

l'Atelier de Réflexion Prospective REAGIR - « Réflexion systémique sur les enjeux et méthodes de la géo-ingénierie de l'environnement »

L'eau, facteur limitant de la géo-ingénierie.

16 avril 2013

Ma contribution consiste à attirer l'attention des contributeurs à la prospective sur la géo-ingénierie sur l'eau, facteur environnemental impacté par des mesures, ou condition nécessaire à leur succès.

Il est de notoriété publique que la disponibilité de l'eau en quantité et en qualité est d'ores et déjà un **enjeu majeur du développement**, tant des pays "avancés" que des pays "en développement". La littérature nationale et internationale est abondante sur le sujet, tout comme les prospectives, les alertes, les travaux des "think-tanks", etc. avec des stratégies économiques et politiques déjà mises en œuvre pour en sécuriser l'accès à différentes catégories d'acteurs (états, secteurs, filières, voire entreprises privées). L'eau est une ressource stratégique pour nombre d'états (qu'ils en soient bien pourvus ou non), chez eux, et en projection dans les zones d'intérêt économique pour eux. Par conséquent, toute prospective à long terme impactant ou dépendant des ressources en eau doit intégrer son **état de pénurie actuel**, et le renforcement de cet état de fait avec le **changement global** (démographique, alimentaire, politique et climatique par ordre décroissant d'importance probable).

L'eau étant un élément par excellence transversal, on peut s'attendre à ce que sa gestion interagisse avec la plupart des projets de géo-ingénierie. Ainsi, un projet qui modifiera la quantité d'eau (dans un compartiment donné : nappe, rivière, lac, zone humide, neige, glaciers / dans sa cyclicité : périodes d'étiage ou de hautes eaux, flux nocturnes et diurnes, temps de séjour / dans ses échanges : transferts géographiques ou d'une ressource à une autre, recharge / dans sa continuité, ...) ou sa qualité (température, présence et concentration de polluants majeurs ou trace, salinité, charge sédimentaire, ...) va inmanquablement exercer une pression sur les usages actuels, et par conséquent se heurter aux conditions socio-économiques de sa répartition. En tout cas, cela va interroger la **priorisation de l'accès à la ressource**, que ce soit en compromettant un usage à haute valeur ajoutée ou en ouvrant des opportunités, il convient de s'interroger sur les **co-bénéfices** hydrologiques des projets ainsi qu'à leurs **dommages potentiels**. L'optimisation inter-sectorielle est à ce prix, d'un point de vue démultiplicateur des bénéfices, comme, plus prosaïquement, d'un point de vue de **l'acceptabilité sociale** d'une mesure, de son **intérêt économique global**, et tout bonnement de sa **réussite**.

Plus généralement, l'analyse de l'intérêt d'un projet de géo-ingénierie doit être réalisée à travers son impact sur les différents compartiments du système terre (haute et basse atmosphère, océan, surface continentale : espace anthropique/biosphère/Eau/Sols, cryosphère, ...)

Il me semble que les interactions projets – sphère eau sont plus aisément discernables et envisageables aux échelles régionales qu'à celle du système Terre. Pour illustrer mon propos, voici quelques exemples de projets de géo-ingénierie, d'échelle spatiale significative, aux conséquences imprévues ou d'importance sociétale. Ces projets n'ont pas nécessairement été envisagés aux fins d'atténuer le changement climatique, mais ils traduisent l'influence d'un projet d'un secteur sur l'autre, et d'un compartiment à l'autre.

1) Assèchement des marais

Lorsque la Floride a été massivement convertie à l'agriculture, les marais qui en occupaient la partie sud ont été asséchés. En contre-coup de la disparition de leur action de **tampon thermique** (entre autres **services environnementaux** rendus par ce type de zone humide), la péninsule tout entière a connu des épisodes de gel qui autrefois n'advenaient pas, et qui ont également compromis la culture de certaines variétés, pourtant viables sous le climat originel. Par ailleurs, l'affaiblissement du refroidissement estival a le potentiel de modifier la trajectoire et l'intensité des cyclones sévissant dans la région.

2) Stockage d'eau

Le stockage massif d'eau en retenues (en thalweg ou collinaires), afin de permettre des prélèvements maintenus ou accrus en période de pénurie, a une échelle de déploiement qui dépend de la taille du bassin versant concerné. Ces ouvrages ont des impacts sur la continuité (biologique et sédimentaire) des rivières, sur la qualité de l'eau (turbidité, température, concentration des polluants), sur les régimes hydrologiques (écrêtement des hautes eaux, cycle journalier, étiages, échanges avec les nappes). L'intérêt en termes de **bilan hydrologique** peut être faible, voire négatif, en raison de l'évaporation accrue sous les climats chauds et secs. Leur multiplication peut altérer dramatiquement le régime d'un fleuve et impacter le régime sédimentaire. Par exemple, la déforestation de la partie amont du bassin de l'Ebre aux XVI^e et XVII^e s. pour construire des navires a induit une érosion du sol qui a conduit à l'extension significative du Delta de l'Ebre. La construction de retenues dans la partie montagneuse afin de sécuriser les usages agricoles et l'alimentation en eau potable de Barcelone a ralenti considérablement la mobilisation et le transit des particules, conduisant ainsi à l'enfoncement progressif du delta, avec le risque – à terme – de disparaître et de se retrouver paradoxalement dans la situation initiale, non souhaitée. De plus, en raison de la concurrence des usages, la baisse possible des précipitations et l'augmentation de l'évapo-transpiration, la **capacité à prélever** suffisamment d'eau en période de hautes eaux pour remplir effectivement les retenues (en soutien par ex. à l'hydromorphologie, la conchyliculture, le transport fluvial, ou pour honorer des accords avec des pays limitrophes ...) peut tout simplement être compromise.

3) Afforestation/reforestation

La modification de l'usage du sol a des impacts très variés sur l'hydrologie, mais une forêt consommera toujours beaucoup plus d'eau qu'une prairie ou que l'agriculture. Par ex., en France, la consommation d'eau pluviale des forêts et des cultures est bien plus importante que l'irrigation. En climat chaud et sec, planter une forêt se ferait dans les conditions hydriques les plus défavorables, avec un faible impact positif sur l'humidité de l'air ou sa température. Dans certaines circonstances avec des effets d'amplification, la rétroaction climatique peut être positive (par ex. cela est envisagé pour la reforestation massive de l'Espagne, en la remettant sous les conditions préalables à sa déforestation), mais cela est à exclure pour l'Afrique du Nord – et plus précisément pour des projets du type "**grande barrière verte**", où l'irrigation sera une **perte "sèche"** pour les

nappes le plus souvent fossiles, et qui devront attendre le prochain inter-glaciaire pour se recharger. En tout état de cause, un projet de géo-ingénierie doit impérativement solliciter les ressources renouvelables en eau. Sinon, il est voué à l'échec à terme, soit en devant être interrompu, soit par préemption de ressources stratégiques dont les générations futures seront ainsi privées.

4) Transferts

Les projets de transferts d'eau entre grands bassins existent depuis des décennies, voire des siècles. S'il peut paraître justifié d'alimenter une île très peuplée mais demandant globalement peu d'eau, comme on le fait pour Malte ou pour les îles autour de la Guadeloupe, il faut scruter les projets de transferts régionaux (Rhône-Espagne et au-delà, internes à l'Inde, la Chine, l'Espagne, ...) en se demandant si on ne risque pas de **figer des usages** non durables, et de rendre encore plus vulnérables au changement climatique des territoires déjà en tension extrême. Par ailleurs, les pertes par évaporation (à moins d'enterrer ou de couvrir les canaux) peuvent représenter des volumes considérables valorisables autrement.

5) Imperméabilisation des sols

La lutte contre l'imperméabilisation des sols est rarement évoquée. Pourtant, **à moindre frais** (utilisation de matériaux et structures perméables pour les routes et les parkings, réinfiltration des eaux de pluie), on peut ainsi compenser très significativement l'impact de l'urbanisation et des voies de transports sur la recharge des nappes. Attention toutefois aux impacts que le retour à un régime piézométrique plus naturel pourrait avoir sur les installations conçues en contexte de nappes déprimées.

6) Verdissement des villes, lutte contre les îlots de chaleur

A supposer que la densité de végétalisation soit suffisante pour refroidir significativement des quartiers ou des villes, la **consommation d'eau associée** (sortant du cycle annuel par évaporation) et les prélèvements associés doivent être soigneusement évalués car ils peuvent devenir significatifs en cas de végétalisation massive ou sous des climats très chauds (attendus sous l'effet du changement climatique même dans les villes actuellement sous climat tempéré) et représenter une part importante dans l'allocation de l'eau d'un bassin versant. Ainsi, il faut être vigilant à ce que l'adaptation d'une ville ne s'associe pas à une mal-adaptation des territoires dans lequel la ville viendra ponctionner le surcroît d'eau nécessaire à son refroidissement.

Plusieurs des éléments présentés ci-dessus font débat, parfois pour des raisons scientifiques, parfois en raison des implications sociétales. Il convient des les considérer comme des éléments d'alerte et des points de vigilance pour aider à définir ce que pourrait être un projet de géo-ingénierie **globalement positif et durable**.