

QUEL ROLE POUR LA RECHERCHE FONDAMENTALE DANS LA DEFINITION D'UN DEVELOPPEMENT DURABLE?

Véronique De La Brosse
Laboratoire STRATES, Université Paris I/CNRS

Introduction

La question du développement durable se pose avec force sur des périmètres soudanais, éthiopiens et érythréens¹ qui traversent une période de transition: régionalisation et privatisation dans les deux premiers cas, intégration dans l'économie d'un état nouvellement indépendant dans le cas de l'Erythrée. L'heure est au bilan, à la prospective et à la négociation. Il s'agit de mettre au point des programmes de réhabilitation qui fondent un développement à la fois durable et soutenable, pour reprendre les deux versions françaises de *sustainable development*. Le premier de ces termes souligne la nécessité d'inscrire le développement dans une continuité historique, tandis que le second insiste sur la capacité locale de nourrir l'effort de développement. Les deux rappellent l'enracinement dans un milieu et la nécessité de travailler avec les gens qui vivent dans et de ce milieu. Le développement ne doit plus être un processus anonyme appliqué à des espaces privés d'identité.

Le besoin pour les intervenants extérieurs de comprendre la spécificité de l'interaction entre la nature et la société en un lieu donné, la nécessité pour les collectivités locales de se ressaisir de leur patrimoine culturel et naturel, ne sont pas un constat nouveau. Mais depuis une vingtaine d'années la situation sur le terrain s'est aggravée sans qu'aucune forme alternative de développement se soit avérée viable. Sans même parler de développement, la méthodologie et les bases conceptuelles qui permettraient tout simplement de réhabiliter un milieu dévasté par l'approche technocratique de la modernité restent à découvrir.

L'environnement, du technique au social et au politique

Les recherches sur l'environnement menées dans le cadre des périmètres irrigués sont encore dans l'ensemble à un stade peu avancé. Les problèmes identifiés comme problèmes d'environnement (salinisation, montée de la nappe phréatique, sédimentation et envasement des canaux ou des réservoirs, pollution de l'eau, dégradation des sols etc), se présentent d'emblée comme la conséquence de défauts techniques dans la conception des ouvrages, de l'insuffisance de la maintenance ou de l'inadéquation d'un système cultural et d'un système d'irrigation qui ont développé deux logiques contradictoires.

La raison pour laquelle ces problèmes sont considérés désormais comme environnementaux tient au fait qu'une solution purement technique ou institutionnelle ne paraît plus possible, et ce sont les ingénieurs et gestionnaires des projets qui en font les premiers le constat (Melkamu, 1993). Ce sont eux en effet qui se trouvent confrontés à l'impossibilité de mettre en oeuvre les recommandations d'experts chargés d'étudier telle ou telle défaillance du système, parce qu'émanant de spécialistes qui travaillent en solitaire elles ne prennent pas en compte la diversité des causes d'un même phénomène et la réaction en chaîne que provoque l'intervention sur un seul élément, qu'il soit d'ordre technique, social, ou écologique. Ce sont eux également qui ont affaire en permanence aux usagers et aux populations voisines du périmètre (Gezmu, 1993), la présence de sociologues ou autres spécialistes des relations humaines étant limitée aux phases de faisabilité ou d'évaluation ou à des enquêtes ponctuelles.

¹ Cet exposé s'inscrit dans la phase d'identification du programme de recherche "Réconcilier Irrigation et Environnement. Le cas de New Halfa (Soudan), Amibara (Ethiopie) et Ali Gider (Erythrée)."

En conséquence les ingénieurs et gestionnaires de terrain sont les dépositaires d'une somme précieuse d'observations concernant les phénomènes d'ajustement et de résistance d'un milieu humain donné à l'aménagement hydro-agricole de son territoire par la puissance étatique ou par un cartel d'entrepreneurs.

En tant que tels ils sont amenés à prendre conscience de l'inefficacité voire du danger de solutions techniques conçues *in abstracto* et non négociées sur le terrain. A ce type de gestion technocratique répond en effet de la part des acteurs locaux un éventail de pratiques ou de stratégies qui, du sabotage à l'absentéisme en passant par toutes les formes d'économies parallèles, l'activité agricole n'étant plus qu'une façade, se rejoignent pour exprimer l'illégitimité du pouvoir et le sentiment d'expropriation.

Le recours aux travailleurs migrants, derrière des justifications d'ordre économique ou culturel, est peut-être avant tout un compromis ou un moyen de pression sur les collectivités locales (Md Youcif, 1993). Mais à terme il accentue le caractère prédateur de ce type d'agriculture, tout en contribuant au déracinement sinon au dévoiement, des sociétés paysannes fournisseuses de main d'oeuvre.

La crise de l'environnement se conjugue avec le désengagement de l'état, lié à la diminution de l'aide extérieure mais aussi à la perplexité du pouvoir devant l'incertitude et le risque techniques, pour amener les ingénieurs à s'interroger sur le type de développement dont ils ont été les vecteurs. La légitimité de leur action, et même de leur présence, est mise en cause par les sociétés locales. Les solutions technologiques coûteuses ont démontré qu'elles n'étaient pas forcément viables, et elles supposent un encadrement dirigiste que les paysans supportent de plus en plus mal, à mesure que se font sentir leurs insuffisances ou leurs retombées négatives. On assiste à la remontée du technique vers le politique et le social.

Les conflits suscités par les problèmes techniques - tels que l'incapacité de fournir de l'eau à une partie du périmètre, ou au contraire la perte de productivité due à une irrigation mal contrôlée - mettent aux prises d'une part les gestionnaires et les paysans ou manutentionnaires du système, d'autre part les différentes institutions gestionnaires.

La recherche des responsabilités en vue d'une solution institutionnelle (par exemple dans le cas de la Gezira, le transfert de la distribution de l'eau au niveau de la parcelle du ministère de l'Agriculture au ministère de l'Irrigation) oblige à une approche concrète et complète des relations de causalité (Ahmed Salih, 1993).

Du moins il en serait ainsi si le rapport de force entre institutions, leur poids respectif auprès du pouvoir central, ne venait fausser les données du problème, le même processus intervenant dans les relations entre les institutions et leurs divers interlocuteurs locaux. La logique propre à l'aménagement hydro-agricole, à supposer qu'elle existe, étant généralement sacrifiée à des considérations externes (Atta El Battahani, 1993), le travail en commun des parties présentes sur le terrain n'est pas encouragé.

Les tentatives de gestion décentralisée, qui confient aux instances régionales des institutions intervenantes un pouvoir de décision en dernier ressort, voudraient promouvoir des solutions issues du terrain mais elles se trouvent victimes de l'équivoque initiale: si l'intérêt régional avait été pris en compte le périmètre n'aurait pas existé, ou il aurait été aménagé d'une manière différente; il s'agit de gérer des divergences plus que d'aboutir à un consensus.

Multiplicité des approches de l'environnement

Le périmètre est un lieu où coexistent au moins trois approches différentes de l'environnement, ou plutôt trois types de rapport à un environnement donné: celui des sociétés locales, celui des travailleurs migrants, celui des techniciens et gestionnaires, qu'ils soient fonctionnaires ou entrepreneurs privés. Dans certains cas comme celui de New Halfa au Soudan, il faut ajouter celle des populations déplacées réinstallées sur le périmètre irrigué.

On peut se demander quelle culture commune, quels phénomènes d'acculturation et quelles remises en cause des certitudes originelles émergent de ce *melting pot*. Malgré la perception claire du lien entre technologie et environnement (à travers la présence de produits chimiques dans la chaîne alimentaire, l'apparition de moustiques résistants aux pesticides etc) et même si la dégradation du milieu physique est la préoccupation de tous dans l'immédiat et dans le moyen terme, on reste loin de la notion d'un patrimoine commun.

L'approche patrimoniale pourrait être le fondement de l'oeuvre de restauration d'un environnement sinistré par des décennies de gestion centralisée, autoritaire et à court terme ayant pour corollaire de la part des occupants de la région des stratégies individualistes dont la somme est tout aussi dévastatrice. Cependant au terme de quel cheminement des groupes qui se situent en compétition pour l'accès à des ressources raréfiées, et qui par ailleurs ont été amenés à vivre côte à côte par la contrainte plutôt que par un choix librement consenti pourraient-ils parvenir à un rapport harmonieux et à une conception de leur avenir qui soit liée à un environnement commun?

Cette question suppose une critique épistémologique de la notion de gestion patrimoniale quand elle s'applique à un bien qui n'en est pas un, et dont les possesseurs, usagers où quelque qualité qu'on puisse leur attribuer, sont multiples et restent à identifier. On entrevoit ici les questions de philosophie du droit qui sont le préalable d'un droit de l'environnement, étant entendu que ces questions se posent à propos des grands aménagements hydro-agricoles dans un contexte inter-culturel particulièrement complexe et dynamique.

Le gaspillage d'expérience, le caractère décousu de l'histoire des projets, leur absence de mémoire, sont un trait qui les place en opposition par rapport à la volonté de continuité, au besoin de stabilité, à la permanence des sociétés locales. Les projets tendent à diffuser cette culture de l'éphémère, où l'on se situe par rapport à autrui et par rapport à la nature dans un rapport de force ou d'exploitation à court terme. Au fur et à mesure de leurs échecs ils jettent le discrédit sur les élites locales qui ont collaboré avec eux, tandis que les changements socio-économiques introduits par le nouveau mode de production (rapport entre les sexes et entre les générations notamment) provoquent des déséquilibres destructeurs plutôt que l'accession à une quelconque modernité (De La Brosse, 1989).

On peut voir dans l'esprit qui a présidé aux grands projets hydro-agricoles une foi saint-simonienne dans le progrès technique porteur d'une rationalité sociale dans laquelle l'homme s'accomplit en tant que maître de la nature. Ce sens d'une mission sociale dévolue à une élite technicienne nous paraît imprégner notamment une institution comme le Ministère de l'Irrigation au Soudan. L'échec ne signifie pas seulement la remise en cause des prérogatives d'une caste, mais se traduit par un désarroi sincère voire intime devant l'effondrement des certitudes, la révolte d'une nature que l'on croyait pacifiée.

Dans une vision synthétique les grands aménagements deviennent le lieu et l'instrument privilégiés du rapport entre l'économie capitaliste et les sociétés traditionnelles qui, selon K. Polanyi, consiste à déstructurer ces dernières "pour en extraire le facteur travail". Cette déstructuration passe par une prise en main du territoire, le déracinement dans un paysage aliéné en un laps de temps extraordinairement court: déforestation, emprisonnement du fleuve dans des rives artificielles, quadrillage de l'espace par les canaux rectilignes, déplacement et transformation de l'habitat selon des plans préfabriqués etc. Une simple photographie, comme la rivière Awash à Melka Warer (Ethiopie) à cinq années d'intervalle, avant et après les travaux d'aménagement, matérialise le point d'impact de deux logiques inconciliables.

Dans ce paysage les scientifiques ne font guère que passer, que ce soit en tant que chercheurs ou dans un rôle d'expert. Demeurer dans un lieu aussi inhospitalier c'est exposer sa santé à tous les risques, et l'esprit y est rapidement agressé par la monotonie, l'absence apparemment totale de pittoresque. Plus profondément peut-être, ils sont conscients qu'au-delà d'enquêtes ponctuelles ou d'un suivi de routine ils ne peuvent s'engager, sous peine d'être dévorés par cette lourde

machinerie dont on ne peut rien comprendre si on ne la saisit pas dans sa totalité. D'autre part jusqu'à une époque récente, les chercheurs n'étaient pas *persona grata* sur les périmètres à moins d'être dûment mandatés par les commanditaires du projet.

Espace anonyme soumis à toutes les expérimentations dans un vide légal où l'irresponsabilité est la seule règle (De La Brosse, 1991), le périmètre n'est un lieu vivant, réel, que pour ceux qui l'ont connu autre. C'est de l'histoire que ceux-là tiennent leur force, et ils le savent. De même les architectes du développement quelqu'ils soient sentent confusément que l'histoire les récuse et pour cette raison ils la considèrent superflue, discipline de luxe qui ne correspond pas à l'urgence de la tâche.

Les stratégies territoriales des sociétés locales s'inscrivent dans un temps qui n'est nullement le "temps réel" ou le temps institutionnel du plan quinquennal et du budget pluriannuel. Le développement économique fait fi des rythmes biologiques (Passet, 1974), et donc du temps de sociétés agro-pastorales dont toute la culture cherche à s'adapter à ces rythmes et à les socialiser. Il prétend imposer un temps uniforme et abstrait comme commun dénominateur de tous les êtres vivants. En cela il heurte le sens commun, le sentiment d'identité et d'appartenance. Il sème l'inquiétude de l'avenir et la nostalgie du passé, provoquant les réactions traditionalistes qui infectent les blessures sociales. La capacité de souffrance humaine serait peut-être illimitée si la rébellion de la nature ne venait susciter celle de l'homme en lui rappelant qu'il en fait partie.

L'appel à la recherche, ou la "demande sociale"

Il existe une demande de recherche issue du sein même des institutions technocratiques jusqu'ici responsables des projets et qui traversent une crise d'identité, lorsqu'elles ne tombent pas purement et simplement en état de déliquescence.

Ces institutions ont à répondre de leur gestion passée à la suite de changements politiques et économiques survenus à l'échelle nationale et internationale, et devant la baisse de performance des projets et l'aggravation de la situation sociale sur le terrain - elle-même liée à la dégradation de l'environnement.

Elles doivent proposer des alternatives, ou réagir aux plans de réforme des bailleurs de fonds internationaux ou des entrepreneurs privés, nationaux ou étrangers. Ces plans sont conçus loin du terrain et sans qu'une évaluation satisfaisante ait pu être menée des causes et de l'étendue de l'échec. Ils relèvent d'une incertaine philosophie du développement perpétuant depuis des décennies un mouvement de balancier entre gestion privée et publique, priorité aux petits ou aux grands aménagements, aux cultures de rente ou à l'auto-suffisance alimentaire etc, approche réductrice qui ne tient guère compte des dynamiques internes et qui à chaque changement d'orientation tend à faire table rase du passé.

La demande adressée aujourd'hui à la recherche par les institutions techniques relève d'un besoin de remise en ordre, d'un agencement autre et d'une mise en circulation plutôt que d'une collecte supplémentaire d'informations qui perdent leur sens dès lors que le système dont elles sont le ciment s'est effondré ou menace ruine. C'est moins de banques de données que l'on a besoin, que d'une réflexion fondamentale, pluraliste et contradictoire telle qu'elle aurait dû avoir lieu à l'origine des projets et s'approfondir depuis lors.

La valeur critique reconnue au temps dans la notion de développement durable est peut-être l'élément à partir duquel la recherche scientifique sera amenée à contribuer à l'exégèse du concept, jouant un rôle de médiateur entre les institutions et les sociétés.

Cependant un temps qui serait autre chose qu'une convention ou un principe, en restituant aux êtres et aux choses leur légitime diversité, leur subjectivité dans ce qu'elle a d'essentiel, ouvre à la réflexion sur le développement des abîmes de complexité.

Si le développement durable est celui qui respecte le temps de chacun, à quel rythme commun pourrions-nous avancer? On revient à la notion de patrimoine, qui comprend une

composante temporelle. Le patrimoine supporte mal la diversité, l'indivision résiste rarement aux projets de chacun, à moins qu'une nécessité ou un intérêt ne viennent se conjuguer avec l'émergence d'une autorité morale capable de proposer à la collectivité une identité propre.

S'agissant du patrimoine naturel, et avec toutes les réserves que suscitent l'emploi de ce terme dans ce qu'il peut avoir d'antinomique - n'est-ce pas encore et malgré tout arrogante ou naïve prétention de s'approprier la nature que de la décréter patrimoine de l'humanité - la recherche peut-elle assumer cette autorité morale, ou au moins en participer? Est-ce son rôle et en a-t-elle la capacité? Car ceci l'amènera inévitablement à malmener les orthodoxies politiques et économiques qui fondent l'idéologie du développement. Si le développement durable est une notion "pas comme les autres" (Passet), "programmatische" (Godard) encore faut-il avoir la volonté et se donner les moyens d'en dégager toute la valeur épistémologique.

Transformer la nature pour refondre la société, telle est la pensée politique qui, appuyant les stratégies économiques à l'échelle de l'empire, a inspiré les grands travaux de l'époque coloniale, et rien n'a changé depuis. Si les sciences humaines n'ont pas toujours collaboré à un tel développement (voir par exemple la critique par Jean Brunhes de la politique des grands projets hydro-agricoles en Algérie), elles n'ont pas davantage su poser la problématique qui permettrait de concevoir un autre destin. Elles ont laissé les sociétés singulièrement démunies et fragiles dans la confrontation avec leur superstructure technocratique. Cette fragilité ne signifie pas soumission et encore moins adhésion, elle débouche au contraire sur des phénomènes incontrôlables: violence, vandalisme, déplacements en masse, vampirisation des nouvelles structures comme des structures traditionnelles par un opportunisme généralisé.

Face à ces phénomènes il faut inventer des réponses autres que la mise à l'index (dénonciation des fondamentalismes et des terrorismes débouchant sur une répression), ou l'expansion tentaculaire d'un système d'assistanat à l'échelle mondiale. Il s'agit de revenir à la racine des problèmes en les dépouillant de leurs oripeaux idéologiques. Pour les sociétés paysannes qui forment la majorité de la population mondiale, même si une bonne partie d'entre elles s'entasse dans des bidonvilles, tout tient à la terre, et ce n'est pas l'attrait des villes qui nourrit l'exode rural, mais les chocs successives des plans de développement.

Les sciences sociales, à commencer peut-être par la géographie dans son rôle de pivot des recherches sur l'interface entre les sociétés humaines et le milieu naturel, sauront-elles redescendre sur le terrain et parler simplement du droit à la terre comme fondement du respect de la terre (et de l'eau) et donc du respect de soi?

Nécessité d'une réflexion déontologique

La question éthique est à l'ordre du jour pour l'ensemble du monde scientifique, même si la réflexion semble plus avancée, et peut-être davantage rendue publique, du côté des sciences biologiques. La raison première en est l'inquiétude suscitée par l'extension de plus en plus rapide du pouvoir d'intervention de l'homme sur la nature, y compris sur son propre corps. Mais sous un angle plus particulier, l'émergence des problèmes d'environnement et le regain de vigueur qu'ils ont donné à l'effort interdisciplinaire (Jollivet *et al.*, 1993) et à la volonté de comprendre l'articulation entre le technique et le social amènent chaque discipline, chaque secteur d'intervention, à s'ouvrir davantage au regard des autres.

La relation interdisciplinaire suppose un premier débat où chaque partie justifie ses positions et les situe par rapport aux autres. Le degré de contribution au bien commun ou, en négatif, le degré de non-participation aux dommages qui ont été infligés au milieu humain ou physique, sont un argument à faire valoir pour poser ou défendre sa discipline.

S'agissant du contact initial en vue d'une collaboration scientifique entre sciences sociales et institutions techniques, les premières ont tendance à se considérer soit comme les défenseurs des populations, soit comme les conseillers du prince (Kalaora, 1993), ayant directement accès auprès

du pouvoir politique. Dans les deux cas elles ont à l'égard des secondes la condescendance de l'intellectuel pour le manuel.

Les institutions techniques pour leur part, malgré leur volonté de collaborer - nécessité fait loi - ne sont pas encore convaincues que les sciences sociales aient autre chose à leur apporter que des généralités présentées de manière aussi obscure que sophistiquée, et elles se savent plus en contact avec le terrain et avec les gens.

Ici la question déontologique vient jouer le rôle d'une problématique commune, dès lors que chacun accepte de se poser le problème de sa propre responsabilité avant de questionner celle des autres. Comment en sommes-nous arrivés là, et comment pouvons-nous travailler ensemble pour en sortir? Telle est au fond la question préalable, et qui n'a de valeur qu'à condition d'être posée jusque dans les termes les plus personnels. Dans cet "ensemble" l'on doit inclure les "acteurs non-institutionnels", et si c'est par là que les véritables difficultés commencent, c'est probablement par l'irruption de la société dans la définition des problématiques de recherche, que se trouvent les solutions.

Bibliographie

- Brunhes, J., *L'Irrigation dans la péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord*, Thèse, C. Naud, Paris, 1902.
- Colloque de Khartoum, "*Large-scale Irrigation in Sudan, Ethiopia, Eritrea: towards a comparative approach*", Université de Khartoum, CNRS, SOAS, 14-21 février 1994 (Non publié).
- Contributions citées: a) Ahmed, A.S., "Measures of performance in irrigation systems: a case study from the Gezira scheme"; b) El Battahani, A., "State policies and large-scale irrigation schemes: a socio-economic overview"; c) Eshete, G., "Large-scale irrigation in arid regions. Experience in the Amibara Irrigation project"; d) Regea, M., "Amibara Irrigation Project. Environmental implication"; e) El-Mustafa, M.Y.A., "Migrant labour in the Gezira scheme: genesis of integration and prospects for confrontation".
- De La Brosse, V., "Riz des femmes, riz des hommes au Guidimaka (Mauritanie)", *Etudes Rurales*, 115-116, 1989, pp. 37-59.
- ID., "Le développement rural, un processus non-démocratique dans un no man's land légal", *International Journal of Refugee Law*, 3 (4), 1991, pp. 722-730.
- Godard, O., *Note sur le développement soutenable ("sustainable development")*, Préparation du XI^e Plan, Commission "Environnement économie croissance", CIREN, Paris, 1992.
- Gottman, J., *Essais sur l'aménagement de l'espace habité*, Mouton, Paris, 1996.
- Jollivet, M. (sous la direction de), *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*, CNRS, Paris, 1993.
- Kalaora, B., "Le sociologue et l'environnement", *Natures, Sciences, Sociétés*, 1, 1993, pp. 309-316.
- Passet, R., *L'économie et le vivant*, Puf, Paris, 1974.
- ID., "Le développement durable, de la remise en cause à l'émergence de la responsabilité intergénérationnelle". Symposium international *Modèles de développement durable*, 16-18 mars 1994, Univ. Paris I-CNRS, Paris.
- Polanyi, K., *La grande transformation aux origines politiques et économiques de notre temps*, Nrf, Paris, 1972 (1^{ère} édition en 1945).

IRRIGAZIONE, PRODUZIONE TERRITORIALE E STATO NEI PVS

Pierpaolo Faggi

Dipartimento di Geografia, Università di Padova

Nella vasta gamma di possibilità d'attacco offerta dal tema proposto, la scelta dell'argomento effettivamente trattato - nel rispecchiare un percorso di ricerca largamente praticato dal gruppo padovano¹ - dipende dal suo straordinario interesse per chiunque si occupi di "geografia dell'acqua" nei Paesi in via di sviluppo.

L'assunto di partenza può essere così espresso: ogni procedura d'irrigazione ha come risultato non solo l'aumento e la stabilizzazione della produzione agricola, ma anche la produzione di territorio. Siamo cioè di fronte ad un processo che, trasformando lo "spazio" (dato naturale o assunto come tale) in "territorio" (spazio su cui si è imposta una logica organizzatrice umana) (Raffestin, 1981; Turco, 1988) mediante la cifra decisiva della pratica idraulica, può essere interpretato come "territorializzazione idraulica".

Al pari di ogni processo territorializzante, esso si manifesta e si realizza primariamente attraverso la realizzazione di manufatti (*reificazione*: Turco, 1988:93) che danno efficacia pratica al territorio. Sono, in questo caso, i manufatti tipici della pratica irrigua (pozzi, dighe, canali, pompe, villaggi di colonizzazione, ecc.), che attivano la funzione territoriale primaria. Inoltre, il processo include anche la produzione di organizzazione: meno visibile e tuttavia non meno importante. Abbiamo la produzione di organizzazione simbolica (*denominazione*: *ibidem*:79), che permette di denotare e connotare i fatti territoriali: la redazione di una cartografia idraulica, ma anche la quantificazione delle risorse idriche, la designazione di una *commanded area*, sono tutti atti denominativi, preliminari ad ogni valorizzazione; e abbiamo l'organizzazione territoriale a livello strutturale (*strutturazione*: *ibidem*:106), con la quale viene dato un senso al territorio attraverso la formazione di apparati d'ordine (maglie, nodi e reti) che permettono di gestire la sua enorme complessità. Peculiarità della strutturazione idraulica sono, ad es.: le *maglie* di ripartizione dei distretti irrigui, inedita articolazione che assume spesso anche funzione amministrativa; i punti di distribuzione dell'acqua (dighe e teste di canali) o i centri di servizi, *nodi* strategici attraverso cui passano i nuovi processi decisionali; il sistema dei canali d'irrigazione, *rete* emblematica attraverso la quale oltre all'acqua scorre la stessa norma organizzativa di un intero progetto.

Assumiamo ora lo Stato come un sistema² *autoreferenziale* (ha come scopo la propria riproduzione) (Luhman, 1981), *autopoietico* (mantiene costante la propria organizzazione mutando le proprie componenti) (Maturana, Varela, 1980) e *multistabile* (per continuare a riprodursi assume assetti strutturali diversi). Se ciò vale per ogni Stato, nei PVS ha delle specificità con particolari conseguenze:

- *Autoreferenzialità*: l'esigenza primaria dell'autoriproduzione si scontra con la debole legittimazione storico-sociale dello Stato, che sceglie quindi quella geografica come legittimazione prioritaria. Lo Stato si riproduce cioè territorializzando il proprio spazio: le pratiche territoriali - tra le quali l'irrigazione - diventano strumenti decisivi di riproduzione statale;

- *Autopoiesi*: le strutture territoriali sono recenti e monofunzionali, quindi fragili; devono dunque affrontare un processo di *autopoiesi verticale* (Turco, 1988:132), assunzione di *funzioni*

¹ Si vedano Faggi, 1978/79; Croce *et al.*, 1986; Faggi *et al.*, 1986; Faggi, 1990; Croce e Faggi, 1992; Faggi, 1993; Bertocin *et al.*, 1995.

² L'assunzione dello Stato come attore sintagmatico di territorializzazione ci pone all'interno dell'approccio *strutturale* (ad es. Alavi, 1972), escludendone invece ogni interpretazione *strumentale e funzionale* (ad es., Gunder Frank, 1967): lo Stato è un soggetto attivo e non è da intendersi come un semplice prodotto dei rapporti di classe - in particolare, nei PVS, di quelli internazionali.

accessorie che le preservino in vita anche dopo l'eventuale decadimento della *funzione costitutiva*. Ogni struttura irrigua si carica così anche di funzioni diverse da quella originaria (economiche, politiche, sociali, ideologiche, ecc.) che operano per la sua persistenza;

- *Multistabilità*: i rapidi mutamenti portano alla necessità di aggiustamenti continui delle strategie, in un contesto di ricorrente scarsità di risorse. Ne deriva la frequente oscillazione, nelle strategie statali, tra l'energia e l'informazione, tra la materializzazione ed il controllo del territorio. Nell'irrigazione, il passaggio tra la realizzazione di nuovi progetti e la riorganizzazione (produttiva, amministrativa, tecnica) di quelli esistenti.

L'irrigazione, dunque, deve essere considerata una delle pratiche - multifunzionali e dinamiche - attraverso le quali lo Stato, producendo territorio in contesto di ecosistemi asciutti, si riproduce:



Da quanto precede derivano alcune considerazioni sul rapporto tra Stato, irrigazione e territorio, da tener euristicamente presenti sul piano analitico e da includere programmaticamente in ogni intervento operativo, sia di ricerca che di programmazione.

- *Relazioni tra pratica irrigua e processi produttivi alternativi*: l'irrigazione attualizza alcune potenzialità insite nello spazio originario, portandole a compimento, ma nello stesso tempo ne neutralizza molte altre: essa cioè preclude usi alternativi dello spazio, alcuni dei quali potevano già essere presenti nelle pratiche tradizionali. Ciò configura da un lato problemi di esclusione/conflicto per i gruppi sociali che su quegli usi avevano impostato la propria riproduzione: nello stesso spazio fisico si sviluppano territori diversi, reciprocamente antagonisti; d'altro lato, ciò solleva la questione della *reversibilità*: è una preclusione definitiva? fino a che punto la territorializzazione idraulica è reversibile, a quali costi e con quali conseguenze? E' a questo proposito da ricordare che l'impatto ambientale dell'irrigazione induce progressivamente dei mutamenti dell'intero assetto territoriale, che rende la reversibilità più complessa del solo ripristino del contesto ambientale originario, se mai questo fosse possibile e perseguito.

Es. *Specializzazione irrigua tra impatto ambientale e reversibilità nell'oasi di Kuqar, bacino del Tarim, Xinjiang* (Faggi, 1993): è la parte pianeggiante di un "modulo idraulico", sistema territoriale verticale che si ripete regolarmente - modularmente, appunto - nella regione, dai rilievi del Tian Shan alle sabbie del Takla Makan. L'utilizzazione del suolo tradizionale prevedeva l'agricoltura irrigua - sui microrilievi della conoide - il pascolo - nelle depressioni saline tra le digitazioni della conoide stessa - ed un uso integrato e flessibile - pascolo, agricoltura di *décrué*, estrazione del legname e dei prodotti spontanei del bosco, pesca - nelle parti più lontane della conoide del F.Kuqar e nelle aree golenali del F.Tarim, ricoperte di *tokay*, il bosco ripicolo a *Populus diversifolia*, soggette stagionalmente ad inondazione. La recente colonizzazione cinese (dagli anni 50) ha visto un'espansione dell'agricoltura irrigua, sia temporale (realizzazione di bacini pedemontani che permettono di anticipare di un paio di mesi l'irrigazione) che areale (nelle depressioni infraconoidali e nella pianura alluvionale). Ne sono derivati una occupazione perenne di vasti tratti in precedenza usati saltuariamente, un nuovo processo insediativo nella foresta golenale, un riassetto del regime idraulico dei suoli (con inaridimento e/o saturazione/salinizzazione), la riduzione della superficie boschiva: il potenziamento per specializzazione irrigua del sistema ha portato ad un suo irrigidimento, ad una perdita di resilienza, alla crescente irreversibilità

di una condizione che peraltro presenta pesanti problemi di compatibilità ambientale e sociale.

- *Relazioni tra azione statale e territorio pre-esistente*: in ogni progetto d'irrigazione interagiscono, si è visto, diversi attori. In particolare, lo Stato applica la sua strategia di territorializzazione su spazi già territorializzati in precedenza: che relazioni esistono tra i due sistemi? Di particolare interesse risultano *antagonismi e/o convergenze* tra le due strategie: se viene attivata una politica di sviluppo della produzione basata sull'irrigazione, alcune regioni idrauliche tradizionali possono avervi un ruolo privilegiato, essendovi già presenti il sapere tecnico, l'organizzazione sociale del lavoro, una microimprenditorialità, che convergono con le finalità dell'intervento statale. Ovviamente opposto sarà il caso di aree precedentemente dedite alla pastorizia o all'agricoltura seccagna, nelle quali la territorializzazione idraulica risulti completamente inedita: l'antagonismo tra Stato e comunità prende la forma di regioni refrattarie od ostili allo sviluppo mediante l'irrigazione. La questione si fa particolarmente significativa oggi, dato che, esaurita per motivi finanziari e tecnologico-ambientali la fase delle grandi realizzazioni estensive condotte con modalità a vario titolo dirigistiche (realizzazione di nuovi grandi progetti mediante immagazzinamento e dislocazione di ingenti volumi idrici), si punta soprattutto ad interventi di riorganizzazione e di intensificazione produttiva sull'esistente (riabilitazione, "privatizzazione"), nei quali fondamentali risultano la capacità autoorganizzative degli addetti. Ne deriva una trama a "macchie di leopardo", nella quale si manifesta, con progressivi fenomeni d'*integrazione* o di *emarginazione*, l'interazione tra una strategia omogenea ed uniformante e la risposta dei micromondi locali, alcuni dei quali in sintonia ed altri in opposizione rispetto a quella.

Es. *Discriminanti territoriali nella privatizzazione dell'irrigazione in Sudan* (Bertoncin *et al.*, 1995): in seguito alle condizioni di progressivo deficit di bilancio e di indebitamento estero, dal 1983 il Sudan ha iniziato una politica di privatizzazione/liberalizzazione - secondo le indicazioni della Banca Mondiale e, più recentemente, con il consenso dottrinale del fondamentalismo islamico. Il vasto sistema irriguo, che aveva conosciuto durante il governo di Nimeiri la massima espansione dello statalismo - agli storici grandi progetti pubblici (Gezira) si era aggiunta la nazionalizzazione della piccola idraulica privata (Nilo Bianco, Nord) - è interessato da nuove strategie, basate sul coinvolgimento dei privati e sulla progressiva liberalizzazione delle conduzioni. La risposta che il Nord sta dando alle nuove tendenze è molto più rapida e decisa di quella osservabile nei grandi progetti di impianto coloniale (Gezira) o in quelli che hanno visto il coinvolgimento recentissimo dei nomadi nell'irrigazione (Shukriya a Kashm el-Girba, Hadendewa nel *Gash Delta Scheme*): la nascita di perimetri irrigui privati, la diffusione delle innovazioni, l'ingresso nel mercato nazionale ed internazionale, sono le nuove modalità con cui riemerge l'antica territorialità idraulica delle popolazioni del Nord.

- *Trasformazioni del rapporto Stato - Irrigazione - Territorio*: i rapporti tra strategie statali e dinamiche del territorio manifestano, oltre alla ricordata articolazione spaziale, anche una dinamica temporale dai ritmi e dalle modalità variabili. Mutano nel tempo le strategie statali, mutano le comunità presenti, gli attori internazionali, mutano le modalità dell'irrigazione, le dinamiche del sistema attivato: è necessario tenerne conto, sia per progetti di nuova istituzione sia per quelli già esistenti, di cui cambiano finalità e caratteristiche. In particolare, il dominio delle trasformazioni risulta essenziale per la comprensione delle vicende odierne di molti PVS: quali sono gli effetti della privatizzazione, del decentramento, della regionalizzazione sull'irrigazione? E' ancora lo Stato in gioco o è qualcosa di diverso? Risulta opportuno esaminare queste trasformazioni in base al rapporto tra la loro intensità e la capacità d'adattamento delle strutture coinvolte. Un primo livello è dato dal continuo e lineare *adattamento reciproco* dei sistemi: Stato

e realtà del distretto irriguo, pur nella loro autoreferenzialità, interagiscono e si modificano continuamente, con modalità "fisiologiche" e di alta compatibilità, secondo un modello di "accoppiamento strutturale" (Maturana, Varela, 1980); con l'intensificarsi delle trasformazioni, i sistemi possono dover arrivare a modifiche strutturali: si giunge così ad un *adattamento multistabile* (secondo livello) mediante il quale i sistemi riescono ancora, con modalità discontinue, a trovare ambiti di compatibilità; infine, oltre certe soglie di trasformazioni, anche i meccanismi della multistabilità possono rivelarsi insufficienti, e si è così alla *crisi*: Stato e sistemi territoriali dell'irrigazione sono incompatibili e si perviene ad una *catastrofe* che ridefinisce completamente i processi delle loro trasformazioni.

Es. *La Nuova Valle egiziana dalla "conquista del deserto" alla "produzione"* (Croce *et al.*, 1986; Faggi *et al.*, 1986): alla fine degli anni 50, nello sforzo di riaggregare le masse rurali egiziane attorno al Governo nasseriano, venne lanciato il grande progetto "Nuova Valle". Si trattava di colonizzare il Deserto Occidentale, con la messa a cultura mediante l'estrazione delle acque fossili delle Arenarie Nubiane: vi doveva nascere un nuovo territorio ed il nuovo Egitto. Le esigenze di legittimazione del momento ("terre ai contadini") dettarono i caratteri del progetto: enormi superfici bonificate, da includere tra i successi della rivoluzione; concessioni di piccola dimensione, per massimizzare il numero dei beneficiari; localizzazione nelle oasi già coltivate e più prossime alla Valle del Nilo (El Kharga e Ed-Dakhla) per facilitare l'operazione. Nel 1978, dopo la fine dell'economia di guerra, l'Egitto rilanciò il progetto, ma con un quadro completamente mutato (inurbamento, emigrazione, debito estero, dipendenza alimentare) in cui il fuoco della legittimazione si era spostato sulla capacità statale di ridurre le tensioni negli immensi agglomerati urbani ("cibo ai cittadini"). I caratteri del progetto si trasformarono radicalmente: bonifiche più ridotte, ma di cui si ricercava il successo produttivo; concessioni di media dimensione, che garantissero una sostenibilità economica; spostamento verso le terre inutilizzate dell'ovest (El Farafra), in cui poter costruire un'agricoltura di tipo nuovo, anche con grandi aziende meccanizzate. Il progetto è dunque profondamente mutato nel tempo, per finalità e caratteri, rispondendo alle mutate condizioni della riproduzione statale; cambiano, parallelamente, misura e modi del suo successo.

- *Finalità dell'intervento*: l'intervento idraulico ha finalità che oscillano tra la produzione agricola (*irrigazione produttiva*) e la produzione di territorio (*irrigazione strategica*) (Faggi, 1990). Il mutare delle finalità cambia anche le condizioni di sussistenza dei progetti: la non economicità può condannare a morte un progetto produttivo, ma può risultare ininfluenza nel caso di un progetto strategico, che deve continuare - entro certi limiti, s'intende - "a qualunque costo". La valutazione e l'analisi di un progetto devono quindi tener conto delle sue funzioni primarie, che spiegano e delimitano il suo ambito di sopravvivenza. La questione è resa più complessa dal fatto che ogni territorializzazione idraulica, struttura autopoietica, tende a garantirsi la sopravvivenza affiancando la propria *funzione costitutiva* con altre *funzioni accessorie* (Turco, 1988:132): al di là della destinazione originaria, ogni progetto irriguo con il tempo si carica di densità territoriale, perde i connotati della specializzazione per assumere quelli della multifunzionalità e della complessità. In qualche modo si arricchisce e sfugge di mano all'iniziale progettualità, assumendo capacità autonoma di esistenza. La territorializzazione idraulica assume, nel tempo, la veste di territorializzazione *tout court*.

- *Valenza territoriale della tecnologia*: la scelta della tecnologia irrigua adottata non è neutra e gli effetti si differenziano conseguentemente. Possiamo chiederci se, oltre alle ben note implicazioni sociali ed economiche, la scelta della tecnologia irrigua non abbia conseguenze anche sul piano del territorio, entrando con efficacia nell'evoluzione della sua struttura. In particolare,

tipi diversi d'irrigazione sembrano entrare nella logica dell'antinomia tra *rigidità* e *persistenza*, da un lato, e tra *flessibilità* e *resilienza* dall'altro³, per esempio per quanto riguarda la tradizionale divisione tra *grande* e *piccola* idraulica. La prima si impone con la costituzione di strutture pesanti, multisettoriali; molte volte essa tende ad attivare processi di territorializzazione completamente inediti, in antitesi con quelli precedenti. La seconda, flessibile e minuta, si inserisce spesso in dinamiche territoriali già esistenti, puntando al rafforzamento delle tendenze che risultino compatibili con la progettualità statale. La prima vuole configurare nuovi spazi di legittimità per lo Stato: una posta in gioco molto cospicua, che deve quindi scontare difficoltà e limiti rilevanti; l'altra gioca negli interstizi dell'esistente, favorendo dinamiche autonome già presenti: ovvia una maggior efficacia. Di fronte all'ufficialità ed alla magniloquenza dei grandi progetti, si articola dunque una rete elastica, minuta ed in qualche modo clandestina, difficilmente controllabile: si va incontro, con le nuove tecnologie delle piccole pompe e con l'addensamento della rete elettrica, ad una versione idraulica della "città informazionale" (Castells, 1989)?

Es. *L'irrigazione nigerina tra grandi e piccoli progetti* (Croce e Faggi, 1992; Verrina, 1994): preso tra le esigenze di aumentare l'autosufficienza alimentare e di rafforzare il proprio controllo sullo spazio nazionale, lo Stato Nigerino ha da tempo attivato pratiche irrigue dalle diverse modalità. All'estremo est del Paese, sulle rive settentrionali del lago Chad, un progetto governativo dalle dimensioni relativamente grandi punta alla stabilizzazione di una regione marginale, in cui il controllo dello Stato è debole, con una popolazione (Kanuri, Teda) indifferente se non ostile all'entità statale, colpita da alcuni anni dagli effetti dirompenti della siccità; il progetto (irrigazione con pozzi a pompa motorizzata) sconta le asprezze dell'ambiente, l'irrilevanza del mercato locale e la marginalità rispetto a quello nazionale, la burocratizzazione della struttura e lo scollamento tra beneficiari ed amministratori, e registra un preoccupante ristagno. Ma qui, seppure con grosse difficoltà e con pesanti ristrettezze finanziarie, è in gioco la costruzione di una nuova regione, il riorientamento di un vasto sistema territoriale. All'opposto, nei distretti centrali e relativamente ricchi del *pays Haussa* si sta sviluppando, con buoni risultati, una piccola idraulica agile, basata su piccoli pozzi manuali, con i quali effettuare un'orticoltura in controstagione per incrementare il reddito familiare: giocano a favore la vicinanza al grande mercato di una regione urbanizzata, il dinamismo complessivo di un'economia transfrontaliera, la benignità del clima. Una recente legge permette ai sotto-prefetti di attivare direttamente rapporti di cooperazione con l'estero a livello di *Arrondissement*, aggirando il Governo centrale: gli aiuti stranieri - soprattutto ONG - stanno favorendo lo sviluppo di questa idraulica minore e molto efficace, che risulta in questo modo giuridicamente oltre che tecnicamente sganciata dal Governo centrale.

Bibliografia

- Alavi, H., "The State in post-colonial Societies: Pakistan and Bangladesh", *New Left Review*, 74, 1972, pp. 59-81.
- Bertoncin, M., Biciato, F., Bonollo, L., Croce, D., Faggi, P., Mariani, L., Minoia, P., Pase, A., "Irrigazione, Stato e territorio in Sudan: il gioco della posta in gioco", *Terra d'Africa* 1995, Unicopli, Milano, 1995.

³ Per resilienza si intende la stabilità strutturale di un sistema ottenuta mediante un adattamento flessibile alle condizioni esterne, cioè mediante una molteplicità di condizioni d'equilibrio: l'ecosistema preserva la propria organizzazione mutando i parametri di stato (Holling, 1973); la persistenza è invece una stabilità ottenuta mediante un irrigidimento sulle posizioni iniziali, che rappresentano l'unico punto d'equilibrio: il sistema tende a mantenere costanti i propri parametri di stato (Noy-Meir, 1974); per una trattazione di questi punti cfr. Faggi, 1991: 107.

- Castells, M., *The informational city: information technology, economic restructuring, and the urban-regional process*, Blackwell, Oxford, 1989.
- Croce, D., Faggi, P., Colombara, L., Milani, F., Sakr, T., Secco, G., Siddiq, A.F., "Progetto di sviluppo e territorio nella "Nuova Valle" (Repubblica Araba d'Egitto)", in: Morelli, P. (a cura di), *Terzo mondo e trasformazioni territoriali*, Angeli, Milano, 1986, pp. 103-23.
- Croce, D. e Faggi, P., "Dal fiume al deserto: viaggio nell'irrigazione nigerina", *Terra d'Africa 1992*, Unicopli, Milano, pp. 111-42.
- Faggi, P., *Irrigazione, desertificazione e sviluppo delle aree marginali. Note sul caso pakistano*, "Quad. Ist. Geogr. Univ. di Padova", 3, 1978-79, pp. 29-54.
- ID., "Les développements de l'irrigation dans la diagonale aride entre logique productive et logique stratégique", *Rev. de Géogr. de Lyon*, 65, 1990, pp. 21-6.
- ID., *La desertificazione. Geografia di una crisi ambientale*, Unicopli, Milano, 1991.
- ID., "Agua malgastada y agua utilizada. Observaciones sobre la modernización del regadío en el oasis de Kuqar (Xinjiang - República Popular China)", Alicante, Inst. Univ. de Geografía, *Investigaciones Geográficas*, 11, 1993, pp.43-70.
- Faggi, P., Bicciano, F., Fathy, B., Soranzo, S., "De la terre pour les paysans aux aliments pour les citoyens - Le projet "Nouvelle Vallée" dans l'évolution socio-politique de l'Égypte", *Etudes Sahariennes - Cah. Géogr. de Rouen*, 26, 1986, pp. 71-82.
- Gunder Frank, A., *Capitalism and Underdevelopment in Latin America*, Monthly Rev. Press, New York/London, 1967.
- Holling, C.S., "Resilience and Stability of Ecological Systems", *Ann. Rev. of Ecol. and Systematics*, 4, 1973, pp.1-23.
- Luhmann, N., *Politische Theorie im Wohlfahrtsstaat*, G.Olzog V., Munchen, 1981.
- Maturana, H.R., Varela, F.J., *Autopoiesis and Cognition; The Realization of the Living*, Reidel, Dordrecht, 1980.
- Noy-Meir, I., "Stability in arid Ecosystems and the Effects of Man on It", in: Cave, A.J. (ed.), *Structure, Functioning and Management of Ecosystems - Proc. of the First Intern., Congr. of Ecology*, Pudoc, Wageningen, 1974, pp. 220-5.
- Raffestin, C., *Pour une géographie du pouvoir*, Les Librairies Techniques, Paris, 1981.
- Turco, A., *Verso una teoria geografica della complessità*, Unicopli, Milano, 1988.
- Verrina, M., "Niger: nascita di un nuovo Stato", *Terra d'Africa 1994*, Unicopli, Milano, pp. 185-222.

SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE ET GEOGRAPHIE DE L'EAU: QUELQUES ELEMENTS DE REFLEXION

Thierry Joliveau

CRENAM-Université de Saint-Etienne/CNRS URA 260

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) connaissent dans toute l'Europe une diffusion très rapide. Le but de cette contribution est d'évaluer leur pertinence pour les géographes, en particulier ceux qui s'intéressent au domaine de l'eau. Nous ne nous focalisons donc pas sur les aspects techniques, informatiques ou méthodologiques de ces systèmes. Nous centrons notre exposé, après la présentation de notions générales et de quelques exemples d'utilisation dans le domaine de la gestion de l'eau, sur leur intérêt, mais aussi leur danger éventuel, pour une approche géographique.

Qu'est-ce qu'un SIG ?

Il y a plusieurs acceptions du terme SIG. La plus courante, et la plus discutable, les envisage comme des logiciels ou des ensembles de logiciels: on parlera du SIG ARC/INFO par exemple. Une deuxième définition présente les SIG comme des ensembles de données associés à des outils informatiques qui permettent de les exploiter pour un objectif déterminé. Cette définition est plus respectueuse de la notion de système d'information, que l'on ne peut réduire à celle de programme. Enfin une troisième définition intègre dans la définition des SIG une dimension organisationnelle. Pour administrer ces données et ces outils, il est nécessaire de disposer d'équipes d'individus compétents, de procédures formalisées d'actualisation et d'interrogation, de règles d'organisation et de décision, de plans et de budgets, etc.

Ces trois définitions correspondent dans une certaine mesure à trois niveaux de perception du système. Un opérateur se représente le SIG dans un mode proche de la première définition. Il est en effet d'abord confronté à un problème de mise en oeuvre d'outil alors que son jeu de données, ses objectifs et son environnement de travail sont fixés. La perception qu'a le concepteur, le spécialiste SIG de son système est proche de la deuxième définition. Il se focalise sur les outils et les données nécessaires pour atteindre ses objectifs dans un cadre structurel bien défini.

Pour un décideur, un responsable d'organisation ou un financeur, le SIG ne peut être envisagé que selon la troisième définition, intégrant à la fois données, outils informatiques et structures institutionnelles et humaines nécessaires pour le faire fonctionner. Avant de parler de SIG il faut d'abord formaliser le niveau de perception que l'on privilégie. Nous nous référons ici à la deuxième définition et nous laissons de côté les aspects financiers et organisationnels (qui sont pourtant essentiels dans la pratique).

Les SIG servent à rassembler, organiser, restituer, combiner et présenter des informations localisées d'origines diverses pour produire des analyses et aider à la gestion de l'espace. Les SIG donnent une nouvelle liberté - et de nouvelles contraintes - dans l'accès aux informations spatialisées. Un SIG permet d'intégrer dans un cadre compatible des données hétérogènes, issues de différentes sources et présentées dans des formats variés. On peut superposer des images satellitaires interprétées, des cartes thématiques et des mesures de terrain. Il devient possible de produire une nouvelle information en combinant des données ou en la dérivant d'une donnée brute. On peut ainsi produire un modèle numérique de terrain, une carte des pentes et des

orientations à partir de courbes de niveau. Les SIG permettent de généraliser des données et de les analyser. Il est possible d'expliciter les relations spatiales existant entre différents objets, de faire subir à ces objets des transformations fondées sur des paramètres spatiaux. Enfin les SIG offrent des fonctions variées de représentation des phénomènes géographiques.

Les utilisations des SIG dans le domaine de la gestion de l'eau

Elles sont extrêmement nombreuses. Nous nous contenterons de mettre en évidence différents contextes d'utilisation en les illustrant par des expériences menées à l'Université de Saint-Etienne dans le domaine de la gestion de l'eau.

Les SIG sont souvent mis en oeuvre pour créer et mettre à jour des plans ou des cartes qui étaient précédemment gérés avec des outils manuels ou infographiques. Les SIG donnent en effet une dimension thématique à la gestion de plans techniques. Ils permettent de mieux structurer l'information disponible et de mieux organiser sa communication. C'est dans ce contexte qu'une réflexion a été menée pour gérer l'information des Schémas de Mise en Valeur des Milieux Aquatiques dans un SIG (Joliveau, 1993). Ceux-ci constituent un inventaire pour l'ensemble des cours d'eau français de l'état de la connaissance du milieu (poissons, zones de frayères, zones d'inondation, zones d'intérêt écologique...) et des principales activités anthropiques qui pèsent sur celui-ci (pêche, effluents, loisirs nautiques, extraction, barrages, prélèvements...). Ces schémas rassemblent un volume d'information considérable, susceptible d'être mis à jour afin de planifier la préservation des populations piscicoles. Un SIG permet de stocker cette information, de l'organiser et de l'interroger. S'il est possible de produire informatiquement des documents analogues à ceux produits manuellement, l'automatisation des procédures conduit à communiquer de manière plus sélective et plus adaptée l'information en fonction du type d'utilisateur concerné.

Les SIG sont donc des outils dynamiques de gestion de l'information qui trouvent toute leur utilité pour gérer des bases de données pérennes.

Les SIG sont aussi utiles dans un contexte de gestion de phénomènes relevant de plusieurs actions sectorielles différentes. L'objectif est alors d'intégrer spatialement des champs thématiques divers. On peut grâce à eux visualiser conjointement l'extension de plusieurs phénomènes perçus précédemment de manière isolée. On peut ainsi mettre en évidence des contraintes exercées par une activité sectorielle sur une autre, les zones de conflits ou d'incompatibilité potentielle, etc. Les SIG constituent des outils simples d'exploration thématique, structurant l'information nécessaire à une approche globale et permettant de mettre en évidence des problèmes ou de générer des questions.

Un projet en liaison avec le Département de la Haute-Loire montre l'intérêt d'un SIG pour un service chargé de gérer l'assainissement rural (Caquard, 1994). Avec le SIG, il devient possible de comparer dans l'espace les bilans de fonctionnement des stations d'épuration et les points de mesure de la qualité des eaux, et de fonder une problématique d'assainissement, en fonction de contraintes anthropiques et de risques courus par les milieux naturels. Nous avons aussi développé un SIG pour effectuer un diagnostic global des écosystèmes sur l'ensemble du bassin de la Loire à la demande du Ministère de l'Environnement (Bethemont *et al.*, 1993). Le SIG a permis de gérer une information volumineuse et dispersée sur un espace couvrant 177.000 km² (Joliveau et Degorce, 1992). L'utilisation de méthodes d'interpolation et d'agrégation a permis d'unifier la perception d'informations hétérogènes (climatologie, géologie, sols, démographie, système agricole...) et de fournir des éléments de décision sur les unités de références habituelles des différents gestionnaires (circonscriptions administratives, cours d'eau, bassins versants à différents niveaux hiérarchiques).

En France ce type d'utilisation connaît un grand développement dans le cadre de la procédure des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) qui instaurent un mode de gestion multisectorielle à l'échelle des bassins versants. Dans ce contexte, il s'agit essentiellement de superposition visuelle et non de combinaison de données.

Les SIG peuvent être utilisés de manière plus ambitieuse pour décrire, au moins partiellement, les processus qui articulent entre eux des phénomènes relevant de différentes actions sectorielles. Il est nécessaire alors de pouvoir localiser les différentes actions et de spatialiser leurs effets. Il faut disposer de modèles spatiaux des différents processus, qu'ils soient socio-économiques ou naturels, ainsi que de leurs interactions, ce qui est souvent encore plus difficile. Un essai dans le cadre d'un sous-bassin versant du Lignon Vellave (200 km²) a démontré tout l'intérêt d'un SIG pour produire une information par combinaison de données brutes (Joliveau, 1994). Le modèle des données devient alors très complexe car il englobe un nombre important de paramètres pouvant intervenir dans la gestion de l'eau. On peut ainsi par combinaison de données sur les cours d'eau, le réseau de chemins, les sources de pollution et les informations dérivées d'un modèle numérique de terrain comme les pentes par exemple, délimiter automatiquement des zones d'accessibilité à la rivière ou déterminer les tronçons les plus soumis à des risques de pollution.

Dans le même ordre d'idée, une évaluation environnementale par synthèse cartographique à petite échelle a été tentée sur les gorges de l'Allier en combinant les potentiels écologiques du milieu avec les pressions dues à l'exercice des sports d'eau vive (Barge, 1994). Le SIG sert alors à la fois d'outil d'analyse par combinaison de différents facteurs et d'outil de visualisation rapide et parlante de l'information brute ou dérivée.

Enfin les SIG sont utiles pour fonder une gestion des territoires. L'objectif est toujours d'intégrer des phénomènes d'ordre différent en mobilisant des informations d'origines diverses. Mais l'espace n'est plus un simple cadre intégrateur d'actions sectorielles ou un support pour la modélisation, il devient l'objet même du diagnostic. C'est l'organisation de l'espace qu'il faut comprendre. Les SIG permettent alors de travailler sur les relations horizontales entre les différents territoires, d'étudier les agencements spatiaux à différentes échelles. Peu d'exemples peuvent être donnés actuellement d'une telle utilisation des SIG dans le domaine de la géographie de l'eau et c'est significatif. Un des apports principaux des géographes serait l'élaboration d'approches conceptuelles et méthodologiques dans le domaine de la gestion des espaces de l'eau.

Les SIG et la géographie

Les SIG ne sont ni prioritairement ni spécifiquement des outils de géographes. Actuellement, l'usage des SIG reste encore rare dans la communauté géographique française par exemple. Dans les pays où les géographes sont de grands utilisateurs, comme les Etats-Unis, le Canada, les Pays-Bas ou la Grande-Bretagne, ils ne le sont guère plus que les écologues ou les géologues, et moins que les ingénieurs ou les aménagistes. Le G de SIG ne doit donc pas prêter à confusion. Les SIG ne sont pas des outils proprement géographiques. En Suisse ou au Canada, l'appellation de ces systèmes est d'ailleurs moins ambiguë: on parle de Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS).

Alors que l'espace était traditionnellement le fond de commerce des géographes et n'intéressait que peu les gestionnaires, il devient depuis deux décennies une catégorie pertinente pour comprendre le réel et agir. Le développement actuel des SIG accentue cette revalorisation de l'espace tout en en profitant, mais les concepts mis en oeuvre peuvent être assez loin de ceux utilisés ou proposés par les géographes. La plupart des utilisateurs actuels des SIG ont une vision certainement plus empirique de l'espace que les plus empiriques des géographes. Les incorrections - du point de vue des règles sémiologiques - de beaucoup de cartes produites avec

les SIG sont le symptôme, prosaïque comme l'est l'utilisation actuelle des SIG, du risque de dénaturation d'un savoir géographique.

Avec les SIG, les géographes vont se trouver confrontés à plusieurs défis. Il leur faudra maîtriser de nouvelles techniques et répondre à des demandes qui prendront d'autres formes et s'appuieront sur d'autres contraintes. Il leur faudra aussi être capable d'explicitier, de formaliser des notions géographiques souvent intuitives et floues et de les traduire en termes de SIG, afin qu'une pratique géographique de l'analyse de l'espace se développe par l'intermédiaire de ces nouveaux outils.

L'usage des SIG va se diffuser chez les géographes pour plusieurs raisons. D'abord la demande sociale pour des recherches applicables à la gestion spatialisée sera de plus en plus forte. Ensuite les informations que les géographes utiliseront seront toujours plus numériques, qu'elles proviennent de la télédétection, des agences nationales et européennes de cartographie ou qu'elles soient issues d'inventaires locaux. Par ailleurs les ordinateurs nécessaires pour utiliser et analyser ces données vont devenir toujours (?) plus rapides, plus puissants et meilleur marché.

Mais surtout on assiste au retour d'approches conceptuelles anciennes qui retrouvent avec ces outils de gestion des données spatiales un nouvel intérêt (une nouvelle virginité?). On peut citer: l'interface Homme/Nature, les démarches holistiques et les approches globales, l'analyse systémique, la modélisation, les approches interdisciplinaires. Les SIG permettent en effet de combiner, de mettre en relation des processus relevant habituellement d'ordres disciplinaires différents. Ils donnent les moyens de briser les unités spatiales de référence et de dépasser les analyses statistiques d'individus spatiaux pour faire de l'analyse spatiale. Ils offrent la possibilité de faire varier les hypothèses et de visualiser rapidement de nouveaux résultats et donc de procéder à des simulations. Ils permettent de jouer avec les échelles. Toutefois les SIG ne vont pas révolutionner la géographie. Ils n'offrent pas *par eux-mêmes* de nouvelles avancées conceptuelles et ne permettent pas d'effectuer des types d'analyse inconnus. Mais ils vont profondément transformer la pratique géographique car ils déplacent les statuts des objets classiques de pensée des géographes: concepts, modèles, cartes, schémas, terrain...

S'ils sont des outils indispensables pour la géographie, les SIG peuvent aussi lui faire courir un certain nombre de risques. Les géographes peuvent avec ces outils retomber dans quelques unes de leurs perverses tentations. Nous en nommerons cinq:

- *le fétichisme cartographique*: le statut de la carte change avec les SIG. Autrefois objectif en soi, elle devient maintenant à la fois support permanent de la réflexion, concrétisation éphémère d'une hypothèse de travail et mise en forme spécialement étudiée pour un type de public. Présente partout, elle ne l'est plus nulle part. Cette dilution de la démarche cartographique est positive. Il est possible de représenter, de manipuler l'espace tout au long de l'analyse. Elle a son revers. La cartographie n'est qu'un modèle de la réalité. Définies au départ du problème souvent arbitrairement, les limites cartographiques peuvent avoir tendance à devenir absolues au cours de l'analyse et se diffuser comme des réalités indiscutables et indiscutées jusqu'au résultat final.

- *le goût pour la synthèse idiographique*: les SIG sont utilisés dans la grande majorité des cas pour empiler un ensemble de critères afin de délimiter toujours plus finement des zones spécifiques, originales et irréductibles à toutes les autres. Ils peuvent par cette facilité conforter une approche (trop) classique de la géographie.

- *le penchant néo-déterministe*: il est difficile de faire entrer dans les SIG les espaces non euclidiens (espaces mentaux, aires culturelles, territoires sociaux...) alors que la description des milieux biophysiques y est plus aisée. Le risque existe de privilégier dans les analyses géographiques les approches naturalistes.

- *le credo positiviste*: il s'agit d'une variante de la tentation précédente. On risque d'accorder dans les SIG une priorité aux données décrivant des phénomènes ou des processus quantifiables

et modélisables. Tous les phénomènes de l'ordre de l'imprécis ou du qualitatif seraient alors laissés de côté.

- *l'approche technocratique ou néo-fonctionnaliste*: le fait que les SIG soient développés principalement par ou pour des gestionnaires a un biais évident. Les problématiques, la structuration des données, les moyens accordés seront déterminés par des objectifs de gestion. Sera-t-il possible d'utiliser les SIG dans des cadres problématiques fondamentaux ou pour remettre en cause des présupposés de gestion ?

Soyons clairs. Les garde-fous contre ces risques existent à tous les niveaux: technique, méthodologique, conceptuel, politique. Ils n'en demeurent pas moins. Ils ne sont en effet pas liés aux outils eux-mêmes. Ceux-ci ne font que révéler en creux les limites de la culture commune de ceux qui les utilisent.

En conclusion : les SIG pour la géographie de l'eau, un projet de recherche pertinent

Les SIG nous semblent essentiellement des outils de métissage, des appareils pour tisser des liens, mettre en relation des entités qui d'habitude s'ignorent: les différentes disciplines scientifiques, les sphères de la gestion et de la recherche, la production et la transmission du savoir.

Ils participent d'une démarche générale visant à penser le tout et la complexité pour agir sur la réalité. Les SIG fonctionnent comme des outils d'intégration conceptuelle, de mise en contact. Ils accélèrent les circulations. Peut-être plus utiles pour mieux poser les bons problèmes que pour trouver des solutions, les SIG ont comme principal intérêt d'amener les chercheurs ou les gestionnaires à formaliser, expliciter et objectiver des raisonnements spatiaux qui restent souvent de l'ordre de l'esquisse et du non-dit et qui sont au coeur de la discipline géographique. En cela ils seront des outils indispensables pour le géographe.

L'eau, comme l'a montré J. Bethemont est un puissant révélateur social. Elle met en relation des milieux naturels hétérogènes, solidarise ou oppose des groupes sociaux, amène des usagers opposés à transiger, sert de moyen de pouvoir à des groupes territoriaux. La géographie de l'eau est un des domaines où les SIG peuvent développer tout leur potentiel intégrateur.

Si les SIG ne peuvent remplir à eux seuls un tel programme scientifique, ils peuvent être utiles pour mieux définir les spécificités conceptuelles et théoriques qui fonderaient une géographie de l'eau.

Références bibliographiques

- Barge, O., *Essai méthodologique d'évaluation environnementale d'un linéaire par cartographie informatique, application au problème du développement des loisirs d'eau vive en Haut-Allier*, Université Jean-Monnet, Saint-Etienne, 1994.
- Bethemont, J., Degorce, J.-N., Dupuis, B., Joliveau, T. et Wasson, J.-G., *Approche écosystémique du bassin de la Loire: éléments pour l'élaboration des orientations fondamentales de gestion*, CRENAM-CEMAGREF, Saint-Etienne, 1993.
- Caquard, S., *Une logique Système d'Information Géographique à une échelle départementale*, Jean Monnet, Saint-Etienne, 1994.
- Joliveau, T. et Degorce, J.-N., "A Geographical Information System for a diagnosis of the Loire basin", in Harts, J., Ottens, H.F.L. and Scholten, H.J. (eds.), *EGIS'93 Conference Proceedings*, Utrecht/Amsterdam, 1992, pp. 1447-1456.
- Joliveau, T., Dupuis, B. et Chafchafi, A., *L'utilisation d'Arc-Info pour la cartographie d'un schéma de mise en valeur aquatique*, CRENAM, UJM, Saint-Etienne, 1993.

Joliveau, T. *et al.*, *Une maquette de SIG pour la gestion des eaux du bassin du Lignon Vellave (Haute-Loire)*, CRENAM, Saint-Etienne, 1994.

ANALISIS CARTOGRAFICO Y PROSPECTIVO DE LA CAPACIDAD DE USO TURISTICO RESIDENCIAL DEL SUELO EN LOS MUNICIPIOS LITORALES DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

Francisco-José Torres Alfosea

Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante

Objetivos del estudio¹

- Contribuir al conocimiento geográfico del litoral de la provincia de Alicante.
- Desarrollar un Sistema de Información Geográfica de estructura vectorial acerca del desarrollo inmobiliario experimentado por los municipios costeros de la provincia de Alicante.
- Determinar las disponibilidades de agua de esta zona, valorando la necesidad de acomodar la red de distribución, aumentar la oferta (política de trasvases hídricos), adecuar la demanda a las existencias o aconsejando medidas impositivas que penalicen aquellos consumos más abusivos.

Justificación, ambito y escalas de trabajo

La provincia de Alicante cuenta, en la actualidad, con una población -de derecho- de más de 1.250.000 habitantes, en un territorio de poco más de 5.000 km². La densidad demográfica es, por lo tanto, muy elevada (211 hab/km²). Pero estas cifras, ya de por sí expresivas, crecen de forma sorprendente si nos limitamos al estudio de sus veinte municipios litorales. Representan éstos un tercio de la superficie total de la provincia pero agrupan a más de la mitad de su población (671.777 habitantes, según datos del censo de 1991), lo que supone una densidad aproximada de 402 habitantes por cada km², casi el doble que la del resto de la provincia. Por otro lado, no es exagerado afirmar que durante el verano esta población puede, sin duda, duplicarse debido a la gran afluencia turística (nacional e internacional) que registra este entorno.

Estas cifras, a pesar de su aridez, nos sirven para reflejar una situación real en este espacio, como es la consolidación de una fachada costera que ha orientado su territorio y su economía a un uso urbano y residencial, mayoritariamente. Y destaca ante todo la gran oposición que muestra su desarrollo económico frente a los escasos recursos naturales de que dispone, sobre todo suelo y agua.

Con respecto al consumo de suelo, parece evidente que el desarrollo turístico es un hecho espacial concreto pero superficialmente extenso. Esta situación, lógica por otra parte, se agudiza en la zona que estamos analizando, puesto que el modelo de desarrollo turístico alicantino - *grosso modo* - se diferencia de otros modelos de ocupación del territorio por un predominio desmesurado de la vivienda unifamiliar (en sus modalidades aislada o adosada), en detrimento de la edificación en altura, si excluimos por supuesto, ciertos enclaves como el núcleo de Benidorm o la Playa de San Juan en Alicante.

Este desarrollo inmobiliario, se ha producido en ocasiones por el mero hecho de ser rentable con la venta inicial del terreno y la concesión de licencias de obra por parte de algunos ayuntamientos. Semejante actitud pone en serio peligro el futuro de la economía provincial, porque la construcción de chalets o bungalows no reporta beneficio duradero

¹ Proyecto de tesis doctoral que se desarrolla bajo la dirección del catedrático de Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Alicante Dr. D. Alfredo Morales Gil.

alguno para el municipio o para sus habitantes, ni movimientos en su economía, si exceptuamos la obtención de una cantidad por la compra del solar y la concesión de la licencia de obra. Un modelo hotelero, sin embargo, genera un movimiento económico superior, y por ende una repercusión en el territorio mucho mayor.

Por lo que atañe al *consumo de agua*, el fenómeno turístico se debe entender como un hecho integral, que afecta por completo a todos los sectores de la economía, y que por lo tanto, consume recursos en cualquiera de sus fases de producción. Así, el desarrollo inmobiliario genera un superior gasto de agua, puesto que implica una mayor carga demográfica, pero al mismo tiempo, ha de significar un aumento de los equipamientos colectivos y privados, de modo que se incrementa el número de jardines, piscinas, parques recreativos de agua y campos de golf, todos ellos grandes consumidores de este preciado recurso.

Veinte son los municipios que se estudian en esta tesis doctoral, y que de norte a sur son Els Poblets, Denia, Jávea, Benitachell, Teulada, Benisa, Calpe, Altea, Alfaz del Pi, Benidorm, Finestrat, Villajoyosa, Campello, Alicante, Elche, Santa Pola, Guardamar, Torrevieja, Orihuela y Pilar de la Horadada. No obstante, cabe la posibilidad de estudiar ciertos municipios de segunda línea que están plenamente afectados por el fenómeno turístico-residencial.

Las *escalas de análisis* a las que se va a recoger esta información son diversas, en un intento por mantener una visión global y de detalle en aquellas zonas que manifiesten una complejidad superior. Por tanto, las escalas serán 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000 y 1:10.000 según la complejidad de cada sector.

Metodo de trabajo a seguir

Analizar el desarrollo turístico-residencial (1956-1994). Para estudiar su evolución se deben consultar los vuelos aéreos de 1956, 1978, 1985 y 1989. Se dispondrá con ello de cuatro niveles temáticos, que se integrarán en un S.I.G. (Arc/Info) a como capas independientes, que podrán cruzarse entre sí de modo que nos den como resultado cuatro mapas de síntesis sobre el desarrollo turístico residencial experimentado: un nivel que exprese la evolución 1956-1978, otro para 1978-1985, un tercero para 1985-1989 y uno global, para todo el intervalo 1956-1989.

Tendencias del turismo residencial en el futuro. Se tratará de definir la aptitud de uso turístico-residencial de cada sector, para lo cual debe reunir una serie de características, como que el precio del suelo construido y sin construir sea asequible; que dicho sector tenga facilidad de comunicación, medida en distancia y tiempo de desplazamiento; que existan también unas buenas condiciones para la instalación de infraestructuras (telefonía, agua potable, saneamiento y distribución de energía eléctrica); que se contemple la posibilidad legal para edificar en el documento que rige el planeamiento urbano del municipio (que esté clasificado como Suelo Urbano o bien Urbanizable y calificado como residencial); que el sustrato edáfico sea consistente; que no esté ubicado en un cauce; que la pendiente orográfica sea admisible; que no interfiera un espacio de singular interés ambiental, ni esté afectado por los deslindes de la Ley de Costas, y por último, otros factores como la lejanía a actividades nocivas, insalubres o repulsivas, como industrias contaminantes, depuradoras, vertederos, cárceles, etc.

Cada uno de estos requisitos se debe introducir en el sistema como un nivel de información.

Otros factores no mensurables se tendrán también en cuenta, como las corrientes de mercado; la situación política y económica internacional; la perspectiva visual; las motivaciones personales o afectivas, la especulación, rentas de situación, etc.

Repercusiones de ese desarrollo en el consumo de agua. El desarrollo (o más bien desarrollismo) experimentado en los veinte municipios costeros debe sustentarse en unas bases sólidas de provisión de agua. Así, por ejemplo, en el municipio de Alicante, casi trescientas mil personas consumieron 20'84 hm³ de agua durante 1993, con una media de 1'5 hm³ mensuales, excepto los meses de verano, en los que el consumo se disparaba a 2'27 hm³ (de junio a septiembre, ambos incluidos).

Primeros avances en la investigación

Como aproximación a este trabajo se realizó la Memoria de Licenciatura centrando el análisis en la localidad de Torreveija. Su desmesurado desarrollo urbano se expresó en cuatro mapas que mostraban la evolución desde 1956 hasta 1989, en tres categorías diferentes: mantenimiento de uso, desarrollo urbano y desaparición de uso para cada uno de los mapas. Se trata de un desarrollo inconexo y veloz (entre 1988 y 1989 se construyeron más viviendas que en la ciudad de Valencia), no siempre respetuoso con las condiciones ambientales del entorno.

Del Plan General de Ordenación Urbana se extrajo la información referida a la clasificación del suelo (urbano, urbanizable y no urbanizable), así como su uso o calificación (residencial, generalmente). Se localizaron así una serie de "incongruencias" en el planeamiento, que nunca hubieran sido detectables sin una herramienta S.I.G.

Para ilustrar la relación que se genera entre este crecimiento urbano tan desmesurado y el consumo de agua, se planteó la comparación entre las viviendas construidas en Torreveija y el volumen de agua consumido, en metros cúbicos, durante los últimos años. 1988 y 1989 fueron los años del gran "boom" inmobiliario en Torreveija, sumando entre ambos más de 21.000 viviendas construidas, y que coincide con un incremento en los consumos de agua que, en 1989 superan por primera vez los 5 hm³ anuales. En verano se deben registrar las mayores demandas, pero destaca el mes de agosto, cuando se consumió (1993) la sexta parte del agua total necesaria en un año. Y en toda la estación veraniega, de junio a septiembre (ambos incluidos), la cifra de agua requerida es superior a los 3'2 hm³, casi el 60 % de la necesidad anual. Son, por otro lado, los meses en los que se registran menores precipitaciones y mayores pérdidas por evapotranspiración.

A estas dos razones se deben las variaciones desmesuradas entre la disponibilidad de agua y su demanda, con lo que se demuestra la gran dependencia que esta región tiene de los recursos hídricos alóctonos.

Bibliografía

- Bosque Sendra, J., *Sistemas de Información Geográfica*, Rialp., Madrid, 1992.
- Burrough, P.A., *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment*, Oxford University Press, New York, 1991.
- Calvo Melero, M., *Sistemas de Información Geográfica Digitales. Sistemas Geomáticos*, Instituto Vasco de Administración Pública, Fundación Euskoiker-Audifilm. Oñati (Guipúzcoa), 1993.
- Calvo, J.F. e Iborra, J., *Estudio ecológico de la laguna de La Mata*, Inst. de Estudios Juan Gil-Albert, Alicante, 1986.
- Comas, D. y Ruiz, E., *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*, Ariel Geografía, Barcelona, 1993.
- E.S.R.I. (Environmental Systems Research Institute), *Understandig G.I.S. The ARC/INFO method*, Redlands, 1990.

- Mendizabal, A., Rodriguez, E. y Garcia, F. "Aplicación de S.I.G. a la evaluación de recursos hídricos", en: *1^{er} Congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica (A.E.S.I.G.)*, Madrid, 1992, pp. 447-453.
- Plan Rector de uso y gestión del Paraje Natural de las lagunas de La Mata y Torrevieja*, Documento pendiente de aprobación, 1991.
- Vera Rebollo, J.F., *Turismo y urbanización en el litoral alicantino*, Instituto Juan Gil-Albert, Alicante, 1987.

EFFECTOS ECONOMICOS Y TERRITORIALES DE LAS SEQUIAS EN LAS TIERRAS ALICANTINAS

Jorge Olcina Cantos

Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante

Presentación

Al iniciar la redacción del presente escrito² ha finalizado uno de los años hidrológicos más secos (1993/94) y uno de los estíos más caluroso de la presente centuria, fenómenos que han provocado graves pérdidas económicas en el sureste Ibérico. La mengua de recursos hídricos ha avivado los conflictos regionales por el disfrute del agua, comprensiblemente exagerados al calor de las expectativas de aprobación del Plan Hidrológico Nacional. Las consecuencias de esta indigencia pluviométrica unidas a una sucesión de "golpes de calor" han sido desmesuradas en los medios de comunicación que habrían justificado las ideas del "cambio climático" o del agujero de ozono sobre la radiación solar recibida; en definitiva, para argumentar el supuesto proceso de desertización en que estarían inmersas buena parte de las tierras del sureste Ibérico. La divulgación científica mal entendida ha contribuido a consolidar en la opinión pública el atrayente axioma: *sequia --> cambio climático --> incremento de temperaturas --> aumento de incendios forestales --> desertización*.

Parece oportuno, pues, realizar, con visión geográfica, una reflexión sobre el problema de las sequías en las tierras alicantinas a fin de comprobar sus efectos territoriales y económicos.

Aspectos climáticos de las sequías.

El ritmo pluviométrico propio de la zona climática de latitudes medias con influencia mediterránea conoce mengua importante de volúmenes en los meses caniculares del estío, interpuesto entre los dos períodos que, en conjunto, concentran las tres cuartas partes de la cantidades acumuladas en el año: los meses tardo-estivales y el paroxismo atmosférico primaveral. Esta realidad climática resulta muy frágil, en nuestro ámbito donde rige un precario equilibrio entre recursos hídricos y demanda.

La *sequía climática* desemboca, por tanto, en una *sequía hidrológica*, ocasionando daños económicos, particularmente graves en la actividad agraria (*sequía agraria*). Esta asociación no es siempre relación directa puesto que la escasez de recursos y, en definitiva, la sensación de 'sequía' puede surgir de un incremento desorbitado de la demanda en un período de dos o tres años marcados por la normalidad pluviométrica. Ejemplo significativo es la 'sequía' de finales de los años sesenta y primeros años de los setenta, intervalo con precipitaciones no excesivamente menguadas (entre el 80 y 95% de los valores considerados normales en los distintos observatorios) que conoce un notable aumento de la superficie de regadío y de la demanda de agua para uso residencial y turístico.

El estudio de las sequías, aspecto propio del sureste Ibérico, ha comenzado a preocupar en los últimos años debido a la necesidad de evaluar los recursos hídricos nacionales para la elaboración de los Planes Hidrológicos de Cuenca, previos a la redacción del Plan Hidrológico Nacional (Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo).

² Las ideas que contiene este escrito forman parte de un trabajo de investigación más amplio que con el título "Sequías en las tierras alicantinas" estamos llevando a cabo el Dr. Antonio Rico Amorós y yo mismo, en el Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante.

En las tierras del sureste (sur de Alicante-Murcia y Almería), las que menor cantidad de precipitación reciben del conjunto peninsular, se producen secuencias secas (*sequías climáticas*) en virtud de su ubicación (proximidad al norte de África) y de la disposición de sus relieves (efecto *foehn* respecto a los flujos del oeste). Estas disminuciones cíclicas de precipitación afecta gravemente a la actividad agraria (sequías agrarias) y, en general, al medio ambiente:

- sequedad ambiental
- riesgo mayor de propagación de incendios forestales
- descenso de niveles acuíferos
- desecación de áreas lagunares de origen antrópico (El Hondo de Elche).

Pero no se produce falta de recursos hídricos para abastecimiento urbano. A ello ha contribuido la creación de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla y de otros consorcios de aguas como los de las Marinas Baja y Alta en la provincia de Alicante que garantizan el suministro a las poblaciones. Sólo aquellos municipios que no han desarrollado organismos conjuntos de gestión de agua padecen caídas de presión o cortes de agua en los momentos algidos de sequía; municipios que paradójicamente se localizan en espacios (comarca de la montaña alcoyana alicantina) bien dotadas de recursos pluviométricos: Benilloba, Benassau, Almudaina, Benillup y Gorga padecieron problemas de suministro urbano de agua durante el verano de 1994. Por tanto, sequía climática y sequía agraria pero no sequía hidrológica, entendida ésta como problemas de abastecimiento urbano.

Variada es la gama de definiciones de sequía, si bien ninguna disfruta de carácter universal. Desechables resultan las propuestas de Cole que denomina sequía la *período de 15 días sin lluvia* o de la British Rainfall Organization que define la *sequía absoluta como el intervalo de 15 días consecutivos en el que no se recogen más de 0,25 mm. de lluvia en ninguno de ellos*. Esta condición, rasgo condigno al verano de la fachada mediterránea peninsular, no se cumple ni en la estación meteorológica que mayor volumen anual de lluvia concentra de todo el cuadrante sureste peninsular (Pego), donde incluso en años considerados de abundancia pluviométrica suelen transcurrir un mes, e incluso dos, sin llover (es el caso de julio de 1972, año con una cantidad total de lluvia de 1,183,3 mm o de julio, agosto y primera década de septiembre del año 1971, que acumuló un volumen total de 1.137 mm). Más ajustada es la definición de Baldwin-Wiseman que entiende la sequía como el *intervalo de 3 meses o más - sin precisar - con una precipitación inferior al 50% de la media normal*. Recientemente, la Organización Meteorológica Mundial, a petición del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo e inserto en su estudio sobre los efectos de la secuencia seca de 1974-1985, propuso definir la sequía como la secuencia atmosférica caracterizada por *precipitaciones inferiores un 60% a las normales durante más de dos años consecutivos*.

Es necesario matizar entre *año seco*, curso anual con volúmenes de precipitación total inferiores a la media normal de una determinada estación meteorológica desarrollado entre años con precipitaciones normales o superiores a la cantidad media de una serie de, al menos, 30 años, y *secuencia de ingencia pluviométrica* (sequía), de mayor duración y que deviene de la agudización de la mengua de registros de lluvia durante más de un año.

En nuestro ámbito de estudio, podemos referirnos a un *año seco* cuando la lluvia total representa el 60% de la cantidad considerada normal en las diversas comarcas. En este caso la suma de la precipitación registrada en los dos períodos pluviométricos del año (febrero a mayo, por un lado, y septiembre a octubre, por otro) no alcanza el 50 % de la cantidad total anual normal de los distintos observatorios. Cuantificando este criterio, podemos determinar la aparición de un año seco en distintos ámbitos climáticos de las tierras alicantinas:

- Pego: precipitaciones de febrero a mayo inferiores a 300 mm y a 350 mm de septiembre a noviembre.

- Elche: precipitaciones inferiores a 100 mm para ambos intervalos.
- Villena: precipitaciones inferiores a 125 mm en el intervalo febrero-mayo y a 100 mm entre septiembre y noviembre.

Desde esta óptica, el año seco tiene una repercusión territorial más restringida. Años secos pueden afectar una comarca alicantina mientras tiene lugar un intervalo de abundancia pluviométrica en otros, aspecto que se relaciona con la localización de los efectos de lluvia intensa en los meses tardo-estivales. En el año 1982, las lluvias torrenciales de octubre mejoran los valores pluviométricos en las comarcas del Vinalopó, Campo de Alicante y, en menor medida, en el Bajo Segura mientras que se mantiene el ciclo de indigencia pluviométrica en las comarcas de la Marina y los Valles de Alcoy. Las comarcas del Bajo Segura y Bajo Vinalopó (Campo de Elche) son los espacios de la provincia más sensibles a los efectos de reducciones de precipitación en su producciones agrarias, por ende, los más afectados si las condiciones se prolongan en una secuencia de indigencia pluviométrica.

El mantenimiento de estas condiciones abre una secuencia de indigencia pluviométrica que comprende una sucesión de meses (nunca inferior a dieciseis) con precipitaciones inferiores, para la mayoría de ellos, en un 50% a las recogidas en idénticos meses de los años de normalidad pluviométrica. Dicha secuencia comienza con una reducción de lluvias en septiembre-noviembre, continúa en la primavera y culmina con un otoño con precipitaciones claramente inferiores a las normales en el período más lluvioso del año.

Esencial es la ausencia de lluvias abundantes en el mes de febrero. Así, para las dos últimas secuencias secas, las lluvias cuantiosas de febrero de 1985 marcan el cese de la secuencia seca 1981-84, mientras que la mayor crudeza de la secuencia seca de 1993-94 se deja sentir por la inexistencia de lluvias abundantes en febrero de 1994 que por el contrario si se producen en febrero de 1992 y 1993, respectivamente.

La causa atmosférica última radica en el mantenimiento de subsidencia anticiclónica. Para los años secos 1981 y 1983, el número de jornadas con presencia de dorsales de aire subtropical sobre el sureste peninsular fue de 150 y 174, respectivamente. La ausencia de lluvias se incrementa si asociamos a las dorsales anticiclónicas el número de jornadas con circulaciones de carácter zonal con paso de borrascas de estructura frontal puesto que éstas llegan desecadas debido al desgaste pluviométrico se sufren tras su tránsito por la Península Ibérica. Así el número de jornadas con circulaciones zonales se elevó a 56 y 33; y más de 200 días al año se registran circulaciones poco propicias para el desarrollo de precipitaciones. El número medio de días con precipitación en las tierras del sur de la provincia de Alicante nunca rebasan los 40. Además la presencia de circulaciones poco proclives a la génesis de lluvias se produce en los meses del año en principio lluviosos (febrero, marzo, septiembre, octubre).

Se puede así establecer una relación de años secos y secuencias de indigencia pluviométrica para las tierras alicantinas que comprendería los *años secos* de 1950, 1952, 1955, 1956, 1961, 1966, 1970, 1973, y las *secuencias secas* desarrolladas entre 1909-1914, 1938-39, 1944-45, 1981-84 y 1993-94.

Efectos económicos y territoriales de las sequías.

Amplia es la gama de efectos económicos, territoriales y medioambientales asociados con el desarrollo de una secuencia de sequía:

1. Las sequías suponen una reducción de los recursos de agua para abastecimiento urbano. Las tierras con menos cantidad de lluvias (comarcas del Campo de Alicante, Bajo Vinalopó y Bajo Segura) no sufren restricciones de agua debido al funcionamiento de la Mancomunidad de Canales del Taibilla que recibe el 80% de los caudales gestionados del trasvase Tajo-Segura. Municipios no mancomunados (comarca de la montaña alcoyana) que

se abastecen de recursos hipogeos suelen sufrir cortes de agua en verano. Una secuencia de sequía muy intensa ha motivado la creación del Consorcio de Aguas de la Marina Baja tras las agudas restricciones sufridas en los municipios de Benidorm, Villajoyosa o Altea durante los años 1978 y 1979.

2. Más llamativos son los efectos en el sector agrario. Las sequías implican:

- A. Aumento de la superficie sin cultivo o "barbecho forzado" por falta de agua de riego. Durante el año seco 1993, la reducción de superficie dedicada a cereal fue del 30% respecto el período 1986-92; la de algodón y tubérculos fue del 31% y 16% respectivamente.
- B. Reducción de la superficie dedicada a hortalizas, al se éstas producciones muy exigentes en agua.
- C. Problemas de comercialización de frutas por bajos calibres que, en las producciones de naranja y granado, alcanzó el 20% de la producción total en 1993.
- D. Demanda de aumento de los recursos foráneos pro parte de los agricultores. En 1966, a raíz de los efectos de una aguda sequía padecida en Almería, Murcia y Alicante, las reclamaciones de los agricultores motivaron el proyecto de trasvase de aguas desde el Tajo a la cuenca del Segura. A finales de enero de 1967, el Ministro de Obras Públicas haría pública, en una visita efectuada a Murcia, la noticia del "Anteproyecto General de Aprovechamiento conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España, Complejo Tajo-Segura", aprobado por el Gobierno el 13 de septiembre de 1968.
- E. Aumento de precios de algunas producciones por falta de oferta (cítricos, aceitunas, frutales). El limón verna ha sufrido un incremento de precio del 200% en agosto de 1994 respecto al 1993.
- F. Incremento del precio del agua para riego y de las extracciones de aguas subterráneas. Se han detectado incrementos de precios del agua subterránea entre 15 y 90 pts /m³ en el verano de 1994 respecto al verano de 1993. Los años secos van seguidos de un incrementos de perforaciones de pozos realizadas en la provincia de Alicante. Destaca, al respecto, el incremento de nuevos pozos registrado durante los años secos 1983 a 1985 (1.000 pozos) respecto al año humedo 1982 (147 pozos).
- G. Reducción de las dotaciones de agua por hectárea. En los regadíos del campo de Elche o del campo del Bajo Segura la aportación de agua en 1994 se ha reducido de 2.000 m³/ha/año a 850 m³/ha/año en el primer caso y de 5.700 m³/ha/año a 1.100 m³/ha/año en el segundo.
- H. Incremento de la superficie dedicada al cultivo de girasol, aprovechando los beneficios de las subvenciones por la Comunidad Europea. Asimismo, aumenta la superficie de cultivos forrajeros puesto que éstos soportan bien calidades de agua mediocres.

Para los últimos años secos 1993 y 1994, las pérdidas suponen entre el 10 y 30 % de la producción final agraria, con daños evaluados entre 5.000 y 20.000 millones de pesetas.

3. Las secuencias de sequía implican perjuicios medioambientales. El incremento de extracciones de agua subterránea lleva una serie de problemas de sobreexplotación como son el descenso de niveles de los acuíferos y la salinización de los mismos. El primer aspecto ha motivado la declaración de diversas unidades hidrogeológicas de las tierras alicantinas como acuíferos sobreexplotados (acuífero de Jumilla-Villena, acuífero de la Sierra de Crevillente). Para el año 1994 el descenso de niveles piezométricos ha alcanzado 60 metros desde enero a julio en el acuífero sobreexplotado de la Sierra de Crevillente o de 30 metros en el acuífero costero del Bajo Segura (Pilar de la Horadada y Orihuela). La salinización de acuíferos se produce por intrusión marina en los acuíferos costeros y por contacto con los materiales del triásico (Keuper).

Otra consecuencia de falta de lluvias y sequedad ambiental es el desarrollo de incendios forestales en la monaña interior de la provincia. No obstante, sequía e incendios no tienen conexión directa: se ha comprobado como en años muy secos se producen menos incendios forestales que años húmedos. Es el caso de los años húmedos 1986 y 1990 (3.408 y 11.849 ha) respecto a los secos 1981 o 1983 (6.017 ha y 2.862 ha, respectivamente).

Otro efecto medioambiental es la pérdida de valor ambiental que experimentan espacios de humedal de origen antropico en la provincia (embalse del Hondo). La falta de precipitaciones en 1993 y 1994 se ha acompañado de una disminución de la lámina de agua que ha llegado a su desaparición. Las 16 ha ocupadas por los dos embalses que componen la parte esencial del paraje han estado completamente vacios desde mediados de junio hasta finales de septiembre de 1994. Este hecho ha provocado la desaparición de peces (mujos y carpa), el descenso de la población de fochas, y una extensión de plantas salicornias que, desde su habitual posición en el área perimetral del humedal invade ahora todo el espacio lagunar.

MODELISATION DES IMPACTS D'AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES SUR UN FLEUVE: APPLICATION A LA LOIRE SUPERIEURE (42 - FRANCE)

F. Allignol, D. Graillot et G. Vitel
Université de Saint-Etienne

Un projet de modélisation qualitative des impacts d'aménagements hydrauliques sur les berges d'un fleuve est actuellement en cours à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne (42 - France).

Ce projet se réalise en collaboration avec l'Université Jean Monnet (Saint-Etienne), en partenariat avec le Conseil Régional Rhône-Alpes et le Groupe Horizon (Villefontaine).

Objectif

L'objectif est de mettre en place un outil d'aide à la décision pour évaluer l'impact des aménagements hydrauliques sur la Loire et son lit majeur, par l'établissement de scénarios.

La modélisation du comportement du système nappe/rivière, la prévision de son évolution en réponse à de nouveaux aménagements doit aider à une meilleure gestion des ressources telles que l'eau potable ou les matériaux d'extraction.

Secteur d'étude

Le secteur d'étude choisi est la plaine du Forez située dans le Massif Central (France). Il s'agit d'un fossé d'effondrement tertiaire orienté Nord-Sud, partiellement remblayé par des formations argilo-sableuses et par des marnes. Notre étude se limite aux alluvions récentes (basse terrasse), exploitées pour l'Alimentation en Eau Potable des communes riveraines et pour l'extraction de graviers.

La Loire qui se caractérise par des crues violentes et par des étiages très bas, a été aménagée dès le XVII^{ème} siècle, successivement par des digues et des levées, des travaux de drainage, des exploitations de graviers dans le chenal actif du fleuve, deux barrages (Grangent et Villerest) construits respectivement en amont et en aval de la plaine (production électrique et régulation des débits).

Ces aménagements ont modifié la morphologie du fleuve en creusant le fond du lit de plus d'un mètre. Nous mettons en place un outil capable de modéliser les impacts d'aménagements hydrauliques passés et futurs sur l'hydrosystème fluvial.

Outils et méthodes

La structure du modèle qualitatif de comportement hydrogéologique est composée principalement: d'un module "Modèles Hydrodynamiques"; d'un module "Dynamique des Systèmes" et d'un module "Système d'Information Géographique".

Les modèles hydrodynamiques

Nous avons utilisé des modèles hydrodynamiques aux différences finies classiques développés à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.

Un modèle mathématique de nappe est l'ensemble constitué par les différents fichiers décrivant l'aquifère et les programmes de calcul permettant d'en représenter le fonctionnement hydrogéologique. Ils sont destinés à simuler diverses conditions d'exploitation nouvelles à mettre en oeuvre : digues, pompages, gravières.

non quantifiables, exemple: l'érosion du lit mineur pourra être graduée en "faible", "moyen" et "fort".

Le modèle qualitatif en cours de réalisation comporte donc deux modules qui communiquent : la Dynamique des Systèmes et les modèles hydrodynamiques. Un Système d'Information Géographique (S.I.G.) constitue le lien qui les relie.

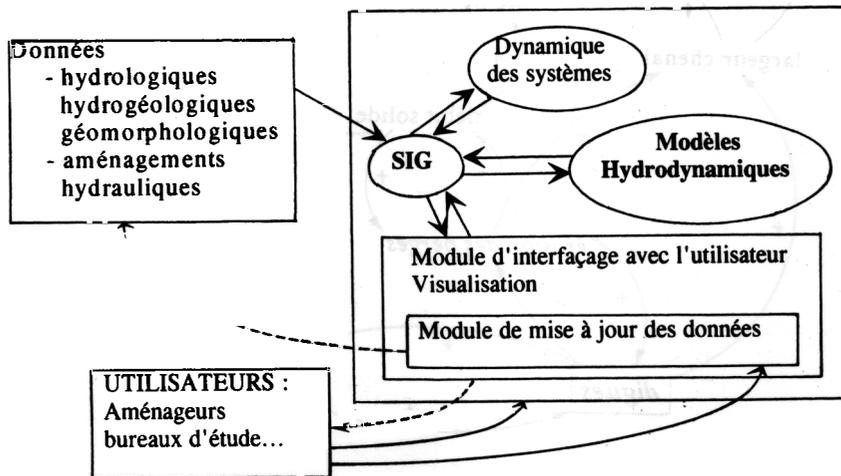
Système d'Information Géographique

Le S.I.G. constitue un Système de Gestion de Base de Données Spatiales renseignant les modèles hydrodynamiques et la dynamique des systèmes. C'est aussi un outil de visualisation des résultats sous la forme graphique plus facilement interprétable qu'un listing de résultats chiffrés.

D'un point de vue géomorphologique, le S.I.G. permet de réaliser de multiples analyses spatiales par superposition de cartes monothématiques, et traitements mathématiques. Les Modèles Numériques de Terrain donnent une visualisation du relief et automatisent le tracé des documents de base pour le travail du géomorphologue : coupes transversales des lits mineur et majeur.

Description organique de l'ensemble

Fig. 2: Modèle qualitatif de comportement hydrogéologique



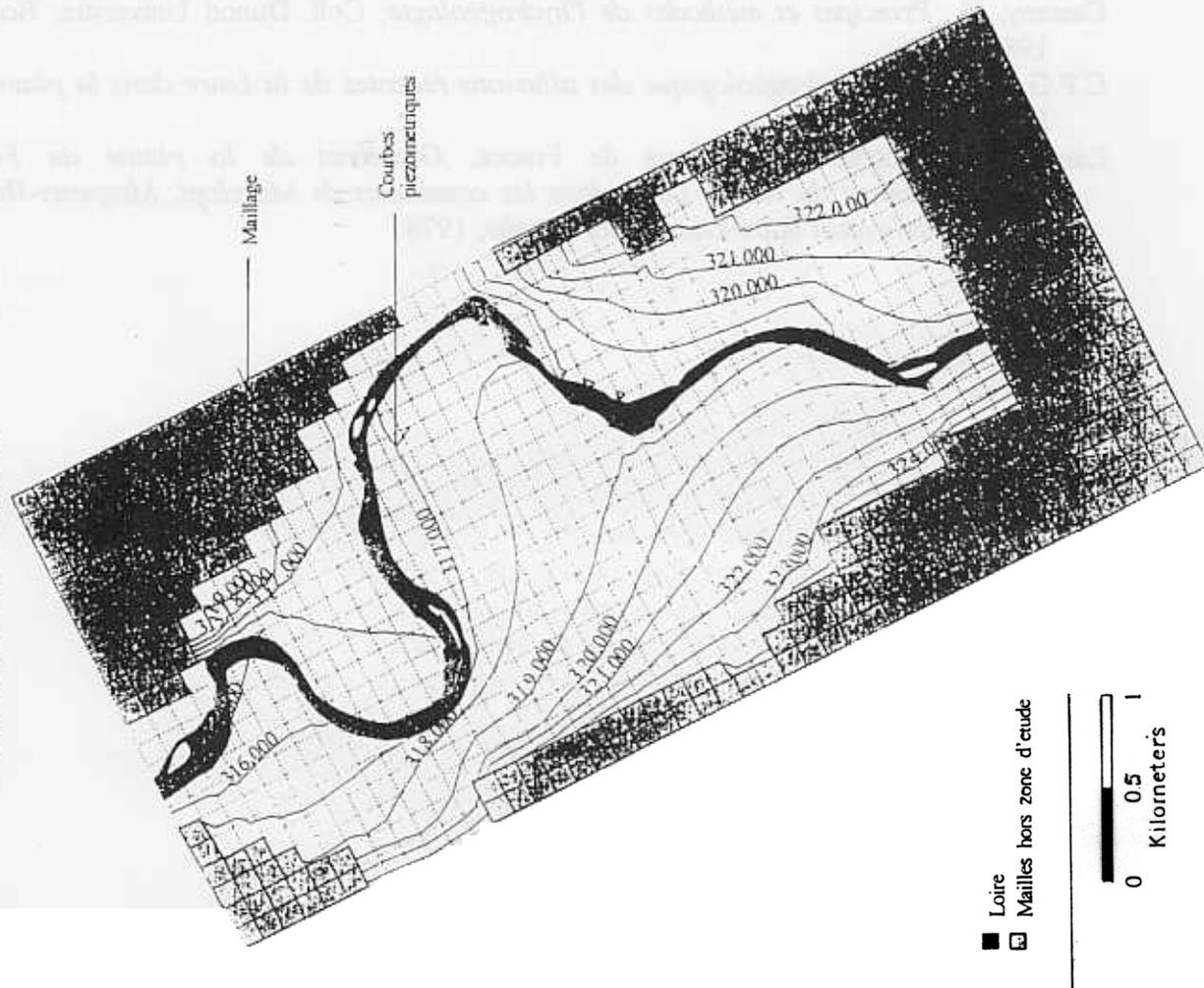
Le fonctionnement du modèle de comportement hydrogéologique est donc le suivant:

- énoncé d'un projet d'aménagement hydraulique par l'aménageur (localisation géographique, nature de l'ouvrage...);
- extraction par le S.I.G. des données nécessaires pour activer les modèles hydrodynamiques ou à la dynamique des systèmes;
- restitution des résultats alphanumériques vers le S.I.G.;
- transcription des résultats alphanumériques en résultats graphiques par le S.I.G.

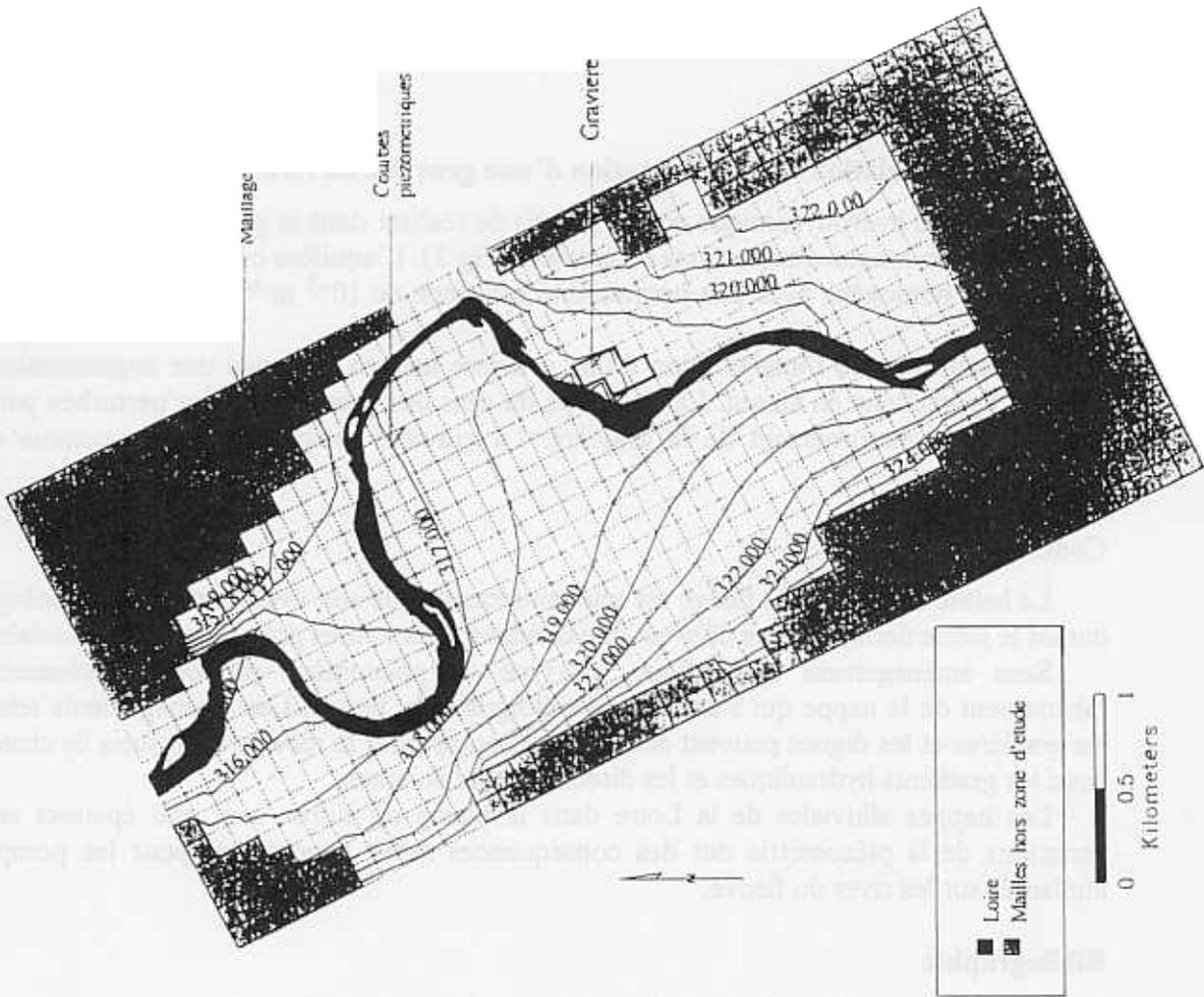
L'outil doit être évolutif de façon à intégrer les résultats de nouvelles études, de nouvelles conditions géomorphologiques, de nouveaux aménagements réalisés sur le fleuve. Ce fait est assuré par la mise à jour de la Base de Données Géographiques.

Fig.3: Simulation de l'implantation d'une gravière en rive droite de la Loire (SIG: Arc/Info)

Resultats d'une modelisation hydrodynamique a Balbigny
avant installation d'une graviere



Resultats d'une modelisation hydrodynamique a Balbigny
apres installation d'une graviere



Résultats : Simulation de l'implantation d'une gravière en rive gauche de la Loire

Un modèle hydrodynamique nous a permis de réaliser dans la partie aval de la plaine du Forez, des simulations d'extractions de graviers (Fig.3). L'aquifère constitué par les alluvions récentes est homogène avec une perméabilité moyenne de $10^{-3} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Il s'agit d'une nappe libre.

La simulation de l'implantation d'une gravière met en évidence une augmentation du gradient hydraulique en amont. La régularité du sens des écoulements est perturbée par une tendance au contournement de la gravière. La gravière remplace la Loire comme drain principal.

Conclusions

La baisse du niveau du fleuve est une conséquence de son évolution géomorphologique durant le siècle dernier. Cette côte est une condition aux limites pour les nappes alluviales.

Sans aménagement hydraulique, ce type de phénomène provoque seulement un rabattement de la nappe qui s'amortit en s'éloignant du fleuve. Les aménagements tels que les gravières et les digues peuvent accentuer ou compenser le rabattement, mais ils changent aussi les gradients hydrauliques et les directions d'écoulement.

Les nappes alluviales de la Loire dans la plaine du Forez sont peu épaisses et ces variations de la piézométrie ont des conséquences assez importantes pour les pompes implantés sur les rives du fleuve.

Bibliographie

- Amoros, C., Petts, G.E., *Hydrosystèmes fluviaux*, Masson, Paris, 1993.
- Aracil, J., *Introduction à la dynamique des systèmes*, Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 1984.
- Castany, G., *Principes et méthodes de l'hydrogéologie*, Coll. Dunod Université, Bordas, 1982.
- C.P.G.F., *Synthèse hydrogéologique des alluvions récentes de la Loire dans la plaine du Forez*, 1979.
- Laboratoire Central d'Hydraulique de France, *Gravières de la plaine du Forez. Réaménagement du val de Loire dans les communes de Marclopt, Magneux-Haute-Rive, Chambéon et Saint-Laurent-la-Conche*, 1978.