

La rivière et l'énergie

Jean Grossmann

Géographie
Environnement



La rivière et l'énergie



Jean Grossmann

La rivière et l'énergie

Éditions EDILIVRE APARIS
Collection Universitaire
75008 Paris – 2010

www.edilivre.com

Edilivre Éditions APARIS

56, rue de Londres – 75008 Paris

Tél. : 01 41 62 14 40 – Fax : 01 41 62 14 50 – mail : actualites@edilivre.com

Tous droits de reproduction, d'adaptation et de traduction,
intégrale ou partielle réservés pour tous pays.

ISBN : 978-2-8121-2211-8

Dépôt légal : Mai 2010

© Edilivre Éditions APARIS, 2010

Alors que le monde est malade du pétrole et que les crises autant financières qu'économiques renforcent la nécessité d'une révolution environnementale, ce livre scientifique sans équivalent apporte un peu de lumière sur l'énergie et notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. Il prouve que la rivière pourrait être utilisée différemment pour la production d'énergie, particulièrement grâce à son sous-sol alluvionnaire.

Est-il normal qu'aujourd'hui, après l'avoir morcelée et polluée, ce soit encore elle qui fournisse pratiquement toute l'énergie propre du pays ? L'implantation d'une nouvelle chaufferie à base d'énergie renouvelable dans un immeuble ancien est l'occasion pour l'auteur d'aborder un sujet brûlant : la fin du pétrole facile. L'évolution des techniques prouve qu'il ne s'agit pas de solutions miracles. Avec un peu de volonté et de travail et en percevant la rénovation du logement non pas comme une dépense mais comme un investissement valorisant le patrimoine immobilier, il devrait être possible de rompre la barrière de la mauvaise cohabitation entre des techniques pourtant complémentaires. La production d'énergie ne devrait pas rester un domaine réservé aux initiés où le particulier n'a pas droit de regard. Cet ouvrage devrait participer à casser cette barrière.

Il est maintenant possible de désintoxiquer notre économie du pétrole et de lui trouver une alternative au gaz en améliorant notre pouvoir d'achat.

L'auteur n'est pas un professionnel de l'énergie mais seulement un technicien à la recherche de la vérité technique et financière.

Les propos tenus dans ce livre lui ont été dictés uniquement par sa volonté de faire évoluer nos conditions d'existence vers un Monde meilleur.

En aucun cas dans l'intention de choquer et encore moins de faire du tort à autrui.

Fervent pratiquant du canoë-kayak, il a toujours été épris de nature et d'eau vive. Ses connaissances techniques, ainsi que celles du milieu naturel constitué par la rivière lui permet de s'impliquer dans l'énergie et la défense de notre environnement. Diplômé de l'école nationale d'ingénieurs de Strasbourg section mécanique, son activité professionnelle a été entièrement dédiée à la transmission de puissance et aux asservissements hydrauliques. Avant de quitter la société OILGEAR en 1997 après une vingtaine d'années de loyaux services, il a écrit un livre sur l'hydraulique industrielle et les servomécanismes électrohydrauliques et développé un logiciel d'assistance technique sur ce sujet accessible sur Internet. (www.oces.fr)

Depuis le début de sa retraite, il a créé le site www.rivieres.info et se consacre à la défense du patrimoine de l'eau vive.

Jean Gramann



Moncourt Fromonville, août 2009

Remerciements de l'auteur

Il m'est très agréable de remercier tous ceux qui ont bien voulu m'apporter leurs connaissances et conforter mon travail. Ces remerciements s'adressent particulièrement à Christian Vancauwenberghe pour sa participation active à la défense du patrimoine de l'eau vive, à Daniel Bonnigal pour son aide dans l'élaboration du lexique des termes techniques de la rivière et du manuel relatif à la sécurité en rivière sportive, à Jean-Marc Lenoir, Gianfranco Romerio, Jacques Tournery et Georges Maignan pour les parties scientifique et technique, à Claude Pocard pour ses états d'âmes, à Patrice de Ravel pour ses judicieux conseils, à ma famille pour leurs critiques constructives, et naturellement à tous les Lutins thermiques qui se reconnaîtront dans cet ouvrage. Mes remerciements vont également à mon fils Clément pour son aide à domestiquer mon micro-ordinateur, ainsi qu'à la société Oilgear-Towler pour son assistance dans la création CAO. Une pensée particulière à Michel Salvadori qui continuait encore début 2010 et malgré son grand âge, de défendre avec constance la cause du canoë-kayak ainsi qu'à Sylvain Thelliez, professeur d'automatisme au CNAM.

Les moulins au fil de l'eau ont délivré pendant plusieurs décennies l'énergie mécanique nécessaire à l'entraînement des meules à grains. C'est récemment et depuis les années 50 que la rivière nous a permis de produire de l'électricité bon marché sans générer les gaz nocifs provenant de la combustion des produits fossiles. C'est la vente de l'électricité produite par les centrales hydroélectriques qui a permis à L'EDF de progresser et de financer la recherche nucléaire où elle excelle maintenant. La rivière nous a déjà tellement donné que l'on pourrait douter de ses capacités de continuer à le faire.

Si l'on prend garde de ne pas lui demander plus que ce qu'elle ne peut raisonnablement donner, il n'y a pas de soucis à se faire. On peut en effet s'émouvoir des quelques projets de barrages aux fins de production électrique qui restent – quoi qu'on en dise – en suspens. Les deux premiers chapitres passent en revue les énergies nouvelles, celles où la rivière continuerait encore à être impliquée et les autres, plus nombreuses, où elle serait en dehors du processus, ou presque. Le troisième chapitre évoque les étapes à franchir pour la mise en place d'une chaufferie moderne dans un cas difficile : celui d'un immeuble ancien mal isolé, géré par un syndic et son conseil syndical. Au moment où l'on souhaite défendre le pouvoir d'achat de ceux qui peinent à faire face aux exigences financières de la vie quotidienne, c'est-à-dire de la grande majorité d'entre nous, ce choix n'a pas été fait à la légère.

Liberté d'expression

Si l'on incitait plus souvent le citoyen à exprimer son opinion cela permettrait dans certains cas d'éviter bien des erreurs. Les sujets de réflexion ne manquent pas. Internet est heureusement un outil puissant qui commence à être utilisé comme une « boîte à idées » gigantesque pour centraliser dans une base de données facilement accessible, les idées et les

interrogations de chacun d'entre nous¹. Concernant notre environnement, la compilation de toutes ces idées et un peu de réflexion auraient certainement incité le réalisateur des barrages à clapets sur nos rivières à un concept différent de l'existant.

La sécurité du touriste nautique s'en serait trouvée améliorée et quelques pêcheurs seraient encore en vie actuellement. Comme l'on sait, ces barrages ont été construits sans concertation préalable avec les usagers de la rivière.

Ce livre, en quelque sorte un exemple de démocratie participative, est l'occasion de remercier le Ministère de l'écologie du développement et de l'aménagement durable (MEDAD) d'avoir permis à un citoyen « lambda » d'exprimer sur son site ses revendications dans le domaine de notre environnement et dans celui de l'énergie. Mes amis « les Lutins thermiques » font toutefois observer au chapitre III de ce livre que dans le domaine de l'énergie, la démocratie participative ne présente un intérêt pour la collectivité que si les élus ont la volonté politique de favoriser le passage aux actes du citoyen.

L'auteur observe en effet que la production d'énergie est restée un domaine réservé aux initiés où le particulier n'a jusqu'ici pas eu droit de regard. Il espère que cet ouvrage participera à casser cette barrière.

Le souhait de la majorité d'entre nous est en effet de promouvoir plus rapidement les productions d'énergies renouvelables qui sont déjà rentables à moyen terme comme les pompes à chaleur et le thermo solaire. Certaines formes de production telles que les piles à combustible, les éoliennes et bientôt les énergies marémotrices profondes et les puissances considérables qu'elles mettent en jeu se rapprocheront petit à petit du seuil de rentabilité. Cela ne veut pas dire qu'il faut condamner le nucléaire et la nouvelle réalisation de Flamanville, ni même la construction en série qui devrait suivre.

Il est en effet important de consolider notre indépendance énergétique. Mais pour un non initié, cette course en avant vers la manipulation des chaînes atomiques a toujours été un peu effrayante.

Peut-on dire que la centrale de Flamanville est une étape indispensable ou un tremplin vers ITER et sa fusion nucléaire ? Difficile à dire. Ce que l'on peut affirmer en revanche, c'est que la construction du premier réacteur industriel de ce type – si l'on considère que super phénix était expérimental – laisse la rivière tranquille. Autant le réchauffement de nos rivières provoqué par le refroidissement des réacteurs actuels pouvait être

¹ Le plus bel exemple est bien WIKIPEDIA

préjudiciable à l'activité microbienne dans ces dernières, étant donné leur milieu confiné, autant le réchauffement local de l'eau de mer ne devrait pas avoir de conséquence sur l'environnement. En Mer Rouge, l'eau est chaude et il y a beaucoup de poissons.

Mais il faut raison garder. Notre intérêt n'est pas de mettre tous les œufs dans le même panier et certainement pas d'attendre trop longtemps pour mettre en valeur des énergies plus proches de l'homme et de son environnement. La mise en service d'une pompe à chaleur ou d'un four thermo-solaire présente moins de risque. Les technologies à mettre en œuvre pour rentabiliser une hydrolienne dans les courants maritimes de la mer d'Iroise semblent également plus à notre portée. Il est peu probable que dans un océan ouvert, les marées, phénomène de résonance provoqué par les attractions conjuguées de la lune et du soleil, puissent être perturbées par le prélèvement d'énergie de quelques hydroliennes aussi puissantes soient-elles au même titre que l'on n'a pas à craindre que la terre tourne moins vite sur elle-même du fait des éoliennes. Importante en valeur absolue, l'énergie prélevée restera probablement quantité négligeable par rapport à l'énergie naturelle disponible. Beaucoup de ces sources d'énergie peuvent être rapidement rentables.

On dit qu'il y a urgence à traquer le CO₂ qui serait généré par la combustion des produits fossiles tels que le charbon, le gaz ou le pétrole qui – soit dit en passant – pollue trop souvent la mer. Si l'on continue sur cette lancée, cela va coûter très cher. Il faut en effet se rendre à l'évidence « *c'est la fin du pétrole facile* ». Certes, les réserves du Moyen-Orient ne sont pas encore épuisées, mais les pays producteurs de pétrole (OPEP) viennent probablement de comprendre qu'à l'échelon d'une génération, ce sont eux qui risquent à moyen terme d'être dans le besoin. Leur réaction est un peu celle des USA, il y a une soixantaine d'années. A l'époque, les Américains avaient préféré importer ce pétrole facile et bon marché du Moyen-Orient plutôt que de commencer à trop exploiter leurs réserves. Les pays du Moyen-Orient sont donc déjà un peu comme notre agriculture « *malade du pétrole* »². Ils se sont rendu compte à juste titre qu'ils risquaient d'être encore plus dépendants que nous, Européens, qui avons la chance de disposer du nucléaire pour assurer notre production d'énergie. L'augmentation temporaire du prix du brut à 150 dollars le baril et l'augmentation du prix du fioul de 38 % qui en a résulté en mars 2008 sonnent comme un avertissement de leur part. Cet avertissement est une raison de plus pour agir sans tarder. Allons-nous attendre que le ciel nous

² Voir le livre « *Réparer la planète* » de Maximilien Rouer et Anne Gouyon des éditions JC Lattès

tombe sur la tête ? Force est de constater que nous sommes tous un peu atteints d'une dangereuse somnolence et du syndrome de la grenouille dans l'eau tiède d'Al Gore.

Nos chercheurs ont leurs limites. Peut-on leur reprocher de ne pas trouver ? La fusion nucléaire n'est pas pour demain. Pourquoi transporter l'énergie concentrée dans le gaz ou le pétrole sur d'aussi grandes distances alors que de l'énergie se trouve sous nos pieds et au-dessus de nos têtes ? Plusieurs solutions sont dès à présent envisageables et chacun d'entre nous peut être son propre producteur de kWh thermiques, voire pour de petites puissances son propre producteur de kWh électriques avec le voltaïque. Les solutions de demain se trouvent dans une moindre dépendance vis-à-vis des énergies électriques, thermiques ou mécaniques issues des produits fossiles.

Les piles à combustibles qui peuvent fournir à la fois des kWh électriques et thermiques seraient-elles les championnes de demain ? Difficile à dire. S'il faut du pétrole ou du gaz pour produire l'hydrogène nécessaire à leur fonctionnement, probablement pas. En tout cas, une trop grande dépendance vis-à-vis du pétrole ou du gaz est néfaste non seulement à notre environnement, mais aussi pour notre portefeuille. Claude Allègre avait raison de dire dans son nouveau livre *Ma vérité sur la planète* « La vérité scientifique met parfois beaucoup de temps à être acceptée ». J'entendais récemment cette phrase à la télévision : « Si quelqu'un a la solution miracle et bien qu'il la donne, elle sera la bienvenue ». Ce petit livre apporte la preuve qu'il n'y a pas une solution miracle mais plusieurs solutions réalistes. Einstein pensait-il à notre pays lorsqu'il a prononcé cette phrase : « Il est plus facile de briser un atome qu'un préjugé » ? Force est de constater qu'elle correspond bien à la France.

Si l'on considère le kWh thermique, la proximité de nappes aquifères près de nos rivières et le meilleur rendement des pompes à chaleur qui en résulte est un facteur que la France ne devrait pas négliger. Si l'on considère le kWh électrique, l'avance de la France dans le nucléaire devrait enfin entraîner une production de voitures électriques de petite taille du type mini-citadine fonctionnant sur batterie rechargeable facilement interchangeable plutôt que l'explosion de 4x4 à moteur thermique inadaptés en ville.

L'eau ●

A part l'usine marémotrice de la Rance, on peut dire que pour l'instant, la production de l'électricité hydro-électrique est exclusivement assurée par la rivière qui n'a que trop donné. L'intégration de beaucoup de barrages-voûtes dans le paysage est souvent un échec. A l'étiage, les exemples de vallées ensablées, voire envasées en amont de ces barrages, ne manquent pas et le spectacle est parfois désolant. Les exemples d'intégration réussie sont rares. Il faut cependant citer l'usine hydroélectrique du Saut-de-Sabo de St Juéry en amont d'Albi. Le resserrement du Tarn a provoqué à cet endroit une chute naturelle de près de 20 mètres et sur cet emplacement, initialement occupé par une usine sidérurgique, l'EDF a construit cette usine hydroélectrique parfaitement intégrée dans la roche. En France, la mer a peu participé à la production d'énergie. Pourtant elle recèle en son sein une source d'énergie inépuisable et considérable : les courants maritimes. L'usine marémotrice de la Rance est la seule réalisation où elle a modestement participé à la production d'énergie hydroélectrique en utilisant les courants engendrés par la marée. L'eau serait-elle mal utilisée ? La rivière et les nappes phréatiques souvent disponibles dans les couches de terrains alluvionnaires sont trop peu souvent utilisées alors que l'eau constitue un véhicule thermique de grande qualité.



L'usine hydroélectrique du Saut-de-Sabo sur le bas Tarn

L'atome

L'intégration des centrales nucléaires dans le paysage est-elle acceptable ? A vous de juger. La rivière est bien utile pour refroidir le réacteur nucléaire. Période d'été mise à part, les poissons ne semblent pas trop perturbés par le léger réchauffement de la température du fleuve. Ce réchauffement entraîne toutefois une sensible accélération microbienne. Quant aux « fumées », elles se composent d'une inoffensive vapeur d'eau, sans aucun risque pour l'environnement. S'il n'y avait les risques écologiques lors du transport et pendant le stockage des déchets radioactifs ainsi que la nécessité d'un contrôle rigoureux au niveau de la sécurité, l'énergie abondante issue de la « fission » nucléaire serait presque parfaite. L'EDF, leader international incontesté dans ce domaine, a d'ailleurs choisi son camp : ce sera l'atome. Le chemin parcouru depuis la première centrale nucléaire de Chinon utilisant l'uranium non enrichi et les nouvelles générations de centrales du type Flamanville est important. Bonne nouvelle, cette dernière qui s'implante en bordure de mer utilisera l'eau de mer pour refroidir le réacteur. On peut espérer qu'elle sera aussi bien intégrée à son environnement que l'usine hydro électrique du saut de Sabo. Le chemin qui reste à parcourir entre les centrales nucléaires type surgénérateurs superphénix et la fusion nucléaire contrôlée utilisée à fin de production d'énergie est probablement encore très long. Cette dernière n'est pas pour demain. Quant à la pile à combustible plus proche de nous, elle présente l'avantage de produire électricité et chaleur.



Une centrale nucléaire sur les bords de la Loire

Le vent



Le paysage est-il affecté par les éoliennes ? Y a-t-il des nuisances ? Pour ceux qui jugent que l'éolienne est située trop près de leur habitation et qui craignent que le niveau sonore ne soit une gêne, la réponse est oui. Pour d'autres, qui installent des sentiers de randonnées au pied de ces moulins modernes, la réponse est non. En Allemagne, il est très fréquent de rencontrer des batteries de 3, 6, 9, voire une cinquantaine d'éoliennes en fonctionnement sur le même site.

Nous sommes très en retard par rapport à nos voisins dans ce domaine. La France a choisi, peut-être à juste titre, une autre orientation. Dans les années 50 à 60, EDF a fait déposer un grand nombre de brevets pour éoliennes, abandonnés au profit du nucléaire. Le vent et la houle qu'il engendre peuvent être considérés à juste titre comme des perturbations aléatoires difficilement prévisibles à moyen terme et de ce fait souvent incompatibles avec la régulation du réseau. En raison des changements climatiques actuels, ces perturbations peuvent devenir des puissances destructrices. Il n'empêche que quelques éoliennes bien disposées pourraient utilement remplacer quelques microcentrales installées sur les rivières. Des aides économiques nouvelles vont dans ce sens.



En Allemagne

Le soleil

L'homme n'a jamais su prélever qu'une infime partie de l'énergie qui nous vient du soleil tant celle-ci est considérable. Deux techniques se partagent la production d'énergie solaire : les capteurs thermiques qui utilisent le rayonnement solaire pour chauffer l'eau, fluide à forte chaleur spécifique et les panneaux photovoltaïques qui convertissent directement ce rayonnement en électricité. La chaîne énergétique est plus compliquée pour le voltaïque dans la mesure où le courant continu généré par le panneau est la plupart du temps converti en courant alternatif dans un onduleur avant utilisation. Bien que leur puissance soit trop faible pour assurer le chauffage des habitations, les capteurs solaires thermiques sont adaptés à la fourniture de l'eau chaude sanitaire et deviennent de plus en plus compétitifs, particulièrement dans le sud de la France. Pour de petites puissances, le voltaïque est promis à un grand avenir dans les régions isolées ou dans un continent comme l'Afrique pour l'éclairage ou l'entraînement d'une pompe aspirant l'eau dans la nappe phréatique. En France, les aides fiscales sur les nouveaux équipements sont importantes : crédit d'impôt de 50 %, conjugué à l'obligation d'achat par l'EDF de l'électricité produite à un taux très attractif par rapport aux 10 centimes d'euro facturés au particulier. Cette obligation commence toutefois à être combattue pour des raisons de monopole par la CEE. Ces aides diminuent notablement la période d'amortissement. On peut penser que les progrès techniques ainsi que la bonne intégration des panneaux photovoltaïques sur la toiture des bâtiments vont inciter à développer ces techniques pour les bâtiments neufs les plus performants.



Photo Jean Luc Grossmann <http://www.photopulse.ch>

Chapitre I

La rivière, source d'énergie

Ce premier chapitre explique comment la rivière pourrait être utilisée pour la production d'énergie mais d'une façon différente.

La rivière et son sous-sol alluvionnaire ne forment pas seulement un écosystème qu'il convient de protéger. Ils forment aussi une réserve d'énergie trop souvent méconnue. L'eau qui s'écoule lentement par gravité dans les nappes phréatiques libres peu profondes et proches du lit majeur de la rivière est un formidable véhicule thermique trop souvent ignoré. Produire une énergie thermique propre et bon marché en utilisant l'énergie qui se trouve sous nos pieds et en régénérant – cerise sur le gâteau – notre sous-sol qui en a bien besoin est dès à présent à la portée des technologies modernes de chauffage.

Nos rivières à régime glaciaire peuvent aussi être utilisées différemment pour produire l'énergie électrique, mais en conciliant des impératifs qui sont restés jusqu'ici contradictoires tels que la production d'énergie, la sécurité et le plaisir du touriste nautique.

Les barrages hydroélectriques

Dans les années 50, la France a équipé ses rivières de grands barrages, producteurs d'électricité, pratiquement dans tous les sites qui pouvaient convenir. Ces quelques 300 grands barrages, du type voûte ou poids ont parfois noyé des sites pittoresques mais en contrepartie, ils ont assuré à l'époque et avant l'arrivée du nucléaire, la production de l'énergie électrique indispensable à notre confort. Ils ont permis aussi à l'EDF d'assurer le financement de la recherche dans le nucléaire où elle excelle maintenant. De plus, les plans d'eau en amont de ces barrages, lorsqu'ils sont accessibles, sont la plupart du temps offerts pour la pratique de la voile ou du motonautisme. Les touristes nautiques ont regretté dans un premier temps qu'il n'y ait que trop rarement un moyen de passage, un lieu de débarquement et de remise à l'eau commode pour franchir ces grands obstacles. L'investissement en regard du coût de l'ouvrage aurait été négligeable, maintenant tout cela est oublié. Ces barrages et leurs grandes retenues font maintenant partie du paysage et de notre patrimoine. De plus, l'énergie potentielle importante qu'ils recèlent est disponible en peu de temps sous forme d'énergie cinétique facilement convertible en énergie électrique par les turbines, ce qui constitue un facteur non négligeable de stabilisation du réseau électrique européen. Il n'en va pas de même de la plupart des quelques 150 barrages dits « au fil de l'eau ». L'énergie potentielle emmagasinée en amont de ces barrages est négligeable en valeur relative. Facteur aggravant, les rivières françaises sont sensiblement moins en eau que dans le passé. On réalise tardivement que ces barrages sont un obstacle aux poissons migrateurs tels que l'anguille et le saumon. Ils empêchent la migration des saumons vers l'amont et la descente du touriste nautique vers l'aval. Sur l'Allier, leur démolition, qui a été reportée depuis trop longtemps, est maintenant devenue irrémédiable pour certains d'entre eux.

Une source d'énergie propre qui perturbe les rivières

La quasi-totalité de l'énergie renouvelable de notre pays (plus de 90 %) est assurée par les barrages hydroélectriques. Pourtant, ces barrages, construits en France principalement au milieu du siècle dernier, assurent à peine plus de 10 % de l'électricité nationale. Cette production est à l'évidence faible en regard des conséquences importantes sur l'équilibre écologique des cours d'eau qui en résulte. La construction d'un barrage bloque l'écoulement des sédiments, fait varier brutalement les débits au détriment de la sécurité et empêche ou freine la migration des poissons.

En contrepartie, les barrages fournissent une électricité bon marché, mobilisable aisément lors des « pointes » de consommation et permettent trop peu souvent il est vrai, avec les « lâchers d'eau », de descendre des parcours qui sans eux seraient à sec en été. De plus, les barrages hydroélectriques sont une source d'énergie renouvelable et propre, qui ne dégage pas de gaz à effet de serre, contrairement aux centrales thermiques auxquelles EDF a parfois recours en période de pointe. Actuellement, EDF exploite encore en complément du nucléaire environ 500 ouvrages hydrauliques importants, représentant l'équivalent de 5 réacteurs nucléaires de 900 mégawatts. Les concessions attribuées pour 75 ans à EDF viennent à échéance progressivement et les procédures de renouvellement, ouvertes maintenant à la concurrence, vont durer environ 3 ans.

La France, en accord avec une directive européenne, a pour objectif de doubler la part des énergies renouvelables non polluantes en CO₂ dans sa production d'électricité à l'horizon 2020, soit de porter ce pourcentage à 20 % en lieu et place des quelques 10 % actuels.

Evoquer le fait que la production d'énergie renouvelable d'origine hydraulique pourrait diminuer sensiblement si l'on augmente le débit qui doit rester dans la rivière (débit réservé) en période de basses eaux montre un mépris flagrant pour l'écosystème constitué par la rivière.

On conçoit que les pêcheurs et les écologistes se soient mobilisés contre l'ultime verrou pour les saumons que constitue le barrage de Poutès-Monistrol sur l'Allier. Il est temps que leurs vœux soient exaucés et que ce barrage voûte soit démantelé afin de rendre à la rivière son caractère naturel et au saumon son lieu de ponte. Cette démolition serait une suite logique à la démolition du barrage de Saint-Etienne du Vigan où l'Allier a retrouvé son charme naturel. Elle permettrait aux saumons d'atteindre les meilleures frayères situées en amont et ces zones de galets où ils se reproduisent. Le saumon a vu ses effectifs fondre de 99 % depuis 1890. Lorsqu'il choisit la rivière au fleuve en arrivant au Bec d'Allier, il ne se doute pas qu'il va être bloqué en se dirigeant vers ses frayères, une centaine de kms en amont par les 17 mètres du barrage de Poutès. Sur une rivière relativement propre comme l'Allier, qui coule souvent loin des villes, les barrages sont clairement identifiés comme la première cause du déclin du saumon devant la pollution. C'était la richesse de la vallée, on venait le pêcher de partout, témoignent les habitants de la région qui rêvent de « pêcher de nouveau le saumon avant qu'il ne soit trop tard ». Ils sont tout naturellement opposés au renouvellement de la concession du barrage octroyée à l'EDF il y a environ 75 ans et qui est arrivée à échéance en 2007.

En supposant que les saumons « passent » un peu au barrage de Poutès en raison des améliorations qui lui ont été apportées, soit vers l'amont à l'aide de l'ascenseur à poisson, soit vers l'aval lorsqu'ils utilisent le toboggan pour leur voyage vers la mer, l'obstacle constitué par le barrage freine incontestablement leur progression. Même bien équipés, les barrages sont autant d'obstacles qui retardent le jeune saumon dont le temps est compté et qui n'a qu'un mois et demi pour atteindre la mer, avant que la température de l'eau ne s'élève trop et qu'il s'asphyxie en juin dans les estuaires. Evoquer la pollution et la pêche à l'embouchure, le fait que la démolition du barrage priverait la commune de la taxe professionnelle qu'elle retire de son existence sont autant de mauvaises raisons qui relèvent d'un certain mépris pour la rivière et son écosystème. A chaque barrage, le saumon hésite entre l'eau qui court vers les turbines et le filet d'eau qui l'amènera sain et sauf au toboggan. En final, bien peu des jeunes saumons déversés artificiellement en provenance des salmonicultures survivent.

Les différents types de barrages hydroélectriques

Il existe deux principaux types de centrales hydrauliques :

- Les centrales au fil de l'eau qui ne disposent pas de capacité de stockage importante et qui produisent de l'électricité en fonction des apports en eau du moment. Leur production dépend donc directement du niveau des eaux et des précipitations. Ces centrales sont heureusement le plus souvent situées en plaine, sur des cours d'eau dont le débit reste important et ne fluctue pas trop au cours de l'année, comme le Rhin ou le Rhône. Elles sont parfois situées sur des portions de rivière situées sur leur cours supérieur.
- Les centrales à réservoir (ou usines à lac) qui se caractérisent par leur grande capacité de stockage, allant de quelques millions à plusieurs milliards de m³. Ce type de centrale, souvent construit dans des massifs montagneux, permet de lisser les précipitations souvent irrégulières en stockant l'eau, ce qui permet de faire correspondre l'offre de l'électricité à la demande.

Un des avantages de la centrale hydraulique est, en effet, sa grande flexibilité d'utilisation. Alors qu'il faut 24 heures de mise en route pour une centrale nucléaire contre 12 heures pour une centrale thermique, il suffit de quelques minutes pour que les turbines tournent à plein régime, ceci malheureusement au détriment de la sécurité en aval du barrage. Quel que soit le type de centrale hydraulique, l'impact de la pluie sur les ressources disponibles est prépondérant. Une sécheresse ponctuelle aura un impact direct et important sur la production au fil de l'eau. Dans le cas des centrales à retenue, si le niveau des réserves reste suffisant, il n'y aura pas

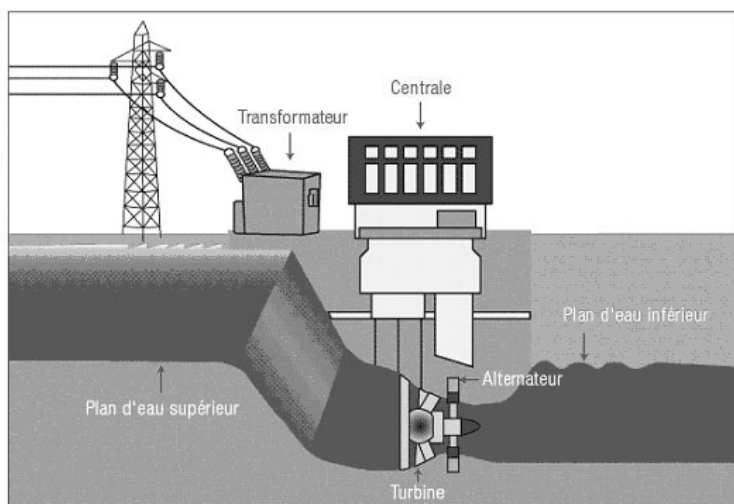
d'impact. Seule une sécheresse prolongée peut avoir des conséquences sur leur mode même d'utilisation.

Il y a, en Europe, une grande hétérogénéité entre les différents pays en raison du relief et de l'hydrographie : l'hydroélectricité représente 99 % de la production électrique en Norvège contre seulement 0,07 % au Danemark ou 0,1 % aux Pays-Bas. En moyenne, la production électrique européenne est, sous l'impulsion de la France, maintenant assurée en grande partie par le nucléaire. Cependant, malgré leur nuisance, les machines utilisant les combustibles fossiles tels que le charbon, le fuel, et le gaz produisent encore environ 15 % de l'électricité, le petit complément de l'ordre de 5 % étant d'origine hydraulique avec les barrages hydroélectriques.

En raison du réchauffement climatique, la production hydraulique a diminué fortement lors des années sèches comprises entre 1996 et 2003 pour atteindre un niveau très bas pendant cette dernière année, les barrages n'étant pas les seuls à avoir souffert de la canicule de l'été.

A nouveau en 2005, la France a souffert d'un déficit de précipitations entraînant une nouvelle baisse de 16 %. Pourtant cette production d'électricité d'origine hydraulique représente en France la quasi-totalité de la production d'énergie dite renouvelable. Le moins que l'on puisse dire est que la France vit à ce niveau dans un monde complètement déséquilibré.

Les autres sources d'énergies renouvelables telles que l'éolien et le solaire commencent à se développer en France alors que la biomasse géothermique et l'aquathermie superficielle peinent à démarrer. Ces dernières représentent pourtant le plus gros potentiel en termes de puissance thermique exploitable dès à présent.

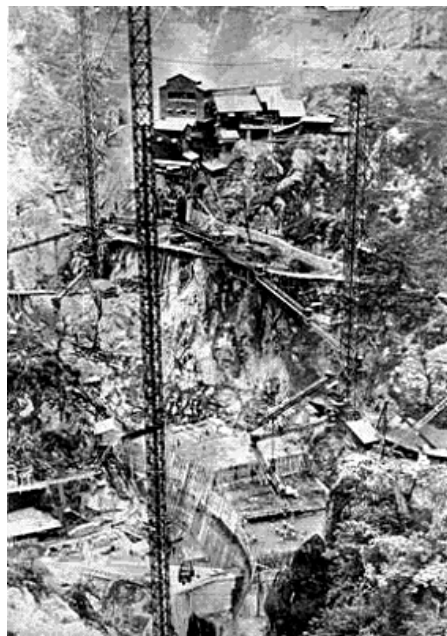


Barrage au fil de l'eau (Courtesy la Confédération Suisse)

La démolition des barrages EDF « au fil de l'eau »

Visiblement l'EDF a choisi son camp : l'atome. Quand on sait qu'une seule centrale nucléaire nouvelle génération comme celle de Flamanville peut assurer l'alimentation électrique de Paris, Lyon, et Marseille réunies, on peut s'interroger sur le devenir de ces barrages. L'énergie produite par la centaine de barrages de ce type situés sur le cours supérieur des rivières est négligeable comparativement à celle assurée par une centrale nucléaire de 1000 MW, faible aussi en regard des nuisances infligées à l'écosystème formé par la rivière. La préservation de la biodiversité passe par le rétablissement des chaînes alimentaires sur les rivières et celle-ci est incontestablement rompue par ce type de barrages. La loi du 16 octobre 1919 sur l'utilisation de l'énergie hydraulique prévoit que les concessions ou autorisations d'utiliser l'énergie hydraulique sont accordées pour une durée limitée ne pouvant excéder soixante-quinze ans. Elles peuvent être renouvelées ou non. Un bilan compare les avantages socio-économiques éventuels liés au maintien de l'ouvrage (production d'énergie, alimentation en eau potable, tourisme, etc.) et les conséquences sur l'environnement. En fonction de ce bilan, l'autorité administrative décide de renouveler la concession, ou, au contraire, d'y mettre un terme en ordonnant une remise en état des lieux. C'est ce qui s'est passé en France où plusieurs barrages de 6 à 15 m de hauteur ont été récemment démolis sur des cours d'eau à poissons migrateurs afin de restaurer la qualité écologique de ces cours d'eau. On peut citer entre autres, les barrages de *Kernansquillec* sur le Léguer (Côtes-d'Armor), *St-Etienne du Vigan* sur l'*Allier* (Dans le département de la Haute-Loire) où la nature a véritablement été remise à l'identique, celui de *Maisons-Rouges* sur la *Vienne* (Indre-et-Loire) ou encore celui de *Charensac*. Pour les grands barrages-voûtes, aucune région ne s'est encore résolue à passer à l'action. La photo ci-contre du barrage de Marèges sur la haute Dordogne permet de comprendre pourquoi la démolition de ce type de barrage, constitué pour l'essentiel de béton armé, est une entreprise difficile et onéreuse. Au moment de l'ouverture à la libre concurrence de l'énergie électrique et de la braderie de la houille blanche qui devrait suivre, on peut s'interroger sur le devenir des centrales au fil de l'eau.

Les barrages-poids³ tels que celui de Serre-Ponçon sur la Durance s'intègrent mieux dans le paysage et leur démolition avec remise de la nature à l'identique semble plus simple. L'usage de la dynamite pour la démolition du barrage-voûte de Poutès sur le haut Allier, envisagée de longue date en raison de ses nuisances, n'est que la première étape d'un processus long et coûteux de morcellement et d'enfouissement des blocs de béton permettant de remettre la nature à l'identique. Il convient donc d'être particulièrement vigilant sur les motivations qui pourraient encore conduire à l'édification d'un dernier barrage-voûte sur nos rivières.



Barrage-voûte de Marège sur la haute Dordogne pendant la construction

Compte tenu des possibilités offertes par toutes les sources d'énergies renouvelables, il est clair que si la principale motivation est la production énergétique, le barrage-voûte ne doit pas être construit.

³ La largeur à la base de l'immense barrage-poids de Serre Ponçon est équivalente à sa hauteur. Cette conception lui permet de résister à la pression de l'eau par sa propre masse. Un barrage-voûte au contraire, en raison de sa forme, reporte la poussée de l'eau sur les flancs de la vallée, ce qui impose d'une part une sérieuse étude de mécanique des sols pour s'assurer que cette poussée est correctement reprise par les flancs de la vallée et que le drainage des failles géologiques situées en aval est correctement assuré pour éviter leur mise en charge. On se rappelle le terrible accident lors de la rupture du barrage-voûte de Malpasset et de cette crue monstrueuse du 2 décembre 1959 provoquant plus de 400 morts dans la vallée de l'Argens avec le déplacement de blocs de béton aussi gros que des maisons provenant de la rupture du barrage. Après maintes procédures, l'arrêt de la Cour de cassation avait conclu en 1967, qu'aucune faute n'avait été commise et rangé l'affaire sous le signe de la fatalité.

Il ne faut pas croire cependant que le barrage-poids, qui semble d'une conception plus sécurisante que le barrage-voûte soit totalement à l'abri de telles catastrophes. (Les Américains en ont fait la triste expérience avec les 2209 morts du barrage de South Fork.)

Il y a un type de petits barrages hydroélectriques au fil de l'eau qui a fait dernièrement débat : les microcentrales. A juste titre très controversées lorsqu'elles sont situées sur des portions de rivière à vocation touristique, elles peuvent cependant être encore utiles et bénéfiques dans un cas particulier : celui des rivières à régime glaciaire.

Les rivières françaises sont en effet tellement morcelées par les barrages que le touriste nautique ainsi que le pêcheur peuvent s'émouvoir des quelques projets de barrages aux fins de production électrique qui restent – quoi qu'on en dise – en suspens. Pourtant, il convient de se garder de généraliser sur les nuisances provoquées par les microcentrales. L'examen du cas de la microcentrale est fait de cas particuliers. Certaines d'entre elles, disposées sur le bas cours des fleuves dans des bras de dérivation, ne présentent aucun inconvénient pour l'environnement. Il y a eu beaucoup trop d'émotion au sujet de l'installation de microcentrales sur les petites rivières à régime glaciaire telles que le Gyr. Ce qui est essentiel dans tous ces problèmes de prélèvement d'une partie du débit de la rivière, quel que soit d'ailleurs le motif du prélèvement, *est la part de débit laissée dans la rivière par rapport à son débit naturel*. Quand la rivière est généreuse et augmente son débit naturellement d'une façon importante en fin de journée lors des heures chaudes de l'après-midi comme cela est le cas avec les rivières à régime glaciaire, pourquoi ne pas profiter momentanément de ses largesses ? Il n'y a en effet, pour ces rivières, que des avantages à prélever une partie de son débit pendant ces heures de la journée. Une rivière à eau froide, comme l'Isère en aval de Bourg Saint Maurice, est souvent dangereuse par haut débit à la fin du printemps et pendant l'été. Sur ces rivières, les microcentrales seraient une façon intelligente de domestiquer la rivière, d'améliorer la sécurité du touriste nautique tout en continuant à produire de l'énergie renouvelable propre et bon marché. Indépendamment de la production hydroélectrique, EDF, bien que soucieuse d'assurer la sécurité, a souvent du mal à limiter le débit naturel de la rivière lors des championnats du monde qui se tiennent encore parfois à cet endroit. Dans le cas des rivières à régime glaciaire, aucune polémique basée sur des conflits d'intérêt ou un amour immodéré de la nature ne devrait donc s'installer. Sous réserve bien sûr que l'intégration soit réussie avec des dérivations qui ne soient pas apparentes et des microcentrales constituées de plusieurs turbines permettant de lisser le débit laissé dans le lit majeur de la rivière pour le plaisir et la sécurité du touriste nautique. Le choix de microcentrales à hauteur de chute aussi élevée que possible semble

préférable dans ces cas particuliers. Il convient en effet de considérer le risque que constitue pour la sécurité cette alternance de haut et de bas débit entre des microcentrales trop rapprochées les unes des autres. Le seul problème est de s'assurer qu'il reste toujours dans ces rivières, qu'il s'agisse d'une petite rivière comme le Gyr, ou d'une plus grosse comme l'Isère, heures de navigation ou pas, *un débit au moins égal à celui des heures les plus froides de la nuit*, pas de savoir si les gains sont marginaux ou non. Ces nouvelles réalisations devraient être dédiées à l'avenir du canoë-kayak, à la sécurité et au plaisir du touriste nautique ou du promeneur pédestre longeant les berges de la rivière. Il faut toujours prendre garde à l'appât du gain. Il faut se méfier de cette obligation de rachat par EDF du courant électrique produit par le particulier à des taux trop attractifs malgré de fortes contraintes techniques. Pour faire échec à la notion de monopole, cette pratique commence heureusement à être combattue au niveau européen. Momentanément généreuse, cette politique de rachat introduit une notion de dépendance qui peut se retourner à moyen terme sur le particulier. Si ce n'est le fait que le prix global du kWh facturé à l'utilisateur s'en trouve affecté, le rachat par EDF à un taux anormalement élevé par rapport au prix de revient du kWh ne semble pas présenter d'inconvénient majeur dans le cas des cellules photovoltaïques ou des éoliennes. Elle conduit par contre à une véritable nuisance pour notre environnement dans le cas des microcentrales qui subsistent ici ou là sur les petites rivières à régime pluvial à faible débit, ou pire encore sur les rivières générées par des résurgences. Pour produire quelques kWh de plus⁴, le débit prélevé pour alimenter la microcentrale est augmenté par l'exploitant et ce qui reste dans le lit naturel de la rivière est triste à voir, autant pour les poissons qui ne peuvent plus la remonter que pour le touriste nautique qui ne peut plus la descendre. Ce constat est encore plus affligeant sur les rivières à usage touristique telles que l'Aveyron, le Lot ou la Sorgue. Il est naturellement douloureux pour un propriétaire riverain auquel un droit d'exploitation a été consenti à ses parents de se voir retirer ce droit de son vivant pour ses descendants, mais sur ces rivières particulières, il y va de l'intérêt général.

⁴ En regard de leurs nuisances, l'énergie électrique produite par les centrales au fil de l'eau est extrêmement faible par rapport à celle produite par le nucléaire. Les 58 réacteurs nucléaires français comprenant 34 réacteurs de 900 MW, 20 de 1300 MW et 4 de 1450 MW mis en service entre 1977 et la fin du 20^{ème} siècle d'une puissance totale de 62 millions de kW, fonctionnant pratiquement en continu à plein régime, ont en effet produit 428 TWh (un TWh = 10⁹ kWh soit mille millions de kWh) en 2006.

Va-t-on réécrire l'histoire ?

Espérons que cette incroyable image du Monde de janvier 2008 ne date pas d'hier. La prodigieuse aventure du siècle dernier n'appartiendrait-elle pas au passé ? Dans les années cinquante, la production électrique était assurée majoritairement par la production hydroélectrique. Les énergivores que nous sommes ont fait que le nucléaire représente maintenant 80 % du besoin français en électricité. Les barrages hydroélectriques ne produisent plus maintenant que 10 % de nos besoins. Est-ce déraisonnable d'espérer que la construction en France de grands barrages-voûtes comme celui représenté sur cette photo soit définitivement abandonnée ? Ce n'est malheureusement pas toujours le cas. Pour preuve la construction en cours du barrage sur le haut Rizzanese en Corse. Ressenti dans le milieu du canoë-kayak comme une agression et un grave gâchis écologique, on se prend à rêver d'une alimentation électrique d'Ajaccio comparable à celle prévue pour la ville allemande d'Aix la Chapelle à partir du solaire voltaïque saharien (voir ³⁵ page 94). L'énergie potentielle importante contenue dans les retenues des grands barrages existants suffit largement à EDF pour éviter le décrochage du réseau électrique européen. Cela d'ailleurs au détriment de la sécurité en aval de ces barrages, tant la demande peut être pressante de l'avis des ingénieurs EDF. Cette image doit donc être considérée comme la réclame d'un « bon produit » pour les pays émergents, particulièrement ceux qui ont des régions montagneuses et qui acceptent de sacrifier quelques-unes de leurs plus grosses rivières et les saumons qui vont avec. Cette solution est à l'évidence préférable pour notre couche d'ozone à une production électrique assurée par des turbines à gaz ou au charbon⁵. La demande française en électricité va croître inexorablement et l'on ne peut demander au nucléaire de tout assurer. Il devient urgent de dissocier les énergies électriques et thermiques en évitant de convertir la première vers la deuxième directement puisque « l'efficacité » de cette conversion n'est pas bonne.

Une pompe à chaleur sur nappe qui peut générer 5 voire 6 kWh thermiques pour 1 kWh électrique a une bonne « efficacité ». Par contre une résistance électrique qui convertit sensiblement 1 kWh électrique en 1

⁵ Un avantage de la filière hydroélectrique est la non émission de gaz à effet de serre. L'électricité d'origine nucléaire est elle aussi très peu polluante également (4g de CO₂ par kWh selon le célèbre institut suisse Paul Scherrer). L'Allemagne, par nature opposée au nucléaire, a pris la décision de revenir à cette filière au détriment du charbon pour produire son électricité afin de ne pas affecter les objectifs européens de réduction de gaz à effet de serre.

kWh thermique par effet Joule a une mauvaise « efficacité ». Les solutions ne manquent pas. Le solaire voltaïque pour l'instant quantité négligeable en est une, les hydroliennes en sont une autre.



Le sous-sol des rivières

La France peine à rattraper son retard concernant le mauvais état de son sous-sol. Condamnée plusieurs fois par la Cour européenne de Justice, elle a été récemment en passe de payer une forte amende. La France serait-elle dans ce domaine le plus mauvais élève de l'Europe ? Le chemin à parcourir serait-il si important ou le mot pollution synonyme de lenteur ? Comment expliquer une progression si lente ? Ne pourrait-elle s'expliquer par le fait qu'au lieu de renforcer la politique de dépollution – qui coûte de plus en plus cher au contribuable – on devrait plutôt se préoccuper de limiter les sources même de cette pollution ? Certains pays d'Europe l'ont compris, et c'est tant mieux pour eux. (Avez-vous deviné pourquoi les salades, les radis et en général les légumes coûtent 2 à 3 fois moins cher en Allemagne qu'en France ?)

Les sociétés industrielles sont l'objet d'inspections régulières et ont obligation de respecter les normes de rejet, sinon l'usine est fermée. Sauf accident, elles ne devraient pas être en cause. Il n'y a donc pas grand chose à redire de ce côté, sinon que la police de l'eau peine à faire appliquer des sanctions et que les passages en justice restent peu fréquents. Par contre, on laisse les agriculteurs et les éleveurs de bétail rejeter un peu n'importe quoi ! Il y a aussi sûrement de nombreuses méthodes pour combattre le mal à la source, en évitant par exemple la pollution des sous-sols par les hydrocarbures. Ne pourrait-on pas aussi améliorer l'usage de béton et ciment (véritablement) poreux dans les régions urbaines facilitant ainsi les infiltrations vers notre sous-sol qui en a bien besoin ? Cela présenterait en plus l'avantage de réduire sensiblement les inondations.

A force d'évoquer la complémentarité des trois mots « Formation, incitation, répression », et sous le coup d'une mise en demeure de la commission européenne, le préjudice écologique est enfin consacré par la loi française. Les députés ont en effet adopté, fin juin 2008, une loi qui va obliger les entreprises à réparer les atteintes graves et les dommages qu'elles auront fait subir à la nature en cas de pollution des sols, d'atteinte à la qualité des eaux ou à la survie des espèces. (Voir nouvelle loi sur la responsabilité environnementale page 166). On s'accorde donc à dire qu'une bonne partie de notre sous-sol est gravement polluée par les méthodes utilisées pour la production agricole. Les contrôles sanitaires réglementaires prouvent que le dépassement des taux de nitrate et de pesticide dans nos plaines agricoles peut avoir des conséquences graves sur notre environnement, pour preuve l'accumulation d'algues nocives et malodorantes sur les côtes bretonnes. Toujours est-il que ces pratiques, bon gré mal gré, vont bientôt (devoir) cesser. Ce qui est extrêmement grave en cas de pollution locale d'une rivière ou de son sous-sol alluvionnaire est que tout ce qui se trouve en aval du lieu de pollution sera victime à plus ou moins long terme de cette pollution. Lors d'une pollution accidentelle, les poissons meurent par milliers sur les lieux de la pollution mais l'eau se régénérant assez rapidement en raison de l'écoulement de la rivière, les poissons réapparaissent petit à petit. Par contre, probablement en raison de stockages irresponsables dans le sol, provoqués par exemple par l'abandon d'usines désaffectées, on se trouve maintenant devant une pollution du sous-sol alluvionnaire par des polluants chimiques lourds à longue durée de vie, qui se fixent dans les nappes libres des alluvions et l'on peut légitimement se demander en combien de temps la nature va reprendre ses droits. Certains des composants chimiques ont en effet la vie dure. On pourrait espérer que

l'eau qui circule dans ces nappes soit filtrée par le sous-sol et un peu moins polluée que ne l'est l'eau de la rivière. Ce n'est pas toujours le cas. L'exemple de la pollution au pyralène (PCB), constatée sur le Rhône inférieur et sur la basse Seine montre que c'est au contraire le sous-sol de la rivière qui pollue celle-ci par infiltration. Les produits polluants notre sous-sol comme certains pesticides tels que le « chlordécone perdu » sont des molécules très stables qui adhèrent par tension superficielle à la roche sédimentaire et dont la nocivité peut persister plusieurs siècles.

Quoi qu'il en soit, ces nappes phréatiques « libres » et peu profondes s'écoulent comme la rivière par gravité vers la mer, ou pire, au nord de notre pays, vers nos voisins. Contrairement à l'Aa, qui part résolument vers la mer du nord sur son bas cours, les autres rivières de cette région poussent en effet leurs flots noirs et pollués vers nos amis belges ou luxembourgeois. L'Escaut, la Deûle, la Lys, l'Yser sont vraiment peu vouées à la civilisation des loisirs et à la pêche. La concentration urbaine de ces vallées, particulièrement celle de la Deûle, y provoque une pollution mortelle, mais ne l'excuse pas. La vitesse d'écoulement des eaux souterraines est beaucoup plus lente que celle de la rivière. Une approche de calcul utilisant la formule de Darcy permet d'estimer la vitesse d'écoulement de l'eau dans une nappe libre constituant le proche sous-sol d'une rivière. Cette vitesse, fonction de la perméabilité de l'aquifère et du gradient de charge hydraulique lié à la pente est aussi influencée par la porosité et les fissurations éventuelles. Les vitesses d'écoulement des nappes souterraines sont variées. Pour parcourir 1 km, l'eau souterraine contenue dans le sous-sol alluvionnaire de la rivière peut mettre quelques mois comme quelques siècles. Lorsque ces zones alluvionnaires sont constituées de craies fissurées, les vitesses peuvent être plus importantes, mais même dans ces cas favorables, elles restent naturellement beaucoup plus faibles comparativement à la rivière. Le sous-sol des rivières est en effet plus ou moins perméable. Il peut être très poreux, au point de prélever une partie des eaux du fleuve comme par exemple sur la basse Loire en aval de Gien lorsque le fleuve, en mal d'affluent, voit une partie même de ses eaux s'infiltrer dans le sous-sol pour ne réapparaître beaucoup plus tard et un peu en contrebas à la résurgence du Bouillon (source du Loiret), avant de continuer à s'écouler à nouveau plus rapidement vers l'océan. Plus rarement, la rivière court sur des terrains imperméables. Dans ce cas, la rivière est généralement bien en eau même par temps sec et la pollution est drainée plus rapidement vers l'aval.