

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG
Année 2023

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Évaluation de l'utilisation de la gazométrie artérielle en
préhospitalier au SAMU du Nord de manière rétrospective
et observationnelle**

Présentée et soutenue publiquement le 23/06/2023
à 18:00 au Pôle Formation

Par Eliot ACHILLE

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Éric Wiel

Asseseurs :

Monsieur le Docteur Jérôme CUNY

Monsieur le Docteur Romain DEWILDE

Directrice de thèse :

Madame la Docteur Amélie VROMANT

Avertissement

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

Sigles

ATP	Adénosine Triphosphate
BPCO	Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CO	Monoxyde de Carbone
CO₂	Dioxyde de Carbone
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CVF	Capacité Vitale Fonctionnelle
DRI	Direction de la Recherche et de l'Innovation
EtCO₂	End Tidal CO ₂
FEVG	Fraction d'Éjection du Ventricule Gauche
FiO₂	Fraction Inspiratoire en Oxygène
HTA	Hypertension Artérielle
IADE	Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat
IDE	Infirmier Diplômé d'Etat
OAP	Oedème Aigu Pulmonaire
OLD	Oxygénothérapie Longue Durée
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PaCO₂	Pression Partielle de Dioxyde de Carbone
PAD	Pression Artérielle Diastolique
PAM	Pression Artérielle Moyenne
PAO₂	Pression Partielle d'oxygène alvéolaire
PaO₂	Pression Partielle d'oxygène artérielle
PAS	Pression Artérielle Systolique
pH	Potentiel Hydrogène

PPC	Pression Positive Continue
TA	Trou Anionique
TRC	Temps de Recoloration Cutanée
SAMU	Service d'Aide Médicale Urgente
SAS	Syndrome d'Apnée du Sommeil
SFE	Société Française d'Endocrinologie
SFHTA	Société Française d'Hypertension Artérielle
SMUR	Structure mobile d'Urgences et de Réanimation
sO₂	Saturation Artérielle en oxygène
SpO₂	Saturation Pulsée en Oxygène
SPLF	Société de Pneumologie de Langue Française
TA	Trou Anionique
RACS	Reprise d'activité cardiaque spontanée
USC	Unités de Surveillances Continues
USI	Unité de Soins Intensifs
USIC	Unité de Soins Intensifs Cardiologiques
VAC	Ventilation Assistée Contrôlée
VEMS	Volume Expiratoire Maximal par Seconde
VNI	Ventilation Non Invasive
VSAI	Ventilation Spontanée avec Aide Inspiratoire

Sommaire

Avertissement.....	2
Remerciements	3
Sigles.....	6
Sommaire	8
Introduction.....	10
1. Contexte	10
2. Physiopathologie	11
2.1. La gazométrie artérielle	11
2.2. Les échanges gazeux et anomalies associées.....	12
2.3. La formation d'ATP et physiologie des lactates	14
2.4. Troubles acido-basique et pathologies associées	16
2.4.1. L'acidose respiratoire	16
2.4.2. L'acidose métabolique.....	17
3. Intérêt de l'utilisation de la gazométrie en pratique.....	17
3.1. Evaluation de l'hématose.....	17
3.2. Evaluation hémodynamique.....	18
3.3. Evaluation métabolique	18
3.4. Motifs de réalisation de gazométrie en intrahospitalier	18
4. Fonctionnement du SMUR en France	19
5. Les appareils i-STAT® en SMUR	20
5.1. Mesure des échantillons par les appareils i-STAT®.....	21
5.2. Conservation et utilisation des cartouches.....	23
6. Objectif de l'étude	24
Matériel et méthodes	25
1. Design de l'étude	25
2. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	25
3. Recueil de données	25
3.1. Recueil des antécédents.....	26
3.2. Recueil des données cliniques	26
3.3. Recueil des paramètres vitaux.....	28
3.4. Recueil des gazométries.....	28
3.5. Recueil d'autres données en SMUR.....	29

4. Fonctionnement i-STAT®	29
4.1. Type de cartouche utilisé	30
4.2. Méthodologie de réalisation d'une gazométrie.....	30
5. Critères de jugement	31
6. Analyse de données	31
6.1. Méthodologie statistique	31
6.2. Analyse descriptive et inférentielle.....	31
7. Cadre réglementaire	32
Résultats.....	33
1. Analyse descriptive.....	33
2. Analyse inférentielle.....	41
Discussion	43
1. Rôle supposé de la gazométrie en préhospitalier	43
2. Utilisation de la gazométrie au SAMU du Nord.....	45
3. Cas particuliers.....	48
4. Avantages et inconvénients de la gazométrie	48
5. Limites	50
6. Perspectives	52
Conclusion.....	53
Liste des tables.....	54
Liste des figures	55
Références	56

Introduction

1. Contexte

La gazométrie artérielle est utilisée quotidiennement dans les services d'urgences, de soins intensifs et de réanimation. Celle-ci permet de rechercher des troubles acido-basiques et d'évaluer l'hématose. Associés au dosage sanguin des lactates, ces éléments sont essentiels pour la prise en charge des patients à indice de gravité élevé. Ces mesures sont non seulement une aide au diagnostic mais aussi une aide à la conduite thérapeutique [1].

En France, les Structures Mobile d'Urgence et de Réanimation (SMUR) ont pour mission d'assurer en permanence la prise en charge médicale d'un patient dont l'état requiert des soins d'urgence et de réanimation. Si nécessaire, après régulation par le Service Médical d'Aide Urgente (SAMU), le patient peut être transporté vers un établissement de santé [2,3].

Le SMUR de Lille est équipé depuis avril 2022 d'appareils portatifs i-STAT® qui permettent la réalisation de différents dosages sanguins en préhospitalier, notamment de gaz du sang [4].

Ce travail évalue l'utilisation de la gazométrie artérielle au SAMU du nord de manière rétrospective.

2. Physiopathologie

2.1. La gazométrie artérielle

La gazométrie artérielle consiste en une ponction artérielle, qui après analyse de l'échantillon sanguin permet de mesurer le potentiel Hydrogène (pH), la pression partielle artérielle d'oxygène (PaO₂), la pression partielle artérielle de dioxyde de carbone (PaCO₂), le taux de bicarbonates libres et le taux de lactates sanguins.

Il est possible de réaliser une gazométrie artérielle, veineuse ou capillaire.

La **pression partielle** définit la pression d'un gaz parfait mélangé si ce gaz était le seul dans le volume où se trouve le mélange.

La **pression partielle artérielle en oxygène**, ou **PaO₂**, représente la pression partielle d'oxygène dans une phase gazeuse en équilibre avec le sang.

La **pression partielle artérielle en dioxyde de carbone**, ou **PaCO₂**, représente la pression partielle de dioxyde de carbone dans une phase gazeuse en équilibre avec le sang.

La **saturation en oxygène du sang artériel**, ou **sO₂(a)**, représente le pourcentage d'hémoglobine oxygénée par rapport à la quantité d'hémoglobine capable de transporter l'oxygène.

Le **pH** du sang artériel mesure la balance acide base du sang. Le pH est le logarithme négatif de la concentration en ions H⁺ d'une solution : $\text{pH} = -\log\text{H}^+$

L'équation de Henderson Hasselbach : $\text{pH} = 6,1 + \log (\text{HCO}_3^-) / \text{PCO}_2 \times 0,03$

Un **acide** est une substance qui se dissocie dans l'eau libérant des ions hydrogènes et qui peut former un sel lorsqu'elle est combinée à une base.

Une **base** est une substance qui accepte des ions hydrogènes.

Les taux de **bicarbonates**, ou HCO_3^- , est la concentration en carbonate d'hydrogène dans le plasma de l'échantillon. Il est calculé à partir du pH et de la pCO_2 [5,6].

Paramètres	Artériel
pH	7,35 – 7,45
PaCO₂	35 - 45 mmHg
PaO₂	75 – 100 mmHg
HCO₃⁻	22 – 26 mmol/L
SO₂	≥ 95%
Lactates	< 2 mmol/L

Figure 1. Normes des paramètres de gazométrie

2.2. Les échanges gazeux et anomalies associées

La PaO_2 et PaCO_2 permettent d'évaluer l'**hématose**, c'est à dire le processus par lequel le sang pauvre en oxygène et riche en dioxyde de carbone devient riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone.

L'hématose se fait par des phénomènes de diffusion à travers la **membrane alvéolo-capillaire**. Celle-ci est composée d'un épithélium alvéolaire et d'un d'endothélium capillaire qui sont séparés par l'interstitium alvéolaire.

Un gaz diffuse d'une zone où la pression partielle est élevée vers une zone où la pression partielle est faible. La diffusion se fait par un phénomène passif.

La diffusion de l'oxygène :

La pression partielle en oxygène alvéolaire (PAO_2) est d'environ 104 mmHg et la pression partielle d'oxygène qui entre dans le capillaire pulmonaire (PVO_2) est de 40 mmHg.

La diffusion de l'oxygène dans le capillaire se fait grâce au gradient de pression entre la PAO_2 et la PVO_2 [7].

La PaO_2 est un **marqueur de l'oxygénation artérielle** et un indicateur de la captation d'oxygène au niveau des poumons. Une hypoxémie est caractérisée par une PaO_2 basse, en général inférieure à 80 mmHg, l'interprétation variant selon le terrain et les antécédents du patient.

La diffusion du dioxyde de carbone :

Il y a une faible différence de pression en dioxyde de carbone entre l'alvéole et le capillaire. Cependant le dioxyde de carbone a un meilleur coefficient de diffusion à travers la membrane alvéolo-capillaire, cette dernière permettant une diffusion des gaz du capillaire vers l'alvéole.

La $PaCO_2$ donne des informations sur la ventilation pulmonaire. Une hypocapnie peut être synonyme d'une hyperventilation alvéolaire et une hypercapnie d'une hypoventilation alvéolaire. Le taux de bicarbonate permet de juger le caractère chronique ou aigu d'une insuffisance respiratoire en l'absence d'autre pathologie associée. Une hypercapnie est caractérisée par une $PaCO_2$ supérieure à 44 mmHg et une hypocapnie une $PaCO_2$ inférieure à 36 mmHg.

Le rapport Ventilation perfusion et anomalies :

Le rapport ventilation perfusion est écrit V_A/Q . En situation optimale, V_A/Q serait égal à 1. Les anomalies du rapport ventilation perfusion ont 2 composantes.

L'**hypoventilation alvéolaire** où le rapport V_A/Q est inférieur à 1. Il associe une hypoxémie et une hypercapnie. Celle-ci se traduit par une diminution du renouvellement de l'air au niveau alvéolaire. Les étiologies sont l'atteinte de la commande ventilatoire, l'atteinte de la pompe ventilatoire et l'augmentation de l'espace mort.

L'**effet shunt** où le rapport V_A/Q est supérieur à 1. Il associe une hypoxémie et une hypocapnie. Les étiologies sont l'obstruction et la dysfonction de l'alvéole, l'altération de la membrane alvéolo-capillaire et la communication cardiaque.

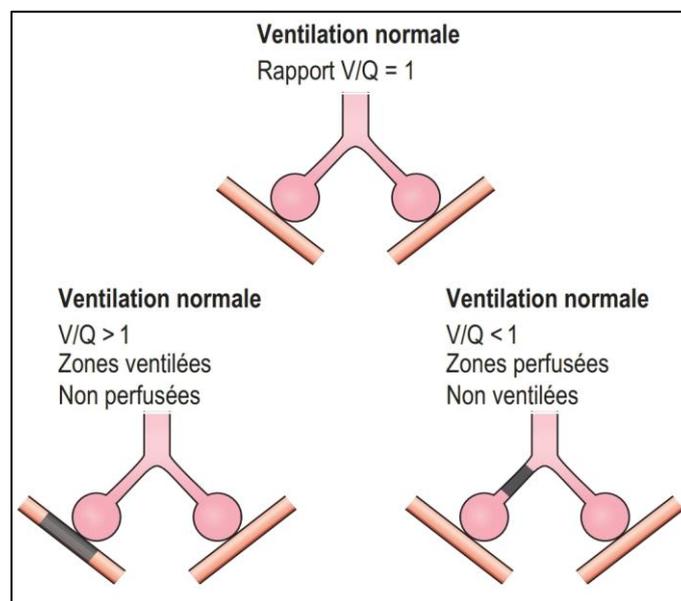


Figure 2. Les anomalies du rapport ventilation perfusion [8]

2.3. La formation d'ATP et physiologie des lactates

L'adénosine triphosphate (ATP) est la molécule de l'organisme servant au transfert de l'énergie. Il y a plusieurs mécanismes permettant la formation d'ATP : le métabolisme aérobie et le métabolisme anaérobie.

Le **pyruvate** est un élément essentiel dans la formation d'ATP, il provient de la glycolyse.

En présence d'oxygène, l'organisme utilise principalement le **métabolisme aérobie**. Celui-ci se fait par oxydation du pyruvate en Acétylcoenzyme A. Cela permet ensuite d'activer le cycle de Krebs pour aboutir à la production de 36 molécules d'ATP.

Si le métabolisme aérobie est dépassé, l'organisme peut utiliser le **métabolisme anaérobie**. Dans ce cas, le pyruvate est oxydé par le lactate déshydrogénase en lactate pour permettre de former 2 molécules d'ATP.

En cas d'activation du métabolisme anaérobie il y a une hyperlactatémie.

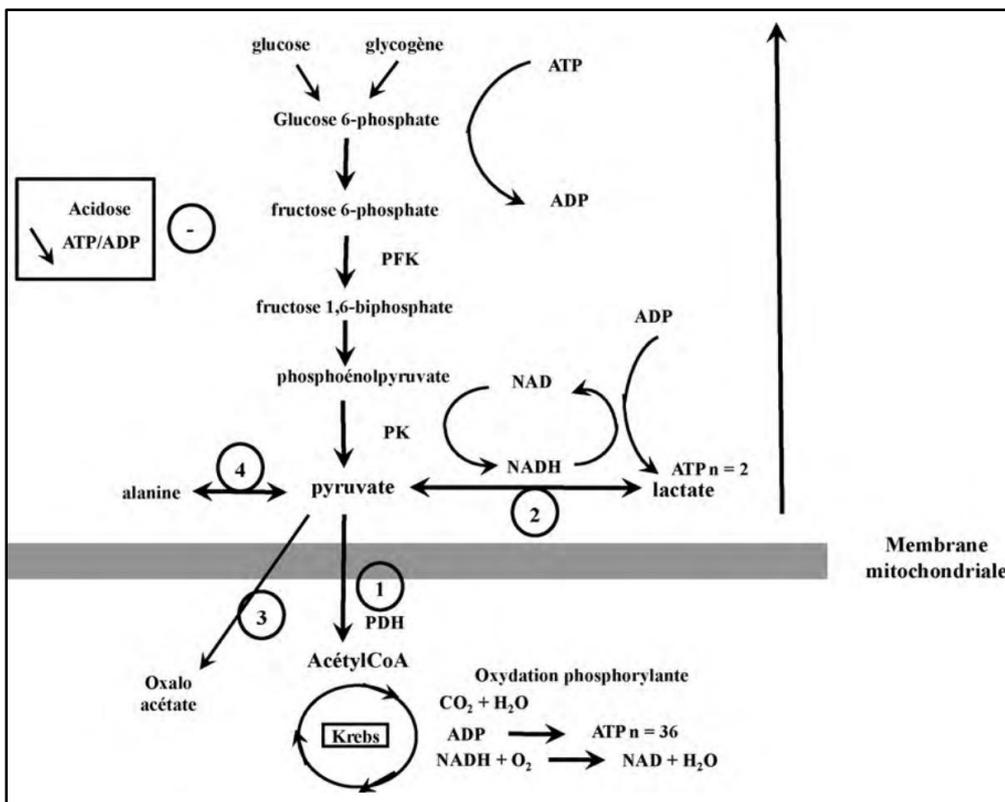


Figure 3. Métabolisme aérobie et anaérobie [9]

Une hyperlactatémie est définie par un taux de lactates sanguin supérieur à 2 mmol/L. La demi-vie plasmatique du lactate est d'environ 10 minutes.

Les principaux organes producteurs de lactate sont les globules rouges, le cerveau, l'intestin et les muscles. La clairance du lactate se fait principalement par le foie et partiellement par les reins [9].

Le taux de lactate peut être augmenté dans des situations d'hypoxie tissulaire et en cas de diminution de la clairance. A noter qu'une hyperlactatémie peut être aussi liée à une augmentation du taux de pyruvate, soit par accélération de la glycolyse aérobie, par inhibition du pyruvate déshydrogénase ou encore par catabolisme protéique.

Hypoxie tissulaire	Diminution de clairance
<ul style="list-style-type: none"> • Hypotension • Etats de choc • Anémie • Intoxication au CO • Ischémie d'organes • Epilepsie, convulsions • Exercice intense 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance hépatique • Insuffisance rénale • Intoxication médicamenteuse

Figure 4. Causes d'augmentation du taux de lactate

2.4. Troubles acido-basique et pathologies associées

Plusieurs équilibres acido-basiques peuvent être observés : acidose par augmentation des ions acides et par diminution des ions basiques, et inversement pour l'alcalose. Dans un contexte d'acidose le pH est inférieur à 7,35 et en cas d'alcalose le pH est supérieur à 7,45.

2.4.1. L'acidose respiratoire

L'acidose respiratoire est une diminution du pH par augmentation de la PaCO₂ et une diminution du rapport HCO₃⁻ /PaCO₂. Elle correspond à une hypoventilation alvéolaire.

Il y a des hypoventilations par atteinte de la commande ventilatoire, par atteinte de la pompe ventilatoire ou d'origine pulmonaire. Une des principales étiologies est l'exacerbation de BPCO [10,11].

2.4.2.L'acidose métabolique

L'acidose métabolique est liée à une diminution des bicarbonates associée secondairement à une compensation par hyperventilation provoquant une diminution de la PaCO₂.

Le trou anionique plasmatique, ou TA, correspond à la différence entre la somme des cations (Sodium et Potassium) et la somme des anions (Chlore et Bicarbonate) :

$$TA = [Na^+ + K^+] - [Cl^- + HCO_3^-] = 16 \pm 4 \text{ mmol/L}$$

Acidose à trou anionique augmenté : Le TA est supérieur à 20 mmol/L. Les anions indosés en excès provoquent une diminution des bicarbonates. Les étiologies sont les acidocétoses, les insuffisances rénales, les intoxications, les états de choc...

Acidose a trou anionique normal : Dans ce cas il y a une perte ou un défaut réabsorption de bicarbonates [10,12].

3.Intérêt de l'utilisation de la gazométrie en pratique

La gazométrie artérielle a plusieurs utilisations en intrahospitalier dans les services d'urgences, de soins intensifs et de réanimations. Cela peut être à visée diagnostique afin d'évaluer la gravité d'un patient ou encore pour évaluer la réponse thérapeutique [1].

3.1. Evaluation de l'hématose

La gazométrie artérielle permet l'évaluation de l'hématose du patient. Celle-ci permet d'évaluer **l'oxygénation** avec la PaO₂ et de **la ventilation** avec la PaCO₂. En effet, il est possible de rechercher un effet shunt, une inadéquation du rapport ventilation-perfusion, une hypoventilation alvéolaire.

3.2. Evaluation hémodynamique

La gazométrie permet une évaluation de l'hémodynamique du patient. Celle-ci permet d'évaluer de la **gravité d'un état de choc** par la mesure de la lactatémie. Il est possible d'évaluer le **débit cardiaque** et la **capacité d'extraction de l'oxygène** avec la SvO₂ en comparant une gazométrie artérielle et une gazométrie veineuse.

3.3. Evaluation métabolique

La gazométrie permet de rechercher des **troubles acido-basiques** avec la mesure du pH. Il est possible de rechercher l'étiologie des troubles acido-basiques en évaluant le caractère respiratoire, métabolique ou mixte des acidoses et des alcaloses avec la PaCO₂ et les bicarbonates [1,13].

3.4. Motifs de réalisation de gazométrie en intrahospitalier

Une étude réalisée en 2007 aux Etats-Unis analysait les utilisations de gazométrie tout service confondu d'un hôpital. Les résultats montraient que 87% des gazométries étaient réalisées dans les services de soins intensifs et réanimation (Intensive Care Unit), dont 27% des gazométries étaient utilisées pour adapter la ventilation d'un patient, 26% pour des évènements respiratoires et 8,9% pour des troubles métaboliques. A noter que 25% sont réalisés en routine (lorsqu'il n'y a pas eu de réelles indications relevées). Les autres indications étaient les situations d'intubation ou d'extubation ou d'anémie [14].

Une étude réalisée en 2013 en France aux urgences de l'hôpital de Saint Camille montrait que 73% des gazométries artérielles étaient réalisées dans un contexte de détresse respiratoire. Il n'y avait que 8,6% des utilisations pour rechercher des troubles acidobasiques [15].

4.Fonctionnement du SMUR en France

En France les soins médicaux d'urgences et de réanimations extrahospitaliers sont organisés par le Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU) via les Structures Mobiles d'Urgence et de Réanimation (SMUR).

Les **SMUR** ont pour but d'apporter de manière permanente sur l'ensemble du territoire des interventions médicalisées pour les soins d'urgences et de réanimation en extrahospitalier en moins de 30 minutes. Le déclenchement d'une équipe SMUR se fait sur décision du médecin urgentiste régulateur du SAMU.

Les SMUR ont plusieurs missions :

Les missions **primaires** concernent les patients ne se trouvant pas dans un établissement de santé et nécessitant des soins médicaux d'urgences et de réanimation.

Les missions secondaires sont les **transferts** sous surveillance médicalisée de patients déjà hospitalisés vers un autre hôpital ayant un plateau technique adapté à la prise en charge. Ces transferts peuvent être paramédicalisés dans des situations bien définies selon les recommandations de la note ministérielles [16].

Les missions de **rapatriement** et d'**évacuations sanitaires**.

Les SMUR sont rattachés à un établissement de santé, le plus souvent public et dépendent de celui-ci. Ils sont organisés de manière régionale et dépendent d'un SAMU.

Les équipes d'interventions des SMUR sont composées d'un médecin urgentiste, d'un infirmier ou IADE, d'un ambulancier (ou d'un pilote si HeliSMUR) et de personnel

en formation (interne, étudiants hospitaliers, élèves infirmiers). La régulation médicale en lien avec le médecin du SMUR décide de la filière de soins adaptée aux patients.

Les différentes orientations :

Le patient peut rester au domicile ou sur les lieux de l'intervention s'il ne relève pas d'un transfert à l'hôpital ou s'il refuse celui-ci.

Le patient peut être transféré à l'hôpital par plusieurs moyens :

- Le SMUR peut arrêter la médicalisation et **confier le patient** aux sapeurs-pompiers ou aux ambulanciers privés.
- Le SMUR peut continuer la **médicalisation** du patient si celui-ci le nécessite afin de transférer le patient vers un service d'urgence, de soins intensifs ou de réanimation [17].

Le SMUR de Lille dépend du CHU de Lille, établissement de référence de la zone NORD, et du SAMU du Nord, SAMU référent de la zone NORD.

5. Les appareils i-STAT® en SMUR

Il existe dans les services d'urgences, de soins intensifs et de réanimations des appareillages portatifs pour analyser des gazométries artérielles de type i-STAT® et ABL®. La crise du covid-19 a démocratisé leur usage.

Le **modèle i-STAT 1 Analyzer®** (ou Portable Clinical Analyzer) est un analyseur portable permettant des analyses sanguines à partir d'un prélèvement de 95 µL de sang. Il fonctionne par utilisation de cartouches à usage unique.

Le SMUR de Lille a équipé depuis mars 2022 ses 6 véhicules de SMUR et l'héliSMUR avec des appareils i-STAT® permettant de mesurer des gazométries, des ionogrammes, des dosages de troponine et BNP [4].

5.1. Mesure des échantillons par les appareils i-STAT®

Les mesures sont effectuées sur des échantillons sanguins non dilués. Il y a différents capteurs introduits dans les cartouches permettant la mesure des paramètres.

Les capteurs **potentiométriques** mesurent la différence de potentiel entre 2 électrodes.

Les capteurs **ampérométriques** mesurent le courant généré par des réactions d'oxydation ou de réduction après application d'un potentiel.

Les capteurs **conductimétriques** mesurent la différence de tension après application d'un courant alternatif entre 2 électrodes.

La mesure de la **PaO₂** est effectuée par ampérométrie, utilisant un capteur d'oxygène similaire à une électrode Clark classique. L'oxygène du sang de l'échantillon traverse une membrane perméable aux gaz pour atteindre une solution d'électrolytes interne, puis une réduction se fait au niveau de la cathode dans la solution. Le courant de réduction de l'oxygène est proportionnel à la concentration de l'oxygène dissous. L'unité de mesure est en mmHg. Les plages limites des mesures sont entre 5 et 800 mmHg.

La **saO₂** est calculée à partir de la PO₂, du pH et des bicarbonates par la formule suivante :

$$sO_2 = 100 \frac{(X^3 + 150X)}{X^3 + 150X + 23400}$$

où $X = PO_2 \cdot 10^{(0,48(pH-7,4)-0,0013(HCO_3^- - 25))}$

La saO₂ mesurée suppose une affinité normale de l'oxygène pour l'hémoglobine. L'unité de mesure est en %.

Le **pH** est mesuré par potentiométrie directe. Lors du calcul des résultats du pH, la concentration est liée au potentiel par l'équation de Nernst. Les appareils i-STAT® mesurent la concentration en quantité de matière d'ions hydrogènes dans la fraction plasmatique du sang. Les plages limites de mesure sont un pH entre 6,5 et 8,2. Il n'y a pas d'unité de mesure pour le pH. Le pH est corrigé sur la température du patient par la formule suivante :

$$pH(T_p) = pH - 0,0147(T_p - 37) + 0,0065(7,4 - pH)(T_p - 37)$$

où T_p est la température du patient.

La **PaCO₂** est mesurée par potentiométrie directe. Lors du calcul des résultats du pH, la concentration est liée au potentiel par l'équation de Nernst. L'unité de mesures est en mmHg. Les plages limites sont 5 à 130 mmHg.

Le résultat est corrigé à la température du patient par la formule suivante :

$$PCO_2(T_p) = PCO_2 \times 10^{0,019(T_p-37)}$$

où T_p est la température du patient.

Les **bicarbonates** ou HCO₃⁻ sont calculés à partir de la pCO₂ et du pH par la formule suivante :

$$\log HCO_3 = pH + \log PCO_2 - 7,608$$

L'unité de mesure est en mmol/L.

Le taux de **lactate** est dosé par analyse ampérométrique. L'enzyme lactate oxydase immobilisée dans le biocapteur de lactate permet de réduire le lactate en pyruvate et en peroxyde d'hydrogène (H₂O₂). Le peroxyde d'hydrogène libéré est oxydé au niveau

de l'électrode de platine ce qui entraîne un courant proportionnel à la concentration de lactate de l'échantillon. L'unité de mesure est en mmol/L. Les plages limites des valeurs sont 0,3 à 20 mmol/L [4].

Test	Unités	Plage Déclarée
pH	-	6,5 – 8,2
PCO ₂	mmHg	5 – 130
PO ₂	mmHg	5 – 800
HCO ₃ ⁻	mmol/L	1 – 85
sO ₂	%	0 – 100
Lactates	mmol/L	0,3 – 20

Figure 5. Unités et Plages Déclarées des paramètres mesurés par les i-STAT® [4]

5.2. Conservation et utilisation des cartouches

Les appareils i-STAT® donnent des mesures fiables pour un intervalle de température allant de 16°C à 30°C. Les cartouches des appareils i-STAT® doivent être conservées à une température allant de 2°C à 8°C. Il faut les utiliser dans les 5 minutes après sortie des températures de conditionnement. Idéalement, il faudrait utiliser la cartouche 5 minutes après le déconditionnement pour que celle-ci se rapproche de la température ambiante.

Pour une mesure optimale du taux de lactate, la cartouche doit être analysée immédiatement après introduction du prélèvement. En effet la glycolyse peut faire augmenter le taux de lactate jusqu'à 70% dans les 30 premières minutes à température ambiante. Concernant la mesure du pH de la PCO₂ et de la PO₂, la cartouche doit être analysée dans les 10 minutes pour avoir des mesures fiables [4].

6.Objectif de l'étude

Nous nous sommes intéressés au rôle de la gazométrie artérielle en préhospitalier. A notre connaissance, il n'y a pas d'utilisation répandue de gazométrie artérielle en préhospitalier dans les SMUR de France, ni dans les équipes médicales en préhospitalier à l'international. Nous avons retrouvé plusieurs études réalisées à l'international étudiant la gazométrie en préhospitalier. Ces études ne montraient pas toutes des résultats significatifs, mais les médecins y décrivaient un intérêt de la gazométrie en préhospitalier [18–21].

La gazométrie artérielle en préhospitalier pourrait être selon nous un moyen pour affiner le diagnostic et pour repérer des marqueurs de gravité, ce qui pourrait permettre d'adapter la prise en charge et l'orientation du patient.

L'objectif de cette thèse est d'évaluer l'utilisation de la gazométrie artérielle en préhospitalier au SAMU du nord.

Matériel et méthodes

1.Design de l'étude

Nous avons réalisé une étude observationnelle, monocentrique, unilatérale, rétrospective et descriptive. Cette étude s'est déroulée au CHU de Lille au SAMU du Nord sur une période de 11 mois, du **1 avril 2022 au 17 mars 2023**.

2.Critères d'inclusion et d'exclusion

Nous avons inclus de manière rétrospective tous les patients de plus de 18 ans pris en charge par une équipe du SMUR de Lille ayant bénéficié d'une gazométrie artérielle. La décision de la réalisation d'une gazométrie artérielle était laissée à l'appréciation du médecin.

Les critères d'exclusion sont l'absence de données sur le gaz du sang, la réalisation d'une gazométrie veineuse et les patients de moins de 18 ans.

3.Recueil de données

Le recueil de données a été fait sur les dossiers médicaux informatisés du SAMU du Nord. Nous avons aussi créé un questionnaire rempli par le médecin pour avoir un aperçu de l'apport de la gazométrie sur la prise en charge et l'orientation des patients.

Le questionnaire se composait de 2 questions :

"Est-ce que la gazométrie a modifié la prise en charge du patient ?"

"Est ce que la gazométrie a modifié l'orientation du patient ?"

3.1. Recueil des antécédents

Nous avons recueilli certains antécédents des patients inclus en grâce aux antécédents reportés dans la fiche d'intervention SMUR du patient et aux antécédents sur leur précédents courriers d'hospitalisation.

Une **BPCO** était retenue pour tout patient ayant un trouble ventilatoire obstructif permanent non complètement réversible avec un rapport entre le VEMS et la CVF < 70% calculé en spirométrie [22].

Un **asthme** est défini comme un trouble ventilatoire obstructif réversible selon la définition de la SPLF [23].

Une **insuffisance cardiaque** était retenue selon les critères de l'ESC [24].

Un **syndrome coronarien aigu** était défini par un antécédent de syndrome coronarien aigu avec ou sans élévation du segment ST [25].

Une **HTA** définie selon les critères de la SFHTA [26].

Un **diabète** défini selon les critères diagnostiques de l'OMS [27].

3.2. Recueil des données cliniques

Nous avons recueilli des éléments cliniques que présentaient les patients à l'arrivée du SMUR selon l'examen clinique écrit par le médecin sur le rapport d'intervention. Nous avons classifié en plusieurs catégories les signes cliniques.

Les symptômes neurologiques :

Les **troubles de la conscience** ont été reportés selon l'examen clinique du praticien et selon le score de Glasgow [28]. Si le praticien ne décrivait pas d'examen neurologique alors le patient était classé comme sans trouble de la conscience.

Les symptômes respiratoires :

La **polypnée** est définie par une fréquence respiratoire supérieure à 30 cycles par minutes mesurée par le médecin.

Le recrutement des muscles inspiratoires et expiratoires était :

- **Tirage sus claviculaire** : contraction des muscles scalènes et sterno cléido mastoïdiens à l'inspiration, avec formation d'un creusement sus sternal.
- **Expiration abdominale active** : contraction des muscles abdominaux à l'expiration [29].

Des **signes cliniques d'hypercapnie** étaient retenus si le praticien l'explicitait selon un faisceau d'arguments clinique. Une hypercapnie peut associer : céphalées, agitation, confusion, somnolence, coma, astérisis, hypercrinie, hypertension artérielle [8].

Les **sibilants** et les **crépitants** (incluant râles crépitants et râles sous crépitants) selon la définition du référentiel de séméiologie de la SPLF [29].

Les symptômes hémodynamiques :

La présence de **signes d'hypoperfusion** périphérique comme les marbrures, extrémités froides et diminution du TRC [8].

La présence de **signes de décompensation cardiaque** était définie en présence de plusieurs signes cliniques : la présence d'œdème de membre inférieur, d'une turgescence jugulaire, d'un reflux hépato jugulaire, des crépitants associés une à dyspnée. Pour recueillir la présence de signes de décompensation cardiaque il fallait que le médecin les décrivent et les rapportent comme en faveur d'une décompensation

cardiaque. La présence d'un seul signe fonctionnel ne suffisait pas pour définir une décompensation cardiaque [8].

3.3. Recueil des paramètres vitaux

Il y a plusieurs mesures de paramètres vitaux lors d'une intervention SMUR. Nous nous sommes intéressés uniquement aux paramètres mesurés dès l'arrivée de l'équipe sur place.

Nous avons recueilli la **PAS**, la **PAD**, la **PAM**, la **SpO₂**, l'**EtCO₂**, la **FR**, la **Glycémie Capillaire** et la **Température** reportés sur la fiche d'intervention du patient.

Les scopes permettent de mesurer la PAS, la PAD et la PAM par brassard électronique et la SpO₂ à saturomètre. L'EtCO₂ était mesurée par un capnomètre.

La glycémie capillaire était mesurée par un glucomètre ; la température par thermomètre auriculaire et la FR était mesurée cliniquement par le médecin.

3.4. Recueil des gazométries

Les données recueillies pour les gazométries sont les suivantes :

- Les paramètres des gazométries : **le pH**, la **PaO₂**, la **PaCO₂**, le **taux de bicarbonate** et le **taux de lactate**. Concernant le pH, la PaO₂ et la PaCO₂ nous avons recueilli la valeur corrigée à la température.
- Les conditions de réalisation : en air **ambient** ou **sous oxygénothérapie**, en **veineux** ou en **artériel**.
- La **temporalité** de réalisation de gaz du sang, en mesurant de délai de réalisation de gaz du sang après l'arrivée de l'équipe SMUR sur place.

3.5. Recueil d'autres données en SMUR

Nous avons recueilli d'autres données en préhospitalier :

- Le recueil des résultats du **questionnaire**,
- La **prise en charge** SMUR en classifiant de manière suivante :
 - Recueil du type de ventilation parmi : Oxygénothérapie < 6L, Oxygénothérapie ≥ 6L, VSAI et intubation avec VAC.
 - Réalisation d'un remplissage ≥ 1000 mL
- Le **diagnostic** après la prise en charge SMUR
- **L'orientation** après la prise en charge SMUR parmi les suivants :
 - Service de réanimation ou déchoquage affilié à un service de réanimation,
 - Service d'unité de surveillance continue (USC) et service d'unité de soins intensifs (USI),
 - Service d'urgence.

4. Fonctionnement i-STAT®

Nous avons mesuré la gazométrie par des appareils i-STAT®. Ce sont des appareils portatifs permettant des analyses biologiques. Ils fonctionnent avec un système de cartouches à usage unique qui permettent après application de sang sur la cartouche de mesurer les différents paramètres.

4.1. Type de cartouche utilisé

La cartouche CG4+ permet de recueillir les données de gazométrie artérielle et veineuse en mesurant : le pH, la PCO₂, la PO₂, les lactates, la TCO₂, les bicarbonates, l'excès de base et la sO₂.

4.2. Méthodologie de réalisation d'une gazométrie

Les équipes ont été formées au préalable à l'utilisation des appareils i-STAT®. La personne réalisant la gazométrie remplit les informations d'identification du patient, c'est-à-dire le numéro d'intervention SMUR.

Les infirmiers suivent les procédures usuelles pour la réalisation d'une gazométrie artérielle avec réalisation en amont d'une manœuvre d'Allen [30].

Les prélèvements sont réalisés dans une seringue. Le sang est ensuite introduit dans les puits d'échantillonnage de la cartouche. Les échantillons doivent être analysés immédiatement pour l'analyse des lactates et dans les 10 minutes pour les autres mesures de gazométries [4].

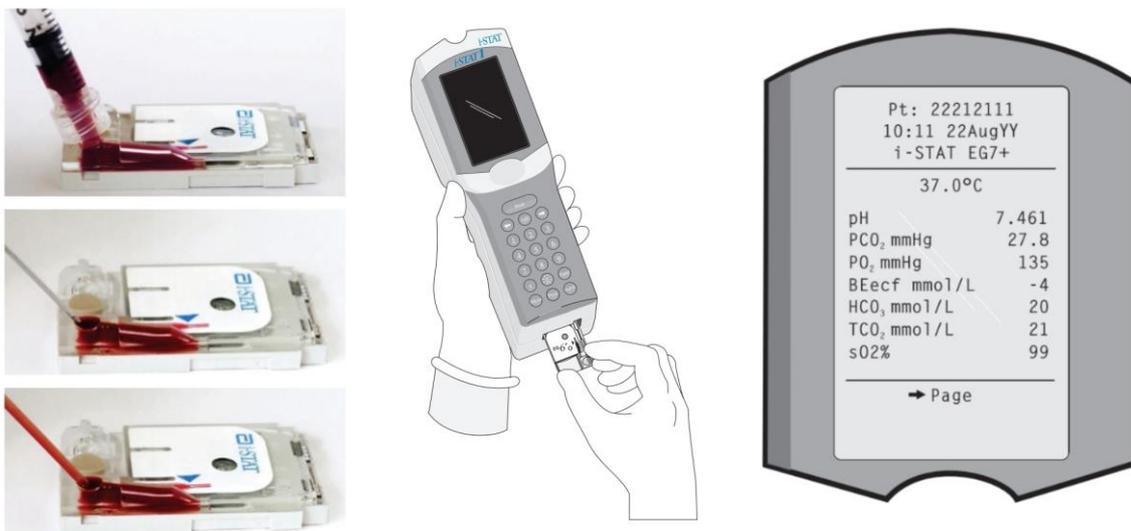


Figure 6. Fonctionnement des i-STAT®

Il faut environ 5 minutes à un IADE pour la réalisation du geste en incluant, la préparation du matériel, le prélèvement et l'introduction du prélèvement dans la cartouche. Les résultats sont rendus par l'appareil i-STAT® en 7 minutes.

5.Critères de jugement

Le critère de jugement principal est l'évaluation descriptive de l'utilisation de la gazométrie artérielle en préhospitalier.

Les critères de jugement secondaires sont la comparaison des gazométries artérielles selon l'orientation des patients et la comparaison selon la gravité des patients.

6.Analyse de données

6.1. Méthodologie statistique

Pour les données discrètes, la comparaison des proportions a été réalisée à l'aide d'un test du Chi-carré ou par le test de Fisher (F) quand l'effectif était trop faible (<6).

Pour les données continues, les tests utilisés sont les tests ANOVA et Wilcoxon, quand les données ne respectaient pas les critères des tests paramétriques.

Le logiciel R a été utilisé pour réaliser toutes les comparaisons. L'ensemble a été analysé et interprété à l'aide d'un niveau de signification de la valeur $p < 0,05$ [31].

6.2. Analyse descriptive et inférentielle

Nous avons analysé uniquement les gaz du sang artériel, les 6 gaz du sang du veineux ont été exclus.

7.Cadre réglementaire

Les dossiers concernés par cette thèse sont anonymisés. Par ailleurs, il s'agit d'une étude rétrospective et cette étude a reçu un avis favorable de la DRI dans le cadre d'une recherche rétrospective à risque et contrainte minimale.

Résultats

1. Analyse descriptive

Sur la période d'avril 2022 à mars 2023, il y a eu 72 gazométries réalisées au SAMU du Nord. Nous avons inclus 64 gazométries artérielles, après l'exclusion de 6 gazométries veineuses et 2 gazométries dont l'analyse n'a pas été rendue par l'appareil i-STAT®.

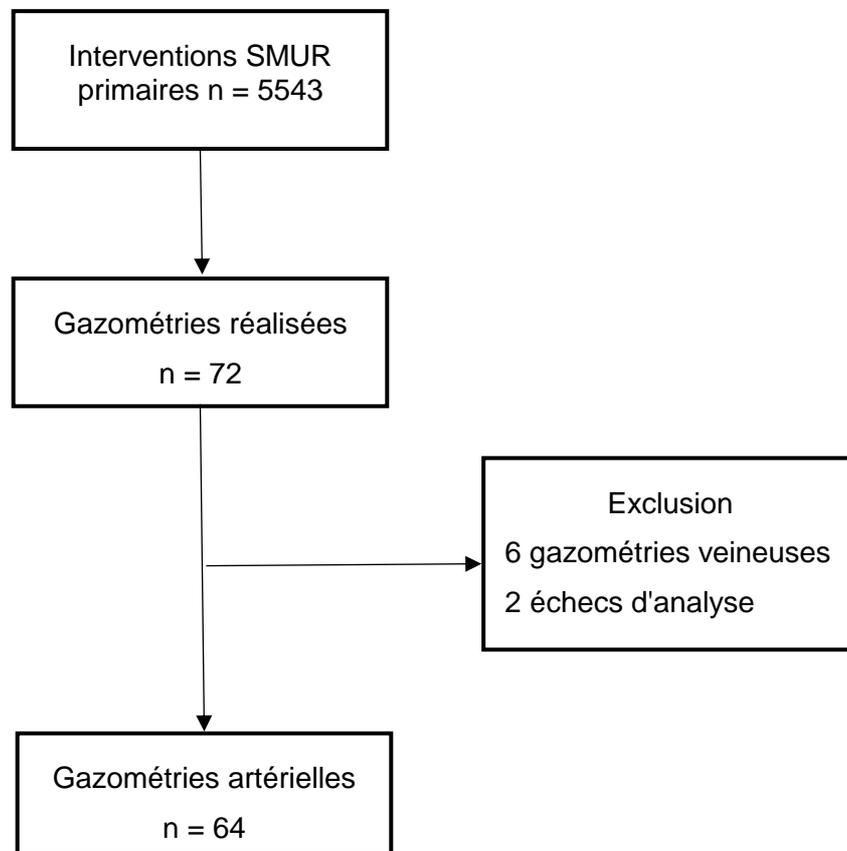


Figure 7. Diagramme de flux de la population étudiée

La population est composée majoritairement d'homme avec un âge moyen de 67,2 ans. Les comorbidités sont importantes avec 37,5% de patients ayant une BPCO, 60,9% ayant une hypertension et 31,3% de patients diabétiques.

<u>Total :</u>	n (%)
	64
<u>Sexe :</u>	n (%)
Homme	44 (68,8)
Femme	20 (31,2)
	Moy (Med)
<u>Age :</u>	67,2 (69,5)
<u>Antécédents :</u>	
BPCO	24 (37,5)
Asthme	5 (7,8)
Insuffisance cardiaque	8 (12,5)
HTA	39 (60,9)
SCA	5 (7,8)
Diabète	20 (31,3)

Table 1. Description de la population

Les motifs de déclenchement d'une équipe SMUR dans la population étudiée sont surtout des détresses respiratoires aiguës ou des désaturations à 65,6%. Il y a 20,3% de troubles de conscience ou de vigilance et 6,3% d'hypotension et d'état de choc. Il faut préciser que 3 patients sont cotés pour deux motifs différents, car il était impossible de définir le motif principal de l'intervention.

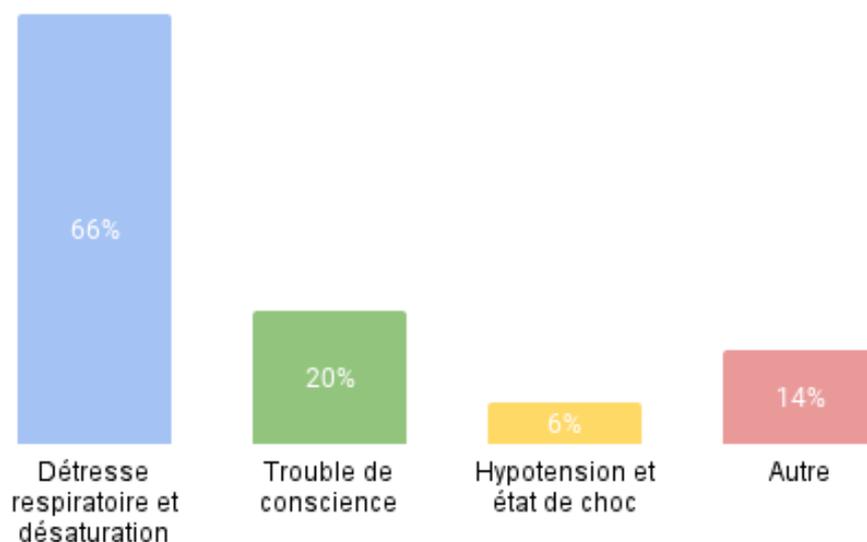


Figure 8. Motifs de déclenchement d'une équipe SMUR

Les patients présentent surtout des symptômes respiratoires avec 57,8% de polypnée et 50% de signes de tirage. Les troubles de la vigilance sont présents chez 37,5% des patients. Il y a un nombre limité de signes de choc dans l'échantillon, les marbrures sont observables chez 6,3% des patients.

Il y a eu 1 gazométrie artérielle réalisée chez un patient en arrêt cardio respiratoire. Les patients ont en moyenne une saturation artérielle en oxygène diminuée à 88,1%, les pressions artérielles sont le plus souvent préservées avec un PAM moyenne à 93,2 mmHg. Les fréquences respiratoires sont en moyenne 30,1 cycles par minutes, en prenant en compte le fait qu'il y a un nombre important de données manquantes.

<u>Présentation clinique :</u>	n (%)	
Trouble de la vigilance	24	(37,5)
Tirage	32	(50,0)
Polypnée	37	(57,8)
Cyanose	1	(1,5)
Sibilants	15	(23,4)
Crépitants	15	(23,4)
Silence auscultatoire	5	(7,8)
Signes d'hypercapnie	5	(7,8)
Marbrures	7	(10,9)
Extrémités froides	4	(6,3)
Signes de décompensation cardiaque	7	(10,9)
Arrêt cardio respiratoire	1	(1,5)
<u>Paramètres vitaux :</u>	Moy (Med)	
Pression artérielle systolique	130,4	(130,0)
Pression artérielle diastolique	74,6	(79,5)
Pression artérielle moyenne	93,2	(95)
Fréquence cardiaque	105,8	(101,0)
SpO ₂	88,1	(93,5)
Fréquence respiratoire	30,1	(30,0) <i>n = 44</i>
EtCO ₂	34,0	(34,5) <i>n = 12</i>

Table 2. Clinique et paramètre vitaux lors des interventions SMUR

Le pH moyen des gazométries artérielles est de 7,30 avec une PaCO₂ moyenne à 49,7 mmHg et une PaO₂ moyenne à 90,2 mmHg. Les gazométries sont dans la

majorité des cas réalisées sous oxygénothérapie. Le délai moyen d'obtention des résultats de gazométrie par les appareils i-STAT® à partir de l'arrivée de l'équipe SMUR sur les lieux de l'intervention est de 28 minutes.

La population montre des marqueurs de gravité en gazométrie avec 53,1% d'hyperlactatémie et 23,4% de gazométrie avec un pH < 7,2.

<u>Gazométrie artérielle :</u>	
	Moy (med)
pH	7,30 (7,31)
PaCO ₂	49,7 (42,2)
PaO ₂	90,2 (78,0) <i>n = 63</i>
HCO ₃ ⁻	24,4 (24,9) <i>n = 63</i>
sO ₂ %	89,2 (93,0) <i>n = 63</i>
Lactates	3,2 (2,2) <i>n = 63</i>
	n (%)
Gazométrie sous O ₂	36 (56,25)
	Moy (med)
Délai d'obtention des résultats	28,3 (28,0)
	n (%)
Gravité sur gazométrie	
Lactate > 2 mmol/L	34 (53,1)
pH ≤ 7,2	15 (23,4)

Table 3. Gazométries artérielles dans la population

Concernant la prise en charge réalisée en SMUR, 37,5% des patients ont bénéficié d'une VSAI, 6,3% d'une intubation orotrachéale et 15,6% d'un remplissage vasculaire ≥ à 1000 mL.

Oxygénothérapie < 6L	3 (4,7)
Oxygénothérapie ≥ 6L/min	24 (37,5)
VSAI	24 (37,5)
Intubation et VAC	4 (6,3)
Remplissage Vasculaire ≥ 1000 mL	10 (15,6)

Table 4. Prise en charge et orientation des patients

Il y a 44,3% de transferts en réanimation, 12,5% en USI ou USI et 42,2% aux urgences. Un patient est resté au domicile. Il y a 34 patients, soit 53,1% de la population qui ont été transférés au CHU de Lille.

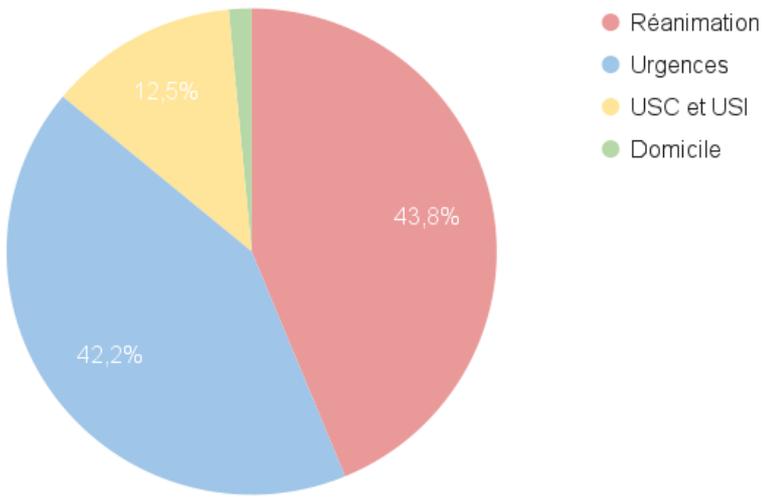


Figure 9. Orientations des patients

Le questionnaire concernant l'apport sur la prise en charge et sur l'orientation du patient n'a été rempli que pour 39,1% des gazométries artérielles, ce qui représente 25 patients. Il y a eu 40% des praticiens qui décrivaient une aide à la prise en charge et 76% une aide à l'orientation du patient. Il y a plus d'aide à l'orientation pour les patients transférés aux urgences.

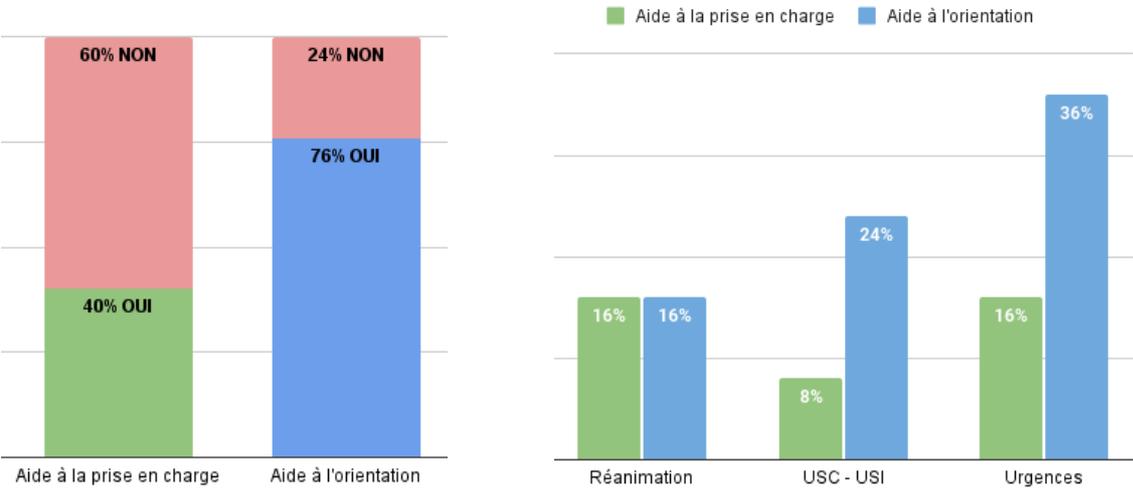


Figure 10. Réponses au questionnaire et classification des réponses en fonction de l'orientation

Les pH moyens des patients en réanimation sont plus bas à 7,23 comparés à 7,35 aux urgences. La PaCO₂ moyenne est plus élevée en réanimation. La PO₂ moyenne est plus basse pour les patients d'USC et USI.

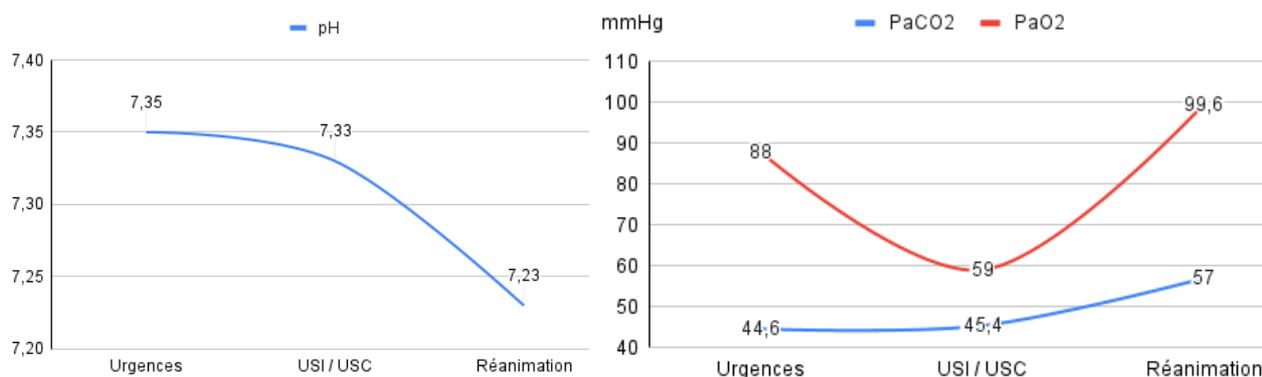


Figure 11. Tendances du pH, de la PaO₂ et de la PaCO₂ en fonction de l'orientation du patient

	Urgences	USI - USC	Réanimation
Paramètres Vitaux:			
FC	103,1 (103,0)	94,8 (96,5)	112,6 (102,0)
PAS	130,7 (132,0)	130,6 (124)	129,2 (125,5)
PAD	74,1 (80)	73,8 (71,5)	74,8 (81,0)
PAM	92,9 (93,0)	92,3 (92,5)	92,9 (95,5)
SpO ₂	86,4 (93,0)	85,9 (93,0)	89,9 (94,0)
FR	32,4 (30)	25,2 (27)	29,8 (33,5)
Gazométries artérielles :			
pH	7,35 (7,35)	7,33 (7,34)	7,23 (7,24)
PaCO ₂	44,6 (39,6)	45,4 (38,9)	57,0 (48,2)
PaO ₂	88 (76)	59 (56,0)	99,6 (92)
HCO ₃ ⁻	24,5 (25,2)	23,8 (22,1)	24,6 (24,1)
Taux de lactate	2,5 (2,1)	4,5 (3,4)	3,5 (2,5)

Table 5. Paramètres vitaux et gazométries en fonction de l'orientation

Nous avons décrits 2 marqueurs de gravité gazométrique : une acidose avec pH ≤ 7,2 et le taux de lactate > 2 mmol/L. Concernant l'hyperlactatémie elle est présente de 48,2% à 62,5% selon les 3 orientations. L'acidose avec pH ≤ 7,2 est moins fréquente chez les patients transférés aux urgences (11,1%) et ceux transférés en USI – USC

(12,5%). Pour ce qui est des patients transférés en réanimation il y a 39,3% d'acidose avec $\text{pH} \leq 7,2$.

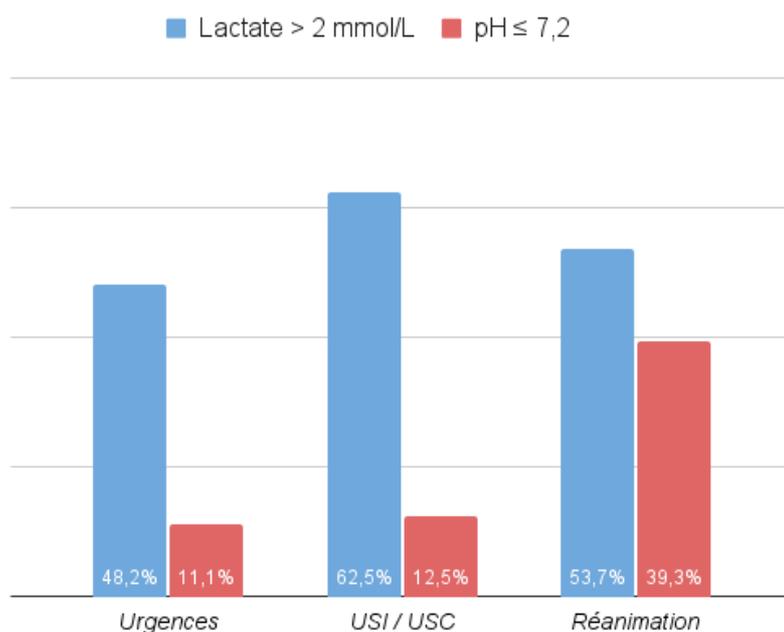


Figure 12. Gravité en fonction de l'orientation du patient

En ce qui concerne les patients avec au moins 1 marqueur de gravité, il y avait 51,4% d'entre eux transférés en réanimation, 13,5% de transferts en USC – USI et 35,1% de transferts aux urgences.

<u>Proportion sur la population n = 63 :</u>	n (%)
≥ 1 marqueur de gravité	37 (58,7)
Lactate	33 (52,4)
pH < 7,20	15 (23,8)
<u>Proportion par service de destination :</u>	
Réanimation	19 (51,4)
USC – USI	5 (13,5)
Urgences	13 (35,1)

Table 6. Proportion et orientations des patients avec au moins 1 marqueur de gravité

Nous avons fait 1 groupe avec 1 marqueur de gravité et 1 groupe avec 2 marqueurs de gravité. Il y avait plus de transferts en réanimation chez les patients avec 2 marqueurs de gravité et moins de transferts aux urgences.



Figure 13. Proportion d'orientation chez les patients à 1 et 2 marqueurs de gravité gazométriques. (les marqueurs de gravité sont le pH \leq 7,2 et le taux de lactate $>$ 2 mmol/L)

La pathologie ayant le plus fréquemment fait réaliser une gazométrie artérielle par le praticien est l'exacerbation de BPCO qui représente 28,1% des gazométries réalisées. Il y a ensuite les pneumopathies dans 15,6% des cas ; il faut préciser que nous n'y avons pas inclus les exacerbations de BPCO en contexte de pneumopathie. Cela représente majoritairement des pneumopathies hypoxémiantes. De plus les intoxications médicamenteuses représentaient 9,4% des gazométries et les OAP 7,8%. Les autres pathologies et syndromes fréquents étaient les sepsis et chocs septiques, les déshydratations et insuffisances rénales aiguës et les acidocétoses diabétiques.

Les autres pathologies rencontrées sont des détresses respiratoires dans des contextes de pneumothorax, embolie pulmonaire, néoplasie avec compression bronchique. Il y aussi eu un cas d'arrêt cardiorespiratoire hypoxique.

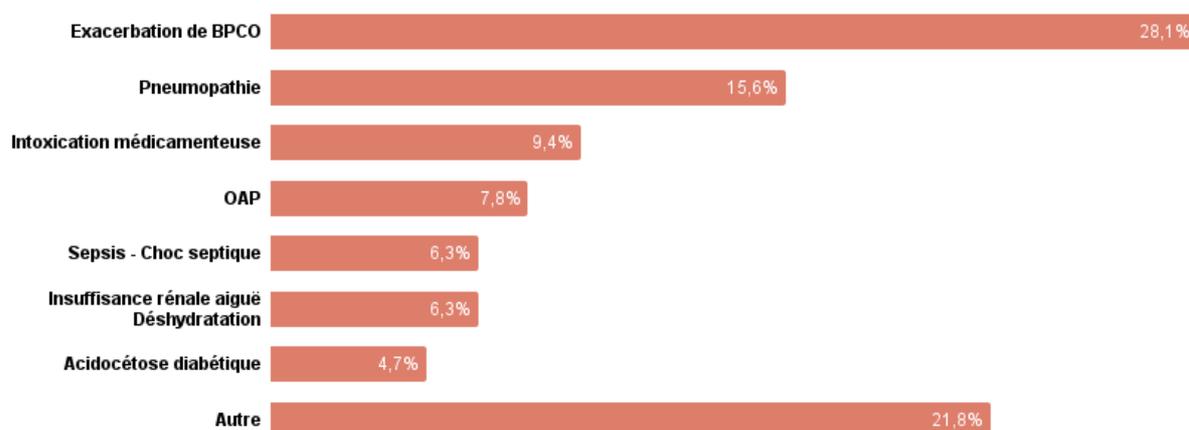


Figure 14. Pathologies ayant fait réaliser une gazométrie artérielle

2. Analyse inférentielle

Concernant les motifs de sortie SMUR, le PaCO₂ est significativement plus élevée chez les patients pour des détresses respiratoires après analyse par un test de Wilcoxon. Il n'y avait pas de différences significatives entre les groupes concernant la PaO₂ et le pH. Il y a significativement plus de patients graves chez les patients admis pour détresse respiratoire selon les critères de gravité gazométrique : pH ≤ 7,2 et/ou Lactate > 2 mmol/L.

	Détresse Respiratoire	Hypotension	Trouble de Conscience	
pH				0.781
Moyenne (E-T)	7.29 (0,3)	7.32 (0,1)	7.33 (0,1)	
PaCO₂				<0.001
Moyenne (E-T)	58.6 (29,9)	33,1 (11,4)	39 (14,1)	
PaO₂				0.408
Moyenne (E-T)	80,3 (45.8)	93.8 (70.7)	97.9 (73,6)	
Gravité				< 0.007
	23	3	6	

Table 7. (Analyse 2.1) : moyenne des gaz du sang et nombre de patients à indice de gravité élevé selon les motifs de sortie SMUR (E-T = écart type)

Après analyse par test Anova, le pH est significativement plus bas chez les patients admis en réanimation comparé aux patients admis aux urgences et en USC – USI. Il n’y a pas de différences significatives concernant la PaCO₂ et la PaO₂.

	Réanimation	Urgences	USC - USI	
pH				<0.001
Moyenne (E-T)	7.23 (0.1)	7.35 (0.1)	7.33 (0.1)	
PaCO₂				0.213
Moyenne (E-T)	57 (34,2)	45,4 (20,2)	44,6 (19,9)	
PaO₂				0.426
Moyenne (E-T)	99.6 (58.2)	90.7 (51.3)	59.0 (11.9)	

Table 8. Analyse 2.2 : moyenne des gaz du sang selon les services de destination (E-T = écart-type). n=63 avec exclusion des analyses du patient resté à son domicile

Discussion

Ce travail pose la question de la place de la biologie délocalisée en préhospitalier. Les examens complémentaires en SMUR sont un apport pour le clinicien, mais est-ce qu'ils permettent vraiment de modifier de manière significative le devenir et le pronostic du patient ?

1. Rôle supposé de la gazométrie en préhospitalier

Nous avons retrouvé plusieurs études réalisées à l'international concernant la gazométrie artérielle. Ces études ne montraient pas toutes des résultats significatifs, mais les médecins y décrivaient un intérêt de la gazométrie en préhospitalier.

Une étude **autrichienne en 1997** s'intéressait à la faisabilité de la gazométrie en préhospitalier et aux potentielles indications. Cette étude est de faible puissance, mais montrait déjà que la gazométrie pouvait être utile en préhospitalier [18].

Une étude réalisée en **Finlande en 2010** retrouvait un intérêt de la gazométrie artérielle en préhospitalier par appareils i-STAT® pour monitorer les chocs hémorragiques, en comparant la gazométrie avant et après remplissage vasculaire [19].

Une étude réalisée au **Pays Bas en 2019** s'intéressait à l'utilisation de la gazométrie artérielle pour améliorer le diagnostic en préhospitalier. Cette étude ne montrait pas de différence sur la précision des diagnostics, mais les médecins avaient le ressenti que la gazométrie les aidait pour les prises en charge [20].

Une thèse d'exercice de médecine réalisée en **2021** dans l'Université de Clermont Auvergne étudiait l'utilisation de la gazométrie dans l'élaboration d'hypothèses

diagnostiques en préhospitalier par le biais d'un questionnaire et cas cliniques soumis aux médecins urgentistes. Ceux-ci accordaient plus de valeurs au pH, à la PaCO₂ et aux lactates pour les hypothèses diagnostiques en SMUR [21].

En préhospitalier le SMUR n'a pas les mêmes moyens qu'en intrahospitalier. Les diagnostics sont essentiellement évoqués en fonction du contexte, de la clinique et des paramètres vitaux. L'objectif d'une intervention médicalisée en préhospitalier n'est pas nécessairement l'obtention d'un diagnostic exact, mais plutôt d'avoir des orientations diagnostiques et de repérer des marqueurs de gravité afin d'adapter rapidement la prise en charge et l'orientation du patient.

La gazométrie artérielle en préhospitalier pourrait être selon nous un moyen pour affiner le diagnostic et repérer des marqueurs de gravité. Nous avons évoqué plusieurs intérêts potentiels de la gazométrie en préhospitalier.

La gazométrie artérielle pourrait être un **apport diagnostique** pour l'évaluation des troubles acido-basique, pour l'évaluation de l'hématose, pour rechercher le caractère chronique ou aigu d'une hypoventilation.

Nous pensons que cela peut permettre d'**adapter la prise en charge thérapeutique**. En effet, une gazométrie pourrait permettre d'adapter un remplissage vasculaire, d'instaurer une VNI dans une situation d'insuffisance respiratoire hypercapnique ou encore d'adapter les paramètres de ventilation chez un patient intubé.

La gazométrie artérielle en préhospitalier pourrait donner la possibilité de rechercher **des indices de gravité**, notamment en mesurant le pH, la PaO₂, la PaCO₂ et le taux de lactates. La PaCO₂ sur gazométrie est plus précise que l'EtCO₂, particulièrement en cas de pathologie pulmonaire chronique [32]. Cela permettrait aussi d'évaluer la gravité d'un état de choc ou d'un patient dans les suites d'un arrêt cardio respiratoire.

La gazométrie artérielle donnerait un aperçu de **l'évolution du patient** entre le début de la prise en charge en préhospitalier et son arrivée en intrahospitalier. Cela permettrait d'apprécier la réponse thérapeutique du patient.

Nous pensons qu'avec les apports diagnostiques et les informations sur la gravité, la gazométrie serait susceptible d'**impacter l'orientation des patients**. Une gazométrie serait un argument pour un transfert directement en réanimation ou dans un déchoquage.

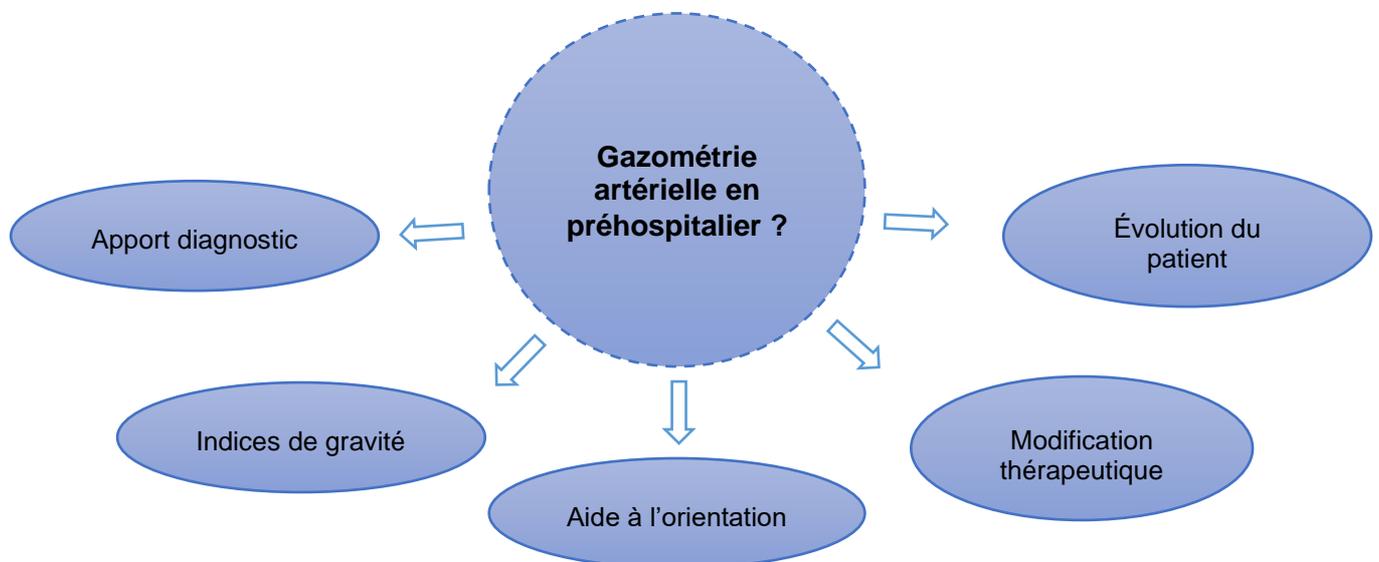


Figure 15. Rôle de la gazométrie en préhospitalier

2.Utilisation de la gazométrie au SAMU du Nord

De manière globale il y a eu relativement peu de gazométries artérielles réalisées au SAMU du Nord par rapport au nombre d'interventions sur la période d'inclusion. En effet il y a eu 64 gazométries artérielles pour 5543 interventions primaires sur la période, soit 1,2% des interventions. Nous nous sommes demandé

pourquoi en intrahospitalier les patients à indice de gravité élevé avaient plus fréquemment une gazométrie par rapport au préhospitalier.

Notre travail montre qu'au SAMU du Nord, l'utilisation principale était pour des détresses respiratoires aiguës. La pathologie la plus fréquemment rencontrée était l'acidose hypercapnique chez des patients faisant une exacerbation de BPCO. Les praticiens ont utilisé la gazométrie dans ce contexte pour mesurer le pH et la PaCO₂, cela a pu être une aide pour quantifier la gravité de l'acidose et pour adapter la prise en charge en instaurant une oxygénothérapie ou une VNI.

Il y a eu d'autres situations où les praticiens utilisaient la gazométrie artérielle : dans des cas de détresses respiratoires en contexte de pneumopathie, des intoxications médicamenteuses, des OAP, des sepsis et des chocs septiques ou des suspicions d'acidocétoses diabétiques.

Nous avons remarqué que les praticiens utilisaient peu la gazométrie pour évaluer des patients en état de choc, les RACS ou les patients polytraumatisés. Il n'y a eu aucune utilisation pour l'adaptation d'une ventilation d'un patient.

Concernant la prise en charge ayant suivi ou ayant été réalisée de manière synchrone à la gazométrie artérielle, il s'agit le plus souvent d'oxygénothérapie. Il y a une proportion importante de ventilation non invasive par VSAI et il y a eu aussi plusieurs cas d'intubation et de ventilation mécanique. On observe 15,6% de remplissage vasculaire de 1000 mL ou plus. Ces prises en charge ne sont pas surprenantes étant donné qu'il y a une proportion plus élevée de détresse respiratoire dans la population.

Les gazométries étaient réalisées en moyenne 21 minutes après l'arrivée de l'équipe SMUR avec un résultat arrivant en moyenne à 28 minutes. La gazométrie apparaît alors comme un apport dans un second temps : les praticiens examinent et initient des

thérapeutiques puis font une gazométrie pour adapter la prise en charge ou pour confirmer un diagnostic. En intrahospitalier la gazométrie est réalisée de manière plus précoce ce qui pourrait expliquer des utilisations différentes en préhospitalier.

L'analyse descriptive montre une utilisation chez une population grave avec un nombre important de transferts en réanimation et en USC – USI. Cela montre que la décision de réalisation d'une gazométrie artérielle était jugée légitime par le praticien pour une population de patients graves. Les marqueurs de gravité cliniques et paramétriques ont dû motiver la réalisation de la gazométrie.

On remarque un pH moyen plus faible et une PaCO₂ moyenne plus faible pour les patients admis en réanimation. La PaO₂ moyenne est plus élevée chez les patients admis en réanimation ce qui est expliqué par un débit d'oxygène important lors de la réalisation de la gazométrie et le fait qu'il y ait des patients ventilés à 100% de FiO₂.

Les patients du groupe USC – USI ont un taux de lactate moyen plus élevé, cela est peut-être lié au fait que ces patients ont en moyenne bénéficié d'une ventilation différente par rapport aux patients transférés en réanimation, qui ont des proportions plus importantes de ventilation après intubation et de VSAI avec une FiO₂ plus élevée. Cela est aussi dû au fait qu'il y a certains patients des USIC du CHU de Lille qui peuvent avoir un indice de gravité similaire à des patients de réanimation.

Concernant les critères de jugement secondaires, le pH est significativement plus bas chez les patients transférés en réanimation. Il y a une différence significative entre les gazométries selon l'orientation, on peut supposer que les gazométries ont été réalisées de manière appropriée lorsque le patient présentait des signes de gravité. A noter que ce n'est pas le critère de jugement principal et qu'il faut interpréter cette significativité avec précaution.

3. Cas particuliers

Nous pouvons développer un cas où le praticien n'a pas réalisé de gazométrie artérielle : une patiente a été prise en charge par le SMUR en présentant un tableau de défaillance multiviscérale avec troubles de conscience dans contexte de symptomatologie digestive évoluant depuis plusieurs jours.

Le praticien a notifié à l'admission en réanimation qu'il avait eu des difficultés à comprendre l'étiologie de cet état de choc et que la décision d'intubation oro-trachéale avait été discutée. Il s'est avérée en regardant le dossier médicale que la patiente était traitée par metformine. La gazométrie a ensuite révélée une acidose lactique majeure avec un pH < 6,9 et des lactates > 20 dans ce contexte d'intoxication en metformine.

Est-ce qu'une gazométrie artérielle en préhospitalier aurait pu être un argument pour l'intubation ? Est-ce qu'il y aurait eu une meilleure adaptation des thérapeutiques dans ce contexte d'état de choc ?

En effet, la gazométrie aurait pu montrer via la PaCO₂ augmentée un signe d'épuisement respiratoire lié au fait que la patiente n'arrivait plus à compenser son acidose métabolique. La gazométrie aurait aussi été un apport étiologique concernant cet état de choc.

4. Avantages et inconvénients de la gazométrie

Les avantages de la gazométrie en préhospitalier sont l'apport sur l'indice de gravité du patient et l'aide au diagnostic notamment pour évaluer l'hématose et les troubles acidobasiques. Cela aide aussi le praticien à optimiser la prise en charge d'un patient.

La gazométrie permet une évaluation précoce d'un patient à indice de gravité élevé et permet de comparer l'évolution du patient lors de son transfert dans un service de réanimation ou de soins intensifs.

Concernant les inconvénients de la gazométrie, il y a d'abord le questionnement de la faisabilité et de la précision en préhospitalier. En effet, les cartouches des i-STAT® ne sont théoriquement utilisables que dans un intervalle entre 16°C et 30°C. Il y a eu plusieurs situations où les appareils i-STAT® n'ont pas pu analyser le prélèvement. Nous avons reporté 2 cas d'erreur d'analyse mais ce nombre est plus élevé en pratique car les équipes n'ont pas signalé de manière systématique les dysfonctionnements et erreurs d'analyse des appareils i-STAT®. Les équipes ont parfois exprimé la nécessité de réchauffer l'appareil à l'intérieur du domicile ou de l'ambulance pour permettre une analyse du prélèvement. Ces intervalles de température peuvent être difficiles à respecter en préhospitalier, en particulier en hiver sur des interventions sur la voie publique. Il est possible que les résultats de gazométrie soient moins fiables quand les conditions de température ne sont pas respectées. Il paraît intéressant de quantifier la proportion d'échec ou de difficultés à la réalisation des gazométries en préhospitalier.

Il se pose aussi le problème du délai de réalisation et de rendu des résultats par les i-STAT®. Il faut environ 5 minutes à un IADE au SAMU du Nord pour réaliser une gazométrie, paramétrer l'appareil i-STAT® et insérer la cartouche ; puis il faut environ 7 minutes à l'appareil i-STAT® pour rendre les résultats. Il est possible que le délai de réalisation et d'analyse soit un frein à la réalisation d'une gazométrie artérielle, notamment quand l'intervention SMUR se déroule à proximité du centre hospitalier de transfert. Il se pose la question de la pertinence de la réalisation d'une gazométrie dans certaines situations d'urgence où la prise en charge thérapeutique prévaut. En

effet en préhospitalier il n'y a qu'un infirmier disponible, il faut donc privilégier certains gestes. Il est parfois primordial de stabiliser l'état du patient avant de prendre le temps de réaliser la gazométrie. Il serait pertinent de mesurer en pratique la durée moyenne de réalisation du geste et de l'analyse pour quantifier l'impact sur la décision de réalisation d'une gazométrie.

La gazométrie artérielle est un acte invasif qui est douloureux pour le patient. Il convient de l'utiliser uniquement lorsque c'est nécessaire pour limiter la douleur du patient. La gazométrie a aussi des risques de lésions vasculaires, notamment en cas de répétition de gazométrie. L'utilité d'une gazométrie doit être systématiquement évaluée pour le bénéfice du patient.

La question de l'impact économique se pose aussi. Les appareils i-STAT® ont coûté environ 4000 euros par unité au CHU de Lille et une cartouche de gazométrie CG4+ vaut environ 4 euros.

5.Limites

La principale limite de ce travail est qu'il ne s'agit pas d'une étude interventionnelle et comparative. Nous avons laissé libre au praticien la décision de réalisation d'une gazométrie artérielle, il est donc difficile d'estimer le véritable motif. L'effectif de l'étude est composé seulement de 64 patients, le fait d'imposer des critères de réalisation d'une gazométrie artérielle pourrait permettre d'augmenter la population.

De plus le questionnaire que nous avons réalisé n'a été rempli que dans 39% des cas. Ces résultats concernant l'apport thérapeutique et d'orientation du patient ne sont donc pas représentatifs de la population étudiée lors de la période d'inclusion.

Il est important de notifier que par son caractère nouveau en préhospitalier la gazométrie a pu être utilisée par excès par certains praticiens. Certains médecins réticents à son usage, ont potentiellement décidé de manière non objective de ne pas réaliser une gazométrie.

Le nombre de transferts en réanimation est peut-être surestimé étant donné que le déchoquage du CHU de Lille est situé dans le pôle de réanimation, ainsi les patients transférés en USC après la prise en charge au déchoquage sont cotés comme transférés en réanimation. Le nombre de patients transférés aux urgences a aussi pu être surestimé étant donné que les patients transférés dans un déchoquage d'un centre hospitalier périphérique étaient classés dans le groupe urgences, même si le patient était transféré secondairement dans un service de réanimation ou d'USC – USI.

Concernant les mesures des gazométries, il est possible qu'il y ait une surestimation du taux de lactates si les gazométries n'ont pas été réalisées dans des conditions adéquates. En effet pour une mesure optimale du taux de lactate il faut analyser la cartouche immédiatement après remplissage. Il est possible que les conditions d'intervention en SMUR aient pu retarder ces analyses dans certaines situations.

Nous n'avons pas mesuré la température ambiante lors de la réalisation d'une gazométrie. Les appareils i-STAT® apportent des résultats optimaux pour une température entre 16 et 30°. Il est probable qu'il y ait plusieurs interventions où l'analyse ait été effectuée à une température inférieure à la norme, ce qui a pu fausser certains résultats. Par exemple dans la ville de Lille au mois de janvier la température moyenne est à 4°C et en août à 18°C en moyenne [33].

Il y a un nombre important de données manquantes pour le recueil de la fréquence respiratoire dans les dossiers SMUR, cela semble étonnant vu la proportion de

patients à indice de gravité élevé. Il y aurait un intérêt d'en discuter avec les médecins du SAMU de Lille pour avoir des dossiers médicaux plus complets.

6.Perspectives

Globalement, la gazométrie artérielle a trouvé une place en préhospitalier au SAMU du Nord. Cette place est pour l'instant limitée à certaines situations chez des patients à indice de gravité élevé.

Il serait intéressant d'évaluer plus précisément la décision de réalisation d'une gazométrie artérielle par le praticien hospitalier. Est-ce pour évaluer la gravité d'un patient ? Est-ce pour conforter un diagnostic ? Est-ce pour adapter une prise en charge ?

Il serait intéressant de comparer une population similaire avec et sans réalisation d'une gazométrie, pour évaluer de manière significative l'impact sur le patient, sur la prise en charge et sur l'orientation.

Il faudrait effectuer une étude interventionnelle avec des critères de réalisation d'une gazométrie artérielle, ce qui permettrait d'analyser son usage dans plusieurs situations, que ce soit pour ses patients en état de choc ou pour l'évaluation respiratoire des patients ventilés.

La gazométrie en préhospitalier pose la question de la multiplication des examens délocalisés en SMUR. Le déploiement de ces examens est-il à la faveur du patient ou alors vise-t-il juste à pratiquer une médecine plus spécialisée ?

Conclusion

La place de la gazométrie en préhospitalier est intéressante et ouvre des possibilités diagnostiques et thérapeutiques pour les médecins urgentistes. Il y a néanmoins des inconvénients techniques qui font que son usage ne semble pas être généralisable et devrait se limiter aux patients à indice de gravité élevé. Il faut désormais mener une étude comparative interventionnelle pour évaluer les motifs de réalisation d'une gazométrie artérielle et son impact sur le patient, notamment sur la prise en charge et sur son orientation. Il faudrait également évaluer les modalités de réalisation des gazométries artérielles en préhospitalier.

Liste des tables

Table 1. Description de la population	34
Table 2. Clinique et paramètre vitaux lors des interventions SMUR.....	35
Table 3. Gazométries artérielles dans la population	36
Table 4. Prise en charge et orientation des patients.....	36
Table 5. Paramètres vitaux et gazométries en fonction de l'orientation	38
Table 6. Proportion et orientations des patients avec au moins 1 marqueur de gravité	39
Table 7. (Analyse 2.1) : moyenne des gaz du sang et nombre de patients à indice de gravité élevé selon les motifs de sortie SMUR (E-T = écart type).....	41
Table 8. Analyse 2.2 : moyenne des gaz du sang selon les services de destination (E-T = écart-type). n=63 avec exclusion des analyses du patient resté à son domicile.....	42

Liste des figures

Figure 1. Normes des paramètres de gazométrie	12
Figure 2. Les anomalies du rapport ventilation perfusion [8]	14
Figure 3. Métabolisme aérobie et anaérobie [9]	15
Figure 4. Causes d'augmentation du taux de lactate.....	16
Figure 5. Unités et Plages Déclarées des paramètres mesurés par les i-STAT® [4]	23
Figure 6. Fonctionnement des i-STAT®	30
Figure 7. Diagramme de flux de la population étudiée	33
Figure 8. Motifs de déclenchement d'une équipe SMUR.....	34
Figure 9. Orientations des patients	37
Figure 10. Réponses au questionnaire et classification des réponses en fonction de l'orientation	37
Figure 11. Tendances du pH, de la PaO ₂ et de la PaCO ₂ en fonction de l'orientation du patient.....	38
Figure 12. Gravité en fonction de l'orientation du patient.....	39
Figure 13. Proportion d'orientation chez les patients à 1 et 2 marqueurs de gravité gazométriques. (les marqueurs de gravité sont le pH ≤ 7,2 et le taux de lactate > 2 mmol/L)	40
Figure 14. Pathologies ayant fait réaliser une gazométrie artérielle	41
Figure 15. Rôle de la gazométrie en préhospitalier	45

Références

- [1] Davis MD, Walsh BK, Sittig SE, Restrepo RD. AARC Clinical Practice Guideline: Blood Gas Analysis and Hemoximetry: 2013. *Respir Care* 2013;58:1694–703. <https://doi.org/10.4187/respcare.02786>.
- [2] Article L6112-5 - Code de la santé publique - Légifrance n.d.
- [3] Sous-section 3 : Prise en charge des patients par la structure mobile d'urgence et de réanimation (Articles R6123-14 à R6123-17) - Légifrance n.d.
- [4] i-STAT®1 Manuel du système 2018.
- [5] Castro D, Patil SM, Keenaghan M. Arterial Blood Gas. StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
- [6] Hopkins E, Sanvictores T, Sharma S. Physiology, Acid Base Balance. StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
- [7] Jong A de, Godet T. Manuel de ventilation appliquée: en anesthésie réanimation et médecine péri-opératoire. Tours: Presses universitaires François-Rabelais; 2021.
- [8] Collège des enseignants de médecine intensive-réanimation, editor. Médecine intensive, réanimation, urgences et défaillances viscérales aiguës. 7e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2021.
- [9] Orban J-C, Lerverve X, Ichai C. Lactate : le substrat énergétique de demain. *Réanimation* 2010;19:384–92. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2010.05.016>.
- [10] Moulin B, Peraldi M-N. Néphrologie. 8e éd. Paris: Ellipses; 2018.
- [11] Johnson RA. A Quick Reference on Respiratory Acidosis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017;47:185–9. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.10.012>.
- [12] Kraut JA, Madias NE. Metabolic acidosis: pathophysiology, diagnosis and management. *Nat Rev Nephrol* 2010;6:274–85. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2010.33>.
- [13] Gattinoni L, Pesenti A, Matthay M. Understanding blood gas analysis. *Intensive Care Med* 2018;44:91–3. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4824-y>.
- [14] Melanson SEF, Szymanski T, Rogers SO, Jarolim P, Frenzl G, Rawn JD, et al. Utilization of Arterial Blood Gas Measurements in a Large Tertiary Care Hospital. *Am J Clin Pathol* 2007;127:604–9. <https://doi.org/10.1309/ELH5BPQ0T17RRK0M>.
- [15] Paris L, Ben Khalifa N, Caron J, Dumain A, Godfroy P, Casalino E, et al. Evaluation des pratiques professionnelles concernant les gaz du sang artériels fait aux urgences 2013.
- [16] Sous-section 4 : Transport sanitaire infirmier interhospitalier. (Article R6312-28-1) - Légifrance n.d. <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000006196855> (accessed June 2, 2023).
- [17] SFMU, SUdF. SMUR Référentiel et Guide d'Evaluation 2013.

- [18] Prause G, Ratzenhofer-Komenda B, Offner A, Lauda P, Voit H, Pojer H. Prehospital point of care testing of blood gases and electrolytes - an evaluation of IRMA. *Crit Care Lond Engl* 1997;1:79–83. <https://doi.org/10.1186/cc108>.
- [19] Jousi M, Reitala J, Lund V, Katila A, Leppäniemi A. The role of pre-hospital blood gas analysis in trauma resuscitation. *World J Emerg Surg WJES* 2010;5:10. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-5-10>.
- [20] Zwisler ST, Zincuk Y, Bering CB, Zincuk A, Nybo M, Mikkelsen S. Diagnostic value of prehospital arterial blood gas measurements - a randomised controlled trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019;27:32. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0612-8>.
- [21] Nez F. Évaluation de l'impact de la gazométrie en préhospitalier dans l'élaboration de diagnostics. Univ Clermont Auvergne 2021.
- [22] Perez T, Garcia G, Roche N, Bautin N, Chambellan A, Chaouat A, et al. [Société de pneumologie de langue française. Guidelines for clinical practice. Management of COPD. Update 2012: Pulmonary function tests (Summary)]. *Rev Mal Respir* 2014;31:85–90. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2013.10.642>.
- [23] Raheison-Semjen C, Guilleminault L, Billiard I, Chenivresse C, De Oliveira A, Izadifar A, et al. Mise à jour des recommandations (2021) pour la prise en charge et le suivi des patients asthmatiques adultes sous l'égide de la Société de pneumologie de langue française (SPLF) et de la Société pédiatrique de pneumologie et allergologie (SP2A). Version courte. *Rev Mal Respir* 2021;38:e1–13. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2021.08.004>.
- [24] Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJV, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur Heart J* 2008;29:2388–442. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn309>.
- [25] Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2018;39:119–77. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx393>.
- [26] Amar J, Benetos A, Blacher J, Bobrie G, Chamontin B, Girerd X, et al. Mesures de la pression artérielle. *Médecine Mal Métaboliques* 2012;6:347–9. [https://doi.org/10.1016/S1957-2557\(12\)70431-5](https://doi.org/10.1016/S1957-2557(12)70431-5).
- [27] World Health Organization, International Diabetes Federation. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation 2006.
- [28] SFAR. Score de Glasgow 2020.
- [29] Référentiel de Sémiologie Respiratoire, Collège des Enseignants de Pneumologie 2009.
- [30] H11-A4 Procedures for the Collection of Arterial Blood Specimens; Approved Standard—Fourth Edition n.d.

- [31] R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2021-04-01). n.d.
- [32] Belpomme V, Ricard-Hibon A, Devoir C, Dileseigres S, Devaud M-L, Chollet C, et al. Correlation of arterial PCO₂ and PETCO₂ in prehospital controlled ventilation. *Am J Emerg Med* 2005;23:852–9. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2005.04.011>.
- [33] Climat, météo par mois, température moyenne pour Lille (France) - Weather Spark n.d. <https://fr.weatherspark.com/y/49799/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Lille-France-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e> (accessed May 26, 2023).

AUTEUR : Nom : ACHILLE **Prénom :** Eliot

Date de Soutenance : 23/06/2023

Titre de la Thèse : Evaluation de l'utilisation de la gazométrie artérielle en préhospitalier au SAMU du Nord de manière rétrospective et observationnelle

Thèse - Médecine - Lille 2022

Cadre de classement : Médecine

DES + FST ou option : Médecine d'urgence

Mots-clés : Gazométrie artérielle – Préhospitalier – SMUR

Résumé :

Contexte : La gazométrie artérielle est un examen paraclinique essentiel dans les services d'urgences et de réanimation chez les patients à indice de gravité élevé. Il y peu d'usages à notre connaissance en préhospitalier.

Matériel et Méthodes : Nous avons inclus de manière rétrospective tous les patients ayant eu une gazométrie artérielle en préhospitalier au SAMU du Nord sur une période de 11 mois. La décision de réalisation était laissée à l'appréciation du médecin. Nous avons fait une analyse descriptive de l'utilisation de la gazométrie artérielle au SAMU du Nord.

Résultats : Il y a eu 64 gazométries artérielles, ce qui représente 1,2% des interventions primaires sur la période. Les principales utilisations étaient les interventions SMUR pour des détresses respiratoires aiguës. Les patients avaient un indice de gravité élevé avec 44,3% de transfert dans des services de réanimation. Les analyses secondaires montrent qu'il y a significativement un pH plus faible pour les patients admis en réanimation.

Conclusion : La gazométrie artérielle peut être un apport pour le praticien en préhospitalier, son usage semble être limité à certaines situations chez des patients à indice de gravité élevé. Il serait intéressant de faire une étude comparative interventionnelle afin d'analyser plus précisément son usage.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Éric WIEL

Asseseurs : Monsieur le Docteur Jérôme CUNY
Monsieur le Docteur Romain DEWILDE

Directrice : Madame la Docteur Amélie VROMANT