

Contribution au plan stratégique médical 2020-2024

Assistance publique – Hôpitaux de Paris

Nom de la spécialité :

PHYSIOLOGIE

Principaux rédacteurs : (membres de la collégiale de Physiologie)

Pr Nathalie KUBIS (PUPH, chef de service, présidente de la collégiale de Physiologie, Hôpital Lariboisière, APHP.7)

Dr Catherine BANCAL (PH, Hôpital Bichat, APHP.7)

Dr Frank BIENAIME (MCUPH, Hôpital Necker, APHP.5)

Dr Marie COURBEBASSE (MCUPH, Hôpital HEGP, APHP.5)

Pr Christophe DELCLAUX (PUPH, chef de service, Hôpital Robert-Debré, APHP.7)

Dr Gilles HUBERFELD (MCUPH, Hôpital la Pitié Salpêtrière, APHP.6)

Pr Frédéric LOFASO (PUPH, chef de service, Hôpital Necker, APHP.5)

Q1. Contexte général de la spécialité

Une exploration fonctionnelle (EF) consiste en la réalisation d'un examen médical pour évaluer une fonction, spécifique d'organe (exemple : mesure d'un volume pulmonaire) ou intégrée (exemple : épreuve d'exercice impliquant les adaptations respiratoire, cardiovasculaire, neurophysiologique et musculaire). Ces explorations nécessitent le recours à des mesures biologiques (concentration plasmatique en une hormone donnée, pression partielle en oxygène dans le sang artériel, pH des urines etc) et physiques (volumes et débit pulmonaires, activité électrique du cerveau etc). Elles sont réalisées à l'état basal (mesure statique) complétées de mesures réalisées après stimulations (tests dynamiques). Le cœur de métier associe donc d'une part les savoirs et savoir-faire en **métrologie** et d'autre part les capacités de synthèse et **d'intégration transdisciplinaire** dépassant les frontières des spécialités d'organe.

Ces **EF sont réalisées par des médecins spécialistes d'organes** (pneumologue, neurologue, endocrinologue, néphrologue,...) dans la grande majorité, qui ont acquis une compétence supplémentaire au cours de leur cursus. Les collégiales de Physiologie – Explorations Fonctionnelles distinguent leurs activités selon leur niveau de spécialisation en activités de **socle 1** (nécessaires dans tous les hôpitaux), activités de **socle 2** (niveau de recours à l'échelle d'un GH par exemple) et activité **expert** (recours supra-GH, régional et national). Elles s'appliquent des nouveaux-nés aux adultes.

Les EF sont réalisées à but diagnostique, pronostique et de suivi évolutif. L'approche physiopathologique qu'elles sous-tendent et les dispositifs techniques qu'elles nécessitent en font une **discipline socle des enseignements** en santé et un partenaire privilégié de **l'innovation diagnostique et thérapeutique**.

Enfin, les configurations des services d'EF ne sont pas uniformes : ceux-ci assurant des fonctions support pour les services cliniques, leurs activités reflètent les axes stratégiques des hôpitaux où ils sont implantés. Cependant, alors qu'il est classique de séparer les activités des plateaux médico-techniques de celles des cliniciens, cette dichotomie n'a pas lieu d'être en ce qui concerne la physiologie : la prise en charge des patients demande une complémentarité entre l'EF réalisée et l'expertise clinique du praticien.

*Ce point est amplement illustré par le **suivi assuré par les médecins des explorations fonctionnelles de cohortes en propre**, allant de la consultation initiale jusqu'au suivi « vie entière » pour certaines pathologies, et par **l'implantation d'hôpitaux de jour multidisciplinaires et de centres maladies rares dans des services d'EF**.*

Q2. Évolution épidémiologique des pathologies de la spécialité

Les services d'EF ont deux types de recrutement : 1/ un recrutement en tant que « plateau technique » lié à l'évolution épidémiologique des pathologies des spécialités d'organe et 2/ un recrutement propre lié à certaines activités spécifiques de ces services d'EF.

Concernant le point 1/, les services d'EF accompagnent les modifications organisationnelles (virage du tout ambulatoire, augmentation du recrutement des SAU et sociétales avec augmentation des maladies métaboliques, de la durée de vie des patients ayant une pathologie chronique (facteurs de risque cardiovasculaires tels l'HTA avec complications d'organes - suivi vasculaire, échographie Doppler, VO2 max, etc - ; suivi de la toxicité neurologique des traitements oncologiques, de biothérapies - suivi ENMG, etc). Elles s'accompagnent d'un avis spécialisé. Ces EF sont demandés par les médecins de ville mais font aussi partie de nombreux bilans d'HDJ et d'hospitalisation dont les résultats permettent le diagnostic, le pronostic et une prise en charge adaptée. Elles permettent aussi l'évaluation du bénéfice d'un traitement ou d'en évaluer les effets secondaires. Elles sont le support des centres de référence. **Elles sont donc indissociables de la prise en charge du patient.**

Quelques exemples concernant les activités spécifiques des services d'EF : **il est à noter que certaines de ces activités, considérées comme indispensables dans un hôpital (socle 1) ne sont plus mises en œuvre que par des praticiens attachés, non remplacés au départ à la retraite mettant par là même en péril l'organisation générale de chaque centre hospitalier.**

- Les **EFR** sont demandées pour le diagnostic, le suivi de maladies respiratoires (asthme, BPCO), de maladies de système, de maladies neurologiques centrales ou périphériques (exemples : SEP/SLA, myopathies), dans le cadre de bilans préopératoires ou en réanimation, de l'évaluation des effets secondaires d'un traitement à toxicité pulmonaire (cancérologie par exemple). Si on peut espérer une réduction de la BPCO avec la réduction du tabagisme, l'asthme a augmenté ces dernières années de façon drastique ainsi que le nombre de patients suivis au long cours après un cancer. Elles participent aussi le plus souvent à d'autres évaluations fonctionnelles : bilan métabolique (calorimétrie, impédancemétrie) épreuves d'effort et autres évaluations (6 minutes de marche, gaz du sang à l'effort...). Les EFR restent des activités de socle 1 de tous les hôpitaux.

- **L'ElectroEncéphaloGraphie (EEG)**, presque centenaire, reste l'exploration dynamique privilégiée de l'activité cérébrale et reste irremplaçable pour l'exploration des épilepsies, des comas, de la mort cérébrale, d'infections cérébrales, de toxicité cérébrale de drogues et de médicaments, d'atteinte immunitaire du système nerveux. De plus, du fait des progrès en réanimation, la demande d'EEG « explose », élément incontournable de l'outil pronostic neurologique. Cette demande devrait encore augmenter grâce à des dispositifs innovants (WIFI facilitant l'ambulatoire) et une analyse IA des signaux (diagnostic pré symptomatique des démences,...). Pourtant, l'analyse experte par l'homme reste incontournable. Le développement d'outils de monitoring EEG avec enregistrement pendant plusieurs jours..... nécessite de renforcer les effectifs médicaux afin d'analyser le flux de données nouvelles.

- Les **pathologies de la veille/sommeil** (dont syndromes d'apnées du sommeil) sont prises en charge essentiellement par les services de physiologie EF de l'AP-HP. L'évolution épidémiologique montre une utilisation croissante de la ventilation nocturne (> 500 000 adultes en France) qui se développe chez l'enfant. Du fait des données épidémiologiques, les services d'EF ne peuvent répondre à toute la demande mais ont vocation à être des centres de référence au sein de réseaux de santé.

- **L'électroneuromyographie (ENMG)** est le seul examen permettant de diagnostiquer, évaluer la sévérité, le pronostic et fournir l'orientation étiologique aux maladies du système nerveux périphérique, rencontrées dans toutes les spécialités médicales (complications du diabète, syndrome paranéoplasique, compliquant ou éléments syndromiques des maladies immuno-hématologiques, oncologiques, maladies de système, etc). De fait, les experts du système nerveux périphérique sont le plus souvent des médecins des EF spécialisés en ENMG; en ville, cet ENMG est principalement réalisé pour des problèmes simples (syndrome du canal carpien) mais envoyés à

l'hôpital dès lors que le diagnostic se complique. Il existe actuellement une saturation de l'ensemble de services pratiquant l'ENMG, alors même que la demande augmente.

- **Les explorations métaboliques, vasculaires et nutritionnelles** (mesure de composition corporelle en impédancemétrie et en DEXA, mesure de la dépense énergétique par calorimétrie, dosages hormonaux,) sont confrontées à une augmentation de la demande en raison de la prévalence croissante de l'obésité, de l'HTA et des autres FDRCV et de l'augmentation spectaculaire des actes de chirurgie bariatrique ces dernières années qui nécessitent une surveillance nutritionnelle. Les EF vont avoir également à évaluer le retentissement (complications vasculaires, rénales, respiratoires,...) de ces patients souvent aux multiples FDRCV.

- **Les Explorations Fonctionnelles Métaboliques et Rénales** ont pour objet le diagnostic d'anomalies des fonctions endocrines ou rénales, dans le cadre de pathologies souvent complexes (sécrétion des PTH, glucocorticoïdes, minéralocorticoïdes, et de l'ADH). Elles concernent le débit de filtration glomérulaire, et/ les fonctions tubulaires impliquées dans l'homéostasie du NaCl, du potassium, du calcium, du phosphate, du magnésium, de l'eau et de l'acide et du bicarbonate. Les données épidémiologiques montrent que la fréquence des pathologies prises en charge en Explorations Fonctionnelles Rénales est en constante progression. Actuellement, en France, on estime la prévalence de la maladie rénale chronique à 100 000 par million d'habitants (10%) et celle de l'insuffisance rénale terminale à 1 000 par million d'habitants et ces chiffres sont en augmentation constante. Dans certaines situations (âges et poids extrêmes, dénutrition, exploration d'un potentiel donneur vivant de rein), il est recommandé de mesurer par une méthode de référence, disponible uniquement dans les services d'Explorations Fonctionnelles Métaboliques et Rénales, le débit de filtration glomérulaire afin d'adapter au mieux le traitement. La maladie lithiasique touche environ 10 à 12% de la population générale et est également en constante progression et l'exploration approfondie du métabolisme minéral, en précisant le mécanisme de la lithiase, permet un traitement adapté. La prévalence de l'hyperparathyroïdie primitive augmente du fait du vieillissement de la population et atteint entre 1/50 et 1/100 chez l'adulte. Les pathologies concernées sont également des maladies rares mais le nombre de maladies rares relevant d'une prise en charge spécialisée augmente, en particulier du fait des progrès du diagnostic génétique. Cette prise en charge s'intègre souvent dans le cadre de l'activité de centre de référence Maladies Rares et concerne le diagnostic et l'ensemble de la prise en charge de ces maladies. De plus, les services d'Explorations Fonctionnelles Métaboliques et Rénales sont en nombre restreint sur le territoire Français (7 en France, dont 4 à Paris à l'APHP).

Q3. Contexte en matière de démographie médicale

Les physiologistes sont des spécialistes d'organes qui ont acquis une compétence supplémentaire (neurologue-neurophysiologiste, néphrologue-explorations néphrologiques, réanimateur-lecture des tracés de polysomnographie pour régler la ventilation mécanique) leur conférant une expertise très particulière dans un domaine (les épiléptologues sont des neurophysiologistes pour la majorité et non pas seulement neurologues, etc) et au premier plan de la prise en charge des patients de tout hôpital. **Or, cette spécialité est en tension depuis plusieurs années.**

La réduction des vacances, l'absence de création de poste de praticien hospitalier (PH) décidée par l'APHP depuis quelques années, et la difficulté d'obtenir un poste hospitalo-universitaire (liste de publications conséquente, thèse de sciences), met en péril la pérennité même de certaines activités des services de physiologie. Les chiffres fournis par la DOMU montrent que l'évolution des effectifs physiques des praticiens seniors sur l'AP-HP par discipline et par statut au 31 décembre de 2011 à 2015 est de 0% (12432 versus 12441). Entre les différents corps, il existe toutefois des différences notables avec une diminution de 8% sur la même période des praticiens attachés et des MCU-PH à l'AP-HP, pouvant expliquer en partie la diminution de 10% des effectifs dans la spécialité de Physiologie (une baisse de 8% est retrouvée pour la physiologie en termes d'ETP). Cette discipline, fonctionnait classiquement avec un PM important de MCU-PH et de Praticiens Attachés. Cette

diminution spécifique d'effectifs se poursuit, puisque entre 2015 et 2018 la physiologie a encore perdu 6% d'ETP PH (chiffres DOMU, note révision H 2020) alors que sur l'AP-HP on note une croissance globale de 1%.

Dans le contexte actuel de la progression du virage ambulatoire, de l'augmentation des patients en SAU, de l'augmentation des pathologies chroniques et du cœur de métier, permettant la prise en charge des patients, cette diminution constante depuis plusieurs années met en péril l'organisation même des structures hospitalières.

Q4. Positionnement de l'AP-HP par rapport à la concurrence

Il existe un champ énorme de développement compte-tenu du peu de concurrence de certains secteurs : EEG, ENMG (des 4 membres, exploration de myopathie ou de myasthénie), VO2 MAX, EFR avec DLCO, polysomnographies, explorations rénales...couplées à des expertises cliniques qui font la richesse des explorations réalisées à l'hôpital. Il faut toutefois signaler que la pérennité d'activités socles indispensables telles que l'EEG par exemple est mise en péril du fait d'un déficit important de neurophysiologistes. Le développement de la télémédecine entre CHU ou entre CHG et CHU pourrait permettre de maintenir cette activité dans les centres avec techniciens formés mais sans médecin interpréteur temps plein et cela d'autant plus que l'APHP fait appel à des prestataires privés pour combler ce déficit **ce qui génère une perte sèche d'activité et de revenus pour l'APHP. La tarification des actes EEG a par ailleurs été récemment très favorablement réévaluée. L'ENMG est par exemple extrêmement rentable pour un centre hospitalier.**

En pratique, ces actes sont le plus souvent intégrés aux hospitalisations et HDJ en particulier. La circulaire frontière des HDJ (prévue pour 2020) décrit une « prise en charge de médecine, pluridisciplinaire et/ou pluriprofessionnelle, qui mobilise plusieurs interventions coordonnées constituant un socle mixte d'actes intellectuels et d'actes techniques » avec *a minima* quatre interventions (1 à 3 actes techniques de deux techniques différentes, hors biologie). Le virage ambulatoire de l'AP-HP va donc s'associer à une nécessité de coordination des plateaux techniques et de leurs consultations. Les services d'EF sont donc des acteurs incontournables de ce virage et du positionnement de l'AP-HP par rapport à la concurrence : faire vite (HDJ) à beaucoup (pluridisciplinaire). Cela implique le maintien des activités socle 1 sur les différents sites, mais aussi le développement des activités socle 2 et expert afin de proposer une offre différenciée. Par exemple, le développement d'HDJ symptômes (dyspnée, toux chronique, malaise, douleurs neuropathiques, troubles de la marche etc.) répond à ce positionnement : identification facilitée pour la patientelle et pour les correspondants. Les hôpitaux moins généralistes ayant développé des activités segmentées, spécialisées dans un organe seront donc défavorisés.

Q5. Modalités d'amélioration de l'attractivité

- Pour les patients et les correspondants de ville
 - 1) Organisation de FMC avec les médecins de proximité
 - 2) Mise en place de consultations rapides/d'urgence pour leurs patients et de consultations de suivi spécialisée si besoin
 - 3) CR des EF/HDJ immédiatement disponibles à la sortie du patient, quand cela est possible (impossible pour certains dosages biologiques)
 - 4) Meilleure intégration des services d'EF dans Orbis (demandes d'examen, transmission des résultats, création d'un serveur commun qui existe pour l'imagerie mais pas pour els EF)
 - 5) Prise en compte des progrès apportés par l'Intelligence Artificielle dans les explorations avec mise en avant de l'expertise des médecins physiologistes

Ces types de modalités sont déjà en place et demandent à être généralisées pour l'ensemble des activités sur le territoire.

- Pour le PM et le PNM

- 1) Le PNM : la pluridisciplinarité dans une certaine mesure est une forte source d'attractivité (explorations du sommeil associées aux explorations EEG et des potentiels évoqués par exemple); l'aspect technique des explorations fonctionnelles associé à l'aspect plus clinique des consultations et des HDJ est un atout certain dans nos services.
- 2) Le PM : les services de physiologie ont traditionnellement fonctionné avec des hospitalo-universitaires et des praticiens attachés essentiels au bon fonctionnement des services compte-tenu de la diversité des EF sur un même site ; or, les vacances ont été reprises par les directions ces dernières années ET/OU le statut de praticien attaché n'est plus attractif pour les plus jeunes ; il s'ensuit une déshérence extrêmement préjudiciable à nos missions ; il est donc indispensable de favoriser les postes pérennes de PH temps partiel et de PH temps plein ou équivalent au risque de voir fermer les services faute de PM. Faciliter les postes partagés avec les services cliniques est sans doute une solution d'attractivité médicale, offrant une activité variée pour le futur praticien.

Q6. Marge de progression du virage ambulatoire

Les plateaux techniques qui constituent les services d'EF sont un élément majeur de la réussite du virage ambulatoire et y répondent de deux manières : 1) réponse à la demande hospitalière d'actes CCAM dans le cadre d'HDJ de l'hôpital et des demandes des urgences et 2) création d'HDJ au sein de ces plateaux médico-techniques. Les services de Physiologie sont particulièrement adaptés à la création de ces HDJ car ils disposent *in situ* des explorations nécessaires à l'investigation des patients et de l'expertise clinique particulière des praticiens (exploration des épilepsies résistantes, exploration du sommeil, centre de neuropathies périphériques, prise en charge de l'HTA compliquée et secondaire, prise en charge de l'obésité (bilan métabolique), troubles de la marche, exploration et prise en charge des patients avec lithiase rénale, etc...). Ces explorations et expertises sont très souvent indispensables pour obtenir la labellisation « centre de référence/compétence maladies rares » en partenariat avec les services cliniques (exemples : hypersomnies rares, maladies neuromusculaires.....).

Il est donc indispensable de favoriser la création de postes de PH/médecins temps plein au sein de ces services qui vont permettre la réussite du virage ambulatoire sur le reste de l'Hôpital.

Q7. Innovations diagnostiques à venir dans les 5 à 10 ans

Les innovations diagnostiques sont liées aux performances accrues des outils utilisés (appareil d'échographie Doppler et sondes, imagerie 3D : exemple pléthysmographie optoélectronique, analyse cinématique du mouvement), développement d'outils d'exploration non invasifs et non volitionnels pour assurer un suivi au long cours et l'effet des biothérapies (exemple du diaphragme : analyse 3D du mouvement thoraco-abdominal, échographie du diaphragme, et mesure de la pression à la bouche après stimulation magnétique des nerfs phréniques), développement de nouvelles méthodes de dosages biologiques (exemple : accès à des panels multi-paramétriques grâce à la LC-MSMS et à leur interprétation intégrée avec les outils bioinformatiques), développement d'objets connectés pour l'analyse et le suivi de signaux au domicile permettant la déambulation et donc les conditions de la vie réelle (électrodes EEG, pression artérielle, suivi des patients insuffisants respiratoires ventilo-dépendants etc..), logiciels pour l'analyse des mouvements anormaux, d'algorithmes décisionnels ou pronostiques à partir d'un signal biologique... Ces innovations sont réalisées en partenariat avec les industriels, ou générées par les médecins physiologistes eux-mêmes dans le cadre de projets de recherche couplés aux sciences de l'ingénieur ou de physique/mathématique appliquées, et conduisant à la création de Start-ups. **Il est indispensable d'accompagner ces initiatives (appel d'offres aux projets, aide à la création de start-ups, personnel dédié,...)**. Les médecins physiologistes ont une place privilégiée, une expertise et une capacité de mise en perspective unique pour accompagner cette innovation technologique et surtout pour lui donner un sens médical.

Q8. Innovations thérapeutiques à venir dans les 5 à 10 ans

Les innovations thérapeutiques sont de 3 ordres : 1) les innovations thérapeutiques propres à la discipline d'organe du praticien et dont il est expert et 2) le développement d'outils thérapeutiques au sein des services de physiologie : par exemple, la stimulation magnétique transcrânienne répétitive qui vise à modifier une fonction neurologique par des séances répétées pendant 1 à 2 semaines (douleur, mouvements anormaux, dépression, céphalées, déficit moteur, ..), la pratique d'activités physiques adaptées (APA) après une HDJ dyspnée, une HDJ de prévention cardiovasculaire ou encore d'obésité et 3) l'identification de nouvelles cibles thérapeutiques (par exemple, identification grâce aux nouvelles techniques de dosages biologiques sus-citées de bloqueurs ou activateurs de voies du métabolisme).

Q9. Innovations globales dans les prises en charge dans les 5 à 10 ans

Les innovations technologiques, la télémédecine, les objets connectés devraient permettre de favoriser la continuité de soins sur tout le territoire de santé d'Ile de France, d'augmenter la qualité et la précision du diagnostic et du suivi. La progression du virage ambulatoire nécessitera une réactivité importante du personnel paramédical et médical, le diagnostic de la pathologie de ces patients passant par ces explorations.

Q10. Recherche clinique et translationnelle

– En cours

Il est impossible de résumer la recherche clinique et translationnelle des services de physiologie cliniques qui s'appuient sur les spécialités d'organes de leurs médecins HU et qui par conséquent couvrent toute la médecine. Comme les services cliniques, elle repose sur l'exploitation des cohortes en propre et de bibliothèques, mais aussi des nombreuses collaborations suscitées au sein des GH et de leurs spécificités. De manière plus spécifique, elle permet de valider de nouveaux algorithmes diagnostiques et prédictifs du devenir du patient et est au 1^{er} plan pour le développement d'objets connectés et de la télémédecine (téléconsultation, télésurveillance et téléexpertise).

– À venir

Cf ci-dessus

Q11. Aspects universitaires de la spécialité

- Les physiologistes ont une valence universitaire forte, tant sur l'enseignement de la Physiologie dispensé tout au long des études médicales (PACES, DFGSAM, DFSAM), que des études de Santé plus largement (odontologie, maïeutique, kinésithérapie, soins infirmiers, podologie, certificats optionnels, DU, DIU...) et une implication forte dans de nombreux Masters 1 et 2 (responsabilité pédagogiques de Masters en Sciences de la Vie, encadrement de Masters et de Thèse d'Université ; organisation et participation aux formations post-universitaires (EPU, DU et DIU, DPC), coordination nationale et IdF de la FST sommeil,). Ceci s'explique par la nature même de la Physiologie qui est considérée comme une discipline socle au sein de toutes les formations en Santé ou en Biologie.
- Sur le plan de la recherche, les médecins physiologistes sont souvent directeurs d'équipes ou directeurs d'unité avec une activité de recherche préclinique et clinique importante, la Physiologie favorisant la recherche translationnelle avec tous les domaines de la Biologie (génétique, biologie cellulaire, électrophysiologie, psychologie) mais également de l'ingénierie ou des mathématiques (cf plus haut).

Q12. Modalités d'évaluation de la pertinence de soins dans la spécialité

Les EF sont prescrites - en dehors des HDJ propres des services de Physiologie où elles sont prescrites par les médecins physiologistes- par les services de médecine ou de chirurgie, ou les médecins de ville. Pour les services hospitaliers, évaluer à l'avance les prescriptions d'EF permet de

les discuter en amont de la venue du patient. Des fiches de « juste prescription » des explorations fonctionnelles ont été éditées au sein de certains GH et pourraient être diffusées à l'ensemble des services de Physiologie de l'APHP et insérées sur des applications dédiées des mobiles des internes

Synthèse

- Forces : La richesse de la discipline est d'associer tous les domaines de la médecine de manière intégrée avec une offre de soins non remplaçable, avec en outre des expertises propres en biologie (EF rénales,...). Cette expertise est donc une chance pour l'APHP car elle n'a pas d'équivalent en médecine de ville ni dans la plupart des établissements privés et offre la perspective de créer des réseaux solides entre les services de l'APHP. Il est important de souligner que l'expertise des services de Physiologie implique qu'ils font très souvent partie de Centres de Références et participent donc à la visibilité à l'APHP. Les services d'EF au sein des CHU sont les acteurs indispensables de la progression du virage ambulatoire au sein de l'APHP, participent largement à la recherche clinique et, du fait de la formation transversale des médecins physiologistes à la recherche préclinique et translationnelle.
- Faiblesses : la tension actuelle de services du fait de la réduction du personnel conduisent à abandonner certaines activités définitivement alors même qu'elles participent au bon fonctionnement de l'hôpital (HDJ).
- Menaces : ne pas considérer le rôle majeur des services d'EF avec le non renouvellement de postes ayant pour conséquence l'impossibilité des GH de prendre le virage ambulatoire
- Opportunités : les transformations organisationnelles (DMU, restructuration des organisations) est une chance si elle ne conduit pas à une suppression des postes sous couvert de « mutualisation » alors même que le PM et PNM sont déjà insuffisants sur chaque site.