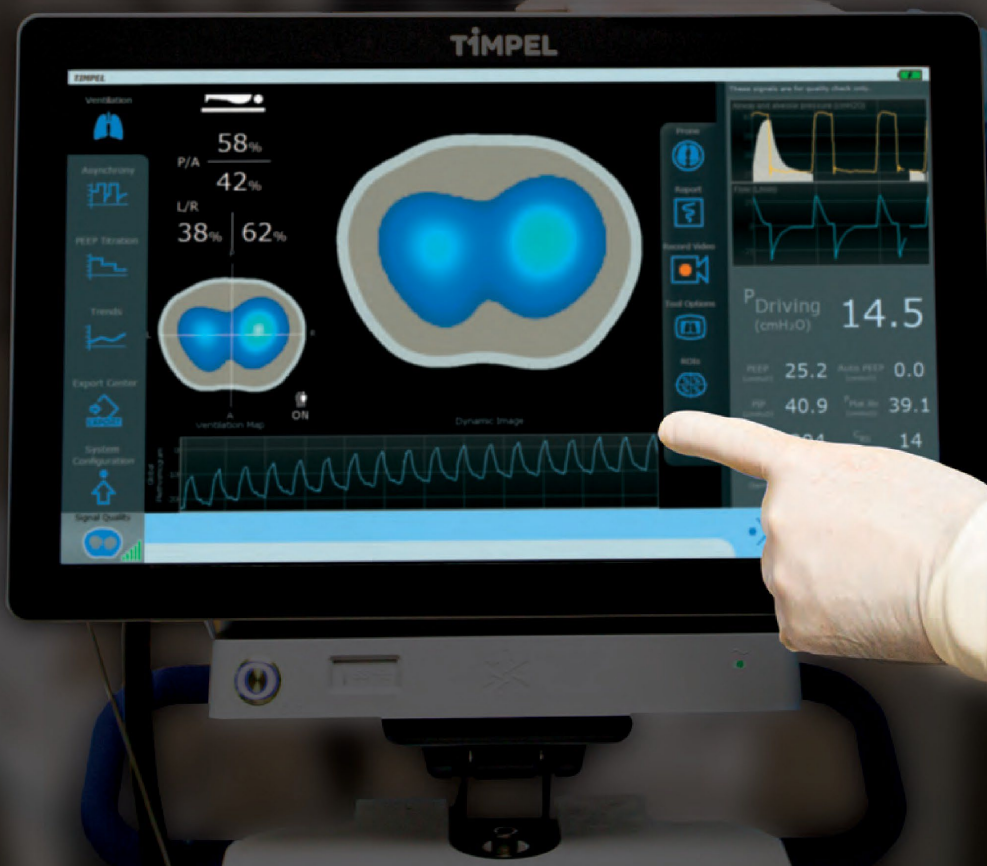


Ne ventilez plus à l'aveugle

Imagerie régionale en temps réel



ENLIGHT 2100

TOMOGRAPHIE PAR IMPEDANCE ELECTRIQUE

Technologie – Tomographie par impédance électrique (EIT)



Navigation dans la brochure

Pour faciliter la navigation et la compréhension de cette brochure, nous avons mis en place des icônes qui correspondent à différents outils et pages ainsi que des codes QR pour lire instantanément des vidéos éducatives complétant les informations.

Technologie

Soins complets

Accessoires

Cas

Ventilation

Tendances

Titration PEEP

Asynchronie

Régions d'intérêt



Codes QR pour les vidéos éducatives



Messages à retenir

ENLIGHT 2100 est un moniteur pulmonaire continu au chevet du patient qui fournit :

- Images fonctionnelles en temps réel des poumons pour les patients adultes, pédiatriques et néonataux
- Informations régionales sur la distribution de la ventilation

Outils cliniques pour :

- Evaluation de la ventilatoire régionale
- Quantification de l'hyperdistension et du collapsus à chaque niveau de PEEP
- Évaluation de l'asynchronie patient-ventilateur
- Analyse et comparaison des dernières 48 heures de l'historique ventilatoire du patient



Comment fonctionne ENLIGHT ?

ENLIGHT crée une carte de résistivité des poumons qui aide le soignant à optimiser la ventilation au chevet du patient. Une ceinture d'électrodes (jusqu'à 32 capteurs) est positionnée autour du thorax du patient.

Le système mesure le changement d'impédance électrique en créant 50 images réelles par seconde.

L'échelle de couleurs va du bleu foncé (régions moins ventilées) au blanc (régions plus ventilées).



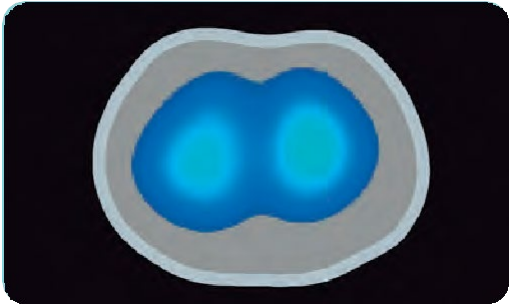
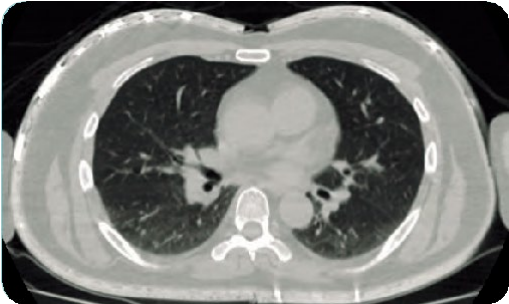
Modèles de distribution de la ventilation

Comparaison avec la tomодensitométrie

Instantané dans le temps	Vidéo en temps réel en continu
Haute résolution spatiale (anatomique)	Haute résolution temporelle (fonctionnelle)
Transport de patients	Chevet
Radiation	Sans rayonnement



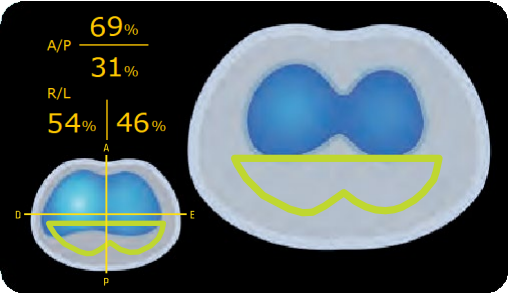
Poumons normaux



Pneumonie lobaire



Effondrement dépendant de la gravité



Exemple de répartition asymétrique de la ventilation sur ENLIGHT et l'image CT du patient. La zone représentée en gris est équivalente à celle en vert : puisqu'il y a un effondrement sur le scanner, il n'y a pas de variation de ventilation (impédance) sur la même région sur les images ENLIGHT.



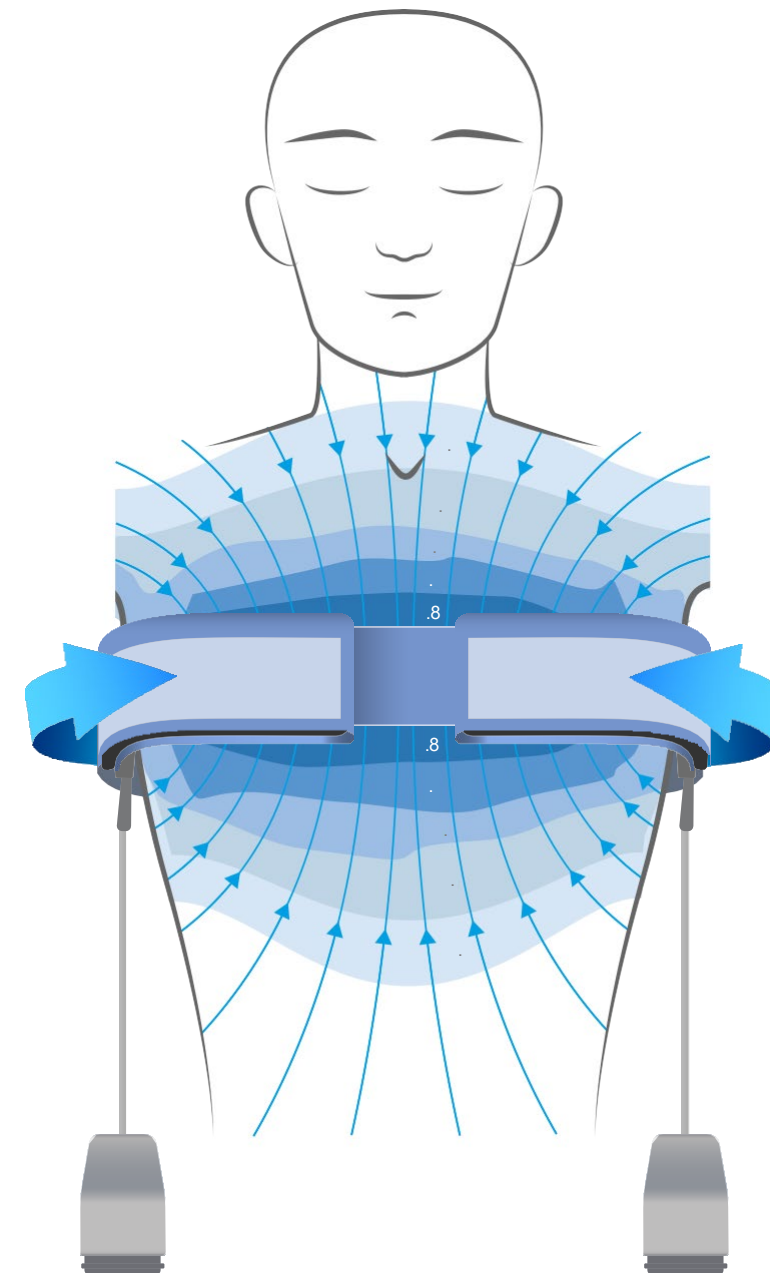
Ceintures

Les électrodes sont intégrées dans les ceintures d'une surface très fine et plane. Elles sont faciles à appliquer et ne nécessitent qu'une légère latéralisation du patient.

Les ceintures pour adultes/enfants sont recouvertes d'Addere, une housse respirante dotée d'un gel intégré, permettant un contact doux et une utilisation jusqu'à 48 heures, sans avoir besoin d'agents de contact supplémentaires.

La ceinture néonatale est dotée d'une couche de gel conducteur, permettant un contact sûr et doux avec la peau.

ENLIGHT dispose de son propre capteur de débit, il peut donc être utilisé avec tous les ventilateurs.



Les ceintures sont positionnées entre les 4^e et 5^e espaces intercostaux, ce qui permet de visualiser une tranche d'environ 15 cm de la zone pulmonaire la plus représentative.

Les principaux outils : Ecran de ventilation



Ventilation / Distribution / Ratios

Affiche les pourcentages de ventilation que chaque région des poumons reçoit, dévoilant des hétérogénéités.

Image dynamique

Image en temps réel de la distribution de la ventilation du patient.

Paramètres ventilatoires

Paramètres ventilatoires précis mesurés par capteur de débit proximal, compatible avec tous les ventilateurs mécaniques, permettant de mesurer en temps réel :

- Pression motrice
- Compliance
- Résistance des voies respiratoires
- AutoPEEP

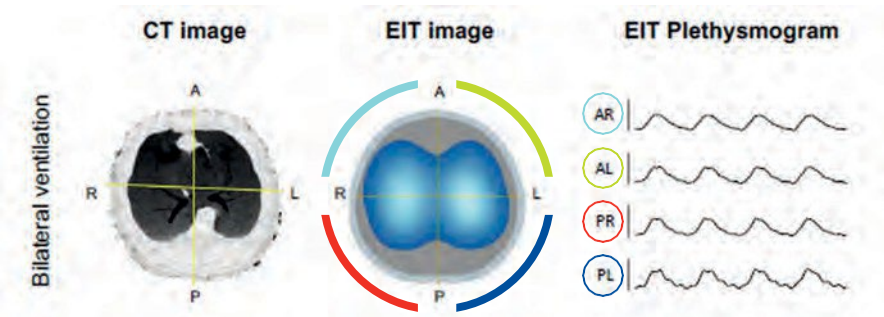
Régions d'intérêt – Surveillance régionale



Exemples illustratifs du comportement du pléthysmogramme dans différents ROI en fonction de différentes situations pulmonaires.

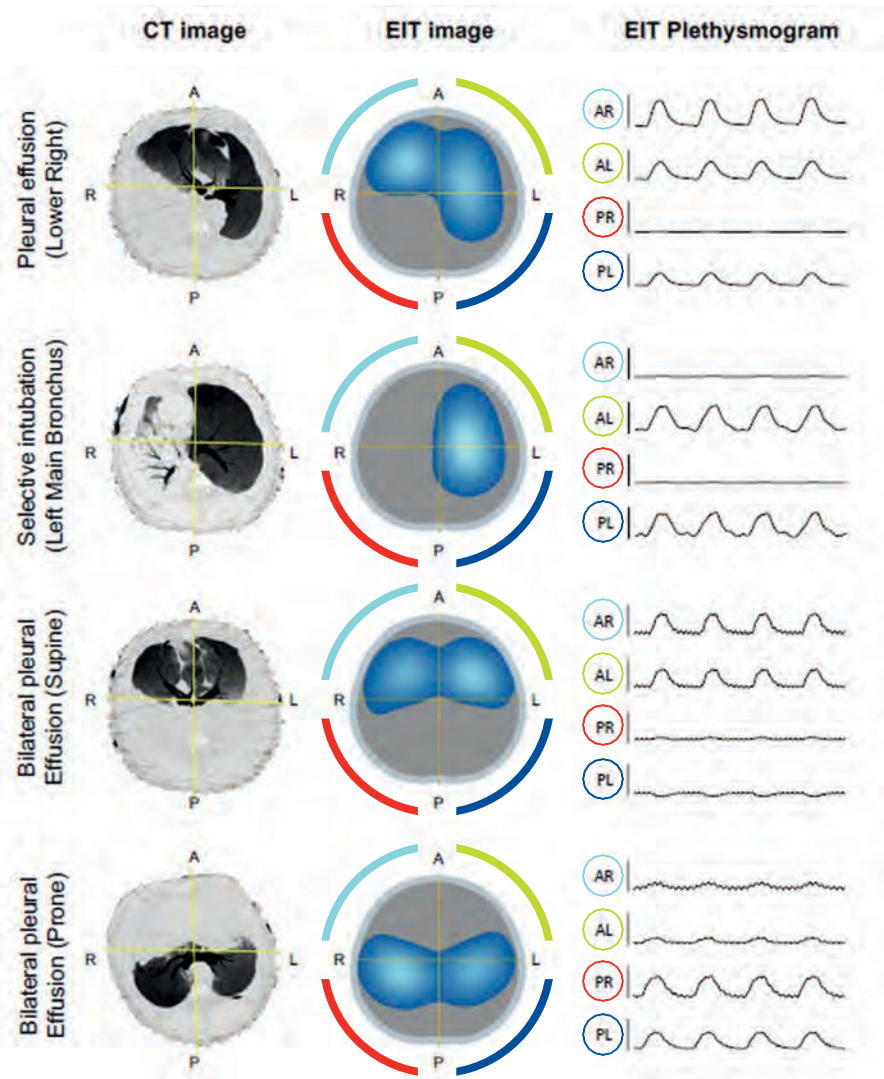
Ventilation symétrique

Amplitude des courbes indiquant une symétrie.
Ventilation dans tous les segments surveillés.



Ventilation asymétrique

Une amplitude de courbes plus faible ou absente indique un manque ou une absence de ventilation dans un segment spécifique.



Carte de distribution de la ventilation

Montre comment l'air est distribué à l'intérieur des poumons et détecte les hétérogénéités de ventilation.

Pléthysmogramme

Indique le volume pulmonaire au fil du temps :

L'amplitude des courbes (TVz) est corrélée au volume courant (VT)

La ligne de base (EELZ) est corrélée au volume pulmonaire expiratoire final (EELV)

Régions d'intérêt (ROI)

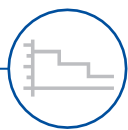
Pour analyser plus en détail la ventilation pulmonaire régionale et les réponses en temps réel dans différentes configurations : A/P, R/L, Quadrants et 4 couches horizontales.

Message à retenir

- ENLIGHT affiche en continu la répartition de la ventilation en temps réel.
- Les changements sont immédiatement détectés, avant même les manifestations cliniques.



Les principaux outils : Titration PEEP



Pléthysmogramme et courbes de pression

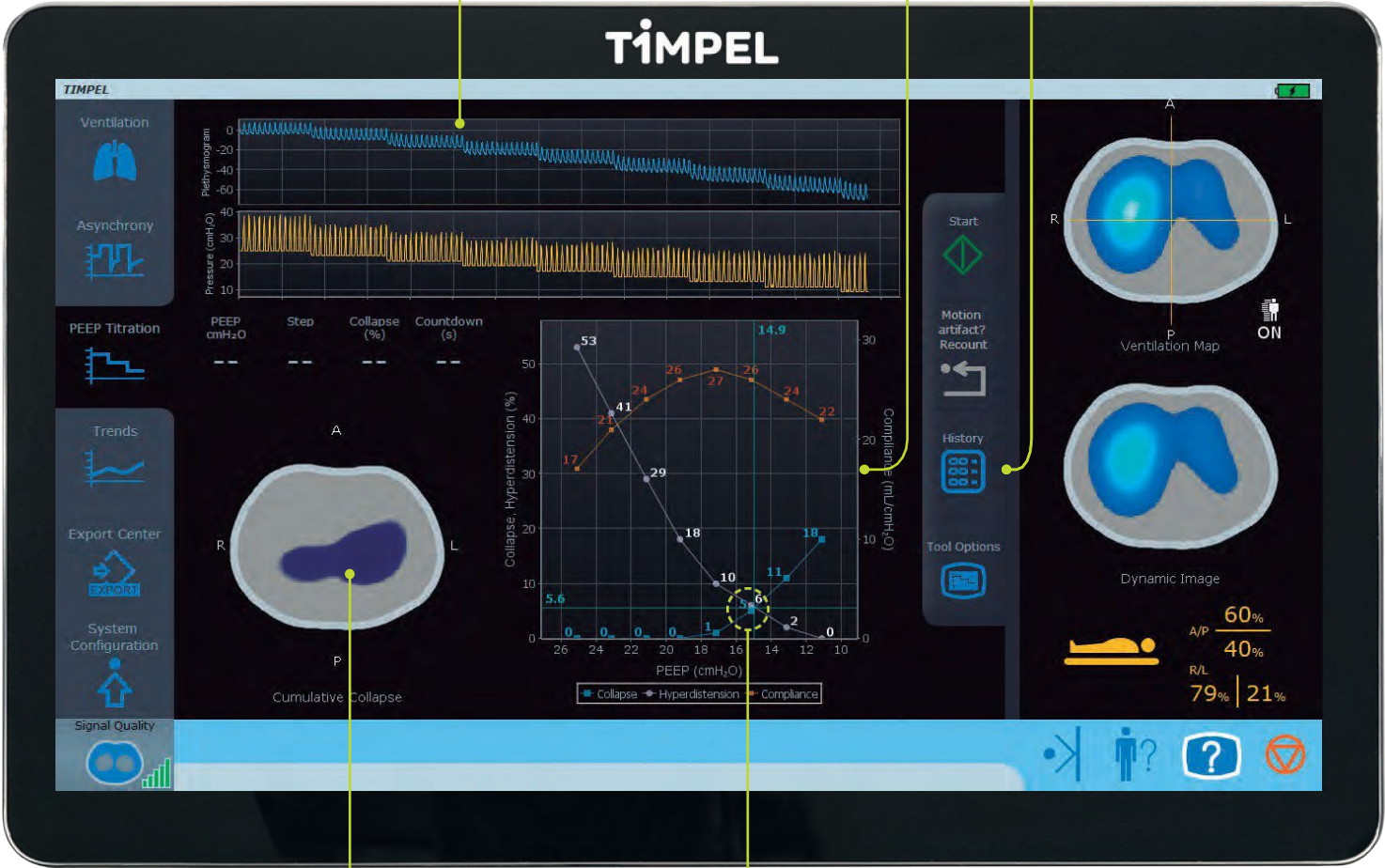
Observation automatique des changements de PEEP.

Graphisme

Surveillance en temps réel de l'évolution de la compliance, de l'hyperdistension et du colapsus.

Historique

Affichage de l'hyperdistension régionale (en blanc) et du colapsus (en bleu foncé) à chaque étape de la PEEP.



Effondrement cumulatif

Comparaison de deux moments différents dans le temps, montrant les changements régionaux de ventilation ou de compliance.

Point d'intersection

Représente la valeur PEEP avec le meilleur compromis d'hyperdistension pulmonaire et de colapsus.

Hypertension (blanc)



Un stress et une déformation élevés indiquent une ventilation accrue des espaces morts.

Colapsus (bleu foncé)



Associé à un risque plus élevé d'atélectasie, le colapsus est une zone où la teneur en air est réduite ou absente, avec par conséquent une compliance plus faible et une oxygénation moins bonne.

Paramètres

PEEP	17.1 cmH ₂ O
Hyperdistension	9 %
Collapse	0 %
Compliance	27 mL/cmH ₂ O

PEEP	15.2 cmH ₂ O
Hyperdistension	5 %
Collapse	6 %
Compliance	27 mL/cmH ₂ O

PEEP	13.1 cmH ₂ O
Hyperdistension	2 %
Collapse	12 %
Compliance	24 mL/cmH ₂ O

PEEP	11.1 cmH ₂ O
Hyperdistension	0 %
Collapse	20 %
Compliance	21 mL/cmH ₂ O

Valeurs de l'hyperdistension, de l'effondrement et de la compliance PEEP pour chaque étape.

Message à retenir

Outil de guidage interactif en temps réel pour individualiser la titration de la PEEP. Fournit à chaque niveau de PEEP % d'hyperdistension et % de colapsus.

*Uniquement pour les patients adultes sans effort respiratoire spontané et sous mode ventilatoire contrôlé

Les principaux outils : les tendances



Graphiques par glisser-déposer

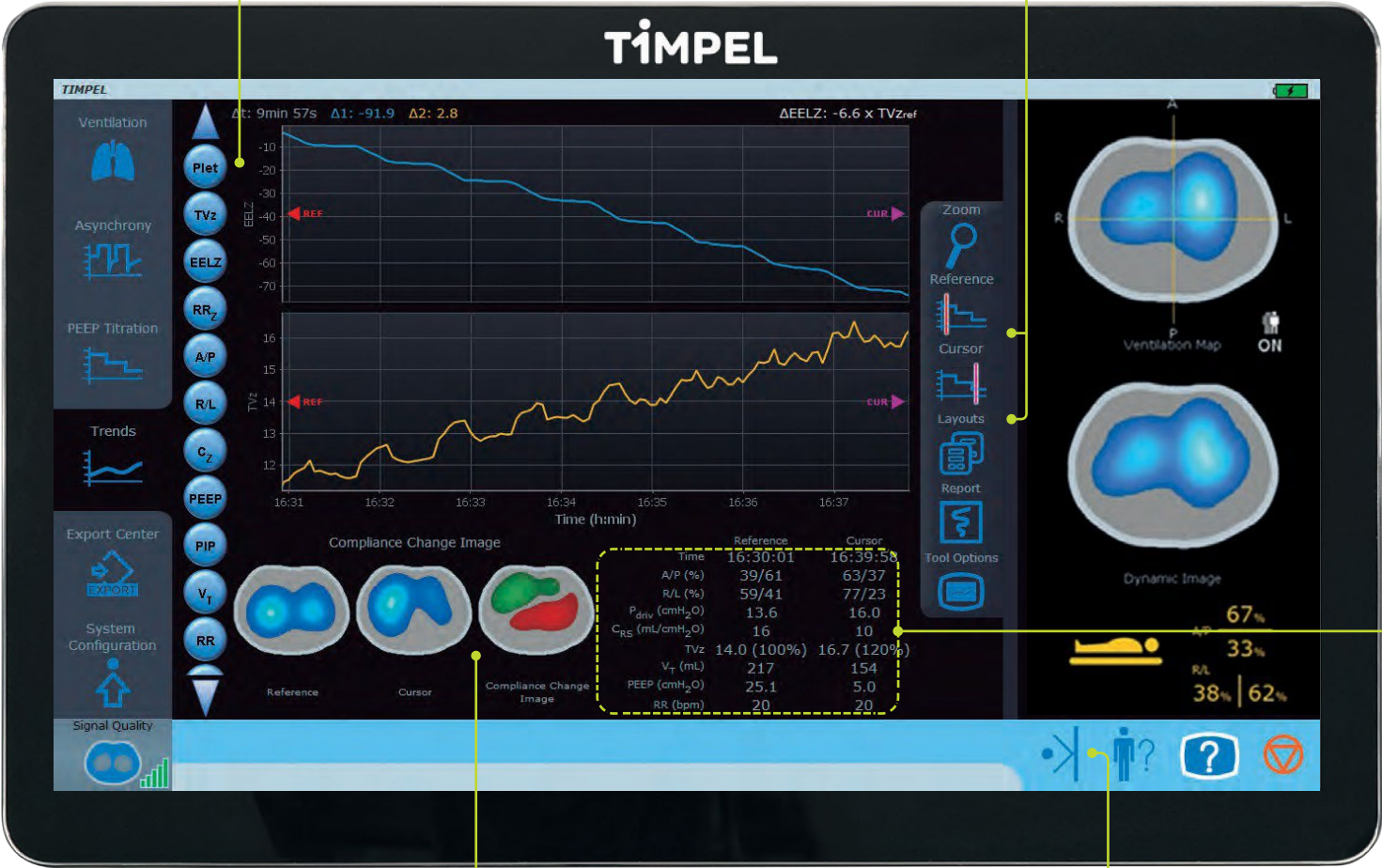
Configuration et comparaison des différents paramètres pour une analyse détaillée des données.

Référence et curseur

Sélection et comparaison de deux moments distincts sur les dernières 48 heures pour observer les variations.

Paramètres de comparaison

Comparaison de chaque paramètre entre la référence et le curseur.



	Reference	Cursor
Time	15:55:26	16:22:07
A/P (%)	54/46	67/33
R/L (%)	36/64	38/62
P _{drv} (cmH ₂ O)	13.3	10.3
C _{RS} (mL/cmH ₂ O)	33	26
TV _z	14.0 (100%)	16.7 (120%)
V _T (mL)	440	256
PEEP (cmH ₂ O)	15.0	12.3
RR (rpm)	20	20

Images de compliance ou de changement de ventilation

Comparaison d'images à deux moments distincts dans le temps, montrant les changements régionaux de ventilation ou de compliance.

Marquage des événements

Il est possible de marquer les événements (aspiration, changement de paramètres...). Les événements sont visibles dans les données de tendances.

Message à retenir

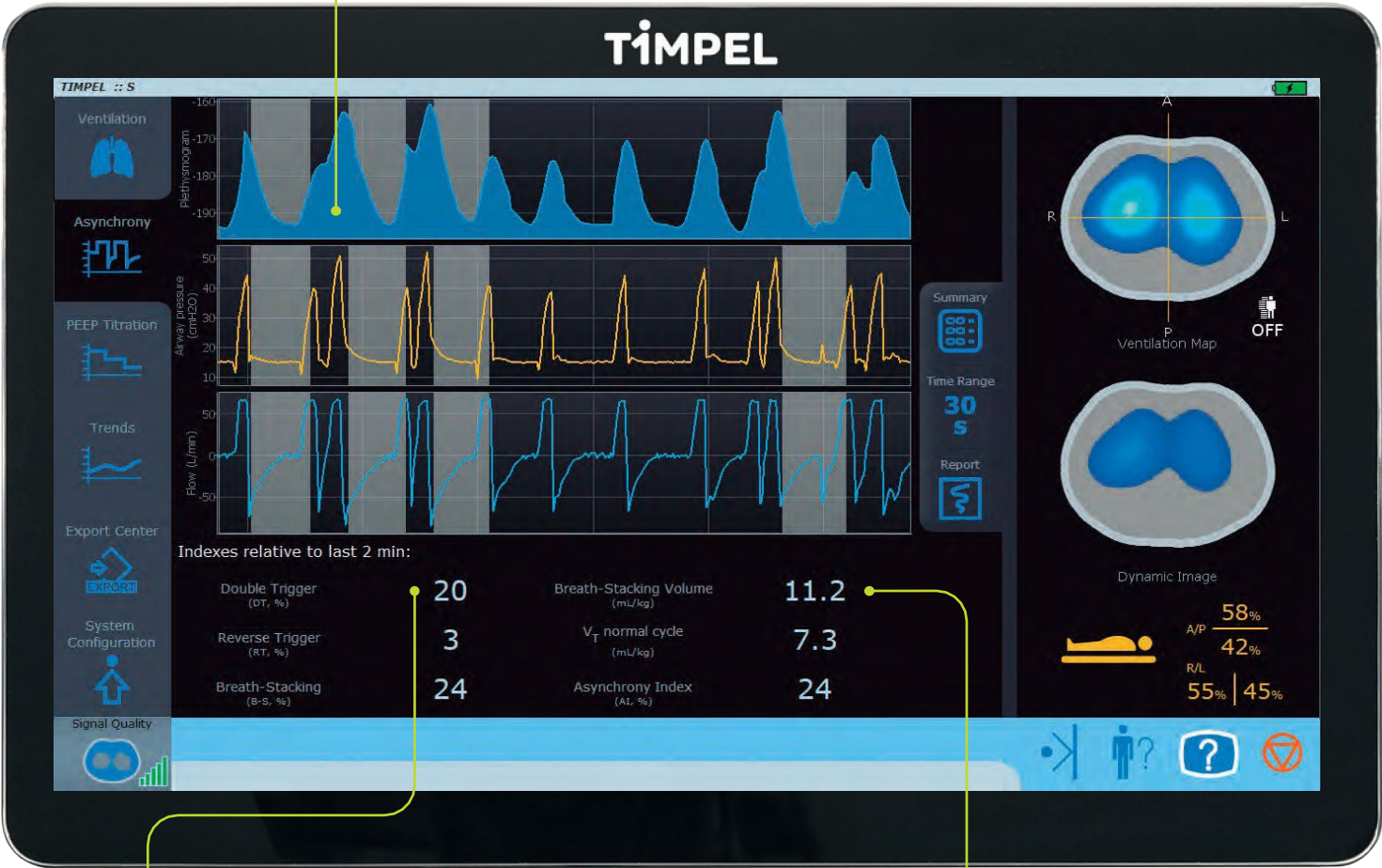
48 heures de données patient pour analyser et faciliter la prise de décision.



Les principaux outils : Outil Asynchronie

Identifie et quantifie l'occurrence des asynchronies patient-ventilateur, en calculant leur pourcentage d'occurrence.

Surbrillance :
sur les cycles avec Breath-Stacking pour aider à visualiser les asynchronies et leur effet sur le volume courant



Indexes:
Montre un pourcentage d'asynchronie sur la dernière fenêtre de 2 minutes, l'index d'asynchronie est associé à une augmentation de la mortalité.

Breath-Stacking Volume:
Mise en évidence de l'évaluation de l'indicateur Volume/KPI pendant les cycles avec Breath-Stacking, en mL/Kg.

Cas 1 R/L Lésion pulmonaire asymétrique et positionnement latéral

Introduction

Etat clinique

- Patient de 60 ans, IMC 35 Kg/m2, DM 2, Syndrome métabolique
- 2 jours de progression de l'insuffisance respiratoire
- Saturation en O2 avant admission 70%
- Admission : NIV PEEP 8 + 8 PS / SpO2 90% sur FiO2 1.0
- Progression de l'insuffisance respiratoire – intolérance à la VNI, épuisement
- Intubé après 2 heures, démarrage du MV-PCV, PEEP10 +20PC, SpO2 95% sur FiO2 1.0
- PaO2/FiO2 initiale 60 mmHg



Figure 1 : Radiographie thoracique à l'admission.

Soins complets

- Évaluation rapide hémodynamique – pas de pathologie, pas de défaillance du VR
- USG – pas de pneumothorax, pas d'épanchement
- FOB – arbre bronchique clair
- CXR – Figure 1

Premier titrage PEEP réalisé avec ENLIGHT

PEEP	Hyperdistension visualisée	Hypertension en pourcentage	Collapsus visualisé	Collapsus en pourcentage	Compliance
1 6		15.5 %		0 %	42.4
14		14.2 %		1.4 %	41.8
1 2		14.8 %		8.8 %	40.7
1 0		13.2 %		10.7 %	38.5
8		12.9 %		17.3 %	37.7

Intervention

Stratégie de positionnement

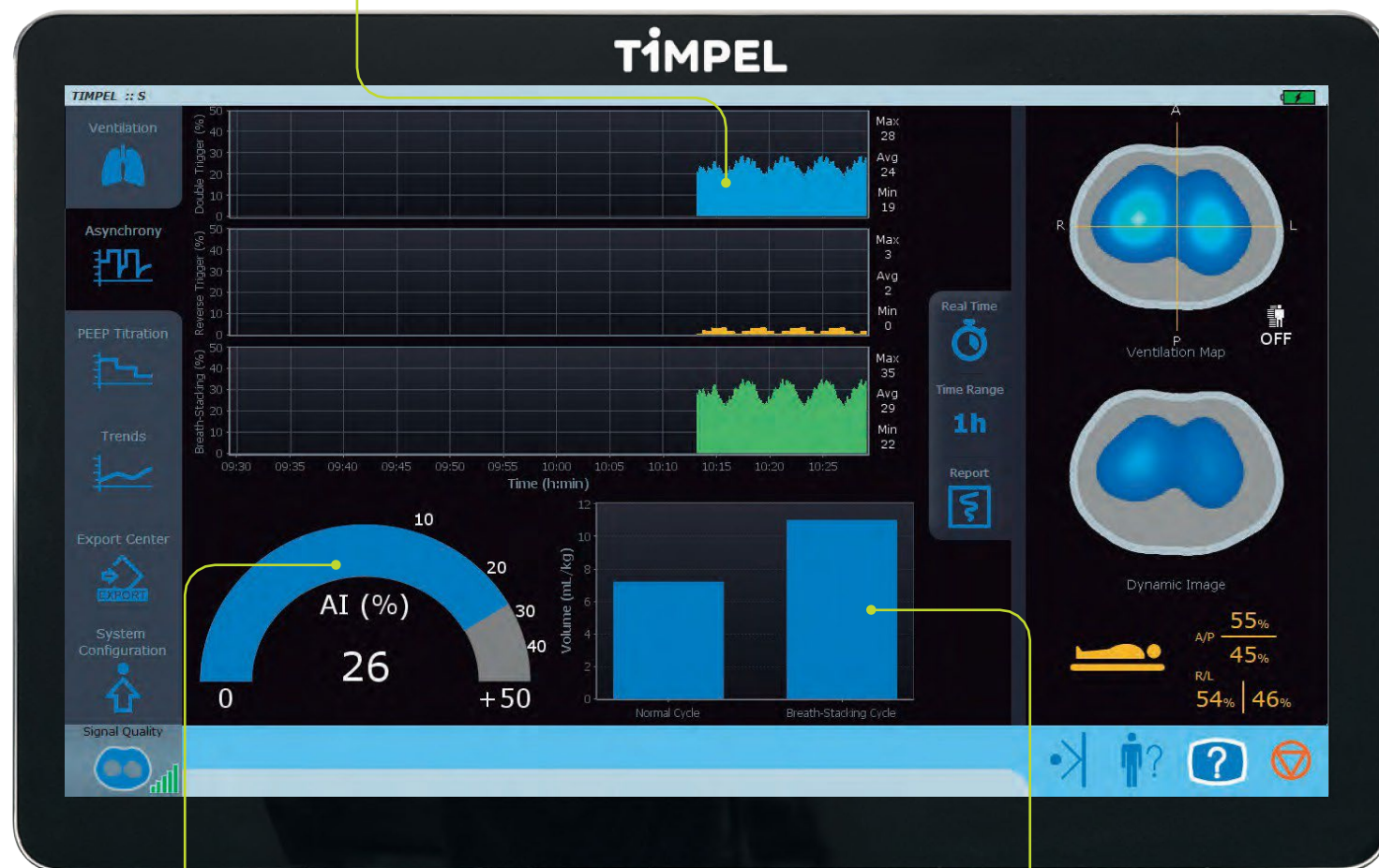
La latéralisation du poumon droit vers le bas réduit l'hyperdistension, améliorant la ventilation.

L'affaissement du poumon gauche vers le haut conduit à l'ouverture des unités collabées, ce qui améliore la ventilation.





6 heures de tendances
d'asynchronies
disponible.



Index d'asynchronisme :

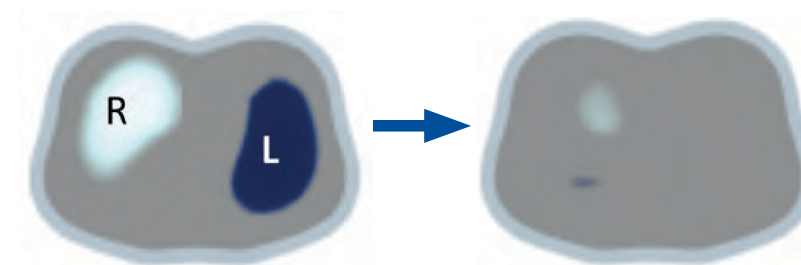
Pourcentage de cycles asynchrones sur
l'intervalle de temps sélectionné.

Breath-Stacking et volume du cycle normal :

Comparaison du volume courant des cycles normaux et des
cycles avec empilement.

Résultats

Comparaison visuelle de l'hyperdistension et du collapsus avec la PEEP réglée à 12
avant et après 15 heures de repositionnement latéral.



Moins d'hyperdistension **- 70 %**
Moins de collapsus **- 51 %**

Deuxième titrage PEEP après 15 heures de PEEP 12

PEEP	Hyperdistension visualisée	Hypertension en pourcentage	Collapsus visualisé	Collapsus en pourcentage	Compliance
16		12.2 %		0.5 %	42.7
14		9.6 %		1.9 %	40.6
12		4.4 %		4.3 %	41.4
10		4.1 %		6.5 %	40.3
8		0.1 %		13.2 %	41.4

Message à retenir

"Avec ENLIGHT, nous avons pu identifier l'asymétrie de
ventilation et individualiser le positionnement (latéral
droit) pour réduire simultanément l'hyperdistension et le
collapsus"

Michal Otáhal, MD., PhD. ICU, Hôpital
Universitaire Général de Prague



Cas 2 - Comparatif entre l'outil de titration ENLIGHT PEEP et le tableau ARDSnet

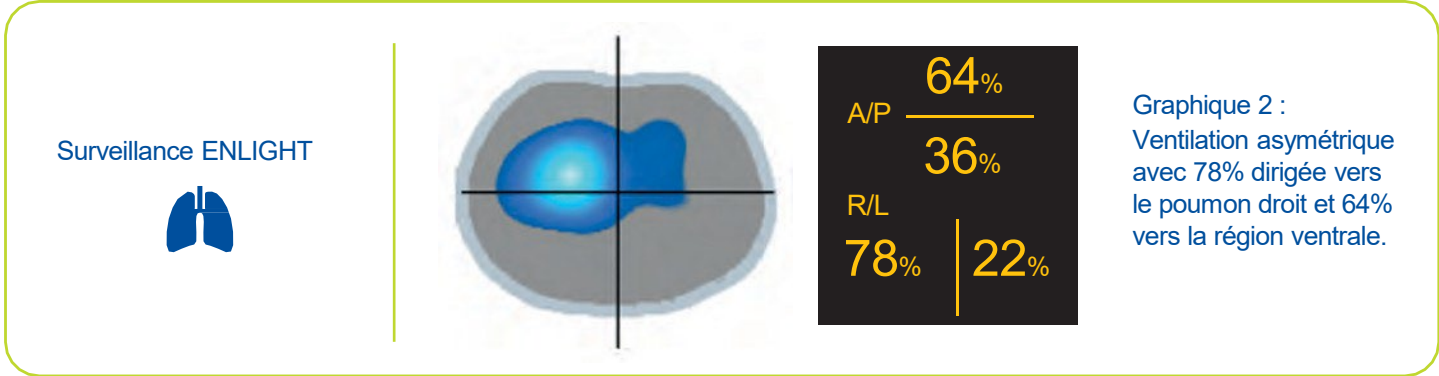
Introduction

- Etat clinique**
- Patient obèse de 24 ans (IMC 36 Kg/m2) sous HDN atteint d'un SDRA.
 - Progression de HDN vers la VNI
 - Progression de l'insuffisance respiratoire → Mise en place de la ventilation mécanique avec PEEP=10cmH2O selon le tableau ARDSnet PEEP/FiO2 faible

- Soins complets**
- Bronchoscopie – arbre bronchique clair
 - Radiographie thoracique (figure 1)
 - La surveillance à l'aide d'ENLIGHT a montré une ventilation asymétrique (Figure 2)



Figure 1 : Radiographie thoracique montrant des infiltrats alvéolaires diffus plus intenses sur le poumon gauche.



Graphique 2 : Ventilation asymétrique avec 78% dirigée vers le poumon droit et 64% vers la région ventrale.

Intervention

L'effet de l'optimisation de la ventilation avec l'outil de titration PEEP ENLIGHT

- Epreuve décrémente de PEEP (Figure 3)
- La PEEP idéale a été identifiée comme le point d'intersection entre le collapsus et l'hyperdistension

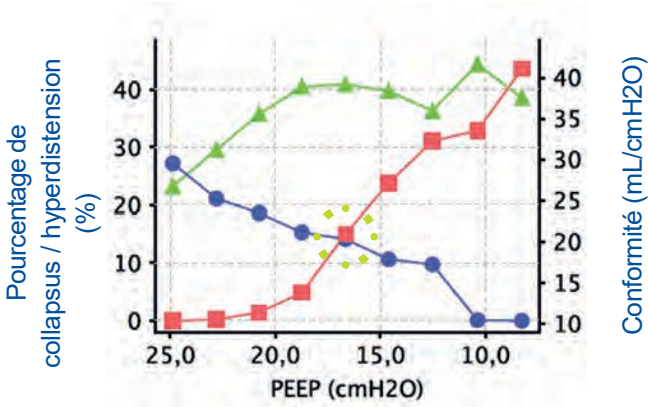


Figure 3: Un titrage PEEP décrémental guidé par EIT (outil de titrage PEEP) a permis d'identifier une PEEP idéale de 17 cmH2O (PEEP_{EIT}).

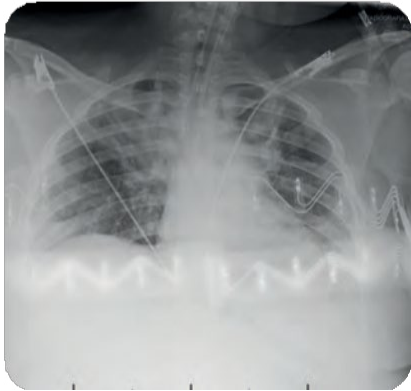


Figure 4 : La radiographie thoracique de suivi du jour 2 a montré une amélioration des infiltrats alvéolaires.

Résultats

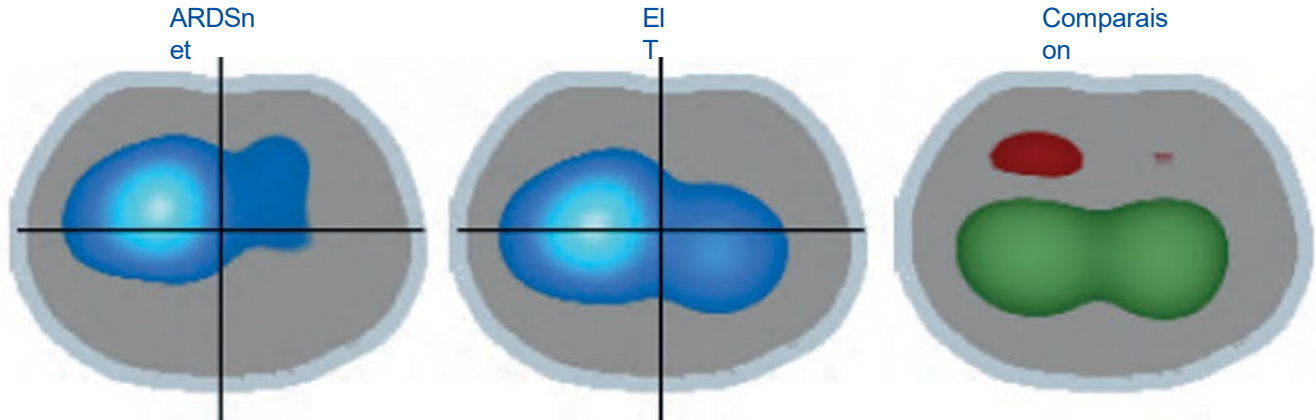


Figure 5 : Visualisation de la compliance entre PEEP ARDSnet et PEEP EIT qui montre une amélioration de la compliance sur la région dépendante (en vert) et, dans une moindre mesure, une diminution de la compliance dans la région ventrale droite (région rouge).

Tableau 1
Comparaison entre PEEP ARDSnet et PEEP EIT en ce qui concerne la distribution de la ventilation (A/P/R/L), la pression motrice, la compliance et le rapport P/F.

	PEEP (cmH ₂ O)	A/P (%)	R/L (%)	Pression motrice (cmH ₂ O)	C _{RS} (mL/cmH ₂ O)	P/F ratio (mmHg)
PEEP _{ARDSnet}	10	64/36	78/22	14.9	26	93
PEEP _{EIT}	17	40/60	68/32	11.5	38	224

Message à retenir

« En utilisant la fonction titration de la PEEP avec ENLIGHT, il a été possible d'identifier le meilleur compromis entre l'hyperdistension et le collapsus, assurant une protection pulmonaire adéquate et améliorant les échanges gazeux »

Prof. Eduardo Costa MD., Ph.D



Cas 3 - Pourquoi s'intéresser à l'asynchronie lors de la ventilation protectrice ?



Introduction

- Etat clinique**
- Patiente 40 ans
 - Insuffisance respiratoire aiguë développée
 - Intubation et ventilation mécanique invasive nécessaires
- Soins complets**
- Ventilation protectrice avec 6ml/Kg
 - PEEP individualisé = 5cmH2O



Intervention

- Changer le mode ventilatoire en PSV
- Augmentation de la PEEP = 8 cm H2O

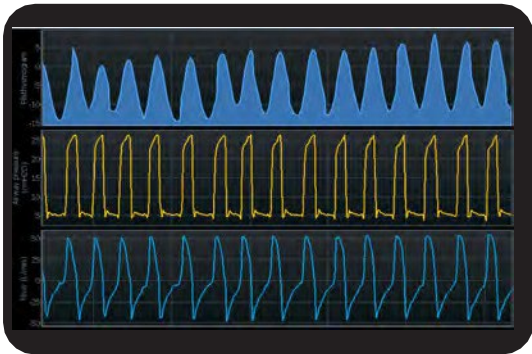


Figure 5 : Pléthysmogramme après les modifications sans autodéclenchement et Breath-Stacking.

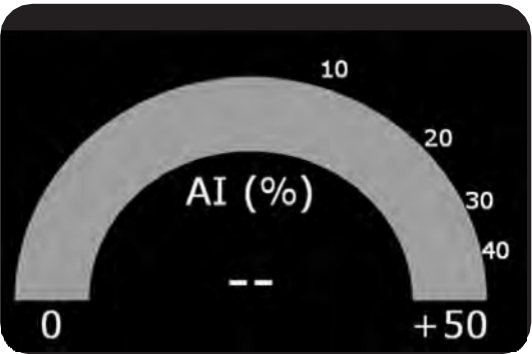


Figure 6 : Après intervention, l'indice d'asynchronisme atteint zéro.

Effets de l'occurrence de l'asynchronie

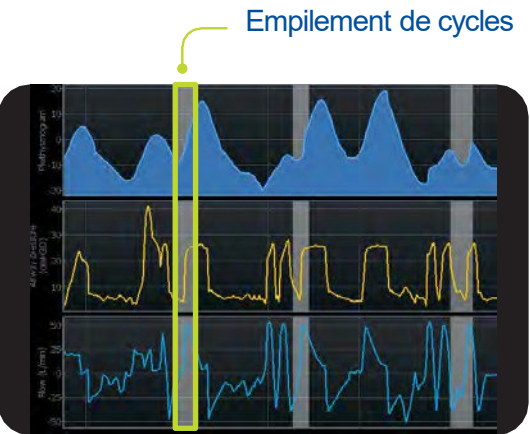


Figure 2 : Présence d'un double déclenchement dans la ventilation initiale.

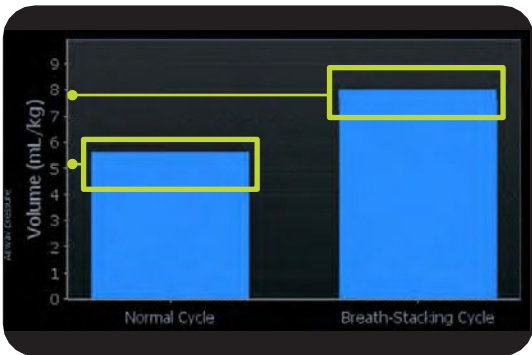


Figure 3 : La ventilation était prévue avec 6 ml/kg, mais le patient recevait 8 ml/kg.

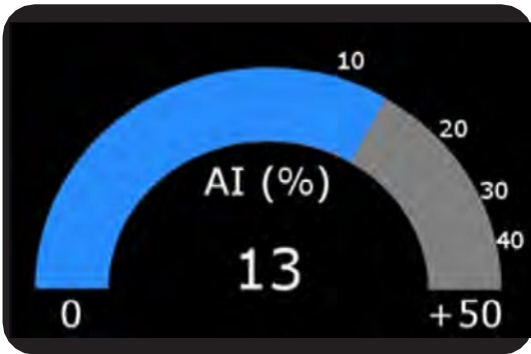


Figure 4 : L'indice d'asynchronie >10 % augmente le risque de mortalité

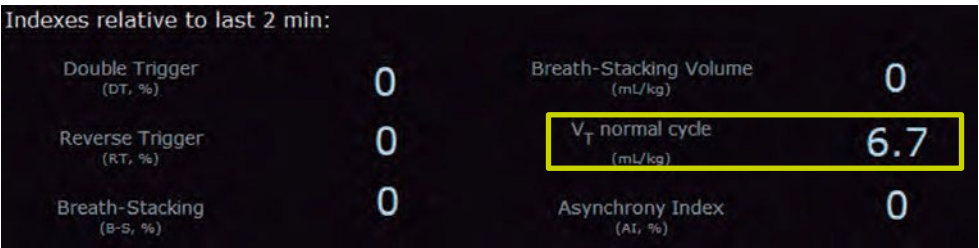


Figure 7 : Après l'intervention, le patient a reçu ce qui était prévu, soit environ 6 ml/kg.

Message à retenir

« Le patient ne recevait pas le volume courant que nous avions prévu. Grâce à ENLIGHT, nous avons eu un retour immédiat et avons pu résoudre le problème.

Prof. Marcelo Amato MD., Ph.D
Respiratory ICU University of Sao Paulo



Cas 4 - Pourquoi prendre en compte les asymétries de ventilation chez les nouveau-nés ?

Introduction

Etat clinique

- 28 semaines d'âge gestationnel
- Jumeau prématuré nouveau-né
- 750g de poids de naissance

Soins complets :

- Ventilation mécanique invasive requise
- Extubation et mise à en place de la CPAP nasale (PEEP 7cmH2O) après 3 jours de ventilation mécanique invasive
- 1 jour après extubation le patient présentait une détresse respiratoire
- La radiographie thoracique a montré une atélectasie dans tout l'hémithorax droit (Figure 2).



Figure 2 : Ventilation asymétrique dans le poumon droit/gauche en décubitus dorsal



Figure 1 : Nouveau-né prématuré sous CPAP nasal et monitoré à l'aide d'une ceinture néonatale pour l'EIT.

Surveillance ENLIGHT :

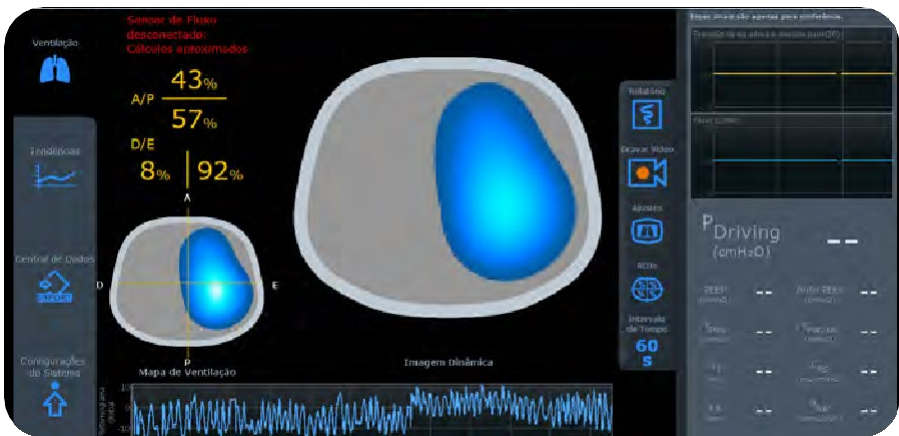


Figure 3 – Carte de ventilation montrant la prédominance de la ventilation du poumon gauche.

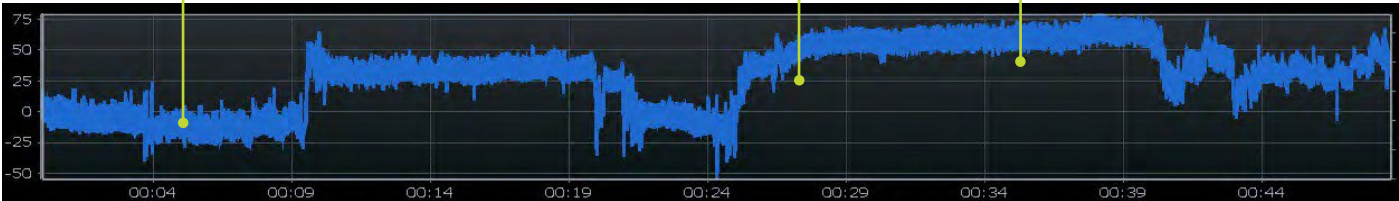
Ecran Tendances : changements de positionnement et de paramètres

Intervention

Augmentation de la PEEP à 9cmH2O sans changement significatif au départ.

En décubitus dorsal, ventilation non invasive masque avec PEEP 9cmH2O et P_{insp} 21cmH2O, montrant un gain d'aération.

Nouvelle augmentation de l'aération, maintien du mode ventilatoire dans les escarres latérales gauches.



Nous avons décidé de ré-intuber le patient. Mais...

En quelques minutes, le patient a présenté l'équilibre dans la répartition de la ventilation du au recrutement de l'atélectasie (Figure 5), à la réduction des signes d'effort respiratoire et au maintien du bébé sous ventilation non invasive.

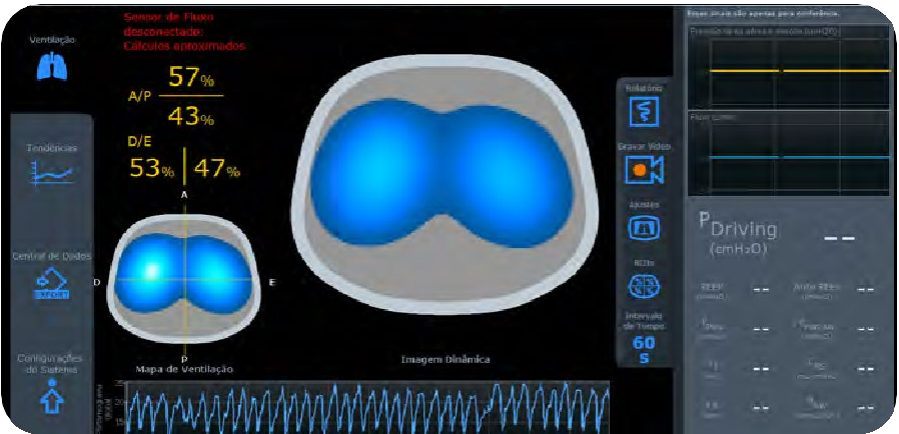


Figure 5 : La carte régionale de la ventilation montre la distribution normale de la ventilation après environ 50 minutes de surveillance sous EIT.

Message à retenir

« Il n'y a pas de place pour les essais et les erreurs avec les nouveau-nés. Nous avons toujours cherché à voir clairement et à avoir un retour immédiat de l'impact de nos décisions sur leurs poumons. La surveillance avec ENLIGHT a permis d'éviter la réintubation et de minimiser les risques de complications avec des conséquences potentielles à vie.

Principaux outils : Caractéristiques



Poids	Moins de 12,5 kg (< 38kg avec le chariot)
Dimensions sans accessoires	Moins de 350 x 470 x 150 mm
Tension nominale d'alimentation principale	100 - 240V (interrupteur automatique)
Gamme de fréquences d'alimentation principale	50/60Hz
Consommation d'énergie maximale pendant le fonctionnement	60W
Consommation d'énergie en général, pendant le fonctionnement	45W
Batterie de secours	30 minutes
Consommation de courant	0,6 A maximum à 100 V ; 0,3 A maximum à 230 V
Fréquence d'images (résolution temporelle)	50 images par seconde
Fréquence du courant d'alimentation	125kHz
Les informations affichées sont les suivantes :	<ul style="list-style-type: none">• Écran de ventilation : images avec une résolution spatiale de 32x32 pixels sous forme d'image dynamique, de carte de ventilation et de rapports de distribution (% de variation) en fonction de la position du patient, pléthysmogramme global et régional indiquant le volume courant régional et ligne de base indiquant EELZ, courbes et paramètres ventilatoires, y compris le calcul automatique et en temps réel de la pression motrice• Titration PEEP : compliance, quantification de l'hyperdistension et du collapsus• Calcul automatique de l'indice d'asynchronie et du volume d'empilement de cycles• Identification en temps réel des cycles de Breath-Stacking
Caractéristiques supplémentaires	<ul style="list-style-type: none">• 50 images par seconde• Le même dispositif peut être utilisé pour tous les types de patients : néonataux, pédiatriques et adultes• Détection d'électrodes desserrées avec indication de leur position en temps réel• Détecteur d'artefacts de mouvement• Indicateur de qualité du signal à cinq niveaux• Évaluation et extraction du signal cardiaque• Tous les paramètres des dernières 48 heures sont disponibles sur l'écran des tendances pour une analyse rétrospective• Marquage d'événements• Enregistrement et exportation des données intégrés à l'appareil• Port USB• Port Ethernet• Portable ou mobile lorsqu'il est sur chariot.
Affichage et interface utilisateur	Au moins 18,5 pouces, 1366x768 pixels, écran couleur de qualité médicale avec toutes les fonctions accessibles avec un contrôle entièrement tactile. Partage d'écran avec le réseau via un port Ethernet.
Certification	CE - MDR 2017/745
Référence	TPL-E2100-1 (ENLIGHT 2100)



Références

- Costa, E.L.V., et al, Estimation au chevet du collapsus alvéolaire et de l'hyperdistension recrutables par tomographie par impédance électrique. Soins intensifs Med (2009) 35 :1132-1137
- Pereira, S.M., et coll. ; Les réglages individuels de pression positive en fin d'expiration optimisent la ventilation mécanique peropératoire et réduisent l'atélectasie postopératoire. Anesthésiologie 2018 ; 129:1070–1081
- Florio, G. et coll. ; Une équipe de sauvetage pulmonaire améliore la survie en cas d'obésité avec syndrome de détresse respiratoire aiguë. Soins intensifs 2020 ; 24:4
- Mlcek, M., et coll. Le positionnement latéral ciblé diminue le collapsus pulmonaire et la surdistension dans le SDRA associé à la COVID-19. BMC Pulm Med (2021) 21 :133



TIMPEL
PRECISION VENTILATION

*Les cas cliniques ne sont que des exemples illustratifs de l'utilisation d'ENLIGHT.
Ils ne servent pas de lignes directrices cliniques ou de recommandations de procédures
opératoires normalisées.