

Table des matières

I. Préambule.....	2
II. Early Warning System en médecine.....	3
II.1 Définition d'un Early Warning System	3
II.2 Définition d'un Early Warning Score	4
II.2.1 Score mono-paramétrique.....	4
II.2.2 Score multiparamétrique	5
II.2.3 Score pondéré.....	6
II.3 Composantes d'un Early Warning System	9
II.3.1 Voie afférente: système de détection	10
II.3.2 Analyse et intégration des données.....	14
II.3.3 Voie efférente: algorithme décisionnel et réponse thérapeutique	15
II.4 Impact clinique des Early Warning Systems	16
II.5 Echec de ce système ou « Failure to rescue »	19
II.5.1 Echec de la voie afférente : défaut de monitoring et de calcul du score.	19
II.5.2 Echec de la voie efférente ou retard de prise en charge.....	20
III. Retour expérience de l'implémentation d'un EWS dans un HIA.....	22
III.1 Introduction	22
III.2 Matériel et méthode	23
III.3 Résultats.....	24
III. 4 Discussion.....	31
III. 5 Conclusion	33

I. Préambule

Les patients hospitalisés nécessitant une admission non prévue en réanimation, ont présenté des signes de détérioration dans les 48h précédant leur admission (1) (2). Ces données montrent que la surveillance des patients en service conventionnel peut parfois être prise à défaut. Ainsi en 2008, McGain et al. retrouvaient que seulement 17 % des patients en service de chirurgie avaient bénéficié d'une surveillance complète de tous les paramètres dans les 3 jours post opératoires ; la fréquence respiratoire était le paramètre le moins documenté dans 15% des cas (3). Dans l'étude de Chen et al., 77% des patients ayant fait une complication grave avaient au moins un paramètre non monitoré dans les minutes précédents la dégradation (4). Dans une étude contrôlée randomisée multicentrique, la dégradation clinique avait été identifiée dans les 15 minutes précédant l'admission non prévue en réanimation chez seulement 50% des patients (5). Tirkkonen et al. retrouvaient 25% d'absence de surveillance dans les 6h précédents la dégradation du patient (6).

Dans le but d'améliorer la précocité de la détection des signes de dégradation, des système d'alerte sont apparus en médecine dans les années 1990. Il sont appelés « Early Warning System », et sont directement inspirés de ces mêmes systèmes mis en place pour la détection des catastrophes naturelles.

Dans ce travail de thèse, nous allons dans un premier temps faire l'état des lieux des connaissances sur le concept de « Early Warning System », puis dans une seconde partie nous parlerons de notre retour d'expérience après déploiement d'un tel système dans un hôpital instruction des armées.

II. Early Warning System en médecine

II.1 Définition d'un Early Warning System

Le concept de Early Warning System (EWS) est ancien, et date de la 2^{ème} guerre mondiale : il s'agissait à l'époque d'avertir les populations des bombardements et de limiter le plus possible les pertes civiles. Il s'est ensuite développé et perfectionné pour la gestion des catastrophes naturelles. La définition actuelle est celle d'un système qui comprend à la fois une connaissance d'un risque donné, son monitoring, un système d'alerte, et une capacité de réponse (7).

Il est apparu en médecine pour la première fois dans les années 1990 (8). Il s'agit alors de système d'alerte permettant de détecter précocement en service les patients se compliquant, et de déclencher une réponse thérapeutique rapide et adaptée dans le but diminuer les conséquences de ces complications, le plus souvent définies dans la littérature par l'arrêt cardio-respiratoire, les admissions non prévues en unités de soins intensifs et le décès.

Un EWS intègre un système d'alerte, le plus souvent sous forme de scores appelés « Early Warning Score », basés sur la mesure de paramètres vitaux et associés à des algorithmes de prise en charge. Ce système d'alerte est combiné à une équipe d'intervention et forme ainsi un système complet appelé « Early Warning System » ou « Système de Réponse Rapide ».

Ce système peut aussi être décrit comme composé d'une voie afférente de détection, d'alerte et de déclenchement appelée « Track and triggering », et d'une voie efférente de réaction correspondant à l'action thérapeutique mise en œuvre, qui peut être soit une surveillance plus fréquente en chambre, l'envoi d'une équipe médicale d'urgence, ou le transfert en soins intensifs en fonction du niveau de gravité du malade.

II.2 Définition d'un Early Warning Score

Les Early Warning score (EWScore) sont des outils utilisés aux lits du patients basés sur la mesure de paramètres simples tels que les constantes vitales, l'état de conscience. Certains peuvent intégrer des paramètres biologiques. La modification anormale de ces paramètres va permettre d'identifier l'aggravation du patient et de déclencher une alerte.

Il existe plus d'une centaine de EWScore dans la littérature, classés en trois catégories (9):

- les scores mono-paramétriques
- les scores multiparamétriques
- les scores pondérés.

II.2.1 Score mono-paramétrique

Dans le score mono-paramétrique, la mesure d'une seule variable anormale en fonction d'un seuil prédéfini va permettre de déclencher une alerte sans calcul de score.

L'étude MERIT publié en 2001 est la première étude contrôlée, randomisée multicentrique dans 23 hôpitaux Australiens évaluant la mise en place d'un système d'alerte mono paramétrique avec l'introduction d'une réponse rapide basée sur une équipe médicale d'urgence (5). Les valeurs retenues pour déclencher l'alerte étaient une fréquence respiratoire > 36 cycles/min ou une fréquence cardiaque >140/min ou une pression artérielle systolique < 90mmhg ou une perte de 2 points de Glasgow.

Il n'avait pas été retrouvé de différence en termes de mortalité, d'arrêt cardio-respiratoire et d'admission en réanimation malgré une augmentation du nombre d'appel de l'équipe d'urgence dédiée.

Dans une étude rétrospective publiée en 2007, incluant la population contrôle de l'étude MERIT, il était mis en évidence dans ce système mono paramétrique une sensibilité faible de 49.1%, une spécificité de 93.7 % pour prédire

un évènement indésirable grave (ACR, admission en ICU, décès) dans les 24h précédant la survenue (10).

Une revue systématique de la littérature parue en 2016 a confirmé les limites des systèmes d'alerte mono paramétriques pour identifier précocement les patients se dégradant(9).

II.2.2 Score multiparamétrique

Dans le score d'alerte multiparamétrique, c'est l'association de plusieurs paramètres dont les valeurs anormales (plus de 3 paramètres) vont permettre de déclencher une alerte.

Dans une étude rétrospective menée par Bleyer et al. en 2011 qui a analysé les données de plus de 27 000 patients (1,15 million de constances vitales), l'association de 3 valeurs anormales étaient associées à un taux de mortalité augmenté de 23.6% comparé à 0.92% si seulement un paramètre avait une valeur anormale (11). Les valeurs seuils retenues étaient une pression artérielle systolique < 85mmhg, une fréquence cardiaque >120 bpm, une température < 35° ou >38.5°C, une saturation en oxygène < 91%, une fréquence respiratoire <13 ou > à 23, et un état comateux

Cependant, les performances de scores multiparamétriques restent controversées dans la littérature. Dans l'étude prospective de Goldhill et al. en 1997, l'introduction du protocole « Patient-At-Risk-Team » (tableau 1) basé sur l'utilisation d'un score d'alerte multiparamétrique ne permettait pas d'identifier les patients à risque d'admission en réanimation. Dans cette étude, sur 97 admissions imprévues en réanimation, seulement 29% (soit 28/97) des patients avaient été identifiés par le PART dans les 48h précédentes. De même, l'incidence des arrêts cardio-respiratoires avant admission était de 3.6% chez les patients identifiés par le PART et de 30% chez ceux non identifiés comme à risque par le PART 30% (p<0.005) en service conventionnel (12).

Table 1 The PART protocol

A: The senior ward nurse should contact the responsible doctor and inform them of a patient with:

any 3 or more of the following:

respiratory rate ≥ 25 breaths.min⁻¹ (or < 10)

arterial systolic pressure < 90 mmHg

heart rate ≥ 110 beats.min⁻¹ (or < 55)

not FULLY alert and orientated

oxygen saturation $< 90\%$

urine output < 100 ml over last 4 h

OR a patient not FULLY alert and orientated AND

respiratory rate ≥ 35 breaths.min⁻¹ OR heart rate ≥ 140 beats.min⁻¹

Unless immediate management improves the patient, the doctor should consider calling the team. Exceptionally (in emergency when responsible doctor not immediately available) the senior ward nurse may contact the team directly.

B: A doctor of registrar grade or above may call the team for any seriously ill patient causing acute concern. This will normally be done after discussion with the patient's consultant.

The consultant responsible for the patient must be informed as soon as practical that the team has been called.

Tableau 1: PART (Patient-At-Risk-Team) protocole(12)

II.2.3 Score pondéré

Le constat que la sommation de paramètres aux valeurs anormales ne permettait pas d'identifier les patients à risque de complications a interrogé l'intérêt de score pondéré. Parmi ces scores, les plus utilisés chez l'adulte sont le score NEWS et le score MEWS. Dans un score d'alerte pondéré, pour chaque variable du score, la modification en dehors de normes prédéfinies est associée à une cotation allant de 0 à 3 points et dont la somme permet d'obtenir un score de gravité.

a) Score MEWS

Le score MEWS (modified early warning score) comprend la mesure de 5 paramètres: la pression artérielle systolique, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, la température, le niveau de conscience. Le Score MEWS s'étend de 0 à 9, un score MEWS à 0 correspond à un patient où tous les paramètres sont normaux (tableau 2).

Table 1 Modified Early Warning Score

	3	2	1	0	1	2	3
Systolic Blood pressure (mmHg)	<70	71–80	81–100	101–199		≥200	
Heart rate (bpm)		<40	41–50	51–100	101–110	111–129	≥130
Respiratory rate (bpm)		<9		9–14	15–20	21–29	≥30
Temperature (°C)		<35		35–38.4		≥38.5	
AVPU score				Alert	Reacting to Voice	Reacting to Pain	Unresponsive

Tableau 2: score MEWS (13)

Dans une étude prospective menée en 2001 évaluant l'utilisation du score MEWS dans un service médical d'urgence, un score MEWS > 5 était associé à une augmentation de la mortalité hospitalière (OR 5.4, 95%CI 2.8–10.7) et du risque d'admission en réanimation (OR 10.9, 95%CI 2.2–55.6) (13).

b) Score NEWS

Le score NEWS (national Early warning score) comprend la mesure de 7 paramètres: la pression artérielle systolique, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, la saturation en oxygène, la température, le niveau de conscience et l'apport en oxygène (tableau 3).

Paramètres physiologiques	3	2	1	0	1	2	3
Fréquence respiratoire	≤8		9-11	12-20		21-24	≥25
Saturation en oxygène	≤91	92-93	94-95	≥96			
Supplémentation en oxygène		oui		non			
Température	≤35,5		35,1-36	36,1-38	38,1-39	≥39,1	
Pression artérielle systolique	≤90	91-100	101-110	111-219			≥220
Fréquence cardiaque	≤40			51-90	91-110	110-130	≥131
Niveau de conscience				conscient			Grognement, douleur, inconscient

Figure 1 : Score NEWS (« National Early Warning Score ») (Royal college of physicians 2012) (22)**Tableau 3 : score NEWS**(14)

Dans une étude rétrospective de Smith et al. en 2013, analysant 198 755 constances vitales recueillies sur des patients en service de médecine, le score NEWS était associé à une aire sous la courbe ROC de 0.894 (0.887–0.902) pour les décès, de 0.722 (0.685–0.759) pour les arrêts cardio-respiratoires, de 0.857 (0.847–0.868) pour les admissions en soins intensifs, et une AUC de 0.873 (0.866–0.879) pour les 3 évènements combinés. Dans cette même étude, le score NEWS était le score le plus discriminant comparativement aux 33 autres scores pondérés (15).

c) Autres scores

Le score ViEWS (VitalPac Early warning score) a été développé à partir de l'analyse rétrospective de 198,755 constantes vitales. Il est composé de la mesure de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire, de la pression artérielle systolique, de la saturation, de la température, de l'évaluation du niveau de conscience et du recours ou non à une oxygénothérapie. Le ViEWS était associé à une aire sous la courbe ROC à 0.888 (0.880–0.895) pour identifier les patient à risque de décès dans les 24h avant l'admission (16).

Un autre score pondéré est le Cardiac Arrest Risk Triage (CART) score. Il a été développé à partir de l'analyse rétrospective des paramètres vitaux de 47,000 patients et est composé de 4 items (fréquence respiratoire, fréquence cardiaque, pression artérielle diastolique, âge). Le CART score avait une capacité élevée à identifier dans les 48h avant l'admission les patients à risque d'arrêt cardio-respiratoire avec un aire sous la courbe ROC de 0.84 (17).

II.3 Composantes d'un Early Warning System

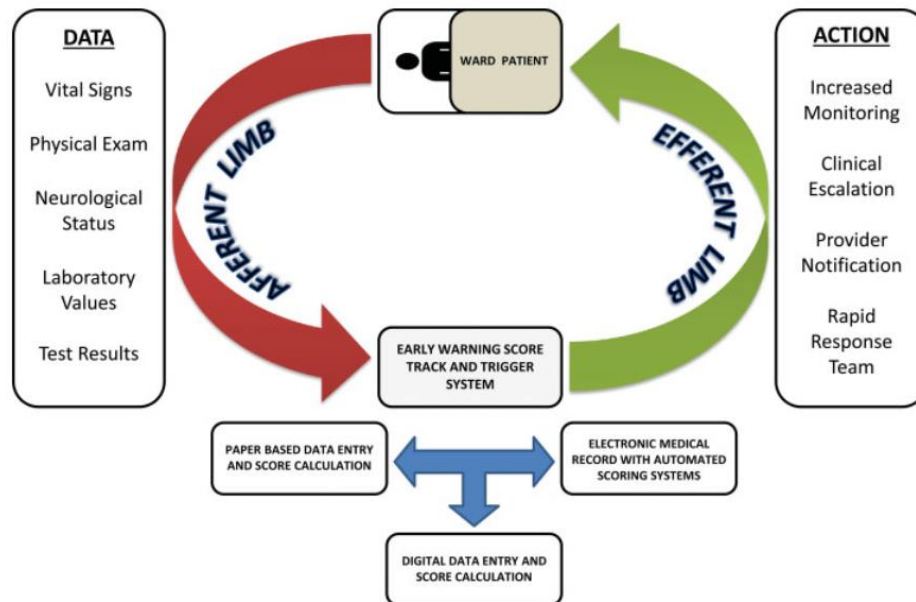


Fig. 1 A schematic representation of early warning/track-and-trigger systems—demonstrating the afferent and efferent limbs of the system.

Figure 1: Architecture d'un système d'alerte précoce (9)

Dans un EWS, le circuit commence par la surveillance du patient en service conventionnel avec monitoring des paramètres vitaux, et éventuellement des paramètres biologiques et du recours ou non à une oxygénothérapie. Ces paramètres monitorés vont être intégrés dans un Early Warning Score, ce qui permet de déterminer le niveau de gravité du patient. Ce calcul peut être soit manuel, soit par l'intermédiaire d'un logiciel de saisi des paramètres avec calcul automatique du score, soit par l'intermédiaire d'un système entièrement automatisé avec utilisation de dispositif mobile permettant un monitoring intermittent ou continu, un transfert des données et un calcul automatique du EWScore. Dans un troisième temps en fonction du niveau de gravité, une alerte va être déclenchée soit par l'équipe paramédicale, soit de façon automatique par notification dans un système automatisé. La fin du circuit correspond à la réponse thérapeutique déclenchée.

II.3.1 Voie afférente: système de détection

L'objectif principal de la voie afférente du système est d'identifier précocement les signes d'alertes pour prévenir la dégradation du patient. Elle va dépendre de la surveillance et du monitoring effectué en service conventionnel ainsi que de la capacité discriminative des Early Warning Score utilisés.

Idéalement, un score doit avoir une très bonne sensibilité pour pouvoir détecter une grande majorité de patients, et une bonne spécificité pour diminuer les faux positifs sources d'alertes inutiles

En effet les scores multiparamétriques pondérés possèdent la meilleure sensibilité et spécificité pour identifier les patients à risque d'arrêt cardio-respiratoire, de décès et d'admission imprévue en soins intensifs dans les 24h précédentes.

Un autre point primordial, le calcul du EWScore nécessite la mesure des constantes vitales, qui peut être effectué classiquement par une surveillance intermittente manuelle ou par un monitoring continu.

a) *Surveillance intermittente, calcul manuel du EWScore, calcul automatique du EWScore*

La surveillance standard d'un patient dans un service d'hospitalisation repose sur une surveillance paramédicale intermittente avec prise manuelle des constantes vitales toutes les 6 à 8 heures.

Une première implémentation est d'améliorer cette surveillance par le calcul manuel d'un EWscore. Mais il a été montré que ce calcul manuel était source d'erreur, avec environ 30% d'erreur (18) (19).

L'automatisation du calcul du EWScore à partir de paramètres mesurés manuellement permet d'augmenter la rapidité et la fiabilité du score calculé (18). Ainsi, l'implantation dans 2 hôpitaux Britanniques d'un système de surveillance électronique avec un logiciel de recueil des données et calcul automatique du score avec l'envoi d'une alarme, était associé à une diminution de la mortalité de 8 à 6% sur la période étudiée (20). Dans ce contexte-là, la formation des équipes infirmières,

permet d'augmenter le niveau d'adhésion au EWscore, un meilleur recueil des constantes, et une meilleure identification du patient à risque de dégradation (19).

b) Recueil automatisé des données

L'intérêt d'un recueil automatisé des données est d'améliorer l'exhaustivité des paramètres recueillis, en particulier la fréquence respiratoire. Ce recueil peut être continu ou intermittent.

Cependant un monitoring continu en service ne semble pas être la seule réponse. En effet deux études évaluant l'intérêt d'un monitoring continu comparativement à une surveillance intermittente, sans calcul d'un EWScore, ne retrouvaient pas de différence en terme de morbi-mortalité (6) (21). De même, Tirkkonen et al. retrouvaient 2 fois plus de retard et d'échec d'activation de l'équipe médical d'urgence dans la population monitorée en continue, et ce malgré une meilleure surveillance des constantes (6). Dans cette étude, les auteurs l'expliquaient par une tolérance plus importante de constantes anormales chez les patients monitorés, une fausse réassurance en considérant le monitoring comme une thérapeutique adaptée.

De même dans l'étude de Watkinson et al, seulement 16% des patients avaient bénéficié d'un monitoring complet pendant 72h. Dans 37% des cas, le monitoring était retiré précocement pour permettre la mobilisation (21). Cette étude a souligné le besoin d'un monitoring permettant également le confort et la mobilité du patient.

c) Dispositif de santé mobile ou « Wearable Health Devices »

Les dispositifs de santé mobile sont des technologies émergentes permettant un monitoring continu et ambulatoire des paramètres vitaux, durant la vie active (au travail, au domicile, activité physique...), ou dans un environnement hospitalier avec l'avantage d'améliorer le confort et promouvoir la mobilité.

L'architecture de ces dispositifs est constituée d'une partie permettant la mesure d'un signal (par impédancemétrie, infra-rouge, ...), d'une partie

permettant le transfert des signaux (par bluetooth, ondes radios, ...) vers une base/unité portable commune d'enregistrement des données qui va amplifier, analyser, filtrer les signaux, et les transformer en données numériques. Ces données sont disponibles pour le patient ou professionnel de santé sur un terminal (smartphone, ordinateur, moniteur central).

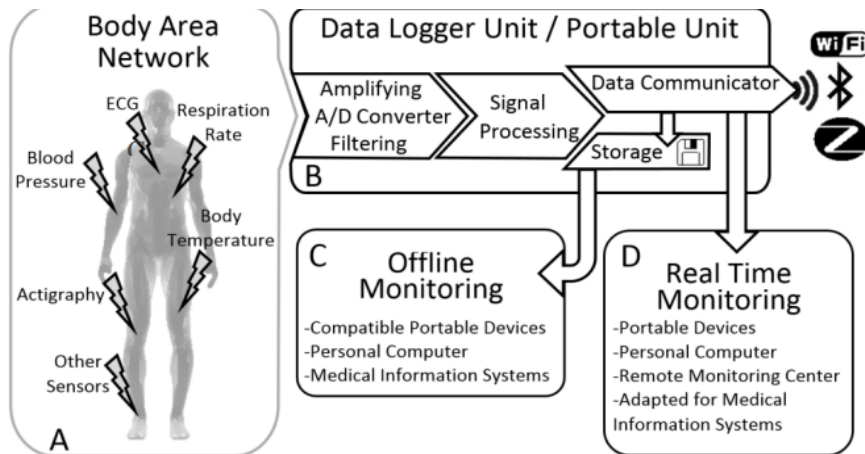


Figure 3. Generic architecture of wearable health devices system [3,10,81–83].

Figure 2 : Architecture d'un dispositif de monitoring mobile(22)

d) Caractéristiques des dispositifs mobiles

Ces dispositifs existent sous différentes formes dont certaines en cours de développement : bague, oreille, patch, vêtement, sous cutanée (figure 3). Chaque biocapteur se différencie par sa forme, les paramètres physiologiques mesurés, la méthode de mesure, le protocole de communication, l'autonomie.

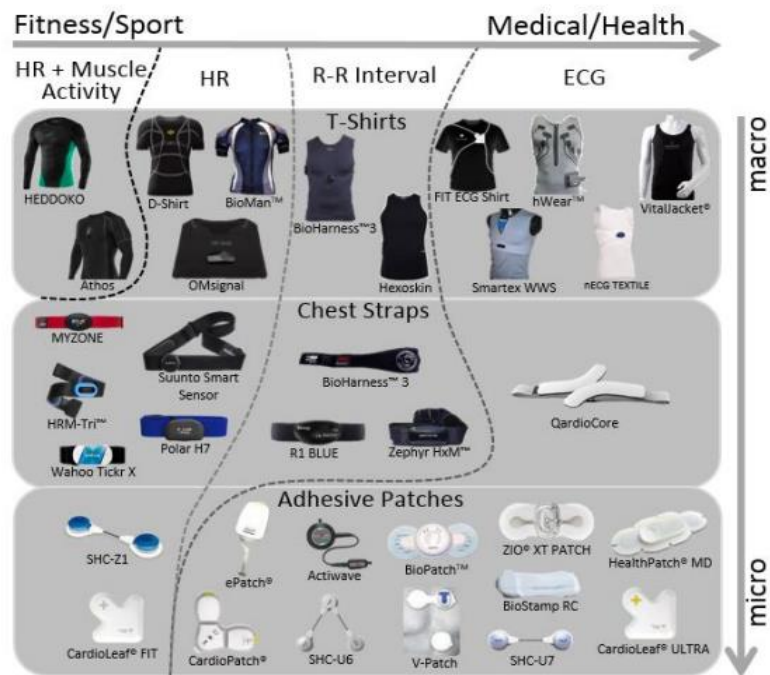


Figure 3: Exemple de différents formats de dispositif de monitoring continu(22)

Dans une revue et méta analyse de la littérature faisant une synthèse des différents capteurs disponibles, 13 différents capteurs avaient été identifiés sur le marché Anglo-saxon en 2020 (23).



Figure 4 : Exemple d'un dispositif médical de monitoring continu, Sensium Vital Patch

Un biocapteur sous forme de patch appliqué sur le thorax du patient, permettant le monitoring en continue de la fréquence cardiaque, fréquence respiratoire et température, et transmission des données toutes les 2 minutes dans un logiciel avec visualisation des données numériques.



Figure 5 : Exemple d'un dispositif médical de monitoring continu, ViSi Mobile

Ce dispositif est composé de 3 dérivations précordiales, d'un accéléromètre au niveau du sternum, d'un capteur sur le pouce. Le moniteur est attaché au poignet du patient.

II.3.2 Analyse et intégration des données

a) Algorithme décisionnel

L'intégration des données, en utilisant des EWscore, peut permettre l'élaboration d'algorithme décisionnel.

Prenons l'exemple du score NEWS, recommandé par le Royal Collège of Physicians en Angleterre comme outil de surveillance standardisé des patients en service depuis 2007.

Il comprend la mesure de 7 paramètres: la pression artérielle, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, la température, la saturation, l'état de conscience, besoin en oxygénothérapie.

Chaque valeur de paramètre est pondérée par un nombre de points, et la somme des points permet d'obtenir un score de gravité qui va déterminer une réponse thérapeutique (augmentation de la surveillance, évaluation médicale initiale, envoi d'une équipe médicale d'urgence) :

- Score NEWS à 0 : une surveillance minimale de tous les paramètres par 12h avec calcul du score NEWS.
- Score NEWS entre 1 et 4 : augmentation de la fréquence de surveillance avec calcul du score toutes les 4 à 6 heures avec une évaluation infirmière initiale.
- Score NEWS supérieur à 7 : surveillance continue avec une évaluation médicale urgente.

TABLE 2. Components, Scoring, and Clinical Response for the NEWS

Score	3	2	1	0	1	2	3
Respiratory rate, min	≤8	—	9–11	12–20	—	21–24	≥25
Oxygen saturation (%)	≤91	92–93	94–95	≥96	—	—	—
Any supplemental oxygen	—	Yes	—	No	—	—	—
Temperature, °C	≤35	—	35.1–36	36.1–38	38.1–39	>39	—
Systolic blood pressure, mm Hg	≤90	91–100	101–110	111–219	—	—	≥220
Heart rate, min	≤40	—	41–50	51–90	91–110	111–130	≥131
Level of consciousness	—	—	—	Alert	—	—	V, P, or U
Total NEWS	Frequency of monitoring			Clinical response			
0	Minimum every 12 h			Continue routine NEWS monitoring			
1–4	Minimum every 4–6 h			Inform registered nurse to assess patient			
5–6 or 3 in 1 parameter	Minimum of hourly			Registered nurse urgently inform medical team caring for patient; urgent assessment by a clinician			
≥7	Continuous monitoring			Registered nurse <i>immediately</i> inform medical team caring for patient; emergency assessment by a clinician; consider transfer to higher level of care			

The scores for each parameter are recorded at the time that observations are taken. If the total is ≥5 then closer observation and reassessment of the patient is warranted; ≥7 activates a Rapid Response Team to respond to the patient's bedside.

Tableau 4 algorithme de prise en charge associé au score NEWS(15)

II.3.3 Voie efférente: algorithme décisionnel et réponse thérapeutique

La voie efférente du système correspond à la réponse mise en œuvre après identification du patient se dégradant. Cette réponse va dépendre des ressources structurelles, humaines de la structure hospitalière. Un retard à l'activation de l'équipe médicale d'urgence est associé à une augmentation de la mortalité dans les services (24) (25). Le trigger de déclenchement de l'équipe médicale est le point clé des EWS.

Dans l'étude australienne publié en 2001 (The MERITH trial), seulement 30% des patients admis en réanimation et présentant les critères d'alerte les heures précédentes avaient bénéficié de l'envoi de l'équipe médicale d'urgence, et 50% des

patients n'avaient été identifiés que dans les 15 minutes précédant l'évènement indésirable (5). Cette étude souligne le besoin d'une assistance à la décision comme un algorithme décisionnel, afin d'améliorer l'adhérence au protocole, de codifier la prise en charge et de simplifier la communication pour prévenir le retard de prise en charge.

II.4 Impact clinique des Early Warning Systems

Les données de la littérature concernant l'impact des Early Warning System en pratique clinique sont discordantes en raison d'une grande hétérogénéité entre les études, liées aux disparités méthodologiques (pour la plupart observationnelle et rétrospective de type avant-après), l'existence de différents protocoles d'alerte et de réponse, de la multiplicité des scores.

Paterson et al retrouvaient sur 848 admissions médicales et chirurgicales une réduction de la mortalité hospitalière de 2.8% ($p = 0.046$) après implémentation d'un EWS. Dans cette même étude, la présence d'un score MEWS élevé était associé à une mortalité 3 fois plus élevée (différence de 15.3%; 95% CI 3.7–26.9) (26).

Dans une étude rétrospective, l'implémentation d'un EWS sur 5 ans était associé à une diminution du nombre de retard activation de l'équipe médicale urgence (22.0% vs. 40.3%, $p < 0.001$), et à une diminution du nombre d'admissions imprévues en soins intensifs de 31% à 17.3% ($p < 0.001$). Le retard activation de l'équipe urgence augmentait le risque d'admission imprévue en réanimation (O.R. 1.79, 95% C.I. 1.33–2.93, $p = 0.003$) et la mortalité (O.R. 2.18, 95% C.I. 1.42–3.33, $p < 0.001$) (25).

En chirurgie abdominale non réglée, l'utilisation du score MEWS en pré et post-opératoire comme aide à l'anesthésiste pour orienter le niveau de soins du patient a permis une diminution des admissions imprévues en réanimation de 11% à 5% ($p=0.0010$) par une meilleure réorientation des patients à plus haut risque vers des

unités de soins continus. Cependant, il n'était pas retrouvé de différence sur la mortalité post opératoire (28).

Dans l'étude prospective de Bailey et al en 2013, Ils avaient préalablement créé un score d'alerte électronique composé de 36 variables biologiques et cliniques. Ils ont évalué la mise en place de ce système d'alerte électronique dans 4 services médicaux comparativement à des groupes contrôles. En fonction de d'un seuil d'alerte prédéfini, une alerte électronique était envoyée à l'équipe paramédicale en charge du patient et une évaluation initiale était préconisée. Ce score possédait un sensibilité de 41% et une spécificité de 89% pour identifier les patients à risque d'admission non prévu en réanimation et un sensibilité de 54% et une spécificité de 89% pour identifier les patients à risque de décès dans 24 heures précédents. Il n'était pas retrouvé de différences sur les admissions en réanimation et la mortalité hospitalière dans le groupe interventionnel comparativement au groupe contrôle (29).

Maharaj et al, dans une méta-analyse paru en 2015 incluant 29 études de patients médicaux et chirurgicaux, l'implémentation des EWS était associée à une diminution de la mortalité hospitalière (RR 0.87, 95 % CI 0.81–0.95, $p < 0.001$) et du nombre d'arrêt cardio-respiratoire (RR 0.65, 95 % CI 0.61–0.70, $p < 0.001$), mais n'était pas associée à une diminution des admissions imprévues en réanimation (RR 0.90, 95 % CI 0.70–1.16, $p = 0.43$) (30).

L'automatisation peut être une solution à l'hétérogénéité des résultats de la littérature en permettant de palier les erreurs humaines, de simplifier la communication entre les équipes, et d'augmenter l'adhésion des équipes soignantes au EWS. Cependant, l'impact de systèmes complètement automatisés reste encore à prouver dans la littérature.

Une revue et méta-analyse publiée en 2021 ayant inclus 7 études, et 4433 patients médicaux et chirurgicaux, a évalué l'impact des EWS automatisé par l'intermédiaire de dispositifs mobiles de monitoring continu comparativement à une surveillance intermittente (31). Le rationnel de l'étude portait sur la capacité de ces dispositifs mobiles à assurer une surveillance continue des patients hospitalisés afin d'améliorer la précocité de la détection des complications tout en permettant de

diminuer la charge de travail paramédicale et de promouvoir la mobilité et le confort du patient. Il n'avait pas été retrouvé de différences statistiquement significatives sur les critères de jugements principaux mais une tendance à une diminution des admissions en unités de soins intensifs (RR 0.87; 95% CI 0.66–1.15 ;p= 0.32), des arrêts cardio respiratoires (RR 0.84; 95% CI 0.69–1.01) (p= 0.07) et une réduction du nombres de complications mineurs (RR, 0.77; 95% CI 0.44 to 1.32 ;p = 0.3) et majeurs (RR, 0.55; 95% CI 0.24 to 1.30 ;p = 0.17).

Pour Downey et al, dans une étude randomisée chez des patients chirurgicaux, l'utilisation d'un dispositif de monitoring mobile continu (SensiumVitals) avec calcul automatique du EWScore retrouvait aussi une tendance à diminution des réadmissions à 30 jours post opératoire, de la durée de séjour, et une diminution du délai d'administration des antibiotiques lorsqu'on suspectait un sepsis sans avoir atteint une significativité statistique (32).

Dans une autre étude menée par le même auteur cette fois ci évaluant la faisabilité de l'utilisation de ces dispositifs mobiles sur une population chirurgicale, il était mis en évidence une bonne acceptation du dispositif par le patient et les équipes soignantes (33).

Verrillo et al en 2019, ont évalué la mise en place d'un dispositif de monitoring mobile continu en population chirurgicale. Le dispositif mobile était porté au niveau du poignet et permettait la mesure automatique de 5 paramètres (PA, FC, FR, saturation, température). Si un des paramètres atteignait le seuil d'alerte, après une période réfractaire permettant de diminuer le taux alerte journalière, une alarme était transmis aux équipes soignantes par WIFI sur un terminal. L'implémentation du dispositif était associée à une diminution de l'incidence des complications post opératoires tous grades confondus de 22% à 5.9% (p<0.01) (34).

Dans une étude prospective monocentrique en Taiwan, les auteurs ont construit et évalué l'impact de la mise en place d'un EWS automatisé appeler E-NEWS. Par l'intermédiaire d'un dispositif mobile était recueilli automatiquement la fréquence cardiaque, la saturation, la température, la pression artérielle ; l'évaluation du niveau de conscience et le recours ou non à une oxygénothérapie était recueilli manuellement. Le score E-NEWS était calculé automatiquement toutes les heures. En cas d'aggravation du score avec un NEWS > 7, un message d'alerte électronique était

envoyé au praticien sur un dispositif portable. Les équipes soignantes avaient bénéficié de campagnes de formations initiales et continues. Dans ce contexte la, l'introduction de ce système d'alerte électronique était associé à une diminution du critère composite (ACR, admission en réanimation, la mortalité) de 6% à 5.51% ($p=0.001$) (35).

II.5 Echec de ce système ou « Failure to rescue »

Les échecs de ce système sont appelés « failure to rescue » dans la littérature. Ils correspondent à l'échec de la voie afférente et/ou efférente avec la survenue de l'événement indésirable grave considéré comme évitable.

Dans une revue de la littérature les causes d'échec les plus fréquemment retrouvées sont dans un premier temps liées à un défaut de monitoring, de calcul du score, et d'alerte de l'équipe médicale d'urgence (36).

II.5.1 Echec de la voie afférente : défaut de monitoring et de calcul du score.

De nombreuses études rapportent une surveillance non optimale des patients hospitalisés (4) (3) (37). Tirkkonen et al. ont objectivé 25% d'absence de surveillance dans les 6 h précédents la dégradation, la fréquence respiratoire était le paramètre le moins monitoré, recueillie dans seulement 11% des cas (6). Van Galen et al. retrouvaient un monitoring des constantes correctement réalisé dans moins d'un cas sur deux, avec seulement 1% des scores MEWS calculés correctement, alors que 43% des patients présentaient un score élevé (38). De même, pour McGain et al. en 2008, seulement 17 % des patients chirurgicaux avaient bénéficié d'une surveillance complète de tous les paramètres dans les 3 jours post opératoires. La fréquence respiratoire était là encore le paramètre le moins documentée dans 15% des cas (3).

En période nocturne le défaut de surveillance et la non adhérence au protocole semble encore plus marqué (37). Buist et al. ont montré que sur une période

nocturne, 47% des patients avec un score NEWS > 7 et 31% des patients avec score NEWS > 9 n'ont pas bénéficié d'une évaluation dans les 6 h suivantes.

L'implémentation d'un système de détection automatisé, avec utilisation de monitoring mobile automatique pourrait être une piste pour palier à ce défaut de monitoring. De même que la formation sensibilisée des équipes infirmières et l'entretien des compétences sont primordiales au bon fonctionnement de ce système.

II.5.2 Echec de la voie efférente ou retard de prise en charge

La réponse thérapeutique est aussi importante que l'identification de la dégradation. De nombreuses études ont mis en évidence une relation entre retard de prise en charge et la mauvaise évolution du patient.

Calzavacca et al. en 2010 retrouvaient que le retard activation de la MET (médical emergency team) était associé à une augmentation du risque d'admission en réanimation (O.R. 1.79, 95% C.I. 1.33.–2.93, $p = 0.003$) et de la mortalité (O.R. 2.18, 95% C.I. 1.42–3.33, $p < 0.001$). L'implémentation d'un EWS sur 5 ans permettait une diminution du nombre de retard activation de MET (22.0% vs. 40.3%, $p < 0.001$) (25).

Boniatti et al, dans une étude observationnelle analysant les 148 déclenchements de l'équipe médicale d'urgence sur 2 ans, a mis en évidence 21.4% de retard de prise en charge. Le retard de prise en charge était associé à une augmentation de la mortalité hospitalière à 30 jours (61.8% vs. 41.9%, $p < 0.001$) (24).

De manière intéressante, les causes de retard identifiées pouvaient être liées à la surcharge de travail, à des facteurs socio-culturels liés au système de hiérarchie, à une mauvaise communication entre les équipes, à la crainte d'appeler les équipes d'urgences, à une faible adhérence au protocole (39) (40). Davies et al par un questionnaire adressé aux équipes médicales et paramédicales, ont identifié que 20% du personnel soignant n'étaient pas familiarisés avec les critères du score, et 65% des participants évoquaient un manque de formation adaptée.

Dans une étude rétrospective sur 50 patients qui a analysé 155 causes de détérioration et d'admission imprévue en réanimation, 46% des causes étaient liées aux soignants ; parmi ces causes 11% étaient dues à l'absence de vérification de

l'efficacité des thérapeutiques, et 7% liées au défaut d'organisation par exemple, le manque de place en réanimation (38).

Il semble donc primordiale d'améliorer à la fois le système de détection avec l'optimisation de la surveillance, l'utilisation d'un système automatisé semble être prometteur, de former et sensibiliser les équipes soignantes pour augmenter leur adhésions au système et de mettre en place une réponse thérapeutique précoce avec réévaluation pour pouvoir avoir un impact sur le devenir du patient.



III. Retour expérience de l'implémentation d'un EWS dans un HIA

III.1 Introduction

Le nombre d'interventions chirurgicales ne cesse de croître avec plus de 312 millions d'interventions annuelles en 2012 (41). Les complications post opératoires sont des évènements fréquents et associées à une morbi-mortalité non négligeable (42).

En 2016 Pearse et al. dans une étude prospective internationale incluant 27 pays, et plus de 44,000 patients en chirurgie majeure réglée, retrouvaient une incidence des complications tous grades confondus de 16,8% à 7 jours post opératoire, et un taux de mortalité après au moins une complication de 2,8% contre 0,5% dans la population générale (43). La survenue d'une complication était associée à 16,4% d'admission imprévue en réanimation avec un taux de mortalité augmenté à 9,7%. Dans une étude en chirurgie abdominale oncologique majeure, 33% des patients ont développé au moins une complication, et la survenue d'une complication était associée à une augmentation de la durée de séjour en soins intensifs, et de la mortalité à 30 jours, 90 jours et à 1 ans avec un OR allant de 1,5 à 16 (44).

Des données de la littérature ont montré que la survenue de ces complications sont précédées de modifications physiologiques dans les 48 heures et sont en partie évitables si une prise en charge précoce avait été réalisée (1).

Pour répondre à ce besoin ont été développé des systèmes de détection précoces appelé Early Warning System. Ces systèmes sont composés d'un score d'alerte appelé « Early Warning Score » associé à un algorithme de prise en charge adapté au niveau de gravité du patient. Cet ensemble combiné à une équipe d'intervention forme un système de réponse rapide complet.

Les Early Warning Score ont le potentiel d'identifier les patients à risque d'arrêt cardio-respiratoire, d'admission en réanimation et de décès dans les 24h précédant, notamment les scores multiparamétriques pondérés (9) (13). Le Modified Early Warning Score (MEWS) a été décrit dans différentes situations, en service d'accueil

d'urgence, en service d'hospitalisation. Cependant peu de données ont été publiées concernant l'utilisation du MEWS sur une population de patients en péri-opératoire.

L'objectif de notre étude était de décrire l'évolution du score MEWS en post-opératoire utilisé dans le cadre d'un Early Warning System.

III.2 Matériel et méthode

Type d'étude

Nous avons mené une étude observationnelle descriptive après l'introduction d'un Early Warning System en service d'hospitalisation chirurgicale(chirurgies digestive, vasculaire et thoracique) à l'hôpital d'instruction des armées Sainte Anne à Toulon, France.

Population étudiée

Les données analysées ont été celles recueillies sur la période de mars 2021 à mars 2022. Tous les patients hospitalisés dans ce secteur ont été inclus durant la période de l'étude.

Description du Early Warning System déployé à l'HIA Sainte-Anne

Un système d'alerte précoce semi-automatisé, a été déployé préalablement dans le secteur chirurgical en 2021 (annexe 1).

Ce système d'alerte comprend :

- L'utilisation d'un early warning score : le MEWS
- une interface logicielle permettant la visualisation des constantes et du score
- une réponse médicale graduée en fonction d'un algorithme décisionnel basé sur le MEWS
- une mesure automatisée des paramètres vitaux (FR et FC) par biocapteur

Les données étaient visualisables via une application dédiée et accessible sur tous les ordinateurs du service.

A chaque calcul du score une action était proposée à l'équipe soignante.

Aspect réglementaire

L'ensemble des données sont enregistrées sur un serveur local situé sur l'HIA et ayant fait l'objet d'une déclaration de conformité MR004.

Collecte des données

Sur la période de l'étude nous avons identifié les patients admis en réanimation et unité de soins continus. Nous avons recueilli l'âge, le genre, la durée de séjour, le motif admission, les score MEWS, le délai entre l'alerte définie par un score MEWS ≥ 5 et l'admission, et le délai entre admission en soins intensifs et le début d'hospitalisation.

Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude était de décrire l'évolution du score MEWS en post opératoire. L'objectif secondaire était de comparer l'évolution du score MEWS chez les patients admis en réanimation et ceux non admis en réanimation.

Analyse statistique

Les variables ont été présentées sous formes de moyennes et écarts-types, de médiane et interquartile pour les variables quantitatives, sous forme de pourcentage pour les variables qualitatives.

Nous avons comparé la moyenne des scores MEWS post opératoire chez les patients admis en unité de soins intensifs et ceux non admis au moyen du test de Student.

III.3 Résultats

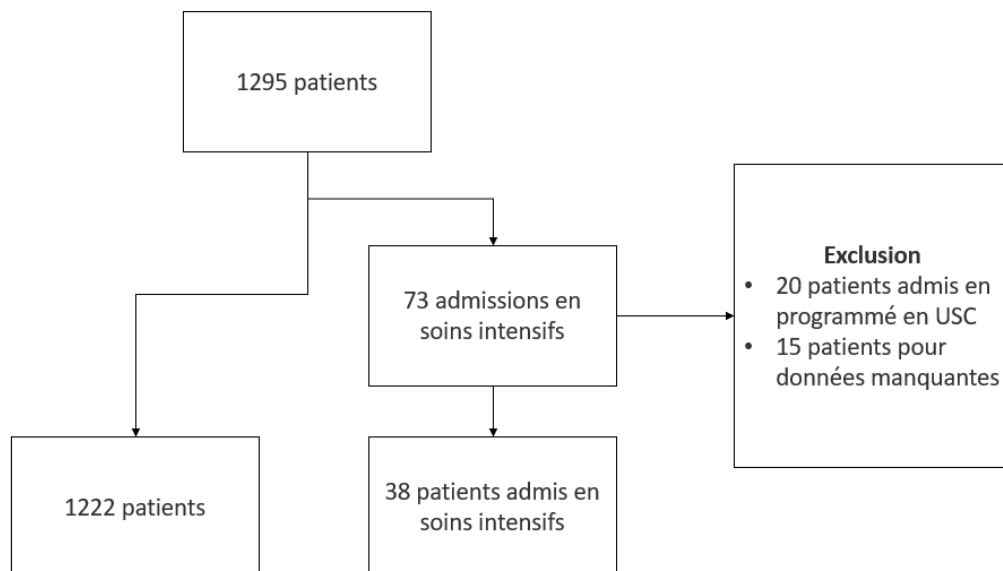
Diagramme de flux.

Sur la période de l'étude, 1295 patients ont été pris en charge au sein du Early Warning System.

Parmi ces patients, 73 (5,6%) patients ont été admis en unité de soins intensifs (49 patients en USC et 24 patients en réanimation).

Parmi les patients admis en soins intensifs nous avons exclu 20 patients admis en post opératoire immédiat en unité de soins continus de façon programmée, et 15 autres

patients pour données manquantes. Un total de 38 patients admis en unité de soins intensifs de façon non prévue ont été analysés.



Caractéristiques de la population

L'âge médian était de 71 ans (Q1:57; Q3:78), la durée de séjour médiane était de 4 jours (Q1:2; Q3:8), il y avait 37% de femmes et 63% hommes.

Paramètres vitaux monitorés

Sur la période de l'étude, 202182 paramètres vitaux ont été enregistrés :

- Niveau de conscience : 17164
- Fréquence respiratoire : 659 enregistrement manuels et 58 par biocapteurs
- Pression artérielle : 26458
- SpO2 : 27205
- Fréquence cardiaque : 26627 enregistrement manuels et 211 par biocapteurs

Trente-quatre patients avaient pu bénéficier d'un monitoring automatisé par biocapteurs.

Evolution du score MEWS durant le séjour

Dans la population générale, le score MEWS reste peu élevé dans les 7 jours post opératoires avec un score MEWS à J1, J4 et J7 inférieur à 5 respectivement chez 97 %, 87% et 80% des patients. A J15 post opératoire, le score MEWS \geq à 5 dans 49%.

Figure 1.A : score MEWS J1 en population générale

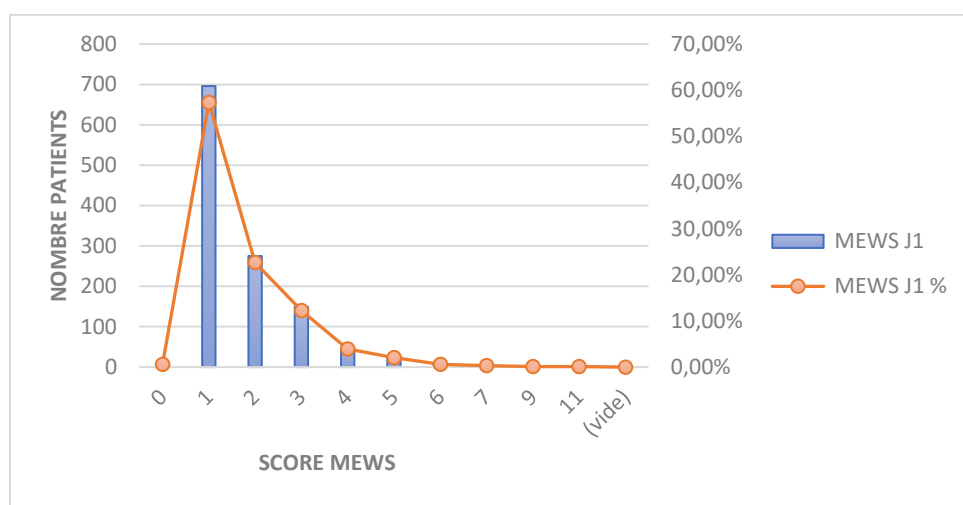


Figure 1.B : score MEWS J2 en population générale

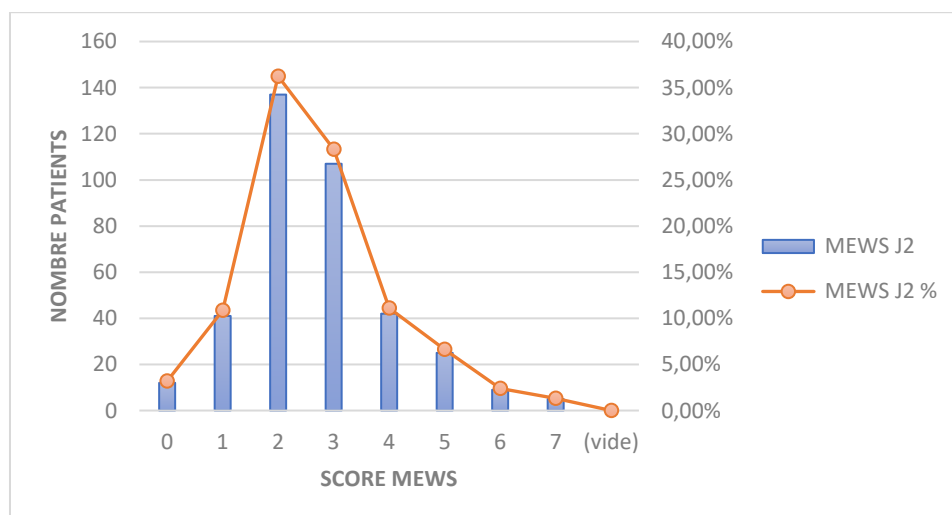


Figure 1.C : score MEWS J3 en population générale

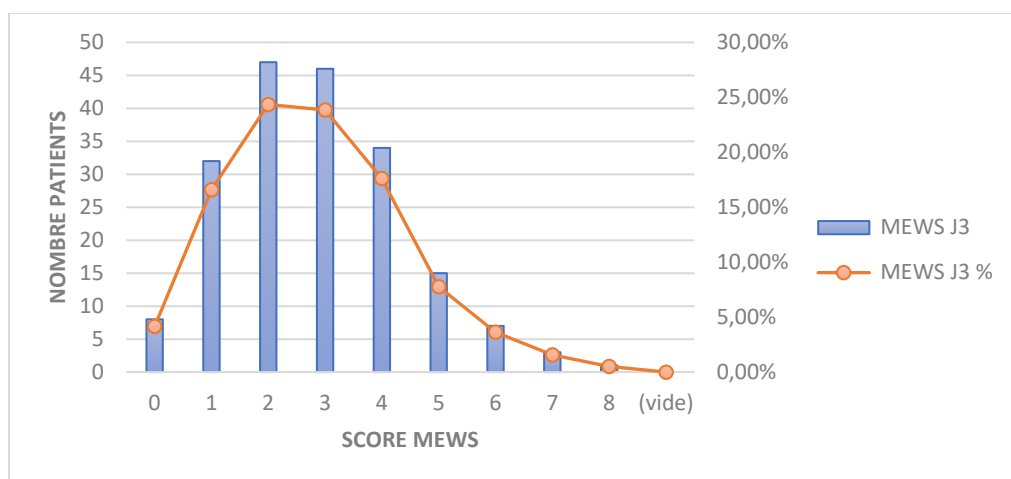


Figure 1.D : score MEWS J4 en population générale

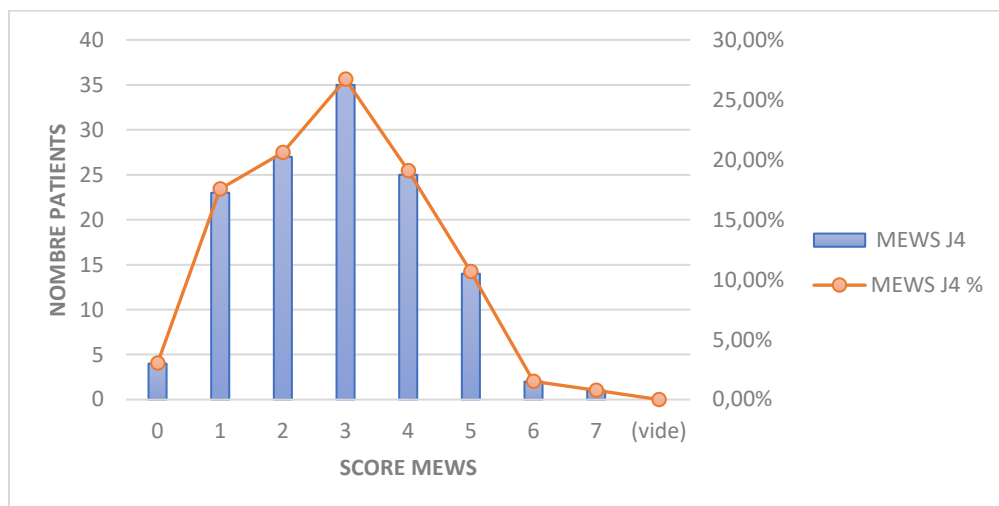


Figure 1.E : score MEWS J7 en population générale

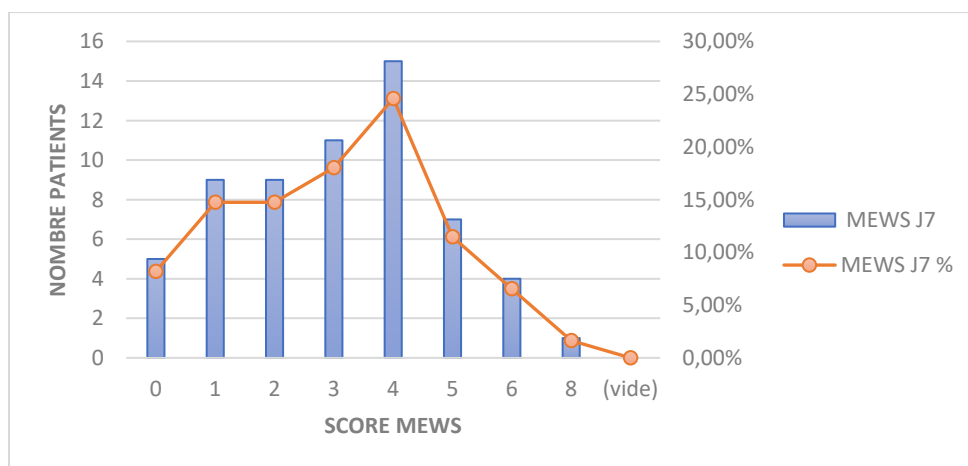
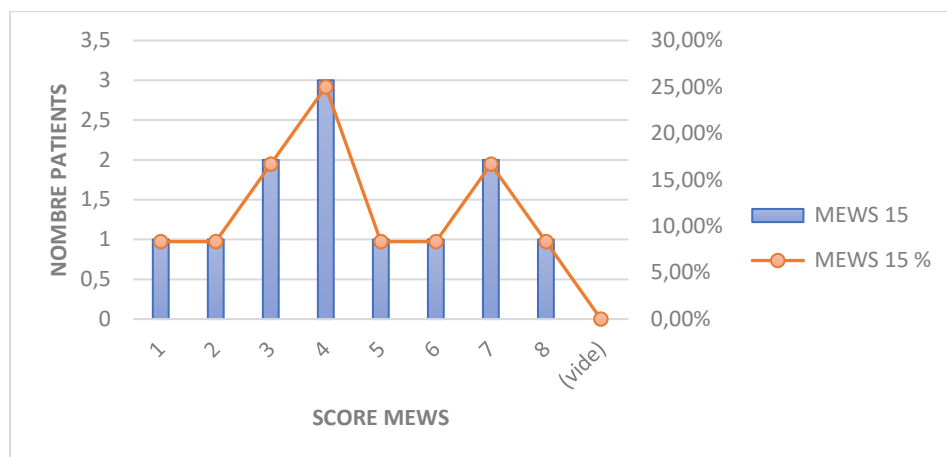


Figure 1.F : score MEWS J15 en population générale



Durée de séjour

A 4 jours, 7 jours et 15 jours post opératoire, respectivement 52%, 72% et 88% des patients étaient sortis d'hospitalisation.

Population ICU

Chez les sujets admis en réanimation et unité de soins continus, l'âge médian était de 71 ans (Q1:60; Q3:79) , il y avait 42% de femmes, et 58% d'hommes.

Les causes d'admissions étaient liées aux états de choc dans 34% des cas, 31% de post opératoire, 32% de détresse respiratoire aiguë et 3% de brûlés (hébergement).

La durée de séjour médiane était de 23 jours (Q1:10; Q3:27). Les patients ont été admis en soins intensifs 3,5 jours après le début de l'hospitalisation (Q1:1 ;Q3:8,7).

La valeur médiane du dernier score MEWS avant admission était de 5 (Q1:3 ;Q3:7). Le délai moyen entre une alerte définie par un score MEWS \geq à 5 et l'admission était de 22 heures(\pm 30), médiane de 10h (Q1:5 ;Q3:24).

Dans la population admise en soins intensifs le score MEWS à J1, J2 , J3, J7 était supérieure ou égale à 5 respectivement chez 18%, 28%, 45% et 34% des patients.

La moyenne du score MEWS était significativement plus élevée dans la population admise en unité de soins intensifs comparativement à la population non admise au 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 6^{ème} jours post opératoires (tableau A).

Tableau A : Différence des valeurs moyennes du MEWS entre la population admise en unité de soins intensifs et ceux non admis.

Variable	Nombre de données	Moyenne population générale (écart type)	Moyenne ICU (écart type)	Moyenne non ICU (écart type)	Différence moyenne
MEWS J1	1211	1,7 (±1,13)	2,8 (±1,8)	1,70 (±1,1)	1,1 (IC: 0,75 -1,475) ***
MEWS J2	378	2,6 (±1,34)	3,37 (±1,85)	2,66 (±1,3)	0,715 (IC: 0,043 -1,387)*
MEWS J3	190	2,8 (±1,56)	4,33 (±2,2)	2,78 (±1,49)	1,3 (IC: 0,223- 2,423)**
MEWS J4	132	2,8 (±1,45)	1,88 (±1,26)	2,86 (±1,4)	-0,98(IC : -1,963- 0,01)
MEWS J5	75	3,2 (±1,84)	4,33 (±3,03)	3,2 (±1,79)	1,167 (IC: 0,992-3,325)
MEWS J6	62	3,2 (±1,96)	5,6 (±1,5)	3,04 (±1,9)	2,66 (IC:0,394- 4,872)*
MEWS J7	58	3 (±1,85)	4 (±2)	2,9 (±1,85)	1,018(IC: 1,187-3,223)

(* P value <0,05;**P value < 0,01; ***P value <0,001), Test student.

Figure 2.A : score MEWS J1 en population ICU

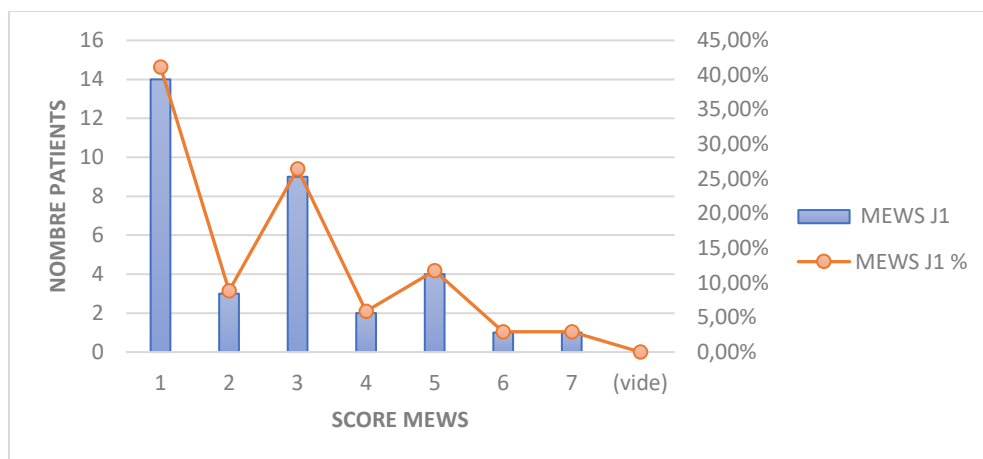


Figure 2.B : score MEWS J2 en population ICU

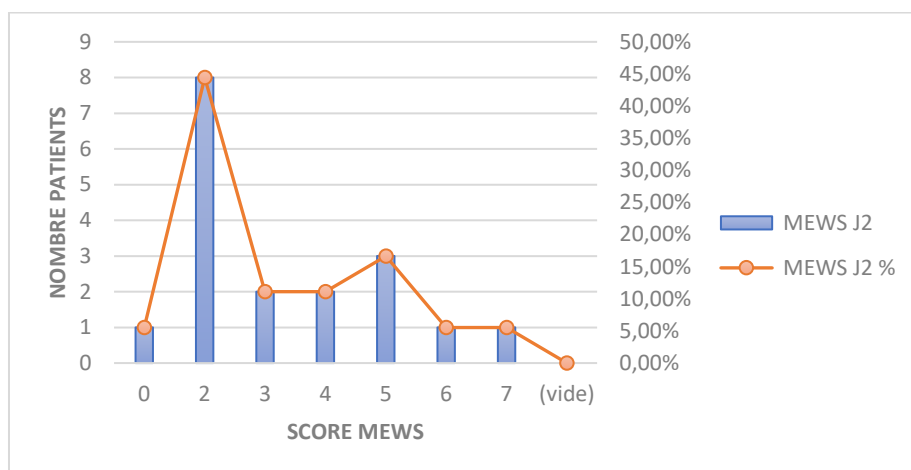
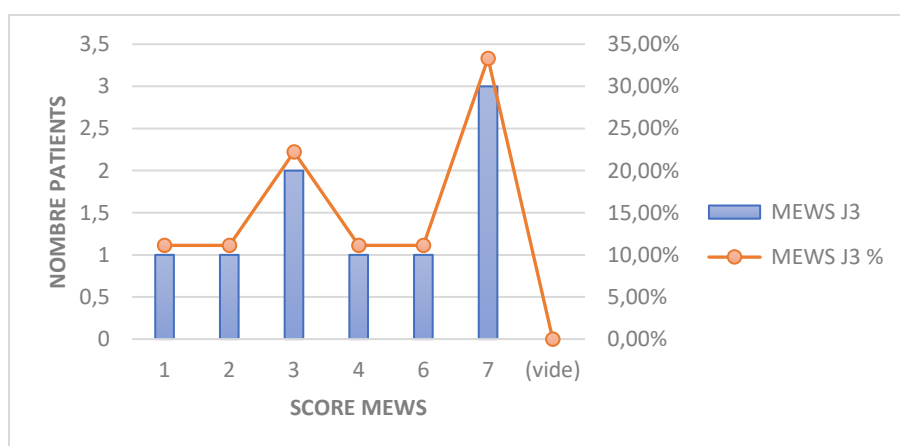


Figure 2.C : score MEWS J3 en population ICU



III. 4 Discussion

Dans notre étude, nous avons décrit l'évolution du score MEWS en post opératoire à l'aide d'un logiciel de surveillance électronique permettant le recueil semi-automatisé des paramètres vitaux et le calcul automatique du Early Warning Score.

Dans la population générale, nous avons observé que le score MEWS restait peu élevé dans la première semaine post opératoire. De même, 52% des patients étaient sortis d'hospitalisation au 4^{ème} jour post opératoire et 72% de la population au 7^{ème} jour post opératoire, ce qui suggère des suites post opératoires simples.

A contrario, dans la population admise en soins intensifs le score MEWS augmentait dès le 2^{ème} jour post opératoire, avec au 3^{ème} jour post opératoire 45% des patients avec un MEWS \geq 5. De même, le MEWS était significativement plus élevé dans la population admise en soins intensifs comparativement à la population non admise dès le 1^{er} jours post opératoire.

Nos observations sont concordantes avec les données de la littérature. En effet, de nombreuses études ont montré une relation entre un score MEWS élevé et une mauvaise évolution du patient sur une population médico-chirurgicale (13) (45) (46).

Dans l'étude de Subbe et al en 2001, un score MEWS > 5 était associé à une augmentation de la mortalité hospitalière (OR 5.4, 95%CI 2.8–10.7), des admissions en réanimation (OR 10.9, 95%CI 2.2–55.6), unité de surveillance rapprochée (OR 3.3, 95%CI 1.2–9.2) (13). Gardner-Thorpe et al. dans une étude prospective sur 334 patients de chirurgie colorectale programmé ou urgente, un score MEWS ≥ 4 était associé à une sensibilité de 75% et une spécificité de 83% pour identifier les patients à risque d'admission en réanimation(46). En 2016, Hollis et al ont décrit l'évolution du score MEWS sur 522 patients en post opératoire d'une chirurgie gastro-intestinale et oncologique (45). Ils ont observé que la moyenne des valeurs maximales du MEWS diminuait dans les 4 jours post opératoires (pente: -0.34 ; 95% CI (0.46 to 0.22; $P < 0.01$) chez les sujets n'ayant pas eu de complications post opératoires. A contrario, les patients ayant eu une complication post opératoire tous grades confondus, la moyenne des valeurs maximales du MEWS augmentait dans les 3 jours précédents la survenue de la complication. Le score MEWS était significativement plus

élevé dans le groupe complication grave comparativement au groupe complication légère à modéré. Dans cette même étude, un score MEWS > 8 était associé à une sensibilité de 81% et une spécificité de 84% pour identifier les complications graves avec un AUC à 0.90.

La valeur du score MEWS comme seuil d'alerte pour identifier les patients à risque d'évènements graves dans une population chirurgicale semble donc différer entre les études.

La mise en place d'un Early Warning System automatisé utilisant des biocapteurs a été décrit comme permettant d'améliorer l'exhaustivité de la surveillance des paramètres vitaux, d'augmenter l'adhésion des équipes paramédicales au protocole, de simplifier et de codifier l'évaluation du patient et la communication entre les équipes. Cependant l'impact en pratique clinique de tel system reste controversé (4) (47) (48) (31). Pour Verrillo et al. en 2019, l'utilisation d'un Early Warning System entièrement automatisé par utilisation d'un dispositif mobile de monitoring continu en population chirurgicale était associée à une diminution des complications toutes gardes confondues y compris les complications graves de la classification de Clavien et Dindo > 2 (34). Dans notre expérience, seulement une minorité de patients a pu bénéficier d'un biocapteur en raison d'un problème de disponibilité matériel. Cependant, nous avons constaté que malgré cela, et grâce à une intégration automatique au score MEWS des paramètres relevés manuellement, les patients qui n'étaient pas monitorés par biocapteurs bénéficiaient d'un scoring de gravité.

LIMITES

Un nombre non négligeable de patient admis en réanimation ont été exclus de l'analyse du fait de données non disponibles. De même nous n'avons pas recueilli d'informations sur le devenir du patient après son admission en terme de décès et de durée de séjour en réanimation. Ces limites sont liées au fait que les données sont hébergées sur des bases différentes. Ainsi sur la population générale, les données ont été collectées uniquement à partir de la base de données du logiciel Guardian, nous ne disposons pas d'information démographiques complémentaires notamment sur le type de chirurgie, les comorbidités, et sur le devenir du patient en terme de mortalité, de complications post opératoires.

PERSPECTIVE

Le score MEWS semble permettre de retracer et d'avoir une vision globale de l'évolution du patient avant la dégradation, et d'identifier précocement les patients à risque d'évènements indésirables graves.

Les dispositifs de monitoring mobiles sont des technologies émergentes permettant un monitoring continu ambulatoire des paramètres vitaux durant la vie active (au travail, au domicile, activité physique...), ou dans un environnement hospitalier avec l'avantage d'améliorer le confort et promouvoir la mobilité. La création de tels dispositifs regroupe les compétences de multiples domaines de la science tels que le biomédical, la micro-nanotechnologie, l'ingénierie électronique, la technologie de communication et d'information.

Le recueil automatisé des paramètres vitaux et le calcul automatique du Early warning score par le biais de ces dispositifs mobiles permettrait de rationaliser la surveillance de ces patients dans les étages tout en diminuant potentiellement la charge de travail paramédical. Ce point est d'importance à un moment où l'hospitalisation chirurgicale ambulatoire prend son essor et où la gravité des patients restant hospitalisée en secteur chirurgical augmente.

Par ailleurs, l'autonomisation de ces dispositifs (batterie, mode de communication) laisse entrevoir la possibilité du développement de ces surveillances au retour à domicile.

III. 5 Conclusion

L'utilisation d'un Early warning system semi-automatisé est faisable dans un service de chirurgie et permet de suivre l'évolution des patients chirurgicaux hospitalisés. Un score MEWS élevé en post opératoire semble associé à une mauvaise évolution, notamment sur les admissions en soins intensifs.

L'identification précoce de ces patients à risque grâce au Early warning system, permettrait la mise en place d'une intervention précoce et ainsi d'éviter la survenue de

complications graves post opératoires associées à une morbi-mortalité non négligeable.

Références bibliographiques

1. Hillman KM, Bristow PJ, Chey T, Daffurn K, Jacques T, Norman SL, et al. Duration of life-threatening antecedents prior to intensive care admission. *Intensive Care Med.* 2002;28(11):1629–34.
2. Hodgetts TJ, Kenward G, Vlachonikolis IG, Payne S, Castle N. The identification of risk factors for cardiac arrest and formulation of activation criteria to alert a medical emergency team [Internet]. Available from: www.elsevier.com/locate/resuscitation
3. McGain F, Cretikos MA, Jones D, van Dyk S, Buist MD, Opdam H, et al. Documentation of clinical review and vital signs after major surgery. Vol. 189, *Medical Journal of Australia*. Australasian Medical Publishing Co. Ltd; 2008. p. 380–3.
4. Chen J, Hillman K, Bellomo R, Flabouris A, Finfer S, Cretikos M. The impact of introducing medical emergency team system on the documentations of vital signs. *Resuscitation.* 2009 Jan;80(1):35–43.
5. Ken Hillman (chair), Jack Chen, Michelle Cretikos, Rinaldo Bellomo, Daniel Brown, Gordon Doig, Simon Finfer, and Arthas Flabouris. The MERIT study. Introduction of the medical emergency team (MET) system: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet* 2005; 365: 2091–97
6. Tirkkonen J, Ylä-Mattila J, Olkkola KT, Huhtala H, Tenhunen J, Hoppu S. Factors associated with delayed activation of medical emergency team and excess mortality: An Utstein-style analysis. *Resuscitation.* 2013 Feb;84(2):173–8.
7. Building code Capacity Capacity Development Climate change Contingency planning Coping capacit Corrective disaster risk management Critical facilitie Disaster Disaster risk Disaster risk management isaster risk reduction Disaster risk reduction pla Early warning system Ecosystem services [Internet]. Available from: www.preventionweb.net
8. Morgan RJM, Williams F, Wright MM. An Early Warning Scoring System for detecting developing critical illness. *Clin Intens Care* 1997
9. Shiloh AL, Lominadze G, Gong MN, Savel RH. Early Warning/Track-and-Trigger Systems to Detect Deterioration and Improve Outcomes in Hospitalized Patients. Vol. 37, *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. Thieme Medical Publishers, Inc.; 2016. p. 88–95.
10. Cretikos M, Chen J, Hillman K, Bellomo R, Finfer S, Flabouris A. The objective medical emergency team activation criteria: A case-control study. *Resuscitation.* 2007 Apr;73(1):62–72.
11. Bleyer AJ, Vidya S, Russell GB, Jones CM, Sujata L, Daeihagh P, et al. Longitudinal analysis of one million vital signs in patients in an academic medical center. *Resuscitation.* 2011 Nov;82(11):1387–92.
12. Goldhill DR, Worthington L, Mulcahy A, Tarling M, Sumner A. The patient-at-risk team: identifying and managing seriously ill ward patients.

13. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions.
14. Détection de la détérioration d'un patient en service d'hospitalisation.
15. 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 Apr;84(4):465–70.
16. Prytherch DR, Smith GB, Schmidt PE, Featherstone PI. ViEWS-Towards a national early warning score for detecting adult inpatient deterioration. *Resuscitation*. 2010 Aug;81(8):932–7.
17. Churpek MM, Yuen TC, Park SY, Meltzer DO, Hall JB, Edelson DP. Derivation of a cardiac arrest prediction model using ward vital signs. *Crit Care Med*. 2012 Jul;40(7):2102–8.
18. Prytherch DR, Smith GB, Schmidt P, Featherstone PI, Stewart K, Knight D, et al. Calculating early warning scores-A classroom comparison of pen and paper and hand-held computer methods. *Resuscitation*. 2006 Aug;70(2):173–8.
19. Ludikhuizen J, de Jonge E, Goossens A. Measuring adherence among nurses one year after training in applying the Modified Early Warning Score and Situation-Background-Assessment-Recommendation instruments. *Resuscitation*. 2011 Nov;82(11):1428–33.
20. Bates DW, Zimlichman E. Finding patients before they crash: The next major opportunity to improve patient safety. Vol. 24, *BMJ Quality and Safety*. BMJ Publishing Group; 2015. p. 1–3.
21. Watkinson PJ, Barber VS, Price JD, Hann A, Tarassenko L, Young JD. A randomised controlled trial of the effect of continuous electronic physiological monitoring on the adverse event rate in high risk medical and surgical patients. *Anaesthesia*. 2006 Nov;61(11):1031–9.
22. Dias D, Cunha JPS. Wearable health devices—vital sign monitoring, systems and technologies. Vol. 18, *Sensors (Switzerland)*. MDPI AG; 2018.
23. Leenen JPL, Leerentveld C, van Dijk JD, van Westreenen HL, Schoonhoven L, Patijn GA. Current evidence for continuous vital signs monitoring by wearable wireless devices in hospitalized adults: Systematic review. Vol. 22, *Journal of Medical Internet Research*. JMIR Publications Inc.; 2020.
24. Boniatti MM, Azzolini N, Viana M v., Ribeiro BSP, Coelho RS, Castilho RK, et al. Delayed medical emergency team calls and associated outcomes. *Crit Care Med*. 2014 Jan;42(1):26–30.
25. Calzavacca P, Licari E, Tee A, Egi M, Downey A, Quach J, et al. The impact of Rapid Response System on delayed emergency team activation patient characteristics and outcomes-A follow-up study. *Resuscitation*. 2010 Jan;81(1):31–5.
26. Lam S, Paterson R, Macleod DC, Thetford D, Beattie A, Graham C, et al. Prediction of in-hospital mortality and length of stay using an early warning scoring system: clinical audit. Vol. 6, *PAPERS Clinical Medicine*. 2006.
27. Moon A, Cosgrove JF, Lea D, Fairs A, Cressey DM. An eight year audit before and after the introduction of modified early warning score (MEWS) charts, of patients admitted to a tertiary referral intensive care unit after CPR. *Resuscitation*. 2011 Feb;82(2):150–4.

28. THE USE OF MEWS IN POSTOPERATIVE CARE. 2012.
29. Bailey TC, Chen Y, Mao Y, Lu C, Hackmann G, Micek ST, et al. A trial of a real-time Alert for clinical deterioration in Patients hospitalized on general medical wards. *J Hosp Med*. 2013 May;8(5):236–42.
30. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2015 Jun 12;19(1).
31. Areia C, Biggs C, Santos M, Thurley N, Gerry S, Tarassenko L, et al. The impact of wearable continuous vital sign monitoring on deterioration detection and clinical outcomes in hospitalised patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2021 Dec;25(1).
32. Downey C, Randell R, Brown J, Jayne DG. Continuous versus intermittent vital signs monitoring using a wearable, wireless patch in patients admitted to surgical wards: Pilot cluster randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2018;20(12).
33. Downey CL, Croft J, Ainsworth G, Buckley H, Shinkins B, Randell R, et al. Trial of remote continuous versus intermittent NEWS monitoring after major surgery (TRaCING): a feasibility randomised controlled trial. *Pilot Feasibility Stud*. 2020 Dec 1;6(1).
34. Verrillo SC, Cvach M, Hudson KW, Winters BD. Using Continuous Vital Sign Monitoring to Detect Early Deterioration in Adult Postoperative Inpatients. *J Nurs Care Qual*. 2019 Apr 1;34(2):107–13.
35. Wu CL, Kuo CT, Shih SJ, Chen JC, Lo YC, Yu HH, et al. Implementation of an electronic national early warning system to decrease clinical deterioration in hospitalized patients at a tertiary medical center. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 May 1;18(9).
36. Difonzo M. Performance of the Afferent Limb of Rapid Response Systems in Managing Deteriorating Patients: A Systematic Review. Vol. 2019, *Critical Care Research and Practice*. Hindawi Limited; 2019.
37. Buist M, Stevens S. Patient bedside observations: What could be simpler? Vol. 22, *BMJ Quality and Safety*. 2013. p. 699–701.
38. van Galen LS, Struik PW, Driesen BEJM, Merten H, Ludikhuizen J, van der Spoel JJ, et al. 966. *PLoS One*. 2016 Aug 1;11(8).
39. Davies O, DeVita MA, Ayinla R, Perez X. Barriers to activation of the rapid response system. *Resuscitation*. 2014 Nov 1;85(11):1557–61.
40. Shearer B, Marshall S, Buist MD, Finnigan M, Kitto S, Hore T, et al. What stops hospital clinical staff from following protocols? An analysis of the incidence and factors behind the failure of bedside clinical staff to activate the rapid response system in a multi-campus Australian metropolitan healthcare service. *BMJ Qual Saf*. 2012 Jul;21(7):569–75.
41. Weiser TG, Haynes AB, Molina G, Lipsitz SR, Esquivel MM, Uribe-Leitz T, et al. Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes. *The Lancet*. 2015 Apr;385:S11.
42. Tevis SE, Kennedy GD. Postoperative complications and implications on patient-centered outcomes. Vol. 181, *Journal of Surgical Research*. 2013. p. 106–13.

43. Pearse RM, Clavien PA, Demartines N, Fleisher LA, Grocott M, Haddow J, et al. Global patient outcomes after elective surgery: Prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries. *Br J Anaesth*. 2016 Nov 1;117(5):601–9.
44. Jakobson T, Karjagin J, Vipp L, Padar M, Parik AH, Starkopf L, et al. Postoperative complications and mortality after major gastrointestinal surgery. *Medicina (Lithuania)*. 2014;50(2):111–7.
45. Hollis RH, Graham LA, Lazenby JP, Brown DM, Taylor BB, Heslin MJ, et al. A role for the early warning score in early identification of critical postoperative complications. *Ann Surg*. 2016;263(5):918–23.
46. Gardner-Thorpe J, Love N, Wrightson J, Walsh S, Keeling N. The value of Modified Early Warning Score (MEWS) in surgical in-patients: A prospective observational study. *Ann R Coll Surg Engl*. 2006 Oct;88(6):571–5.
47. Smith MEB, Chiovaro JC, O’Neil M, Kansagara D, Quiñones AR, Freeman M, et al. Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: A systematic review. Vol. 11, *Annals of the American Thoracic Society*. American Thoracic Society; 2014. p. 1454–65.
48. Alam N, Hobbelink EL, van Tienhoven AJ, van de Ven PM, Jansma EP, Nanayakkara PWB. The impact of the use of the Early Warning Score (EWS) on patient outcomes: A systematic review. Vol. 85, *Resuscitation*. Elsevier Ireland Ltd; 2014. p. 587–94.

Annexe 1 : Early Warning System déployé à l'HIA Sainte-Anne

Score de gravité utilisé : MEWS

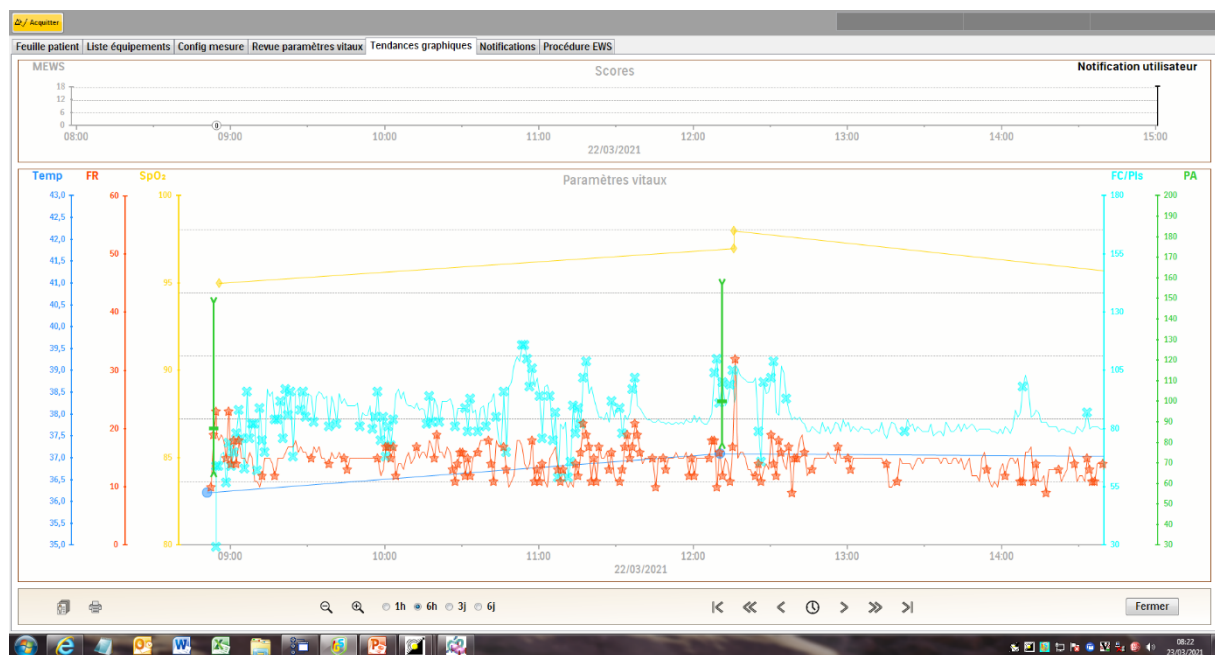
Table 1 Modified Early Warning Score

	3	2	1	0	1	2	3
Systolic Blood pressure (mmHg)	<70	71–80	81–100	101–199		≥ 200	
Heart rate (bpm)		< 40	41–50	51–100	101–110	111–129	≥ 130
Respiratory rate (bpm)		< 9		9–14	15–20	21–29	≥ 30
Temperature (°C)		< 35		35–38.4		≥ 38.5	
AVPU score				Alert	Reacting to Voice	Reacting to Pain	Unresponsive

Biocapteur utilisé



Données fournies par le biocapteur

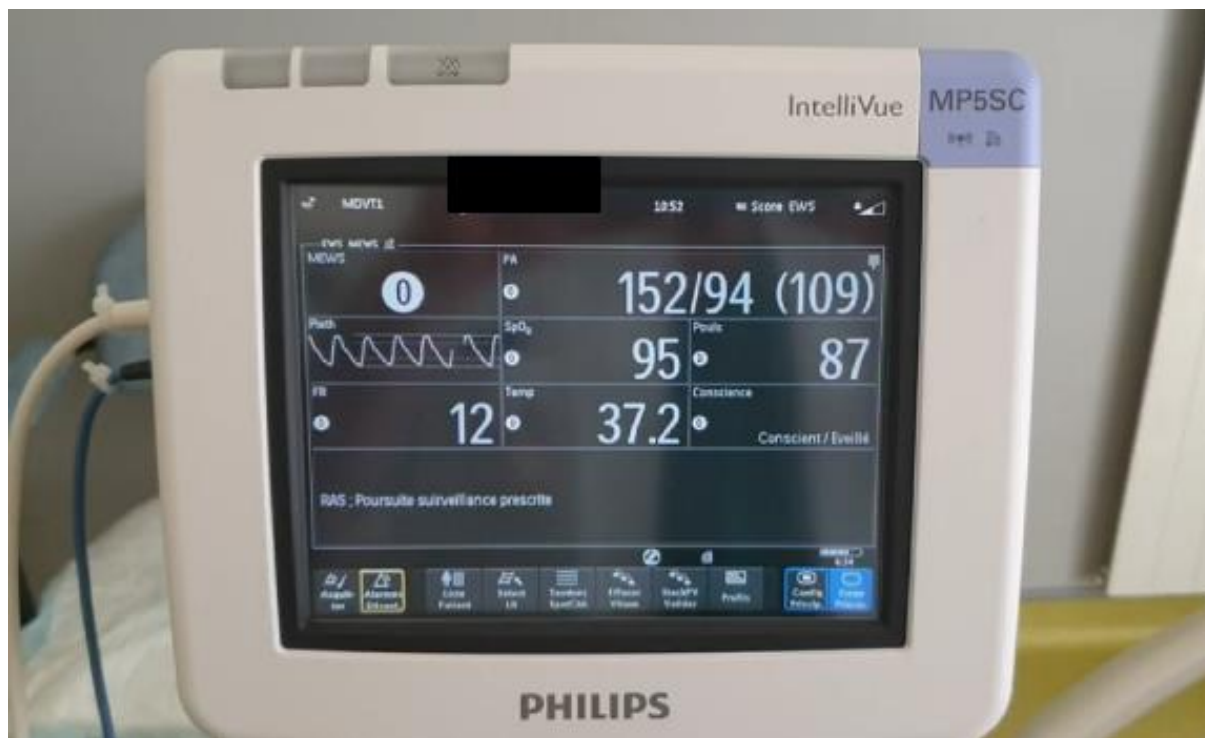


The screenshot displays a medical monitoring software interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: "Acquitter", "Feuille patient", "Liste équipements", "Config mesure", "Revue paramètres vitaux", "Tendances graphiques", "Notifications", and "Procédure EWS". The main area is divided into two sections. The top section, titled "MEWS Scores", shows a line graph with a y-axis ranging from 0 to 18 and an x-axis showing time from 08:00 to 15:00 on 22/03/2021. The bottom section, titled "Paramètres vitaux", shows a multi-axis line graph with y-axes for Temp (35.0 to 43.0), FR (0 to 60), SpO2 (80 to 100), FC/Pis (30 to 180), and PA (30 to 200). The x-axis also shows time from 09:00 to 15:00 on 22/03/2021. The graph displays several data series: a yellow line for Temp, a red line for FR, a blue line for SpO2, a green line for FC/Pis, and a cyan line for PA. There are also star markers on the graph. At the bottom, there is a toolbar with icons for search, zoom, and other functions, and a "Fermer" button.

Below the main graph, there is a section for patient information and vital signs. It includes a table with columns: "Connexion", "Batterie", and "Attribué". The table has two rows: one for "Manuellement" and one for "Automatiquement via N° Pat".

At the bottom, there is a section for "mesure..." with a "Fermer" button.

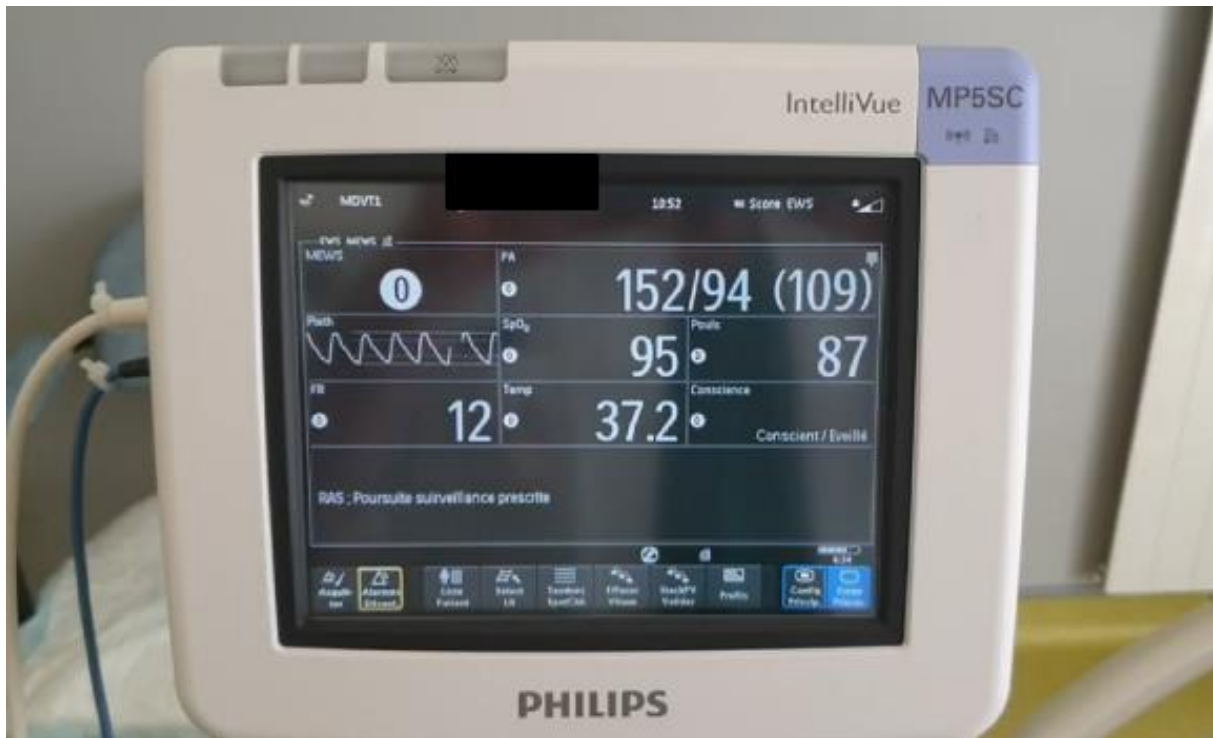
Scope relié à l'EWS permettant une intégration automatisée des paramètres vitaux recueillis manuellement



Application « Guardian IntelliVue » permettant la visualisation des données patients et score de gravité

Patient Overview											
Emplacement Patient	MEWS	Tendances MEWS	Ancien MEWS	Durée depuis dernier MEWS	FC/Rs	SpO2	FR	Temp	Conscience	Glu	Deux
Aucun lit	0				81	99	154/59 (84)	37.5	*Conscient ...		*3
Aucun lit	1				66	93	102/56 (70)	37.1	*Conscient ...		*5
Aucun lit	2				82	99	97/67 (78)	37.3	*Conscient ...		*0
Aucun lit	1				82	100	117/76 (90)	37.0	*Conscient ...		*0
Aucun lit	1				68	100	162/66 (52)	37.2	*Conscient ...	*14.30	*0
Aucun lit	3				84	98	154/77 (98)	24	37.1	*Conscient ...	*0
Aucun lit	2				60	95	100/54 (60)	36.3	*Conscient ...		*0
Aucun lit	6				84	95	153/79 (101)	37.3			*0
Aucun lit	1				60	100	120/69 (84)	36.9	*Conscient ...		*0
Aucun lit	2				89	96	125/64 (85)	39.2	*Conscient ...	*6.70	*0
Aucun lit	6				108	99	116/73 (85)	37.5	*Conscient ...		*3
Aucun lit	6		1		98	93	147/75 (96)	35	37.8	*Conscient ...	*3
Aucun lit	1				95	93	93/62 (73)	37.3	*Conscient ...		*0
Aucun lit	3				88	97	129/97 (111)	36.5	*Conscient ...		*0
Aucun lit	3				80	100	132/76 (93)	36.7	*Conscient ...		*0
Aucun lit	1				102	100	101/79 (80)	37.1	*Conscient ...		*1
Aucun lit	1				76	97	133/64 (85)	37.0	*Conscient ...		*0
Aucun lit	3				70	97	127/78 (93)	37.0	*Conscient ...		*0
Aucun lit	2				70	100	100/63 (75)	36.5	*Conscient ...		*9
Aucun lit	1				72	100	117/67 (83)	36.1	*Conscient ...		*2
Aucun lit	3				71	100	139/72 (91)	37.2	*Conscient ...		*0
Aucun lit	3				74	94	115/65 (78)	36.9	*Conscient ...		*6
Aucun lit	3				73	100	127/78 (92)	36.2	*Conscient ...		*4

Algorithme décisionnel associé à l'EWS



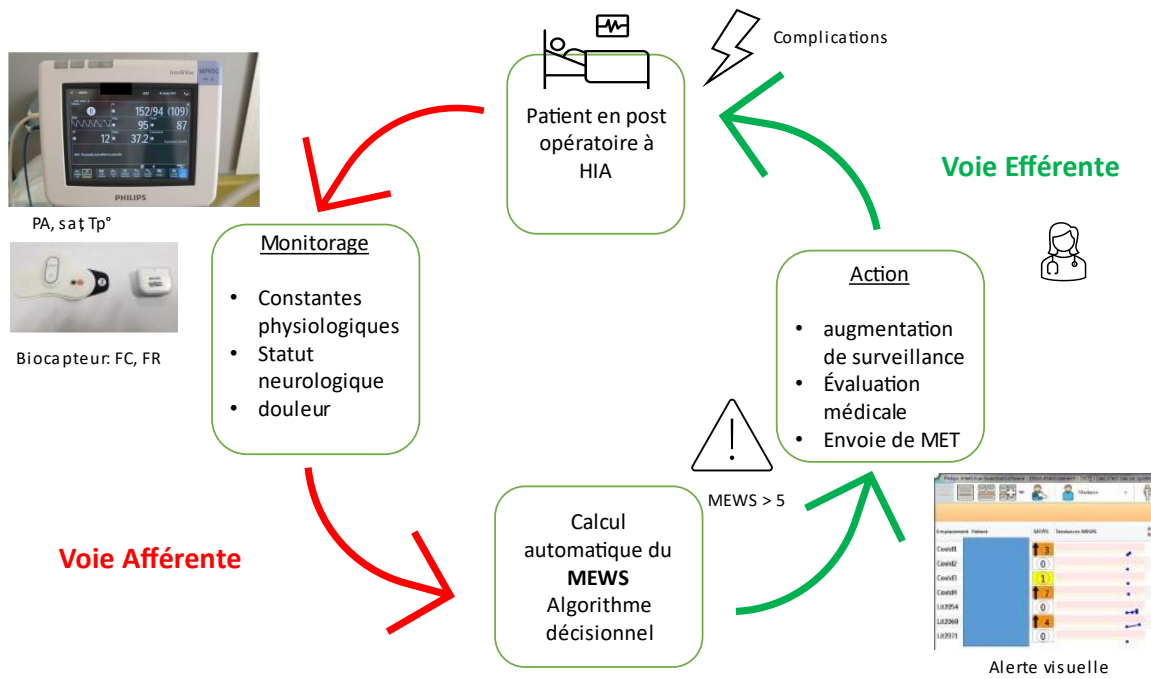
En fonction du score MEWS, une alerte était donnée à l'infirmière (« poursuite surveillance prescrite » dans l'exemple ci-dessus).

Score MEWS > 3 : évaluation paramédicale initiale, augmentation de la surveillance/4h.

Score MEWS 4-5 : évaluation initiale paramédicale, et appel du médecin référent, augmentation de la surveillance/2h.

Score MEWS > 5 : évaluation médicale initiale et appel de équipe médicale urgence.

Early Warning System déployé à HIA



SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

Résumé

Introduction : La dégradation aigue du patient est précédée de signes de détérioration dans les 48h. "Early Warning System/Early Warning Score » ont été créés afin de repérer précocement les patients se compliquant et de déclencher une réponse thérapeutique rapide et adaptée dans le but de diminuer les évènements indésirables graves. L'objectif de cette étude était de décrire l'évolution du score MEWS en post opératoire d'une chirurgie thoracique, viscérale et vasculaire et d'observer les différences entre la population générale et celle admise en unité de soins intensifs.

Matériel et méthode : une étude observationnelle descriptive après l'introduction d'un Early Warning System en service d'hospitalisation chirurgical à l'hôpital d'instruction des armées Sainte Anne à Toulon, France, de mars 2021 à mars 2022.

Résultats : Inclusion de 1295 patients dont 38 admissions non prévues en unité de soins intensifs. Dans la population générale, le score Mews restait peu élever dans les 7 jours post opératoires avec un score MEWS < 5 à J1, J4, J7 respectivement dans 97%, 87% et 80% des patients. Dans la population admise en soins intensifs, le score MEWS ≥ 5 à J1, J2, J3, J7 respectivement chez 18%, 28%, 45% et 34% des patients. La moyenne du scores MEWS était significativement plus élevée dans la population admise en unité de soins intensifs comparativement à la population non admise dès le 1^{er} jours post opératoire (différence 1,1 (IC: 0,75 -1,475) $p < 0,0001$).

Conclusion : L'utilisation d'un Early Warning System est faisable dans un service de chirurgie et permet de de suivre l'évolution des patients chirurgicaux hospitalisés. Un score MEWS élevé en post opératoire semble associé à une mauvaise évolution, notamment sur les admission en soins intensifs.

Mots-clés : Early Warning System, Early Warning score, complications post-opératoires .