

La gestion intégrée des ressources en eau

Yves Emsellem

Président d'ARLAB

Avant-propos

Ce que l'on appelait il y a une décennie la gestion intégrée des ressources en eau recouvre, à l'heure actuelle, un ensemble de disciplines et de techniques. Le langage familier, aujourd'hui, utilise les termes d'analyse de systèmes, de prospective, de scénario, de trajectoire. Le présent article décrit la démarche suivie depuis 1969 grâce à une initiative du Secrétariat permanent pour les problèmes de l'eau et de la Délégation générale à la recherche scientifique pour mettre au point des méthodes d'analyse de la politique de l'eau prenant en compte non seulement les aspects techniques de l'usage de l'eau mais aussi leurs interactions avec la démographie, l'activité économique, l'aménagement du territoire de l'environnement.

L'Agence de Bassin Adour-Garonne sert de support et apporta une contribution majeure à la première application des méthodes construites, qui furent considérablement améliorées, grâce à l'expérience acquise, à l'occasion de travaux concernant l'ensemble du territoire lancés par la Commission des Communautés Européennes puis du Ministère de la Qualité de la Vie.

Les outils furent alors affinés de nouveau pour construire un outil d'analyse de gestion des ressources en eau de l'Agence de Bassin Seine-Normandie.

Les différents travaux exposés ici ont bénéficié de la compétence de nombreuses équipes pluridisciplinaires et il est agréable de rappeler la contribution de Rémi Barré, Jean-Pierre Bordet, Alain Drach, Alain Dreyfus, Jean-Marie Espinasse, Pierre Hubert, Arthur Melzer, Philippe Mirenovicz, Patrice Ramain, Pierre Frédéric Ténrière Buchot et Jacques Theys.

Les scénarios

Les prévisions sont très difficiles, surtout en ce qui concerne le futur – proverbe chinois ancien. La difficulté de décrire avec précision le futur conduit à adopter la démarche suivie par l'équipe SESAME, en recourant aux scénarios et aux trajectoires.

Tout d'abord le futur n'est pas décrit par un point, mais encadré par une série de situations – les scénarios. Ce ne sont pas de pures extrapolations du passé. L'extrapolation, en effet, n'explique rien. Afin de pouvoir agir sur chacun des facteurs, chaque scénario est contrôlé en terme de cohérence : ceci assure, au moins, que les situations prises en référence sont possibles, même si elles ne prédisent pas le futur. En outre, la sensibilité des décisions d'aménagement aux variations des phénomènes naturels et socio-économiques peut être estimée à partir d'un ensemble logique.

Cette cohérence est assurée également tout au long du chemin qui conduit à ces situations alternatives. Sur ces trajectoires, de nombreux mécanismes peuvent jouer de façon optionnelle, mais logiques entre elles : politique de l'énergie, évolution de la natalité, structure de la consommation des ménages, évolution de la technologie.

En bref, on encadre un futur tendanciel hypothétique, dont on contrôle la vraisemblance, par des situations possibles et l'on recherche les trajectoires cohérentes qui y mènent.

Les scénarios sont organisés en systèmes jouant aux différents niveaux de problème.

Tout d'abord la politique de l'eau et de la protection de l'environnement fait partie de l'aménagement du territoire. L'aménagement du territoire se décrit à partir d'un certain nombre d'options et de moyens et la poli-

tique de l'eau et de l'environnement se traduit par un certain nombre d'actions.

Ces options et ces actions agissent sur un système, décrit en termes

- de population
- de migrations et de mortalité - natalité
- d'évolution de la population active
- d'emploi
- de taux de croissance des agrégats macroéconomiques
- d'échanges interindustriels
- d'échanges économiques régionaux
- de structure et modes de consommation des ménages
- d'évolution des consommations finales
- de modification des productivités
- de consommation d'énergie et des types d'énergie
- de structure des imports et des exports.

Ce premier ensemble doit être cohérent à plusieurs égards. Tout d'abord, il doit assurer la cohérence entre l'économie et la population. En effet, un objectif de développement se traduit en consommations finales, et, à l'aide de coefficients techniques fournis par les tableaux d'échanges interindustriels, en production.

Mais cette production doit elle-même être effectuée à l'aide de la population active, et s'exprime, grâce aux productivités, en termes d'emplois offerts.

Or la population évolue en masse globale et en distribution à partir de l'évolution des natalités-mortalités et des migrations. En outre, chaque tranche d'âge a un taux d'activité, qui permet donc de reconstituer la population active. On peut donc à ce niveau assurer un contrôle global de l'offre et de la demande d'emploi, dont la différence montre l'ampleur des tensions sociales ou, au contraire, la nécessité de réduire le rythme de croissance ou d'accroître la productivité.

Ce premier contrôle global n'est qu'imparfait, car il doit être complété par le contrôle régional de l'offre et de la demande d'emploi. Aussi les chiffres de production, de consommation, de productivité, d'emploi et de population doivent-ils être régionalisés. Cette régionalisation permet du même coup de contrôler la cohérence des schémas d'aménagement du territoire.

Il y a donc cinq contrôles possibles. Le premier entre la population et la croissance économique. Le second entre l'aménagement du territoire et l'activité régionale. Le troisième au niveau des tensions sociales potentielles. Le quatrième entre l'indice régional des salaires et les productivités. Le cinquième au niveau de la comptabilité nationale.

En outre, de nombreuses vérifications sont possibles par comparaison avec les résultats de travaux fondés sur des projections économiques ou financières : croissance de la productivité globale, des effectifs actifs, de la valeur ajoutée, des valeurs ajoutées par branche, de l'emploi par secteur, de la consommation d'énergie, de la démographie et de l'emploi régionalisés.

Bien évidemment, à ce niveau de l'exposé, il ne faut pas cacher que les dizaines de milliers de données et de résultats nécessitent, pour leur manipulation, un très gros ordinateur - en l'occurrence un CDC 7600.

Ces contrôles des scénarios concernent toute la partie gauche de la planche : Prospective des nuisances en France - horizon 1985 - 2000.

Pour réaliser les dernières études, 15 années de tableaux d'échanges interindustriels et les recensements de 1962 et 1968 ont été utilisés pour calculer :

- les coefficients techniques et leur évolution (1 F de telle branche nécessite tant de centimes de telle autre branche)
- les consommations finales par branche à partir des scénarios de croissance
- la régionalisation des échanges à partir des schémas de l'aménagement du territoire
- les productivités apparentes (en F/emploi/branche), leur évolution, et leur distribution
- les emplois par secteur et par région
- les actifs potentiels par région et dans le temps
- la population et sa régionalisation dans le temps.

La période 1959 à 1975 a servi de base de référence. Le recensement de 1975 a servi de contrôle. La période analysée s'étend de 1970 à 2000.

Les activités économiques suivantes ont été considérées à partir des branches de la Comptabilité nationale

- agriculture
- industries agricoles et alimentaires
- combustibles minéraux solides
- gaz-électricité
- pétrole
- matériaux de construction
- verre
- sidérurgie
- métaux non ferreux
- transformation
- construction mécanique
- construction électrique
- automobile
- chantiers navals - aéronautique
- chimie
- textile
- habillement
- cuirs
- bois
- papiers et cartons
- édition
- bâtiment et travaux publics
- transport
- télécommunications
- logement
- services.

Pour chacune de ces branches, ainsi que pour le commerce, les ménages, les administrations, les T.E.I. ont été complétés classiquement pour chacune des échéances, tous les 5 ans ou tous les ans, de 1970 à 2000.

Pour les calculs détaillés, plusieurs branches ont été redécoupées en sous branches dont les rejets et les besoins en eau diffèrent : par exemple l'électricité

- hydraulique
- thermique . charbon
- . fuel
- nucléaire . P W R
- . B W R

Enfin le territoire a été découpé en unités élémentaires. Bien sûr, la première idée consiste à suivre le découpage hydrographique, mais, comme une poli-

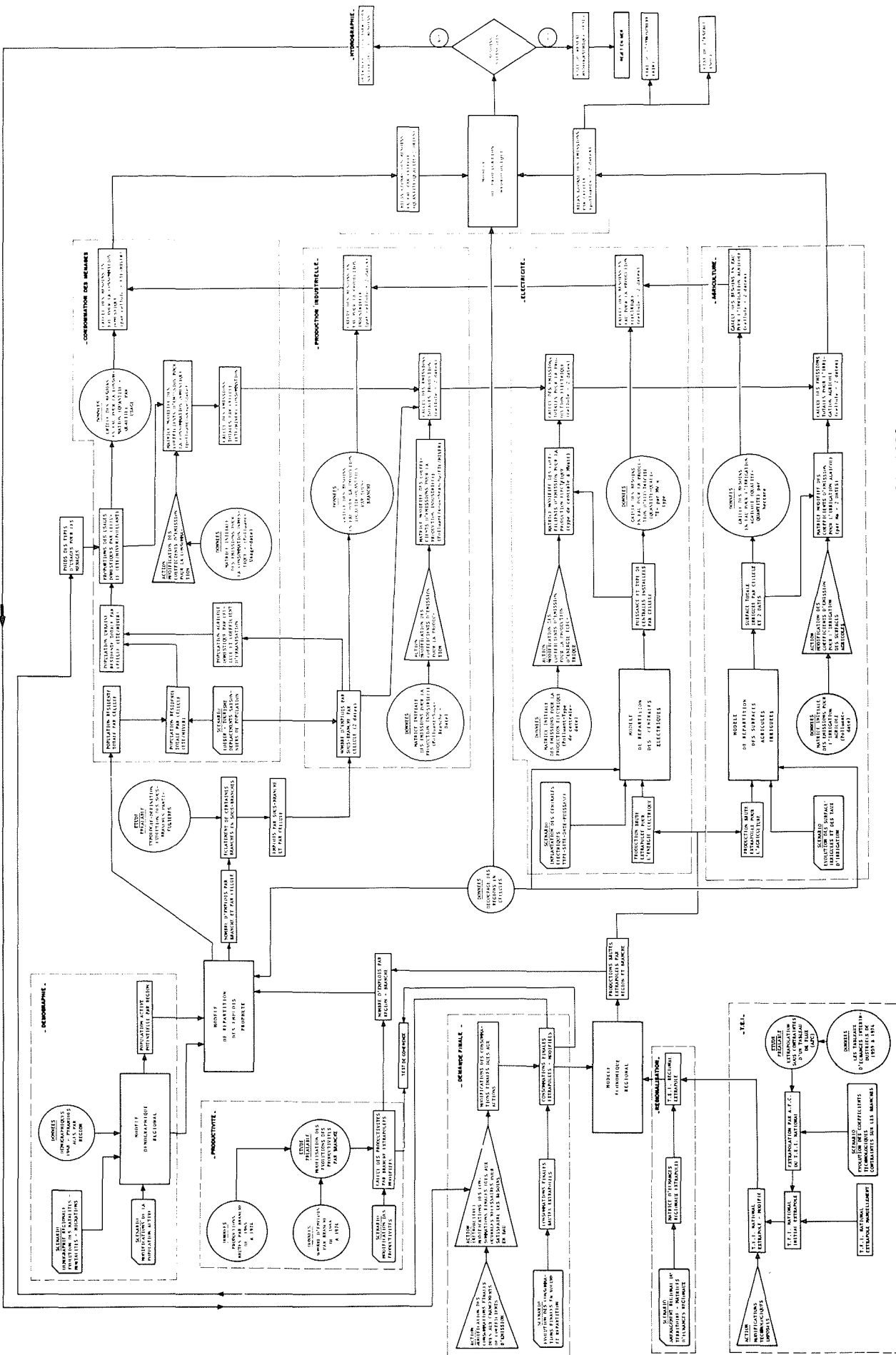


Figure 1. — Prospective des nuisances en France. Horizon 1985-2000.

- technologie de production
- structure des imports exports
- natalité – migrations.

On peut légitimement se demander si la mise en œuvre d'un tel arsenal était nécessaire. Trois raisons majeures plaident en faveur de ce travail de base.

Tout d'abord les effets induits de toute action économique ou démographique, ou de la réalisation d'une politique de l'environnement, sont loin d'être négligeables par suite des interactions entre branches de l'économie d'une part, entre offre et demande d'emploi d'autre part. A titre d'exemple, il suffit de dire qu'une région purement agricole a besoin de chimie – engrais –, d'énergie, de transports, de services, de marchés, donc d'agglomérations urbaines. Encore devons nous distinguer, dans le présent exemple, l'élevage, la forêt ou les cultures, l'irrigation, les transformations par les industries agricoles.

D'autre part, les techniques de projection n'assurant pas de cohérence interne au développement, conduisent chaque acteur à s'attribuer dans le futur la majeure partie du développement : la somme des prévisions de population faites régionalement se référant, pour l'année 2000, au schéma de 60 millions d'habitants en France, conduit à un total compris entre 72 et 76 millions d'habitants, dont on ignorerait alors – outre l'imprécision globale – les moyens de subsistance, de production et d'investissement, quand il ne s'agit pas du taux de chômage. Il faut donc bien assurer la cohérence des scénarios.

Il aurait donc été tentant d'utiliser les scénarios existants et de s'appuyer sur les travaux de la DATAR et de l'INSEE. Et ce fut fait, pour les premières applications. Mais la nécessité de descendre à des cellules de territoire assez fines, pour bien décrire l'hydrologie et la pollution, et, surtout, le bouleversement apporté à tous les schémas par la crise de l'énergie, ont démontré la nécessité dans le modèle d'un bloc permettant de travailler sur ces schémas.

On peut ensuite observer que l'on sait bien peu de choses sur la valeur ajoutée par canton, et c'est bien évident. Aussi, pour les applications à l'Agence, le modèle a travaillé à plusieurs échelles :

- les six Zeat pour l'évolution régionale
- les vingt et une régions pour l'évolution des TEI, de la population et de l'emploi
- les régions comprises en partie ou totalement dans l'agence ont alors été éclatées en cantons et seuils sur lesquels les emplois et les productions ont été calculés. Aussi, la cohérence globale à l'échelle du pays est-elle assurée au moment où l'on descend au niveau élémentaire.

On peut donc passer au calcul des besoins en eau et des productions brutes de polluants, à partir des résultats du modèle démographique et économique, qui fournit notamment, pour chaque cellule élémentaire, aux différentes échéances :

- la population urbaine grandes villes
- la population urbaine petites villes
- la population rurale
- la population active
- l'activité par branche en emplois
- la production par branche en France 1970.

Les besoins en eau et la production des polluants

a) Structure générale du schéma

Prélever de l'eau est un besoin, la rejeter après usage est une nécessité, et produire de la pollution en plus ou moins grande quantité s'inscrit dans le processus.

Au départ, six usages élémentaires de l'eau ont été distingués, deux généraux, agricole et domestique, et quatre industriels : lavage, refroidissement, chaudière et fabrication. Chacun de ces usages consomme une proportion d'eau – la consommation – et contient des polluants au rejet. Cette description est apparue insuffisante à l'usage, en raison de la diversité des industries, des techniques agricoles et des moyens de production d'électricité. Aussi, le schéma actuel, plus simple et plus complet, s'organise-t-il comme suit :

Les besoins de prélèvement sont évalués à partir de grilles fournissant des coefficients. Deux types d'eau sont distingués :

- une eau de bonne qualité destinée aux usages domestiques et aux usages agricoles, ainsi qu'aux usages industriels désignés par chauffage et fabrication,
- une eau de moins bonne qualité qui, prétraitée ou non, est destinée aux usages industriels désignés par lavage et refroidissement ainsi qu'au refroidissement des centrales thermiques.

Ce schéma a un caractère statistique qui recouvre les proportions d'eau de différente nature alimentant différentes unités d'une même branche d'activité, sans suggérer un double réseau de distribution, irréaliste.

Les polluants qui furent considérés et pour lesquels un inventaire fut dressé, sont les suivants, pour l'air, l'eau et le sol, à partir des travaux lancés par le Ministère de la Qualité de la Vie :

- | | |
|-----|---|
| air | – oxyde de carbone |
| | – SO ₂ |
| | – oxydes d'azote |
| | – poussières |
| | – hydrocarbures |
| | – plomb |
| | – radiations |
| eau | – nitrates |
| | – phosphates |
| | – matières oxydables carbonées ou azotées |
| | – matières en suspension |
| | – hydrocarbures |
| | – radiations |
| | – température |
| | – équivalents toxiques |
| | – insecticides |
| sol | – déchets solides urbains. |

Naturellement, pour l'eau, l'oxygène dissous sera introduit plus loin pour permettre le calcul de l'autoépuration des matières oxydables tenant compte de la température. De plus, pour les travaux concernant la gestion de l'eau, les polluants essentiels retenus furent :

- matières oxydables carbonées (MOC)
- matières oxydables azotées (MON)
- nitrates (NIT)
- phosphates (PHOS)

b) Le secteur domestique et le tourisme

Les besoins domestiques ont été éclatés en

- grandes villes
- urbain
- rural

avec des taux différents en litres par jour et par habitant et des taux de croissance différents conduisant à long terme à une plus grande uniformité.

La population varie saisonnièrement avec le tourisme. Aussi, un scénario "loisirs" est-il introduit pour représenter les déplacements saisonniers des populations entre villes, littoral, montagnes et campagnes, entre régions, vers ou en provenance de l'étranger.

D'autre part, le contrôle effectué en première phase de l'activité agricole fournit la population rurale par unité territoriale en hiver et en été, puisque l'activité agricole est partiellement saisonnière.

Les productions de polluants ont été évaluées à partir des données d'agence, en kg/j, sur la base du nombre d'habitants (été hiver) suivant les 4 indicateurs : MOC - MON, NIT et PHOS.

Pour la production d'énergie, le réchauffement a été transformé en équivalent DBO5 et équivalent matières oxydables azotées à partir de la puissance installée.

e) L'industrie

Pour l'industrie, enfin, branche par branche, les besoins ont été évalués par une grille obtenue par régression sous contrainte à partir des données réelles d'agence et de données complémentaires. L'indicateur est, par branche, le million de francs 1970 de production. Les résultats sont les besoins de prélèvement lavage-refroidissement et chaudière fabrication, et le total est prélevé lorsqu'aucun recyclage n'est nécessaire ou réalisé.

De même, les calculs des T/J de matières oxydables carbonées ou azotées sont faits sur la base des Francs 1970 de production.

Bien sûr, des schémas plus élaborés furent construits, notamment pour les micropolluants et toxiques, qui sont contrôlés également.

Le schéma général de la grille est donc :

	Besoin en eau		Polluants					Consommation
	bonne	médiocre	MOC	MON	NIT	PHOS	Etc	
<i>Domestique</i> (habitants)								
grandes villes	X		X	X	X	X	X	X
petites villes	X		X	X	X	X	X	X
rural	X		X	X	X	X	X	X
<i>Agricole</i> (hectare)								
irrigué	X	X	X	X	X	X	X	X
non irrigué			X	X	X	X	X	
<i>Centrales</i> (MW)								
thermique		X	X	X				X
nucléaire		X	X	X				X
<i>Industrie</i> (production en millions de Francs)								
branche par branche	X	X	X	X	X	X	X	X

c) Besoins agricoles

Les besoins en eau sont ceux de l'irrigation, et les quantités mesurées dans le recensement général de l'agriculture de 1971, distinguant la provenance des eaux, souterraines ou superficielles. Ce recensement fournit après agglomération les résultats par cellule en 71, et différents schémas d'aménagement de l'irrigation (à la raie - aspersion - goutte à goutte) font évoluer les besoins dans le temps.

Les productions de nitrates et phosphates sont régionalisées par des coefficients régionaux affectant les émissions moyennes et variant de 0,4 à 2.

d) Besoins des centrales thermiques.

La base du calcul de besoins est le type de centrale et le MW installé aux différentes échéances, selon le calendrier des prévisions.

Les ressources en eau et le bilan des flux

Les cellules élémentaires de territoire sont reliées par une série de flèches orientées décrivant le réseau hydrologique, le découpage ayant été conduit de façon à obtenir un graphe simple tout en respectant les limites administratives.

Pour chaque cellule, un bilan en flux d'eau s'établit comme suit :

- $$\text{débit à l'aval de la cellule} = \text{somme des débits provenant de l'amont}$$
- + ressources locales
 - + pompages en nappes
 - + eau amenée par les dériviations
 - + déstockage des barrages locaux

- + apport provenant de la collecte des eaux usées d'autres cellules
- consommation nette des usages de l'eau
- eau collectée dans une autre cellule.

L'unité sera le m³/s.

Tout d'abord les ressources locales représentent le flux drainé localement par le réseau hydrographique. Il s'agit d'un ensemble de ressources superficielles et souterraines, alluviales ou peu profondes. Le bilan correspond donc à la résultante d'un ensemble de phénomènes de la période précédente. Le bilan, en effet, est réalisé pour une période critique d'une sévérité donnée, c'est-à-dire un étiage, époque à laquelle les pluies sont inexistantes⁽¹⁾. Par exemple, l'automne 1971, de caractère décennal, a souvent été retenu comme période de référence, ainsi que d'autres périodes critiques comme les étiages de 1949 ou de 1976.

Le choix de la période de référence était délicat, car deux options se présentaient pour simuler des situations hydrologiques plus ou moins sévères.

- utiliser les débits classés de même fréquence, par exemple les débits à 80 %, 90 %, 95 %
- utiliser des situations réelles.

C'est cette seconde option qui a été retenue, pour différentes raisons.

Une raison de logique

Choisir pour représenter le réseau hydrologique, les débits classés de même fréquence aboutit à une situation dont la fréquence n'a aucun rapport avec la fréquence de référence : si par exemple chaque bief est affecté d'un débit décennal, la situation résultante n'est pas décennale. En d'autres termes la situation d'étiage décennal pour un ensemble de stations de mesures n'est pas décennale.

Une raison de cohérence

Le bilan d'amont en aval n'a de sens que si les débits pris en considération sont synchrones. Ceci est très important pour le calcul des ressources locales dont on peut assurer le contrôle grâce au débit spécifique régionalisé, à l'aide de techniques de cartographie telles que le krigeage.

Une raison d'homogénéité

Les stations hydrologiques n'ont pas la même ancienneté de fonctionnement, et les débits classés provenant de ces stations ne sont donc pas comparables.

Certains relevés anciens, en outre, n'ont plus qu'une signification historique.

Enfin, la mise en place progressive des barrages nécessite des calculs pour rendre comparables les débits à des époques antérieures et postérieures à la mise en place du barrage.

Afin d'éviter ces problèmes, les situations hydrologiques de référence seront donc réelles.

(1) En principe...

Les pompages en nappes peuvent varier de leur valeur en 1970 à une limite supérieure dépendant de la région. Les pompages actuels sont considérés comme une ressource effectivement disponible car le décret de 1935 a été étendu partout en France où un problème de nappes surexploitées a surgi.

Par déstockage de barrages locaux il faut entendre ce qui est effectivement déstocké, non ce que le barrage peut déstocker dans l'absolu. En outre, la garantie de sécurité publique est introduite en simulant les barrages à buts multiples dont une tranche importante est destinée à lutter contre les crues.

De même, le bilan besoins ressources se fera pour les échéances successives en modifiant, selon les besoins,

- les prélèvements en nappe, en les accroissant jusqu'aux possibilités locales,
- les dérivations, en créant au besoin de nouvelles,
- les déstockages, en mettant en service de nouveaux barrages,
- les transferts entre cellules

et, naturellement, les capacités d'épuration pour ce qui concerne la qualité. En effet, la capacité d'épuration installée dans chaque cellule fait partie de la description des ressources en eau, ainsi que les réseaux de distribution caractérisés, ici, par les taux de raccordement, qui sont connus.

De même, le rendement en épuration des matières oxydables carbonées et azotées, en phosphates et nitrates pour les unités de traitement primaires et secondaires achève la description des ressources.

Bien sûr, la simulation de l'auto-épuration complète le bilan des flux en quantité et qualité.

La satisfaction des besoins et les objectifs de qualité

Le bilan besoins-ressources est exprimé en ouvrages hydrauliques, pompages, barrages, dérivations et en épuration à créer. Des impossibilités sont représentées par un déficit représentant les besoins quantitatifs non assués ou le flux de dilution nécessaire pour atteindre les objectifs de qualité. Chaque scénario est testé pour satisfaire simultanément :

- les besoins de prélèvement,
- la sécurité d'approvisionnement,
- la lutte contre les crues,
- la protection de l'environnement

en respectant,

- des stratégies d'affectation des ressources
 - des stratégies d'aménagement des ressources
 - des stratégies d'utilisation des ressources
 - des stratégies de lutte contre la pollution.
- Les besoins de prélèvement sont ceux qui sont calculés dans les phases précédentes. Il faut distinguer entre prélèvements cumulatifs, en nappes ou en ressources locales de bonne qualité, qui, une fois prélevés, sont rejetés dans le réseau, et les prélèvements

à seuil, tels que ceux des centrales qui rejettent immédiatement l'eau après usage.

- La sécurité d'approvisionnement correspond à la dureté de la situation hydrologique type choisie : la différence de taille des équipements — donc des investissements — pour une sévérité plus ou moins grande, mesure le coût de la sécurité.
- La sécurité publique de protection contre les crues est testée en mettant en service de façon optionnelle les barrages potentiels qui ont une fonction importante de régularisation mais ne sont pas indispensables à la satisfaction des besoins.
- La protection de l'environnement se représente par des objectifs de qualité à atteindre suivant la nomenclature des Agences.

D'autre part, les stratégies optionnelles caractérisent un ensemble de contraintes

- *stratégie d'affectation des ressources*

Les ressources souterraines, locales ou superficielles sont utilisées à l'heure actuelle de façon connue par les données d'agences. Les prélèvements supplémentaires à réaliser pour le futur peuvent donc s'adresser, selon leur nature, aux différentes ressources selon des modalités qui sont donc testées pour faire ressortir l'impact sur les investissements et la sécurité à long terme d'approvisionnement de certains usagers en eau de bonne qualité.

- *stratégie d'aménagement des ressources*

Un même débit en rivière peut être obtenu en soutenant l'étiage par barrage, par dérivation, ou par pompage en nappe accru à l'amont. Le recours au dessalement constitue aussi une variante.

- *stratégie de lutte contre la pollution*

Pour obtenir en rivière une même qualité d'eau, on peut :

- . épurer avant de rejeter,
- . diluer par accroissement des débits
- . éviter, en agissant sur les mécanismes de production, de produire la pollution.

- *stratégie d'utilisation des ressources*

Bien sûr, la réutilisation de l'eau usée pour l'agriculture, par exemple, ou le recyclage peuvent être employés à des degrés divers dépendant soit de la nécessité immédiate, soit d'une politique à plus long terme, car les investissements sont toujours longs à mettre en place. De même la localisation des barrages se fait en évitant les doubles emplois.

Ces différentes stratégies étant testées pour chaque scénario, les calculs sont complétés par un modèle d'autoépuration qui calcule la qualité de l'eau en chaque point, en tenant compte de la distribution des rejets, ponctuels ou répartis, grâce aux travaux d'Arthur Melzer.

Les faits saillants ici sont l'importance de l'oxygène dissous pour décrire la qualité, et de l'autoépuration différente des matières oxydables azotées et carbonées.

Le résultat des calculs est donc exprimé en concentration des polluants à la sortie de chaque bief, et ils peuvent être complétés par la distribution de ces concentrations

Le résultat de l'ensemble des calculs consiste donc,

pour chaque échéance, chaque scénario, chaque jeu de stratégies, objectifs et contraintes

- . les besoins en eau domestiques, agricoles, industriels, énergétiques
- . les consommations nettes
- . les productions de polluants
- . les ouvrages à réaliser, captages en nappes, en rivières, en ressources locales, en barrages, les dérivations, les prétraitements, les stations d'épuration, les réutilisations, les recyclages
- . l'affectation des ressources
- . la qualité de l'eau.

Les stratégies et les principes

Sur le plan méthodologique, les solutions au problème posé sont donc obtenues en considérant des objectifs clairs et des stratégies optionnelles, sans avoir recours à l'optimisation. Ceci est voulu car on sait que l'on n'a pas le droit de chercher à appuyer les décisions en matière de planification sur l'optimisation d'un seul critère exprimé en termes financiers même actualisés ou pondérés par secteurs d'activité économique.

En effet, la collectivité n'a pas une préférence exprimée par un critère unique car elle est constituée d'ensembles manifestant des jeux d'objectifs nuancés et parfois contradictoires dont l'ensemble est appelé quelquefois une option.

En outre, dans de nombreuses situations réglementaires, politiques et économiques, le pouvoir de décision est distribué largement, ce qui s'exprime en disant qu'il n'existe pas un décideur unique capable d'appliquer une décision complexe choisie à l'aide d'un unique critère.

D'autre part, le seul choix d'un nombre, le taux d'actualisation, oriente fortement le degré de modernisme des solutions techniques : en effet, dans une optimisation des revenus ou des bénéfices, ou de tout autre indicateur économique, apportés par un programme d'investissements, les solutions à fort capital et faibles frais de fonctionnement sont pénalisées par un taux d'actualisation fort et réciproquement. Il est donc préférable d'afficher clairement sa stratégie.

L'optimisation s'est très logiquement introduite dans la gestion et la mise en œuvre de politiques, car il est logique, les priorités et les moyens en grandes masses étant décidés, de chercher à satisfaire les buts au moindre coût en retirant les meilleurs avantages des investissements à réaliser.

En outre, techniquement, les ordinateurs grossissent et sont de moins en moins chers, ce qui permet, en ne définissant pas suffisamment les options — ce qui crée plus d'inconnues que d'équations ou de contraintes — de chercher une solution à un problème mal posé par programmation linéaire performante.

Or, quelle que soit la solution finale, un certain nombre d'invariants existent et ce sont eux précisément qui caractérisent les moyens d'une politique.

D'autre part, il est bien évidemment anormal de limiter les outils d'analyse de la planification à des outils finalement aussi simples sur le plan conceptuel que la

programmation, qu'elle soit dynamique ou linéaire, quadratique ou convexe. Elle incite, lorsque les solutions qu'elle fournit ne sont pas réalistes, à pondérer les revenus de la fonction "objectifs" suivant la priorité des branches de l'économie ou des secteurs sociaux, ce qui est moins clair que d'afficher clairement les priorités des branches ou des secteurs. En outre, les avantages attendus d'une politique ne sont pas forcément quantifiables en termes monétaires ou techniques. De plus, et surtout, il est fort possible qu'une optimisation coût-bénéfice donne pour la solution optimale un revenu faible ou même négatif comme le montre le remarquable travail de l'IRSA sur le Tevere.

Dans cet exemple, recourant à la programmation, d'étude de planification du bassin du Tibre, les revenus du plan d'aménagement optimal, bien qu'optimaux, deviennent fortement négatifs à partir des années 1980. Ceci démontre à l'évidence que vivre dans la pollution a un coût social qu'il convient d'acquitter, par le biais de la redevance par exemple.

Il est absurde, en fin de compte, de chercher à attribuer à une collectivité un comportement qu'un particulier refuserait, en oubliant les grands objectifs collectifs de nature essentiellement politique.

Pour en peser l'importance, le plus simple est de recourir aux scénarios, en affichant clairement les objectifs de développement, et leurs contraintes démographiques, économiques et techniques pour différents scénarios, et d'en déduire, en s'assurant de leur cohérence, les besoins en eau et en production de polluants, et les garantir pour des options de besoins, de sécurité d'approvisionnement, de sécurité publique, de protection de l'environnement, en testant différentes stratégies d'affectation de ressources, de leur utilisation, de lutte contre la pollution, et d'aménagement.

Car les problèmes se posent bien dans ces termes, où apparaît l'imbrication des objectifs, des options et des stratégies.

De la sorte, on compare des dossiers d'objectifs et de moyens. Telle est la signification de ces travaux et de leurs résultats.

Ces dossiers s'expriment en moyens techniques et

financiers pour atteindre un ensemble d'objectifs et aider aux arbitrages.

L'expérience a montré, enfin, que les différents scénarios sont pratiquement identiques de 1975 à 1980, proches de 1980 à 1985 et différents au-delà de 1990. Cela montre bien l'importance de la planification, car les investissements lourds se programment dix ans à l'avance, et jouent un rôle structurant par la suite. Ceci montre aussi que la planification est une procédure dynamique qui doit être contrôlée et qui doit évoluer dans le temps.

Bien sûr, la structure mise en place ici, qui part de la démographie et du développement économique cohérents, permet de saisir, en termes quantifiés, des problèmes tels que les conséquences de la crise de l'énergie sur la protection de l'environnement et sur l'aménagement hydraulique, les liens entre les différents programmes de développement sectoriels, les limites techniques de certains objectifs, et, plus généralement, le système étant construit, les liens entre ses éléments. Un tel outil d'aide à la décision éclaire les moyens à mettre en œuvre pour satisfaire différents jeux d'objectifs, et ne prétend donc pas choisir une politique.

Conclusion

Dix ans après la mise en place de la loi sur l'eau et la création des Agences de Bassin, il est frappant d'observer à quel point la mise en place d'une structure adaptée à la planification et à la gestion de l'eau et de l'environnement a rendu possible, à partir des seules données disponibles, de créer un tableau de bord adapté à la planification de l'eau et de l'environnement, qui permette d'éclairer les décisions, donc d'agir sur le futur. Il est également remarquable d'observer, au vu des résultats, que la protection de l'environnement, en réduisant la pollution, à l'échelle aujourd'hui pratiquée en France, représente la ressource en eau essentielle du futur.

Discussion

Président : M.R. CLEMENT

M. le Président remercie M. EMSELLEM pour son brillant exposé et ouvre la discussion en demandant :

Vous avez brossé un vivant tableau d'une étude considérable entreprise à l'origine je crois, dans le cadre de l'Agence de Bassin "Adour-Garonne" mais qui a été fort développée depuis. Où en est-elle actuellement ?

Il y a eu, en effet, répond M. EMSELLEM, un premier travail sur la région Adour-Garonne, effectué à l'initiative du Ministère de la Qualité de la Vie, puis un second, à la demande de la Communauté de Bruxelles – en vue de faire un "tableau de bord" – le modèle a été amélioré au point que ce qui a été fait, il y a cinq ans, nous paraît complètement dépassé.

Ensuite, le Ministère de la Qualité de la Vie a lancé une enquête complémentaire sur la pollution des eaux ; cette enquête est beaucoup plus détaillée que celle qui avait été faite antérieurement. Pour utiliser les informations qu'elle apporte, nous avons dû perfectionner notre méthodologie afin de pallier certaines imperfections de notre premier travail. Maintenant, de bons outils suffisamment élaborés existent et c'est ce qui nous a conduits à attaquer les problèmes posés par l'Agence de Bassin "Seine-Normandie". Mais, il subsiste encore un énorme problème : celui de la communication ; une recherche méthodologique doit être poursuivie pour arriver à une bonne formalisation des objectifs et des résultats d'une étude.

Le travail a été repris en détail, et une première application a eu pour objet de rechercher sur l'ensemble de la France les émissions de polluants en admettant différents scénarios. Ces derniers temps, on a repris cette étude de façon très détaillée dans le cadre de l'Agence Seine-Normandie.

Cette région a été divisée en 3 à 400 blocs élémentaires car pour aboutir à des résultats précis à l'échelle du Département, il faut faire porter les calculs sur des cellules d'une étendue suffisamment petite. Le découpage choisi tenait compte d'une part, de la nécessité d'avoir des blocs assez petits, et d'autre part, du désir de ne pas utiliser des "temps de machine" trop importants ; il faut, en effet, pouvoir faire 50 ... 100 ... 200 scénarios en cas de besoin sans aboutir à un coût de calcul prohibitif.

Evidemment, il y a un gros travail préparatoire : il faut engranger toutes les bandes magnétiques INSEE et en éliminer tous les éléments qui ne servent pas, pour garder un certain nombre de données intéressantes. Par exemple, pour le contrôle de l'emploi il y a la population "hommes" et la population "femmes" ; il est bien connu que les hommes et les femmes ne réagissent pas de la même façon à ce point de vue en période de récession. Tout ce travail de préparation a été fait, et l'a été une fois pour toutes.

Ensuite, on injecte dans le modèle les scénarios avec leurs hypothèses qui sont, par exemple, des événements tels que l'arrêt d'une branche de l'industrie : quelle est la répercussion de l'arrêt de cette branche sur toutes les autres ? aussi bien en terme d'emplois qu'en terme de besoins en eau ; ce sont là des événements.

L'action à entreprendre pour faire face à ces derniers peut

être plus ou moins forte suivant que les objectifs de qualité de l'eau sont plus ou moins importants. Les résultats du scénario ce sont les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs ; ce sont aussi les "impossibilités", si les moyens disponibles sont insuffisants. Il y a des impossibilités fondamentales et des impossibilités découlant de ce qu'on a choisi une certaine stratégie.

On peut, par exemple, décider de ne pas diminuer la pollution, auquel cas, on commence par satisfaire les besoins ; ensuite, on satisfait les objectifs de qualité en épurant jusqu'à un certain degré. Mais dans certains cas, même en épurant au maximum on est limité, on ne peut pas atteindre certains objectifs ne serait-ce que, parce qu'en l'état naturel des choses, toutes les rivières de France – même du temps des Gaulois – n'avaient pas la qualité 1.A ; donc, il y a une impossibilité de fond qu'on ne peut pas surmonter.

Je crois avoir bien résumé l'ensemble des actions qu'on peut tester sur le modèle.

M. G. LEVY pose la question suivante :

A partir des scénarios que vous utilisez, est-il possible de donner certains résultats sous la forme d'une fourchette ? (Par exemple, une "borne haute" et une "borne basse" pour le taux de chômage à une date et avec des hypothèses déterminées).

C'est très précisément comme cela que se déroule l'étude, répond M. EMSELLEM ; en gardant les mêmes objectifs on modifie successivement certaines variables d'événements ; les réponses doivent rester dans la fourchette que l'on s'est fixée.

Nos modèles ne sont probablement pas aussi développés que ceux dont dispose le Ministère des Finances ou le Ministère de l'Economie mais ils ont mis en lumière des conclusions qui heurteront bien des idées reçues. Ainsi l'importance de main d'œuvre étrangère est indispensable au bon fonctionnement de l'économie française ; le chômage "zéro" exigerait une mobilité très grande de la population française ; un certain nombre de viscosités psycho-sociales jouent contre l'équilibre entre l'offre et la demande.

En conclusion, si l'on veut obtenir des résultats valables par les techniques de simulation, il faut utiliser des équipes pluridisciplinaires ; il faut jouer ce jeu à plusieurs et à plusieurs de spécialités différentes, sinon il deviendrait vite dangereux d'utiliser ce genre d'outil !

Est-ce que vous avez introduit dans vos scénarios, demande M. BALSEINTE, des hypothèses prospectives ? (par exemple, des changements complets de la démographie ou du comportement : augmentation des limites de scolarité, recul de l'âge de la retraite, etc.).

Oui, répond M. EMSELLEM, on a simulé des comportements différents influant sur le type de consommation – plus ou moins de voitures, plus ou moins de vêtements – parce que derrière la consommation, il y a la production, et que derrière la production, il y a la pollution et les besoins en eau. Le modèle est assez complet pour introduire des indicateurs, je ne dirai pas "prospectifs", mais qui sont des "scénarios de test". En utilisant de tels scénarios, on arrive à faire de la prospective.