Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 8, n°1 | Avril 2017

Modalités de qualification et de gestion des
ressources naturelles (2/2)

La transition énergétique américaine : l'impossible décroissance

The American Energy Policy : the Impossible Negative Economic Growth

Bruno Bourliaguet

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/11543>

DOI : 10.4000/developpementdurable.11543

ISSN : 1772-9971

Éditeur

Association DD&T

Référence électronique

Bruno Bourliaguet, « La transition énergétique américaine : l'impossible décroissance », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 8, n°1 | Avril 2017, mis en ligne le 30 avril 2017, consulté le 20 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/11543> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.11543

Ce document a été généré automatiquement le 20 avril 2019.

Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

La transition énergétique américaine : l'impossible décroissance

The American Energy Policy : the Impossible Negative Economic Growth

Bruno Bourliaguet

- ¹ Dès son accession au pouvoir, le président Barack Obama a promu la transition énergétique, non sans oppositions. L'échec de l'*American Clean Energy and Security Act*, en 2009, fut le premier avatar d'une lutte qui s'est récemment transportée en Cour suprême¹. Pourtant, cette transition énergétique respecte un credo libéral. Les ressources non conventionnelles, c'est-à-dire les hydrocarbures et gaz de schiste, sont vantées comme « le pont » (*bridge*) qui assurera la fourniture rentable d'une énergie abordable et moins polluante en attendant que les sources énergétiques parfaitement propres, l'énergie solaire ou éolienne, soient matures économiquement. Si la lutte politique semble opposer des forces progressistes à des climatosceptiques conservateurs, elle présente aussi toutes les caractéristiques d'une guerre économique entre différentes industries, guerre dans laquelle sont enrôlés les scientifiques. D'Ernest Moniz à John Holdren, c'est la crème de l'élite technoscientifique américaine que la Maison-Blanche a recrutée. Ce faisant, le président n'entérine-t-il pas l'agenda énergétique d'une frange de cette élite ? Nous allons explorer cette thèse et montrer que la relation entre la présidence et cette technocratie s'apparente à une alliance entre le gouvernement et l'élite scientifique libérale dans un processus étatique de légitimation des politiques environnementales. Cette alliance limite malheureusement l'expression de voix scientifiques discordantes, en particulier celles des chercheurs qui doutent de l'efficacité de la transition énergétique telle qu'elle est menée, qu'ils soient en faveur de la décroissance ou pas.

1. Le « pont » et ses pontonniers

- 2 Ernest Moniz, secrétaire à l'Énergie du gouvernement américain depuis 2013, résumait en 2002 le problème des émissions de CO₂ à l'aide de l'équation simplifiée suivante (Moniz et Kenderdine, 2002) :

$$\text{Émission nette de carbone} = \text{PIB} \times \left(\frac{\text{énergie}}{\text{PIB}} \right) \times \left(\frac{\text{émission de carbone}}{\text{énergie}} \right) - \text{séquestration}$$

- 3 Le produit intérieur brut indique le développement économique, le second terme de l'équation, l'intensité énergétique soit l'efficacité de la consommation énergétique, le troisième, la quantité de carbone émis par quantité d'énergie utilisée et le dernier soustrait les gaz qui sont séquestrés, de manière naturelle ou humaine. La solution idéale à cette équation consiste à rendre nul le troisième terme en utilisant seulement des sources d'énergie propres. Mais le remplacement rapide de toutes les sources d'énergie carbonées se heurte au coût d'une telle opération, à la fois pour mettre en place les infrastructures, mais aussi pour assurer durant la transition une énergie à un coût suffisamment abordable pour ne pas menacer la croissance économique. Une seconde solution consiste à agir sur l'efficacité énergétique en réduisant la consommation grâce à des technologies moins énergivores. Quant à la séquestration, elle consiste principalement à enfouir le CO₂ émis en espérant que la roche reste assez perméable pour emprisonner définitivement le gaz. De manière plus générale, ce terme de *séquestration* représente toutes les technologies de mitigation qui séquestrent, transforment ou consomment du dioxyde de carbone (croissance végétale, séquestration océanique, capteurs de CO₂, etc.). Ultime solution, comme vient de le prouver la crise économique, le ralentissement de la croissance, voire la décroissance. En réduisant la production et la consommation de biens et de services, la demande en énergie se contracte et avec elle les émissions de gaz à effet de serre.
- 4 Surfant à l'époque sur les problèmes de sécurité, Moniz défendait l'exploitation des importantes ressources non-conventionnelles présentes dans le sous-sol américain comme « pont » entre les énergies carbonées et celles décarbonées pour assurer indépendance énergétique et durabilité. Comme directeur du *MIT Energy Initiative*, un institut soutenu financièrement par plusieurs multinationales comme ExxonMobil, Moniz publiait en 2011 un plaidoyer beaucoup plus économique :
- 5 « Dans une économie contrainte par le carbone, l'importance relative du gaz naturel est susceptible d'augmenter, car il est l'un des moyens les plus rentables permettant de maintenir l'approvisionnement énergétique tout en réduisant les émissions de CO₂. Cela est particulièrement vrai dans le secteur de l'électricité, où, aux États-Unis, le gaz naturel fixe le coût de référence contre lequel d'autres sources d'énergie propres doivent rivaliser pour réduire les tonnes de CO₂ marginales. [...] Les perspectives actuelles pour l'alimentation électrique grâce au gaz naturel contribueront à une plus grande compétitivité du secteur manufacturier des États-Unis, tandis que l'utilisation de technologies plus efficaces pourrait compenser l'augmentation de la demande et respecter les exigences environnementales émergentes. » (Moniz et al., 2011)
- 6 L'utilisation du gaz naturel s'inscrit dans une politique environnementale qui assume que les politiques pour lutter contre le changement climatique ne doivent pas impacter négativement l'économie. Le PCAST (*President's Council of Advisors on Science and Technology*), comité de conseiller scientifique de la Maison-Blanche auquel Moniz a déjà appartenu,

soutient cette politique. Quatre personnes représentent spécifiquement un courant « environnementaliste » dans ce comité : Mario Molina, prix Nobel de chimie pour ses travaux sur la décomposition de l'ozone, Rosina Bierbaum, professeur à l'école des ressources naturelles et de l'environnement du Michigan, Daniel Schrag, de Harvard, spécialiste de la séquestration géologique du CO₂ et, bien sûr, John Holdren, qui fut conseiller scientifique du président Obama tout au long de ses deux mandats. L'importance de ces technocrates ne doit pas être sous-estimée. Holdren, Molina et Bierbaum arpentent depuis longtemps les corridors du pouvoir, ayant fait leurs armes pendant l'administration Clinton. Les deux derniers appartenaient au comité scientifique de l'équipe d'Obama durant sa campagne électorale puis au groupe chargé après l'élection de pourvoir les postes technoscientifiques dans l'administration (Kintisch, 2008). Ils ont tous les trois occupé des emplois prestigieux, à la Maison-Blanche, à la défunte OTA (*Office of Technology Assessment*), dans les universités de la Ivy league et à la tête des associations professionnelles. Holdren présida l'AAAS (*American Association for the Advancement of Science*) et reçut le prix Nobel de la paix au nom du mouvement *Pugwash*, Bierbaum participe à l'administration de la *Federation of American Scientists* et Molina à celle de l'*Union of Concerned Scientists*. Bref, ce sont trois figures de cet *establishment* scientifique impliqué de longue date dans les questions environnementales.

- 7 Comme pour Moniz, on trouve dans les écrits de ces technocrates leurs prises de position sur les questions climatiques et les politiques énergétiques. Schrag, en réponse à tous ceux qui appellent à une certaine décroissance, affirme que celle-ci pourrait ralentir les efforts pour combattre le réchauffement climatique : « *Convaincre les gens à vivre avec moins pourrait réduire la demande d'énergie et peut-être ralentir le taux d'émissions de gaz à effet de serre dans l'avenir, mais j'ai peur que l'adoption généralisée de la technologie d'une énergie zéro carbone puisse advenir plus rapidement dans une économie en croissance rapide, avec des gens qui veulent plus et une meilleure technologie* » (Schrag, 2011). Parmi plusieurs articles et rapports, on a la confirmation de l'orientation de ce groupe grâce à un document de la *United Nations Foundation* qui porte les signatures de Holdren, de Bierbaum et de Molina. Ce document stipule que :
 - 8 « *Un dommage significatif dû au changement climatique est déjà en cours, et d'autres dommages sont une certitude. Le défi consiste maintenant à empêcher le changement climatique de devenir une catastrophe. Il y a encore une bonne chance de réussir dans ce domaine, et de le faire par des moyens qui créent des opportunités économiques qui seront supérieures aux coûts, et qui supportent plutôt qu'ils entravent les autres objectifs de la société.* » (Bierbaum et al., 2007, p. IX).
 - 9 Ce rapport programmatique considère l'innovation comme la solution au réchauffement climatique et propose d'éviter toute régulation, si ce n'est dans un cadre international, pour ne jamais sacrifier la croissance. Comme l'avouait Holdren dès 2009 dans une présentation durant la COP-15, les politiques environnementales devraient être « *basées sur la reconnaissance que ce n'est pas "politique de changement climatique versus l'économie", mais "politique de changement climatique pour l'économie"* »². Bref, les principaux conseillers scientifiques d'Obama sont les promoteurs d'une politique libérale pragmatique. La lutte contre le réchauffement climatique se réalise dans le cadre d'une transition énergétique qui passe par le gaz de schiste. Moniz l'« étoile du cabinet » et Holdren le « tsar des sciences » inspirent et appuient cette politique énergétique américaine qui dispose en plus de soutiens parmi les principaux conseillers politiques, comme John Podesta, ancien

Chief of staff de Bill Clinton et ancien *Counselor of the President* d'Obama (Podesta J., Timothy W., 2009).

2. L'expression d'opinions divergentes entravée

- 10 Comme le remarque John Keyworth, conseiller scientifique de Ronald Reagan : « *Un président doit accepter des informations du public, quelle que soit la façon dont ces informations se manifestent, parce que nous sommes une démocratie. Mais la Maison-Blanche n'est pas une démocratie, et le président sélectionne de qui il va recevoir des conseils.* » (Keyworth, 1988). Les conseillers scientifiques participent à la coproduction de politiques énergétiques qui excluent la décroissance comme solution. Ils apportent leur légitimité et leur crédibilité à un processus que Pierre Bourdieu qualifie de « principe d'orthodoxie » (Bourdieu, 2012, p. 15).
- 11 Une quelconque « dissidence » de cette technocratie est-elle possible ? Pas vraiment, et pour deux raisons. La première découle de l'expérience douloureuse des conseillers scientifiques sous Nixon. En s'opposant publiquement et politiquement à la présidence sur les dossiers de l'avion supersonique et des systèmes antimissiles, les conseillers scientifiques se sont vus remplacés par les experts des *departments* beaucoup plus accommodants (Primack et Von Hippel, 1974). Cet épisode, traumatique, se voit régulièrement rappelé dans les analyses du conseil scientifique (Thompson, 1986-1993 ; Golden, 1988). En plus d'une perte d'influence et d'une éclipse durable de ce conseil présidentiel, cet épisode a conduit à sa politisation. Le PCAST actuel subit le système des dépouilles (*spoils system*) et son recrutement s'intègre dans les nominations politiques qui ont eu lieu en début de mandat. La lutte de l'élite scientifique pour conserver son influence à la Maison-Blanche oblige les technocrates à s'affirmer comme des alliés objectifs des politiques de la présidence. En fait, les conseillers scientifiques ont conscience de jouer leur survie politique en cas de confrontation frontale de l'un d'entre eux avec l'État, confrontation qui sera donc évitée.
- 12 La seconde raison découle de la performance de la politique énergétique d'Obama, performance à la fois dans les résultats et dans les intérêts assouvis. Internationalement, elle a laissé croire que le plus gros pollueur de la planète s'engageait dans un cycle positif de « décarbonisation ». De plus, cette politique pragmatique évitait de confronter croissance et développement durable, une confrontation que les pays en développement refusent. Sur le plan géostratégique, l'expansion des sources non-conventionnelles assurait une indépendance énergétique qui permettait à la fois un désengagement de zone de conflit et la maîtrise d'un nouvel atout. En politique intérieure, l'impact sur l'emploi, le maintien d'un prix de l'énergie bas et le développement économique de nouvelles régions garantissaient d'autres soutiens. Cette politique bénéficiait en plus du support tacite de l'élite académique et des institutions scientifiques auxquelles les technocrates appartiennent. Après la présidence Bush et son déni du problème climatique, les technocrates fédérèrent une part suffisante des scientifiques qui préférait cette politique à l'inaction du gouvernement précédent.
- 13 Certains scientifiques n'en demeuraient pas moins critiques, comme le montre l'exemple de Roger Pielke Jr, un mathématicien et politiste de l'Université Boulder. Une récente polémique l'a opposé à Holdren sur la récurrence des tornades. Ce dernier n'hésitait jamais à instrumentaliser le concept de crise, que l'on considère ses déclarations sur le vortex circumpolaire, sur la récurrence des tornades dévastatrices ou sur les impacts sur

la santé. Il soutenait régulièrement la thèse de crises imminentes, une tendance qui l'obligeait à se défendre lorsque certaines de ses prises de position ne rencontraient pas l'unanimité, comme ce fut le cas avec Pielke. Sans se prononcer sur le fond de la controverse, on notera la forme exceptionnellement acrimonieuse qu'elle a prise. Alors que les travaux de Pielke, qui a étudié le phénomène des tornades et leurs conséquences, possèdent tous les attributs de la reconnaissance par les pairs (Pielke et Landsea, 1998 ; Pielke, 2007a), ce dernier s'est vu accusé d'être un *climate confusionist* (Holdren, 2014). Pielke, qui a aussi étudié le conseil scientifique, en particulier celui de la Maison-Blanche, ne faisait pourtant que contester les conclusions scientifiques hâtivement tirées par Holdren sur un sujet dont il n'est pas un spécialiste. Entre chasses aux sorcières et « maccarthisme vert », le débat a rapidement débordé la simple sphère scientifique pour devenir une controverse politique avec son cortège de raccourcis et d'exagérations, voire de menaces auprès de l'employeur de Pielke. Des menaces suffisamment crédibles pour que ce dernier ferme son blogue et se tourne vers des recherches moins polémiques que le conseil scientifique. On pourrait aussi prendre pour exemple les attaques récentes dont fut victime James Hansen, l'un des premiers lanceurs d'alerte sur le problème climatique, pour sa défense de l'énergie nucléaire. Certaines méthodes politiques pour décrédibiliser les contradicteurs des conseillers d'Obama n'eurent ainsi rien à envier à celles utilisées par les climatosceptiques (Pielke, 2015).

- 14 Si l'élite technoscientifique de la Maison-Blanche ne monopolise pas la parole, chose impossible à l'ère d'Internet, elle monopolise néanmoins le discours officiel, et impose ainsi une orthodoxie politique. Tout à fait rationnelle politiquement, cette conséquence de l'alliance entre le gouvernement et la technocratie pose en fait le problème fondamental du conseil scientifique et de la prise en compte des opinions alternatives et divergentes (The Union of Concerned Scientists, 2004). Sous cet éclairage, l'administration Obama n'est pas moins problématique que celle de Bush. Tout en revendiquant légitimement un recrutement de conseillers prestigieux et crédibles, elle ne s'affranchit pas des biais politiques qui affectent ce conseil depuis sa création par Eisenhower. Pour reprendre une typologie proposée par Pielke, les conseillers scientifiques d'Obama agissent comme des avocats d'un agenda politique (*Issue Advocate*), pas comme de purs scientifiques (*pure scientist*), des arbitres (*science arbiter*) ou d'honnêtes courtiers (*Honest Broker*) (Pielke, 2007b). L'élite technoscientifique et le gouvernement trouvent leur intérêt dans une relation qui crée un *cercle de légitimité*, comme Bourdieu (2012) a déjà pu qualifier cette relation. Tous y trouvent leur compte sauf les opposants qui se retrouvent à ne pouvoir agir qu'en aval de ces processus politiques. À cette étape, les scientifiques qui contestent les conclusions des technocrates de la présidence doivent lutter non plus contre un objet scientifique, mais face à un objet scientifique légitimé par un processus politique. Ce n'est plus une simple théorie, mais la théorie officielle du gouvernement et de l'élite technoscientifique que les opposants devront contester. Pour peu que cette orthodoxie officielle rencontre quelques succès, comme c'est le cas, qu'elle s'assure l'adhésion de groupes de pouvoir, et l'expression d'opinions divergentes au niveau de la présidence devient impossible. Si c'est le cas d'une opposition que l'on peut qualifier de modérée, comme celle de Pielke et d'Hansen, c'est encore bien plus le cas d'une opposition plus radicale, qui milite pour une décroissance économique, solution qui n'est jamais évoquée, discutée et *a fortiori* envisagée par cette technocratie scientifique.

Conclusion

- 15 La politique de transition énergétique américaine est essentielle à la lutte contre le réchauffement climatique, directement parce que les États-Unis sont le deuxième émetteur de CO₂, l'un des premiers en termes d'émission par habitant, indirectement par l'exemplarité de l'hégémon et à cause des perturbations engendrées sur les marchés de l'énergie. La concurrence des gaz de schiste a par exemple obligé les charbonniers américains à brader leur production à l'exportation. Des pays dépendant de sources fossiles pour leur production d'électricité comme l'Allemagne y ont vu un effet d'opportunité pour réduire leur coût de production et leur dépendance envers le gaz russe. La politique américaine provoque ainsi des effets pervers dont toutes les conséquences n'ont pas toutes été anticipées. Mais la transition énergétique américaine fait surtout des émules parmi les nombreux gouvernements qui privilégient la croissance. Les nations sont confortées dans leur attitude qui consiste à ne pas entraver leur propre croissance au nom de la lutte contre le réchauffement climatique.
- 16 La politique américaine de transition énergétique s'institutionnalise en respectant trois contraintes : la croissance économique, l'indépendance énergétique et la durabilité. Comme l'affirmait George Bush au sommet de la terre dès 1992 : « *le mode de vie américain n'est pas négociable.* » Si la contrainte géostratégique domine parfois temporairement la contrainte économique, la troisième – la durabilité – reste subordonnée aux deux premières. Cette politique ne sacrifiera jamais la croissance à l'écologie. Cette rationalité (cette gouvernementalité dirait Michel Foucault) instrumentalise l'économie du savoir comme source d'une croissance sacralisée qui, au moyen d'une destruction créative schumpétérienne, espère « décarboner » l'économie assez rapidement pour éviter les conséquences du réchauffement climatique. Si cette politique peut apparaître comme le compromis politique le plus rationnel, cette rationalité découle en partie d'un processus faussé, les conseillers scientifiques d'Obama étant tous *a priori* les supporteurs de cette solution. Les débats sur l'efficacité de cette transition n'ont pourtant pas encore tranché des controverses techniques, celle, particulière, sur l'importance des émissions de gaz à effet de serre par la production des gaz de schiste et celle, générale, de la réelle possibilité technique d'une réduction des émissions américaines sans décroissance économique. Le problème n'est pas tant ici la pertinence de cette politique, que le mode de gouvernance qui l'impose et la légitime. Les opinions scientifiques divergentes sur ces questions ne sont pas représentées au sommet de l'exécutif. En conséquence, le « pluralisme biaisé » de la Maison-Blanche renforce sérieusement l'exclusion de certaines options, et c'est particulièrement le cas pour celle prônant une quelconque forme de décroissance.

BIBLIOGRAPHIE

- Bierbaum R., Holdren J., MacCracken M., Moss R., Raven P., 2007, *Confronting Climate Change : Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*, <http://www.unfoundation.org/news-and-media/publications-and-speeches/confronting-climate-change.html>, consulté le 18/04/2016.
- Bourdieu P., 2012, *Sur l'État : cours au Collège de France, 1989-1992*, Paris, Raisons d'agir : Seuil.
- Golden W. T., 1988, *Science and technology advice to the president, congress, and judiciary*, NY, U.S.A., Pergamon Press.
- Holdren J., 2014, *Drought and Global Climate Change : An Analysis of Statements by Roger Pielke Jr*, https://http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/critique_of_pielke_jr_statements_on_drought.pdf, consulté le 18/04/2016.
- Keyworth G., 1988, « Science Advice During the Reagan Years » in Golden, W. T. (dir.), *Science and technology advice to the president, congress, and judiciary*, NY, U.S.A., Pergamon Press, p. 182-203.
- Kintisc E., 2008, *Short List For Obama Science Adviser Expected in "Weeks at Most"*, <http://www.sciencemag.org/news/2008/11/short-list-obama-science-adviser-expected-weeks-most>, consulté le 18/04/2016.
- Moniz E., Kenderdine M. A., 2002, « Meeting energy challenges : Technology and policy », *Physics Today*, 55, 4, p. 40-46.
- Moniz E., Jacoby H., Meggs A., 2011, *MIT Study on the Future of Natural Gas*, <http://mitei.mit.edu/publications/reports-studies/future-natural-gas>, (consulté le 18/04/2016).
- Pielke R., Landsea C. W., 1998, « Normalized hurricane damages in the United States : 1925-95 », *Weather and Forecasting*, 13, 3, p. 621-631.
- Pielke R., 2007a, « Mistreatment of the economic impacts of extreme events in the Stern Review Report on the Economics of Climate Change », *Global Environmental Change*, 17, 3, p. 302-310.
- Pielke R., 2015, *I am under 'investigations'*, <https://theclimatfix.wordpress.com/2015/02/25/i-am-under-investigation/comment-page-1>, consulté le 18/04/2016.
- Pielke R. A., 2007b, *The honest broker : making sense of science in policy and politics*, Cambridge; New York, Cambridge University Press.
- Podesta J., Timothy W., 2009., *Natural Gas, a Bridge Fuel for the 21st Century*, <https://cdn.americanprogress.org/wp-content/uploads/issues/2009/08/pdf/naturalgasmemo.pdf>, consulté le 18/04/2016.
- Primack J. R., Von Hippel F., 1974, *Advice and dissent : scientists in the political arena*, New York (NY), Basic Books.
- Schrag, D., 2011. « Hope and the Climate Scientist : Response to McKibben's Human Flourishing Depends on What We Do Now » in Swearer D. et McGarry S. (dir.), *Ecologies of Human Flourishing*, Cambridge, MA, Harvard University Press, p. 169-174.
- The Union of Concerned Scientists, 2004, *Scientific Integrity in Policy Making Further Investigation of the Bush Administration's Misuse of Science*, <http://www.ucsusa.org/our-work/center-science-and->

democracy/promoting-scientific-integrity/scientific-integrity-in.html- .VuA5aJPhDxU, consulté le 18/04/201).

Thompson, K. W., 1986-1993, *The Presidency and science advising*, University Press of America.

NOTES

1. La décision récente de la Cour suprême suspend les réglementations que la Maison-Blanche veut imposer aux producteurs d'électricité au travers de l'EPA (*Environmental Protection Agency*).
2. *Présentation* disponible à l'adresse Internet : https://www.whitehouse.gov/files/documents/ostp/press_release_files/2009_12-16_JPH%20at%20COP-15_to%20post.pdf, consultée le 18/04/2016.

RÉSUMÉS

La politique de transition énergétique de l'administration Obama consiste à « décarboner » la production d'électricité en empruntant « le pont » des sources non conventionnelles comme les gaz de schiste. Bien que ce gouvernement soit conscient du problème climatique, son approche se veut économiquement pragmatique, c'est-à-dire ne jamais contraindre la croissance. Nous démontrons comment cette politique s'inscrit dans l'agenda de l'élite technoscientifique de l'administration Obama, ainsi que les difficultés rencontrées par l'expression d'opinions scientifiques dissidentes, dont la plus radicale demeure celle de la décroissance.

The Obama administration wants to decarbonize electricity production by “a bridge” using unconventional sources such as shale gas. Although this presidency is aware of the climate issue, this approach which never limits the economic growth remains politically pragmatic. We show in this article how this policy is part of the agenda of Obama's technocrats and the consequences of this alliance on the expression of dissenting scientific opinions.

INDEX

Mots-clés : transition énergétique, conseil scientifique, technocratie, États-Unis, décroissance

AUTEUR

BRUNO BOURLIAGUET

Bruno Bourliaguet est titulaire d'un doctorat ès sciences et d'une maîtrise en histoire. Il vient de terminer un doctorat en sociologie à l'Université Laval, Québec, bruno.bourliaguet.1@ulaval.ca