

L'ÉCHOGRAPHIE EN SITUATION DE SOIN : STÉTHOSCOPE DU FUTUR POUR LE MÉDECIN GÉNÉRALISTE ?

G. HENRARD (1, 2), X. FROIDCOEUR (1), C. SCHOFFENIELS (2), M. GENSBURGER (3),
L. JOLY (4), V. DUMONT (1)

RÉSUMÉ : L'échographie ne se profile plus seulement comme un acte diagnostique délégué à un spécialiste, mais comme un outil utilisé en situation de soin par le clinicien pour guider la décision. Si ce changement de paradigme a bien pris pied dans une discipline comme les urgences, par exemple, des initiatives émergent çà et là pour adopter ce nouvel outil en médecine générale. Cet article se propose, à travers une revue de la littérature, de recenser les indications possibles de l'échographie réalisée par le médecin généraliste; puis, d'amorcer une discussion sur les freins et les opportunités associées à son introduction dans le contexte de la médecine générale belge.
MOTS-CLÉS : *Echographie en situation de soin - Médecine générale - Soins de première ligne - Soins de santé primaire*

**ECHOGRAPHY AT THE POINT OF CARE : STETHOSCOPE OF THE
FUTURE FOR THE GENERAL PRACTITIONER ?**

SUMMARY : Ultrasound is presently emerging not only as a specialist-delegated diagnostic procedure, but also as a tool used by clinicians for guiding decision. If this paradigm shift has taken roots in places like emergency departments, initiatives are also set up here and there in general practice. The aim of this article is , through a literature review, to identify possible indications of ultrasound performed by the general practitioner and to initiate a discussion about the obstacles and opportunities associated with its introduction in Belgian General Practice settings.

KEYWORDS : *Point of care echography - General practice - Primary care*

“That it [the stethoscope] will ever come into general use, notwithstanding its value, I am extremely doubtful; because its beneficial application requires much time, and gives a good deal of trouble both to the patient and the practitioner.”

Sir John Forbes MD (1787-1861), en préface de la traduction du premier traité de René Laennec «L'Auscultation Médiante» (1819, Ed Brosson-Chaudé, Paris).

INTRODUCTION

L'échographie fait son chemin. Elle a, depuis longtemps, quitté le giron de la Radiologie pour se retrouver au chevet du patient, dans les mains des cliniciens, qu'ils soient cardiologues, urgentistes ou encore gynécologues. Dans certains pays d'Europe, des médecins généralistes leur emboîtent le pas (1). En Belgique, beaucoup l'utilisent d'ores et déjà quotidiennement dans les plannings familiaux, pour diagnostiquer une grossesse intra-utérine, ou encore, guider la mise en place d'un dispositif intra-utérin. Le mouvement est tel que certains dessinent pour l'échographie un avenir radieux, ni plus ni moins celui de remplacer le stéthos-

cope des médecins (2). De par son innocuité et son ergonomie d'utilisation, l'échographie semble, en effet, un candidat idéal au transfert de technologie vers les soins de première ligne. Cependant, la diffusion d'un moyen diagnostique, aussi polyvalent et «opérateur dépendant», pose d'importantes questions en termes de subsidiarité entre les lignes de soins et de balisage des champs d'application pour garantir la sécurité des patients.

Cet article se donne d'abord pour objectif de réaliser un recensement des indications d'utilisation de l'échographie réalisée par le médecin généraliste évoquées dans la littérature. Ensuite, il vise à amorcer un débat tant sur les perspectives qu'ouvre l'arrivée de cette technologie au niveau de la Médecine générale que sur les conditions de son utilisation dans le contexte belge en vue d'améliorer la qualité globale des soins. Nous serions, en outre, ravis qu'il donne à certains l'envie de se saisir de la question, voire de l'expérimenter sur le terrain, avec nous.

MÉTHODE

Une synthèse narrative de la littérature a d'abord été réalisée dans le but de répertorier les indications évoquées d'échographie réalisables par le médecin généraliste. Celle-ci a ensuite servi de base à une discussion sur le sujet. Différentes bases de données ont été interrogées (Medline via Pubmed, Cismef et Google). Dans un premier temps, seuls les articles de moins de dix ans qui évoquent ou évaluent l'échographie

(1) Département de Médecine générale, ULg, CHU de Liège, Site Sart Tilman, Liège, Belgique.

(2) Maison Médicale St-Léonard, Liège, Belgique.

(3) Services des Urgences, CHU de Liège, Site Sart Tilman, Liège, Belgique.

(4) Médecin Généraliste en Formation, Maison Médicale l'Herma, Liège, Belgique.

réalisée par le médecin généraliste lui-même ont été pris en compte. Dans un second temps, nous avons répertorié des indications évoquées dans un contexte non spécifique à la Médecine générale mais jugées par les auteurs de cette revue comme potentiellement réalisables pour les praticiens de première ligne.

RÉSULTATS

Nous constatons qu'il existe beaucoup de «littérature grise» sur le sujet (sites Internet, présentations powerpoint,...), mais peu d'études

scientifiques à proprement parler. Seules deux études d'intervention (3, 4), une revue systématique (5), ainsi qu'une intéressante étude qualitative (6), répondant à nos critères de recherche ont été identifiées. Une série d'indications sont, en outre, évoquées dans un contexte non spécifique à la Médecine générale, essentiellement sur base d'avis d'experts (7-11) Des articles de positionnement ou de retour d'expérience alimenteront ensuite notre discussion.

Les indications recensées sont résumées et sommairement commentées dans le Tableau I.

TABLEAU I. INDICATIONS D'ÉCHOGRAPHIE EN SITUATION DE SOIN POTENTIELLEMENT RÉALISABLES EN MÉDECINE GÉNÉRALE RECENSÉES PAR NOTRE STRATÉGIE DE RECHERCHE

Indications évoquées	Commentaires	Conclusion des auteurs (traduction)	Références et contextes
Etudes menées en Médecine générale			
Dépistage de l'hypertrophie ventriculaire gauche chez le patient hypertendu.	Comparaison des performances de mesure du «left ventricular mass index» par des médecins généralistes (écolage de 4h) vs par des cardiologues.	«Cette étude montre qu'une échographie ciblée, réalisée en situation de soin par le médecin généraliste, pour le dépistage de l'hypertrophie du ventricule gauche était faisable. Des études futures sont nécessaires pour déterminer la formation idéale et l'expérience nécessaire pour atteindre ses compétences».	Bornemann et coll., 2015, USA (3). Membre d'un département de Médecine de famille et de Médecine préventive.
Evaluations de la fonction cardiaque chez des patients à risque de, ou avec, insuffisance cardiaque.	Comparaison des performances de mesure du «septal mitral annular excursion» par des médecins généralistes (écolage de 8h) vs par des cardiologues.	«Avec une formation adaptée, les médecins généralistes étaient capables d'évaluer la fonction ventriculaire gauche au moyen d'un échographe de poche. L'échographe de poche, en complément de l'examen clinique, pourrait devenir un outil important en Médecine générale».	Mjølstad et coll., 2012, Norvège (4). Le premier auteur est cardiologue, l'étude est réalisée dans le cadre de sa thèse intitulée «Pocket-size ultrasound, a new diagnostic tool in clinical practice», le troisième auteur est médecin généraliste.
Indications gériatriques (dont l'évaluation du résidu post-mictionnel et du statut nutritionnel par mesure musculaire).	Revue systématique (1950 - août 2010) Focus sur indications gériatriques.	«Il y a très peu de littérature au sujet de l'échographie en situation de soin dans le domaine de la gériatrie mais la littérature existante souligne son potentiel en pratique clinique. L'échographie en situation de soin est prometteuse en première ligne de soins et en gériatrie... L'utilisation judicieuse de cette technologie dans la population gériatrique sera nécessaire pour en tirer tout le bénéfice potentiel tout en évitant les possibles effets néfastes en termes de tests inutiles, d'anxiété ou de surdiagnostic»	Schumacher et coll., 2012, USA (5) Le premier auteur est interniste, le second auteur est gériatre.
Validation d'une liste d'indications d'échographie réalisables par le médecin généraliste, (voir texte et tableau II).	Étude qualitative, méthode Delphi.		Lemanissier, 2013, France (6). L'auteur est médecin généraliste.
Autres indications évoquées (non spécifiques au contexte de la Médecine générale).			
Diagnostic d'endométriase	Avis d'expert		Benacerraf, 2012, USA (7). L'auteur est radiologue.
Diagnostic de pneumonie	Avis d'expert		Blaivas, 2012, USA (8). L'auteur est urgentiste.
Diagnostic de pneumothorax	Avis d'expert		Noble, 2012, USA (9). L'auteur est urgentiste.
Évaluation de saignements post-ménopausiques	Avis d'expert		Goldstein, 2012, USA (10). L'auteur est gynécologue.
Évaluation d'une lésion tendineuse	Avis d'expert		Lee, 2012, USA (11). L'auteur est radiologue.

TABLEAU II. VALIDATION D'UNE LISTE D'INDICATIONS D'ÉCHOGRAPHIE RÉALISABLES PAR LE MÉDECIN GÉNÉRALISTE (LEMANISSIER, 2013) (6)

- Devant un tableau de colique néphrétique simple (sujet jeune, apyrétique, diurèse conservée, de moins de 24 h) : affirmer une image spécifique de dilatation des cavités pyélo-calicielles (> 10mm), de calcul et de la présence de deux reins.
- Devant une suspicion de cholécystite, réunir les signes en faveur de ce diagnostic (épaisseur de la paroi vésiculaire > 4 mm; douleur au passage de la sonde (Murphy); présence d'un liquide péri-vésiculaire; image de lithiase vésiculaire).
- Devant une suspicion de thrombose veineuse profonde (TVP) des membres inférieurs, affirmer ou exclure une TVP fémoro-poplitée.
- Surveillance de la taille d'un anévrisme de l'aorte abdominale connu de 40 mm à 54 mm.
- En cas de suspicion clinique d'épanchement pleural, affirmer ou exclure un épanchement pleural et guider une éventuelle ponction.
- En cas de suspicion clinique de goitre à TSH normale, mesurer le volume de la thyroïde et affirmer un parenchyme normal.
- Devant une suspicion de masse ou de corps étranger sous-cutané, affirmer sa présence et en décrire la nature solide ou liquide.
- Affirmer une image spécifique de grossesse intra-utérine de moins de 11 semaines d'aménorrhée et la dater (en cas de suspicion de GEU ou de fausse couche, de grossesse non désirée).
- Devant des métrorragies post-ménopausiques, affirmer une image spécifique d'endomètre normal (épaisseur < 5 mm sans traitement hormonal substitutif).
- Affirmer une image spécifique d'épanchement intra-abdominal.
- En cas de suspicion d'appendicite, affirmer une image spécifique d'appendicite ou d'appendice normal (et en l'absence d'image spécifique, ne pas conclure).

Plus proche de notre contexte de soins donc, une thèse d'exercice française (6), dont deux des quatre membres du groupe de travail ayant accompagné la thésarde sont des médecins généralistes belges membres de la WONCA («World Organization of Family Doctors»), a été menée sur le sujet en 2013. Une revue de la littérature a été conduite et une liste d'indications d'échographie réalisables par le médecin généraliste (Tableau II) a été construite par méthode qualitative Delphi, en interrogeant 36 médecins généralistes en France pratiquant (de manière non exclusive) l'échographie dans leur pratique courante. Ces médecins avaient reçu une formation initiale et étaient inscrits dans une démarche de formation continue.

DISCUSSION

Notre méthodologie ne nous permet évidemment pas de recommander formellement des indications d'échographie aux médecins généralistes belges. Ces données sont, avant tout, «génératrices d'hypothèses», hypothèses qui devraient être implémentées et évaluées sur le terrain, dans le contexte de soins propre à la Belgique. Les critères d'évaluation de ces interventions pourraient être la faisabilité, la fiabilité diagnostique et la satisfaction tant des médecins que des patients; et en termes de Santé publique : la consommation de soins, la recours à la radiologie, aux urgences, ou à la deuxième ligne de soins; les coûts pour le patient et la société; et finalement, un bénéfice clinique éventuel pour le patient.

La suite de la discussion analyse l'introduction potentielle de l'échographie au cabinet du médecin généraliste belge, sous la forme désormais classique d'un «SWOT» (pour «Strengths», «Weaknesses», «Opportunities», and «Threats», en français, «Forces», «Failures», «Opportunités» et «Menaces»).

FORCES

L'échographie est une technologie non irradiante et peu coûteuse. Son installation est simple. Ses développements techniques, qui autorisaient déjà son application «at the point of care», c'est-à-dire en situation de soin, «au chevet du patient», lui permettent actuellement de prendre place dans la poche du clinicien («pocket size ultrasonography», en abrégé, «POCUS»). Et si la qualité de son utilisation est éminemment opérateur-dépendante, sa prise en main est relativement simple.

L'échographie représente probablement une plus-value diagnostique dans un certain nombre de situations par rapport au statu quo. A titre d'exemple, nous relatons une expérience instructive menée par Kobal et coll. en 2005 (12), durant laquelle des étudiants en médecine de première année équipés d'échographe ont surclassé, après un court écolage, des cardiologues chevronnés armés de leur seul stéthoscope en termes de performance de diagnostics cliniques (lésions valvulaires et/ou dysfonction ventriculaire gauche).

Le concept d'«examens focalisés» (13) pourrait ici être utile. Il exprime que l'échographie

peut, dans certaines situations, être réalisée pour faire avancer le raisonnement diagnostique en s'intégrant dans un processus plus large (anamnèse, examen clinique, autre examen...) et en aidant à répondre à une question clinique précise à la réponse dichotomique, comme par exemple «existe-t-il des signes de cholécystite chez ce patient ?». La création de protocoles standardisés, clairs et suffisamment succincts pour être intégrés à une consultation, à la recherche d'«images spécifiques», reste à réaliser pour la Médecine générale.

FAIBLESSES

Des entraves économiques (achat ou location de l'appareil) ainsi que le manque de possibilités de formation pourraient freiner, en Belgique comme ailleurs (14), l'implantation de l'échographie en Médecine générale. Les questions délicates demeurent celles du niveau de «maîtrise scientifique suffisante», avec l'inévitable courbe d'apprentissage pour y accéder ainsi que celle du volume d'activité permettant de maintenir des prestations de qualité. Ces mêmes questions se posent dans beaucoup d'autres domaines de la Médecine générale. Dans le futur, il sera primordial, d'une part, de bien baliser le champ d'application dévolu au médecin généraliste et les limites au-delà desquelles une référence en deuxième ligne pour cette technique s'imposerait, et, d'autre part, de se donner les moyens d'une formation initiale et continue de qualité dans le domaine (voir ci-après).

OPPORTUNITÉS

D'un point de vue de Santé publique, il est possible que l'introduction de l'échographie en première ligne de soins soit à même de diminuer les passages aux urgences, les visites inutiles chez le spécialiste et le nombre d'hospitalisations (15). Au vu du caractère plutôt «déstructuré» du système de soins en Belgique, il est peu probable, à court ou moyen termes, qu'une politique concertée favorise l'implantation de l'échographie en Médecine générale. Pourtant, le canevas conceptuel et les critères présidant à la décentralisation d'une technique existent et pourraient fournir des arguments de Santé publique à nos décideurs. Le modèle de structuration de Dawson (16), père du «National Health System» anglais, nous rappelle que les critères de centralisation ou de décentralisation d'une technique sont de trois ordres : son coût,

la maîtrise scientifique et technique qu'elle requiert, et la fréquence des pathologies concernées qui conditionne l'«aire de recrutement» nécessaire pour obtenir une activité suffisante. Dans le cas de l'échographie, nous pensons que le «volume d'activité suffisant», permettant à la fois de rentabiliser financièrement l'investissement mais aussi d'obtenir et de maintenir une expertise, pourrait être atteint sur une zone géographique raisonnable. La pratique de groupe, en croissance pour la Médecine générale belge, en augmentant le nombre de patients «éligibles» pour un même lieu de soins et en favorisant le partage des compétences au sein d'une même pratique, pourrait, à cet égard, être un facteur favorisant. Une structure fondatrice en Belgique, le GERM (alias Groupe d'Etude pour une Réforme de la Médecine) (17), rappelait que la décentralisation d'une technique ne signifiait pas la décentralisation du spécialiste la pratiquant mais bien la décentralisation de la compétence, le spécialiste de deuxième ligne gardant un rôle de consultant. Un groupe d'étude de l'Organisation Mondiale de la Santé (18) reconnaît, quant à lui, que l'échographie peut être pratiquée à différents niveaux du système de soins.

Du point de vue des patients, surtout en zone rurale, l'échographie pourrait peut-être représenter un gain de temps dans les parcours de soins. Il semble, par ailleurs, que la réalisation d'actes techniques par le généraliste augmente la satisfaction des patients (19). L'impact de l'introduction de cette technique dans la relation médecin généraliste-patient serait à explorer, notamment en termes de décision partagée et de communication du risque et, au minimum parce qu'elle introduit du visuel en soutien du discours, dans le champ en plein essor de la «littérature en santé» (20).

L'échographie pourrait aussi constituer un support pédagogique intéressant à l'attention des stagiaires et assistants formés en première ligne de soins (21).

Plus important, nous pensons que l'introduction de cette technique en Médecine générale, en élargissant et enrichissant ses possibilités diagnostiques en temps réel, est à même de renforcer le sentiment d'autonomie et de plaisir du généraliste dans son travail.

MENACES

Le temps consacré à cet examen n'est actuellement supporté par aucun remboursement.

La peur d'une augmentation du risque d'erreur diagnostique et des conséquences médico-légales éventuelles est évoquée par certains (22). D'autres craintes concernent la qualité des soins avec, d'une part, la peur d'une utilisation « abusive » de l'échographie en raison de sa facilité d'utilisation avec le risque d'une surmédicalisation et, d'autre part, de diagnostics négligés car non identifiés par les généralistes, voire erronés (23).

**CONCLUSION : CHANGER DE PARADIGME,
TROUVER LA PLACE DE CHACUN
ET ASSURER LA QUALITÉ**

Il est légitime de se poser la question du maintien de la qualité lors d'un transfert de compétence. Et pour permettre l'adoption de l'échographie par le médecin généraliste, il semble qu'une clarification du cadre de son utilisation soit nécessaire. Mais après tout, cette exploration des « limites raisonnables » de son investissement dans un domaine particulier des soins, avant de, par exemple, faire appel à la deuxième ligne, est consubstantielle du métier de généraliste.

C'est un changement de paradigme pour l'échographie. Lorsqu'elle est pratiquée « en situation de soin », elle n'est plus seulement un acte délégué à un spécialiste, mais elle est intégrée en temps réel à l'anamnèse et à l'examen clinique d'un clinicien pour enrichir ces deux étapes clé de la démarche médicale. Il ne s'agit plus de nécessairement poser un diagnostic à l'issue de l'examen d'échographie, mais plutôt de répondre à des questions ponctuelles permettant, avec d'autres éléments, de prendre une décision clinique. L'échographie réalisée par le radiologue ou le spécialiste garde, bien sûr, tout son sens, à la fois en termes de consultance (la télé-médecine trouverait ici, peut-être, une belle application), d'orientation diagnostique sur des questions cliniques plus ouvertes ou réclamant plus d'expertise et, de toute façon, en termes de confirmation diagnostique.

Dans cette optique, la formation de base (24, 25) et la formation continuée (26) des médecins devraient être adaptées.

Le développement des soins de première ligne a toujours suscité le débat sur les technologies qui lui étaient appropriées. Pour que l'échographie devienne « le stéthoscope visuel du 21^{ème} siècle », un long chemin reste à faire et, singulièrement en Médecine générale, ce chemin doit être balisé. Pour l'exploration de cette « Terra Incognita », un groupe pluridisciplinaire

rassemblant des acteurs de la première et de la deuxième ligne de soins ne serait pas un luxe. Puisse cet article susciter des velléités de collaborations.

BIBLIOGRAPHIE

1. Mengel-Jorgensen T, Jensen MB.— Variation in the use of point-of-care ultrasound in general practice in various European countries. Results of a survey among experts. *Eur J Gen Pract*, 2016, **22**, 274-277.
2. Bernstein L.— Has the stethoscope had its day? <http://www.theguardian.com/society/2016/jan/09/stethoscope-cardiology-doctor-outdated-auscultation> - Consulté en ligne le 9 décembre 2016.
3. Bornemann P, Johnson J, Tiglao S.— Assessment of primary care physicians' use of a pocket ultrasound device TM to measure left ventricular mass in patients with hypertension. *J Am Board Fam Med*, 2015, **28**, 706-712.
4. Mjølstad OC, Snare SR, Folkvord L, et al.— Assessment of left ventricular function by GPs using pocket-sized ultrasound. *Fam Pract*, 2012, **29**, 534-540.
5. Schumacher SM, Leone AF, Rao V, et al.— Point of care ultrasound by primary care physicians and geriatricians : old adults, new technology, potential benefits and burdens. *J Gerontol Geriat Res*, 2012, 1-102. doi:10.4172/2167-7182.1000102
6. Lemanissier M.— « L'échographe, deuxième stéthoscope du médecin généraliste ? » Validation d'une première liste d'indications d'échographies réalisables par le médecin généraliste. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en médecine, spécialité Médecine générale. Présentée et soutenue publiquement à la Faculté de Médecine de Toulouse, le 2 juillet 2013 N°2013.TOU3.1041.
7. Benacerraf BR, Groszmann, Y.— Sonography should be the first imaging examination done to evaluate patients with suspected endometriosis. *J Ultrasound Med*, 2012, **31**, 651-653.
8. Blaivas M.— Lung ultrasound in evaluation of pneumonia. *J Ultrasound Med*, 2012, **31**, 823-826.
9. Noble, VE.— Think ultrasound when evaluating for pneumothorax. *J Ultrasound Med*, 2012, **31**, 501-504.
10. Goldstein SR.— Sonography in postmenopausal bleeding. *J Ultrasound Med*, 2012, **31**, 333-336.
11. Lee K.— Musculoskeletal sonography of the tendon. *J Ultrasound Med*, 2012, **31**, 1879-1884.
12. Kobal SL, Trento L, Baharami S, et al.— Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination. *Am J Cardiol*, 2005, **96**, 1002-1006.
13. Moore CL, Copel JA. — Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*, 2011, **364**, 749-757.
14. Siu T, Chau H, Myhre D. — Bedside ultrasonography performed by family physicians in outpatient medical offices in Whitehorse, Yukon. *Can J Rural Med*, 2013, **18**, 43-46.
15. Wordsworth S, Scott A.— Ultrasound scanning by general practitioners: is it worthwhile? *J Public Health Med*, 2002, **24**, 88-94.

16. Dawson L.— *Interim report on the future provision of medical and allied services*. In : Ministry of Health, Consultative Council on Medical and Allied Services. London, 1920.
17. Groupe d'Etude et de Réforme de la Médecine (GERM).— Pour une politique de la santé. *La Revue Nouvelle*, 1971, 140.
18. World Health Organization.— Groupe d'étude de l'OMS sur la *Formation à l'échographie diagnostique : éléments, principes et normes*. 1998.
19. Filippi S.— *L'utilisation d'outils techniques en pratique de médecine générale a-t-elle un impact sur la relation de confiance médecin-patient ?* Samedi 2 avril 2016. Dixième Congrès de Médecine Générale, Paris, communication orale.
20. Solomon SD, Saldana F.— Point-of-care Ultrasound in medical education. Stop listening and look. *N Engl J Med*, 2014, **370**, 1083-1085.
21. Richard C, Lussier MT. — La littératie en santé, une compétence en mal de traitement. *Pédagogie Médicale*, 2009, **10**, 123–130.
22. Blanchet T, Thierry R.— Obstacles à la pratique de l'échographie par le médecin généraliste au cabinet : étude qualitative. *Human Health and Pathology*, 2015.
23. Nichols DM, Aitken AG, Goff DG, et al.— Ultrasound training for non-radiologists. *Clin Radiol*, 1996, **51**, 449-450.
24. Hoppmann RA, Rao VV, Poston MB, et al.— An integrated ultrasound curriculum (iUSE) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J*, 2011, **3**, 1-12.
25. Fox JC, Schlang JR, Maldonado G, et al.— Proactive medicine : the "UCI 30", an ultrasound-based clinical initiative from the University of California, Irvine. *Acad Med*, **89**, 984-989.
26. Wong F, Franco Z, Phelan MB, et al.— Development of a pilot Family Medicine hand-carried ultrasound course. *WMJ*, 2013, **112**, 257-261.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées à Mr G. Henrard, Département de Médecine générale, Université de Liège, Site Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.
Email : gilles.henrard@ulg.ac.be