

CONSEIL SCIENTIFIQUE

**D
E
L
A
C
O
N
F
E
R
E
N
C
E
R
E
G
I
O
N
A
L
E**

Analyse et recommandations relatives aux INONDATIONS en Bretagne (Hiver 2000-2001)

Mai 2001

DE L'ENVIRONNEMENT

BRETAGNE

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| PREAMBULE | 1 |
| I - DESCRIPTION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES EVENEMENTS | 2 |
| II - CONNAISSANCE DES EFFETS CLIMATIQUES GLOBAUX | 3 |
| III – ACTIONS LOCALES | 5 |
| 3.1 - Les "verrous" ponctuels | 5 |
| 3.2 - Les bassins versants | 5 |
| 3.3 - Les rivières et les retenues d'eau | 6 |
| 3.4 - Les zones de rétention des crues | 8 |
| IV - INTERDEPENDANCE ENTRE LES CRUES, LA DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE ET LA QUALITE DES EAUX | 10 |
| 4.1 - Fonctionnement biologique des sols inondés | 10 |
| 4.2 - Flux de nitrates et lessivage | 10 |
| 4.3 - Conséquences multiples des apports aux eaux littorales | 12 |
| V – ANALYSE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL | 13 |
| 5.1 - Mémoire et perception du risque | 13 |
| 5.2 - Recherche sur le risque environnemental au niveau régional | 14 |
| RECAPITULATIF des RECOMMANDATIONS | 16 |

PREAMBULE

Dans une première réponse (22 février 2001) à la saisine du Président du Conseil régional sur le problème des inondations hivernales en Bretagne, le Conseil scientifique avait attiré l'attention sur trois aspects importants :

1°- Les mesures d'aménagement des bassins versants doivent d'une part, favoriser l'écoulement en aval et d'autre part, développer en amont les possibilités d'utilisation des zones de rétention qui sont le plus souvent des zones humides déjà connues, des zones potentiellement humides ou enfin des zones qui ont perdu leur fonction par des mesures antérieures de redressement de cours d'eaux, de drainage, de terrassements, etc...

2°- Les épisodes climatiques que nous connaissons depuis une dizaine d'années (tempêtes, ouragans prenant l'allure de cyclones, pluviosité, douceur hivernale, élévation du niveau des mers, etc..) constituent maintenant des coïncidences qu'il est imprudent de continuer à classer dans la rubrique des événements aléatoires sans rapport avec les changements climatiques. Si l'on veut raisonner objectivement sur ces problèmes, il ne faut ni les surestimer, ni les écarter d'un revers de main.

3°- Le troisième point est urgent et mérite une intervention rapide. A la suite des inondations, le sentiment partagé par beaucoup - et a priori logique - est qu'il y a eu un lessivage intense des sols et que par conséquent, les sols agricoles ont perdu l'essentiel de leur stock d'azote et d'autres éléments fertilisants. Le danger est que les agriculteurs soient tentés de compenser ces pertes par des apports supplémentaires. Or, ceci est une erreur de vue : une autre caractéristique passée plus inaperçue de cette période est la douceur du climat qui, pour les sols, entraîne une production de nitrate à partir de la matière organique, par minéralisation. Le stock d'azote dans les sols peut dans certains cas rester important.

Le Conseil scientifique s'est réuni le 28 mars pour analyser plus précisément les événements et faire part de ses recommandations afin de contribuer aux travaux de la Mission interministérielle, mise en place en janvier, sur les crues en Bretagne.

La Bretagne est un cas particulier en Europe car c'est l'une des seules, voire la seule région, qui doit assurer la totalité de la gestion de ses 91 bassins versants depuis la source jusqu'à l'embouchure. Cette situation unique amène à conduire de front et parfois sur les mêmes sites, deux objectifs le plus souvent strictement distincts ailleurs, à savoir reconquérir la qualité des eaux et disposer des ressources en eau nécessaires à sa population rurale et urbaine et à son développement économique.

C'est aussi une région où les terres cultivables occupent une grande part et dans certains cas la totalité de la superficie des bassins versants après un essor de l'agriculture particulièrement important au cours des 50 dernières années, sans prise en compte réelle de ses implications environnementales.

Ce préambule permet de souligner d'une part, les difficultés du contexte régional breton dans la gestion de cette ressource essentielle et d'autre part, l'ampleur des problèmes posés, leur évolution rapide et le décalage entre les recherches en cours et les mesures prises. Ce décalage résulte de la prise en compte très tardive de quelques uns des vrais problèmes, à travers des programmes intégrés de recherche et d'aménagement à hauteur de la situation.

Il faut souligner le caractère exceptionnel de ces crues de décembre-janvier 2001 liées à des précipitations très largement supérieures aux moyennes hivernales habituelles. Ces crues semblent avoir une extension géographique de caractère régional plus marquée que d'habitude. De mémoire, depuis 1950, il n'y aurait pas eu de phénomène de cette ampleur ; les sources dont nous disposons nous permettent de penser que seuls un ou deux bassins versants étaient généralement atteints en même temps. Cette conjonction spatio-temporelle est un phénomène dont le caractère exceptionnel doit être mieux démontré.

I - DESCRIPTION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES EVENEMENTS

Une mission de surveillance du réseau hydrologique et des risques de crues existe (services de l'Etat). Des problèmes de mesures hydrométriques en période de crues peuvent apparaître car certaines stations de jaugeage et de mesure de débits ne sont plus alors fonctionnelles dans ces conditions particulières.

Il existe des cartes papier au 25000 ou 50000, des photographies aériennes et des photos satellites devant permettre une description cartographique de l'étendue des inondations de cet hiver et des années précédentes, mais elles ne sont pas toutes digitalisées et demandent une exploitation plus approfondie prenant en compte les débits estimés.

Il est d'autre part indispensable de disposer de modèles et d'expérimentations susceptibles d'élargir nos connaissances et les rendre applicables à l'ensemble de notre région. Il existe un réseau dense de données mais elles sont parfois acquises dans le cadre d'études ou de suivis qui ne sont pas obligatoirement reliés avec la problématique Inondation. L'analyse de ces phénomènes relève du domaine de la recherche scientifique. Elle nécessite une approche pluridisciplinaire à tous les niveaux.

Afin de permettre une meilleure description et analyse des phénomènes de crues passées ou à venir, le Conseil scientifique recommande de :

- Entreprendre **un effort supplémentaire d'instrumentalisation du réseau hydrographique** : renforcer et améliorer les mesures et suivis tant en eaux douces qu'en eaux côtières. Il est indispensable de disposer de mesures fiables et de données suivies sur de longues périodes afin d'être en mesure de mieux

expliquer les événements qui ont marqué ces dernières saisons, et de donner des indications utiles pour les prochaines années.

- Prévoir un **budget spécifique « événements exceptionnels »** : lors d'événements catastrophiques telles que les marées noires, les ouragans ou les inondations, il serait nécessaire de faire converger à l'échelon régional les moyens financiers pour acquérir les outils nécessaires à la description des situations, au moment même des événements (photographies aériennes, photos satellitaires)
- Développer un **véritable programme de description cartographique et de mise à disposition des données recueillies** (mesures, prises de vue, ..) auprès de tous les acteurs intéressés (collectivités, administrations, équipes de recherche ,..)
- Favoriser **l'intégration des données de description et d'analyse des inondations dans tous les processus décisionnels** : des décloisonnements doivent être encouragés de manière à réaliser une meilleure synthèse des connaissances aujourd'hui émiettées et faciliter la liaison avec les décisions d'aménagements

II - CONNAISSANCE DES EFFETS CLIMATIQUES GLOBAUX

Dispose-t-on des éléments pour mieux évaluer puis expliquer la part des changements globaux sur les phénomènes " naturels " tels que les inondations ? Dans quelle mesure ces connaissances contribueraient-elles à une prévision améliorée des catastrophes ?

Les changements climatiques, désormais affirmés à l'échelle planétaire doivent être intégrés dans notre analyse des événements à l'échelle régionale. Les indices des dernières décennies sont suffisamment concordants pour que l'on se préoccupe des conséquences de la poursuite de la situation actuelle sur nos milieux naturels ainsi que sur notre économie. La Bretagne est autant concernée que les zones montagneuses par ces phénomènes, en particulier en raison de l'avenir du linéaire des côtes.

La péninsule armoricaine, largement ouverte aux influences atlantiques, est soumise à l'échelle locale et régionale à l'impact d'un phénomène à grande échelle, telle l'Oscillation Nord Atlantique (NAO). Cette oscillation joue pour l'Atlantique un rôle analogue à celui joué par El Nino pour le Pacifique. Un des scénarios de cette NAO prévoit, en période hivernale, des vents violents qui érodent le trait de côte, et d'intenses entrées d'air maritime. Il en résulte des précipitations abondantes, parfois très au delà des moyennes pluridécennales. Ceci induit des crues exceptionnelles pour le réseau hydrographique armoricain avec des inondations catastrophiques. Les valeurs exceptionnellement élevées alors enregistrées en Bretagne, s'agissant des débits

fluviaux et par conséquent des flux de matières nutritives entraînés vers les eaux littorales, trouvent donc leur origine dans un phénomène naturel, déterminé à grande échelle. Leurs conséquences environnementales sont encore amplifiées dans le contexte anthropique particulier de la Bretagne (stock d'azote dans les sols).

Toutefois, au cours de la fin du 20ème siècle et au début du 21ème siècle ce phénomène a pris une ampleur inégalée, et il n'est pas exclu que ceci résulte de la traduction régionale de changements climatiques globaux démontrés à l'échelle planétaire.

Les quelques séries de données locales sur les hauteurs de précipitations ou les températures ne peuvent être à elles seules révélatrices de changements globaux. Elles doivent être intégrées de façon plus large, au moins dans le contexte de l'Europe de l'Ouest et de l'Atlantique

Il en est de même des données sur le niveau des mers. Le marégraphe de Brest est le seul en France (avec Marseille) à fournir des mesures fiables depuis plus de 150 ans¹. Toutefois, mettre en évidence une évolution récente du niveau de la mer sous l'effet du seul changement global reste délicat. Il semble qu'il n'existe pas vraiment d'analyse statistique poussée de l'historique des surcotes en Bretagne, la réalisation de ces analyses et la diffusion des connaissances sur ce sujet seraient utiles à de nombreux acteurs et décideurs.

La responsabilité de développer le lien entre effets globaux et effets locaux est partagée entre une recherche fondamentale soutenue par les grands organismes de recherche nationaux et des actions régionales développées dans les unités de recherches armoricaines telles que l'INRA, le CEMAGREF, l'IFREMER, le CNRS, l'ENSP en accord avec leurs universités de rattachement. Mais c'est seulement lors du dernier contrat de plan Etat-Région que des centres de recherche à vocations interdisciplinaire et environnementale ont pu être programmés, c'est en particulier le cas pour l'IUEM à Brest et le CAREN à Rennes deux structures qui joueront un rôle d'observatoire dans les années à venir. **Il reste à réaliser l'articulation entre ces recherches à vocation fondamentale et les préoccupations régionales**, le Conseil scientifique régional de l'environnement peut jouer un rôle en faveur de cette démarche.

- **Réaliser ou utiliser les études existantes pour analyser les relations entre l'ensemble des paramètres Température, Pluviosité, Débit, Inondations (surfaces inondées)** (séries de données sur 50-100 ans). Des corrélations entre ces différents paramètres pourraient être utiles à notre recherche d'indicateurs nouveaux d'évolution du climat régional à long terme.

¹ De 1905 à 1995, le niveau moyen de la mer à Brest a augmenté en moyenne de 1,3 mm par an soit 15 cm environ sur 100 ans (Climate Change, 1195 : The Science of Climate Change, IPCC, edited by J.T. Houghton et al., page 367).

- **Mettre en œuvre un véritable suivi du linéaire côtier** : phénomènes d'érosion côtière, conséquences d'une éventuelle montée des eaux sur des zones particulièrement sensibles.

III – ACTIONS LOCALES

Une approche intégrée au niveau régional s'appuiera sur une démarche pluridisciplinaire d'analyse des situations locales.

Les propositions faites ici peuvent participer à l'écrêtement des crues moyennes les plus fréquentes. Dans le cadre de crues exceptionnelles, leur niveau de contribution reste à estimer.

3.1 - Les "verrous" ponctuels

Des études hydrologiques spécifiques sont nécessaires, voire même indispensables, pour certains exemples locaux. Si on les étudie précisément cas par cas, on peut déjà lever certains verrous par des actions rapides et simples.

- **Identifier dès maintenant les éléments qui ont pu participer ponctuellement à l'accentuation des crues** : biefs non entretenus, sous-dimensionnement de buses², entraves sur les cours d'eau, digue de petits plans d'eau en mauvais état, ...

3.2 - Les bassins versants

Beaucoup de déclarations entendues cet hiver sont probablement exactes mais ne sont malheureusement pas démontrées pour le plus grand nombre. Affirmer qu'il existe des relations de cause à effet entre les inondations et l'arasement des talus et des haies, le drainage excessif, et les monocultures de maïs laissant les sols à nus trop longtemps en hiver, relève du bon sens et, à ce titre, est en grande partie justifié. Nous ne disposons cependant, que de peu d'éléments quantifiés pour le prouver. Rien ne permet de dire que ces paramètres jouent un rôle aggravant significatif sur les évènements exceptionnels vécus.

On connaît au moins en partie la liste des facteurs le plus souvent cités, intervenant dans les modifications de la circulation de l'eau, notamment l'intensification et la modernisation de l'agriculture et l'urbanisation, mais il n'existe aucune étude

² Le sous dimensionnement des buses favorise l'inondation. Il peut être négatif en zone urbaine mais positif en amont, car cela favorise l'étalement des crues (on parle de ralentissement dynamique- cf travaux du Cemagref).

quantitative globale intégrée permettant de situer objectivement la part relative de ces différents facteurs face aux problèmes de ressources et de qualité des eaux :

- Occupation du sol (cultures, prairies, bois,.. zones urbanisées, industrialisées, voies de circulation, etc.)
- Circulation de l'eau : évolution du bocage (haies, talus-haies ou talus-fossés-haies), drainage, recalibrage de cours d'eau (vitesse de circulation, linéaire de cours d'eau), barrage, espaces potentiellement inondables en dehors des plans d'occupation des sols.

➤ **Entreprendre un historique de l'aménagement des bassins versants** et une analyse sur la relation entre l'évolution de l'occupation des espaces ruraux et les inondations entre 1950 et 2000. Cet historique suppose de :

- **faire le point des connaissances acquises sur les bassins versants types** sur lesquels sont menées des études depuis plusieurs années (dispose-t-on de documents cartographiques et de photographies de ces bassins versants ?)

- **évaluer les moyens d'élargir ce type de connaissances** à tous les bassins versants de Bretagne.

➤ **Réaliser à terme des approches comparatives** de l'évolution des bassins versants et y superposer les problèmes environnementaux connus : inondations, pollutions, érosion, etc.

3.3 - Les rivières et les retenues d'eau

Un des changements majeurs de ces dernières décennies est la diminution de la qualité des eaux.

Depuis 40 ans, la sédimentation fine augmente dans les rivières : les milieux sablo-graveleux sont maintenant recouverts de vase provenant de l'érosion des sols mais aussi d'apports biogènes (manque d'entretien de la ripisylve, apports de nutriments,..) et de la production endogène (production de phytoplancton, de diatomées, c'est-à-dire production primaire liée à l'enrichissement des eaux en éléments nutritifs). Cette production endogène se fait surtout dans les rivières à écoulement lent et étiage fort ; elle devient prépondérante dans tous les milieux aquatiques, 70% de l'envasement lui serait attribué. Cet envasement diminue d'environ 25% la qualité d'écoulement dans les rivières.

Dans les réservoirs (retenues d'eau potable, barrage, étangs,..), les taux de sédimentation sont très importants : ils varient de 1 à 6 cm/an (à titre de comparaison, ce taux est de 1 à 3 mm maximum dans les espaces naturels nordiques) et diminue la capacité volumique des retenues (dans certains cas comme à Jugon-les-lacs et Marcillé Robert, la capacité est réduite de moitié).³

³ Jigorel A., Bertru G. (1994) - Endogenic development of sediments in a eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 268, 45-55.

Une crue exceptionnelle chasse une partie des vases dans les rivières mais ne nettoie pas les zones dites d'accumulation en débit normal.

Le devenir des vases est un aspect très important du problème car leur destination dépendra de leur qualité, notamment leur teneur en métaux lourds. Par exemple, l'emploi massif de sulfate de cuivre lors des blooms algaux rend indispensable une étude spécifique qui fera partie de l'approche préliminaire de l'étude d'impact sur chacun des bassins versants⁴.

Bien que n'étant pas suffisantes en période de crues exceptionnelles, les retenues d'eau existant en Bretagne pourraient, sur certains bassins versants et dans des conditions modérées, être de meilleurs moyens d'écrêtement.

- **Faire un bilan des transports solides liées aux inondations** (ruissellement et érosion des sols) **et de la quantité de matières en suspension véhiculées** dont une partie se dépose en amont des barrages, une autre partie se dépose sur les champs inondés et le reste se disperse en mer. Il serait intéressant d'analyser ce bilan en fonction des aménagements et pratiques agricoles sur les bassins versants (cf § précédent).

- **Veiller à un entretien régulier des rivières pour restituer la capacité d'écoulement initial** : curage jusqu'aux vieux fonds-vieux bords, entretien des rives, des biefs, des ouvrages, des canaux,...

Un arsenal juridique existe mais **des mécanismes incitatifs pourraient être développés** : L'idée de "**contrats fluviaux d'exploitation**" serait à étudier afin de responsabiliser les riverains et utilisateurs dans la gestion des cours d'eau. Des expérimentations locales pourraient être sources de suivis et d'évaluations.

- **Conduire une réflexion concertée sur la reconquête du volume initial des retenues existantes** en Bretagne et en partie comblées par l'envasement, avant d'envisager toute nouvelle création de plan d'eau.

Ces travaux de curage et dragage des vases doivent faire l'objet d'études d'impact intégrant l'ensemble du problème : les objectifs visés, la qualité des vases et leur devenir (valorisation agricole, dépôts dans des lagunes,...)

⁴ Jigorel, A., Morin, J. P. & Hebert, M. (2000). Impact sur les sédiments des épandages de sulfate de cuivre dans les retenues. 2nd Inter-Celtic Colloquium - University of Wales Aberystwyth July 2000. BHS Occasional Paper n°11, 279-286

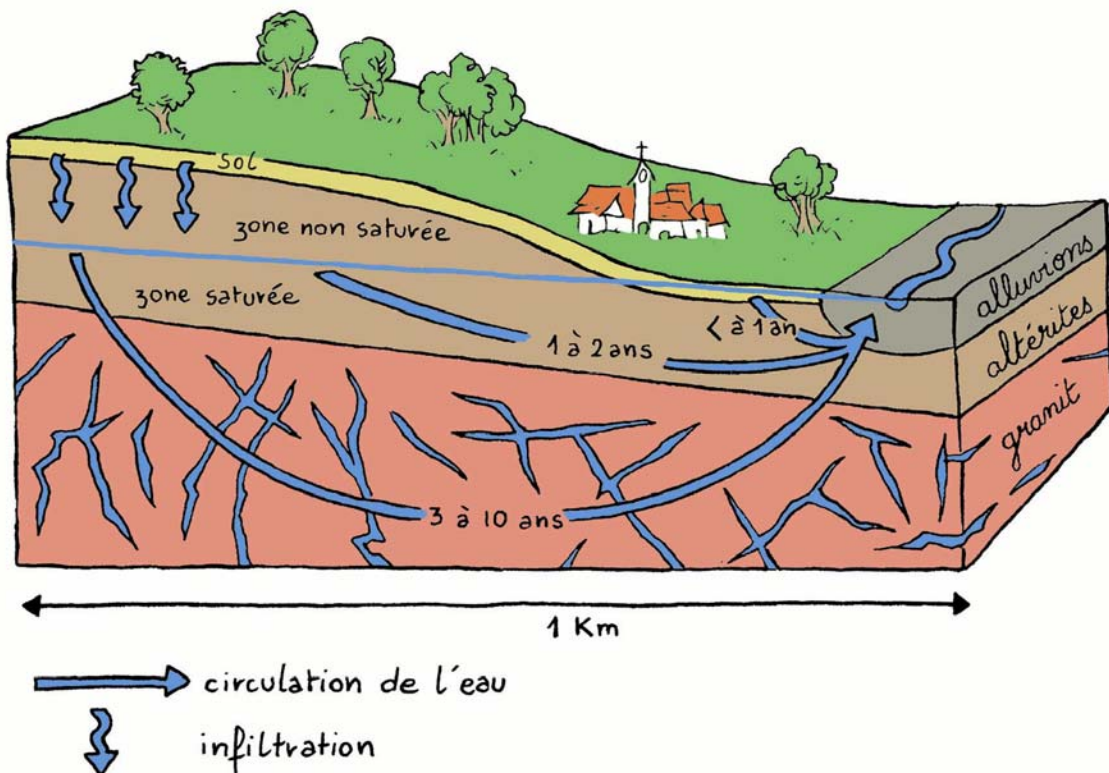
3.4 - Les zones de rétention des crues

Alerter sur les risques d'une multiplication de retenues d'eau en amont des bassins versants vis-à-vis de la qualité de l'eau. Des retenues d'eau libre ne peuvent être créées pour un usage double de réserve d'eau de consommation et de système d'écrêtement des crues. De nouvelles retenues d'eau libre seront menacées des mêmes évolutions déjà connues : l'eutrophisation et le développement de cyanobactéries.

Recommander la création de zones de rétention envahies par les eaux au moment des crues et qui redeviennent zones humides ou prairies humides en dehors des périodes de fortes pluies. Ces **systèmes temporaires** peuvent être délimités à partir d'une analyse paysagère et de l'exploitation des photographies réalisées lors des dernières inondations. Ces zones peuvent être l'objet d'une pratique agricole extensive adaptée à leur fonction particulière pendant l'été, et être aménagées pour être inondées préférentiellement et servir de retenue. Des travaux analogues ont déjà été faits en territoire de Belfort où ils représentent 2 millions de m³ de rétention sur 120 ha pour 81 millions de francs de travaux. Une étude économique sur le coût des inondations devrait largement justifier des investissements encore plus importants en Bretagne.

- **Identifier les zones inondées pendant les crues hivernales :** Des photographies satellitaires ou aériennes réalisées cet hiver devraient permettre de compléter l'inventaire des zones humides existantes ou potentielles, et de réaliser un plan d'action pour les cinq ou dix ans à venir à l'échelle de la Bretagne sur l'aménagement des fonds de vallées et les têtes de bassins versants.
- **Estimer l'efficacité de leur rôle régulateur de l'écoulement des eaux** afin de les classer par ordre de priorité vis-à-vis de cette fonction.
- **Estimer le pouvoir auto-épurateur** de ces nouvelles retenues temporaires, afin de disposer d'un moyen supplémentaire de reconquête de la qualité des eaux en Bretagne. Les figures ci-après (J.C. Clément, 2001) montrent que les processus de l'assimilation et de la dénitrification sont associés en période de hautes eaux alors que la dénitrification domine en période de basses eaux.

La circulation des eaux souterraines dans le socle armoricain granitique



A 100 mètres de profondeur, l'eau contenue dans les fractures du granit ne contient quasiment pas de nitrates alors que dans les altérites, entre 10 et 40 mètres de profondeur, la concentration en nitrates peut atteindre 120 mg/l.

(Source : M.-A. MARTIN, Sciences Ouest N°175, mars 2001, p.13 – Dessin William Augel)

IV - INTERDEPENDANCE ENTRE LES CRUES, LA DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE ET LA QUALITE DES EAUX

Compte tenu du contexte breton, la création de retenues d'eaux superficielles était incontournable pour assurer des réserves utilisables pour l'alimentation en eau potable. Il ne faut pas ignorer toutefois que ces réservoirs d'eaux brutes contribuent à l'altération de la qualité des eaux superficielles (cf problème d'envasement-sédimentation et d'eutrophisation).

4.1 - Fonctionnement biologique des sols inondés

Les sols saturés depuis plus de cinq mois couvrent des surfaces importantes (non estimées aujourd'hui) dont une partie peut être utile à la délimitation de zones de rétention des crues.

- **Il est indispensable d'estimer leurs fonctions dans l'hypothèse où la pluviosité augmenterait à l'avenir.** Il est important **d'adapter les pratiques agricoles** aux particularités de ces espaces afin **de valoriser leurs fonctions auto-épuratrices** et concilier dans ce cas les deux objectifs d'écrêtement des crues et de recherche de qualité des eaux.
- **Le suivi des processus de minéralisation et de dénitrification nécessite de mettre en œuvre des moyens très importants** pour évaluer la part relative des multiples activités de la microflore des sols.

4.2 - Flux de nitrates et lessivage

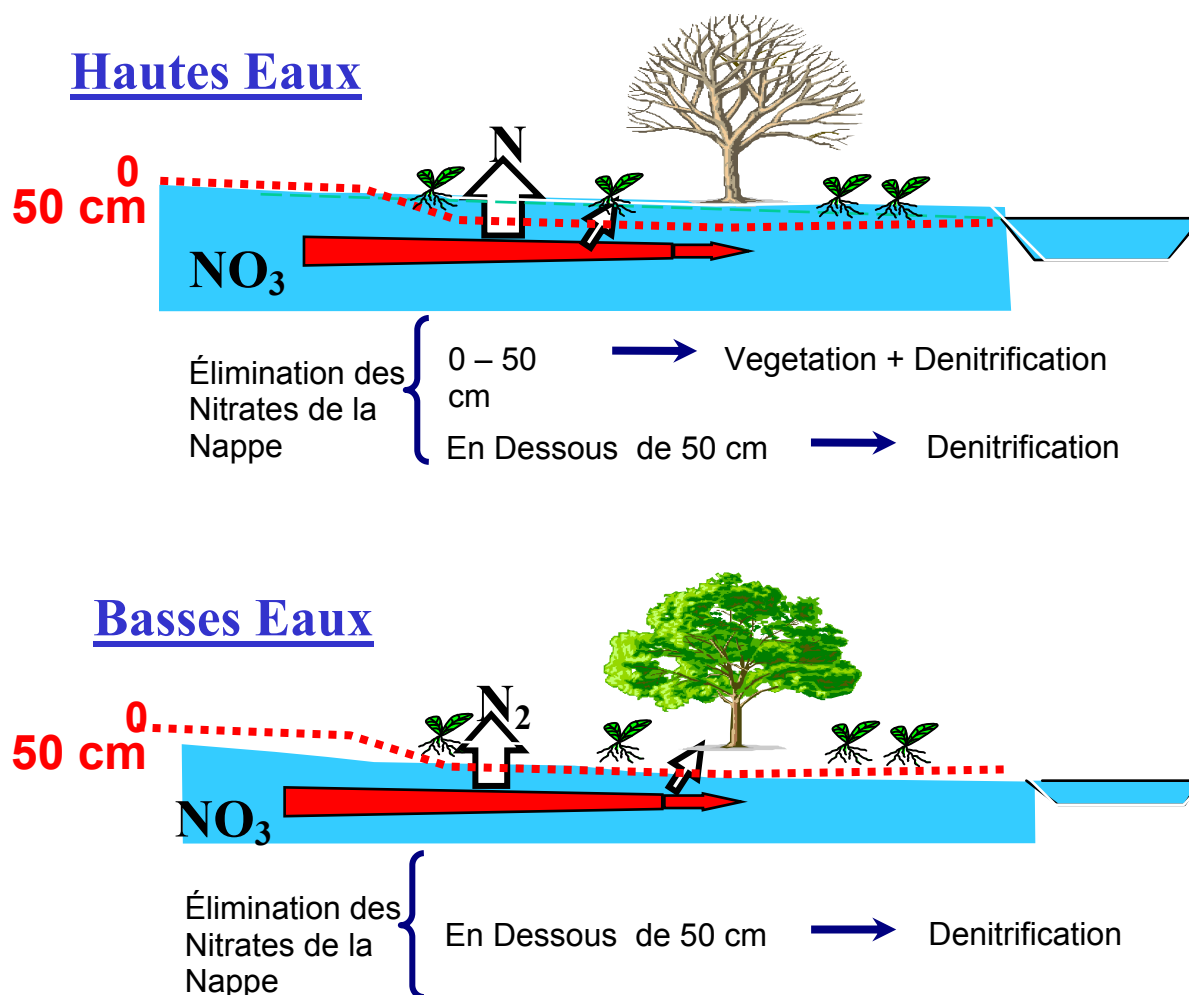
Il existe en Bretagne un important réservoir de nitrates. Les pertes dues au lessivage des sols et à l'érosion sont compensées ou accentuées par plusieurs voies bien connues ou soupçonnées du cycle de l'azote : le stock présent dans la nappe et dans l'eau qui circule dans les sols (cf schéma ci-après), la minéralisation de la matière organique, les processus de nitrification, de dénitrification et nitratisation dans les agrégats des sols et dans les racines des plantes.

Si la quantité d'azote lessivée pendant cet hiver est considérable, les stocks d'azote dans les nappes sont plus considérables encore et se mesurent sans doute aux alentours de 1 million de tonnes de N. De même, les stocks d'azote dans la matière organique se mesurent en dizaine de millions de tonnes au niveau de la région. Rappelons enfin que l'excédent annuel des apports d'azote serait de l'ordre de 160000 tonnes pour la Bretagne.

Il ne faut pas s'attendre à ce que les concentrations et les flux d'azote soient significativement plus faibles que ces dernières années dans les mois qui viennent, sauf

si une période sèche advenait – période sèche qui pourrait avoir des conséquences directes à la baisse sur les flux de nitrates sortant des bassins versants de Bretagne

- Les agriculteurs qui ne procéderaient pas à des mesures d'azote sortie hiver seraient fondés à penser que l'azote a été fortement lessivé pendant les crues et qu'en conséquence, il est nécessaire de faire des apports d'azote de printemps supérieurs à la normale. Or compte tenu des températures hivernales très clémentes observées cet hiver, **la minéralisation de la matière organique a été très active pendant tout l'hiver et le stock d'azote lessivé a été en partie reconstitué**. Ainsi, en Ille et Vilaine, des stocks d'azote en sortie d'hiver de 45 kg N (NO_3)/ha (+ ou – 30) ont été mesurés⁵. **Il est important d'attirer l'attention des agriculteurs sur ce fait afin d'éviter des sur-fertilisations qui engendreraient à nouveau la contamination des rivières.**



D'après Jean-Christophe CLEMENT, 2001
 "Les Zones Humides de Fonds de Vallée et la Régulation des Pollutions Azotées Diffuses"
 (Thèse n° 2450 de l'Université des Sciences de Rennes I, UMR 6553 ECOBIO, soutenue le 30 mars 2001)

⁵ En février 2001. Données transmises par la Chambre régionale d'agriculture.

4.3 - Conséquences multiples des apports aux eaux littorales

- Des apports massifs de nitrate dans les eaux littorales ont eu lieu cet hiver. Dans les effets prévisibles, il y a lieu de **distinguer les eutrophisations** côtières très localisées **des proliférations phytoplanctoniques** étendues sur le plateau continental :

Dans le premier cas, il n'y a pas d'effets directs et massifs à attendre puisque l'enrichissement est dilué avant que la végétation ne reparte. Si les apports continuent en mai, il y aura alors stimulation des marées vertes mais qui n'atteindra pas l'efficacité d'une petite crue isolée fin juin, quand les algues sont vraiment carencées en azote.

Dans le second cas, il est clair que l'étalement sur le plateau continental de vastes panaches dessalés et enrichis est propice au développement du phytoplancton naturel, même dès février, s'il y a une semaine de beau temps calme. Ceci n'a rien d'alarmant, c'est même une fertilisation diluée de l'écosystème pélagique printanier. Par contre, par analogie avec l'hiver 94-95 à crues et inondations abondantes dans l'ouest de la France, il y a lieu de se demander si cette abondante production printanière de diatomées sera à nouveau le prélude à un gigantesque bloom estival (juillet) du dinoflagellé *Gymnodinium mikimotoi*, toxique pour la faune marine, donc l'aquaculture. Aucune preuve patente de lien de cause à effet (différé) n'a pu être mise en évidence, mais on suspecte la matière organique détritique issue des blooms printaniers d'avoir produit de l'ammonium, voire des substances organiques, très prisés de ce dinoflagellé.

- Les effets sur la **contamination microbienne des coquillages** est faible :
Les crues entraînent à la mer de grandes quantités de germes fécaux, mais dilués dans un grand volume d'eau. Les suivis réguliers du REMI n'ont rien montré d'anormal cet hiver. D'une façon générale, les crues d'hiver et de printemps sont nettement moins pourvoyeuses de germes que celles d'automne qui entraînent tous les stocks produits pendant l'été par l'afflux touristique sur les côtes.
- Les effets sur les **mortalités de coquillages** :
On connaît l'effet létal de trop fortes dessalures sur les bivalves exploités. Les lâchers d'eau douce du barrage d'Arzal sont la cause quasi-certaine des mortalités récurrentes de coques de l'estuaire de la Vilaine. Une mortalité, heureusement limitée à quelques individus affecte les huîtres en amont de l'estuaire de l'Odé, et les huîtres et les moules en amont de l'estuaire de Daoulas en Rade de Brest.

5.1 - Mémoire et perception du risque

- Les historiens et sociologues ont un rôle à jouer dans la mémoire des crues : Garder les informations, les témoignages pour se souvenir comment les populations perçoivent un phénomène et pouvoir renvoyer les informations en retour à la survenue d'évènements similaires.

Pour que les informations recueillies puissent réellement servir dans la gestion d'événements similaires, il est nécessaire de comprendre les relations entre d'une part, des représentations, des pratiques et des événements qui s'inscrivent dans un territoire et, d'autre part, une mémoire collective. Les représentations, pratiques et événements sont mémorisés collectivement à l'intérieur d'un "cadre de référence" ou d'une grille d'interprétation du territoire définissant le rapport social au territoire. Ainsi, les individus peuvent s'inscrire dans un rapport productif, esthétique ou bien encore ludique au territoire. La mémoire collective sera identique pour tous les individus s'inscrivant dans un même rapport au territoire, les significations des lieux s'établissant à l'intérieur de ce cadre de référence⁶.

Enfin, il est bien entendu nécessaire de référencer les témoignages ou toutes les informations recueillies aux usages et autres formes d'appropriation de l'espace naturel en cours à l'époque des faits décrits. En effet, au-delà des niveaux de précipitations, il est un facteur fréquemment cité pour expliquer les inondations, c'est la transformation des usages de l'espace naturel modifiant l'écoulement de l'eau (évolution des pratiques agricoles et halieutiques, urbanisation, etc...). Il est donc nécessaire pour pouvoir exploiter les informations, d'obtenir également une description des usages du milieu naturel.

- Il semblerait qu'en Bretagne, la population supporte moins bien de vivre avec les crues que dans d'autres régions de France (exemple des inondations de La Maine qui ont lieu plus souvent et dont on parle beaucoup moins). Il est possible que la dispersion des crues dans l'espace sur des bassins versants localisés soit une des causes de la non prise en compte des inondations dans la mémoire collective régionale. D'autre part, la protection des zones riveraines par des travaux lourds a permis d'ouvrir des espaces à l'urbanisation. Ces mesures qui visaient à un meilleur contrôle des situations locales et à la protection des citoyens leur ont procuré à tort un sentiment de sécurité. Il faut réapprendre à vivre avec les risques naturels et selon les circonstances, faire des choix pour les accompagner au mieux, les contourner sans chercher à les combattre ou les maîtriser à tout prix⁷.

⁶ Un sociologue, M. Halbwachs, a publié en 1941 un ouvrage : "La topographie légendaire des Evangiles en Terre Sainte, Etude de mémoire collective" (Paris, PUF) dans lequel il fait reposer son étude sur les récits et itinéraires des pèlerins, c'est-à-dire à partir de témoignages d'individus ayant un même cadre de référence, religieux en l'occurrence, au territoire.

⁷ Cf. Graffin V. & Arnould M., 2001 - "Réapprendre à vivre avec les crues" (soumis à publication WWF-France).

Il ne s'agit pas d'étudier l'acceptation d'un risque naturel, mais plutôt d'analyser le processus par lequel un événement météorologique est socialement construit comme un risque naturel à partir duquel on peut mesurer son acceptabilité sociale. Le risque n'existe pas dans l'absolu, les groupes sociaux en ayant des définitions différentes. En partant de cela, il semble plus pertinent d'effectuer une comparaison entre la manière dont les sociétés locales ont construit leur représentation de l'inondation et les représentations construites actuellement en fonction de différents groupes sociaux. Il est important de comprendre aujourd'hui le contenu du risque "inondation" (les dégâts des eaux, les entraves à la circulation et/ou la vision d'une nature qui se rebelle etc..) pour pouvoir définir une politique de prévention.

"Le risque naturel" est une catégorie de pensée qui fut historiquement élaborée par les ingénieurs forestiers au XIX^{ème} siècle pour justifier l'action de l'Etat auprès des populations locales⁸. La réponse apportée à la gestion des risques est avant tout une réponse technique. Or, quand on se réfère à la mémoire collective, on s'aperçoit que les crues étaient gérées par une prise en compte de ce que l'on appelle maintenant l'écosystème où il s'agissait d'accompagner les débordements plus que de les éliminer. Il semble qu'en intégrant beaucoup plus la dimension écosystémique du milieu naturel de nouvelles solutions pourraient être explorées⁹.

- **Effectuer un travail socio-historique sur la mémoire collective** : cela nécessite de ne pas centrer exclusivement la collecte d'informations sur certains événements, mais de saisir la façon dont était géré l'ensemble de l'écosystème y compris durant les événements exceptionnels tout comme doit être pris en compte le cadre de référence dans lequel se situe l'informateur.
- **Créer un lieu d'échange d'informations, d'explications et d'expression de la mémoire**: un site WEB a été ainsi mis en place en Normandie, cette idée pourrait être menée également au niveau de notre région.
- **Travailler autant sur la diminution de la vulnérabilité que sur le contrôle de l'aléa.**

5.2 - Recherche sur le risque environnemental au niveau régional

La Bretagne est une région sensible en termes environnementaux. D'une part, parce que le milieu naturel tient un rôle important aussi bien dans les représentations que dans les pratiques des acteurs sociaux et, d'autre part, parce qu'il est l'objet de nombreux conflits d'usage mobilisant également de nombreux acteurs (tourisme/agriculture, urbanisation et rurbanisation/agriculture intensive, protection du milieu/tourisme, etc..).

⁸ Cf. Larrère C. & Larrère R., 1997. *Du bon usage de la nature, Pour une philosophie de l'environnement*, Paris, Aubier, Coll. Alto.

⁹ Cf exemple de Belfort, achat et gestion de prairies inondables.

La gestion de l'eau en Bretagne est progressivement en train de s'organiser (création de SAGE(s), de CTE, de syndicat de bassin, de bassins versants d'action, etc.). La demande vis-à-vis des scientifiques est de ce fait de plus en plus forte, en terme de connaissances, d'outils de gestion, d'aménagement, de prévision, de transmission de connaissance... Chaque événement (inondation, érosion, pollution continentale ou littorale, sécheresse) amène des demandes nouvelles ou anciennes non résolues. Un effort de recherche significatif avait été fait, dans le cadre de BEP II, notamment sur les problèmes de pollution diffuse agricole. Les résultats constatés à ce jour ne concernent sans doute pas encore l'amélioration de la qualité des eaux, mais des niveaux d'aménagement et de restructuration des paysages qui y concourent. Il nous semble important que la Bretagne continue cet effort de soutien à la recherche sur le risque environnemental, pour réconcilier les Bretons avec la grande diversité de la structure et des fonctions de leurs paysages et des écosystèmes.

- **Favoriser la création d'un groupe de travail pluridisciplinaire sur le "risque inondation"** (vulnérabilité littorale, vulnérabilité continentale) **et de façon plus large sur "le risque sanitaire et environnemental en Bretagne"** pour mieux anticiper les problèmes, en s'appuyant sur les organismes de recherche existants et notamment les structures fédérées de recherche régionales (CAREN, IUEM)¹⁰.

Une **approche en sciences sociales** permet de donner des interprétations de risques perçus, d'évaluer les risques réels tant au plan économique qu'au plan de la vie sociale. Elle doit permettre également de ne pas poser le risque comme existant en soi.

¹⁰ CAREN = Centre armoricain de recherche en environnement (Rennes) – IUEM = Institut universitaire européen de la mer (Brest)

RECAPITULATIF des RECOMMANDATIONS

I - DESCRIPTION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES EVENEMENTS

Afin de permettre une meilleure description et analyse des phénomènes de crues passées ou à venir, le Conseil scientifique recommande de développer des moyens supplémentaires d'acquisition de données et un effort d'explication et de communication.

- Entreprendre **un effort supplémentaire d'instrumentalisation** du réseau hydrographique : renforcer et améliorer les mesures et suivis tant en eaux douces qu'en eaux côtières.
- Prévoir **un budget spécifique "événements exceptionnels"** (marées noires, ouragans, inondations...) faisant converger les moyens financiers à l'échelon régional. Cela faciliterait la mobilisation immédiate et concertée des crédits pour acquérir les outils nécessaires à la description des situations, au moment même des événements (photographies aériennes, photos satellitaires,...).
- Développer **un véritable programme de description cartographique** et de mise à disposition des données recueillies auprès de tous les acteurs intéressés (collectivités, administrations, équipes de recherche ,...).
- Favoriser **l'intégration des données de description et d'analyse des inondations dans tous les processus décisionnels** : des décloisonnements doivent être encouragés de manière à réaliser une meilleure synthèse des connaissances aujourd'hui émiettées et faciliter la liaison avec les décisions d'aménagements.

II - CONNAISSANCE DES EFFETS CLIMATIQUES GLOBAUX

Les changements climatiques mobilisent des recherches nationales et internationales à caractère fondamental avec les quelles doivent s'articuler des programmes de mesures et de suivis au niveau régional.

- Réaliser ou utiliser les études existantes pour **déterminer les relations entre l'ensemble des paramètres** Température, Pluviosité, Débit, Surfaces inondées (corrélation, indicateurs d'évolution du climat régional).

- Mettre en œuvre **un véritable suivi du linéaire côtier** : phénomènes d'érosion côtière, conséquences d'une éventuelle montée des eaux sur des zones particulièrement sensibles, ...

III – ACTIONS LOCALES

Les propositions faites ici peuvent participer à l'écrêtement des crues moyennes les plus fréquentes. Dans le cadre de crues exceptionnelles, leur niveau de contribution reste à estimer.

- **Les "verrous" ponctuels**

- Identifier dès maintenant **les éléments particuliers influant localement sur l'écoulement des eaux** et qui ont pu participer ponctuellement à l'accentuation des crues.

- **Les bassins versants**

- Entreprendre un **historique de l'aménagement des bassins versants** de manière à mieux appréhender l'évolution des aménagements fonciers agricoles et urbains et d'être à même de mieux juger de son impact sur l'accentuation des crues.

Cet historique suppose de **faire le point sur les connaissances acquises sur les bassins versants types** qui font l'objet d'études et de recherches depuis plusieurs années et **d'évaluer les moyens d'élargir ce type de connaissances** à tous les bassins versants de Bretagne

- Réaliser **à terme des approches comparatives** de l'évolution des bassins versants et y superposer les problèmes environnementaux connus : inondations, pollutions, érosion, etc.

- **Les rivières et les retenues d'eau**

- Faire un **bilan des matières en suspension véhiculées** dont une partie se dépose en amont des barrages, une autre partie se dépose sur les champs inondés et le reste se disperse en mer.
- Veiller à un **entretien régulier des rivières** pour restituer la capacité d'écoulement initial : curage jusqu'aux vieux fonds-vieux bords, entretien des rives, des biefs, des ouvrages, des canaux,...

Des **mesures incitatives** seraient à développer : L'idée de "*contrats fluviaux d'exploitation*" pourrait être étudiée afin de responsabiliser les riverains et utilisateurs dans la gestion des cours d'eaux.

- Conduire une réflexion concertée sur la **reconquête du volume initial des retenues existantes** en Bretagne et en partie comblées par l'envasement, avant d'envisager toute nouvelle création de plan d'eau.

Ces travaux de curage et dragage des vases doivent faire l'objet d'étude d'impact intégrant l'ensemble du problème : les objectifs visés, la qualité des vases et leur devenir (valorisation agricole, dépôts dans des lagunes,...)

- **Les zones de rétention des crues**

Elles doivent correspondre à des systèmes temporaires envahis par les eaux au moment des crues et qui redeviennent zones humides ou prairies humides en dehors des périodes de fortes pluies.

- **Identifier les zones inondées** pendant les crues hivernales.
- Estimer l'**efficacité de leur rôle régulateur de l'écoulement des eaux** afin de les classer par ordre de priorité vis-à-vis de cette fonction.
- Estimer le **pouvoir auto-épurateur** de ces nouvelles retenues temporaires, afin de disposer d'un moyen supplémentaire de reconquête de la qualité des eaux en Bretagne.

IV - INTERDEPENDANCE ENTRE LES CRUES, LA DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE ET LA QUALITE DES EAUX

- **Améliorer la connaissance du fonctionnement biologique des sols inondés**
*Il est indispensable d'estimer leurs fonctions dans l'hypothèse où la pluviosité augmenterait à l'avenir et d'évaluer la part relative des multiples activités de la microflore des sols dans les processus de minéralisation et de dénitrification.
Il est important d'adapter les pratiques agricoles aux particularités de ces espaces afin de valoriser leurs fonctions auto-épuratrices et concilier dans ce cas les deux objectifs d'écrêtement des crues et de recherche de qualité des eaux.*
- **Attirer de nouveau l'attention sur l'importance des bilans d'azote dans les sols**
Un lessivage de l'azote a eu lieu lors des crues mais une partie du stock dans les sols s'est reconstitué compte tenu de la douceur hivernale (minéralisation active de la matière organique). Il est important d'attirer l'attention des agriculteurs sur ce fait afin d'ajuster au mieux les apports d'azote de printemps et d'éviter ainsi des sur-fertilisations qui engendreraient à nouveau la contamination des rivières.

V – ANALYSE DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL

- Effectuer **un travail socio-historique sur la mémoire collective** des inondations.
- Créer **un lieu d'échange** d'informations, d'explications et d'expression de la mémoire : un site WEB a été ainsi mis en place en Normandie, cette idée pourrait être menée également au niveau de notre région.
- Travailler autant sur la **diminution de la vulnérabilité** que sur le **contrôle de l'aléa**.
- Favoriser la création d'un **groupe de travail pluridisciplinaire sur le risque inondation** (vulnérabilité littorale, vulnérabilité continentale) **et de façon plus large sur le risque sanitaire et environnemental en Bretagne** pour mieux anticiper les problèmes, en s'appuyant sur les organismes de recherche existants.