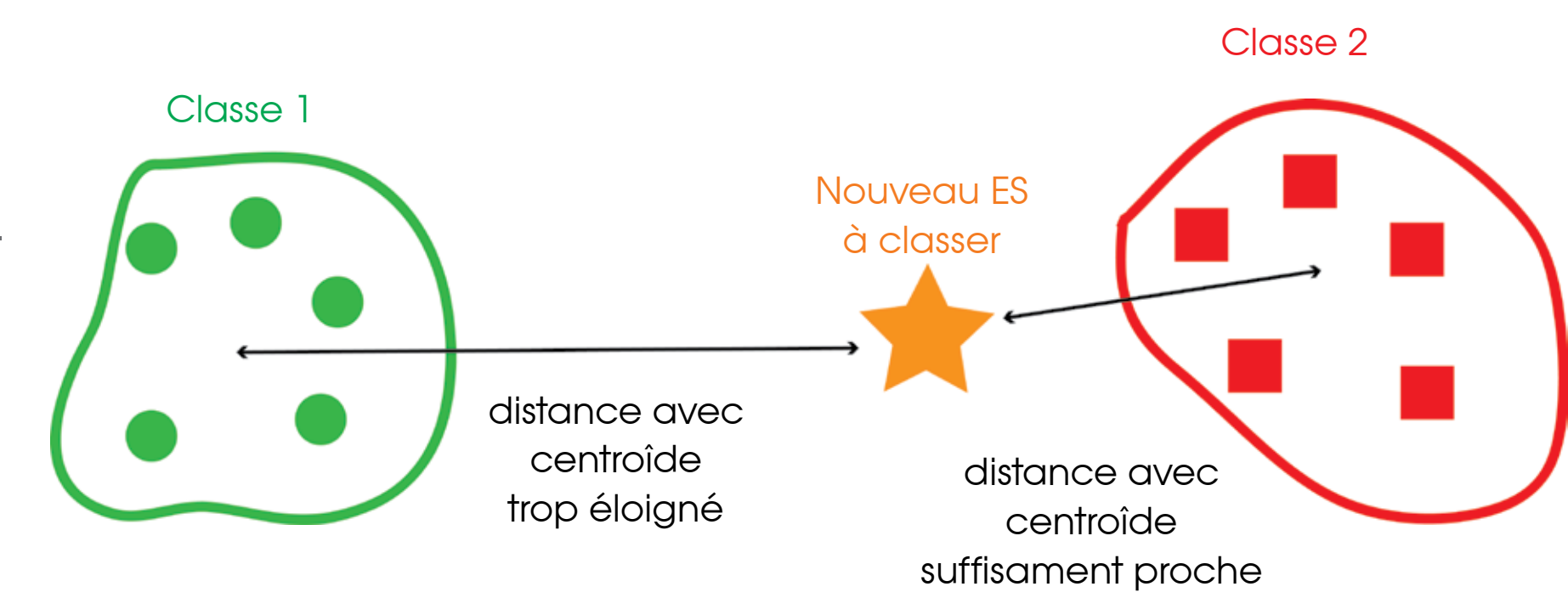
$$L(w, b, \alpha) = \frac{1}{2} w w^* - \sum_{i=1}^n \alpha_i (y_i (w x_i - b) - 1)$$

Fonction de décision :

$$f(x, w, b) = w^* x + b = \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i x_i x_j + b$$

■ k-NN : K-Nearest Neighbour

k-NN est une méthode qui détermine des centroïdes pour chaque classe et associe un nouvel ES* à la classe dont le centroïde est le plus proche.



Calcul de la distance :

$$d_{z2}(D_i, D_r)^2 = \sum_j \frac{1}{f_{i,j}} \left(\frac{f_{i,j}}{f_i} - \frac{f_{r,j}}{f_r} \right)^2, \text{ où } f_i = \sum_j f_{i,j} \text{ et } f_r = \sum_j f_{r,j}$$

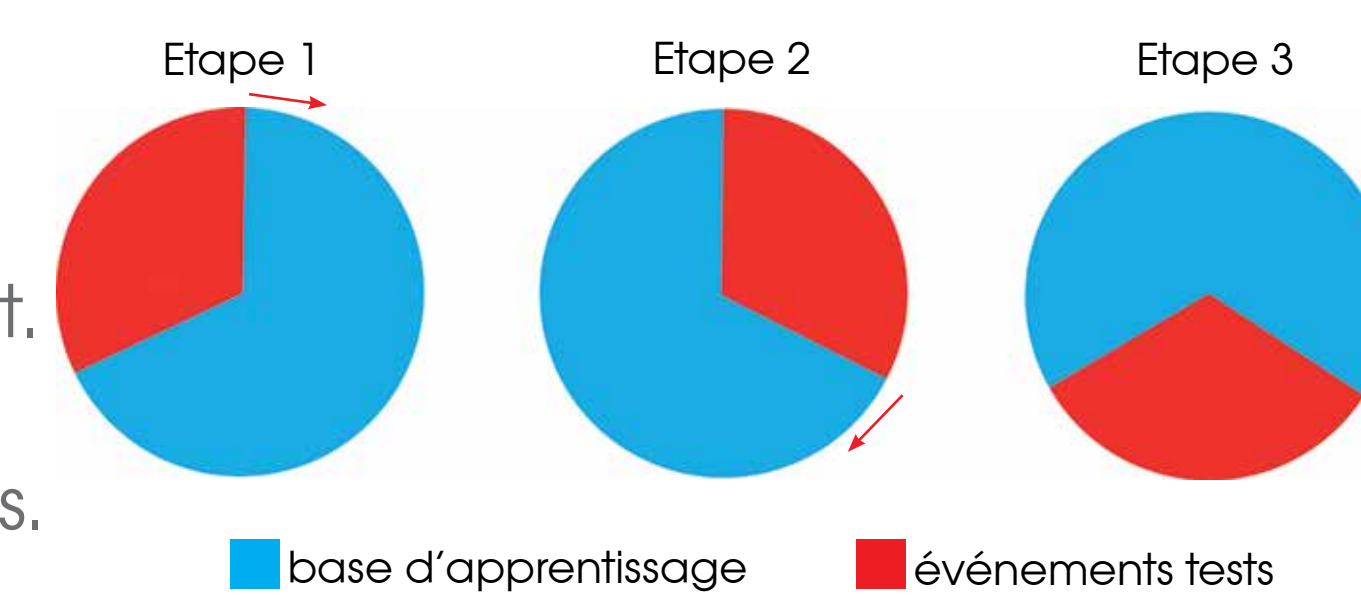
EXPERIMENTATION

1 Données

- Déclarations issues de la RMP.
- RMP déployée dans plusieurs centres de radiothérapie.
- Corpus composé de 257 déclarations d'évènements significatifs répartis sur 17 classes par un physicien expert.

2 Expériences

Expérience en 3 étapes.
Base d'apprentissage sur les 2/3 du corpus.
Tests des règles d'apprentissage sur 1/3 restant.
Faire tourner le test sur l'ensemble du corpus.
Résultats de données = moyenne des 3 étapes.



RESULTATS

MÉTHODES	PRÉCISION OBTENUE	RÉSULTATS DE LA RÉDUCTION
N-Gram words + N-Gram char / SVM	58%	
N-Gram words + N-Gram char / kNN	59%	
N-Gram words + N-Gram char / Réduction 1 / SVM	69%	80 paramètres
N-Gram words + N-Gram char / Réduction 2 / SVM	72%	65 paramètres
N-Gram words + N-Gram char / Réduction 1 / kNN	68%	40 paramètres
N-Gram words + N-Gram char / Réduction 2 / kNN	73%	50 paramètres

CONCLUSION

L'exploitation d'un corpus de 257 déclarations d'évènements significatifs dans la plateforme RMP nous a permis de développer des règles d'apprentissage pour la classification et l'aide à la décision dans la gestion des risques en radiothérapie.

Grâce à une combinaison de plusieurs méthodes, un taux de précision de l'ordre de 73% a pu être obtenu, ce qui représente un résultat encourageant, laissant une marge d'amélioration pour atteindre une précision exploitable en routine clinique.

