

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG
Année 2025 - 2026

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

Identification et épidémiologie descriptive des Artéfacts de l'EtCO2 peropératoires en chirurgie non cardiaque dans les entrepôts de données du CHU de Lille, une étude prospective monocentrique.

Présentée et soutenue publiquement le 12 décembre 2025
à 18 :00 au pôle formation de la faculté de Médecine de Lille

Par Gaëtane PARJADIS de LARIVIERE

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Benoît TAVERNIER

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Mouhamed D.MOUSSA

Madame le Docteur Thelma DOPPIA

Monsieur le Docteur Alexandre BOURGEOIS

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Christophe HUZ

Avertissement

AVERTISSEMENT L'université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Sigles

AIMS	<i>Anesthesia Information et Management System</i>
AOMI	Artériopathie Oblitérante des Membres Inferieurs
ARS	Agence Régionale de Santé
ASA	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
AVC	Accident Vasculaire cérébral
BPCO	Bronchopathie Chronique Obstructive
CCAM	Classification Commune des Actes Médicaux
CERAR	Comité d'éthique de la Recherche en Anesthésie Réanimation
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIM	Classification Internationale des Maladies
CMD	Catégorie Majeure de Diagnostic
CNIL	Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
CO₂	Dioxyde de Carbone
DGF	Pression partielle alvéolaire en dioxyde de carbone CO ₂
DIM	Pression partielle alvéolaire en dioxyde de carbone CO ₂
DPO	<i>Data Protection Officer</i> / Délégué à la Protection des Données
EDS	Entrepôt de Données de Santé
EtCO₂	<i>(End Tidal CO₂)</i> : concentration en dioxyde de carbone mesurée en fin d'expiration
HTA	Hypertension Arterielle
IA	Intelligence artificielle
IC	Intervalle de Confiance
IC95%	Intervalle de confiance a 95%
MmHg	Millimètre de mercure

MTEV	Maladie Thrombo-embolique Veineuse
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PACO₂	Pression partielle alvéolaire en dioxyde de carbone
PetCO₂	<i>Pressure End Tidal CO₂</i> : concentration en dioxyde de carbone mesurée en fin d'expiration. Equivalent d'ETCO ₂
PaCO₂	Pression partielle artérielle en dioxyde de carbone
PMSI	Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information
Q1 ; Q3	Premier quartile ; troisième quartile
Qc	Débit cardiaque
RGPD	Règlement Général de la Protection des Données
SGBD	Système de Gestion de Bases de Données
SGIA	Système de Gestion des Informations en Anesthésie
VA	Ventilation alvéolaire
VCO₂	Production de CO ₂
WHO	<i>World Health Organization</i> (voir OMS)

Sommaire

Table des matières

Avertissement.....	2
Remerciements	Erreur ! Signet non défini.
Sigles.....	4
Sommaire	6
Introduction.....	8
1 Introduction générale et contexte	8
2 Les artéfacts.....	10
2.1 Définition de l'artéfact.....	10
2.1.1 Les artéfacts techniques / liés aux équipements :.....	12
2.1.2 Les artéfacts physiopathologiques.....	12
2.1.3 Les artéfacts liés à la ventilation	12
2.2 Impact des artéfacts dans la recherche.....	13
2.3 Méthode pour minimiser l'effet de l'artéfact.....	14
3 La capnie.....	16
4 Objectif de l'étude.....	25
Matériel et méthodes	26
1 Design de l'étude.....	26
1.1 Type d'étude.....	26
1.2 Population de l'étude	26
2 Patients et données.....	26
2.1 Recueil des données	26
2.2 Caractéristiques des patients	27
3 Analyse de données	28
4 Analyse statistique.....	29
4.1 Analyses univariées.....	29
5 Cadre réglementaire.....	29
Résultats.....	30
1 Flowchart.....	30
2 Description des patients à l'inclusion.....	31
3 Analyse descriptive des artéfacts	33
3.1 Analyse approfondie de la catégorie 9 « autre raison ».....	38

Discussion	42
1 Principaux résultats	42
2 Discussion des résultats	42
3 Discussion de la méthode	43
3 Perspectives	44
Conclusion.....	45
Liste des figures et des tableaux et des tableaux	46
Références	47
Annexe 1	53
Annexe 2	54
Annexe 3	55
Annexe 4	56
Annexe 5	57
Annexe 6	58

Introduction

1 Introduction générale et contexte

L'accès à l'informatique s'est développé depuis la fin du XX^{ème} siècle et les établissements de santé ont vu s'élargir la digitalisation de leurs informations, notamment des données de santé : cette centralisation a eu pour principal effet de faciliter leur maniement.

Les données de santé concernées sont protégées par la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des Libertés) qui fait respecter le Règlement Général de la Protection des Données (RGPD) dans la sphère européenne et la loi Informatique et liberté qui fait foi en France [1,2]. Elles correspondent à :

[Toutes les] « Données à caractère personnel relatives à la santé physique ou mentale d'une personne physique, y compris la prestation de services de soins de santé, qui révèlent des informations sur l'état de santé de cette personne »

Article 4, § 15 du RGPD

Concernant l'utilisation que nous pouvons en faire dans la pratique courante, le RGPD précise que :

« Les catégories particulières de données à caractère personnel [...]ne devraient être traitées qu'à des fins liées à la santé, lorsque cela est nécessaire [...] dans l'intérêt des personnes physiques et de la société [...] à des fins archivistiques dans l'intérêt public, à des fins de recherche scientifique ou historique ou à des fins statistiques, sur la base du droit de l'Union ou du droit des États membres qui doit répondre à un objectif d'intérêt public, [...]. »

Article 89 § 53 du RGPD

Au cours d'une anesthésie générale, la loi française impose la surveillance des patients selon des modalités inscrites dans le code de la santé publiques [3]. Pour cela nous utilisons des dispositifs de surveillance continue des paramètres vitaux (des scopes), ainsi que des machines de ventilation mécanique (des respirateurs) parmi beaucoup d'autres. Ce matériel, en plus de nous communiquer les informations au lit du patient, les trie et les envoie dans des Entrepôts de Données de Santé (EDS) gérés par des Systèmes de Gestion des Informations en Anesthésie (SGIA). Ces données stratégiques sont gérées en interne par un comité de pilotage (chargé des objectifs stratégiques et scientifiques) et un comité scientifique et éthique (qui évalue et gère l'utilisation des données de l'entrepôt). [4]

Dans les différents blocs opératoires du CHU de Lille, le recueil des constantes est fait automatiquement et elles sont informatisées au moyen d'un logiciel spécialisé en traitement des données informatiques en anesthésie : *DIANE ANESTHESIE*, du groupe *BOW MEDICAL* (une copie d'écran représentant une vue peropératoire est fournie en annexe 1). Cet outil correspond à un dossier d'anesthésie dématérialisé : il centralise les données depuis le respirateur et le scope comme le niveau de pression artérielle lors de l'intervention, la saturation pulsée en oxygène, la fréquence cardiaque, ...

Le recueil et le traitement de ces informations est source d'artéfacts qui peuvent être définis tels que :

« L'aspect artificiel d'un processus ou d'une formation biologique, donnant une image inexacte, mais constante, due à l'imperfection des techniques employées »

Dictionnaire de l'Académie Française, édition 2024 [5]

Nous dégageons ici une problématique récente et capitale, celle de la gestion des artéfacts lors du traitement et de l'enregistrement des dossiers d'anesthésie dans des banques de données.

2 Les artefacts

2.1 Définition de l'artefact

Depuis l'avènement de l'informatique, les dossiers médicaux sont passés progressivement d'un format papier à des fichiers informatisés permettant de centraliser les informations et d'avoir des données retranscrites fiables. Gravenstein et al rappellent que le dossier médical joue un rôle pivot dans le parcours du patient : c'est un journal de bord pré, per et post opératoire. [6] Ces informations collectées automatiquement sont enregistrées dans les systèmes de gestion des informations en anesthésie (SGIA) et permettent de tenir à jour les dossiers médicaux des patients, de faire des audits de qualité et de la recherche clinique.

Des études ont comparé la qualité des données recueillies manuellement et automatiquement au cours d'anesthésies générales. Leurs auteurs ont dégagé que ces dernières étaient plus précises et plus complètes mais ils soulignent qu'elles pouvaient malgré tout comporter des erreurs [7–9]. Bien qu'ils apparaissent comme avantageux, Simpao et son équipe Nord-américaine décrivent la mauvaise sensibilité que peuvent présenter les dossiers informatisés lorsqu'il s'agit de rapporter des événements nécessitant une intervention humaine dans les situations critiques. Cette tendance reste valable si les anesthésistes révisent le dossier à posteriori : cela laisse supposer que bon nombre d'événements critiques reste sous-estimé car non remontés par les dossiers automatisés [10].

Comme dit précédemment, le système d'enregistrement des informations archive les données physiologiques et trace leurs tendances : ce rôle est d'autant plus important lors de situations non anticipées. En effet le rôle de l'anesthésiste au bloc opératoire est de compléter ce dossier médical ainsi que d'assurer la sécurité du patient. Dans une situation d'urgence, le clinicien priorisera naturellement le patient, souvent au détriment du dossier médical.

Ce recueil per procédure automatisé permet de sauvegarder la quantité et la qualité des données relatives au patient et aux médicaments utilisés et de produire *in fine* un document lisible et complet. Il permet de s'affranchir d'une éventuelle retranscription a posteriori qui pourrait constituer un biais de mémoire [11,12]. La valeur des études cliniques menées à partir de base de données dépend naturellement de la qualité des données utilisées.

L'utilisation de ces bases de données d'anesthésie est de plus en plus fréquente, car elles sont de plus en plus vastes, et nombreuses [13]. C'est une opportunité pour les études rétrospectives en recherche clinique qui se sont développées de façon exponentielle ces dernières années, car en plus de pouvoir améliorer la prise en charge anesthésique, elles permettent de répondre à de nombreuses questions cliniques et de générer des pistes de recherche [14–17]. Par exemple, si une étude s'intéresse à la capnographie des patients opérés, elle pourra aller piocher cette information dans l'ensemble des dossiers sauvegardés dans les EDS et ainsi avoir accès à autant de dossiers que d'interventions enregistrées. Le crédit des études dépend de la qualité et de la quantité des informations disponibles, qui doivent être fiables et cohérentes.

Ces données physiologiques comportent invariablement des artefacts, qui sont des valeurs aberrantes et sans substrat clinique, enregistrées au cours bloc opératoire. Comme le rappellent Kool, Hoorweg et al, ils posent comme problème principal de pouvoir influencer les résultats de la recherche s'ils ne sont pas détectés et neutralisés surtout s'ils constituent des biais en étant associés à un certain type de patient ou de moment dans la chirurgie [9,18,19].

De nombreuses définitions ont été proposées pour décrire les artefacts, sans qu'elles ne soient ni consensuelles, ni tout à fait tranchées. Certains auteurs donnent des définitions empiriques de ce que serait un artefact selon les valeurs étudiées. Ces définitions sont subjectives, décrites comme des « valeur en dehors des normes physiologiques plausibles » ou « variant de tant de pourcentage par rapport à la précédente valeur » ou « peu probable selon l'anesthésiste sur place » [18–20] ou encore des valeurs « nécessitant un traitement urgent » ou « qui feraient s'inquiéter le personnel sur place » [21]. Ces définitions souvent arbitraires rendent difficile l'accord entre auteurs nécessitant parfois jusqu'à trois experts [21].

Pour notre étude, nous avons choisi de détailler les artefacts affectant le Dioxyde de Carbone expiré (PetCO₂), les origines des artefacts peuvent être nombreuses, et nous les avons divisées en trois catégories [21–26] :

2.1.1 Les artéfacts techniques / liés aux équipements :

- Anomalie de la connectique, déconnexion de la cellule d'analyse de la PetCO₂ ou du ventilateur. Anomalie de la mobilité des valves du respirateur, défaillance du capteur ou du circuit de mesure de la PetCO₂ [22].
- Accumulation d'eau ou de matière dans le circuit vers la cellule d'analyse de la PetCO₂ [27], obstruction du tube endotrachéal, perforation de la sonde d'intubation ou du circuit d'analyse des gaz
- Mobilisation involontaire des capteurs.
- Panne de courant électrique du ventilateur.
- Artéfact causé par utilisation d'une pince monopolaire [28]
- Avec un système d'analyse de CO₂ par flux secondaire, des paramètres peuvent conduire à une distorsion du profil de CO₂ expiré :
 - Un débit expiratoire faible ou un cathéter long favorisent les turbulences du gaz dans la connectique.
 - Le CO₂ acheminé peut être dilué dans le gaz vecteur. Il faut que le débit d'air pour l'échantillonnage soit inférieur au débit expiratoire pendant 90% du temps expiratoire.
 - Profil de concentration du CO₂ peut être modifié par les modalités de fonctionnement de la cellule d'analyse de CO₂ : selon la vitesse de nettoyage de la cellule d'analyse du CO₂ un plateau peut être généré là où il n'existait pas et inversement on peut ne pas retrouver de plateau alors que ce dernier existe vraiment.

2.1.2 Les artéfacts physiopathologiques

- Intubation œsophagienne [29,30], intubation sélective [31],
- Bronchospasme

2.1.3 Les artéfacts liés à la ventilation

- Reprise d'une Ventilation spontanée
- Ventilation uni pulmonaire
- Nécessité d'une nouvelle curarisation [23]
- Apnée, Hypo ou hyperventilation.

2.2 Impact des artefacts dans la recherche

Ces valeurs inattendues ne sont pas nuisibles au cours de l'anesthésie car elles sont instantanément identifiées comme étant des artefacts. Néanmoins une relecture de ces données à posteriori ne pourrait pas permettre d'affirmer qu'une valeur est en réalité un artefact [18,20,32]. Par exemple une valeur de capnie nulle à l'induction pourrait être interprétée à *posteriori* comme un défaut d'intubation alors qu'il s'agirait d'un défaut de branchement du capteur de capnographie. Nous faisons ressortir ici le problème de la fiabilité des informations que nous pouvons récupérer sur les bases de données. Ainsi avant d'utiliser les données brutes des SGIA, les chercheurs devraient pouvoir s'enquérir des méthodes de gestion des artefacts utilisées sur les données [20].

La recherche s'appuyant sur des bases de données doit utiliser des informations de qualité, Kilkenny MF et al l'expliquent en reprenant le concept de « garbage in, garbage out » qui pourrait se traduire par « les déchets qui entrent donnent des déchets à la sortie ». [33] C'est-à-dire que des travaux (d'amélioration du parcours de soin, d'organisation des soins, d'optimisation des ressources et d'amélioration des prises de décisions cliniques et institutionnelles) conduits sur des données fardées d'artefacts seraient eux aussi entachés d'erreurs.

Il est tout à fait probable que des études aboutissent à des résultats non concluants à cause d'artefacts qui viendraient grever les bases de données et fausser les calculs statistiques [34]. Ceci a été mis en évidence dans une étude de Pasma et al qui retrouvent qu'en utilisant différentes méthodes pour filtrer les artefacts d'une base de donnée, ils obtenaient différentes réponses à une même interrogation [20].

Dans une base de données la prévalence des artefacts dépend du type de patient, du type d'intervention, de la quantité des mesures faites, de la nature, de la précision, de la définition de la variable et de la manière dont les données sont transformées lors de leur enregistrement [18,20]. Au sein d'une population d'étude, les artefacts peuvent donc constituer des biais de classification. Dans une étude de Hoorweg et al, étudiant la distribution et la fréquence des artefacts en anesthésie pédiatrique, ils ont établi que ces derniers pouvaient représenter jusqu'à 7,5 % des données sur l'EtCO₂ et 7,3% des données sur la pression artérielle sanglante, mais seulement 1,3% des valeurs de SpO₂ enregistrées [19]. Ils survenaient surtout lors des phases d'induction et de réveil

des anesthésies générales. Selon les études et les variables, l'incidence des artéfacts oscille de 0 à plus de 37% [19,21,35].

Une telle prévalence des artéfacts au sein des bases de données impose de la prudence lors de l'utilisation de celles-ci. L'optimisation de la qualité des données stockées dans les entrepôts informatiques pourrait sans doute passer par une meilleure gestion des artéfacts.

2.3 Méthode pour minimiser l'effet de l'artéfact

Les banques de données d'anesthésie nécessitent des méthodes d'analyses et de tri sophistiquées, pour identifier les artéfacts à l'échelle des centaines de milliers de dossiers déjà enregistrés et les essais en ce sens ont débutés dès les années 1990's [35]. Nous avons évoqué le fait que les artéfacts pouvaient biaiser les bases de données, malgré cela la majorité des études rétrospectives les utilisant n'expliquent pas la manière dont ils sont traités [17]. Il est probable que l'amélioration de la qualité des études devra passer par une plus grande transparence de la gestion des artéfacts, pour obtenir de meilleures reproductibilités et comparabilités des études.

La méthode de référence pour l'identification des artéfacts est l'analyse en temps réel par l'homme. C'est sur cette base que se déroulent les études précédemment citées. Cependant l'annotation, en plus d'être maladroite et fastidieuse, n'est pas superposables en fonction de la personne qui décrit les artéfacts, des différents contextes et du caractère prospectif ou non de l'analyse [21,32,36]. Les résultats assez instinctifs de Verduijn et al rapportent qu'un consensus d'expert est plus approprié que le jugement d'un seul expert pour développer des méthodes de détection d'artéfacts [37]. Pour toutes ces raisons, et pour le traitement de bases de données déjà établies, cette méthode est insuffisante et inenvisageable.

Des outils mathématiques sont traditionnellement proposés par les auteurs comme Maleczek, Pasma, Kool, He et al pour pallier à l'intervention humaine [18,20,21,38]. L'utilisation des dérivations standards, des Z-values, des intervalles interquartiles et des médianes est assez classique. La méthode des limites consiste à utiliser les limites physiologiques connues et à exclure les données qui se trouvent en dehors. Elle a comme limite majeure de pouvoir retirer d'authentiques informations. Le local outlier

factor consiste à comparer la densité autour d'un point à celle des points qui l'entourent pour identifier un intrus. Une fonction mathématique peut être utilisée pour se substituer au signal reçu et intégrer les artéfacts de manière cohérente avec les autres valeurs.

Depuis les années 1990 la sphère scientifique se sert de l'Intelligence Artificielle (IA) pour la reconnaissance de motifs notamment en physiologie humaine [39,40]. Le « machine Learning » est une méthode particulièrement utilisée : il s'agit d'un réseau de neurone qui nécessite un temps d'apprentissage à la fin duquel il devient capable de trier des informations. Dans les cas de Pasma, Maleczek, Spijkerboer et al, les algorithmes de machine Learning pouvait différencier les artéfacts des véritables données. [21,32,41].

Maleczek et al ont choisi de comparer des outils mathématiques et un algorithme de machine Learning à l'œil humain pour identifier des artéfacts. Ils imaginaient que le réseau de neurones ferait mieux que les outils mathématiques classique pour la détection d'artéfacts de données utilisées pour surveiller les patients en médecine clinique et au bloc opératoire. Après avoir appliqué différents tests mathématiques et entraîné un réseau de neurones sur des données de patients, ils ont conclu que les performances des tests étaient, entre elles, significativement différentes pour filtrer les artéfacts, et ce en fonction des paramètres étudiés. Pour la pression artérielle, la fréquence cardiaque et température du bloc, le réseau de neurones avait une meilleure performance statistique. Dans les autres cas les algorithmes mathématiques le surpassaient [21].

La quantité extrêmement variable d'artéfacts détectés en fonctions des outils mathématiques ou du réseau de neurone utilisés mets l'accent sur l'importance de soigneusement sélectionner les méthodes pour filtrer les artéfacts dans les bases de données. Pasma, Maleczek et al le démontrent en utilisant chacun sur leur cohortes différentes méthode d'identification de ces derniers, et en montrant que selon les filtres appliqués ils ne retrouvaient pas les mêmes prévalences d'artéfacts ni les mêmes associations statistiques in fine [20,21]. Pour eux l'utilisation de l'intelligence artificielle dans ce domaine est prometteuse, mais n'est pas généralisable à ce jour.

3 La capnie

Parmi les informations stockées dans les bases de données d'anesthésie, nous avons choisi de nous intéresser particulièrement à la valeur du dioxyde de carbone en fin d'expiration (End of Tydall CO_2 : Et CO_2) ou capnie. Il s'agit d'une donnée riche permettant d'extrapoler entre autres l'équilibre respiratoire, métabolique et hémodynamique des patients anesthésiés

Des systèmes de ventilation mécanique sont utilisés pour remplacer ou soutenir la fonction respiratoire au cours d'une anesthésie générale. Ces machines monitorent notamment les concentrations en gaz, les pressions et les débits des gaz administrés et permettent au clinicien d'adapter les outils thérapeutiques aux besoins du patient. La capnie est la mesure en temps réel de la teneur en dioxyde de carbone (CO_2) des gaz expirés par le patient, elle peut se présenter sous la forme d'une courbe, appelée capnogramme (voir figure 2).

Pour comprendre l'intérêt d'analyser la capnie, nous allons rappeler les mécanismes d'élimination normal du CO_2 veineux. Le sang veineux contient du CO_2 que l'organisme cherche à éliminer, et une des manières est de l'expirer. Le sang veineux central, a une pression partielle en CO_2 d'environ 46 mmHg. Quand le sang entre en contact avec les alvéoles pulmonaires le CO_2 diffuse des capillaires sanguins aux alvéoles pulmonaires à travers la membrane alvéolo-capillaire selon un gradient de concentration. Quand le sang décarboxylé quitte les poumons, la pression partielle alvéolaire en CO_2 (PACO₂) est équivalente à la pression partielle en CO_2 dans le sang artériel (PaCO₂) soit environ 40mmHg (voir Figure 1). Les capnomètres permettent un monitoring numérique de la PEtCO₂, d'estimer la PaCO₂, et sont une aide pour vérifier le bon positionnement de la sonde d'intubation endotrachéale [42–44]. Lors d'un monitoring prolongé, l'utilisation d'un capnogramme permet d'interpréter de manière plus fine la PEtCO₂.

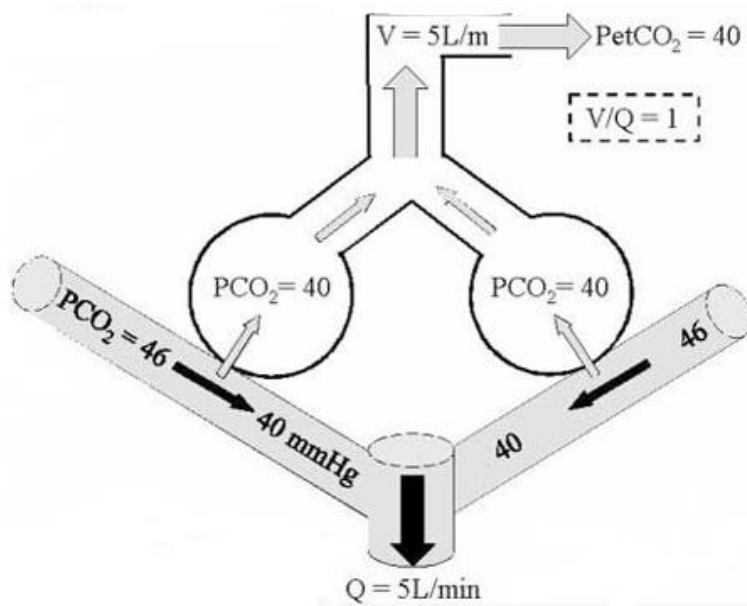


Figure 1 représentation des mécanismes normaux d'élimination du CO₂

V : Ventilation du patient en litre par minute. PetCO₂ : Valeur du CO₂ en fin d'expiration. Q : débit sanguin en litre par minute au travers de la circulation pulmonaire

Le sang veineux chargé en CO₂ traverse le lit capillaire pulmonaire. Par une différence de pression partielle en CO₂ entre le sang et le gaz alvéolaire un équilibre se crée par diffusion libre du CO₂. A la sortie des poumons le sang est décarboxylé avec un pression partielle alvéolaire et artérielle équivalente à environ 40 mmHg. D'après Rhoades et all [45]

Une courbe de capnogramme se divise en plusieurs phases (voir figure 2) :

- La phase 0 : c'est le temps inspiratoire : les gaz vont en direction du patient, elle doit être stable à 0 mmHg.
- La phase 1 : il s'agit de la première phase de l'expiration, le volume expiré correspond à l'espace mort anatomique (trachée, bronches et voies respiratoires qui ne participent pas aux échanges gazeux) et instrumental (sonde, pièces de raccord) qui ne contiennent pas de CO_2 . Puis s'ensuit l'évacuation des alvéoles les mieux ventilées, dont la teneur en CO_2 est moindre parmi toutes les alvéoles.
- La phase 3 : elle correspond au plateau alvéolaire, c'est-à-dire que la valeur de CO_2 du gaz expiré représente progressivement les alvéoles les moins bien ventilées, celles avec une teneur en CO_2 plus élevée. La valeur de l' EtCO_2 est atteinte en fin de plateau : c'est la quantité du CO_2 en fin d'expiration et celle qui est la plus proche de la PaCO_2 . Plus les rapports de ventilation-perfusion (VA/Q) sont homogènes, plus le plateau sera horizontal.

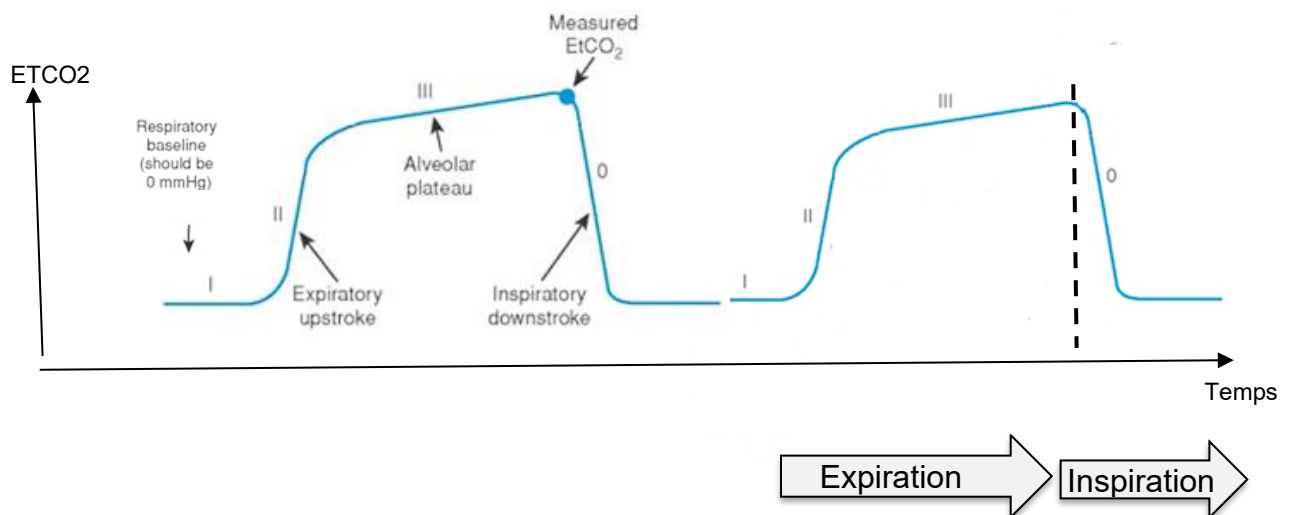


Figure 2 Tracé de capnogramme normal

Capnogramme illustrant les cycles respiratoires normaux, avec alternances de périodes expiratoires découpées en 4 phases et de phase inspiratoire. D'après NUEM Blog [46]

L'EtCO₂ (End Tidal CO₂) représente la concentration de CO₂ expiré dans les gaz en fin d'expiration, elle peut s'exprimer en pourcentage de gaz expiré (la norme est de 5% environ) ou le plus souvent en pression partielle qui varie dans la normale de 33 à 40 mmHg. Il s'agit d'une variable obligatoire à monitorer au cours d'une anesthésie générale avec intubation orotrachéale comme le rappelle le code de la santé publique [3].

Les outils pour mesurer le CO₂ dans l'air expiré sont intégrés dans les respirateurs dont nous disposons. Au CHU de Lille, nous avons travaillé sur plusieurs modèles de la marque Dräger notamment les respirateur *Perseus*, *Atlan 350XL* et *Zeus*, les respirateur Maquet *Flow-i* et les respirateurs GE *Datex Ohmeda*.

Il existe deux techniques principales pour analyser le CO₂ expiré (voir figure 4) [47,48] :

- L'analyse infrarouge par flux principal (main Stream) ou flux secondaire (side Stream), on parle de capnomètre infrarouge.
- L'analyse par colorimétrie, on parle alors de capnographe.

Avec la méthode du flux principal, un adaptateur est placé entre la sonde d'intubation et le raccord en Y. Cette cuvette disposée en série étudie le spectre d'absorption des rayons infrarouges qu'elle émet et récupère et détermine la nature et la teneur en gaz de sa composition. Comme l'absorption du gaz est proportionnelle à sa quantité dans le mélange, nous pouvons calculer sa concentration dans l'air expiré au cours du temps. E

La méthode du flux secondaire consiste en une aspiration en continue d'une petite quantité d'air expiré vers un capteur de CO₂. Le gaz est ensuite analysé au moyen de lumière infrarouge Il s'agit de la méthode la plus utilisée dans les blocs opératoires du CHU de Lille (voir figure 3). Ce type d'appareil de mesure peut dysfonctionner en cas d'occlusion par des sécrétions ou encore de l'eau.

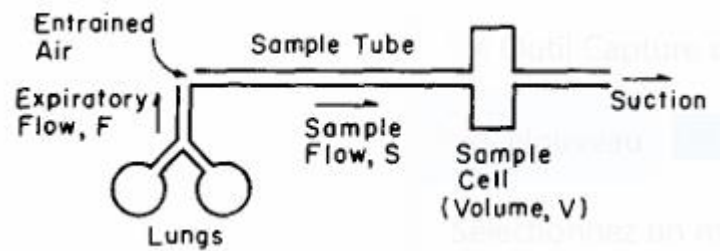


Figure 3 schéma d'un système d'échantillonnage des gaz

Détournement d'un flux d'air expiré du patient vers une cellule de mesure par méthode infrarouge, dite méthode par flux secondaire. D'après Epstein et al [24]

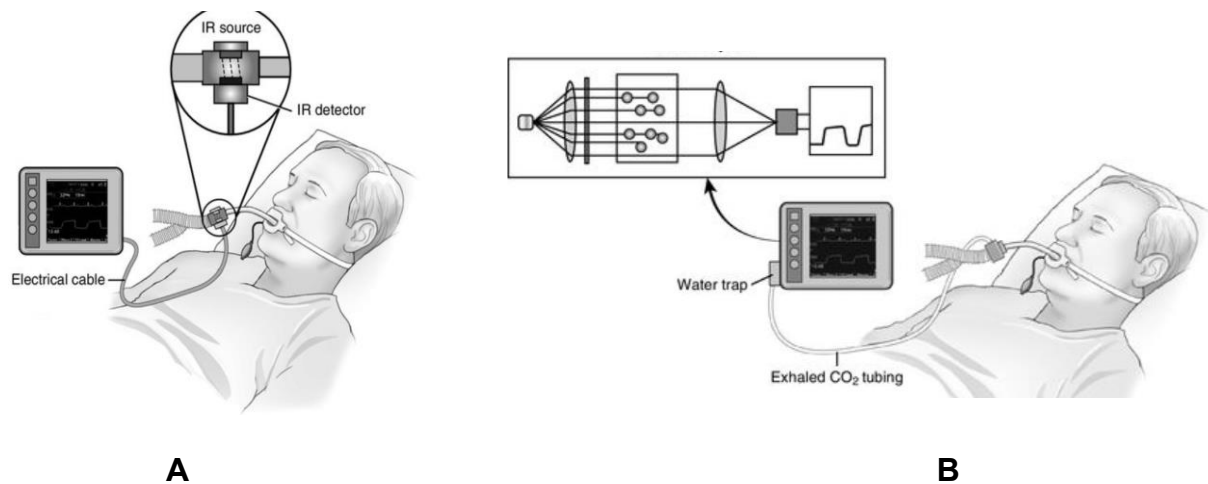


Figure 4 Schéma des analyseurs de CO₂ expiré de type flux secondaire (B) et Flux principal (A)

Schéma des principales techniques d'analyses de la P_{Et}CO₂ D'après Petersson et al [49]

- A. Analyse par flux secondaire. Le capteur infrarouge est contenu dans le capnomètre, au niveau du respirateur
- B. Analyse par flux principal : la cellule d'analyse est placée directement sur le circuit.

L'analyse par colorimétrie consiste en placer un capteur entre le tube endotrachéal et le circuit du ventilateur. Sa couleur varie ensuite entre le violet et le jaune selon la concentration de CO₂ expiré.

De nombreux auteurs se sont penchés sur le suivi de l'EtCO₂ en per-opératoire, car il s'agit d'une variable dynamique pouvant communiquer des informations en temps réel sur l'état hémodynamique, respiratoire et métabolique du patient. Une valeur basse de CO₂ en fin d'expiration peut avoir de nombreuses explications, et aider le clinicien à anticiper des situations cliniques graves :

- Un vaste espace mort anatomique, qui se traduit en plus d'une hypocapnie par un gradient PaCO₂ – EtCO₂ majoré. Ce gradient entre la pression partielle en CO₂ du gaz expiré et de la pression partielle artérielle, est dû à la ventilation de zones non perfusées. [50].
- Une ventilation contrôlée prodiguant des volumes courants trop amples ou des fréquences ventilatoires trop élevées, ou encore une fuite sur le circuit du ventilateur.
- Un bas débit cardiaque ou un arrêt cardiaque, un choc hypovolémique. Breen et al ont décrit le phénomène dans les années 1990 sur des modèles canins : Les auteurs réduisaient le débit cardiaque en contrôlant le retour veineux central au moyen de ballons, et monitoraient le débit cardiaque (Qc) et l'EtCO₂. A ventilation alvéolaire (VA) et a production de CO₂ (VCO₂) constantes, une hypocapnie était le témoin d'une chute du débit cardiaque : la pression partielle alvéolaire en CO₂ (PACO₂) = VCO₂/VA. Deux explications principales ont été proposées à cette baisse du CO₂ expiré : ce pouvait être causé par une diminution du retour veineux, donc le CO₂ produit en périphérie n'était pas distribué à l'échangeur pulmonaire, ou à une diminution du débit sanguin pulmonaire et une inadéquation des rapports ventilation / perfusion [51].
- Dans l'arrêt cardiaque préhospitalier, des études ont démontré que la PEtCO₂ était corrélée positivement au débit cardiaque, et pouvait guider la ressuscitation cardio-pulmonaire [52] et fournir des outils de prédiction de survie [53].
- Un artéfact, c'est-à-dire une valeur d'EtCO₂ inexacte rapportée à la base de données.

Il n'existe pas de véritable consensus permettant de recommander des valeurs de d'EtCO₂ expiré à respecter lors d'une anesthésie générale. Une étude

observationnelle menée sur 317 000 patients par Akkermans et al. a retrouvé des niveaux d'EtCO₂ médians qui variaient significativement selon le type de chirurgie, les caractéristiques du patient, du centre et de l'opérateur [54]. L'analyse sur 10 ans des valeurs d'EtCO₂ au bloc montre une dynamique à tendre vers la normocapnie au cours d'une anesthésie générale mais pas de manière statistiquement significative. Malgré l'absence de preuve en ce sens l'auteur rappelle que la pratique courante a été de favoriser des niveaux d'EtCO₂ peropératoires bas, car l'hypocapnie (PaCO₂ < 35 mmHg), dont l'EtCO₂ peut être le reflet, provoque des modifications physiopathologiques notamment en impactant l'équilibre acido-basique qui pourraient être intéressantes en anesthésie. En 2012, Way et al remettent en question l'intérêt de maintenir une EtCO₂ per opératoire < 35 mmHg sans avoir la preuve de sa supériorité sur la normocapnie, et rappelle les effets néfastes de l'hypocapnie sur l'organisme [55]. La quantité de CO₂ plasmatique et ses variations entraînent des conséquences sur le fonctionnement de nombreux organes :

- A l'étage cérébral, elle induit une diminution de la pression de perfusion cérébrale par un mécanisme de vasoconstriction artérielle pouvant aller jusqu'à de l'ischémie cérébrale, favoriser l'épilepsie. Les conséquences postopératoires pouvant aller d'une dysfonction cognitive à l'accident vasculaire cérébral [56,57].
- Sur le système cardiovasculaire, elle provoque une vasodilatation systémique et une hypotension. Elle est pourvoyeuse d'arythmie par augmentation de la demande myocardique en oxygène (action inotrope positive) et par action directe en allongeant le Qt [55,58]. Mécaniquement l'hypocapnie peut être obtenue en ventilant le patient avec de grands volumes : ceci augmente la pression intrathoracique et peut participer à la diminution du retour veineux, puis du débit cardiaque.
- L'hypocapnie affecte le système respiratoire en provoquant une bronchoconstriction, une hyperperméabilité des capillaires pulmonaires et altère la vasoconstriction pulmonaire hypoxique, ce qui a pour conséquence la réouverture de shunts intra-pulmonaires, ceci ayant surtout été démontré sur des modèles animaux [59–62]. Des lésions du parenchyme peuvent survenir sous-tendues par plusieurs mécanismes : des lésions des pneumocytes entraînant une carence en surfactant, et des vols traumatismes causés par des volumes de ventilation importants [63]. Des expériences suggèrent que l'hypocapnie puisse

inhiber les chémorécepteurs responsables de la réponse respiratoire à la quantité de CO₂ dissout dans le sang, et inhiber la ventilation spontanée [64], ce mécanisme a été utilisé par les équipes anesthésiques pour retarder la reprise d'une ventilation spontanée per-opératoire.

- Sur le métabolisme de base, l'hypocapnie décale la courbe de dissociation de l'hémoglobine vers la gauche et altère la délivrance de l'oxygène dans les tissus périphériques [65].

Plus récemment, vers le début du XX^{ème} siècle, des chercheurs se sont penchés sur les avantages que représenteraient une normo-hypercapnie aux alentours de 40mmHg de CO₂ expiré avec une accumulation de données probantes en ce sens quels que soient les systèmes considérés :

- Sur le système cardio vasculaire cela permet une relative augmentation du débit cardiaque et donc du transport artériel en oxygène avec un bénéfice sur la perfusion des organes en général et la diminution des infections de site opératoire.
- Une ventilation mécanique protectrice permet d'éviter les volo-traumatismes pulmonaires et la libération de cytokines de stress responsables d'un oedème des voies aériennes inférieures et d'une perméabilité des capillaires pulmonaires [66,67].
- La normocapnie permet un fonctionnement normal de la vasoconstriction pulmonaire hypoxique et d'éviter la réouverture de shunts intracardiaques ou intrapulmonaires.

A la lumière de son importance sur la physiopathologie peri-opératoire, le suivi de l'EtCO₂ est une piste intéressante pour l'étude de la morbidité, la mortalité et de l'amélioration du parcours des patients en période péri opératoire. De récentes études se sont penchées sur le lien entre les valeurs d'EtCO₂ relevées durant les anesthésies générales et les événements ultérieurs : Dong et al et Nasa et al sont deux équipes de chercheurs qui ont conduit des études rétrospectives dont le but était d'établir un lien entre des niveaux de capnie per-opératoire bas et des événements indésirables au décours de l'anesthésie générale. Nasa et al ont étudié la corrélation entre le niveau d'EtCO₂ per-opératoire et les complications pulmonaires dans une population à haut risque de développer une pneumopathie ultérieurement. L'étude conclut qu'une EtCO₂ basse soit une hypocapnie peropératoire, était associée à des complications

respiratoires plus graves, par des mécanismes tels que des volo-traumatismes ou des anomalies des rapports ventilation/perfusion [68]. D'autres travaux de recherche ont mis en avant que la durée pendant laquelle le patient était exposé à une $\text{EtCO}_2 < 35$ mmHg en peropératoire était proportionnelle au risque de présenter des dysfonctions d'organes majeures dans les jours suivants l'intervention [69]. La gestion de l' EtCO_2 peropératoire pourrait avoir un impact significatif sur le devenir post opératoire des patients : sur la survenue de complications, la durée de leur séjour hospitalier [70] et même sur leur mortalité à court terme. Dans des études récentes, Dony P et al trouvaient un Risk ratio de 2,8 sur la mortalité à 30 jours chez les patients hypocapniques au bloc opératoire [71].

Ces récents travaux suggèrent qu'une gestion fine de l' ETCO_2 au bloc opératoire pourrait être un levier majeur pour améliorer la sécurité et la santé des patients nécessitant une anesthésie générale. De tels propos attirent l'attention de la communauté scientifique, mais pour tirer des conclusions d'études, si bien faites soient-elles, la fiabilité des informations sur lesquelles elles se basent doit être robuste. Or les travaux suscités sont pour la plupart rétrospectifs et parsemés d'artéfacts, de biais de recueil qui, à grande échelle peuvent grever les résultats d'une étude.

4 Objectif de l'étude

Ainsi il existe un réel enjeu pour la communauté scientifique à améliorer la qualité des bases de données dont elle dispose en prenant en considération le poids que peuvent avoir les artéfacts. En effet l'absence d'utilisation ou une utilisation inappropriée de méthode de traitement des artéfacts pourrait fausser les résultats d'études construites sur des bases de données.

Parmi les informations stockées dans les bases de données d'anesthésie, nous avons choisis de nous intéresser particulièrement à l'EtCO₂. Il s'agit d'une donnée permettant d'extrapoler entre autres l'équilibre respiratoire et hémodynamique des patients anesthésiés

Les études menées jusqu'ici sur la description des artéfacts de l'EtCO₂ ont fait l'inventaire de leurs origines et ont consigné leurs fréquences, mais aucune ne s'est intéressée à leurs caractéristiques temporelles ou à l'influence du type de chirurgie sur leur occurrence.

Nous nous sommes ainsi interrogés sur la manière dont étaient traitées les informations dans les entrepôts de données d'anesthésie au CHU de Lille, et nous avons choisi de réaliser une description épidémiologique prospective sur les artéfacts de l'EtCO₂ peropératoire en chirurgie non cardiaque.

Matériel et méthodes

1 Design de l'étude

1.1 Type d'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle prospective, monocentrique se déroulant au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Lille, ayant pour objectif l'étude des artéfacts de l'EtCO₂ au bloc opératoire en chirurgie non cardiaque de juillet 2024 à mai 2025.

1.2 Population de l'étude

Les patients inclus étaient majeurs et bénéficiaient d'une chirurgie non cardiaque sous anesthésie générale au CHU de Lille. L'intervention devait durer au moins une heure et devait comporter une intubation endotrachéale avec un monitoring de la P_{Et}CO₂, ou EtCO₂ peropératoire. Nous avons comme objectif d'inclure une dizaine d'interventions des principales spécialités chirurgicales (chirurgie orthopédique, digestive, thoracique, vasculaire et neurochirurgie) dans les blocs des hôpitaux R. SALENGRO, C. HURIEZ et de l'Institut Cœur Poumon.

Nous avons exclu les artéfacts pour lesquels nous ne disposions pas de durée lors de l'analyse de la valeur de la P_{Et}CO₂ et de la durée de l'artéfact.

2 Patients et données

2.1 Recueil des données

Deux anesthésistes, un junior (formée par le sénior) et un sénior sont restés présents pendant les blocs opératoires et notaient les informations relatives aux artéfacts de l'EtCO₂. Les données recueillies étaient :

- Les initiales du patient
- La date de la chirurgie
- La date et l'heure de début du recueil
- La présence d'un artéfact
- La date et l'heure du début de l'artéfact

- La cause de l'artéfact
- La date et l'heure de fin de l'artéfact

Le recueil de données se faisait à l'aide d'un smartphone sur le logiciel RedCap utilisé au CHU de Lille.

Les moniteurs d'anesthésie pourvoyaient en temps réel l'EtCO₂, et le logiciel de stockage des données d'anesthésie enregistrait la valeur de la capnographie toutes les 30 secondes sur la base de données. Le temps de recueil des artéfacts se faisait de l'intubation à l'extubation. Une donnée était considérée comme artéfactuelle, dès que le capnogramme se modifiait ou disparaissait. Seuls 15 évènements pouvaient être notés pendant l'intervention pour des raisons logistiques. Si les 15 évènements étaient remplis avant la fin de l'intervention, alors de nouveaux évènements ne pouvaient être notés.

2.2 Caractéristiques des patients

Les patients étudiés étaient sélectionnés aléatoirement par l'anesthésiste chargé de recueillir les données. Les caractéristiques descriptives de la population d'étude ont été extraites de l'entrepôt de données d'anesthésie du CHU de Lille via INCLUDE (EDS rattaché au CHU de Lille). Il s'agit de l'âge, du score ASA (score de l'American Society of Anesthesiology), de l'IMC (Indice de Masse Corporelle), du type de chirurgie et des principaux antécédents. Des courbes ont été créées avec les valeurs de PEtCO₂ en fonction du temps pour identifier les artéfacts. Par ailleurs, les patients ont été anonymisés dès leur inclusion dans le protocole, et désignés si nécessaire par leurs initiales.

3 Analyse de données

Le but de notre étude étant de faire une étude descriptive de l'occurrence et des étiologies des artéfacts de la $PEtCO_2$, nous avons commencé par établir 9 catégories d'artéfacts qui peuvent être retrouvées dans le tableau 1.

Catégorie d'artéfacts	Causes possibles de l'artéfacts
Catégorie 1	Déconnexion / fuite du ventilateur
Catégorie 2	Extubation
Catégorie 3	Arrêt de la ventilation (recrutement, ouverture thoracique, Valsalva, ...)
Catégorie 4	Anomalie de la ligne de prélèvement (occlusion, défaut de connexion, ...)
Catégorie 5	Remplissage de la cuve d'halogénés
Catégorie 6	Problématiques relatives à la chaux sodée (changement de chaux, fissure de la cuve, ...)
Catégorie 7	Changement de position (mobilisation de la table, mobilisation du patient, ...)
Catégorie 8	Flush d'Oxygène
Catégorie 9	Autre raison (variation de la pression atmosphérique, chute de la table, ...)

Tableau 1 description des 9 catégories principales d'artéfacts de $PEtCO_2$

Afin de les caractériser nous avons choisis de les dénombrer, d'analyser leur durée et les nadir $PEtCO_2$ durant les artéfacts.

4 Analyse statistique

4.1 Analyses univariées

La décision d'intégrer 50 interventions est arbitraire.

Les variables qualitatives ont été décrites en termes de fréquence et de pourcentage. Les variables quantitatives ont été décrites en termes de moyenne et d'écart-type ou de médiane et de premier et troisième quartile en cas de distribution non normale. La normalité de la distribution a été vérifiée au moyen du test de Shapiro-Wilk. Les durées sont exprimées en secondes, les valeurs de $PEtCO_2$ en millimètre de mercure (mmHg).

Nous avons choisi de présenter la médiane et la moyenne lorsque les distributions étaient asymétriques afin de conserver les informations fournies par les deux méthodes statistiques. La moyenne ayant l'avantage de conserver l'influence des valeurs extrêmes et la médiane représentant plus fidèlement la dispersion des données.

5 Cadre réglementaire

Un accord auprès du Délégué à la Protection des Données (DPD) du CHU de Lille a été obtenu (Réf : DEC24-005). Un avis éthique auprès du Comité d'éthique de la Recherche en Anesthésie Réanimation (CERAR) a été obtenu (voir Annexes 4 à 6). Tous les patients bénéficiaient d'une information orale et écrite la veille ou le matin du bloc opératoire, seul un accord oral était nécessaire, en cas de refus, un écrit était demandé (cf annexe n°1).

Résultats

1 Flowchart

Ci-après, nous pouvons retrouver un graphique de type Flowchart, décrivant le processus de sélection des patients inclus dans notre étude. Entre le 2 juillet 2024 et le 2 mai 2025 51 interventions ont été annotées dans les blocs opératoires du CHU de Lille. Six patients ont été exclus des analyses de durée car ils n'avaient pas de durée renseignée.

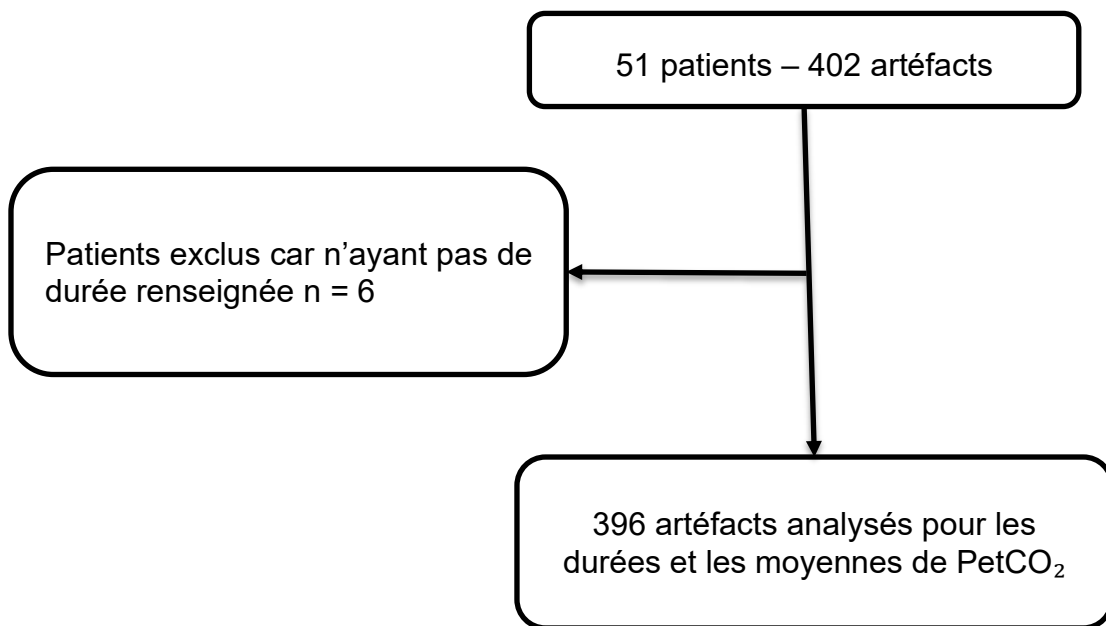


Figure 5 Flow chart de l'étude

2 Description des patients à l'inclusion

La population comprenait 51 patients dont la médiane d'âge était de 60 ans [49,5–68,5] les patients étaient majoritairement des hommes, ASA 3 bénéficiant d'une intervention neurochirurgicale au CHU de Lille. Les antécédents médico-chirurgicaux des patients étaient surtout des pathologies cardiovasculaires avec entre autres de l'hypertension artérielle (HTA) n = 24, (47,3%) et de la dyslipidémie n = 15 (29,41%). Les caractéristiques démographiques sont décrites dans le tableau n°2.

Caractéristiques démographiques	Population (n=51)
Données épidémiologiques	Résultats
- Âge (en années), moyenne (σ)	58,8 (14,52)
- BMI (kg/m ²) moyenne (σ)	26,6 (4,62)
- Sexe masculin, n (%)	30 (59%)
- Tabagisme, n (%)	8 (15,7%)
- ASA 1, n (%)	10 (19,6%)
- ASA 2, n (%)	20 (39,2%)
- ASA 3, n (%)	21 (41,2%)
- ASA 4, n (%)	0
Type de chirurgie	
- Générale n, (%)	9 (17,6%)
- Orthopédique n, (%)	10 (19,6%)
- Neurochirurgie n, (%)	13 (25,5%)
- Vasculaire n, (%)	9 (17,6%)
- Thoracique n, (%)	10 (19,6%)
Antécédents respiratoires	
- Asthme n, (%)	1 (1,96%)
- BPCO n, (%)	5 (9,8%)
- Insuffisance respiratoire restrictive n, (%)	2 (9,8%)
- Syndrome d'apnée du sommeil n, (%)	8 (15,7%)
Antécédents cardio-vasculaires :	
- MTEV n, (%)	8 (15,7%)
- HTA n, (%)	24 (47,1%)
- Dyslipidémie n, (%)	15 (29,41%)
- AOMI / AVC n, (%)	8 (15,7%)
- Insuffisance cardiaque n, (%)	3 (5,9%)
- Coronaropathie n, (%)	2 (3,9%)

Maladie métabolique	
- Obésité n, (%)	9 (17,6%)
- Hypothyroïdie n, (%)	9 (17,6%)

Tableau 2 Présentation des caractéristiques démographiques de la population de l'étude

Les résultats concernant les variables quantitatives sont exprimés en médiane avec intervalle interquartile ou en moyenne avec leur écart-type. Les variables qualitatives sont exprimées par leur effectif et pourcentage de l'effectif total hors données manquantes.

3 Analyse descriptive des artéfacts

Sur l'ensemble des 51 interventions de l'étude nous avons retrouvé 402 artéfacts. Leur durée médiane était de 21 secondes ($Q1 = 12s$; $Q3 = 36s$) et la mesure de la $PetCO_2$ lors de la survenue d'un artéfact avait comme moyenne 11,89 mmHg ($\sigma = 15,7$) et comme médiane 0 ($Q1 = 0$; $Q3 = 27$). Cette durée médiane a pu être calculée sur 396 artéfacts. 48,8% des artéfacts faisaient partie de la catégorie 9, soit les « autres raisons » que celles qui avaient été anticipées lors de la construction de l'étude. Il n'y a eu aucun artéfact lié au remplissage de la cuve d'halogénés, représenté par la catégorie 5. La figure 6 décrit la répartition des artéfacts par catégorie. Le nombre total d'événements comprenant les artéfacts sans durée précisée était de 402. La répartition des événements recensés était asymétrique, avec une majorité associée à la catégorie 9, qui rassemblait les causes non anticipées lors de la construction de l'étude. A l'opposé nous n'avons retrouvé aucun artéfact appartenant à la catégorie 5 qui concernait les problématiques de chaux sodée.

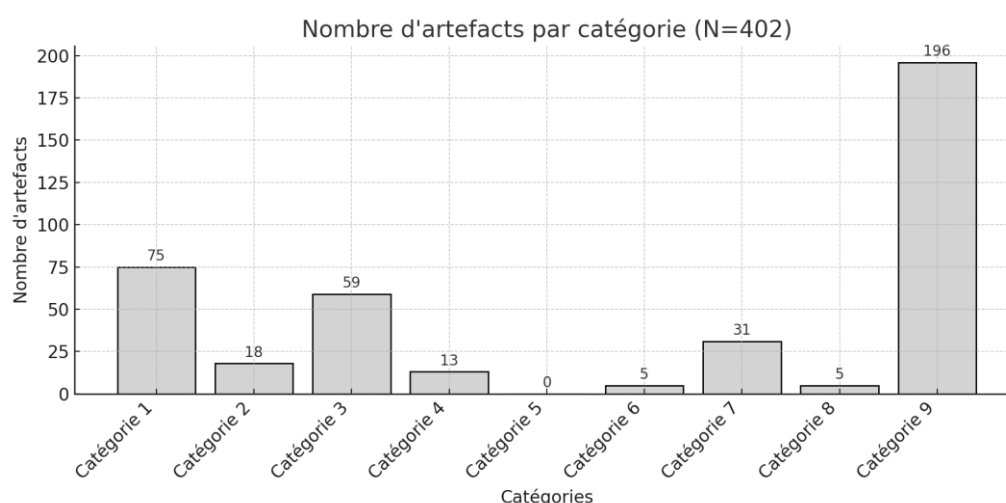


Figure 6 Nombre d'artefact par catégorie d'artefacts

Catégorie 1 : Déconnexion / fuite du ventilateur.

Catégorie 2 : Extubation

Catégorie 3 : Arrêt de la ventilation (recrutement, ouverture thoracique, Valsalva, ...)

Catégorie 4 : Anomalie de la ligne de prélèvement (occlusion, défaut de connexion)

Catégorie 5 : Remplissage de la cuve d'halogénés

Catégorie 6 : Problématiques relatives à la chaux sodée

Catégorie 7 : Changement de position

Catégorie 8 : Flush d'oxygène

Catégorie 9 : autre catégorie.

En moyenne, nous avons retrouvé 7,9 ($\sigma = 4,2$) artéfacts par intervention. Il existe des variations du nombre moyen d'artéfacts entre les types de chirurgie, avec en moyenne 12 ($\sigma = 4,3$) événements en chirurgie thoracique, ce qui apparait comme étant plus du double de ceux retrouvés en moyenne en chirurgie orthopédique ou générale. Ces résultats peuvent être retrouvés dans la figure 7.

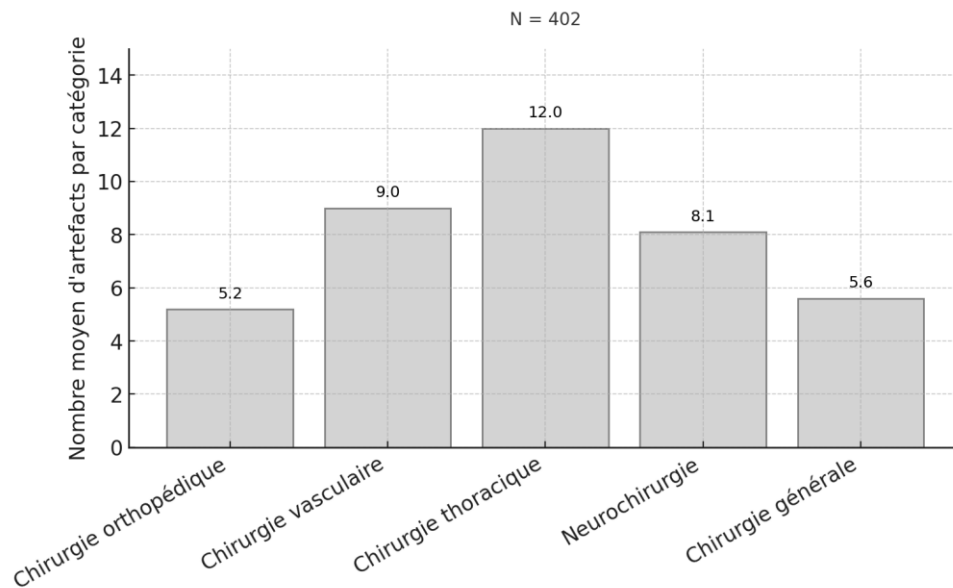


Figure 7 description de la quantité moyenne d'artéfacts selon le type de chirurgie

La figure 8 décrit la durée médiane des artéfacts qui ont pu être classés dans les catégories de 1 à 9. Nous remarquons le nombre total d'événements est de 396 et non 402 car 6 événements ne comportant pas de durée avaient dû être retirés du nombre total d'artéfacts d'analysé. Il apparait en regardant le graphique une asymétrie de durée entre les catégories et nous pouvons distinguer que la durée médiane de la catégorie 9 est équivalente à la durée médiane de l'ensemble des artéfacts. La durée totale des 51 interventions était de 416 552 secondes, et la durée totale des artéfacts était de 13 460 secondes, soit 3,2% de la durée des blocs.

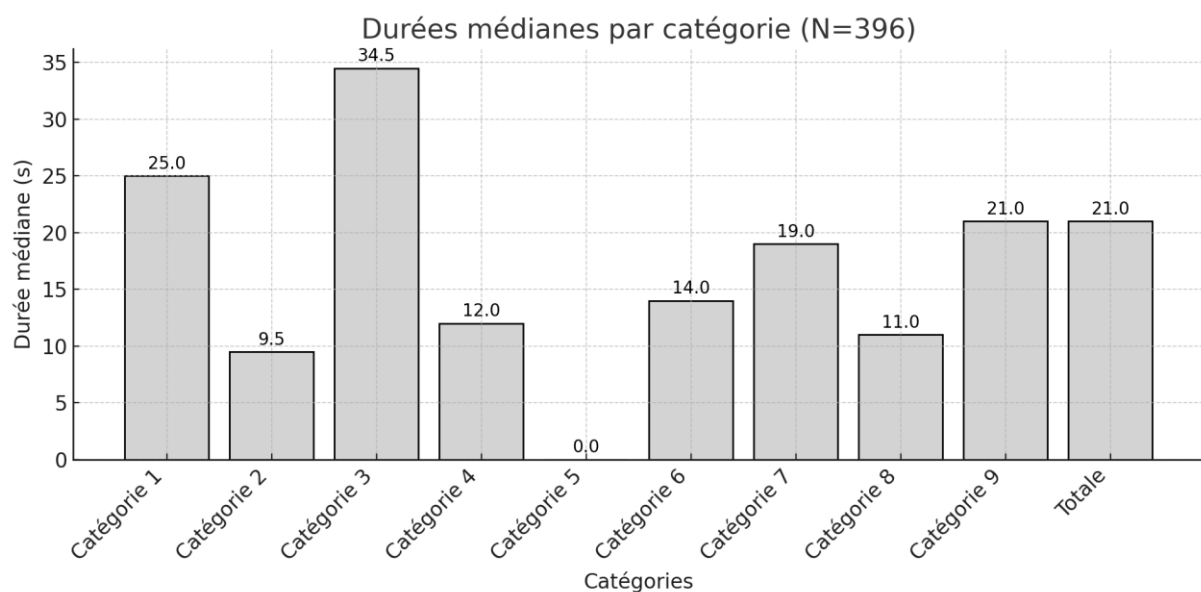


Figure 8 Durée médiane des artéfacts par catégorie d'artéfacts

Catégorie 1 : Déconnexion / fuite du ventilateur.

Catégorie 2 : Extubation

Catégorie 3 : Arrêt de la ventilation (recrutement, ouverture thoracique, Valsalva, ...)

Catégorie 4 : Anomalie de la ligne de prélèvement (occlusion, défaut de connexion)

Catégorie 5 : Remplissage de la cuve d'halogénés

Catégorie 6 : Problématiques relatives à la chaux sodée

Catégorie 7 : Changement de position

Catégorie 8 : Flush d'oxygène

Catégorie 9 : autre catégorie.

Les moyennes et médianes des nadirs de $PEtCO_2$ sont représentés dans le tableau n°3. Les événements avec les $PEtCO_2$ les plus élevées étaient ceux relatifs à la chaux sodée (catégorie 6), les changements de position (catégorie 7) et la catégorie 9. Nous avons choisi de représenter les médianes et les moyennes de la $PEtCO_2$. Dans un sens la $PEtCO_2$ médiane est plus représentative en raison de la quantité de valeur de $PEtCO_2$ nulle dans les séries et l'asymétrie de distribution de celles-ci. Néanmoins la moyenne et l'écart types associés permettent d'estimer l'étendue des valeurs dans les différentes séries. La figure 9 permet de visualiser la répartition des nadirs d' $EtCO_2$.

Catégorie d'artéfact N = 396	$PEtCO_2$ moyen Moyenne (σ)	$PEtCO_2$ médian Médiane (Q1 ; Q3)
1 : déconnexion et fuite du ventilateur (N = 75)	7,1 (12,46)	0 (0 ; 10,25)
2 : Extubation (N = 18)	0,5 (2.12)	0 (0 ; 0)
3 : Arrêt de la ventilation (N = 59)	4,8 (12.41)	0 (0 ; 0)
4 : Anomalie de la ligne de prélèvement (N = 13)	7,15 (12,42)	0 (0 ; 8)
5 : remplissage de la cuve d'halogénés (N = 0)	NC	NC
6 : Problématique de chaux sodée (N = 6)	24,4 (23,38)	30 (0 ; 42)
7 : Changement de position (N = 31)	13,6 (15,5)	3 (0 ; 29)
8 : Flush d' O_2 (N = 5)	16 (14,85)	24 (0 ; 25)
9 : autre raison (N = 196)	16, 3 (16,6)	15 (0 ; 30)
Total	11,84 (15,75)	0 (0,27,25)

Tableau 3 Présentation des nadirs de $PEtCO_2$ médians et des moyens par type d'artéfact

La $PEtCO_2$ est exprimée en mmHg

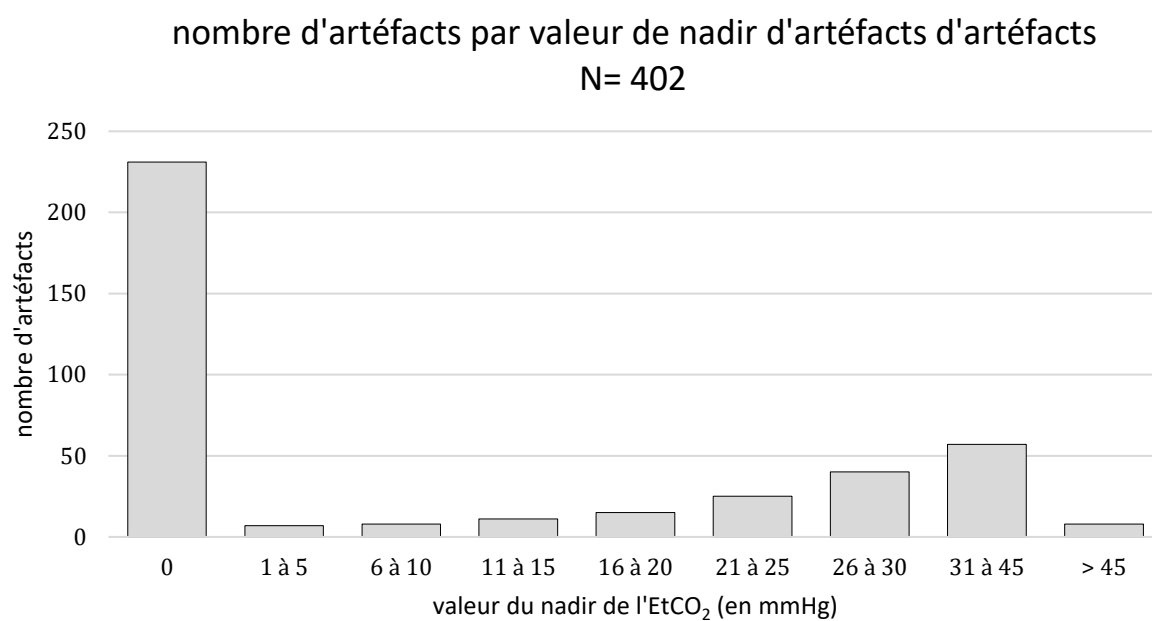


Figure 9 Graphique représentant la répartition des valeurs d'EtCO₂

Représentation de la répartition des valeurs de P_{Et}CO₂ de l'ensemble des artéfacts

3.1 Analyse approfondie de la catégorie 9 « autre raison »

La neuvième catégorie permettait d'inclure des artefacts dont l'origine n'avait pas été anticipée lors de la préparation de l'étude. Cette catégorie recense 196 artefacts (dont 192 avec des durées non nulles) reclassés en 21 sous classes.

Tout comme avec les résultats principaux nous avons cherché à étudier leur répartition, qui peut être retrouvée dans le graphique D.

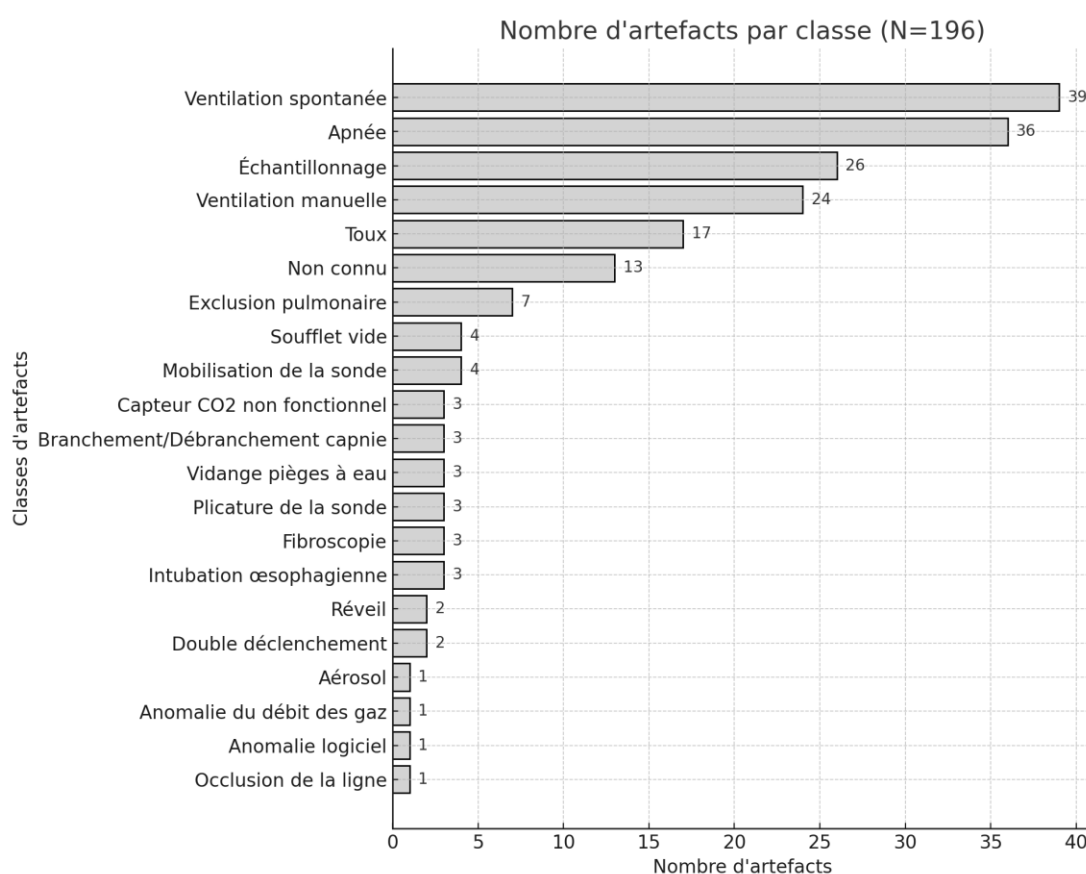


Figure 10 nombre d'artefact par sous classe de la catégorie 9

*La catégorie 9 rassemble les sous classes d'artefacts incluses à postériori dans l'étude
Le nombre d'artefacts est exprimé en valeurs absolues*

Les durées médianes des sous classes de la catégorie 9 peuvent être retrouvées dans la figure 10. Les durées semblent se distribuer harmonieusement autour de la durée médiane globale de cette catégorie 21 (Q1 = 13 ; Q3 = 35) à l'exception de l'intubation œsophagienne.

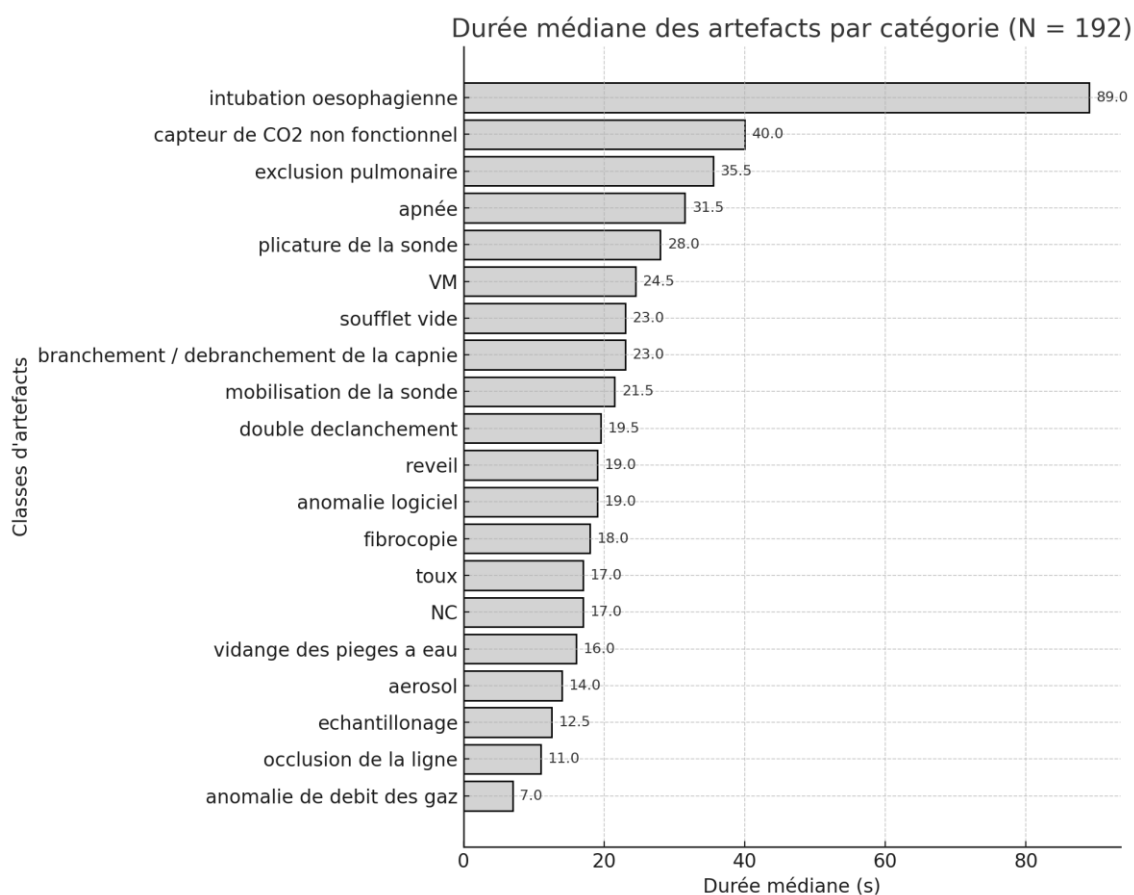


Figure 11 durée médiane des artefacts par sous classe de la catégorie 9

La catégorie 9 rassemble les sous classes d'artefacts incluses à posteriori dans l'étude. Les durées sont exprimées en seconde.

Les nadirs des PEtCO₂ de sous classes de la catégorie 9 ont été représentés par leur médiane et leur moyenne dans le tableau 4.

Sous classe d'artéfact de la catégorie 9 (N = 192)	PEtCO₂ moyen Moyenne (σ)	PEtCO₂ médian Médiane (Q1 ; Q3)
a. Toux	27,9 (14,6)	31 (14 ; 38,5)
b. Réveil	34,5 (7,8)	34,5 (31,75 ; 37,25)
c. Anomalie logiciel	41 (0)	41 (41 ; 41)
d. Double declanchement	40 (0)	40 (40 ; 40)
e. Ventilation spontanée	23,5 (15,9)	23 (11 ; 37)
f. Non connu	22,6 (16,8)	22 (6 ; 35,5)
g. Ventilation manuelle	25,5 (12,0)	27,5 (20 ; 33)
h. Plicature de la sonde	20,3 (14,7)	29 (14,5 ; 30,5)
i. Fibroscopie	24 (4,0)	24 (22 ; 26)
j. Mobilisation de la sonde	16 (18,0)	12 (0 ; 32)
k. Capteur CO ₂ non fonctionnel	13,3 (18,9)	0 (0 ; 20)
l. Vidange des pièges a eau	13 (18,0)	0 (0 ; 19,5)
m. Échantillonnage	12,3 (16,7)	0 (0 ; 30)
n. Soufflet vide	9 (18,0)	0 (0 ; 9)
o. Branchement / débranchement de la capnie	10 (14,1)	0 (0 ; 15)
p. Exclusion pulmonaire	1,5 (3,7)	0 (0 ; 0,75)
q. Apnée	0,94 (3,7)	0 (0 ; 0)
r. Anomalie de debit des gaz	1 (0)	1 (0 ; 0)
s. Intubation œsophagienne	0 (0)	0 (0 ; 0)
t. Aérosol	0 (0)	0 (0 ; 0)
u. Occlusion de la ligne	0 (0)	0 (0 ; 0)
Total	16,3 (16,73)	13 (0 ; 30)

La catégorie 9 rassemble les sous classes d'artéfacts incluses à postériori dans l'étude. Les valeurs de 0 ont été acceptée si les durées n'étaient pas nulles. La $PEtCO_2$ est exprimée en mmHg.

Discussion

1 Principaux résultats

Notre étude représente une revue du nombre, de l'origine et des caractéristiques des artéfacts de la PEtCO_2 peropératoire au cours de 51 chirurgies non cardiaques au CHU de Lille.

Nos méthodes sont cohérentes avec la littérature car le recueil prospectif représente le gold standard pour le recueil de données per-opératoires [32,36,72]. Les origines que nous avons retrouvé à ces artéfacts correspondent à celles retrouvées dans la littérature : apnée, obstruction de la ligne de capnométrie, débranchement du circuit du ventilateur, aérosolisation d'un traitement, ... [22,25,26].

A notre connaissance, les études précédemment citées décrivent les origines et les méthodes de détection des artéfacts de la PEtCO_2 mais elles ne précisent pas les durées de ceux-ci ni la valeur de la PEtCO_2 en fonction du type d'artéfact considéré.

Dans notre revue des 402 artéfacts relevés, nous avons identifié que les artéfacts survenaient majoritairement aux cours des chirurgies thoraciques et que la durée médiane était de 21 secondes.

2 Discussion des résultats

Les types d'artéfacts les plus retrouvés faisaient partie de la neuvième catégorie et étaient représentés par la reprise de la ventilation spontanée, l'apnée et l'échantillonnage de la cellule de mesure. Les artéfacts les plus long parmi les 8 catégories principales étaient les déconnexions du circuit et les arrêts de ventilations, dans la neuvième catégorie on retrouvait les apnées, les intubations œsophagiennes, les exclusions pulmonaires et les capteurs de CO_2 non fonctionnels. Comme pour ces dernières catégories, les artéfacts les plus long n'étaient pas les plus fréquents.

Nos résultats montrent des valeurs de PEtCO_2 non nulles lors des débranchements du circuit et des arrêts de ventilations, ces résultats contre-intuitifs peuvent sans doute être imputés à l'inertie de l'évacuation des gaz.

Nous avons pu séparer les artéfacts en plusieurs catégories aux vues de ce que nous avons consigné. D'abord ceux anticipables par le praticien (le passage en ventilation manuelle, le recrutement pulmonaire, l'exclusion pulmonaire, ...), puis les artéfacts causés par le patient (toux, réveil, ventilation spontanée, ...) et enfin ceux accidentels ou techniques (échantillonnage, intubation œsophagienne, ...).

3 Discussion de la méthode

Les atouts de notre étude sont variés, la construction prospective du recueil en est un. En effet un observateur dédié à l'analyse du signal de capnie pendant toute la durée de l'intervention permet d'identifier finement un artéfact en tenant compte du contexte clinique [32,73,74]. Contrairement à Pasma et al, notre définition des artéfacts était simple mais claire : elle incluait toutes les périodes où le capnogramme se modifiait et n'étaient plus représentatif de l'état physiologique du patient anesthésié. L'objectif de notre étude est innovant car au-delà d'étudier les causes des artéfacts, ce qui a déjà été réalisé, nous avons cherché à relever leur fréquence, leur durée, leur distribution [23,24,27–29]. Nous avons choisi de ne pas exclure les patients instables, ni les interventions qui nécessitaient de manière prévisible des actions impactant les niveaux de PEtCO_2 peropératoire afin que nos données soient extrapolables aux patients et aux chirurgies les plus compliquées. A la manière de Kool et al [18], nous avons choisi de commencer l'enregistrement des données dès l'intubation pour engranger un maximum d'artéfacts, contrairement à Pasma et al [32], par conséquent nos valeurs de PEtCO_2 ne sont probablement pas représentatives des moyennes ou des médianes des interventions. Par ailleurs, lors de l'analyse de la distribution des artéfacts nous avons pu constater que la majorité d'entre eux survenaient dans ces périodes critiques.

Notre étude comporte des limites. L'occurrence des artéfacts dépend probablement, dans une certaine proportion, des types d'intervention chirurgicales, des respirateurs et de leur sensibilité respective ainsi que des investigateurs. En effet une partie des respirateurs réalisaient des échantillonnages de la cellule de capnographie plusieurs fois par heure quand certains respirateurs d'en faisaient aucuns ce qui a pu constituer un biais dans les inclusions. Comme décrit en introduction, il existe plusieurs types de capteurs de CO_2 et nous n'avons utilisé que les capteurs à flux secondaire. Peut-être qu'en étudiant un autre type de capteur nous aurions pu obtenir des données

différentes. De plus le relevé des artefacts, leur durée et leur catégorie a été soumis à la subjectivité d'un seul investigateur. Ceci a posé des problèmes de classification des événements : par exemple une fibroscopie bronchique pouvait être classée dans la catégorie 9 par l'investigateur « autre catégorie » mais correspondre aussi à la catégorie 1 « déconnexion et fuite du respirateur ». Nous pouvons mettre ceci en miroir de l'étude de Cunningham et al qui retrouvaient des quantités d'artefacts assez éloignés selon l'observateur [35].

De plus les inductions et réveil d'anesthésie étaient des périodes courtes très riches en artefacts, dont certains n'ont probablement pas pu être identifiés. Contrairement à des études prospectives comme celles de Pasma et de Kool, qui sont de grande envergure, notre étude était monocentrique et durait en moyenne moins de temps que ces dernières.

3 Perspectives

Ces résultats sont intéressants car dans la littérature nous n'avons pas trouvé d'étude qui soient allées directement au lit du malade pour chercher à qualifier les artefacts en termes de fréquence mais aussi d'étiologie, de durée et de valeur nadir de $PEtCO_2$. En effet notre étude ressemble à celle de Kool, Hoorweg et al [18,19] mais ils se sont limités à mesurer prospectivement la fréquence des artefacts.

Les périodes que nous avons définies comme étant des moments « artefactés » pourront être étudiées afin de définir des aspects « typiques » d'artefacts qui pourraient à l'avenir être utilisés par des intelligences artificielles, de la même manière que l'équipe de Spijkerbauer et al [41].

Notre travail est une étude préliminaire, et l'objectif à plus long terme pourra être de créer des outils mathématiques de détection des artefacts en temps réel pour éviter de les inclure dans les bases de données, et ainsi de permettre d'avoir des informations stockées avec le moins de données artefactées possibles.

Conclusion

Les artéfacts dans les bases de données présentent un risque non négligeable de compromettre les résultats des études rétrospectives se fondant sur les bases de données. Leur impact a pu être sous-estimé mais de nombreux travaux cherchent à juguler leurs conséquences pour améliorer la qualité de ces bases. Des travaux complémentaires pourront se baser sur notre étude descriptive pour développer des outils pouvant filtrer lesdits artéfacts.

Liste des figures et des tableaux et des tableaux

Figure 1 représentation des mécanismes normaux d'élimination du CO ₂	17
Figure 2 Tracé de capnogramme normal.....	18
Figure 3 schéma d'un système d'échantillonnage des gaz.....	20
Figure 4 Schéma des analyseurs de CO ₂ expiré de type flux secondaire (B) et Flux principal (A).....	20
Figure 5 Flow chart de l'étude	30
Figure 6 Nombre d'artéfact par catégorie d'artéfacts.....	33
Figure 7 description de la quantité moyenne d'artéfacts selon le type de chirurgie..	34
Figure 8 Durée médiane des artéfacts par catégorie d'artéfacts	35
Figure 9 nombre d'artéfact par sous classe de la catégorie 9	38
Figure 10 durée médiane des artéfacts par sous classe de la catégorie 9	39
Tableau 1 description des 9 catégories principales d'artéfacts de PetCO ₂	28
Tableau 2 Présentation des caractéristiques démographiques de la population de l'étude	32
Tableau 3 Présentation des nadirs de PetCO ₂ médians et des moyens par type d'artéfact.....	36
Tableau 4 présentation des nadirs de PetCO ₂ médians et moyens des artéfacts par sous classe de la catégorie 9.....	40

Références

- [1] parlement européen et conseil de l'union européenne. Règlement du Parlement européen et du Conseil relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE. 2016.
- [2] L'Assemblée nationale et le Sénat. Loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés - Légifrance. 1978.
- [3] Article D712-44 - Code de la santé publique - Légifrance n.d. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006691898/ (accessed July 21, 2025).
- [4] Ministère de la santé et de l'accès aux soins. Entrepôts des données de santé. Agence Numér En Santé n.d. <https://esante.gouv.fr/doctrine/eds> (accessed July 11, 2025).
- [5] Académie Française. artéfact | Dictionnaire de l'Académie française | 9e édition. Dict. Acad. Française. Fayard, 2024.
- [6] Gravenstein JS. The automated anesthesia record. *Int J Clin Monit Comput* 1986;3:131–4. <https://doi.org/10.1007/BF01880766>.
- [7] Lerou JGC, Dirksen R, van Daele M, Nijhuis GMM, Crul JF. Automated charting of physiological variables in anesthesia: A quantitative comparison of automated versus handwritten anesthesia records. *J Clin Monit* 1988;4:37–47. <https://doi.org/10.1007/BF01618106>.
- [8] Benson M, Junger A, Fuchs C, Quinzio L, Böttger S, Jost A, et al. Using an Anesthesia Information Management System to Prove a Deficit in Voluntary Reporting of Adverse Events in a Quality Assurance Program. *J Clin Monit Comput* 2000;16:211–7. <https://doi.org/10.1023/A:1009977917319>.
- [9] Martin M, Kheterpal S. Artéfacts de monitoring et recherche dans les grandes bases de données: ce que vous ignorez pourrait vous nuire. *Can J Anesth Can Anesth* 2012;59:823–6. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9755-z>.
- [10] Simpao AF, Pruitt EY, Cook-Sather SD, Gurnaney HG, Rehman MA. The reliability of manual reporting of clinical events in an anesthesia information management system (AIMS). *J Clin Monit Comput* 2012;26:437–9. <https://doi.org/10.1007/s10877-012-9371-z>.
- [11] Edsall DW, Deshane P, Giles C, Dick D, Sloan B, Farrow J. Computerized patient anesthesia records: less time and better quality than manually produced anesthesia records. *J Clin Anesth* 1993;5:275–83. [https://doi.org/10.1016/0952-8180\(93\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0952-8180(93)90118-X).
- [12] Yang P, Dumont G, Zhang Y-T, Ansermino JM. Artifact detection and data reconciliation in multivariate ventilatory variables measured during anesthesia: A case study. 2011 Int. Conf. Adv. Mechatron. Syst., 2011, p. 448–51.

- [13] Stol IS, Ehrenfeld JM, Epstein RH. Technology Diffusion of Anesthesia Information Management Systems into Academic Anesthesia Departments in the United States. *Anesth Analg* 2014;118:644–50. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000055>.
- [14] Brenck F, Hartmann B, Katzer C, Obaid R, Brüggmann D, Benson M, et al. Hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: identification of risk factors using an anesthesia information management system. *J Clin Monit Comput* 2009;23:85–92. <https://doi.org/10.1007/s10877-009-9168-x>.
- [15] Bijker JB, van Wolfswinkel L. Intraoperative Hypotension and 1-Year Mortality after Noncardiac Surgery. *BJA* 2009;111:1217–26.
- [16] Relationship between Intraoperative Hypotension, Defined by Either Reduction from Baseline or Absolute Thresholds, and Acute Kidney and Myocardial Injury after Noncardiac Surgery A Retrospective Cohort Analysis. *Perioper Med* n.d.
- [17] Walsh M, Kurz A. Relationship between Intraoperative Mean Arterial Pressure and Clinical Outcomes after Noncardiac Surgery. *Perioper Med* n.d.
- [18] Kool NP, van Waes JAR, Bijker JB, Peelen LM, van Wolfswinkel L, de Graaff JC, et al. Artifacts in research data obtained from an anesthesia information and management system. *Can J Anesth Can Anesth* 2012;59:833–41. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9754-0>.
- [19] Hoorweg AJ, Pasma W, Van Wolfswinkel L, De Graaff JC. Incidence of Artifacts and Deviating Values in Research Data Obtained from an Anesthesia Information Management System in Children. *Anesthesiology* 2018;128:293–304. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001895>.
- [20] Pasma W, Peelen LM, van Buuren S, van Klei WA, de Graaff JC. Artifact Processing Methods Influence on Intraoperative Hypotension Quantification and Outcome Effect Estimates. *Anesthesiology* 2020;132:723–37. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003131>.
- [21] Maleczek M, Laxar D, Kapral L, Kuhrn M, Abulesz Y-T, Dibiasi C, et al. A Comparison of Five Algorithmic Methods and Machine Learning Pattern Recognition for Artifact Detection in Electronic Records of Five Different Vital Signs: A Retrospective Analysis. *Anesthesiology* 2024;141:32–43. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004971>.
- [22] Vinay B. An abrupt reduction in end tidal carbon di oxide concentration in a mechanically ventilated patient in neurocritical care ward: a capnogram artifact. *J Clin Monit Comput* 2018;32:369–71. <https://doi.org/10.1007/s10877-017-0002-6>.
- [23] Singh M, Chaudhary K, Uppal R, Jain S. Beware of “curare cleft” like changes during unilateral capnothorax. *J Clin Monit Comput* 2014;28:315–8. <https://doi.org/10.1007/s10877-013-9519-5>.
- [24] Epstein RA, Reznik AM, Epstein MAF. Determinants of distortions in CO2 catheter sampling systems: A mathematical model. *Respir Physiol* 1980;41:127–36. [https://doi.org/10.1016/0034-5687\(80\)90028-6](https://doi.org/10.1016/0034-5687(80)90028-6).
- [25] Yang P, Dumont G, Zhang Y-T, Ansermino JM. Artifact Detection and Data Reconciliation in Multivariate Ventilatory Variables Measured During Anesthesia: a Case Study n.d.

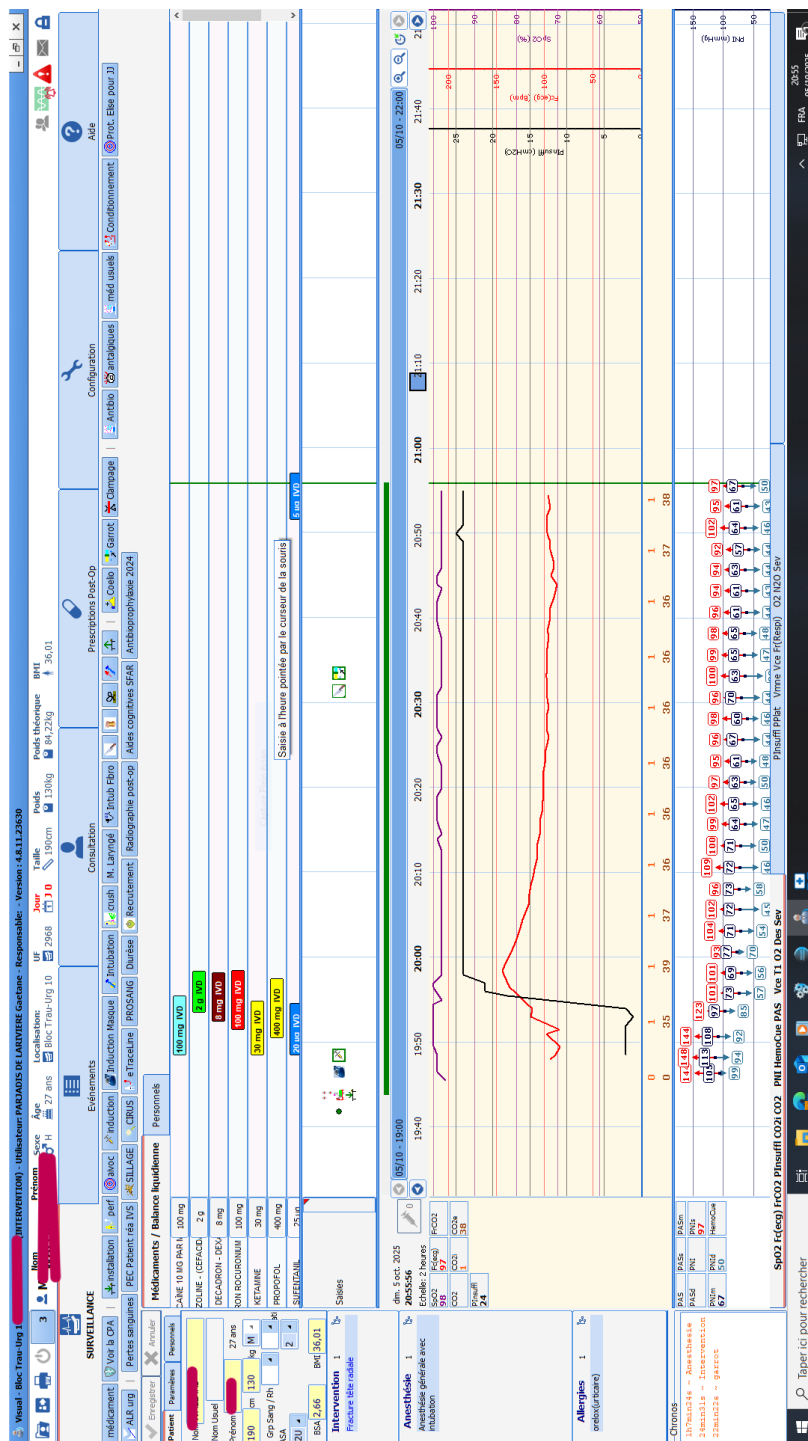
- [26] Takla G, Petre JH, Doyle DJ, Horibe M, Gopakumaran B. The Problem of Artifacts in Patient Monitor Data During Surgery: A Clinical and Methodological Review. *Anesth Analg* 2006;103:1196. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000247964.47706.5d>.
- [27] Vinay B, Sriganesh K, Gopala Krishna KN. An abrupt reduction in end-tidal carbon-dioxide during neurosurgery is not always due to venous air embolism: a capnograph artefact. *J Clin Monit Comput* 2014;28:217–9. <https://doi.org/10.1007/s10877-013-9505-y>.
- [28] Surve R, Madhusudan S, Sriganesh K. Electrocautery interference with intraoperative capnography during neurosurgery. *J Clin Monit Comput* 2014;28:429–30. <https://doi.org/10.1007/s10877-013-9546-2>.
- [29] Linko K, Paloheimo M, Tammisto T. Capnography for Detection of Accidental Oesophageal Intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1983;27:199–202. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1983.tb01934.x>.
- [30] Chrimes N, Higgs A, Hagberg CA, Baker PA, Cooper RM, Greif R, et al. Preventing unrecognised oesophageal intubation: a consensus guideline from the Project for Universal Management of Airways and international airway societies. *Anaesthesia* 2022;77:1395–415. <https://doi.org/10.1111/anae.15817>.
- [31] Gilbert D, Benumof JL. Biphasic Carbon Dioxide Elimination Waveform with Right Mainstem Bronchial Intubation: *Anesth Analg* 1989;69:829–832. <https://doi.org/10.1213/00000539-198912000-00025>.
- [32] Pasma W, Wesselink EM, van Buuren S, de Graaff JC, van Klei WA. Artifacts annotations in anesthesia blood pressure data by man and machine. *J Clin Monit Comput* 2021;35:259–67. <https://doi.org/10.1007/s10877-020-00574-z>.
- [33] Kilkenny MF, Robinson KM. Data quality: “Garbage in – garbage out.” *Health Inf Manag J* 2018;47:103–5. <https://doi.org/10.1177/1833358318774357>.
- [34] Simpao AF, Ahumada LM, Rehman MA. Big data and visual analytics in anaesthesia and health care. *Br J Anaesth* 2015;115:350–6. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu552>.
- [35] Cunningham S, Symon AG, McIntosh N. The practical management of artifact in computerised physiological data. *Int J Clin Monit Comput* 1994;11:211–6. <https://doi.org/10.1007/BF01139872>.
- [36] Jakob S, Korhonen I, Ruokonen E, Virtanen T, Kogan A, Takala J. Detection of artifacts in monitored trends in intensive care. *Comput Methods Programs Biomed* 2000;63:203–9. [https://doi.org/10.1016/S0169-2607\(00\)00110-3](https://doi.org/10.1016/S0169-2607(00)00110-3).
- [37] Verduijn M, Peek N, de Keizer NF, van Lieshout E-J, de Pont A-CJM, Schultz MJ, et al. Individual and joint expert judgments as reference standards in artifact detection. *J Am Med Inform Assoc JAMIA* 2008;15:227–34. <https://doi.org/10.1197/jamia.M2493>.
- [38] He T, Zhou Q, Zou Y. Automatic Detection of Age-Related Macular Degeneration Based on Deep Learning and Local Outlier Factor Algorithm. *Diagnostics* 2022;12:532. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020532>.
- [39] Pao Y-H. Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks. Addison-Wesley; 1989.

- [40] Ripley B. Pattern Recognition and Neural Networks. vol. 34. Cambridge University Press; 2007.
- [41] Spijkerboer FL, Overdyk FJ, Dahan A. A machine learning algorithm for detecting abnormal patterns in continuous capnography and pulse oximetry monitoring. *J Clin Monit Comput* 2024;38:915–25. <https://doi.org/10.1007/s10877-024-01155-0>.
- [42] Anton WR, Gordon RW, Jordan TM, Posner KL, Cheney FW. A disposable end-tidal CO₂ detector to verify endotracheal intubation. *Ann Emerg Med* 1991;20:271–5. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(05\)80938-2](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(05)80938-2).
- [43] J.-L., Bourgain. oxymétrie et capnométrie. CrossRef Listing Deleted DOIs 2000. [https://doi.org/10.1016/s0246-0289\(20\)83532-4](https://doi.org/10.1016/s0246-0289(20)83532-4).
- [44] Klein AA, Meek T, Allcock E, Cook TM, Mincher N, Morris C, et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2021: Guideline from the Association of Anaesthetists. *Anaesthesia* 2021;76:1212–23. <https://doi.org/10.1111/anae.15501>.
- [45] Rhoades C, Thomas F. Capnography: Beyond the numbers. *AirMed* 2002;21:43–8. <https://doi.org/10.1067/mmj.2002.122904>.
- [46] Basic Capnography Interpretation. NUEM Blog 2022. <https://www.nuemblog.com/blog/capnography> (accessed August 25, 2025).
- [47] Michael B. Jaffe, PhD. Mainstream or Sidestream Capnography? n.d.
- [48] Block FE, McDonald JS. Sidestream versus mainstream carbon dioxide analyzers. *J Clin Monit* 1992;8:139–41. <https://doi.org/10.1007/BF01617434>.
- [49] Themes UFO. Capnography Monitoring. Anesth Key 2017. <https://aneskey.com/capnography-monitoring/> (accessed July 21, 2025).
- [50] Petersson J, Glenny RW. Gas exchange and ventilation–perfusion relationships in the lung. *Eur Respir J* 2014;44:1023–41. <https://doi.org/10.1183/09031936.00037014>.
- [51] Isserles SA, Breen PH. Can Changes in End-Tidal Pco₂ Measure Changes in Cardiac Output? *Anesth Analg* 1991;73:808.
- [52] Kalenda Z. The capnogram as a guide to the efficacy of cardiac massage. *Resuscitation* 1978;6:259–63. [https://doi.org/10.1016/0300-9572\(78\)90006-0](https://doi.org/10.1016/0300-9572(78)90006-0).
- [53] End-Tidal Carbon Dioxide and Outcome of Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med* 1997;337:1694–5. <https://doi.org/10.1056/NEJM199712043372314>.
- [54] Akkermans A, van Waes JAR, Thompson A, Shanks A, Peelen LM, Aziz MF, et al. An observational study of end-tidal carbon dioxide trends in general anaesthesia. *Can J Anesth Can Anesth* 2019;66:149–60. <https://doi.org/10.1007/s12630-018-1249-1>.
- [55] Way M, Hill GE. Intraoperative End-Tidal Carbon Dioxide Concentrations: What Is the Target? *Anesthesiol Res Pract* 2011;2011:271539. <https://doi.org/10.1155/2011/271539>.

- [56] Mutch WAC, El-Gabalawy R, Girling L, Kilborn K, Jacobsohn E. End-Tidal Hypocapnia Under Anesthesia Predicts Postoperative Delirium. *Front Neurol* 2018;9:678. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00678>.
- [57] Wollman SB. POSTOPERATIVE HUMAN REACTION TIME AND HYPOCARBIA DURING ANAESTHESIA. *BJA* 1968;volume 40:Pages 920-926.
- [58] Wong KC, Schafer PG, Schultz JR. Hypokalemia and Anesthetic Implications: *Anesth Analg* 1993;77:1238-1260. <https://doi.org/10.1213/00000539-199312000-00027>.
- [59] Reynolds AM, McEvoy RD. Tachykinins mediate hypocapnia-induced bronchoconstriction in guinea pigs. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985 1989;67:2454–60. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.67.6.2454>.
- [60] Reynolds AM, Zadow SP, Scicchitano R, McEvoy RD. Airway Hypocapnia Increases Microvascular Leakage in the Guinea Pig Trachea. *Am Rev Respir Dis* 2012. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/145.1.80>.
- [61] Ridoux S, Balmier A, Berroëta C, Bossard A-E, Dufour G, Philip I. Vasoconstriction pulmonaire hypoxique : de la physiopathologie à la clinique. *Anesth Réanimation* 2019;5:98–109. <https://doi.org/10.1016/j.anrea.2018.12.005>.
- [62] Lele EE, Hantos Z, Bitay M, Szívós B, Bogáts G, Peták F, et al. Bronchoconstriction during alveolar hypocapnia and systemic hypercapnia in dogs with a cardiopulmonary bypass. *Respir Physiol Neurobiol* 2011;175:140–5. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2010.10.004>.
- [63] Kieffmann M, Tank S, Tritt M-O, Keller P, Heckel K, Schulte-Uentrop L, et al. Dead space ventilation promotes alveolar hypocapnia reducing surfactant secretion by altering mitochondrial function. *Thorax* 2019;74:219–28. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2018-211864>.
- [64] Smith CA, Saupe KW, Henderson KS, Dempsey JA. Ventilatory effects of specific carotid body hypocapnia in dogs during wakefulness and sleep. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985 1995;79:689–99. <https://doi.org/10.1152/jappl.1995.79.3.689>.
- [65] Benner A, Patel AK, Singh K, Dua A. Physiology, Bohr Effect. *StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025*.
- [66] Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-Induced Lung Injury. *N Engl J Med* 2013;369:2126–36. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1208707>.
- [67] Ricard J, Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury. *Eur Respir J* 2003;22:2s–9s. <https://doi.org/10.1183/09031936.03.00420103>.
- [68] Nasa P, van Meenen DMP, Paulus F, de Abreu MG, Bossers SM, Schober P, et al. Associations of intraoperative end-tidal CO₂ levels with postoperative outcome—secondary analysis of a worldwide observational study. *J Clin Anesth* 2025;101:111728. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2024.111728>.
- [69] Dong L, Takeda C, Kamitani T, Hamada M, Hirotsu A, Yamamoto Y, et al. Association between intraoperative end-tidal carbon dioxide and postoperative organ dysfunction in major abdominal surgery: A cohort study. *PLOS ONE* 2023;18:e0268362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268362>.

- [70] Park J-H, Lee H-M, Kang CM, Kim KS, Jang CH, Hwang HK, et al. Correlation of Intraoperative End-Tidal Carbon Dioxide Concentration on Postoperative Hospital Stay in Patients Undergoing Pylorus-Preserving Pancreaticoduodenectomy. *World J Surg* 2021;45:1860–7. <https://doi.org/10.1007/s00268-021-05984-x>.
- [71] Dony P, Dramaix M, Boogaerts JG. Hypocapnia measured by end-tidal carbon dioxide tension during anesthesia is associated with increased 30-day mortality rate. *J Clin Anesth* 2017;36:123–6. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.10.028>.
- [72] Du CH, Glick D, Tung A. Error-checking intraoperative arterial line blood pressures. *J Clin Monit Comput* 2019;33:407–12. <https://doi.org/10.1007/s10877-018-0167-7>.
- [73] Conway A, Goudarzi Rad M, Zhou W, Parotto M, Jungquist C. Deep learning classification of capnography waveforms: secondary analysis of the PRODIGY study. *J Clin Monit Comput* 2023;37:1327–39. <https://doi.org/10.1007/s10877-023-01028-y>.
- [74] Khanna AK, Bergese SD, Jungquist CR, Morimatsu H, Uezono S, Lee S, et al. Prediction of Opioid-Induced Respiratory Depression on Inpatient Wards Using Continuous Capnography and Oximetry: An International Prospective, Observational Trial. *Anesth Analg* 2020;131:1012–24. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004788>.

Annexe 1



Extrait d'un dossier d'anesthésie informatisé réalisé avec le logiciel DIANE

Annexe 2



«ARTEFACT PetCO₂»

CHU de Lille – Dr Christophe HUZ

Cette note d'information a pour objectif de vous expliquer le but de cette étude afin que vous puissiez décider d'y participer ou non. Votre participation à cette étude doit être entièrement volontaire. Prenez le temps de lire cette note d'information et n'hésitez pas à poser des questions à votre médecin pour avoir des renseignements complémentaires.

I. Le but de la recherche

Lors de l'anesthésie, qui permet la réalisation d'une intervention chirurgicale dans de bonnes conditions de sécurité et de confort pour les patients, divers paramètres sont surveillés et enregistrés dans votre dossier médical. La pression expirée en CO₂ (petCO₂) fait partie des paramètres surveillés. Le CO₂ expiré est un produit que l'organisme élimine et reflète le bon fonctionnement de votre cœur et de votre corps en général. Parfois, le résultat de la mesure de la petCO₂ peut être altéré lors d'un changement de position lié à l'intervention par exemple, nous appelons cette mesure faussée un artefact. Les équipes du bloc opératoire connaissent bien cette situation et en tiennent compte sans difficulté lors du déroulement des interventions.

Au CHU de Lille, un entrepôt de données rassemble les enregistrements de toutes les anesthésies réalisées et ces enregistrements sont parfois utilisés (sans votre nom y reste associé) pour faire avancer la recherche et il est important pour nous de s'assurer que les valeurs enregistrées sont correctes.

Cette recherche porte sur la correction des enregistrements de PetCO₂ dans cet entrepôt de données. Dans ce but, un médecin va observer votre intervention et noter les moments où la mesure de la PetCO₂ lui paraît incorrecte puis noter la raison de cette valeur faussée (changement de position par exemple). Ce médecin est un médecin supplémentaire qui ne sera pas impliqué dans votre intervention et qui n'interviendra pas dans votre prise en charge.

Ces données seront ensuite comparées avec ce que l'entrepot de données a enregistré, afin de comparer les éventuelles différences d'enregistrement.

Cette étude ne modifie donc en rien le déroulement de vos soins.

II. Quelles données sont recueillies, pourquoi et comment ?

Vous êtes sollicité en raison de votre prise en charge pour une intervention chirurgicale entre le 14/02/2024 et le 31/12/2024. Cette recherche portera sur l'analyse de données recueillies lors de votre intervention chirurgicale. Le recueil de données se fera à partir du recueil en direct des appareils de surveillance situés dans le bloc opératoire et à partir des informations présentes dans votre dossier médical informatique du CHU de Lille.

Les données nécessaires pour la conduite de la recherche comprennent notamment : date et heure de l'intervention, type d'intervention, caractère urgent ou programmé de la chirurgie, artefacts de PetCO₂ éventuellement rencontrés (heure de début de l'artefact, cause de l'artefact, valeurs observées, heure de fin de l'artefact).

III. Confidentialité des données

Les données médicales recueillies dans le cadre de cette étude seront réunies sur un fichier informatique permettant leur traitement par le CHU de Lille, représenté par son représentant légal en exercice, sur le fondement de l'intérêt public. Les données vous concernant seront pseudonymisées, c'est-à-dire identifiées par un numéro de code et par vos initiales. Elles seront ensuite transmises aux investigateurs de la recherche et aux coordinateurs.

NOTE D'INFORMATION – Recherche RNPW 17022020



La base de données ainsi créée sera conservée pendant la durée de réalisation de l'étude et jusqu'à deux ans après la dernière publication des résultats de l'étude. Puis, la base de données sera archivée pendant la durée légale autorisée. Passé ce délai, la base de données ainsi que tous les documents relatifs à la recherche seront définitivement détruits.

Conformément à la loi « Informatique et Libertés » du 6 janvier 1978 et au règlement (UE) 2016/679 du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, vous disposez à leur égard d'un droit d'accès, de rectification, d'effacement, de limitation du traitement et du droit de vous opposer au traitement. Il est possible que vous ne puissiez exercer certains droits prévus par le RGPD (limitation, effacement, opposition) si cela devait compromettre la réalisation des objectifs de l'étude.

Si vous souhaitez exercer vos droits et obtenir communication des informations vous concernant, veuillez-vous adresser au délégué à la protection des données du CHU de Lille à l'adresse suivante : dpo@chu-lille.fr.

Si vous considérez que vos droits n'ont pas été respectés, vous avez également la possibilité de saisir la Commission Nationale de l'Informatique des Libertés (CNIL) directement via son site internet : www.cnil.fr.

Vous pouvez accéder directement ou par l'intermédiaire d'un médecin de votre choix à l'ensemble de vos données médicales en application des dispositions de l'article L1111-7 du Code de la Santé Publique. Ces droits s'exercent auprès du médecin qui vous suit dans le cadre de la recherche et qui connaît votre identité.

IV. Acceptation et interruption de votre participation

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à cette recherche. Dans le cas où vous répondriez par la positive, vous disposez de la possibilité d'interrompre votre participation à tout moment sans aucun préjudice et sans engager votre responsabilité. Cela n'affectera évidemment pas votre prise en charge.

En l'absence d'opposition / refus de votre part sous un délai de 3 semaines après réception de la présente note nous considérerons que vous acceptez de participer à cette recherche.

V. Comment cette recherche est-elle encadrée ?

Le responsable de la recherche, a pris toutes les mesures pour mener cette recherche conformément à la loi française aux dispositions de la Loi Informatique et Liberté applicables aux recherches n'impliquant pas la personne humaine (CNIL loi 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée) et européenne (Règlement européen n° 2016/679 relatif à la protection des données - RGPD).

Fait à : Lille Le 12 Janvier 2024

Signature du responsable de la recherche

CADRE RESERVE AU RECUEIL DE L'OPPOSITION

NOM/Prénom du patient : _____

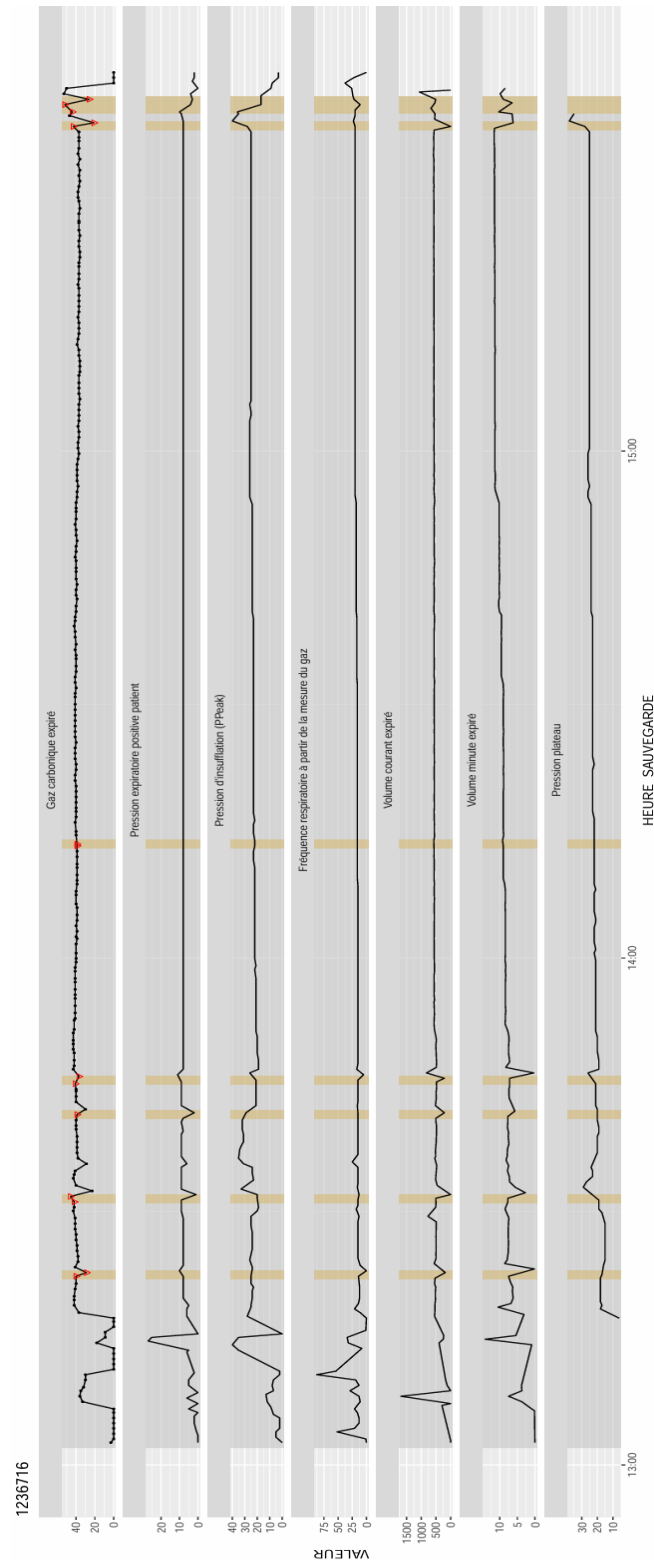
Je m'oppose à l'utilisation de mes données dans le cadre de cette recherche [ARTEFACT PetCO₂/CHU de Lille] :

☐ Oui ☐ Non

Signature (Procédée de la mention : Lu, compris et approuvé) :

NOTE D'INFORMATION – Recherche RNPW 17022020

Annexe 3



Extrait des données peropératoires d'un patient inclus, avec les périodes comprenant des artefacts surlignées en jaune

Annexe 4



DIRECTION GENERALE

DEPARTEMENT DES RESSOURCES NUMERIQUES

N/Réf : DEC24-005

*BOUZIDI Anthony
Délégué à la protection des
données*

*CALMELET Louise
Adjointe au Délégué à la
protection des données*

*Secrétariat Direction des
Ressources Numériques
Tél. 03.20.44.44.26
Fax : 03.20.44.58.59*

Attestation de déclaration d'un traitement informatique

L'équipe Déléguée à la Protection des Données du GHT Lille Métropole Flandre intérieure atteste que le fichier de traitement ayant pour finalité : **ARTEFACT-PetCO2** mis en œuvre en **2024**, a bien été déclaré par **Christophe HUZ**

La déclaration est intégrée dans le registre des traitements du Centre Hospitalier Régional Universitaire de Lille.

Attestation réalisée pour valoir ce que de droit.

Fait à LILLE, le **25/01/2024**

Le Délégué à la protection des données

BOUZIDI Anthony

Son adjointe

CALMELET Louise

Toute correspondance devra être adressée à :
CHRU de Lille
Département Ressources Numériques
ex Clinique Fontan - 2^{ème} étage – rue du Professeur Laguesse
59037 LILLE Cedex

Autorisation du DPO

RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE (1 PAGE MAXIMUM) :

Contexte : L'optimisation du débit cardiaque d'un patient sous anesthésie générale est devenue un sujet majeur ces dernières années. La SFAR a, en ce sens, émis des recommandations sur le monitoring du débit cardiaque en périopératoire(1). Néanmoins, le monitoring systématique n'est que peu faisable en pratique clinique pour diverses raisons. La PetCO₂, disponible chez tous patients sous anesthésie générale avec un contrôle des voies aériennes, est un reflet indirect du débit cardiaque par l'intermédiaire des rapports ventilation/perfusion. Il a été en ce sens montré que la PetCO₂ pourrait être une aide à l'optimisation hémodynamique(2). Le CHU de Lille, depuis 2009, a implémenté un entropet de données d'anesthésie, permettant l'étude d'association entre événement périopératoire et outcome(3). Grâce à cet entropet, la diminution de la PetCO₂ pour prédire l'anaphylaxie s'est révélée être un meilleur marqueur que l'hypotension(2). Cette étude a mis en évidence la présence dans l'entropet de données d'artefact pouvant biaiser les résultats. Ces artefacts sont de diverses raisons mais n'ont jamais été étudiés dans les entropets de données d'anesthésie. De plus, les études rétrospectives s'intéressant à la PetCO₂ proposent des méthodologies de gestion de ces artefacts hétérogènes et non éprouvées par l'expérimentation(4).

En ce sens, nous voulons réaliser une étude prospective permettant de récolter de manière exhaustive les étiologies des artefacts de la PetCO₂ pour déterminer une méthodologie de gestion automatisée adéquate permettant de les éliminer.

Objectif principal : Être capable d'identifier et corriger automatiquement les artefacts de PetCO₂ survenant au cours d'une anesthésie générale.

Objectifs secondaires : Déterminer l'incidence, la cause et la durée des artefacts. Etablir des règles de gestion des artefacts et données manquantes sur la base de ces observations. Valider ces règles avec étude de cas par des anesthésistes expérimentés.

Nature et déroulement de l'étude : L'étude se déroulera au sein du CHU de Lille de Janvier 2024 à Juin 2024, elle concernera les patients adultes (> 18 ans) sous anesthésie générale en chirurgie non cardiaque et en ventilation contrôlée. Cette étude combinera une étude prospective observationnelle (recolte des artefacts, leur moment de survenu), et une étude rétrospective avec réutilisation de données produites par le soin courant (pour identifier ces mêmes artefacts et permettre une gestion automatisée). Cette méthodologie de gestion sera ensuite soumise à validation par 3 anesthésistes expérimentés (> 2 ans de post-internat) avec comparaison des courbes de PetCO₂ avant et après suppression des artefacts.

Dates prévues de première inclusion : 14/02/2024 de dernière inclusion : 14/09/2024

Principales références bibliographiques (5 maximum) :

1. Vallet B, Blainel Y, Chollet B, Orliaguet G, Pierre S, Tavernier B. Stratégie du remplissage vasculaire périopératoire. Ann Fr Anesth Réanimation. Juin 2013;32(6):454-62.
2. Erlich C, Lamer A, Moussa MD, Martin J, Rogeau S, Tavernier B. End-tidal Carbon Dioxide for Diagnosing Anaphylaxis in Patients with Severe Postinduction Hypotension. Anesthesiology. 1 mars 2022;136(3):472-81.
3. Lamer A, De lonckheere J, Marcellly B, Tavernier B, Vallet B, Jeanne M, et al. A substitution method to improve completeness of events documentation in anesthesia records. J Clin Monit Comput. déc 2015;29(6):741-7.
4. Alkermans A, van Waas JAR, Thompson A, Shanks A, Peelen LM, Aziz MF, et al. An observational study of end-tidal carbon dioxide trends in general anesthesia. Can J Anaesth. J Can Anesth. fevr 2019;66(2):149-60.

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Je, soussigné(e) : Christophe Huz
souhaite soumettre au CERAR le projet d'étude suivant, pour obtention d'un avis sur le caractère éthique de la recherche envisagée.

TITRE de l'étude (Acronyme si justifié) : Gestion des artefacts et valeurs aberrantes de la PetCO₂ dans les entropets de données d'anesthésie en chirurgie non cardiaque : Une étude de cohorte lilloise (Artefact-PETCO.)

Type d'étude : ☒ prospective ☐ rétrospective
☐ monocentrique ☐ multicentrique

Je certifie sur l'honneur l'exactitude de l'ensemble des renseignements fournis dans ce document, et reconnais assurer pleinement les conséquences d'un manquement aux principes éthiques tels que définis dans la déclaration d'Helsinki (Document 17 C, 1964 et ses différents amendements), ou aux dispositions réglementaires applicables dans ce contexte, particulièrement aux recommandations de la méthodologie de référence 004 (MR004) de la CNIL.

Tous manquements à ces règles relèvent des articles 226-16 et suivants du Code Pénal, (Section 5, Partie Législative ; Des atteintes aux droits de la personne résultant des fichiers ou des traitements informatiques).

Fait à : Lille le : 30/01/2024

Signature 

INVESTIGATEUR CORRESPONDANT

Nom : Huz Prénom : Christophe
Fonction : Chef de Clinique des université et assistant hospitalo-universitaire
Adresse professionnelle : Hôpital Roger Salengro, Rue Emile Laine 59000 Lille

N° de membre de la SFAR : 17996427 Courriel : christophe.huz@chu-lille.fr
Tel : 0619862449 A jour de ma cotisation SFAR pour l'année en cours ☒ OUI ☐ NON

SUPERVISEUR ACADEMIQUE (CHEF DE SERVICE, REPERENT RECHERCHE...)

Nom : Tavernier Prénom : Benoit
Fonction : Professeur des universités et praticien hospitalier
Adresse professionnelle : Hôpital Roger Salengro, Rue Emile Laine 59000 Lille
Courriel : benoit.tavernier@chu-lille.fr

Date d'envoi A recevoir par l'investigateur	Número A renseigner par le CERAR	Date de réponse A renseigner par le CERAR
01/02/2024		

Extrait du formulaire de présentation au CERAR

Annexe 6



COMITE ETHIQUE POUR LA RECHERCHE EN ANESTHESIE REANIMATION

Paris, 2024-03-19

Ref. : IRB 00010254 - 2024 - 020

Dr Christophe Huz

Département d'Anesthésie,
Hôpital Roger Salengro, CHRU de Lille

Dear Colleague,

You requested the CERAR about a project entitled:

« Gestion des artefacts et valeurs aberrantes de la PetCO₂ dans les entrepôts de données d'anesthésie en chirurgie non cardiaque : Une étude de cohorte illoise (Artefact-PETCO₂) »

This retrospective and prospective monocentric study has been examined by 3 independent rapporteurs who concluded that it does not pose any particular ethical problem and does not fall within the field of application of the regulations governing research involving the human person, as defined in Articles L1121-1 and R.1121-1.

We would nevertheless like to draw your attention to the fact that, in this context, due to the recording of various data and information, it is your responsibility to yourself inform and to respect the obligations linked to the declarations to the CNIL and to the safeguarding and protection of the data that you record within the respect of the framework of the Reference Methodology MR-004 - Research not involving the human person, studies and evaluations in the health field.

Best Regards



Dr Valerie BILLARD
Head of CERAR – Comité d’Ethique pour
la Recherche en Anesthésie-Réanimation

SFAR – 74 rue Raynouard 75016 Paris
www.sfar.org
contact:cerar@sfar.org



COMITE ETHIQUE POUR LA RECHERCHE EN ANESTHESIE REANIMATION

Paris, le 19/03/2024

Numéro d'enregistrement : IRB 00010254 - 2024 - 020

Dr Christophe Huz

Département d'Anesthésie,
Hôpital Roger Salengro, CHRU de Lille

Cher collègue,

Vous nous avez sollicités à propos d'un projet intitulé :

« Gestion des artefacts et valeurs aberrantes de la PetCO₂ dans les entrepôts de données d'anesthésie en chirurgie non cardiaque : Une étude de cohorte illoise (Artefact-PETCO₂) »

Cette étude rétrospective et prospective monocentrique a été examinée par 3 rapporteurs indépendants qui ont conclu qu'elle ne pose pas de problème éthique particulier et ne relève pas du champ d'application de la réglementation sur les recherches impliquant la personne humaine, telle que définie à l'article L.1121-1 & R.1121-1.

Nous attirons néanmoins votre attention sur le fait que, dans ce contexte, du fait de l'enregistrement de nombreuses données et informations, il vous appartient de vous renseigner et de respecter les obligations liées aux déclarations auprès de la CNIL et à la sauvegarde et protection des données que vous enregistrerez dans le cadre du respect de la Méthodologie de Référence MR-004- Recherches n'impliquant pas la personne humaine, études et évaluations dans le domaine de la santé.

Nous vous rappelons que le non-respect de ces obligations ou l'utilisation inappropriée de ce numéro d'enregistrement expose aux sanctions prévues aux articles 226-16 et suivants du Code Pénal.

Cordialement,



Dr Valerie BILLARD
Responsable du Comité d’Ethique pour
la Recherche en Anesthésie-Réanimation

SFAR – 74 rue Raynouard 75016 Paris
www.sfar.org

Extrait de la validation par le CERAR de la SFAR

AUTEUR : Nom : PARJADIS DE LARIVIERE **Prénom :** Gaëtane

Date de Soutenance : 12 Décembre 2015

Titre de la Thèse : Identification et épidémiologie descriptive des artéfacts de l'etCO₂ peropératoires en chirurgie non cardiaque dans les entrepôts de données du CHU de Lille, une étude prospective monocentrique.

Thèse - Médecine - Lille 2025

Cadre de classement : Anesthésie – péri-opératoire – statistique

DES + FST ou option : Anesthésie, réanimation et médecine péri-opératoire

Mots-clés : « artéfact » ; « capnie » ; « etCO₂ » ; « bloc opératoire » ;

Contexte : la recherche clinique s'appuie chaque jour davantage sur des données des patients stockées dans des entrepôts, il paraît crucial de maîtriser les artéfacts qui s'intègrent dans ces bases de données. Nous avons souhaité étudier l'épidémiologie descriptive de ces artéfacts, en particulier ceux relatifs à l'etCO₂.

Matériel et Méthodes : Il s'agit d'une étude observationnelle, monocentrique et prospective, menée de juillet 2024 à mai 2025 au CHU de Lille . Nous avons annoté des artéfacts chez 51 patients intubés bénéficiant de chirurgies parmi les plus fréquentes en excluant les chirurgies cardiaques. Nous avons examiné les caractéristiques de ces artéfacts.

Résultats : Sur les 51 interventions incluses, les artéfacts duraient en moyenne 21 secondes, le nadir de la capnie était de 0 mmHg en médiane et de 11,89 en moyenne. Ils étaient la plupart du temps occasionnés par une déconnexion, un arrêt de la ventilation ou par des causes non anticipées lors du design de l'étude (l'apnée, la ventilation spontanée, l'éventuel échantillonnage de la cellule de mesure). La chirurgie thoracique comprenait le plus d'artéfacts.

Conclusion : dans notre étude, nous avons constaté que les artéfacts sont fréquents et que les valeurs sont généralement anormales. Des travaux ultérieurs seront intéressants pour améliorer la gestion des artéfacts dans les bases de données.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur B. TAVERNIER

Asseseurs : Monsieur le Professeur M. D.MOUSSA
Monsieur le Docteur A. BOURGEOIS
Madame le Docteur T. DOPPIA

Directeur : Monsieur le Docteur C HUZ