

**PHILIPS**

Hospitalisation  
conventionnelle

Informations clés



**Impact des systèmes de score d'alerte précoce :**  
meilleurs résultats en matière de santé, diminution du coût de la prise en charge et meilleure expérience pour le patient, sa famille et le personnel

# Besoins non satisfaits et solutions : réponse au problème de la détérioration de l'état du patient

## Évaluation du problème de la dégradation de l'état du patient

La détérioration de l'état des patients entraîne une charge clinique et financière importante pour les patients, les établissements hospitaliers et les systèmes de santé<sup>2</sup> (Figure 1). Les cliniciens doivent prendre en charge des populations plus âgées, présentant davantage de pathologies et de risques de complications et d'événements intrahospitaliers indésirables<sup>3</sup>. Face au volume croissant d'hospitalisations de ces patients, les établissements hospitaliers doivent prendre en charge des populations plus vulnérables, nécessitant des ressources plus importantes, dans un environnement où ces mêmes ressources sont limitées<sup>3</sup>.

En outre, la pénurie de lits en soins intensifs peut conduire à une sous-évaluation de l'état des patients, qui peuvent être admis ou transférés dans des services de surveillance courante tout en risquant de voir leur état se détériorer et entraîner des événements indésirables graves.

Ce scénario peut s'expliquer par un manque relatif de ressources dans les services d'hospitalisation conventionnelle, par une diminution significative du ratio infirmière/patients et/ou par un manque de coordination des soins. Toutefois, des signes précurseurs de détérioration peuvent se manifester 6 à 24 heures avant l'événement<sup>5</sup>. Ainsi, 66 % des patients victimes d'un arrêt cardiaque présentent des signes et symptômes anormaux jusqu'à 6 heures avant l'arrêt, mais les médecins n'en sont informés que dans 25 % des cas<sup>6</sup>. En outre, le personnel infirmier peut ne pas avoir connaissance de la présence de paramètres vitaux anormaux chez près de 50 % des patients en unité d'hospitalisation conventionnelle<sup>7</sup>, en raison des contraintes de temps et des interruptions de travail tout au long de leur service<sup>8</sup>.

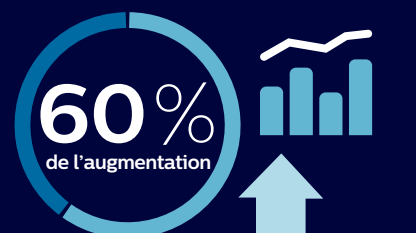
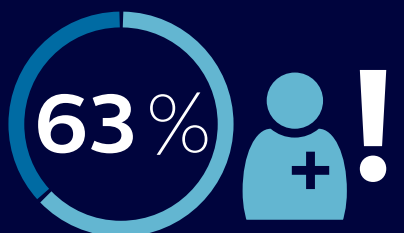
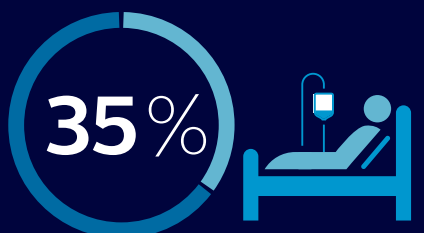
La détérioration de l'état du patient peut également entraîner une charge économique directe importante pour les établissements hospitaliers. En effet, les patients présentant des événements indésirables sont associés à des coûts médicaux directs plus élevés<sup>9</sup>.

Une analyse de la littérature spécialisée souligne cette tendance, en particulier en ce qui concerne les conditions potentiellement évitables :

- Les complications chirurgicales sont associées à une **augmentation de près de 20 000 USD des frais hospitaliers** et à une forte diminution de la marge opérationnelle<sup>10</sup>.
- **Les coûts médians associés au sepsis sont nettement plus élevés** que ceux des cas individuels non atteints de sepsis (10 000 USD au Royaume-Uni, 23 000 USD en Allemagne)<sup>11</sup>.
- **Le coût moyen d'une journée** d'hospitalisation pour les patients bénéficiant de réanimation cardio-pulmonaire s'élève à **3 580 USD**<sup>12</sup>.

Les coûts associés à la détérioration de l'état du patient ne se limitent pas non plus aux coûts des traitements directs. La dégradation de l'état du patient entraîne également une augmentation des coûts opérationnels (frais généraux, coûts d'investissement, renouvellement du personnel infirmier) et des coûts d'opportunité, associée à l'activité (diminution de la capacité des services, perte de revenus, marge opérationnelle).

## Figure 1 : L'impact en chiffres





Les complications chirurgicales sont associées à une **augmentation de près de 20 000 USD** des frais hospitaliers et à une forte diminution de la marge opérationnelle<sup>10</sup>.

Les **coûts médians associés au sepsis sont nettement plus élevés** que ceux des cas individuels non atteints de sepsis (10 000 USD au Royaume-Uni, 23 000 USD en Allemagne)<sup>11</sup>.

Le **coût moyen d'une journée** d'hospitalisation pour les patients bénéficiant de réanimation cardio-pulmonaire s'élève à **3 580 USD**<sup>12</sup>.

## L'évolution des systèmes de score d'alerte précoce

La charge clinique, économique et opérationnelle liée à la détérioration de l'état du patient a conduit les établissements et les assurances/gouvernements à rechercher des solutions permettant l'identification précoce et l'intervention proactive. Ce livre blanc consiste à étudier les systèmes de score d'alerte précoce en tant que démarche reconnue de la prise en charge de la dégradation de l'état du patient.

Avant la codification des systèmes de score d'alerte précoce, la variation d'un seul paramètre physiologique principal permettait d'identifier les patients à risque et de déclencher une intervention<sup>13</sup>. Toutefois, dans plus de 40 % des cas, les appels aux équipes d'intervention d'urgence étaient basés sur une impression générale que "quelque chose n'allait pas" chez le patient<sup>13</sup>. Les

systèmes de score d'alerte précoce standardisés ont été conçus pour adopter une approche multiparamétrique afin d'identifier les signes subtils de détérioration précédant un événement<sup>13</sup>.

Différents systèmes de score d'alerte précoce ont été conçus comme des outils de détection des premiers signes de détérioration clinique pour les équipes hospitalières afin de déclencher une intervention et une prise en charge précoces. Il s'agit ainsi d'accroître la vigilance du personnel infirmier, d'informer le soignant ou de recourir à une équipe d'intervention d'urgence<sup>14</sup>. Les systèmes de score d'alerte précoce associent des paramètres physiologiques et des critères de priorité pour évaluer la probabilité du risque de détérioration d'un patient<sup>14</sup>.

## Diffusion du système de score d'alerte précoce et adoption des recommandations

La diffusion et l'adoption des systèmes de score d'alerte précoce varient en fonction des pays (Figure 2). Le Royaume-Uni est un leader en matière de développement et de mise en œuvre des systèmes de score d'alerte précoce. En 2012, le Royal College of Physicians a publié le score NEWS (National Early Warning Score, mis à jour en 2017), qui a été approuvé par le NHS England et NHS Improvement<sup>15</sup>. L'Irlande a rapidement suivi cet exemple en établissant en 2013 son propre score NEWS<sup>16</sup>.

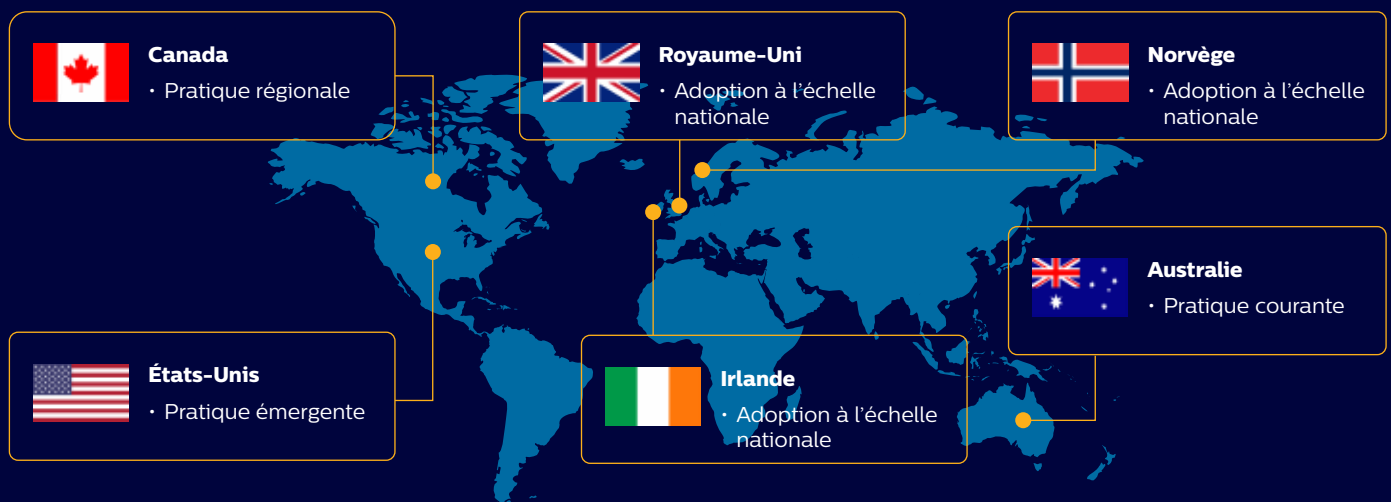
Depuis, le score NEWS ou d'autres systèmes à l'échelle des établissements destinés à détecter et reconnaître le stade de détérioration aiguë de l'état des patients, ont été adaptés et adoptés à différents degrés par plusieurs autorités de santé, tant au niveau national (Norvège, par exemple) qu'au niveau local/régional (Canada, États-Unis, Australie, Inde). Bien qu'il

s'agisse encore d'une pratique émergente dans de nombreux pays, la reconnaissance des avantages des systèmes de score d'alerte précoce devient une réalité :

- Intégration à la campagne "5 000 000 Lives" (5 000 000 vies) de l'Institute of Healthcare Improvement (États-Unis)<sup>13,17</sup>
- Développement du score d'alerte précoce Hamilton (Canada)<sup>18</sup>
- Pilotage d'un système de score d'alerte précoce (satarkataank) en Inde<sup>19</sup>

Dans la section suivante, nous évaluerons les différents types de systèmes de score d'alerte précoce et nous examinerons les éléments clés d'une mise en œuvre réussie.

### Figure 2 : Adoption du score d'alerte précoce



# Mise en œuvre du système de score d'alerte précoce : méthodes, processus de travail, et conditions indispensables au succès

## Évaluation des différents types de systèmes de score d'alerte précoce

Les systèmes de score d'alerte précoce ont été conçus pour identifier et prendre en charge la détérioration de l'état du patient<sup>21</sup>. Ils sont composés de deux éléments : un système de score d'alerte précoce pour détecter la dégradation de l'état du patient et une équipe d'intervention d'urgence pour prendre en charge cette détérioration de façon appropriée. "À leurs débuts, les systèmes de réponse rapide correspondaient à des équipes spécialisées dans les arrêts cardiaques ("code d'urgence"), puis ils ont évolué jusqu'à devenir des modèles d'équipes d'intervention d'urgence assurant des interventions critiques en cas de détérioration physiologique imprévue<sup>22</sup>."

Il existe plus de cent systèmes de score d'alerte précoce. Ils peuvent être classés en systèmes de "suivi et de déclenchement" à paramètre unique et en systèmes multiparamétriques<sup>23</sup>. Ces systèmes utilisent des tableaux attribuant un score de risque prédéfini à chaque valeur obtenue pour les paramètres vitaux.

D'autres systèmes plus récents utilisent des scores de risque basés sur une modélisation statistique ou une mise en œuvre complètement automatisée de systèmes de score d'alerte précoce, comme nous en discuterons ci-dessous. Les scores agrégés les plus courants sont les suivants :

- score MEWS (Modified Early Warning Score), composé de 5 paramètres<sup>24</sup>
- score NEWS (National Early Warning Score), composé de 7 paramètres<sup>25</sup>
- score eCART (Electronic Cardiac Arrest Risk Triage), composé de 30 paramètres<sup>26</sup>

Le score NEWS2 est la dernière version du score NEWS, adopté par le NHS britannique, qui préconise l'utilisation d'un système standardisé d'évaluation et de réponse aux maladies aiguës.

Les tableaux ci-dessous présentent la composition classique du système de score (Tableau 1) et les réponses cliniques correspondantes (Tableau 2).

Tableau 1 : Système de score NEWS<sup>20</sup>

Paramètre physiologique	Score						
	3	2	1	0	1	2	3
Fréquence respiratoire (par minute)	≤8		9–11	12–20		21–24	≥25
Échelle SpO <sub>2</sub> 1 (%)	≤91	92–93	94–95	≥96			
Échelle SpO <sub>2</sub> 2 (%)	≤83	84–85	86–87	88–92 ≥93 à l'air	93–94 sous oxygène	95–96 sous oxygène	≥ 97 sous oxygène
Air ou oxygène ?		Oxygène		Air			
Pression systolique (mmHg)	≤90	91–100	101–110	111–219			≥220
Pouls (par minute)	≤40		41–50	51–90	91–110	111–130	≥131
Niveau de conscience				Alerte			Échelle AVPU
Température (°C)	≤35,0		35,1–36,0	36,1–38,0	38,1–39,0	≥39,1	

Tableau 2 : Réponses cliniques aux seuils de déclenchement NEWS<sup>20</sup>

Score NEWS	Fréquence du monitoring	Réponse clinique
0	Toutes les 12 heures minimum	• Poursuivre le monitoring NEWS de routine
1 à 4	Toutes les 4 à 6 heures minimum	• Informer l'IDE qui doit évaluer le patient. • L'IDE décide d'augmenter la fréquence du monitoring et/ou d'escalader la prise en charge.
3 (avec un paramètre unique)	Toutes les heures minimum	• L'IDE doit informer l'équipe médicale responsable du patient qui décide si une escalade de la prise en charge est nécessaire.
5 ou plus Seuil de réponse urgente	Toutes les heures minimum	• L'IDE doit informer immédiatement l'équipe médicale responsable du patient. • L'IDE doit demander une évaluation en urgence par un clinicien ou une équipe spécialisée dans la prise en charge des patients aigus. • Assurer la prise en charge clinique dans un environnement équipé de structures de monitoring.
7 ou plus Seuil d'intervention d'urgence	Monitoring continu des paramètres vitaux	• L'IDE doit informer immédiatement l'équipe médicale responsable du patient – niveau chef de clinique. • Évaluation d'urgence par une équipe qualifiée en soins intensifs, incluant des praticiens avec des compétences avancées en ventilation hospitalière. • Envisager de transférer le patient vers une structure de soins intensifs ou de réanimation. • Prise en charge dans un environnement équipé de structures de monitoring.

Reproduction réalisée à partir de : Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) 2: Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS. Updated report of a working party. London: RCP, 2017.

Certains scores d'alerte précoce existants (MEWS, NEWS, VIEWS (VitalPAC™ Early Warning Score)) ont été conçus à partir d'avis d'experts<sup>27</sup>. D'autres scores, tels que le modèle eCART, un score d'alerte précoce agrégé, pondéré et à plusieurs paramètres, ou l'indice Rothman (IR) sont dérivés de la modélisation statistique.

Le score NEWS est l'un des outils les plus validés<sup>28</sup>. Des enquêtes menées au sein du personnel ont montré que le score NEWS est facile à utiliser, qu'il n'entraîne pas d'augmentation de la charge de travail et qu'il permet à l'équipe de mieux identifier la détérioration de l'état du patient<sup>29</sup>. Une étude publiée en 2018 a indiqué que les scores NEWS et MEWS sont plus précis qu'un système utilisant un seul paramètre pour prédire le risque d'arrêt cardio-respiratoire en milieu intrahospitalier, les taux de mortalité et de transfert des patients adultes du service de médecine générale vers une USI dans les 24 heures<sup>21</sup>. Au cours de cette étude rétrospective, l'outil de stratification des risques eCART a prédit les événements indésirables de manière plus précise que les scores NEWS et MEWS<sup>21</sup>. De plus, le score eCART réduit le nombre d'appels inutiles aux équipes d'intervention d'urgence. Par ailleurs, l'indice Rothman (IR) fournit un nombre de faux positifs significativement inférieur à celui des scores MEWS et NEWS<sup>30</sup>. Certains scores plus récents et sophistiqués, comme l'EDI (Early Deterioration Indicator)<sup>31</sup> et le modèle AAM (Advanced Alert Monitor)<sup>27</sup>, montrent en outre

des premiers résultats prometteurs qui devront faire l'objet d'une validation plus poussée. La Figure 3 présente une vue d'ensemble des systèmes émergents et fréquemment utilisés pour générer des scores d'alerte précoce.

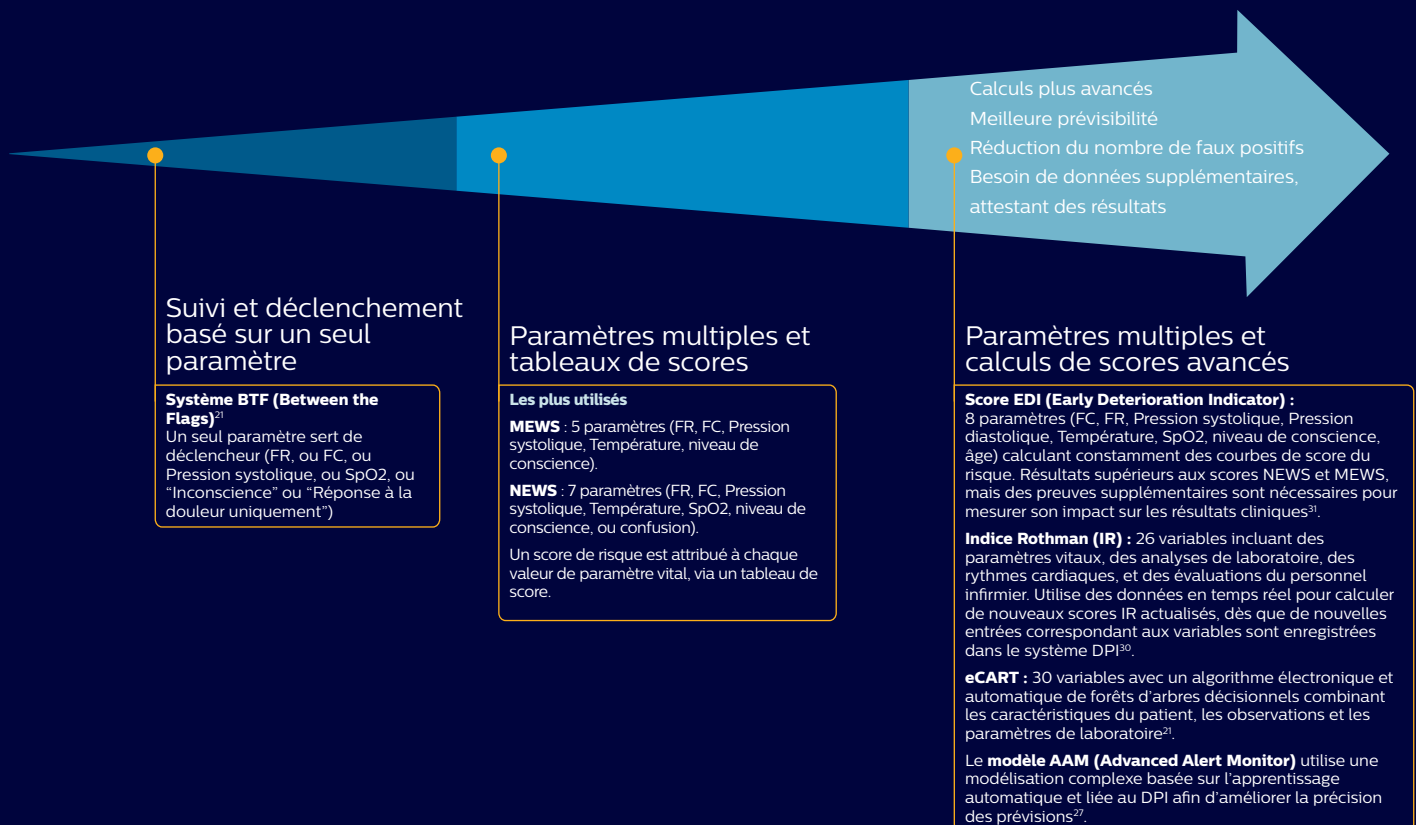
### Évaluation de la mise en œuvre des systèmes de score d'alerte précoce et de l'intégration des processus de travail

La reconnaissance et la prise en charge appropriée des patients dont l'état se détériore sont toutes deux essentielles à l'amélioration des résultats cliniques. Les liens entre le score d'alerte précoce et les équipes d'intervention d'urgence, ainsi que leur intégration dans les tâches quotidiennes des soignants sont essentiels. Dans de nombreux cas, la première étape consiste à associer la surveillance par le personnel infirmier et la bonne exécution du protocole de recours aux équipes d'intervention d'urgence.

Une étude rétrospective néerlandaise a analysé les causes principales des admissions non planifiées en USI<sup>32</sup>. Bien que le score MEWS ait été introduit l'année précédant l'étude, aucun protocole ne précisait clairement à quelle fréquence et quand l'utiliser.

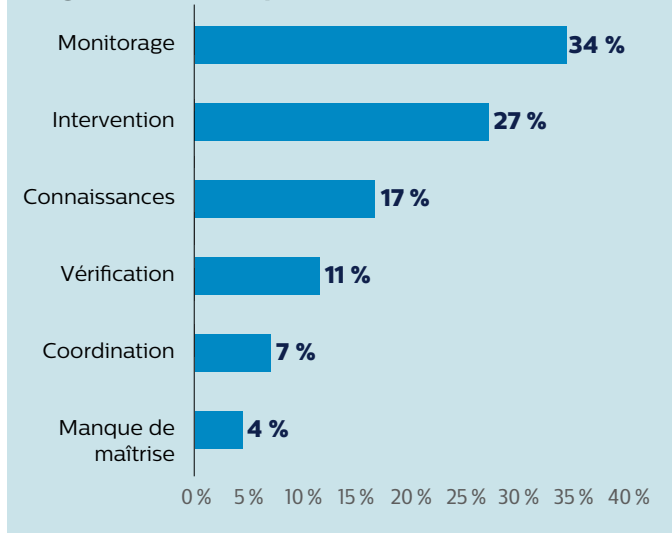
L'étude a montré que les causes principales de près de la moitié des admissions non planifiées en USI provenant du service de médecine générale, étaient liées au personnel soignant.

**Figure 3 : Présentation des systèmes de score d'alerte précoce**



Parmi les causes principales associées au personnel soignant, 34 % étaient dues à des erreurs de monitoring chez des patients dont l'état clinique se détériorait (Figure 4). Selon l'étude, la solution consiste à améliorer le monitoring des patients<sup>32</sup>.

**Figure 4 : Causes principales d'admissions non planifiées en soins intensifs, associées au personnel soignant dans un hôpital néerlandais<sup>32</sup>**



Les interventions humaines représentent environ un tiers (27 %) des causes principales d'admissions non planifiées en soins intensifs. Il s'agit de défaillances résultant d'une mauvaise planification ou exécution des tâches : par exemple, lorsqu'aucune intervention n'a été initiée après que le personnel infirmier a signalé à plusieurs reprises

une aggravation des paramètres vitaux du patient. Le fait de minimiser, dans la mesure du possible, les interventions humaines, peut contribuer à des améliorations et les données suggèrent que l'alerte initiale de l'équipe d'intervention d'urgence peut être optimisée grâce à un tableau de bord électronique en temps réel<sup>33</sup>.

Toutefois, les problèmes liés aux soins trouvent leur racine dans le monitoring des paramètres. En effet, la variabilité interobservateur peut produire des erreurs de transcription et des erreurs dues à l'utilisateur. Les scores d'alerte précoce sont souvent incomplets<sup>34,35</sup>, une ou plusieurs variables étant manquantes dans 10 % des cas d'un système NEWS portant sur 168 000 patients<sup>36</sup>. Une étude d'observation prospective a montré que les mesures électroniques sont susceptibles d'être plus fiables<sup>37</sup>, notamment pour mesurer la fréquence respiratoire, l'un des indicateurs de détérioration les plus significatifs. Il convient, en outre, d'optimiser la conception des stratégies de mise en œuvre afin d'améliorer la pratique du personnel infirmier<sup>38</sup>.

Burns et al. ont également mis en évidence les avantages des systèmes d'alerte précoce optimisés pour le personnel infirmier, en particulier une meilleure compréhension de l'évolution de l'état du patient, se traduisant par des délais de réponse et de réévaluation plus rapides<sup>39</sup>. Pour un établissement, cela entraîne une amélioration de la communication et de la collaboration, ainsi qu'une culture de réponse proactive (plutôt que réactive)<sup>39</sup>. Il est essentiel de définir et d'assurer une intégration optimale dans le processus de travail des professionnels de santé.



Des programmes de formation peuvent également contribuer à améliorer l'efficacité des systèmes EWS. Il peut s'agir de sessions de formations interactives en ligne, sur site ou interdisciplinaires sur les systèmes EWS et de scénarios de simulation<sup>40</sup>. Des recherches sont nécessaires pour valider chaque méthode.

### Conditions pour une mise en œuvre réussie des systèmes de score d'alerte précoce

De nombreux facteurs déterminent le succès d'un système d'alerte précoce en matière de prévision et d'intervention précoce. C'est pourquoi certaines des premières études systématiques disponibles sur les systèmes d'alerte précoce ont montré des résultats ambigus (voir également la section III).

La réussite d'un système repose sur la capacité du bras afférent (détection de la détérioration) et du bras efférent (réaction rapide et appropriée à la détérioration) à fonctionner correctement ensemble.

Il s'agit de trouver un équilibre entre facilité d'utilisation, sensibilité du système à la détérioration, faible taux de faux positifs<sup>30</sup> du bras afférent, et capacité à détecter les tendances des paramètres vitaux, à modifier ou interrompre un critère d'appel de l'équipe d'intervention d'urgence et la simplicité de l'outil utilisé<sup>21</sup> sur le bras efférent. L'automatisation des systèmes EWS peut contribuer à réduire le nombre d'erreurs dues aux utilisateurs et à faciliter la communication entre les équipes cliniques<sup>41</sup>.

L'implication du personnel clinique<sup>41</sup> a été identifiée comme un élément potentiellement important devant faire l'objet de recherches supplémentaires. Les interactions individuelles avec le patient ont également été qualifiées comme importantes pour saisir des aspects plus subjectifs du bien-être du patient, en plus des systèmes de monitoring<sup>42</sup> (continu). Ainsi, il a été démontré que l'inquiétude ou la préoccupation des infirmières peut être plus efficace que la seule surveillance des paramètres vitaux<sup>43</sup>.

En outre, la facilité d'utilisation joue un rôle clé dans l'adoption clinique et les systèmes de monitoring doivent être conçus de manière à offrir une expérience utilisateur transparente et intuitive<sup>51</sup>. Le monitoring ne doit pas augmenter la charge de travail au niveau de l'hôpital, mais plutôt la redistribuer de façon à ce que le nombre d'événements indésirables gérés par les médecins du service soit plus élevé et celui géré par les spécialistes en soins intensifs soit moindre<sup>51</sup>.

En principe, chaque patient devrait bénéficier d'un monitoring continu, comme en soins intensifs, au lieu d'un monitoring intermittent<sup>41</sup>, en particulier en ce qui concerne les fréquences cardiaque et respiratoire<sup>52</sup>. Or, il est manifestement impossible de mettre en place un monitoring continu en médecine générale en raison des contraintes de mobilité des patients et des coûts associés. Toutefois, le suivi continu de certains paramètres est désormais possible grâce à des dispositifs portatifs sans fil ou des capteurs sans contact.

Enfin, la prise en compte de l'hétérogénéité des patients et des soignants<sup>50</sup> constitue un autre facteur clé.

Le succès repose sur l'optimisation de la mise en œuvre. La section suivante examine les résultats et les avantages des systèmes de score d'alerte précoce.

Figure 5 : Facteurs d'une mise en œuvre réussie

Détection de l'événement et réponse	
<b>Optimisation de la facilité d'utilisation</b>	
Saisie électronique des données EWS <sup>44</sup>	
Interprétation simplifiée (indice de détérioration et code couleur <sup>45</sup> )	
Calcul automatique du score <sup>46</sup>	
Algorithmes prédictifs de stratification des risques <sup>46</sup>	
Apprentissage automatique pour filtrer les artefacts et réduire le nombre de fausses alarmes <sup>46</sup>	
Tableau statistique d'alerte basé sur le DPI <sup>47</sup>	
Intervention	
<b>Optimisation de la prise en charge des patients</b>	
Visites proactives des équipes d'intervention d'urgence <sup>48</sup>	
Inclusion dans les SOP (Procédures d'utilisation normalisées) <sup>49</sup>	
Prise en compte de l'hétérogénéité des patients et des soignants <sup>50</sup>	
Prise en charge par les cliniciens de médecine générale <sup>51</sup>	



# Avantages associés aux systèmes de score d'alerte précoce

## Évaluation des résultats cliniques liés aux systèmes de score d'alerte précoce

Les systèmes de score d'alerte précoce fonctionnent de façon intuitive et présentent une forte validité<sup>28,53</sup>. Ils ont également fait l'objet de nombreux essais cliniques au cours des vingt dernières années. Leur efficacité a été examinée à l'aide de différentes mesures des résultats, notamment la mortalité intrahospitalière, les admissions non planifiées en soins intensifs, l'incidence des arrêts cardio-respiratoires, la mortalité en soins intensifs, ainsi que la durée du séjour à l'hôpital et en soins intensifs.

Les études systématiques considèrent souvent la mortalité intrahospitalière et le taux d'arrêt cardio-respiratoire comme critères d'évaluation. Le tableau 3 résume les conclusions de neuf études systématiques. Si les études systématiques un peu plus anciennes montrent des résultats plutôt mitigés, les études plus récentes concluent à l'efficacité des systèmes de score EWS dans la réduction des arrêts cardio-respiratoires et de la mortalité.

Des études individuelles plus récentes menées chez des patients adultes confirment ces résultats favorables en matière de mortalité intrahospitalière<sup>63,64</sup> et d'arrêts cardio-respiratoires<sup>63,64,65</sup>. Parmi ces études, figure un vaste essai multicentrique prospectif néerlandais (avant/après), impliquant douze hôpitaux et portant sur un total de 166 569 patients adultes, correspondant à 1 031 172 jours d'hospitalisation<sup>64</sup>.

Certaines études se sont également intéressées aux réadmissions en soins intensifs. L'essai multicentrique néerlandais avant/après a révélé une tendance à la baisse du nombre d'admissions non planifiées en USI, alors que la gravité de la maladie au moment de l'admission en USI ne variait pas d'une période à l'autre<sup>64</sup>. Une étude rétrospective dans un hôpital universitaire allemand a constaté une réduction significative du nombre de réadmissions non planifiées en USI<sup>65</sup>.

Ces résultats cliniques positifs vont généralement de pair avec un recours accru aux équipes d'intervention d'urgence<sup>63,65</sup>.

Les systèmes électroniques (comme le moniteur patient IntelliVue MP55C ou l'IntelliVue GuardianSoftware) qui automatisent les tâches liées au score EWS contribuent à améliorer davantage ces résultats :

- Lors d'un vaste essai multicentrique contrôlé avant/après (dix hôpitaux aux États-Unis, en Europe, et en Australie ; une cohorte totale de 18 305 patients), Bellomo et al. ont étudié l'impact du déploiement de moniteurs de paramètres vitaux automatisés avec fonction d'alerte. Le déploiement a été associé à une diminution de la durée médiane du séjour hospitalier chez tous les patients (non ajusté, valeur  $p < 0,0001$  ; ajusté, valeur  $p = 0,09$ ) et encore plus chez les patients américains (de 3,4 à 3,0 jours ; non ajusté, valeur  $p < 0,0001$  ; ratio ajusté<sup>46</sup> [intervalle de confiance de 95 %] 1,03 [1,00–1,06] ; valeur  $p = 0,026$ ).
- Subbe et al. ont réalisé une étude prospective avant/après sur tous les patients admis dans deux services cliniques d'un hôpital général régional au Royaume-Uni. Ils ont examiné l'effet sur les résultats cliniques du déploiement d'un système automatisé de notification et de monitoring des paramètres vitaux avec fonction d'alerte. Ce système transmettait les paramètres vitaux anormaux aux équipes d'intervention d'urgence. Subbe et al. ont constaté des améliorations significatives des principaux résultats cliniques centrés sur le patient :
  - Durant le déploiement, le nombre de notifications envoyées aux équipes d'intervention d'urgence est passé de 405 à 524 ( $p = 0,001$ ) et a permis de déclencher davantage de traitements (apport liquidien, antibiotiques, bronchodilatateurs).
  - En outre, malgré une augmentation du nombre de patients avec des directives avancées (de 99 à 135,  $p = 0,047$ ), le taux de mortalité a diminué de 173 à 147 patients ( $p = 0,042$ ) et les arrêts cardiaques ont diminué de 14 à 2 ( $p = 0,002$ ).
  - Enfin, la sévérité de la maladie des patients admis en USI a été réduite (score APACHE II moyen : 26 (écart-type : 9) contre 18 (écart-type : 8)), tout comme leur taux de mortalité (de 45 % à 24 %,  $p = 0,04$ ).
  - Le nombre total d'événements indésirables graves a diminué de 268 à 185 ( $p < 0,001$ ). Le nombre de cas de sepsis sévère a reculé de 21 à 1 ( $p < 0,001$ )<sup>44</sup>.

**Tableau 3 : Analyse de la littérature sur les systèmes de score d'alerte précoce**

	Nombre d'études incluses	Critères d'évaluation analysés	
		Mortalité intrahospitalière	Arrêts cardio-respiratoires (ACP)
McGaughey et al. 2007 <sup>54</sup> (revue Cochrane)	2 essais contrôlés randomisés par groupes : • 1 essai randomisé au niveau de l'hôpital (23 hôpitaux en Australie) • 1 essai randomisé au niveau du service de médecine générale (16 services au Royaume-Uni)	Étude britannique : • Réduction significative (RC ajusté 0,52 ; IC 95 % 0,32 - 0,85)	
		Étude australienne : • Aucune différence significative au niveau du critère d'évaluation principal (score composite incluant le nombre d'arrêts cardiaques soudains, de décès soudains et d'admissions non planifiées en USI)	
Winters et al. 2007 <sup>55</sup>	8 études • 5 études avec groupes témoins historiques • 2 essais randomisés par groupes	5 études observationnelles : • RR 0,87 ; IC 95 % 0,73 - 1,04 2 études randomisées : • RR 0,76 ; IC 95 % 0,39 - 1,48	4 études observationnelles : • RR 0,70 ; IC 95 % 0,56 - 1,92 1 étude randomisée : • RR 0,94 ; IC 95 % 0,79 - 1,13
Ranji et al. 2007 <sup>56</sup>	13 études • 1 essai contrôlé randomisé par groupes • 1 série chronologique interrompue • 11 études avant/après	7 études observationnelles : • RR 0,82 ; IC 95 % 0,74 - 0,91 1 étude randomisée : • Intervention : RR 0,65 ; IC 95 % 0,48 - 0,88 • Contrôle : RR 0,73 ; IC 95 % 0,53 - 1,02	7 études observationnelles : • RR 0,73 ; IC 95 % 0,65 - 0,85 1 étude randomisée : • Intervention : RR 0,81 ; IC 95 % 0,60 - 1,10 • Contrôle : RR 0,63 ; IC 95 % 0,48 - 0,82
Jones et al. 2010 <sup>57</sup>	6 études • 5 études monocentriques avant/après  • 1 étude multicentrique randomisée par groupes		Réduction des ACP (relation dose/effet)  • Analyse en intention de traiter : aucun changement • Analyse selon le protocole : amélioration significative
Chan et al. 2010 <sup>58</sup>	18 études (presque 1,3 million d'admissions hospitalières)	Adultes : aucun changement • RR 0,96 ; IC 95 % 0,84 - 1,09 Enfants : 21,4 % de réduction • RR 0,79 ; IC 95 % 0,63 - 0,98	Adultes : 33,8 % de réduction des taux d'ACP • RR 0,66 ; IC 95 % 0,54 - 0,80 Enfants : 37,7 % de réduction • RR 0,62 ; IC 95 % 0,46 - 0,84
Alam et al. 2014 <sup>59</sup>	7 études	Utilisée dans 6 études sur 7 • 2/6 : aucune différence significative • 2/6 : réduction significative • 2/6 : tendance à l'amélioration de la survie	Utilisé dans 2 études sur 7 • 1/2 : réduction de l'incidence des ACP et de la mortalité chez les patients ayant subi un ACP • 1/2 : incidence accrue
Smith et al. 2014 <sup>60</sup>	17 études	Utilisée dans 6 études sur 17 : tendance à la réduction • 1/6 : réduction significative • 3/6 : réduction non significative • 1/6 : augmentation non significative	Utilisé dans 3 études sur 17 : résultats contrastés • 1/3 : taux réduit d'appels relatifs aux ACP • 1/3 : résultats contrastés en fonction du score EWS (aucune différence, augmentation significative) • 1/3 : aucune différence
Maharaj et al. 2015 <sup>61</sup>	29 études • Principalement des études avant-après sans contrôle simultané	Réduction globale : • Adultes : RR 0,87 ; IC 95 % 0,81 - 0,95 • Enfants : RR 0,82 ; IC 95 % 0,76 - 0,89	Réduction globale : • Adultes : RR 0,65 ; IC 95 % 0,61 - 0,70 • Enfants : RR 0,64 ; IC 95 % 0,55 - 0,74
Winters et al. 2013 <sup>62</sup> /2017 <sup>53</sup>	• 23 études menées sur des adultes • 7 études menées sur des enfants	Réduction globale : • Adultes : RR 0,88 ; IC 95 % 0,82 - 0,96 • Enfants : RR 0,82 ; IC 95 % 0,67 - 1,00	Réduction globale : • Adultes : RR 0,62 ; IC 95 % 0,53 - 0,73 • Enfants : RR 0,55 ; IC 95 % 0,40 - 0,75

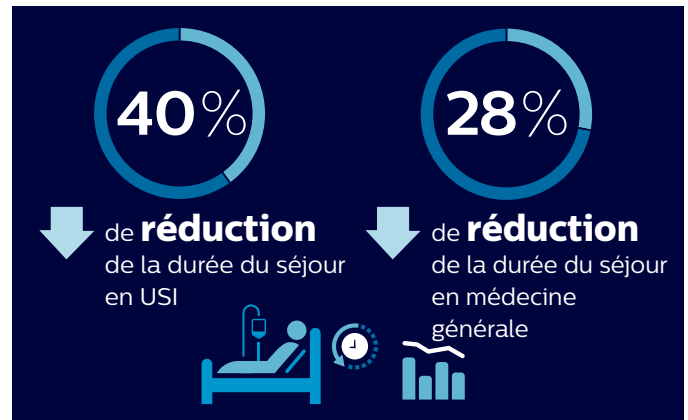
## Évaluation des résultats opérationnels liés aux systèmes de score d'alerte précoce

D'un point de vue opérationnel, l'adoption des systèmes de score d'alerte précoce peut être associée à des améliorations de la standardisation, de la gestion des capacités et de l'efficacité des soignants. Bien qu'il existe peu de publications évaluant les avantages opérationnels des systèmes de score d'alerte précoce, la littérature disponible s'est largement concentrée sur les gains d'efficacité aussi bien au niveau des soignants que des systèmes<sup>2</sup>. Au niveau des soignants, les données probantes suggèrent clairement qu'il est nécessaire de standardiser les approches en matière de score d'alerte précoce et de réponse.

En raison de la variabilité relativement élevée des pratiques cliniques, ces recherches ont également identifié un besoin non satisfait : celui de la standardisation afin de parvenir à des résultats cliniques homogènes, à l'efficacité des transferts entre services et à l'utilisation optimisée des ressources. Cela s'avère particulièrement vrai en ce qui concerne la mise en œuvre dans les établissements de plus petite taille et en dehors des heures de garde<sup>66</sup>.

La standardisation et l'automatisation de la saisie des paramètres vitaux permettent des gains de temps directs. Une évaluation des technologies de la santé (ETS) réalisée en Irlande a examiné l'impact de la mise en œuvre du score d'alerte précoce sur la durée de saisie des données. Elle a révélé que cette implémentation a entraîné une diminution du temps de consignation des paramètres vitaux (jusqu'à 1,6 fois plus rapide qu'avec un support papier)<sup>67</sup>. En outre, Bellomo et al. ont constaté que le temps requis pour saisir un ensemble de paramètres vitaux a diminué, passant de  $4,1 \pm 1,3$  min à  $2,5 \pm 0,5$  min (différence [intervalle de confiance de 95 %]  $1,6$  [ $1,4 - 1,8$ ] ;  $p < 0,0001$ ). Dans l'ensemble, de tels gains d'efficacité peuvent alléger la charge administrative du personnel infirmier, améliorer la précision de la documentation des paramètres vitaux, réduire les activités sans valeur ajoutée et augmenter la proportion du temps de soins infirmiers associé aux soins directs au patient.

Figure 6 : Réduction de la durée du séjour en fonction de la gravité<sup>67</sup>



Au niveau des systèmes, les systèmes de score d'alerte précoce contribuent à optimiser la gestion des lits et les gains d'efficacité/ressources. Les évaluations des technologies de la santé et les modèles d'impact budgétaire existants ont étudié les gains d'efficacité associés à une diminution de la durée de séjour en USI. Par exemple, en Irlande, la HIQA (Health Information and Quality Authority) estime que cette mise en œuvre entraînerait une réduction de 28,9 % de la durée moyenne de séjour en service de médecine générale, soit plus de 800 000 jours d'hospitalisation par an<sup>67</sup>. Une estimation similaire pour les soins intensifs montre une réduction de 40,3 % de la durée de séjour, soit environ 30 000 jours d'hospitalisation par an (Figure 6)<sup>67</sup>. Les gains d'efficacité supplémentaires générés par les systèmes ont également permis d'évaluer les gains en matière de ressources, en évitant les suivis de prise en charge pour invalidité. Il convient de noter que de tels avantages sont susceptibles d'être réalisés en tant que gains d'efficacité nets, car les lits ne seront pas supprimés.



## Évaluation des résultats financiers liés aux systèmes de score d'alerte précoce

Les améliorations des indicateurs clés de performance cliniques et opérationnels se traduisent également par des avantages financiers, sous forme de réduction des coûts et/ou de possibilités de revenus supplémentaires. Il faut reconnaître avant tout qu'il est nécessaire de procéder à des évaluations économiques plus solides des systèmes de score d'alerte précoce. Cette nécessité de disposer d'une base de données probantes plus solide a été notée lors des études systématiques, en citant le manque d'évaluation du rapport coût-efficacité et de l'impact budgétaire<sup>2</sup>. Bien que l'évaluation directe puisse faire défaut, les données probantes suggèrent néanmoins que les systèmes de score d'alerte précoce sont susceptibles d'entraîner des avantages économiques après leur adoption<sup>67</sup>.

Le principal objectif clinique des systèmes de score d'alerte précoce concerne la détection et l'intervention précoces afin de prévenir la détérioration de l'état du patient et/ou les événements indésirables. La réduction des complications et l'intervention précoce constituent donc une source d'économies potentielles en réduisant l'utilisation des ressources en aval et les coûts supplémentaires. Ainsi, une étude canadienne récente<sup>68</sup> a révélé que les événements indésirables sont fréquents chez les patients subissant une chirurgie abdominale et qu'ils représentent 44 % du total du coût des soins hospitaliers. Une intervention précoce est susceptible d'éviter les coûts ultérieurs associés à des complications sévères.

Une intervention précoce implique nécessairement des coûts. En effet, le recours à une équipe d'intervention d'urgence peut s'avérer onéreux et entraîner des transferts vers un environnement à criticité plus élevée. Toutefois, certaines

études indiquent que l'orientation précoce des patients moins sévères est susceptible de réduire les coûts liés aux admissions non planifiées en USI<sup>69</sup>. Simmes et al. ont effectué une analyse des coûts dans un hôpital néerlandais afin d'évaluer si le recours à une équipe d'intervention rapide associé à une diminution du seuil du score APACHE II relatif aux transferts permettrait de réduire les coûts. Ils ont constaté que les coûts des journées d'hospitalisation supplémentaires non planifiées en USI étaient relativement élevés, mais que les coûts restants liés au système d'intervention rapide étaient relativement faibles. Le scénario APACHE II à 14 points a confirmé l'hypothèse selon laquelle les coûts associés au nombre de jours non planifiés en USI peuvent être réduits si les patients les moins gravement malades sont orientés en USI<sup>69</sup>.

Une analyse réalisée par Moore et Poyton pour la New Zealand Health Quality and Safety Commission a examiné le rapport coût-efficacité des équipes d'intervention d'urgence en matière de prévention des arrêts cardio-respiratoires en milieu hospitalier. Selon Moore et Poyton, le coût associé à la standardisation et à l'amélioration du score EWS est estimé à 1,4 million USD, dont l'essentiel est destiné à la formation des médecins<sup>66</sup>. En partant du constat que la rentabilité du système demeure incertaine, Moore et Poyton ont élaboré un modèle conservateur et optimiste présentant une plage de rapports coût-efficacité, allant d'aucun bénéfice à 3 900 USD par arrêt cardiaque. Compte tenu des résultats des études précédentes et ultérieures menées dans les hôpitaux néo-zélandais, le groupe a indiqué que le scénario optimiste était le plus probable. En outre, il a été jugé que le bénéfice net pour les patients (aucune détérioration) et les cliniciens (systèmes et recommandations) justifiait les coûts modérés de la mise en œuvre<sup>66</sup>.



Dans un effort de quantification du rapport coût-bénéfice des systèmes de score d'alerte précoce, Bonafide et al. ont calculé le rapport coûts-bénéfices de l'unité chirurgicale d'un hôpital pédiatrique américain. L'étude a montré que les transferts non planifiés répondant aux critères de détérioration critique sont associés à des séjours en hôpital ou en USI postérieurs aux événements beaucoup plus coûteux que les transferts non planifiés ne répondant pas aux critères de détérioration critique<sup>70</sup>. En outre, les coûts opérationnels d'une équipe d'intervention d'urgence peuvent vraisemblablement être compensés grâce à une légère réduction du nombre d'événements de détérioration critique, en fonction de la composition de l'équipe d'intervention et d'une réduction absolue du nombre d'événements de détérioration critique. Par exemple, une équipe comprenant un IDE, un infirmier anesthésiste et un interne en réanimation (tous ayant des responsabilités parallèles en USI) devrait obtenir une réduction de 3,5 événements de détérioration critique par an pour parvenir au seuil de rentabilité<sup>70</sup>.

Lorsque ce scénario est appliqué à une unité comptant 300 transferts annuels non planifiés, d'un service de médecine générale à une USI, et 30 % de détérioration critique, la réduction de cette proportion à 25 % (soit une diminution absolue de 15 événements de détérioration critique par an) grâce à la mise en place d'une équipe d'intervention d'urgence (composée d'un infirmier, un kinésithérapeute et d'un interne en réanimation, ayant tous des responsabilités cliniques parallèles), permettrait de supprimer des dépenses annuelles supplémentaires de 1 496 595 USD par an, soit une économie nette de 1 145 897 USD par an<sup>70</sup>.

Des économies supplémentaires associées à une réduction de la durée du séjour en USI ont également été évaluées au niveau national (Irlande : 4,2 millions € en gains d'efficacité)<sup>2</sup> et au niveau pathologique (Royaume-Uni : 4 500 € d'économies par patient grâce au dépistage du sepsis avec le score NEWS)<sup>2</sup>.

Comme indiqué par Ward<sup>71</sup>, les systèmes de score d'alerte précoce peuvent offrir, d'un point de vue opérationnel et qualitatif, des avantages financiers grâce à :

- l'augmentation des revenus avec la réduction de la durée du séjour
- l'augmentation du nombre de patients pris en charge (hausse des cas, des procédures auxiliaires, etc.)
- la diminution du recours aux investissements en capital et aux emprunts

Les données disponibles, bien que limitées, suggèrent qu'il existe "un potentiel de rentabilité du score EWS"<sup>2</sup>. Ce potentiel est dû principalement à l'impact des systèmes de score d'alerte précoce sur la réduction de la durée du séjour hospitalier et sur l'incidence des événements indésirables<sup>2</sup>. En outre, les effets en cascade de l'adoption de ces systèmes peuvent aussi créer des opportunités de revenus supplémentaires et avoir un impact positif global sur le bilan financier d'un hôpital. Les systèmes de score d'alerte précoce sont également bien adaptés pour permettre aux établissements de se tourner vers une approche basée sur la valeur<sup>70</sup>, en atténuant les risques et en contribuant à la réussite grâce à des systèmes de paiements basés sur la valeur (paiements forfaitaires, par exemple).

Figure 7 : Facteurs de la valeur économique



# Conclusion et points clés

## La détérioration de l'état du patient constitue une charge clinique et financière importante pour les patients, les établissements et les systèmes de santé.

### Impact économique :

- Les complications chirurgicales sont associées à une **augmentation de près de 20 000 USD des frais hospitaliers** et à une forte diminution de la marge opérationnelle<sup>10</sup>.
- **Le coût moyen d'une journée** d'hospitalisation pour les patients bénéficiant de réanimation cardio-pulmonaire s'élève à **3 580 USD**<sup>12</sup>.
- Les coûts opérationnels augmentent (frais généraux, coûts d'investissement, renouvellement du personnel infirmier).
- Les coûts d'opportunité sont liés à l'activité (diminution de la capacité des services, perte de revenu, marge opérationnelle).

## Utilisation de divers systèmes de score d'alerte précoce pour évaluer la probabilité du risque de détérioration de l'état du patient

- Les scores NEWS et MEWS sont les systèmes les plus fréquemment utilisés.
- Les études systématiques les plus récentes concluent que les **systèmes de score d'alerte précoce réduisent efficacement les arrêts cardio-respiratoires et la mortalité**.

**Une mise en œuvre réussie implique un équilibre entre facilité d'utilisation, sensibilité du système à la détérioration de l'état du patient et faible taux de faux positifs sur le bras afférent**<sup>30</sup>. En outre, la capacité à détecter les tendances des paramètres vitaux, à modifier ou interrompre un critère d'appel de l'équipe d'intervention d'urgence et la simplicité de l'outil utilisé par le bras afférent sont essentiels au succès de cette approche<sup>21</sup>.

## Les données disponibles suggèrent que les systèmes de score d'alerte précoce apportent des avantages économiques après leur adoption et qu'ils sont associés à : une réduction de la durée du séjour hospitalier, une diminution de l'incidence des événements indésirables, une amélioration de la gestion des capacités et une optimisation de l'efficacité des établissements.

### Meilleure évolution de l'état de santé du patient

- La réduction des risques de complications et les interventions précoces **limitent l'utilisation des ressources en aval et les coûts supplémentaires**<sup>28</sup>.
- Le recours aux équipes d'intervention d'urgence peut s'avérer onéreux, mais être toutefois contrebalancé par l'orientation précoce des patients les moins gravement malades, réduisant ainsi les coûts liés aux admissions non planifiées en USI.

### Gain de temps accru, susceptible d'améliorer l'expérience du personnel

- Des **gains de temps directs** sont obtenus grâce à la standardisation et à l'automatisation de la documentation des paramètres vitaux.
- Les gains d'efficacité peuvent alléger la charge administrative du personnel infirmier, améliorer la précision de la documentation des paramètres vitaux, diminuer les activités sans valeur ajoutée et **augmenter le temps consacré aux soins directs au patient**.

### Diminution du coût des soins

- Les systèmes de score d'alerte précoce peuvent contribuer à l'**optimisation de l'occupation des lits et aux gains en**

**efficacité et en ressources**. Ainsi, en Irlande, la HIQA (Health Information and Quality Authority) estime que cette mise en œuvre pourrait entraîner une réduction de 28,9 % de la durée moyenne de séjour dans le service de médecine générale (> 800 000 jours d'hospitalisation par an)<sup>67</sup>.

- **Des économies supplémentaires associées à une réduction de la durée du séjour en USI** ont été évaluées au niveau national (Irlande : 4,2 millions € en gains d'efficacité) et au niveau pathologique (Royaume-Uni : 4 500 € d'économies par patient grâce au dépistage du sepsis avec le score NEWS)<sup>2</sup>.

### Amélioration de l'expérience vécue par les patients et leurs familles

Des gains d'efficacité supplémentaires ont également permis d'évaluer les gains de ressources, en **évitant les suivis de prise en charge pour invalidité**.

Les systèmes de score d'alerte précoce sont bien adaptés pour permettre aux établissements de se tourner vers une approche axée sur la valeur, en atténuant les risques et en contribuant à la réussite grâce à des systèmes de paiements basés sur la valeur (paiements forfaitaires, par exemple)<sup>70</sup>.

## Références

- Rowan KM, Kerr JH, Major E, McPherson K, Short A, Vessey MP. Intensive Care Society's APACHE II study in Britain and Ireland - I. Variations in case mix of adult admissions to general intensive care units and impact on outcome. *British Medical Journal* 1993; 307: 972-7.
- Murphy A, Cronin J, Whelan R, Drummond FJ, Savage E, Hegarty J. Economics of Early Warning Scores for identifying clinical deterioration - a systematic review. *Ir J Med Sci*. 2018; 184 :193-205.
- American Hospital Association, Trend Watch Chartbook 2018, available at: [https://www.aha.org/system/files/2018-05/2018-AHA-Chartbook\\_0.pdf](https://www.aha.org/system/files/2018-05/2018-AHA-Chartbook_0.pdf).
- HealthGrades, Inc. *In: Third Annual Patient Safety in American Hospitals Study*. April 2006. <http://www.proctmanpatients.org/docs/PatientSafetyInAmericanHospitalsStudy2006.pdf>
- Young MP, Gooder VJ, McBride K, James B, Fisher ES. Inpatient transfers to the intensive care unit: delays are associated with increased mortality and morbidity. *J Gen Intern Med*. 2003; 18: 77-83.
- Rutherford P, Lee B, Greiner A. Transforming Care at the Bedside. IHI Innovation Series white paper. Boston: Institute for Healthcare Improvement; 2004. [Available on [www.IHI.org](http://www.IHI.org)].
- Fuhrmann L, Lippert A, Perner A, Østergaard D. Incidence, staff awareness and mortality of patients at risk on general wards. *Resuscitation*. 2008; 77(3):325-30.
- Monteiro C, Ferreira Machado Avelar A, da Luz Gonçalves Pedreira M. Interruptions of nurses' activities and patient safety: an integrative literature review. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2015; 23(1): 169-179.
- Slawomirski L, Aaraaen A, Klazinga N. The economics of patient safety. OECD Report. 2017. Available at <https://www.oecd.org/els/health-systems/The-economics-of-patient-safety-March-2017.pdf>.
- Healy MA, Mullard AJ, Campbell DA Jr, Dimick JB. Hospital and Payer Costs Associated With Surgical Complications. *JAMA Surg*. 2016; 151(9):823-830.
- Moerer O, Burchardi H. The Cost of Sepsis. *ICU Management and Practice*. 2004; 4(2). available at <https://healthmanagement.org/c/icu/issuearticle/the-cost-of-sepsis>, look at primer data
- Kazure H, Roman S, Sosa J, A. Population-Level Analysis of 5620 Recipients of Multiple In-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation Attempts. *Journal of Hospital Medicine*. 2014; 9(1): 29-34.
- IHI. Early Warning Systems: Scorecards That Save Lives. available at <http://www.ihl.org/resources/Pages/ImprovementStories/EarlyWarningSystemsScorecardsThatSaveLives.aspx>
- Smith MEB, Chiovoro J, O'Neil M, Kanasagara D, Quinones A, Freeman M, Motu'apuaka M, Statore CG. *Early Warning Scoring Systems: A Systematic Review*. VA-ESP Project #05-225; 2013
- Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) 2. available at: <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/national-early-warning-score-news-2>.
- NCEC. Guideline: National Early Warning Score. 2013. <http://hdl.handle.net/10147/317078>.
- IHI. 5 Million Lives Campaign. available at <http://www.ihl.org/Engage/Initiatives/Completed/5MillionLivesCampaign/Pages/default.aspx>.
- Fernando SM, Fox-Robichaud AE, Rochweg B, Cardinal P, Seely AJE, Perry JJ, McIsaac DI, Tran A, Skitch S, Tam B, Hickey M, Reardon PM, Tanuseputro P, Kyeremanteng K. Prognostic accuracy of the Hamilton Early Warning Score (HEWS) and the National Early Warning Score 2 (NEWS2) among hospitalized patients assessed by a rapid response team. *Crit Care*. 2019;23(1):60.
- Ravikirti. Early Warning Scoring System for Early Recognition of and Timely Intervention in Deteriorating Patients in the Hospital. *JAPI* 2016; 64.
- Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) 2: Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS. *Updated report of a working party*. London: RCP; 2017.
- Green M, Lander H, Snyder A, Hudson P, Churpek M, Edelson D. Comparison of the Between the Flags calling criteria to the MEWS, NEWS and the electronic Cardiac Arrest Risk Triage (eCART) score for the identification of deteriorating ward patients. *Resuscitation*. 2018; 123:86-91.
- Jones DA, DeVita MA, Bellomo R. Rapid-response teams. *N Engl J Med*. 2011;365:139-46 [PMID: 21751906].
- Churpek MM, Yuen TC, Edelson DP. Risk stratification of hospitalized patients on the wards. *Chest*. 2013;143(6):1758-1765.
- Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. MEWS: Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM*. 2001;94(10):521-6.
- Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Schmidt PE, Featherstone PI. The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. *Resuscitation*. 2013;84(4):465-70.
- Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, Robicsek AA, Meltzer DO, Gibbons RD, Edelson DP. Multicenter development and validation of a risk stratification tool for ward patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(6):649-55.
- Kipnis P, Turk BJ, Wulf DA, LaGuardia JC, Liu V, Churpek MM, Romero-Brufau S, Escobar GJ. Development and validation of an electronic medical record-based alert score for detection of inpatient deterioration outside the ICU. *J Biomed Inform*. 2016; 64:10-19.
- Bein B, Seewald S, Gräsner JT. How to avoid catastrophic events on the ward. Best practice & research. *Clinical Anaesthesiology*. 2016; 30(2): 237-245.
- Fox A, Elliott N. Early warning scores: a sign of deterioration in patients and systems. *Nurs Manag (Harlow)*. 2015;22(1):26-31.
- PeraHealth. Leveraging the Power of EHR Data to Improve Patient Safety, a Comparison of the Rothman Index with MEWS and NEWS. September 18, 2017. <https://www.perahealth.com/resources/white-papers/intelligent-early-warning-a-comparison-of-the-rothman-index-with-mews-and-news/>.
- Ghosh E, Eshelman L, Yang L, Carlson E, Lord B. Early deterioration Indication: data-driven approach to detecting deterioration in general ward. *Resuscitation*. 2018; 122:99-105.
- van Galen LS, Struik PW, Driessen BE, Merten H, Ludikhuijze J, van der Spoel JI, Kramer MH, Nanayakkara PW. Delayed Recognition of Deterioration of Patients in General Wards Is Mostly Caused by Human Related Monitoring Failures: A Root Cause Analysis of Unplanned ICU Admissions. *PLoS One*. 2016;11(8): e0161393.
- Fletcher GS, Aaronson BA, White AA, Julka R. Effect of a Real-Time Electronic Dashboard on a Rapid Response System. *J Med Syst*. 2017; 42: 5.
- Simmes FM, Schoonhoven L, Mintjes J, Fikkers BG, van der Hoeven JG. Incidence of cardiac arrests and unexpected deaths in surgical patients before and after implementation of a rapid response system. *Annals of intensive care*. 2012;2(1):20.
- Ludikhuijze J, Smorenburg SM, de Rooij SE, de Jonge E. Identification of deteriorating patients on general wards: measurement of vital parameters and potential effectiveness of the Modified Early Warning Score. *Journal of Critical Care*. 2012;27(4):424.e7-13.
- Pedersen NE, Rasmussen LS, Petersen JA, Gerds TA, Østergaard D, Lippert A. A critical assessment of early warning score records in 168,000 patients. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2018; 32(1): 109-16.
- Subbe CP, Duller B. Continuous Monitoring of Respiratory Rate on General Wards What might the implications be for Clinical Practice? *Acute Med*. 2018; 17(1):5-9.
- Jensen JK, Skår R, Tveit B. The impact of Early Warning Score and Rapid Response Systems on nurses' competence: An integrative literature review and synthesis. *J Clin Nurs*. 2018; (7-8):e1256-e1274.
- Burns KA, Reber T, Theodore K, Welch B, Roy D, Siedlecki SL. Enhanced early warning system impact on nursing practice: A phenomenological study. *J Adv Nurs*. 2018;74(5):1150-1156.
- Saab MM, McCarthy B, Andrews T, Savage E, Drummond FJ, Walshe N, Forde M, Breen D, Henn P, Drennan J, Hegarty J. The effect of adult Early Warning Systems education on nurses' knowledge, confidence and clinical performance: A systematic review. *J Adv Nurs*. 2017;73(11):2506-2521.
- Downey CL, Tahir W, Randell R, Brown JM, Jayne DG. Strengths and limitations of Early Warning Scores: a systematic review and narrative synthesis. *International Journal of Nursing Studies*. 2017; 76:106-19.
- Prgomet M, Cardona-Morrell M, Nicholson M, Lake 1, Long J, Westbrook J, Braithwaite J, Hillman K. Vital signs monitoring on general wards: clinical staff perceptions of current practices and the planned introduction of continuous monitoring technology. *Int J Qual Health Care*. 2016;28(4): 515-21.
- Douw G, Huisman-de Waal G, van Zanten ARH, van der Hoeven JG, Schoonhoven L. Capturing early signs of deterioration: the Dutch early-nurse-worry-indicator-score and its value in the Rapid Response System. *J Clin Nurs*. 2017;26(17-18):2605-2613.
- Subbe CP, Duller B, Bellomo R. Effect of an automated notification system for deteriorating ward patients on clinical outcomes. *Critical Care*. 2017; 21(1):52.
- Richard F, Bellomo R, Taenzer A. The rise of ward monitoring: opportunities and challenges for critical care specialists. *Intensive Care Med*. 2019; 45(5):671-673.
- Bellomo R, Ackerman M, Bailey M, Beale R, Clancy G, Danesh V, Hvarfner A, Jimenez E, Konrad D, Lecardo M, Pattee KS, Ritchie J, Sherman K, Tangkau P. Vital Signs to Identify, Target, and Assess Level of Care Study (VITAL Care Study) Investigators. A controlled trial of automated advisory vital signs monitoring in general hospital wards. *Crit Care Med*. 2012; 40(8).
- Fletcher GS, Aaronson BA, White AA, Julka R. Effect of a Real-Time Electronic Dashboard on a Rapid Response System. *J Med Syst*. 2017; 42: 5.
- Danesh V, Neff D, Jones TL, Aroian K, Unruh L, Andrews D, Guerrier L, Venus SJ, Jimenez E. Can proactive rapid response team rounding improve surveillance and reduce unplanned escalations in care? A controlled before and after study. *Int J Nurs Stud*. 2019;91:128-133.
- Bein B, Seewald S, Gräsner JT. How to avoid catastrophic events on the ward. Best practice & research. *Clinical Anaesthesiology*. 2016; 30(2): 237-245.
- Capan M, Ivy JS, Wilson JR, Huddleston JM. A stochastic model of acute-care decisions based on patient and provider heterogeneity. *Health Care Management Science*. 2017; 20: 187-206.
- Richard F, Gan T, Bellomo R. Protecting ward patients the case for continuous monitoring. *ICU Management & Practice*. 2019.
- Brown H, Terrence J, Vasquez P, Bates DW, Zimlichman E. Continuous monitoring in an inpatient medical-surgical unit: a controlled clinical trial. *Am J Med*. 2014; 127:226-232.
- Winters BD. Rapid Response Systems. A brief review of the evidence. In: DeVita MA, Hillman K, Bellomo R (Eds): *Textbook of Rapid Response Systems*. 2nd edition. Springer 2017.
- McGaughey J, Alderdice F, Fowler R, Kapila A, Mayhew A, Moutray M. Outreach and Early Warning Systems (EWS) for the prevention of intensive care admission and death of critically ill adult patients on general hospital wards. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007; (3):CD005529.
- Winters BD, Pham JC, Hunt EA, Gualler E, Berenholtz S, Pronovost PJ. Rapid response systems: a systematic review. *Crit Care Med*. 2007;35(5):1238-43.
- Ranji SR, Auerbach AD, Hurd CJ, O'Rourke K, Shojania KG. Effects of rapid response systems on clinical outcomes: systematic review and meta-analysis. *J Hosp Med*. 2007;2(6):422-32.
- Jones DA, DeVita MA, Bellomo R. Rapid-response teams. *N Engl J Med*. 2011;365:139-46.
- Chan PS, Jain R, Nallmothu BK, Berg RA, Sasson C. Rapid response teams: a systematic review and metaanalysis. *Arch Intern Med*. 2010;170:18-26.
- Alam N, Hobbelenk EL, van Tienhoven AJ, van de Ven PM, Jansma EP, Nanayakkara PW. The impact of the use of the Early Warning Score (EWS) on patient outcomes: A systematic review. *Resuscitation*. 2014;85(5):587-94.
- Smith ME, Chiovoro JC, O'Neil M, Kanasagara D, Quiñones AR, Freeman M, Motu'apuaka ML, Statore CG. Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11(9):1454-65.
- Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2015; 19(1): 254.
- Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, Yang T, Pham JC, Dy SM. Rapid-response systems as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med*. 2013;158(5 Pt 2):417-25.
- Mathukia C, Fan WQ, Vadyak K, Biege C, Krishnamurthy M. Modified Early Warning System improves patient safety and clinical outcomes in an academic community hospital. *Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives*. 2015; 5:2. 26716.
- Ludikhuijze J, Brunsvelde-Reinders AH, Dijkgraaf MG, Smorenburg SM, de Rooij SE, Adams R, de Maaier PF, Fikkers BG, Tangkau P, de Jonge E. Cost and Outcomes of Medical Emergency Teams Study Group. Outcomes Associated With the Nationwide Introduction of Rapid Response Systems in The Netherlands. *Crit Care Med*. 2015;43(12):2544-51.
- Heller AR, Mees ST, Lauterwald B, Reeps C, Koch T, Weitz J. Detection of Deteriorating Patients on Surgical Wards Outside the ICU by an Automated MEWS-Based Early Warning System With Paging Functionality. *Ann Surg*. 2018; Epub ahead of print. doi: 10.1097/SLA.0000000000002830.
- Moore D, Poynton M. Business case for investing in a quality improvement programme to reduce harm caused by clinical deterioration. *Sapere Report* 2015; available at <https://www.hqsc.govt.nz/assets/Deteriorating-Patient/PR/Deteriorating-patient-investment-case-Sapere-report-Oct-2015.pdf>.
- HIQA (2015) Health technology assessment of the use of information technology for early warning and clinical handover systems. Health Information and Quality Authority, Ireland
- Bailey JG, Davis PB, Levy AR, Molinari M, Johnson PM. The impact of adverse events on health care costs for older adults undergoing nonlective abdominal surgery. *Canadian journal of surgery*. 2016; 59(3): 172-179.
- Simmes F, Schoonhoven L, Mintjes J, Adang E, van der Hoeven JG. Financial consequences of the implementation of a rapid response system on a surgical ward. *J Eval Clin Pract*. 2014;20(4):342-7.
- Bonafide CP, Locario AR, Song L, Roberts KE, Nadkarni VM, Priestley M, Paine CW, Zander M, Lutts M, Brady PW, Keren R. Cost-Benefit Analysis of a Medical Emergency Team in a Children's Hospital. *Pediatrics*. 2014; 134(2):235-241.
- Ward W. The Business Case for Implementing Rapid Response Teams. Presentation for VHA INC. 2006; available at <http://www.ihl.org/resources/Pages/Presentations/BusinessCaseforImplementingRRTPresentation.aspx>

## France uniquement:

La solution **Philips GuardianSoftware** est un dispositif médical de classe IIb, fabriqué par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié TÜV SUD CE0123. Elle est destinée à la surveillance des paramètres physiologiques. Cette surveillance est prise en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations. Lisez attentivement la notice d'utilisation.

Le **moniteur patient MPSSC** est un dispositif médical de classe IIb fabriqué par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié TÜV SUD CE0123. Il est destiné à un monitoring des patients. Les actes effectués avec ce dispositif sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations. Lisez attentivement la notice d'utilisation.

Mai 2021

