

SÉDATION PROCÉDURALE ET ANALGÉSIE AUX URGENCES PÉDIATRIQUES: OÙ EN SOMMES-NOUS? OÙ VA T'ON?

Dr med. Cyril Sahyoun

Service d'Accueil et d'Urgences Pédiatriques, Département de la femme, de l'enfant et de l'adolescent, Hôpitaux Universitaires de Genève

Introduction

Sur les dernières 30 années, la communauté internationale réalise l'importance de la bonne gestion de la douleur et de l'anxiété chez l'enfant ¹⁾. On part de l'idée que les nourrissons ne ressentent pas vraiment la douleur, jusqu'à prouver que les solutions sucrées sont des antalgiques efficaces chez ces mêmes enfants. Le monitoring se perfectionne, les doses de médicaments sécuritaires sont définies, et le personnel se forme spécifiquement pour la sédation ²⁾. De nombreux guidelines internationaux sur les bonnes pratiques de la sédation procédurale naissent, définissant les compétences nécessaires du praticien qui administre la sédation procédurale (bonne connaissance des agents sédatifs, formation en réanimation, etc.). La création de ces programmes et services de sédation permettent alors aux patients des urgences et aux patients hospitalisés ou en ambulatoire d'éviter le bloc opératoire et l'anesthésie générale, et d'avoir leur procédure, imagerie ou autre, sous sédation procédurale, souvent par un non-anesthésiste, tel un pédiatre urgentiste ou un intensiviste ³⁻⁵⁾. Ces procédures incluent réduction de fractures, suture de lacérations complexes, ponction lombaire chez des enfants anxieux, incision et drainage d'abcès, pansement de brûlure, des poses de PICC, des ponctions de moelle osseuse, des imageries par CT ou IRM chez des enfants qui ne tolèrent pas rester immobile longtemps, des poses de drains thoraciques, des voies centrales, etc.

⁶⁾ Cela décharge le bloc opératoire, évite l'anesthésie générale et permet à l'équipe d'anesthésiologie de rester disponible pour d'autres tâches plus intensives. À l'international, nos collègues dentistes dont le travail dépend de la docilité de l'enfant sont souvent formés à la sédation procédurale, à l'hypnose et à la distraction, et ont leurs propres guidelines à ce sujet. Cet article traite de concepts récents, concrets et sélectionnés, en terme de définitions, de sécurité des patients, d'agents sédatifs et de management et formation de personnel, adaptés aux urgences pédiatriques.

Définitions

Sédation dissociative comme catégorie à part

Le continuum de sédation procédurale et d'anesthésie, principe phare en monitoring de la profondeur de la sédation, ne prend pas en compte l'agent sédatif le plus utilisé en pédiatrie hors bloc opératoire, la kétamine, qui à doses dissociatives, allie les effets anal-

gésiques et amnésiques de l'anesthésie générale à celles de la stabilité cardio-pulmonaire de l'effet analgésique et sédatif minime. D'où la définition séparée, plus haut ²⁾ (Tableau 1).

Sécurité des patients

Quel patient est candidat pour être sédaté aux urgences pédiatriques? La classification ASA PS

La classification ASA PS (American Society of Anesthesiology Physical Status) permet d'estimer le risque de morbidité et de mortalité des patients sous anesthésie générale (et par conjecture, sous sédatifs). Le tableau 2 résume la classification. Aux urgences, à moins d'une intervention urgente et sans disponibilité d'anesthésiste et de bloc opératoire, il est recommandé, du point de vue sécuritaire, de ne sédaté que les patients ASA PS I et II ⁷⁾⁸⁾. Ce score n'est pas parfait pour des raisons diverses, mais à l'heure actuelle, reste une référence à utiliser, en attendant qu'un autre outil soit créé, et permet de parler un langage commun avec nos collègues chirurgiens et anesthésistes, lors de décision de sédaté aux urgences versus au bloc opératoire (Tableau 2).

Qu'en est il du jeûne pré-sédation?

Par soucis de sécurité du patient, il a longtemps été recommandé d'observer une période de jeûne équivalente à celle de l'anesthésie générale, avant une sédation procédurale. La littérature des dernières années révèle que le risque de complications durant la sédation n'est pas lié à la période de jeûne du patient. En effet, une étude de 139'142 sédations d'enfants, publiée en 2016, montre que le risque de complications ou d'aspiration n'est pas corrélé au jeûne ⁹⁾. D'autres études, spécifiquement aux urgences pédiatriques, confirment ce résultat ¹⁰⁾.

De même, dans la littérature scientifique en anesthésiologie, de récentes études ont démontré que garder le patient à jeun trop longtemps pouvait être délétère, et lui permettre de boire des liquides clairs jusqu'à 1 à 2 heures avant la procédure est une technique acceptable, pour diminuer l'apparition de symptômes liés au jeûne (cétose) ¹¹⁾.

Il reste quand même évident que des guidelines institutionnels doivent exister pour chaque programme de sédation procédurale, et qu'un rapport



Cyril Sahyoun

Correspondance:
cyril.sahyoun
@hcuge.ch

Antalgie	Réduction de la douleur
Analgésie	Elimination de la douleur
Hypnose	Etat de conscience modifié avec passage de l'activité cérébrale enregistrable en ondes thêta, permanence de la stabilité cardio-pulmonaire et des réflexes de protection des voies aériennes, pouvant amener à une modulation de l'anxiété, des nausées et/ou de la douleur.
Effet sédatif minime	Le patient répond aux commandes verbales. Niveau de conscience peut être altéré. Aucun effet sur les systèmes respiratoires et cardiovasculaires.
Effet analgésique et sédatif modéré	Altération évidente du niveau de conscience, mais peut répondre à des commandes verbales, ou accompagnées de stimulation tactile. Les systèmes respiratoires et cardiovasculaires sont maintenus
Sédation profonde	Le patient n'est pas facilement réveillé mais répond intentionnellement aux stimuli douloureux. Les systèmes respiratoires et cardiovasculaires sont ordinairement maintenus
Anesthésie générale	Le patient ne peut pas être réveillé. Fréquemment, le patient requiert une assistance respiratoire. Le système cardiovasculaire est altéré
Sédation dissociative	Spécifique à la kétamine. Caractérisée par un état cataleptique dissociatif de type « transe », dans lequel le patient éprouve une analgésie et une amnésie profondes, mais conserve les réflexes protecteurs des voies aériennes, la respiration spontanée et la stabilité cardio-pulmonaire

Tableau 1: Définition

Classe	Description	Exemple	Candidat à la sédation procédurale
I	Patient sain, en bonne santé	Anamnèse sans particularité	Excellent
II	Maladie systémique légère, patient présentant une atteinte modérée d'une grande fonction	Asthme léger, épilepsie contrôlée, anémie légère, diabète de type 1 bien contrôlé	Généralement bon
III	Maladie systémique sévère ou invalidante, patient présentant une atteinte sévère d'une grande fonction qui n'entraîne pas d'incapacité	Asthme modéré à sévère, épilepsie mal contrôlée, pneumonie actuelle, diabète de type 1 mal contrôlé, obésité morbide	Intermédiaire à mauvais; bien peser les risques et les bénéfices
IV	Patient présentant une atteinte sévère d'une grande fonction, invalidante, et qui met en jeu le pronostic vital	Septicémie, dysplasie bronchopulmonaire sévère, grade avancé de maladie pulmonaire, cardiaque, hépatique, rénale, ou insuffisance endocrinienne	Mauvais, les bénéfices dépassent rarement les risques
V	Patient moribond dont l'espérance de vie ne dépasse pas 24 heures, sans intervention chirurgicale		Extrêmement mauvais
E	Désigne une procédure ultra-urgente		

Tableau 2: Classification ASA PS (American Society of Anesthesiology Physical Status)

risque/bénéfice est à effectuer avant chaque sédation. Par exemple, séder profondément un patient pour retirer un corps étranger non douloureux ni corrosif du conduit auditif, alors qu'il vient de finir un repas riche, n'est pas sécuritaire. Non pas parce que l'estomac rempli est problématique, mais parce que si le patient devait avoir un effet adverse respiratoire (telle une apnée), secourir ce patient en le ventilant

au ballon augmenterait le risque d'une régurgitation et potentiellement une aspiration d'aliments, comparé à un patient qui a l'estomac vide.

Pour le protoxyde d'azote, utilisé largement en Europe et non discuté dans cet article, la majorité des guidelines ne recommande pas de période de jeûne, inclus les guidelines américains et anglais. Il reste

néanmoins vrai que vomir est commun sous protoxyde d'azote (spécifiquement à doses > 50%) ³⁾⁵⁾¹²⁾.

La littérature sur le propofol montre aussi que le jeûne du patient n'affecte pas le taux d'effets ad- verses. Il est par contre vrai que comme les effets ad- versés respiratoires (par exemple apnée nécessitant ventilation brève) sont plus communs avec le propo- fol qu'avec la kétamine, et que la sédation du propo- fol est rapidement profonde, avec possible perte des réflexes de protection des voies aériennes, il est d'au- tant plus important de bien évaluer l'urgence de la pro- cédure et les caractéristiques du patient avant de dé- buter une sédation, comme mentionné plus haut ⁹⁾.

Monitoring des effets ad- versés

En dépit de la sécurisation de la sédation procédu- rale par l'introduction et l'implémentation de guide- lines, il reste nécessaire, pour chaque unité ou dé- partement ayant un programme de sédation procédu- rale, de systématiquement répertorier les effets ad- versés. Un groupe international de sédation procé- durale (www.TROOPS-sedation.com) a récemment développé un guideline et outil pour l'acquisition de données sur les effets ad- versés, que ce soit à but cli- nique ou à but de recherche scientifique ¹³⁾.

Agents sédatifs sélectionnés et techniques non pharmacologiques

Midazolam intranasal

Le midazolam intranasal reste un partenaire essen- tiel de l'anxiolyse et sédation minime des petits en- fants. Ce médicament, bien plus prévisible par voie intranasale que par voie orale, convient aux enfants de plus d'un an (et généralement jusqu'à 4 ou 5 ans, après quoi d'autres options sont plus attirantes), su- jets à une procédure douloureuse courte (cathétérisa- tion de l'urètre, anesthésie locale, etc.), ou anxiogène (suture de plaie ayant été correctement anesthésiée par gel topique, etc.). Pour utiliser la voie intranasale, il est nécessaire d'avoir un atomiseur et une solution médicamenteuse en concentration assez élevée, car le volume maximal par narine ne doit pas dépasser 1 ml, sous risque de devenir un médicament PO, le surplus intranasal étant ensuite potentiellement avalé par l'en- fant. La dose intranasale usuelle est de 0.4 à 0.5mg/ kg en dose unique (maximum 10 mg).

Kétamine et kétofol

La kétamine est un dérivé de la phencyclidine qui agit comme un sédatif dissociatif en se liant au récepteur N-méthyl-D-aspartate et aux récepteurs mu des opia- cés, produisant un état de transe et procurant séda- tion, analgésie, amnésie et immobilisation. Contraire- ment à d'autres agents sédatifs, la kétamine ne produit pas de continuum de sédation et l'effet est soit pré- sent, soit absent (mais des doses sous-dissociatives de 0.3 à 0.5 mg/kg produisent une analgésie efficace). Son effet est rapide, sa durée d'action relativement courte et ses propriétés sédatives et analgésiques excellentes. Les réflexes de protection des voies res- piratoires et la respiration spontanée sont préservés. Les vrais phénomènes d'émergence sont rares, et une étude de 554 patients suivis dans les deux semaines

après sédation par kétamine révèle une faible préva- lence d'événements comportementaux indésirables ¹⁴⁾. Ces qualités en font un agent sédatif incontournable des urgences pédiatriques. La dose usuelle est de 1.5 mg/kg (maximum 100 mg, mais 50 mg suffisent sou- vent chez l'adolescent) pour l'induction intraveineuse, à administrer sur une minute, puis 0.5 mg/kg (maxi- mum 50 mg) en réserve, à intervalles minimum de 5 minutes. La dose totale cumulative à ne pas dépas- ser est de 5 mg/kg, sous risque d'augmentation des effets respiratoires ad- versés ¹⁵⁾.

La combinaison de la kétamine est du propofol, communément appelée «kétofol», est aussi intéres- sante. En effet, les effets de la kétamine (tachycardie, hypertension, nausées/vomissements, réveil agité) sont inverses à ceux du propofol (hypotension, effet antiémétisant, réveil en douceur) et l'on pourrait pen- ser que les effets ad- versés s'annuleraient. La première étude pédiatrique sur le sujet, en 2010, avait conclu que la combinaison est très efficace, le temps de récu- pération court, les effets indésirables peu nombreux, et les patients, les soignants et le personnel étaient très satisfaits ¹⁶⁾. Dans cette étude, 219 enfants d'âge moyen de 13 ans (1 à 20 ans) ont reçu 0.8 mg/kg de propofol et de kétamine, mélangés dans la même se- ringue, principalement pour des procédures orthopé- diques. En 2011, une étude compare la sédation par kétamine/propofol à la sédation par kétamine seule- ment, et montre que le temps de récupération, fac- teur le plus attractif de la combinaison au vu du temps de récupération long de la kétamine et court du pro- pofol, était en fait semblable dans les deux groupes. Les effets ad- versés inclus respiratoires, étaient les mêmes, mais les vomissements étaient moindre dans le groupe combinaison ¹⁷⁾. La méthode d'une seule se- ringue contenant les deux médicaments n'est pas uti- lisée de manière universelle, et il peut d'ailleurs être argumenté qu'il est plus utile de pouvoir contrôler quel médicament est administré, selon la situation. Par exemple, si le patient, induit par kétamine et/ou propofol, a reçu une anesthésie locale efficace, et qu'il se réveille de manière prématurée sans signes de dou- leur, administrer une dose supplémentaire de propo- fol plutôt que de kétamine, dans le but de raccourcir le temps de réveil, serait logique. Si le patient se ré- veille mais paraît être ou risque d'être endolori, il se- rait alors judicieux d'administrer plutôt une dose de kétamine. L'autre facteur attrayant de la combinaison kétamine/propofol est le très faible taux d'agitation et de phénomène d'émergence, plus commun sous ké- tamine ¹⁸⁾. Pour les services qui utilisent déjà la ké- tamine, l'introduction de cette combinaison, selon l'évi- dence scientifique disponible, et dans des cas pré- cis, optimiserait davantage la qualité de la sédation.

Dexmedetomidine intranasale

Les effets de la dexmedetomidine ressemblent à ceux du sommeil, ce qui voudrait dire que les enfants ne seraient pas sujets à des réveils agités et/ou à des ré- actions paradoxales, comme avec le midazolam. Plu- sieurs études se sont penchées sur l'utilité de ce mé- dicament, particulièrement par voie intranasale, et aux urgences pédiatriques. Dans une cohorte de 13'072

patients ayant reçu de la dexmedetomidine pour une sédation procédurale hors bloc opératoire, 10% des- quels l'avaient reçu par voie intranasale, le taux de succès procédural était de 99.7% et le taux d'effets ad- versés graves à 0.34%. La dexmedetomidine est aussi la seule molécule en sédation procédurale qui a été démontrée être neuroprotectrice¹⁹⁾. La dose in- tranasale usuelle est de 2 mcg/kg en dose unique²⁰⁾. Ce médicament continuera probablement à gagner en popularité, ces prochaines années.

Hypnose et réalité virtuelle ou augmentée

L'hypnose, technique ancestrale et dont l'utilisation médicale est documentée depuis au moins 200 ans, est une solution non invasive efficace pour gérer an- xiété et douleur en soins aigus. La littérature pédi- atrique contient de nombreux articles à ce sujet, no- tamment en oncologie. La littérature en urgences pé- diatrique reste éparse mais devrait bientôt augmenter, vu l'intérêt qui renaît pour la formation en hypnose des professionnels des soins aigus²¹⁾.

D'autre part, une littérature existe aussi déjà quant à l'utilité de la réalité virtuelle et/ou augmentée pour gérer douleur et anxiété chez l'enfant, particulière- ment chez nos collègues dentistes et oncologues. Elle est composée de petites cohortes, et traite prin- cipalement de procédures telles des prises de sang²²⁾. Ces modalités sont des alliés importants de la prise en charge générale de la douleur et de l'anxiété chez l'enfant.

Management et formation de personnel soignant

Formation sur l'approche non pharmacologique

La communication thérapeutique et l'approche ap- propriée au développement actuel du patient consti- tuent deux des bases fondamentales de la pédiatrie. Ces concepts sont plus difficiles à enseigner que le bon dosage d'un agent sédatif, ou comment secourir un patient pendant une apnée. Récemment, un article du *Annals of Emergency Medicine* par Baruch Krauss, secondé par des vidéos filmées aux urgences pédi- atriques d'un grand hôpital nord-américain, illustre, à but d'enseignement et de formation, des techniques concrètes de désensibilisation de l'enfant sujet à une procédure douloureuse ou anxiogène²³⁾.

Child Life Specialist

Les «spécialistes de la vie de l'enfant» sont des pro- fessionnels de la santé qui aident les enfants et les fa- milles à gérer le processus de maladie, blessure, inva- lidité, traumatisme ou hospitalisation. Formés en dé- veloppement de l'enfance, ils font partie intégrante de l'équipe de soins de santé, car ils fournissent des res- sources d'assistance supplémentaires aux enfants et aux familles pour les aider à gérer la situation souvent stressante d'une maladie ou d'une blessure.

Dans les hôpitaux nord-américains particulière- ment, cette spécialité, utilisant les principes du dé- veloppement de l'enfant soutenus entre autres par l'école de pensée Montessori pour promouvoir des soins appropriés aux enfants hospitalisés, est devenue

incontournable. Particulièrement aux urgences, où l'aide-soignant, l'infirmier ou le médecin, souvent pres- sés par le temps, ont du mal à approfondir la triangu- lation soignant/enfant/parents, ces spécialistes sont responsables de cette tâche, rendant le soin plus har- monieux, et réduisant les besoins en contention phy- sique et chimique. De plus, ces spécialistes jouent un rôle primordial dans la formation du personnel médi- cal à l'approche développementale de l'enfant. Ils se- ront sans aucun doute une pierre angulaire de l'hôpi- tal «sans douleurs» du futur.

Conclusion

La sédation et l'analgésie procédurales sont une base essentielle d'un service d'urgences pédiatriques. Le développement de guidelines institutionnels et la sé- curité du patient sont fondamentaux dans tout pro- gramme de sédation. Outre l'approche médicamenteuse, l'approche développementale et non pharma- cologique du patient est essentielle à enseigner au personnel soignant pour optimiser le confort et pour promouvoir, dans les limites du possible, des soins où la douleur et l'anxiété sont réellement pris en charge. Pour les hôpitaux voulant créer la promesse réalisable d'être «sans douleur», investir dans le recrutement de «Child Life Specialists» semblerait indispensable.

Références

- 1) Krauss B, Green SM. Procedural sedation and analgesia in children. *Lancet*. 2006;367(9512):766-780. doi:10.1016/S0140-6736(06)68230-5.
- 2) Sahyoun C, Krauss B. Physiological Monitoring for Procedural Sedation: The Routine and Beyond. In: *Pediatric Sedation Outside of the Operating Room a Multispecialty International Collaboration*. Second edition. New York.
- 3) Coté CJ, Wilson S, American Academy of Pediatrics, American Academy of Pediatric Dentistry. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients Before, During, and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures: Update 2016. *Pediatrics*. 2016;138(1). doi:10.1542/peds.2016-1212.
- 4) Section EUOMS, Anaesthesiology BO. Guidelines for sedation and à «or analgesia by non-anaesthesiology doctors. *Eur J Anes*. 2007;24:563-567.
- 5) Sury M, Bullock I, Rabar S, Demott K, Guideline Development Group. Sedation for diagnostic and therapeutic procedures in children and young people: summary of NICE guidance. *BMJ*. 2010;341:c6819.
- 6) Cravero JP, Beach ML, Blike GT, Gallagher SM, Hertzog JH, Consortium PSR. The incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia with propofol for procedures outside the operating room: a report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Anesth Analg*. 2009;108(3):795-804. doi:10.1213/ane.0b013e31818fc334.
- 7) Hackett NJ, De Oliveira GS, Jain UK, Kim JYS. ASA class is a reliable independent predictor of medical complications and mortality following surgery. *Int J Surg*. 2015;18:184-190. doi:10.1016/j.ijsu.2015.04.079.
- 8) Krauss B, Green SM. Sedation and analgesia for procedures in children. *N Engl J Med*. 2000;342(13):938-945. doi:10.1056/NEJM200003303421306.
- 9) Beach ML, Cohen DM, Gallagher SM, Cravero JP. Major Adverse Events and Relationship to Nil per Os Status in Pediatric Sedation/Anesthesia Outside the Operating Room: A Report of the Pediatric Sedation Research Consortium. *Anesthesiology*. November 2015. doi:10.1097/ALN.0000000000000933.
- 10) Bhatt M, Johnson DW, Taljaard M, et al. Association of Preprocedural Fasting With Outcomes of Emergency Department Sedation in Children. *JAMA Pediatr*. 2018;172(7):678-685. doi:10.1001/jamapediatrics.2018.0830.
- 11) Thomas M, Morrison C, Newton R, Schindler E. Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia. *Paediatr Anaesth*. 2018;28(5):411-414. doi:10.1111/pan.13370.

Formation continue

- 12) Babl FE, Puspitadewi A, Barnett P, Oakley E, Spicer M. Preprocedural fasting state and adverse events in children receiving nitrous oxide for procedural sedation and analgesia. *Pediatr Emerg Care*. 2005;21(11):736-743.
- 13) Roback MG, Green SM, Andolfatto G, Leroy PL, Mason KP. Tracking and Reporting Outcomes Of Procedural Sedation (TROOPS): Standardized Quality Improvement and Research Tools from the International Committee for the Advancement of Procedural Sedation. *Br J Anaesth*. 2018;120(1):164-172. doi:10.1016/j.bja.2017.08.004.
- 14) McQueen A, Wright RO, Kido MM, Kaye E, Krauss B. Procedural sedation and analgesia outcomes in children after discharge from the emergency department: ketamine versus fentanyl/midazolam. *Ann Emerg Med*. 2009;54(2):191-97.e1-4. doi:10.1016/j.annemergmed.2009.04.015.
- 15) Sahyoun C, Krauss B. Clinical implications of pharmacokinetics and pharmacodynamics of procedural sedation agents in children. *Curr Opin Pediatr*. January 2012. doi:10.1097/MOP.0b013e3283504f88.
- 16) Andolfatto G, Willman E. A prospective case series of pediatric procedural sedation and analgesia in the emergency department using single-syringe ketamine-propofol combination (ketofol). *Acad Emerg Med*. 2010;17(2):194-201. doi:10.1111/j.1553-2712.2009.00646.x.
- 17) Shah A, Mosdosy G, McLeod S, Lehnhardt K, Peddle M, Rieder M. A blinded, randomized controlled trial to evaluate ketamine/propofol versus ketamine alone for procedural sedation in children. *Ann Emerg Med*. 2011;57(5):425-433.e2. doi:10.1016/j.annemergmed.2010.08.032.
- 18) Alletag MJ, Auerbach MA, Baum CR. Ketamine, propofol, and ketofol use for pediatric sedation. *Pediatr Emerg Care*. 2012;28(12):1391-5-quiz1396-8. doi:10.1097/PEC.0b013e318276fde2.
- 19) Sulton C, McCracken C, Simon HK, et al. Pediatric Procedural Sedation Using Dexmedetomidine: A Report From the Pediatric Sedation Research Consortium. *Hosp Pediatr*. 2016;6(9):536-544. doi:10.1542/hpeds.2015-0280.
- 20) Yuen VM, Hui TW, Irwin MG, et al. A randomised comparison of two intranasal dexmedetomidine doses for premedication in children. *Anaesthesia*. 2012;67(11):1210-1216. doi:10.1111/j.1365-2044.2012.07309.x.
- 21) Saadat H, Kain ZN. Hypnosis as a therapeutic tool in pediatrics. *Pediatrics*. 2007;120(1):179-181. doi:10.1542/peds.2007-1082.
- 22) Gold JI, Mahrer NE. Is Virtual Reality Ready for Prime Time in the Medical Space? A Randomized Control Trial of Pediatric Virtual Reality for Acute Procedural Pain Management. *J Pediatr Psychol*. 2018;43(3):266-275. doi:10.1093/jpepsy/jsx129.
- 23) Krauss BA, Krauss BS. Managing the Frightened Child. *Ann Emerg Med*. January 2019. doi:10.1016/j.annemergmed.2018.12.011.

L'auteur n'a déclaré aucun lien financier
ou personnel en rapport avec cet article.