

Apport des facteurs humains dans la conception d'un système d'ordonnancement des patients aux urgences pédiatriques

Jessica Schiro

CIC-IT 1403 INSERM ;
Univ Lille Nord de France
UDSL EA 2694 ; CHRU Lille
59000, Lille, France
jessica.schiro@univ-lille2.fr

Nicolas Leroy

Use Concept
59120, Loos, France
nicolas.leroy@useconcept.com

Romaric Marcilly

CIC-IT 1403 INSERM ;
Univ Lille Nord de France
UDSL EA 2694 ; CHRU Lille
59000, Lille, France
romaric.marcilly@univ-lille2.fr

RESUME

Cet article présente l'intégration des aspects facteurs humains et ergonomie, conformément à la norme ISO 9241-210 :2010, dans la conception d'un système d'ordonnancement des patients pour les urgences pédiatriques. L'originalité de ce papier réside dans l'adoption de méthodes classiques d'évaluation de produits impliquant les utilisateurs pour l'évaluation d'un algorithme de tri. Une analyse de l'activité, sous forme d'observations et d'entretiens, a été menée dans le service. Ces résultats ont permis de modéliser la gestion du flux patient, d'identifier les indicateurs pertinents et de formuler des recommandations pour la conception du système d'ordonnancement des patients. Ce système prévoit d'être automatiquement alimenté par le système d'information du service des urgences pédiatriques. Une maquette de l'interface a été réalisée pour simuler le fonctionnement de l'algorithme. L'algorithme de tri et les icônes de l'interface associée ont été évalués via des tests utilisateurs, effectués auprès des médecins et infirmiers du service, avec la maquette du système. Les résultats ont validés le fonctionnement de l'algorithme et l'utilisation de certaines icônes. La prochaine étape est d'implémenter l'algorithme et de déployer le système dans le service afin d'évaluer son impact dans la gestion du flux patient.

Mots Clés

Facteurs humains ; Conception centrée utilisateur ; Interface Homme-machine ; Algorithme ; Urgences pédiatriques.

ACM Classification Keywords

H.5.2 Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): User interfaces

INTRODUCTION

Le projet ANR HOST (Hôpital: Optimisation, Simulation et évitement des Tensions) s'inscrit dans une réflexion nationale autour de la maîtrise des flux hospitaliers et l'anticipation des « tensions » [5]. La notion de tension renvoie ici aux pics d'activité et aux engorgements de services liés aux flux des patients et aux flux des processus de soins. Il est difficile de maîtriser la gestion des flux d'urgences [17] et les solutions proposées pour y parvenir (centres d'appels spécialisés, unités d'urgences dédiées, équipes d'urgences mobiles, etc.) se révèlent peu efficaces [9]. Pour faire face à ces difficultés, le Royaume-Uni a mis en place des protocoles de prise en charge de l'urgence qui permettent aujourd'hui des délais de prise en charge inférieurs à 4 heures (NHS, [18]) dans un système jusque là fortement critiqué pour ses longs temps d'attente [8]. Ces protocoles visent la réorganisation du travail, la redistribution des tâches entre les professionnels et le développement d'outils de communication et/ou de planification des patients ou des ressources. La planification des patients est reconnue pour avoir un rôle majeur dans la performance des systèmes de soins en diminuant le temps d'attente des patients et en facilitant les traitements sans interruption [23]. Les premiers systèmes à être mis en place concernent le tri des patients par niveau de priorité ou triage¹ par l'IAO (Infirmière d'Accueil et d'Orientation) à l'arrivée des patients aux urgences [27, 24, 15]. Aujourd'hui, des systèmes d'aide à la décision ont récemment été développés pour optimiser l'ordre de prise en charge des patients à partir de la méthode de triage des patients par l'IAO. Par exemple, Azdeth et al. ont cherché à diminuer le temps d'attente total des patients aux urgences à partir des données recueillies sur le triage, en mettant l'accent sur les patients urgents [2]. Sur le même principe, mais avec

¹ Le triage se réfère ici à un classement (de 1 urgent à 4 non urgent) donné par l'IAO ou l'IDE en fonction du motif d'entrée et de l'état/aspect visuel du patient, avant qu'il ne soit vu par le médecin. Cet indicateur priorise les patients avant qu'ils ne soient vus par le médecin. Il a peu d'influence dans la suite de la prise en charge.

la prise en compte de données supplémentaires telles que la priorité, de l'heure d'arrivée, du flux et du nombre de médecin, Kiris et al. développent un algorithme de tri permettant de classer les patients les plus urgents à voir. [12]. D'autres utilisent la fouille de données pour développer un modèle de prédiction du flux d'arrivée des patients aux urgences [29]. Ce système a permis d'anticiper jusqu'à 50% le flux patient. Egalement, des outils d'aide à la décision permettent d'optimiser le nombre d'infirmières nécessaire pour subvenir à la charge de travail dans le service [22].

Cependant, les systèmes existants de tri des patients ne sont pas satisfaisants. D'une part, ils demandent une double saisie de la part des cliniciens ce qui est justement inadapté en cas de surcharge. D'autre part, les systèmes utilisant la fouille de données, a posteriori, de la base de données du système d'information hospitalier (SIH) ne permettant pas de prendre en compte des événements externes particuliers (e.g. pic épidémique). Afin de répondre à ce manque, cet article présente la phase de conception de la maquette d'un système d'ordonnancement des patients. Ce système d'ordonnancement a pour but d'aider les personnels de santé (PS) à gérer le flux des patients en priorisant les patients à prendre en charge en temps réel. Il prendra la forme d'un système d'affichage automatiquement alimenté par les données du système d'information du service (i.e. logiciel ResUrgences au CHRU de Lille), afin d'éviter une double saisie des PS et la non prise en compte d'évènement imprévu. ResUrgences est un logiciel de gestion des patients dès leur arrivée dans le service jusqu'à leur sortie. Les IDE et les médecins y saisissent les informations concernant le patient telles que son identité, son âge, son motif d'entrée, son niveau de priorité (i.e. triage) et ses constantes. Au fur et à mesure de sa prise en charge, son dossier est complété avec les demandes/résultats des examens (biologie, radiologie) et les soins réalisés. La limite de ce système est de ne pas ordonnancer les patients. La solution proposée dans l'article est complémentaire à ResUrgences dans le sens où le système utilise les données saisies dans ResUrgences par les PS pour proposer un ordonnancement des patients selon des critères pertinents/utiles d'activité. L'impact attendu est une diminution du temps de présence aux urgences et une augmentation de la satisfaction des PS.

Dans le cadre du projet HOST, l'étude a été menée dans le service des urgences pédiatriques (UP) du CHRU de Lille. Il convient d'utiliser les UP comme terrain d'étude pour (i) analyser et de modéliser l'organisation du service (ii) vérifier le délai de saisie des données dans ResUrgences (iii) élaborer et mettre en œuvre un système d'ordonnancement des patients pour les PS afin de les aider à mieux gérer le flux des patients.

Cet article présente l'intervention des ergonomes dans la partie facteur humain du projet HOST et montre la contribution des ergonomes à la conception du futur

système, afin que les besoins identifiés sur le terrain soient pris en compte dans les spécifications du système.

CONTEXTE DE L'ETUDE

Pour faciliter la prise de décision des cliniciens en situation de tension, les données de santé doivent être représentées de façon concise et juste. Le système développé doit également être intuitif et facile à utiliser [11]. La notion d'aptitude à l'utilisation ou « utilisabilité » est décrite par Nielsen [20] et reprise dans la norme ISO 9241-210 [10] comme étant « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié ». Concevoir un outil utilisable ne consiste pas simplement à appliquer des recommandations ergonomiques générales de présentation des informations [6] mais nécessite la prise en compte du contexte d'usage et des besoins utilisateurs. En effet, si la qualité et l'organisation des fonctions ne sont pas adaptées à la logique de travail et aux besoins des utilisateurs, aucun effet de présentation (graphisme, couleur...) ne pourra rendre l'outil utile et utilisable [11]. L'importance d'impliquer les utilisateurs finaux très en amont dans le cycle de conception d'un produit n'a plus besoin d'être démontrée aujourd'hui. La littérature montre un grand nombre d'études où les utilisateurs ont été impliqués, en amont, dans la conception et/ou l'évaluation de l'interface afin d'augmenter l'acceptation d'un outil [3]. Par exemple, Johnson et al. présentent une approche de conception centrée utilisateur pour le redesign des interfaces de systèmes de santé afin d'améliorer l'utilité de l'outil, la qualité des informations affichées et la qualité de l'interface [11]. Dans la même lignée, Salman et al. ont mis en place une approche de conception participative pour concevoir un système d'information médicale avec une interface utilisant des icônes [25]. L'implication des utilisateurs dans les tests ont montré que l'utilisation des icônes sur les interfaces permet de réduire la complexité du système et la charge mentale de travail si elles sont bien construites [16]. Ces informations ont orientées la conception du système d'ordonnancement.

Le système d'ordonnancement développé repose sur un algorithme de tri. Habituellement, les règles qui définissent les algorithmes sont testées par simulation informatique permettant ainsi d'évaluer la robustesse et l'impact de l'algorithme sur l'activité. Nous proposons dans cette étude d'impliquer les utilisateurs finaux dans l'évaluation d'un algorithme de tri d'un système d'ordonnancement des patients aux urgences pédiatriques. Cette implication précoce des utilisateurs assurera la compatibilité du comportement du système avec l'activité du service et avec les besoins réels des utilisateurs finaux. Du fait de l'implication des utilisateurs dans l'évaluation de l'algorithme, il a été nécessaire de matérialiser le comportement du système d'ordonnancement basé sur les règles de l'algorithme afin

que les utilisateurs puissent se représenter ce comportement. Ainsi, une interface "basique" a été développée. L'évaluation de l'algorithme a donc aussi été l'occasion de procéder à l'évaluation de certains éléments de l'interface.

L'originalité de ce papier réside dans l'adoption de méthodes classiques d'évaluation de produits impliquant les utilisateurs pour l'évaluation d'un algorithme de tri. Utilisé très en amont du cycle de conception, l'évaluation avec les utilisateurs apporte des informations pour les interactions Homme-Machine (IHM) notamment pour alimenter les fonctionnalités/règles de fonctionnement du système mais aussi certains éléments d'interface.

METHODE

Cette partie présente les méthodes utilisées pour comprendre les besoins des utilisateurs, les spécifier et évaluer l'algorithme qui en est issu.

Comprendre les besoins utilisateurs à travers une analyse de l'activité

L'analyse de l'activité à partir d'entretiens et d'observations directes dans des contextes existants et identifiés est recommandée par de nombreux auteurs [1], [13]. Cette méthode permet d'obtenir des informations détaillées et réalistes sur la façon dont les personnes réalisent leurs tâches sans interpréter et sans gêner la personne observée [7].

Les objectifs de cette analyse de l'activité sont de (i) comprendre le fonctionnement actuel du service et les stratégies de gestion des tensions mises en place actuellement et (ii) vérifier que le délai des saisies des informations entrées dans ResUrgences est suffisamment court pour que les données soient assez réalistes (i.e. proche de ce qui se passe sur le terrain à un instant t) pour être implémentées dans le futur système.

L'analyse de l'activité a été conduite dans le service des UP du CHRU de Lille, principalement sous la forme d'observations de l'activité du personnel soignant et des médecins. Les observations ont été menées auprès de 4 médecins et 4 IDE (Infirmier Diplômé d'Etat), tous recrutés sur la base du volontariat. Après discussion avec le responsable du service, les créneaux du matin entre 10h et 14h ou de la fin d'après-midi entre 16h et 20h ont été choisis pour réaliser les observations. Ces créneaux sont reconnus par l'équipe des UP comme étant propices à un pic d'activité. La collecte des données a été effectuée à l'aide d'une grille d'observation construite sur ICoda®. Les données recueillies, par les ergonomes, sont les délais de saisie entre un évènement et la saisie des informations dans le système (e.g. réalisation d'un soin, demande d'examen...), le détail des étapes du processus de prise en charge des patients et le temps de chacune de ces étapes. Lorsque la situation le permettait, les commentaires du personnel ont été notés en guise de compléments d'informations.

Les résultats de l'analyse ont été modélisés par un UML (Unified Modeling Language, [21]) et des arbres de décision. La modélisation UML a permis de mettre en évidence les processus collaboratifs entre les médecins, les IDE et leur utilisation du logiciel ResUrgences. En parallèle, les arbres de décision ont permis de comprendre la stratégie de prise en charge des patients en fonction de l'état de tension du service [26]. Cette modélisation met en évidence les stratégies qui fonctionnent dans la gestion du flux des patients. Ces modèles ont été validés par les PS. L'analyse de ces résultats a permis de dresser une liste des besoins des futurs utilisateurs.

Spécifier l'organisation et le fonctionnement du futur système

Les besoins utilisateurs identifiés à travers l'analyse de l'activité ont été formalisés sous forme de spécifications fonctionnelles, traduits par un algorithme de tri des patients. L'algorithme a été illustré par une maquette de l'IHM. En effet, il a été choisi de recourir à une maquette « user friendly » pour évaluer l'algorithme afin que les PS participants à l'évaluation puissent se représenter le fonctionnement du système d'ordonnancement des patients dans différentes situations. Ce maquettage a été réalisé sous Axure® par les ergonomes. Il s'est basé sur les besoins identifiés des futurs utilisateurs ainsi que sur les retours des partenaires du projet afin de s'assurer que tous les éléments utilisés dans le système sont récupérables automatiquement dans le logiciel ResUrgences.

Evaluer l'algorithme avec les utilisateurs

L'évaluation de l'algorithme a été réalisée par le biais de tests utilisateur formatifs. Ces tests sont reconnus comme pertinents pour évaluer un outil en cours de conception [28]: ils permettent d'identifier les améliorations possibles ou de confirmer que la conception progresse dans le bon sens [14][28]. Durant les tests, des données quantitatives (e.g. temps requis pour réaliser une tâche, nombre d'erreur) mais aussi qualitatives (e.g. exactitude des réponses, type d'erreurs) sont collectées. Généralement il est demandé aux participants de "penser tout haut" (*think aloud protocol*) [19]) afin de comprendre plus précisément leur comportement.

Le test a été réalisé directement aux urgences pédiatriques de Lille dans le but de ne pas bloquer l'activité du service. Les personnels de santé ont été recrutés individuellement selon leur disponibilité. Au total, 7 IDE et 5 médecins ont participé à l'évaluation (nombre de participants conforme aux recommandations de Wiklund pour une évaluation formative).

Les tests se sont déroulés selon trois exercices. Les objectifs des tests utilisateurs sont :

(i) de vérifier la pertinence de l'algorithme : la pertinence de l'algorithme de tri est vérifié si l'algorithme est validé par les PS. Pour valider

l'algorithme, les exercices 2 et 3 (cf. consignes du test) ont pour but de vérifier que toutes les informations utiles aux PS sont bien prises en compte à travers les données affichées sur l'IHM. Le tableau 1 récapitule les informations à vérifier.

Variables	Modalités	Scénarios
Statut du patient	Nouveau	Cas 5
	Attente primaire	Cas 2
	Attente secondaire	Cas 3
Examens complémentaires (biologie/radiologie)	Demandé	Cas 3
	En cours	Cas 1
	En attente d'interprétation	Cas 4
Soins IDE	Demandé	Cas 3
	Réalisé	
Indicateur de tension	de bon à moyen	Cas 2 et 4
	de moyen à critique	Cas 3

Tableau 1. Récapitulatif des variables à évaluer (les cas sont détaillés dans le tableau 2)

(ii) d'évaluer l'intuitivité des icônes et de l'interface : durant ces tests, les retours des utilisateurs concernant l'interface ont également été pris en compte dans l'exercice 1 et seront utilisés dans la future conception du système.

(iii) de vérifier la satisfaction de l'utilisateur. La satisfaction et l'utilité perçue sont testées via le questionnaire "System Usability Scale" (SUS) [4], à la fin du test. Les commentaires des participants pendant les exercices 1, 2 et 3 sont enregistrés. Les consignes et les réponses attendues ont été validées en amont du test avec le responsable du service des UP du CHRU de Lille :

Exercice 1 : intuitivité des icônes

Matériel : une capture de l'IHM est présentée au participant naïf, sans aucune explications préalables de l'expérimentateur.

Consignes : décrire ce qui est compris de l'interface et en particulier des icônes pour 10 patients sélectionnés par l'expérimentateur.

Données recueillies : les commentaires des PS sur la compréhension des icônes.

Exercice 2 : intuitivité de l'interface

Matériel : deux captures d'écran imprimées représentant de 2 états de tension différents du service: (i) avec des nouveaux patients en attente d'IDE et de médecin et (ii) sans nouvelle arrivée de patients dans le service, le personnel de santé gérant le flux des patients présents.

Consignes : donner les noms du patient à voir en priorité dans chacune des interfaces.

Données recueillies : les commentaires des PS sur la compréhension des icônes.

Exercice 3 : validation de l'algorithme

Matériel : le fonctionnement de l'algorithme a alors été simulé à travers une vidéo de démonstration. La vidéo a

été montée par les ergonomes selon des situations réalistes de prise charge des patients observés durant l'analyse de l'activité. La vidéo regroupe l'ensemble des situations (cas) réalistes dans un scénario unique afin que tous les sujets soient confrontés au même scénario. Le tableau 2 décrit l'ensemble des cas évalués. Le test commence par une formation du participant à l'outil avec une vidéo représentant le fonctionnement de l'algorithme avec un focus sur la prise en charge d'un patient de priorité moyenne, avec des examens complémentaires à faire (biologie + radiologie) (cf. cas 1). Pour des raisons pratiques, le scénario est accéléré et montre, en 1 minute, les étapes de la prise en charge de ce patient depuis son arrivée dans le service jusqu'à la réalisation d'examens.

Consignes : continuer le cas en cours en détaillant l'étape n+1 (autrement dit, dire où doit se trouver ce patient sur l'interface à l'étape suivante). Faire l'exercice pour les 4 autres cas donnés (correspondant à quatre patients différents sur l'interface).

Données recueillies : exactitude de la réponse du participant par rapport comportement prévu de l'algorithme : 1 point attribué par bonne réponse, 0 si elle est mauvaise.

<u>Cas 1</u>	Patient en attente d'examens biologiques et radiologique, présent depuis 1h25min aux UP.
<u>Réponse attendue 1</u>	Retour du patient en attente médecin, classé après les patients en attente déjà d'interprétation de résultat
<u>Cas 2</u>	Nouveau patient en attente IDE présent dans le service depuis 20 min. Curseur de tension : vert
<u>Réponse attendue 2</u>	Patient passe en tête de l'attente médecin avec un niveau de priorité qui aura été donné par l'infirmière. Sa position dans la colonne dépend du niveau de priorité (de 1 à 4)
<u>Cas 3</u>	Patient déjà vu par le médecin et en attente de soin IDE avant sortie des UP. Présent depuis 2h50min. Curseur de tension : rouge
<u>Réponse attendue 3</u>	Une fois que les soins sont réalisés, le patient disparaît de l'interface car il sort du service.
<u>Cas 4</u>	Patient en attente d'interprétation de résultats d'examens. Présent dans le service depuis 2h20min. Curseur tension : jaune
<u>Réponse attendue 4</u>	Soit attente IDE ou examens complémentaires soit attente de sortie. Mais dans tous les cas en tête de liste (après les nouveaux patient jamais vus) au regard de l'indicateur de tension.
<u>Cas 5</u>	Patient qui se présente à l'accueil des UP.
<u>Réponse attendue 5</u>	En tête de la liste, après les nouveaux patients déjà en attente IDE

Tableau 2. Consignes du test de validation de l'algorithme

RESULTATS

Analyse de l'activité

Les résultats des deux objectifs de l'analyse de l'activité sont présentés ici.

Comprendre le fonctionnement du service et les stratégies de gestion des tensions

L'UML a montré que le processus de prise en charge du patient se déroule en trois grandes étapes : attente primaire (temps entre la prise en charge par l'hôtesse d'accueil et la consultation médicale), attente secondaire (temps entre la première consultation médicale et la sortie) et la sortie. L'accueil du patient se fait principalement par l'IAO ou une IDE si l'IAO est absente. A chaque changement du statut du patient (passage d'une étape à l'autre, examen en attente, etc...), les données (e.g. type d'examen) sont saisies dans ResUrgences par les PS.

Les arbres de décision ont montré que les informations utiles aux PS pour gérer leur activité et choisir le patient à voir en priorité sont :

- l'identité des patients, leur âge, leur(s) motif(s) d'entrée, et la priorité (donnée par l'IAO à l'arrivée du patient dans le service),
- les étapes de la Prise En Charge (PEC): PEC IDE, PEC médecin et attente examen,
- les examens « à faire » ou « faits »,
- le temps total de présence du patient dans le service.

Les arbres de décisions ont également mis en évidence différentes stratégies efficaces permettant la gestion du flux patient. Par exemple, faire sortir les patients en attente secondaire plutôt que de prendre en charge un patient en attente primaire, jugé non prioritaire (i.e. selon le motif d'entrée et l'état/aspect visuel du patient), aller faire un bilan sanguin à un patient avant un soin non prioritaire à un autre patient ou bien attendre que tous les résultats des examens soit consultables avant d'aller voir le patient, etc.... sont des stratégies mises en place par le PS. L'analyse de l'activité a montré que les PS ont besoin d'un outil qui permettrait de savoir quand mettre en place ces stratégies surtout dans des situations de tension. A partir de l'ensemble de ces résultats les scénarios nécessaires au développement et à l'évaluation de l'algorithme ont été créés (cf. Tableau 2).

Vérifier les délais des saisies des informations entrées dans ResUrgences

Les résultats montrent que les informations utiles aux PS pour gérer leur activité et choisir le patient à voir en priorité sont disponibles dans ResUrgences. En effet, le délai de saisie des données du patient dans ResUrgences est inférieur à 5 minutes entre le moment où le clinicien a eu l'information et le moment où il la rentre dans le système dans 83% des cas. Dans 94% des cas, la recopie dans le système d'information (SI) se fait dans les 10 minutes après l'évènement. En situation de tension, l'analyse de l'activité a mise en évidence une augmentation de la saisie papier (recours à la saisie papier environ dans 30% des cas durant la période observée). Toutefois, la recopie de la saisie papier dans

le logiciel ResUrgences ce fait en moyenne dans les 2 minutes après la saisie papier.

Ces résultats montrent également que les données saisies dans ResUrgences représentent l'activité du service au moment de la saisie, même en cas de débordement dans le service. Ces données pourront donc être utilisées en temps réel comme données d'entrée pour le futur prototype de l'outil. L'algorithme et l'interface évalués ici intègrent déjà ces données.

Spécifications fonctionnelles du système d'ordonnancement

Description des algorithmes de tri des patients

L'analyse de l'activité à montrer que les patients en urgences vitales ne sont pas concernés par cet algorithme car ils sont traités en priorité quelque soit l'état d'encombrement du service. Les patients en attente d'une Unité d'Hospitalisation de Courte Durée (UHCD) ne sont également pas soumis à l'algorithme de tri car ils sont dans le service pour une durée indéterminée. Pour le reste des patients, l'identification des besoins utilisateurs après l'analyse de l'activité a montré 1/ la nécessité d'un système donnant rapidement une vision générale de l'encombrement du service et 2/ l'importance de hiérarchiser par ordre de priorité les patients à voir. Les PS n'ont pas besoin d'un outil supplémentaire qui permettait de voir la progression de la prise en charge des patients mais d'un outil récapitulatif du travail qu'il reste à faire.

Pour répondre à ces besoins, l'algorithme tri les patients présents dans le service, en fonction des attentes IDE box, médecin et examen, plutôt que sur le modèle actuel des attentes primaires et secondaires. Pour les attentes IDE box et médecin, les patients sont triés par ordre de priorité, pour chaque PS, en fonction des indicateurs pertinents (i.e. identifiés lors de l'analyse de l'activité, cf. section Résultats analyse de l'activité) et d'un indicateur de tension calculé par patient par rapport au délai de prise en charge optimum. Cet indicateur de tension sera représenté sous la forme d'un curseur. Si le temps passé dans le service est inférieur au temps de référence alors le curseur d'indicateur de tension est vert, si il est supérieur alors le curseur de la tension changera progressivement de couleur pour passer du jaune au noir. Pour les attentes examens, les patients sont triés en fonction uniquement du temps d'attente. En effet, les patients en attente d'examen sortent du service des urgences et ne constituent pas une charge de travail pour les PS du service. Cependant, il est nécessaire d'en tenir compte afin que les PS est une vue globale de la charge de travail à venir et également pour relancer les services d'examen si les résultats sont trop long.

Pour faciliter la lecture, l'algorithme est détaillé séparément pour les IDE et les médecins. Pour l'IDE, les patients en attente box sont séparés dans deux colonnes. Pour l'attente IDE box, les indicateurs permettant de trier les patients sont (Figure 1):

- le statut du patient (ex : les nouveaux patients jamais vu par l'IDE sont classés prioritairement en tête de liste).
- la nature d'examen à réaliser. Ces patients sont triés selon la nature de l'examen à faire: en priorité les soins prioritaires (e.g. traitement asthmatiques) puis les biologies et enfin les soins non prioritaires (i.e. pansements).
- L'indicateur de tension associé à chaque patient (Par exemple, les patients, dont l'indicateur de tension est mauvais (i.e. indicateur rouge), remontent dans la liste, juste après les nouveaux arrivants pour être vus en priorité).

Pour le médecin (Figure 2), les indicateurs sont :

- du statut du patient (nouveau, ancien ou en attente de sortie). Les nouveaux patients jamais vus par le médecin sont classés en tête de liste par ordre de priorité et selon le temps d'attente.
- la présence/absence des résultats des soins ou analyses effectués. Les patients ayant les résultats d'examens ou de soins disponibles sont classés après les patients de priorité 4 (patients non prioritaires, qui n'ont pas encore été vus par le médecin) et triés par temps d'attente et niveau de tension. les patients en attente (totale ou partielle) des résultats d'examen et les patients en attente de sortie sont à la fin de la liste.
- L'indicateur de tension de chaque patient. Si l'indicateur de tension est normal (i.e. temps de référence < temps de présence du patient dans le service = indicateur de vert à jaune), les patients en attente de sortie sont à la fin de la liste. Par contre, si le service est saturé (i.e. temps de référence > temps de présence du patient dans le service = indicateur de jaune à noir), les patients en attente de sortie remontent en tête de la liste. En effet, la priorité, dans ce cas, est de faire sortir les patients pour désengorger le service.

Description de l'IHM

L'interface se compose de 4 colonnes hiérarchisant les patients en attente de l'IDE box, l'IDE UHCD (Unité d'Hospitalisation Courte Durée), du médecin et des examens (Figure 3). Les attentes primaire et secondaire des colonnes IDE box et médecins sont mélangées pour avoir une vue d'ensemble des patients à charge par PS.

La légende des icones de l'interface est décrite dans le tableau 3.















Icones	Signification	Icones	Signification
	Nouveau patient dans le service		Examen en cours d'analyse
 	Niveaux de priorité donnés par l'IDE après la prise de constantes		Résultats radio/biologie disponibles
 			Indicateur de tension/pec bon (jusqu'à vert foncé)
	Soins réalisés/ + lettre de sortie à faire		Indicateur de tension/pec moyen
	Soins à faire/ + lettre de sortie faite		Indicateur de tension/pec mauvais
	Demande de radio / biologie		Indicateur de tension/pec critique

Tableau 3. Légende des icônes

Tests utilisateurs

Les résultats des tests sont présentés soit en score de réussite moyen (pourcentage de réponses exactes) pour tous les participants IDE (n=7) et pour tous les participants médecins (n=5) soit en nombre de bonnes réponses par catégorie de participants.

Pertinence de l'algorithme (résultats de l'exercice 2 et 3)

Pour l'interface avec des nouveaux patients, 6 IDE sur 7 et tous les médecins ont compris que les patients prioritaires étaient ceux en tête de la colonne. Pour autant, pour 2 IDE le choix n'est pas si simple : « ça dépend de la gravité des nouveaux. Si je vois que c'est un bobo [pour le nouvel arrivant], je vais faire le prélèvement avant [d'un autre patient] car je sais que c'est long pour avoir le résultat ». Pour l'interface sans nouveaux patients, toutes les IDE et 4 médecins sur 5 ont bien répondu. Le médecin qui n'a pas donné la bonne réponse a compris quel est le patient à aller voir mais dans sa stratégie, au regard de l'encombrement général du service, « j'irai d'abord voir les IDE pour leur dire de s'occuper des patients en tête de leur liste pour les faire sortir ». 86% des IDE et 98% des médecins ont bien placé et hiérarchisé les patients dans l'interface (Tableau 4). Pour certains, il était difficile de placer les patients sans connaître le motif d'entrée. Mais globalement, la grande majorité des participants a validé l'algorithme de tri. Cependant, les participants ont exprimé quelques limites : « je me demande juste s'il faut se baser juste la dessus ou pas, car on utilise des critères subjectifs qui ne pourront pas être pris en compte. Mais ça fait déjà un sacré boulot dans le tri des patients ! ».

IDE

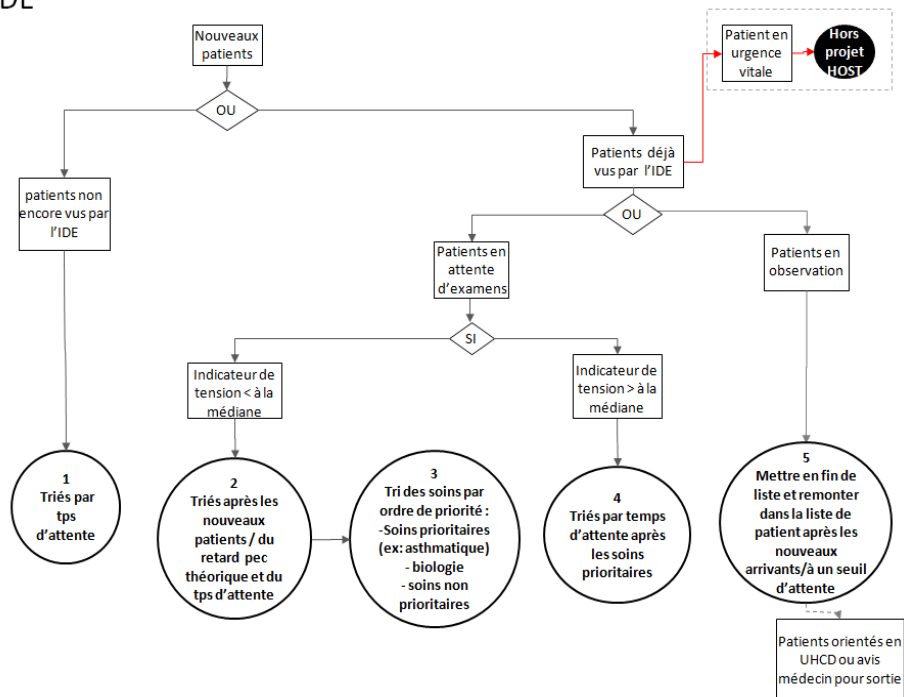


Figure 1. Algorithme de tri IDE box

Médecin

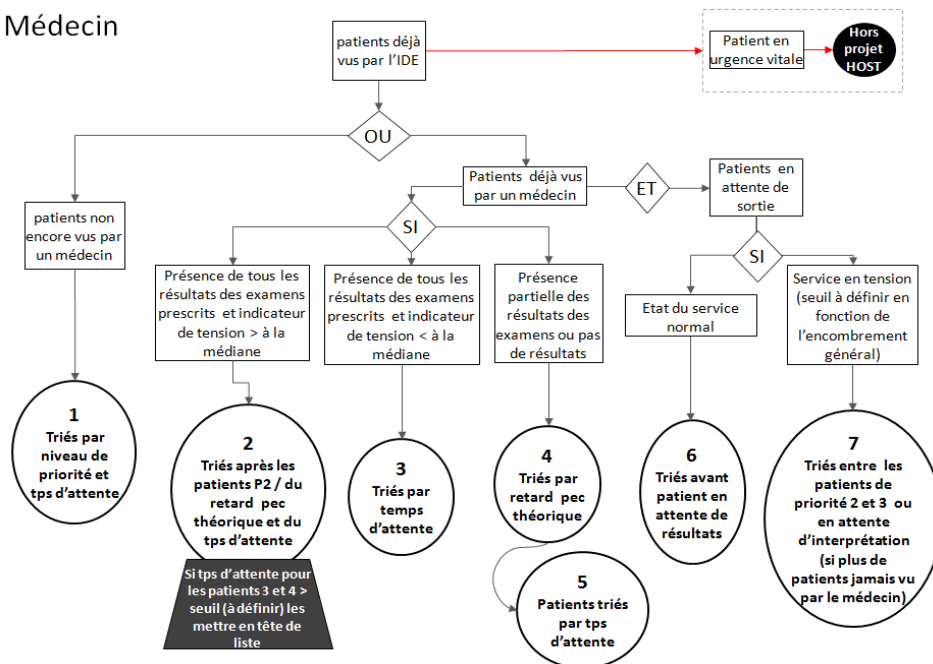


Figure 2. Algorithme de tri médecin



Figure 3. Maquette de l'interface

Sujets	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	Score de réussite
	Colonne Place	Colonne Place	Colonne Place	Colonne Place	Colonne Place	
IDE	S1	1 1	1 1	1 1	1 1	100
	S2	1 1	1 1	1 1	1 1	100
	S3	1 0	1 1	1 1	0 0	70
	S4	1 0	1 1	0 0	1 1	65
	S5	1 0	1 0	1 1	1 0	70
	S6	1 1	1 1	1 1	1 1	100
	S7	1 1	1 1	1 1	1 0,5	95
Med.	S8	1 0	1 1	1 1	1 1	90
	S9	1 1	1 1	1 1	1 1	100
	S10	1 1	1 1	1 1	1 1	100
	S11	1 1	1 1	1 1	1 1	100
	S12	1 1	1 1	1 1	1 1	100
TOTAL	100	67	100	92	83	91
TOTAL IDE	100	57	100	86	71	86
TOTAL Med.	100	80	100	100	100	98

Tableau 4. Détails des résultats de la validation de l'algorithme pour le l'exercice 3. Le test prend 1 si le participant place le patient dans la bonne colonne (IDE box, IDE UHCD, médecin, examen) et à la bonne « place » dans la colonne (cf. réponse attendue tableau 2). Le test prend 0 si les réponses sont fausses.

En plus du côté subjectif qui détermine la priorité de prise en charge d'un patient dans certains cas, une autre limite identifiée de l'algorithme est la distinction entre les résultats reçus dans Résurgences et ceux réellement interprétés. En effet, les résultats des examens de biologie arrivent rarement en même temps, et parfois le médecin attend avant d'aller voir le patient. Dés lors, dans l'algorithme actuel, le patient en attente de résultats va rester en tête de liste médecin dès que le premier résultat arrive, même si la totalité des résultats n'est pas reçu.

Intuitivité des icônes et de l'interface (résultats de l'exercice 1)

Dans l'ensemble, les participants ont trouvé les icônes intuitives. Seules les malles de soins ont été difficilement interprétées (seulement 2 IDE sur 7 et 1 médecin sur 5 les ont correctement identifiées) : soit les participants n'ont pas donné de réponses soit ils ont pensé au dossier médical du patient ou bien à la consultation d'un spécialiste. Aussi, le code couleur (gris "à faire"/couleur "fait") a mieux été appréhendé pour les examens que pour les soins : 2 IDE sur 7 et 1 médecin sur 5 ont compris le code couleur pour les soins contre 5

IDE sur 7 et 4 médecins sur 5 pour les examens. L'indicateur de tension, quant à lui, n'a été compris que par 3 IDE sur 7 mais cependant par tous les médecins. « C'est très intéressant, cet indicateur de tension. Il faut juste bien se mettre en tête que c'est pas juste un temps ». Ils ont également apprécié le fait de ne pas planifier une heure de sortie, qui pourrait induire un stress chez les professionnels de santé. « C'est bien de ne pas avoir l'heure de sortie estimée, c'était un peu ma crainte vis-à-vis de ce projet. Là avec les couleurs c'est mieux, on comprend ».

Satisfaction des utilisateurs et utilité perçue de l'outil (résultats des exercices 1, 2 et 3)

En moyenne, le résultat du SUS montre que 70% des sujets sont satisfaits de l'interface. L'ensemble des personnels a perçu l'outil comme une aide au tri. Cependant les IDE continueraient de consulter Résurgence et les médecins pour planifier leur activité. « Je ferai plus confiance à ce qu'on me dit à l'oral (par rapport à l'utilisation de l'outil) par contre c'est un bon complément ». Les médecins y voient une grande utilité car il on une vue d'ensemble de l'état du service mais également du travail qu'ils ont à faire : « ça me paraît assez utile, ce qui serait bien c'est en plus d'avoir des écrans dans le service, il faudrait qu'on ait accès sur l'ordi comme pour ResUrgences, comme ça je vais filer un coup de main même si je ne suis pas de soin...parce que des fois sur ResUrgence on voit qu'il y a de monde mais c'est pas pour ça que c'est le bazar »

Les IDE trouvent également l'outil utile et pensent qu'il pourrait faire gagner du temps par rapport à l'utilisation de Résurgence seul « Je trouve que c'est une bonne idée. J'irai voir les patients en tête de colonne dans ResUrgences. Ca m'évitera de les consulter un par un... ».

DISCUSSION

Le but de l'article était de montrer l'apport des facteurs humains dans la phase de conception d'un système d'ordonnancement des patients aux urgences

pédiatriques. Pour cela une analyse de l'activité, la spécification des besoins des utilisateurs et un test utilisateur ont été réalisés. L'originalité de l'étude a été d'impliquer les utilisateurs finaux dans l'évaluation de l'algorithme de tri en adaptant des méthodes classiques d'évaluation. Cette évaluation a été réalisée à l'aide d'une interface, permettant ainsi d'évaluer également certains éléments de l'interface. L'avantage d'avoir accès à ces informations aussi tôt dans le cycle de conception est de développer une IHM adaptée aux besoins des utilisateurs et de garantir son acceptabilité dans le service. Néanmoins, la difficulté principale de réaliser une évaluation, à ce stade précoce du cycle de conception, est de recruter au moins cinq utilisateurs par groupe d'utilisateurs finaux.

Les résultats de l'analyse de l'activité ont alimenté tout le processus de conception du système, de la spécification des besoins utilisateurs à l'élaboration de l'algorithme. Cette analyse a mis en évidence le fonctionnement du service et a permis d'identifier les indicateurs permettant aux professionnels de prendre des décisions sur les patients à aller voir en priorité. L'analyse de l'activité a également montré que les délais de saisie des informations dans ResUrgences (i.e. inférieur à 5 minutes pour 83% des cas et à 10 minutes dans 94% des cas) étaient acceptables pour pouvoir utiliser ces données comme données d'entrées dans le futur système d'ordonnancement. L'avantage d'une récupération directe des données est de pouvoir exploiter l'information en quasi temps réel et éviter une double saisie des données fastidieuse pour le personnel surtout en situation de tension. L'analyse a également permis de donner les spécifications de conception principales et les recommandations pour le développement de l'outil :

- (i) Afficher sur un même écran, une vue globale de l'état du service (en termes de patients en attente) et une vue hiérarchisée des patients à ausculter.
- (ii) Trier les patients par « attente médecin ou IDE » plutôt que par « attente primaire ou secondaire »
- (iii) Faciliter la lecture et la prise d'informations des PS, en utilisant des icônes facilement identifiables.

En plus de ces informations, l'étape d'analyse de l'activité a permis la création de scénarios pour la construction et l'évaluation de l'algorithme et de son interface.

Les résultats des tests utilisateurs ont montré que le personnel considère cet outil comme un outil utile au tri des patients complémentaire à Résurgences. Les résultats ont montré que l'algorithme de tri a été validé par 86% des IDE et 98% des médecins. Ce résultat n'est pas la conséquence d'un mauvais algorithme mais d'une stratégie de choix alternative : les tests ont montré que le côté subjectif des PS (surtout des IDE) par rapport à l'état du patient oriente également le choix du patient à aller voir. Il est difficile de prendre en compte ce paramètre dans l'algorithme. Cela étant, cet outil est un

écran affiché qui a pour but d'aider les PS dans le choix des patients à aller voir. Il n'y a pas de conséquences graves si les PS n'ont pas suivi les recommandations. Une autre limite (i.e. distinction entre les résultats reçus dans Résurgences et ceux réellement interprétés) a été identifiée pendant l'évaluation de l'algorithme et a permis de soulever des problèmes techniques qui pourraient être gênant lors du déploiement de l'outil (i.e. comment savoir que tout les résultats demandés sont disponibles dans ResUrgences avant de faire remonter le patient dans la liste des priorités?). Des solutions techniques sont en cours de réflexion.

Concernant l'interface, les deux icônes qui ont posé le plus de problèmes aux participants pendant le test sont les malles de soins et l'indicateur de tension. Les malles de soins ont été comprises après les explications. Cette icône sera modifiée dans la future interface. Les résultats ont montré que l'indicateur de tension a été mieux compris par les médecins que les IDE. Les IDE ont associé cet indicateur au niveau de gravité du patient, en référence à l'étiquette de couleur du triage, utilisée dans ResUrgences. Les IDE ont besoin d'associer le patient à un niveau de gravité pour planifier leur travail et cette information devra être ajoutée sur l'interface. Les médecins utilisent moins cette information sur ResUrgences et ont donc eu moins de difficultés à associer l'indicateur de tension au retard de la prise en charge du patient selon un délai de prise en charge optimum. Toutefois, après explication de la signification du curseur, les IDE trouvent cet indicateur pertinent : *« j'ai pas compris de suite le curseur mais en fait c'est pas mal, c'est important pour savoir qui aller voir en premier »*. Pour l'instant ce délai est fictif. Cependant dans le futur prototype, il sera calculé pour chaque motif d'entrée en fonction des ressources humaines disponibles et du nombre de patients présents dans le service. Ce temps de référence sera stocké, au préalable, dans une base de connaissance pour être comparé avec le temps de présence du patient dans le service. Un autre mode de représentation de cet indicateur sera utilisé dans la future interface.

L'évaluation de l'algorithme par le biais de tests utilisateurs permet finalement de faire remonter les problèmes de conception du système (i.e. limites de l'algorithme) et de recueillir des suggestions pour l'interface (i.e. choix des icônes) avant le développement du prototype. Les résultats de l'étude alimenteront le développement du futur prototype. On considère alors que le rapport coût/bénéfice est bon car l'accès très en amont à ces informations dispensera probablement d'une réingénierie lourde du système (préalablement validé). Le prototype sera déployé dans le service afin d'évaluer l'impact du système sur la gestion du flux des patients

GUIDELINES POUR L'EVALUATION D'ALGORITHMES AVEC DES UTILISATEURS

La méthode d'évaluation de l'algorithme avec les utilisateurs est généralisable en trois grandes étapes :

1^{ère} étape : analyser l'activité, identifier et spécifier les besoins utilisateurs pour le développement d'un algorithme et des scénarios de test.

2^{ème} étape : (i) construire la maquette dynamique représentative du comportement de l'algorithme grâce aux scénarios de test, (ii) rédiger le protocole d'évaluation de l'algorithme (i.e. continuer le scénario, choix de l'utilisateur...), (iii) recruter un échantillon d'utilisateurs finaux (au moins 5 par groupe)

3^{ème} étape : réaliser l'évaluation et analyser les données pour vérifier l'adéquation de l'algorithme avec les besoins utilisateurs.

Cette méthode pourrait être utilisée pour évaluer d'autres systèmes (ex. les systèmes d'alertes), pour lesquels l'utilisateur a besoin d'être confronté à la réaction du système pour évaluer son comportement.

CONCLUSION

Cette étude a montré l'intégration des facteurs humains dans la conception d'un système d'ordonnancement des patients aux UP. Des indicateurs pertinents de la gestion du flux patient ont été identifiés via une analyse de l'activité et ont permis la construction d'un algorithme de tri des patients. Cet algorithme a été évalué par des tests utilisateurs sur interface simulant son fonctionnement. L'implication d'utilisateurs finaux dans l'évaluation du système a permis d'avoir un retour sur l'algorithme et sur les éléments de l'interface. Une version prototype, prenant en compte les remarques des utilisateurs, sera développée et déployée aux UP pour évaluer son impact dans la gestion du flux patient.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche française. Les auteurs remercient les partenaires du projet ANR HOST et plus particulièrement, le Pr. Martinot, responsable des urgences pédiatriques du CHRU de Lille et son équipe pour leur disponibilité et leur investissement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Abras, C., Maloney-Krichmar, D., User-Centered Design., (2004).
2. Azadeh, A., Hosseinabadi Farahani, M., Torabzadeh, S., Baghersad, M., Scheduling prioritized patients in emergency department laboratories. *Comput. Methods Programs Biomed.* 117, 61–70 (2014).
3. Batley, N.J., Osman, H.O., Kazzi, A.A., Musallam, K.M., Implementation of an Emergency Department Computer System: Design Features That Users Value. *J. Emerg. Med.* 41, 693–700 (2011).
4. Brooke, J., SUS: a "quick and dirty" usability scale. *Evaluation in Industry.* Taylor & Francis (1996).
5. Cautermen, M., Le Spégnage, D., MeaH - Mission nationale d'expertise et d'audit hospitaliers, Réduire le temps d'attente et de passage aux urgences: Retours d'expériences, (2006).
6. Direction des Systèmes d'Information, Centre National de la Recherche Scientifique, "Guide de recommandations ergonomiques pour la conception et l'évaluation d'interfaces graphiques." 2000.

7. Drury, C.G. Methods for direct observation of performance. *Evaluation of human work: A practical Ergonomics Methodology.* pp. 35–57. Taylor & Francis (1990).
8. Espinoza, M.: Urgences : les systèmes britanniques et français, deux mondes différents en Europe., (2005).
9. Figueras, J., McKee, M., Mossialos, E., Saltman, R.B.: Hospitals in a changing Europe, <http://www.euro.who.int/en/about-us/partners/observatory/publications/studies/hospitals-in-a-changing-europe>, (2002).
10. International Organisation for Standardization: Ergonomie de l'interaction homme-système - 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs., (2010).
11. Johnson, C.M., Johnson, T.R., Zhang, J.: A user-centered framework for redesigning health care interfaces. *Hum.-Centered Comput. Health Inf. Syst. Part 1 Anal. Des.* 38, 75–87 (2005).
12. Kırış, Ş., Yüzügüllü, N., Ergün, N., Alper Çevik, A.: A knowledge-based scheduling system for Emergency Departments. *Knowl.-Based Syst.* 23, 890–900 (2010).
13. Kirwan, B., Ainsworth, L.K.: A guide to task analysis. Taylor & Francis (1992).
14. Kushniruk, A., Evaluation in the design of health information systems: application of approaches emerging from usability engineering. *Eval. Health Inf. Syst. Effic. E Effectiveness.* 32, 141–149 (2002).
15. Lachenal G., Lefève C., Nguyen V.K., La médecine du tri. Histoire, éthique, anthropologie, Presse Universitaire de France, Paris (2014), ISBN: 978-2-13-062428-8. Rev. *DÉpidémiologie Santé Publique.* 62, 324
16. Lodding, K.: Iconic interfacing. *IEEE Comput. Graph. Appl.* 2, 11–20 (1983).
17. Marcon, E., Guinet, A., Tahon, C., Gestion et performance des systèmes hospitaliers. Hermès (2008).
18. National Health Services, "Emergency waiting time." www.nhs.uk
19. Nielsen, J., Clemmensen, T., Yssing, C., Getting Access to What Goes on in People's Heads? Reflections on the Think-aloud Technique. *Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-computer Interaction*, p. 101–110. ACM, New York, NY, USA (2002).
20. Nielsen, J., Usability engineering. Academics Press, Inc. (1993).
21. Object Management Group: Unified Modeling Language Specification, www.omg.org, (1998).
22. Otegbeye, M., Scriber, R., Ducoin, D., Glasofer, A., Designing a Data-Driven Decision Support Tool for Nurse Scheduling in the Emergency Department: A Case Study of a Southern New Jersey Emergency Department, *J. Emerg. Nurs.* 41, 30–35 (2015).
23. Petrovic, S., Leite-Rocha, P., Constructive and GRASP approaches to radiotherapy treatment scheduling. *Advances in Electrical and Electronics Engineering - IAENG Special Edition.* pp. 192 – 200. IEEE (2008).
24. Roy, P., Lannehoa, Y., Le triage aux urgences. *Réanimation.* 11, 480–485 (2002).
25. Salman, Y.B., Cheng, H.-I., Patterson, P.E.: Icon and user interface design for emergency medical information systems: A case study. *Int. J. Med. Inf.* 81, 29–35 (2012).
26. Schiro, J., Conception Centrée Utilisateur d'un outil d'aide à la gestion des tensions - cas des Urgences Pédiatriques du CHRU de Lille. , 6ème réunion annuelle de l'ITS – (2014).
27. Taboulet, P., Fontaine, J.-P., Afdjei, A., Tran Duc, C., Le Gall, J.-R., Triage aux urgences par une infirmière d'accueil et d'orientation: Influence sur la durée d'attente à l'accueil et la satisfaction des consultants. *Réanimation Urgences.* 6, 433–442 (1997).
28. Wiklund, M., Kendler, J., Strohlic, A.Y., Usability testing of medical devices. Taylor & Francis (2011).
29. Yang, C.C., Lin, W.T., Chen, H.M., Shi, Y.H., Improving scheduling of emergency physicians using data mining analysis. *Expert Syst. Appl.* 36, 3378–3387 (2009)