

Mobiliser le concept de zone critique pour mener des recherches interdisciplinaires

Céline Duwig & Sébastien Hardy, IRD, UMR IGE, Grenoble, France



5 décembre 2022

Mise en contexte

Interface entre les enveloppes fluides et la surface solide de la Terre, gouvernée par des liens complexes entre les processus physiques, biochimiques et les activités humaines à différentes échelles, la zone critique, support de la vie sur la Terre, est un objet complexe qui incite à mener des recherches interdisciplinaires. Si les disciplines en sciences de la Terre et de la vie ont commencé à joindre leurs forces, les interactions entre les sciences de l'environnement et les sciences humaines et sociales restent moins développées. À travers l'exemple de la gestion de l'eau à El Alto, en Bolivie, cette étude montre comment géosciences et sciences sociales peuvent dialoguer pour donner naissance à de nouvelles connaissances utiles afin de proposer des solutions aux impacts de la variabilité climatique et des activités humaines.

La zone critique d'El Alto étudiée depuis le prisme des géosciences

Dans la zone semi-aride des Andes où est située la ville de El Alto, la deuxième ville la plus peuplée de Bolivie, la disponibilité de la ressource en eau soulève des questions liées à la variabilité climatique, aux tensions autour des usages de l'eau et les pollutions que ces derniers provoquent. Dans ce contexte, il est fondamental d'un point de vue géophysique de quantifier et qualifier cette ressource en modélisant les flux d'eau et de contaminants ainsi que la disponibilité en eau de surface et souterraine. En utilisant le concept de zone critique, les recherches permettent de détecter des contaminants et leur migration dans les eaux et les sols du bassin versant et d'en prévoir le devenir et les impacts sur les socio-écosystèmes. Par exemple, le régime des eaux de surface est intermittent dans ce climat semi-aride de haute altitude et certaines rivières ont un débit provenant exclusivement des rejets d'eaux usées traitées et non traitées durant la saison sèche. Le réseau hydrographique en aval des activités anthropiques est fortement contaminé en nutriments (azote, phosphore, carbone), en bactéries coliformes et également en résidus pharmaceutiques. Des séquences d'ADN codant pour des gènes de résistance à un antibiotique (le sulfaméthoxazole) ont été retrouvés dans l'ensemble du bassin jusque dans le lac Titicaca. Par ailleurs, la ville d'El Alto est construite sur un important aquifère localisé dans des formations quaternaires dérivées des sédiments fluvioglaciaires, dont la recharge se fait essentiellement par les précipitations intenses durant les mois de janvier et février. Cet aquifère est déjà touché par la contamination urbaine, puisqu'en aval de la ville, des concentrations importantes en nitrates et en chlore, ainsi qu'en sulfaméthoxazole ont été détectées. Pourtant, sans avoir une connaissance des sources de ces contaminants ou des usages des sols et des eaux, il est impossible de préconiser des méthodes de gestion à la fois respectueuses de l'environnement et adaptées à la réalité socio-économique locale.

Le nécessaire regard du géographe

Analyser la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau pour anticiper des crises et les gérer amène le géographe à étudier la disponibilité de la ressource et les menaces qui pèsent sur celle-ci. La cartographie des activités polluantes générées par les populations, en particulier le rejet d'eaux usées d'usage domestique, industriel et agricole, en grande majorité non traitées, en amont comme en aval d'El Alto, affectent particulièrement la ressource en eau de l'aquifère du bassin versant. Ce résultat s'avère être par la même occasion un outil de sensibilisation des parties prenantes, à partir duquel étudier des solutions. Cette cartographie est construite en constituant une base de données géo-localisées des activités qui sont ensuite triées en fonction, par exemple, de leur origine (industrie lourde, industrie pharmaco-chimique, exploitation minière, élevage industriel, etc.), de leur taille, de leur localisation à proximité d'un cours d'eau ou d'un puits ou d'une zone de recharge de l'aquifère ou à l'amont/aval d'une ressource en eau. S'il ne recense pas les activités informelles qui représentent jusqu'à 80 % de l'activité en Bolivie, le recensement des activités formelles établi par la Chambre de commerce et d'industrie du département de La Paz constitue une base de travail qui peut être enrichie par des recensements de données issues du terrain. En effet, les activités informelles suivent des logiques spatiales et s'installent très généralement à proximité des activités formelles pour des raisons de complémentarité et de logistique. Même approximative, l'établissement de cette cartographie indique les grandes tendances de la localisation des activités polluantes, améliorable au fur et à mesure que les parties prenantes prennent la mesure de son utilité.

Pollinisation fertile des savoirs: 1+1 = 3

Les données et résultats des chercheurs en géosciences et en sciences sociales sur la dynamique de l'usage des sols, la géolocalisation des sources de pollution et leur circulation dans l'aquifère, à différentes échelles temporelles et spatiales, sont désormais partagées et leurs interrelations mises en évidence grâce au concept de zone critique. L'intérêt réside ainsi dans une évaluation plus fine de la vulnérabilité de la ressource en eau disponible. Il ne s'agit plus seulement en effet de donner à connaître la quantité d'eau de l'aquifère mais de déterminer si cette eau est mobilisable ou pas pour des activités humaines en fonction de la dynamique de circulation de l'eau et des contaminants associés. Cette mise en commun de résultats disciplinaires permet de comprendre et de prévoir les mécanismes de rétroactions sur le cycle de l'eau entre l'augmentation de l'anthropisation d'un côté et le changement climatique de l'autre (voir illustration). Il permet également la création de scénarii qui reflètent mieux la réalité des interactions entre la société et la zone critique. Par ailleurs, le croisement de ces données permet de proposer aux parties prenantes (Ministères, agence de bassins, municipalités) des remédiations plus efficaces car mieux ciblées. Ce ciblage facilite le chemin vers l'obtention de compromis entre exploitation et préservation de la ressource sur le long terme en aidant à identifier les étapes d'une feuille de route des actions à mener, acceptables par tous : par exemple optimiser les zones de recharge de l'aquifère en garantissant la qualité de l'eau de recharge par des réglementations délimitant ces zones, choisir le type de rejet à traiter, etc. Ces actions consensualistes auraient plus de chance d'être respectées car d'intérêt commun entre les différents usagers de la ressource. Enfin, intéresser les parties prenantes aux résultats est aussi un moyen de les mobiliser pour faciliter les travaux de recherche, par exemple en facilitant les recensements auprès des populations et les accès aux points de mesures (les puits dans les communautés) ou encore la mise en place de réseaux d'observation et de méthodes de gestion participatives. De cette recherche aux interfaces disciplinaires émergent des questions passionnantes qui restent à explorer : Comment le concept de zone critique et sa gestion inclusive aide-t-il à traduire des résultats issus de disciplines différentes en un résultat commun ? Comment, par la même opération, transmettre ces résultats à des parties prenantes aux intérêts divergents pour les amener à rechercher des solutions de gestion durables acceptables par toutes ? Comment, en retour, les parties prenantes facilitent-elles le développement de la connaissance de la zone critique ?



Canalisation d'eau usée de la ville de El Alto (Bolivie) vers la station de traitement, percée afin d'irriguer les champs périphériques. L'eau usée se déverse autour d'un puits de pompage d'eau potable et dans sa zone de recharge (Photo Céline Duwig)

À retenir

Le concept de zone critique présente l'avantage de faire travailler ensemble des chercheurs issus de différents champs disciplinaires autour d'un objet commun, dans le souci d'en améliorer la connaissance en prenant mieux en compte les multiples interactions entre le milieu et la société. Il fait émerger des questions, des résultats et des solutions dont une partie peut être transférée aux parties prenantes. Celles-ci doivent résoudre des problèmes issus de ces interactions milieu-société, qui commencent à être prégnants dans cette région de haute altitude, au climat semi-aride et soumise à de multiples pressions globales.