



Avant-Propos

Entre la pointe du Groin et celle de Champeaux, les estrans de la baie du Mont Saint-Michel couvrent une superficie de 380 km², dont seulement 240 km² sont toujours soumis au rythme quotidien des marées. En effet, depuis plus de 1 000 ans l'homme a façonné ces rivages et a progressivement extrait près de 140 km² d'estrans à l'influence marine par endiguements successifs. Il s'agit aujourd'hui des marais de Dol (11 000 ha) et des polders (3 000 ha), plus récents, voués à une agriculture industrielle.

Cette baie reçoit les eaux d'un peu plus d'une dizaine de bassins versants, plus ou moins grands, s'étendant sur près de 3 300 km² répartis entre le Cotentin et la Bretagne. Dans la partie orientale, trois fleuves côtiers convergent au niveau du Mont Saint-Michel et du rocher de Tombelaine : il s'agit, grossièrement d'Est en Ouest, de la Sée (470 km²), de la Sélune (1 010 km²) et du Couesnon (1 120 km²). De nombreux autres petits bassins versants, faisant une superficie totale de 450 km², débouchent dans la partie occidentale, essentiellement au niveau du Vivier-sur-Mer et de Saint-Benoît-des-Ondes.

Ainsi le site de la baie, délimité par l'ancienne ligne de rivage, est circonscrit par un bocage plus ou moins dégradé auquel font suite, du Sud vers le Nord, le marais, les polders cultivés et les herbus.

Telle est l'ampleur d'un site de renommée majeure, site à la fois terrestre et maritime, patrimoine international où s'exercent de multiples et très complexes interactions : naturelles, humaines, entre hommes et natures. La revue Penn Ar Bed n'avait jamais bénéficié d'une approche globale de la baie du Mont Saint-Michel. Devant l'importance que prend chaque jour cet espace, pour les générations futures, il nous a paru indispensable de faire enfin profiter un large public naturaliste des principales connaissances acquises à ce jour grâce à la volonté tenace et aux capacités d'enthousiasme et de travail de nombreux acteurs, et de montrer les liens fondamentaux entre ces connaissances, la protection des milieux et la gestion des activités. Espérons que ce moment de découverte et de réflexion autour d'un maillon géographique test du développement durable suscitera une véritable connivence entre ses lecteurs et ses rédacteurs.

En échange, nous demandons seulement au lecteur de nous pardonner les contraintes de l'édition, en acceptant de voir l'abondante matière offerte lui être proposée sous trois fascicules séparés, qui respectent une logique d'ordre des articles : leur progressivité l'amènera de la connaissance des efforts de recherche, des milieux, et des espèces, à la découverte du fonctionnement de la baie, puis aux aspects plus appliqués de la protection, de la gestion et de l'aménagement.

Ces trois fascicules une fois réunis dans sa bibliothèque, le lecteur disposera d'un panorama de la baie, non pas exhaustif mais nous l'espérons, représentatif de ses problématiques.

Michel Danaïs

La baie du Mont Saint-Michel : un observatoire pour étudier les changements écologiques passés et actuels en prévision du futur

Jean-Claude LEFEUVRE

La baie du Mont Saint-Michel constitue un extraordinaire laboratoire grandeur nature pour l'étude des systèmes naturels littoraux dans leurs relations avec l'environnement terrestre. Tel est le témoignage dont nous fait part ici Jean-Claude Lefeuvre à partir de son expérience de plusieurs décennies de recherches pluridisciplinaires.

Ces trois numéros spéciaux de *Penn ar Bed* réunissent les contributions de chercheurs qui ont fait évoluer nos connaissances sur le site prestigieux de la baie du Mont Saint-Michel et à ce titre, Michel Danais était tout à fait indiqué pour coordonner un tel projet.

L'intérêt de cette série de numéros spéciaux est de mettre tout particulièrement l'accent sur les aspects biologiques d'une baie qui a trop souvent été regardée uniquement à travers le prisme de la courantologie, de l'hydrodynamique et de la sédimentologie.

Une baie dominée par des processus sédimentaires

Pendant longtemps, les services de l'Équipement et les ingénieurs des Ponts et Chaussées, inquiets de la régression de l'environnement marin autour de l'un des monuments français les plus connus et les plus fréquentés (plus de trois millions de visiteurs en 1994), ont souhaité concentrer les efforts sur l'étude des processus hydrosédimentaires agissant en baie. Ce territoire exceptionnel est, en effet, marqué par un phénomène qui a engendré bien des conflits et bien des débats passionnels : depuis la création de la baie lors de

la transgression flandrienne, les rives de la baie, notamment les rives sud, n'ont jamais été stabilisées et ce malgré (ou à cause !) de nombreux aménagements.

Comme tous les grands marais littoraux français, l'évolution naturelle de la baie du Mont Saint-Michel a été maintes fois perturbée par l'homme depuis le Moyen Âge (Verger, 1993). Entre 1856 et 1934, la Compagnie des Polders de l'Ouest entreprend d'importants travaux (2 800 hectares de polders conquis, construction de 50 kilomètres de digues, canalisation du Couesnon, construction de la digue submersible de la Roche-Torin). D'autres aménagements importants se succèdent autour du Mont : construction d'une digue-route reliant le Mont au continent (1879), déviation des lits de la Guintre, du Pont-Landais et de l'Huisne (1879-1884), construction de deux barrages sur la Sélune (1919-1931), captation d'une partie des eaux du Couesnon par la ville de Rennes (1932), construction du barrage sur le Couesnon au lieu dit La Caserne (1968). Tous ces aménagements ont gravement compromis l'équilibre dynamique de la baie, accélérant son colmatage par des sédiments que ne peuvent plus enlever ni les fleuves ni les marées (Doulcier *et al.*, 1978). Le phénomène de sédimentation s'est notamment focalisé autour du Mont Saint-Michel, dans la partie estua-

rienne de la baie que l'on appelle « petite baie ». L'île n'est déjà plus qu'une presqu'île rattachée au continent par une route (Doulcier *et al.*, 1978) et entourée par les eaux seulement quelques jours par an. Si rien n'est entrepris, l'ensablement condamnera le Mont Saint-Michel au sort d'Aigues-Mortes ou de Brouage.

Le maintien d'un environnement maritime autour du Mont Saint Michel est un débat déjà vieux d'un siècle ; mais ce n'est qu'en 1970 que le Service des Sites et des Espaces Protégés décide de se préoccuper de ce problème « sur des bases sereines et plus objectives » (Doulcier *et al.*, 1978). Le Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF, 1971, 1977) soumet un modèle réduit à l'équivalent de plus de 11 000 marées naturelles permettant ainsi de prévoir la morphologie de l'estran vers la fin du siècle. Cette équipe estime alors que le Mont deviendra rapidement enserré « dans une tenaille sédimentaire émergente » et conclut « qu'à cette époque, le Mont aura perdu tout caractère marin puisqu'il ne sera pratiquement plus jamais entouré d'eau » (Migniot, 1982). Les résultats du bilan sédimentaire du LCHF sont clairs : 1,5 millions de mètres cubes de sédiments par an se déposent à l'est d'une ligne Bec d'Andaine / Roz-sur-Couesnon, 100 000 mètres cubes sur le reste de la côte sud et 100 000 mètres cubes en baie de Cancale. Ce dépôt excédentaire se traduit par une avancée moyenne des marais salés de trente hectares par an sur l'ensemble de la baie (Larsonneur, 1988).

Dans de telles conditions, on peut comprendre que les ingénieurs, mandatés par le Gouvernement français pour maintenir le caractère maritime des abords du Mont, aient souhaité que les recherches se focalisent sur les processus sédimentologiques. De la même façon, on conçoit fort bien qu'EDF, après avoir testé grandeur nature la faisabilité d'une usine marémotrice dans l'estuaire de la Rance en prévision de l'équipement de la baie du Mont par une usine du même type, se soit fortement intéressé à la courantologie d'un site marqué par ses exceptionnelles amplitudes de marées (environ 15 m en grande marée de vive eau, les plus importantes de monde avec la baie de Fundy au Canada et l'estuaire de la Severn en Angleterre). Il faut reconnaître que ces deux grands projets manifestement contradictoires (le barrage prévu par EDF ne pouvait que contribuer à l'exhaussement des fonds sur les « rives » de la baie et accentuer la continentalisation au voisinage du Mont) ont toutefois eu le mérite d'apporter entre

les années 1960 et 1985 des données cruciales sur la turbidité des eaux, les quantités de sédiments mobilisables, les bilans sédimentaires et les tendances évolutives des marais salés.

Une baie vivante : l'inventaire des richesses biologiques

Mais on ne pouvait continuer à ignorer que la baie abritait un patrimoine naturel exceptionnel et que, depuis des siècles, l'homme tirait parti de ces ressources naturelles. Il faut souligner le rôle primordial joué par la SEPNB pour construire peu à peu l'image d'une baie « vivante » utilisée par de multiples usagers aux objectifs parfois contradictoires. Cette inversion de tendance, ce passage d'une baie « physique » au fonctionnement dominé par des processus sédimentaires, à une baie « habitat » - attesté par deux ouvrages remarquables de vulgarisation « *la Nature en baie du Mont Saint-Michel* » (Guillon *et al.*, 1985) et « *Découvrir la baie du Mont Saint-Michel* » (Mauxion, 1996) - a, en fait, été initié très tôt, moins de deux ans après la création du Ministère de l'environnement et la mise en place des Directions Régionales de l'Environnement. En effet, la « Charte des Cent Réserves » proposée par le Ministère de l'Agriculture dans le cadre de l'Année Européenne de l'Environnement (1970), mettait le Ministère de l'Environnement dans l'obligation de proposer la mise en réserve d'un certain nombre de sites français. Dans l'Ouest de la France, trois sites possédaient alors une notoriété incontestable dans le monde des naturalistes : le Golfe du Morbihan, la baie d'Audierne et la baie du Mont Saint Michel. C'est au titre de Président de la section SEPNB d'Ille et Vilaine, et non pas de Directeur du laboratoire de zoologie et d'écologie, que l'on m'a demandé de prendre en charge avec Nicole Landré l'inventaire des richesses naturelles de la baie (Lefeuve et Landré, 1974).

Ce premier inventaire préluait à des propositions d'aménagement et de mise en valeur du patrimoine naturel établies en collaboration avec un économiste de l'Association Normande d'Economie Rurale Appliquée (Lefeuve *et al.*, 1975). Comme le rappelait l'introduction de ce dossier, cette démarche s'inscrivait, bien avant la lettre, dans la ligne d'un développement durable : « *il s'agit d'opérer une préservation raisonnée qui permette à la fois d'assurer la pérennité des richesses naturelles, voire leur remise en état, et la continuité des activités économiques, voire leur croissance* ». C'était



H. Romé.

Le Mont Saint-Michel et sa baie, seul site français inscrit sur la liste du Patrimoine mondial, pour des raisons à la fois culturelles et naturelles.

la première fois qu'un rapport insistait sur les ressources naturelles aussi bien sauvages (limicoles, canards, végétation halophile) que produites par l'élevage (huîtres, moules, moutons de près salés). C'est sur cette base qu'a été faite la proposition de considérer la baie comme une entité où cohabiteraient, à l'Est sur l'ensemble de la partie estuarienne, une vaste réserve naturelle et, à l'Ouest, un espace dédié au développement des activités maritimes et à la valorisation des ressources naturelles. Cette proposition basée sur la conception d'une gestion territoriale globale de l'unité fonctionnelle « baie » s'est pourtant rapidement heurtée à un conservatisme administratif incapable de gommer les frontières régionales Haute-Normandie-Bretagne et départementales Manche-Ille et Vilaine.

Le seul résultat tangible et immédiat de cet inventaire des richesses naturelles a été la transformation des limites de la réserve de chasse : auparavant localisée uniquement sur la slikke afin de préserver le chasse de nuit au gabion, cette réserve a englobé une superficie importante de marais salés faisant disparaître sept huttes de chasse et préservant ainsi un couloir de protection pour les oiseaux effectuant leur migration journalière entre la baie et les marais continentaux. Néanmoins, les idées fortes de cette proposition sont restées ; elles resurgissent périodiquement à travers la création d'une maison de la baie « éclatée » sur l'ensemble du territoire entre Cancale et la

Pointe de Champeaux. Elles se sont concrétisées aussi bien à travers le musée privé de l'huître à Cancale (prévu aux Nielles dans le projet initial) que par les implantations de Maison de la baie, en Normandie, à Genêt et Bas-Courtils ou, bientôt, en Bretagne, au Vivier-sur-Mer, à Cherrueix... Plus encore, la délimitation de la zone protégée au titre de la Convention de Ramsar, ainsi que celle du « site inscrit » au titre de la loi de 1930, tiennent compte de ces propositions initiales. Mais le plus beau titre de gloire que pourrait retirer la SEPNB de ce premier travail est d'avoir, malgré les réticences administratives, fait passer l'idée que le Mont Saint-Michel et sa baie forment un ensemble indissociable, qui a été reconnu comme tel par l'UNESCO en 1979 : c'est en effet le seul site français inscrit au Patrimoine Mondial pour des raisons à la fois culturelles et naturelles.

Le fonctionnement complexe de la baie : des systèmes en interaction

L'autre résultat remarquable de cette première investigation a été d'attirer l'attention des scientifiques du manque flagrant de connaissances sur le fonctionnement de systèmes écologiques complexes et largement dépendant les uns des autres, comme le sont ceux qui composent la baie

« terrestre » et marine. La baie est, en effet, un modèle remarquable permettant d'étudier les conséquences fonctionnelles du passage des marais salés naturels à des marais pâturés puis poldérisés et d'analyser les conséquences des changements de techniques et d'usage du sol qui ont marqué l'évolution de l'agriculture depuis la dernière guerre mondiale. Depuis les premiers travaux de la SEPMB, des chercheurs permanents ou contractuels du Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés publient régulièrement sur la baie du Mont Saint-Michel.

La progression des recherches du laboratoire en baie est schématiquement marquée par trois étapes. La première peut être considérée comme une étape d'acquisition de données nouvelles sur l'agriculture en baie -utilisation des "herbus" par les moutons de près salés et modification de la végétation sous l'impact de ces herbivores (Guillon, 1980), usage des sols et principales productions agricoles dans les polders récents (Kaiser, 1980), développement de la mytiliculture (Bregéon, 1977)-, ainsi que sur la distribution des oiseaux d'eau en hivernage sur l'ensemble de la baie y compris ses marais continentaux (Boret *et al.*, 1981, Schricke, 1983). C'est pendant cette première phase que sera effectuée, en collaboration avec le Laboratoire Maritime de Dinard (Muséum National d'Histoire Naturelle), l'étude d'impact sur l'arasement de la digue de la Roche-Torin (Legendre et Guillon, 1981). Cette phase se terminera par les travaux de Fouillet (1984-1986) sur les peuplements d'arthropodes des schorres de la baie et, enfin, les études sans doute les plus citées de Legendre (1984) sur la pêche artisanale sur le domaine intertidal de la baie et de Guillon (1984) sur la végétation de l'ensemble des marais salés de la baie. La deuxième étape (1985-1990) permettra la structuration d'une petite équipe de recherche abordant pour la première fois le fonctionnement des marais salés grâce à deux financements européens obtenus en collaboration avec l'IRIEC (sous la responsabilité du géographe Knecht), le second contrat s'effectuant sous la responsabilité de l'Iremer dans le cadre d'un programme de recherche sur le golfe normanno-breton. Cette équipe composée de M. Danais, C. Kuzucuoğlu et de C. Legendre apportera des données originales sur les apports de nutriments par les rivières de la baie (Sée, Sélune, Couesnon, Guyoult), sur la production primaire des marais salés et, pour la première fois en France, sur la capacité d'exportation de la matière organique par les marais salés. Cette équipe sera tout naturellement sollicitée pour participer à la deuxième étude d'impact s'ins-

crivant dans le maintien du caractère maritime du Mont et portant sur l'aménagement du Couesnon proposé par Doulicier (barrage chasse d'eau).

Il faut souligner que c'est grâce au travail de cette équipe que nous avons pu aborder la troisième étape de cette recherche dans les meilleurs conditions en obtenant à partir de 1990 la responsabilité d'un programme européen sur le fonctionnement des marais salés des côtes ouest de l'Europe. Les deux contrats successifs (*Comparatives studies of European salt marshes processes* et *Effects of environmental change on European salt marshes*) obtenus en collaboration avec des équipes hollandaises, anglaises, portugaises et l'équipe actuelle du laboratoire nous ont permis de mettre en évidence l'originalité des marais salés européens tant en termes d'implantation, de structure et d'organisation que de fonctionnement, et de rattraper ainsi un retard de plus de trente ans accumulé par les européens par rapport à leurs collègues américains sur l'étude du fonctionnement des marais salés (Lefeuvre *et al.*, 1994).

En effet, à cette époque, si de nombreuses publications européennes traitaient de la morphologie des marais salés, de leurs groupements végétaux, voire de la physiologie des plantes halophiles, pratiquement aucune n'abordait le problème fondamental du fonctionnement de ce milieu, véritable zone de transition (ou écotone) entre terre et mer. De tels écotones -tout comme les zones humides des plaines alluviales qui font transition entre les bassins versants et les lits majeurs des rivières et des fleuves- sont caractérisés par un fonctionnement très interconnecté à celui des écosystèmes voisins. Ainsi les marais salés américains des côtes est Américaines, dominés par une seule espèce de plante, *Spartina alterniflora*, et soumis au phénomène des marées deux fois par jour, ont-ils longtemps été considérés grâce aux travaux de Teal (1962) comme exportant une part importante de leur production primaire. La note de Teal (1962), considérée comme l'une des quarante publications qui ont fondé l'écologie moderne (Real et Brown, 1991), montrait en effet que près de 45% de la matière organique produite « enrichissait » les eaux marines côtières. Ce processus, dénommé « outwelling » par Odum (1968), arrivait à point nommé pour conforter la position des protecteurs de la nature d'Outre-Atlantique tentant d'opposer des arguments aux travaux de poldérisation de ces marais salés qui sévissaient alors sur cette côte. La formule

d'Odum, « les marais salés sont la richesse de la mer », fut largement reprise par les protecteurs de la nature. Elle a, pendant plus de 20 ans, fortement orienté la recherche scientifique avant qu'un autre américain, Nixon, sur la base d'un examen critique bibliographique ne montre que si certains marais salés exportent pratiquement toute la matière organique produite (c'est le cas des marais salés nord-américains pris sous les glaces pendant l'hiver comme ceux de la baie Fundy) d'autres n'exportent que très peu, voire importent de la matière organique (Nixon, 1980).

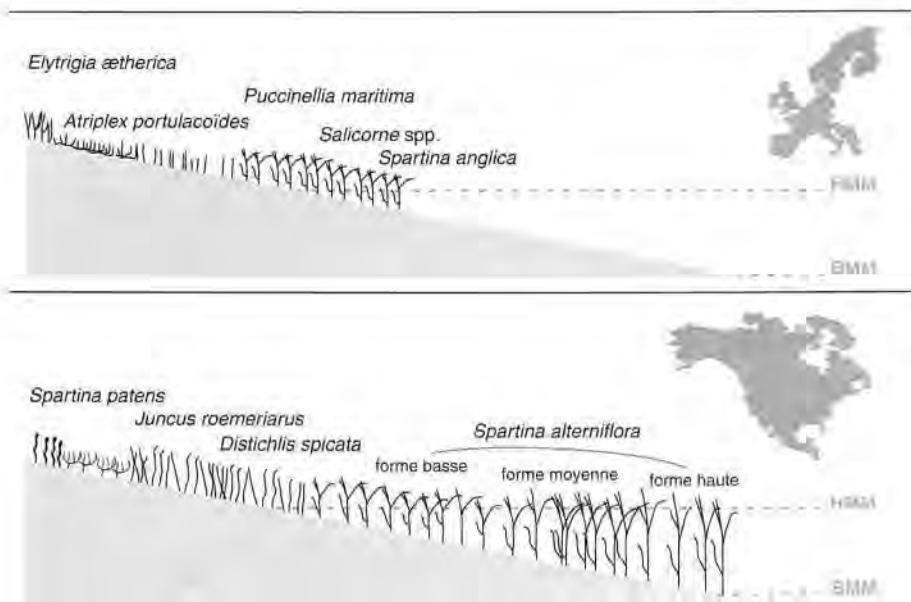
En baie du Mont Saint-Michel, ces recherches sur l'hypothèse « outwelling » ont pu être développées grâce à la construction d'une station expérimentale dans les marais salés, au dessus d'un chenal de drainage (voir fig. page 8).

Parallèlement, lors de cette troisième étape, et tout en poursuivant l'approfondissement des connaissances sur les oiseaux d'eau de la baie (Le Dréan-Quenech'du, 1994), le laboratoire a développé des recherches sur les bassins versants de la baie (Couesnon et Guyoult) afin d'étudier les conséquences des transformations des structures bocagères tant sur les flux de nutriments que sur la biodiversité. Une première recherche soutenue par le programme « Environnement, Vie et Sociétés » du

CNRS a permis également de comparer les peuplements végétaux et animaux du pourtour continental bocager de la baie et ceux des polders récents soumis à une intensification des productions agricoles (Burel *et al.*, 1995). Cette approche effectuée en collaboration avec l'équipe de J. Baudry (INRA SAD) permet également de suivre en parallèle l'évolution des paysages agraires, l'occupation du sol en zone de polder (Le Grand, 1995) et d'obtenir des informations précises sur les apports d'intrants. Cette approche sur la partie terrestre de la baie se traduit également par le démarrage d'un nouveau programme sur l'évolution des structures paysagères du marais de Dol et des systèmes de drainage, sur les changements d'usage des sols et sur leurs conséquences sur la biodiversité des milieux terrestres et dulçaquicoles.

Tendance actuelle de la recherche

La recherche scientifique internationale est dominée actuellement par une mobilisation sans précédent de chercheurs de nombreuses disciplines afin d'étudier les changements globaux dans le cadre du Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB - Global Change) proposé par le Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU). Ce programme, éla-



Représentation schématique des marais salés européens et américains (Bouchard, 1996).

boré en 1986, a été conçu « en vue de décrire et de comprendre les processus interactifs d'ordre physique, chimique et biologique régissant l'ensemble du système terrestre, ainsi que l'unique environnement offert par celui-ci à la vie, les transformations subies par ce système et la manière dont il peut être influencé par l'action humaine ». Il est complémentaire du Programme mondial pour le climat (PMC) mis en place par l'Organisation météorologique mondiale (OMM).

Cet investissement dans des recherches sur le fonctionnement planétaire a été notamment dicté par l'inquiétude grandissante de la communauté scientifique face aux changements de l'atmosphère terrestre. Si l'homme, dès son origine, a été confronté à des changements environnementaux de la planète résultant d'une variabilité naturelle (cette variabilité naturelle est fonction de facteurs externes tels que la position de la terre sur son orbite autour du soleil, les cycles solaires, les modifications séculaires de l'orbite terrestre ainsi que de l'évolution de contraintes internes, qui s'expriment en particulier par la sismicité, le volcanisme, la dérive des continents...), il s'y ajoute aujourd'hui des changements dus à ses activités agricoles ou industrielles. Comme le constate le Ministère de la Recherche et de la Technologie en 1992, l'ampleur de ces changements est d'ores et déjà importante : composition de l'atmosphère terrestre modifiée, paysages bouleversés, rejets de déchets dans les rivières, sur les côtes ou dans les océans et, enfin, pression croissante sur les ressources renouvelables ou non. Ce rapport du Ministère conclut que l'un des enjeux scientifiques et socio-économiques majeurs des prochaines décennies est d'améliorer nos connaissances sur

l'évolution du climat et de l'environnement global. Il doit s'agir d'un des objectifs prioritaires des scientifiques pour que les sociétés humaines puissent élaborer des stratégies pertinentes en matière de gestion globale de leur environnement.

Parmi les faits marquants qui mobilisent la recherche se situe l'augmentation alarmante de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère résultant notamment de l'ensemble des activités industrielles, de la déforestation, du chauffage domestique, de la circulation automobile, etc.... La concentration de ce gaz dans l'air ne cesse de croître : depuis le début du dix-neuvième siècle, elle a augmenté de 25% et si les émissions continuent au rythme actuel elle aura doublé dans la seconde moitié du siècle prochain (Joussaume, 1993). Associé à d'autres gaz tels le méthane et certains composés azotés, eux-mêmes en augmentation, le gaz carbonique serait responsable d'un renforcement de l'effet de serre qui contribue au climat de la planète. Bien que certains auteurs envisagent une nouvelle période de refroidissement, la plupart des modèles climatiques prévoient une augmentation de la température moyenne de la planète en raison de l'effet de serre. La dilatation du volume des océans entraînerait alors une augmentation du niveau des mers et donc des variations de la ligne de rivage, correspondant à l'intersection de la lithosphère avec l'hydrosphère (Paskoff, 1994).

En juin 1990, le rapport IGPB n°12 insistait sur la nécessité de mener des recherches « dans toutes les régions du monde, de façon à obtenir les éléments nécessaires à la compréhension des processus du changement

Vue aérienne de la station expérimentale construite au-dessus d'un chenal de drainage (14 mètre de large) du marais salé. Cette station est équipée pour mesurer les flux d'importation et d'exportation des nutriments.



V. Bouchard



La mise en œuvre des programmes de recherche mobilise des moyens importants en matériel et en main d'œuvre. Ici, la construction de la station expérimentale par les chercheurs et étudiants du laboratoire (au second plan, le limnigraphie).

global ». Tout le monde s'accorde en effet pour considérer qu'un phénomène global peut avoir des transcriptions régionales diverses et selon des pas de temps fort différents. Au niveau de chaque région, on doit donc s'efforcer de recueillir des éléments pertinents, de mettre au point des modèles descriptifs des changements environnementaux globaux et de tester localement, en parallèle, les conséquences de tels changements sur le fonctionnement des écosystèmes modifiés, interactifs, lieux de vie des sociétés humaines et soumis à leur activité sur des sites appelés sites ateliers

Dès lors, on comprend qu'une attention toute particulière se porte sur la zone littorale, interface entre terre et mer, véritable espace de transition aux limites incertaines tant du côté terrestre que du côté marin. Le littoral a la particularité d'être l'un des espaces le plus convoités en termes d'établissement humain : on estime qu'au milieu du siècle prochain 65% de la population mondiale vivra à moins de 50 km de la ligne de rivage. Par ailleurs, la régression des ressources naturelles continentales et la dégradation des sols font de la pérennité des ressources marines littorales un enjeu tel qu'il engendre des négociations de plus

en plus difficiles entre les nations. La diminution de ces ressources provoque des conflits de plus en plus fréquents. On conçoit dans ces conditions la nécessité d'étudier rapidement cet écotone particulier qui contrôle de surcroît une partie des transferts (notamment de polluants) entre les continents et les océans.

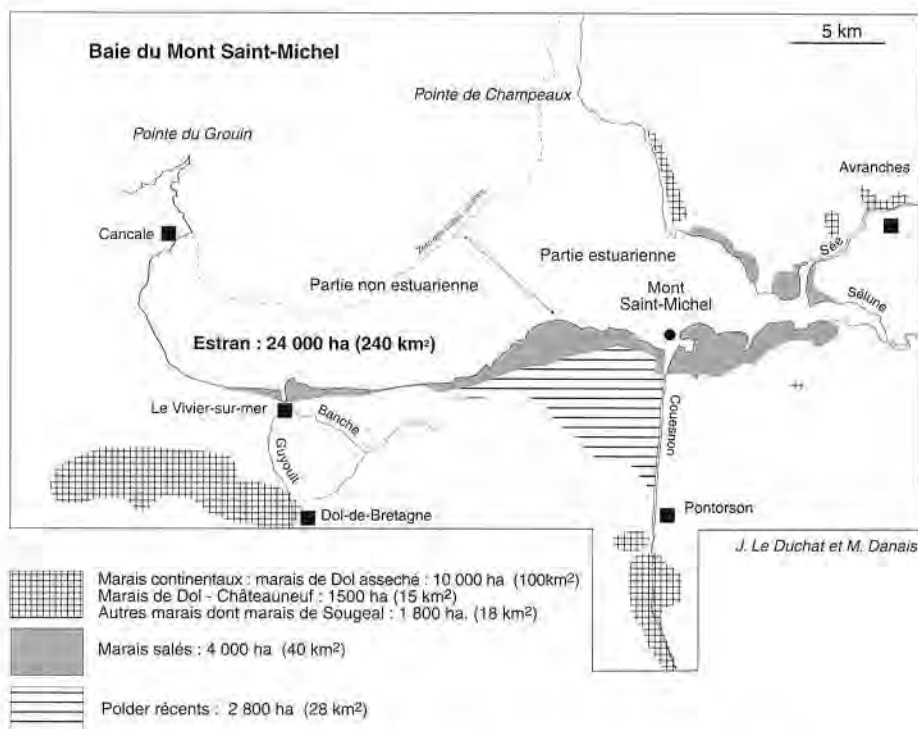
La notion de site-atelier présente l'immense mérite de rassembler sur un espace géographique déterminé les compétences de scientifiques de disciplines différentes, animés par la volonté de résoudre les mêmes questions : comment évoluent des systèmes écologiques sous l'action concomitante de phénomènes naturels et anthropogènes ? Quelles sont les conséquences à long terme de cette dynamique, à la fois en termes de maintien des processus évolutifs et de fonctionnement des écosystèmes ? Comment les sociétés humaines s'adaptent-elles à de nouvelles conditions environnementales, que ces dernières leur soient imposées globalement ou que ces sociétés les aient engendrées localement ?

La baie du Mont Saint-Michel comme site-atelier

C'est ainsi que, désormais, la totalité des recherches menées en baie du Mont Saint-Michel s'inscrivent dans le cadre d'un site-atelier reconnu officiellement par le CNRS. Nous souhaitons voir conforter ce site-atelier par une collaboration plus élargie avec tous les laboratoires intéressés au développement d'une recherche pluridisciplinaire « haut de



Transport des piliers sur la station.



Les sous-ensembles majeurs de la baie du Mont Saint-Michel (500 km²).

gamme » sur l'un des sites le plus prestigieux du Massif armoricain. Ce site-atelier, conçu avec les équipes de l'UMR 6553 de l'Université de Rennes I, avec le Laboratoire maritime de Dinard, avec le Laboratoire SAD Armorique de l'INRA, avec le Laboratoire d'halieutique de l'ENSAR (projet Urbamont), pourrait, en regroupant d'autres laboratoires axés sur les aspects physiques (sédimentologie, courantologie), biologiques, économiques et sociaux, devenir un véritable observatoire permanent des changements environnementaux et de leur conséquences écologiques, économiques et sociales.

Le choix d'un site aussi connu à l'échelle du globe que la baie du Mont Saint-Michel, inscrit, comme nous l'avons dit, sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO et sur celle des zones humides d'intérêt international de la convention de Ramsar, se justifie pleinement si l'on souhaite analyser, sur même espace géographique, aussi bien les conséquences des changements environnementaux globaux que les perturbations induites au niveau local et régional par un changement d'usage des sols. Cette entité fon-

ctionnelle considérée au sens large est formée de quatre sous-ensembles majeurs interreliés : les bassins versants, les marais continentaux, les marais salés pol-dérisés, le système marin côtier. La baie est en effet l'estuaire de trois rivières principales : la Sée, la Sélune et le Couesnon. Les bassins versants de ces trois rivières à Salmonidés présentent le gros avantage d'avoir évolué différemment et de permettre ainsi des études comparatives entre des espaces encore très peu modifiés par les nouvelles pratiques agricoles (La Sée, première rivière à saumon de France en termes de captures annuelles, présente un bocage ancien -plus de 200 ans- encore très structuré et la prairie domine sur une bonne partie du bassin versant) et des espaces fortement transformés par la monoculture et le mono-élevage. « L'enveloppe » continentale de la baie apparaît ainsi comme un lieu idéal au niveau du Massif armoricain pour analyser les conséquences environnementales du développement de l'agriculture tant au niveau biodiversité en zone continentale qu'au niveau transferts d'eau, de matière organique ou de nutriments vers les milieux récepteurs que sont les rivières et les eaux marines de la baie.

En fait, ce territoire présente l'avantage de nous renseigner sur la mise en place d'espaces « terrestres » en fonction des variations du rythme d'augmentation du niveau des mers (marais salés pendant la transgression, marais d'eau douce pendant les régressions). Il fournit également des indications précieuses sur l'accélération du processus d'atterrissement qui résulte des activités humaines (endiguage, canalisation des rivières, polderisation). La précision sur la datation de cette conquête est très grande à l'Est de la baie (à l'année près pour les polders récents) et les usages du sol et leur évolution sont parfaitement connus sur ce secteur. L'intérêt de cette baie est également de présenter une sédimentation toujours active entraînant la mise en place de marais salés nouveaux chaque année (Larsonneur, 1988 ; Bouchard *et al.*, 1995). Cette baie, qui se caractérise également par la plus grande superficie de marais salés des côtes françaises, apparaît comme un site idéal pour étudier les perturbations induites en milieu marin par l'appropriation et la transformation en terres agricoles de ses marais salés.

Le véritable archivage de données physiques et biologiques que constitue le phénomène de sédimentation permet d'étudier les conditions de mise en place des communautés animales et végétales sur un milieu en transformation (passage du milieu marin au milieu terrestre). En zone littorale basse, en effet, que ce soit en milieu terrestre ou en milieu marin, la distribution granulométrique des sédiments superficiels inondés, inondables ou exondés, leur teneur en matière organique ainsi que la date de leur dépôt, conditionnent en partie, en l'absence de pression anthropique, la répartition des espèces végétales et animales et leur assemblage en communautés. C'est sur la base de l'identification de ce pool d'espèces et sur l'analyse des fluctuations de leur assemblage en fonction des changements environnementaux qui se sont succédés depuis 10 000 ans que peut être évaluée l'importance réelle des activités humaines dans la structuration et la dynamique des communautés végétales et animales caractéristiques des différents paysages actuels de la baie. Il en résulte un territoire qui synthétise sur un espace restreint toutes les étapes conduisant d'un milieu naturel terrestre soumis au rythme des marées, puis s'en excluant par élévation du niveau du sol (continentalisation), jusqu'à des espaces agricoles de plus en plus intensifiés (de l'élevage extensif des moutons de prés salés au maraîchage industriel dans les

polders récents). Un espace comme la baie du Mont Saint-Michel et ses bassins versants constitue un modèle idéal pour étudier les conséquences des premières implantations humaines et de la relation homme-nature à travers l'utilisation des ressources tant terrestres que marines. Dans le contexte actuel de changements environnementaux rapides et intenses, ce territoire permet également d'analyser les conséquences de l'intensification des productions agricoles à la fois sur le fonctionnement des systèmes continentaux terrestres et dulçaquicoles et des systèmes marins côtiers, eux-mêmes caractérisés par une intensification des productions (conchyliculture).

Enfin, si l'on tient compte du fait que la configuration actuelle de la baie résulte d'une sédimentation tributaire des variations de l'élévation du niveau des mers, il apparaît que cet espace constitue un lieu d'observation idéal pour évaluer -à travers l'évolution de la ligne de sépa-



A. Radureau

Photo aérienne infrarouge des herbues prise dans le cadre des recherches sur les échanges de matière entre les herbues et les autres compartiments de la baie.

ration marais salés-vasières- l'importance actuelle de l'élévation des mers et son évolution future en fonction d'une éventuelle augmentation de la température du globe lié à l'effet de serre.

Avec le soutien des Conseils régionaux de Bretagne et de Basse-Normandie, ainsi que des DIREN, des Agences financières de bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne, du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, des Conseils généraux d'Ille-et-Vilaine et de la Manche, et des services administratifs tels les DDAF et les DDE, les Affaires maritimes, les communes riveraines, ce site-atelier de la baie pourrait se pérenniser sous la forme d'un observatoire permanent des changements écologiques, économiques et sociaux. Cette structure mixte, regroupant aussi bien des scientifiques que des représentants et des élus de l'administration, aurait le mérite d'aider à comprendre l'évolution d'un espace éminemment changeant sous l'action conjuguée de phénomènes naturels, de l'environnement global et de phénomènes d'ordre anthropique liés à l'évolution des sociétés humaines et de leurs pratiques. Gageons qu'un tel diagnostic permanent rendrait de grands services à ceux qui ont en charge la gestion de tel territoire, marqué par une réputation internationale, et, à ce titre, véritable vitrine du savoir-faire des Bretons et des Normands. ■

Bibliographie

ACX A.S. 1991 - Hétérogénéité spatiale des pratiques agricoles dans les polders du Mont Saint Michel. Université de Rennes, rapport de D.A.A. ENSAR, 45 p.

BOUCHARD V. DIGAIRE F. LEFEUVRE J.C. & GUILLON L.M. 1995 - Progression des marais salés à l'ouest du Mont Saint-Michel entre 1984 et 1994. Mappemonde, 4.p. 28-34.

BORET P. CONSTANT P. MAHEO R. 1981 - Recherches sur les oiseaux d'eau séjournant dans la baie du Mont Saint Michel. Rapport d'activité 1980/1981. Convention de recherches O.N.C.-Université de RENNES I, direction scientifique : Mahéo R. et Constant P, 55p.

BREGEON L. 1977 - Richesses de productions marines de la baie du Mont Saint-Michel : la mytiliculture. Science et Pêche, Bull. d'Infr. et de Doc. de l'Institut Sci. et Tech. des Pêches Maritimes, n°267.

BUREL F. BUTET A. PAILLAT G. PETIT S. 1995 - Colonisation des éléments linéaires non cultivés dans un paysage de polders : contribution à la biodiversité. Rapport Ministère Environnement, Comité EGP, 70 p.

DOULCIER J. GEFFRE P. MIGNIOT C. PRES-CHEZ P. SIMON G. & VIGUIER P. 1978 - Le Mont Saint-Michel entre terre et mer. Monuments Historiques, 3. p. 33-44.

FOUILLET P. 1984 - Les peuplements de Carabiques des vases salées de la baie du Mont-Saint-Michel. Rapport Fonctionnement des Systèmes Ecologiques de la Baie du Mont Saint-Michel. Ministère de l'Environnement. Muséum National d'Histoire Naturelle et Université de Rennes I. Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés. 79 p.

FOUILLET P. 1986a - Evolution des peuplements d'Arthropodes des schorres de la baie du Mont Saint-Michel. Influence du pâturage ovien et conséquences de son abandon. Thèse doct. 3^{ème} cycle, Ecologie, Université de Rennes I. 330 p.

FOUILLET P. 1986b - Analyse des distributions des macroarthropodes (Amphipodes, Carabiques, Araneides) sur les schorres de la baie du Mont Saint-Michel. In : Le Hir P., Bassoullet P., Erard E., Blanchard M., Hamon D., Jegou A.M. & IRIEC eds., Etude régionale intégrée du golfe Noamano-Breton, vol. 6, 280 pp Contrat IRIEC, DERO-86.27-EL, IFREMER & CEE. p. 227-280.

GUILLON L.M. 1980 - Les moutons de prés salés en baie du Mont Saint-Michel. D.A.A. de Zootechnie, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires de Nancy. Muséum National d'Histoire Naturelle et Université de Rennes I. Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés. Laboratoire maritime de Dinard. 121 p.

GUILLON L.M. 1984a - Carte de végétation et notice explicative des schorres de la baie du Mont-Saint-Michel. Rapport Fonctionnement des Systèmes Ecologiques de la Baie du Mont Saint-Michel. Ministère de l'Environnement. Muséum National d'Histoire Naturelle et Université de Rennes I. Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés. Ecole Pratique des Hautes Etudes. Laboratoire de Géomorphologie. 8 p.

GUILLON L.M. 1984b - Les schorres de la Baie du Mont Saint-Michel. Unités de végétation et facteurs du milieu. Rapport Fonctionnement des Systèmes Ecologiques de la Baie du Mont Saint-Michel. Ministère de l'Environnement. Muséum National d'Histoire Naturelle et Université de Rennes I. Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés. Ecole Pratique des Hautes Etudes. Laboratoire de Géomorphologie. 78 p.

GUILLON L.M. LEGENDRE C. & RETIERE C. 1985 - La nature en baie du Mont Saint-Michel. Rennes Ouest-France, 32 p.

JOUSSAUME S. 1993 - Climats d'hier à demain. CNRS/CEA ed., 143 p.

KAISER F. 1980 - Aspects originaux de l'agriculture en baie du Mont Saint-Michel. Rapport INRA, Laboratoire Maritime du MNHN, Université de Rennes I, 54 p.

Laboratoire Central d'Hydraulique de France 1971 & 1977 - La baie du Mont Saint-Michel : études sédimentologiques et hydrologiques. Rapports Inédits, Maison-Alfort.

LARSONNEUR C. 1988 - Extraction de tange en baie du Mont Saint-Michel. Rapport Inédit. Délégation régionale à l'architecture et à l'environnement en Basse-Normandie, Université de Caen, Laboratoire de Géologie Marine.

LE DREAN-QUENEC'H DU S. 1994a - Répartition spatio-temporelle des limicoles en baie du Mont Saint-Michel. Thèse pour le diplôme de Docteur Vétérinaire, Nantes, 2 volumes.

LE DREAN-QUENEC'H DU S. 1994b - Répartition spatio-temporelle des limicoles en baie du Mont Saint-Michel. Bull. SSNOF, 4, p. 121-137.

LE GRAND I. 1995 - Dynamique des paysages des polders en Baie du Mont Saint-Michel, DEA, Université Paris IV, Lab. Evol. Syst. Nat et Mod., URA CNRS 1853, 153 p.

LEFEUVRE J.C & LANDRE N. 1974 - Inventaire des richesses naturelles de la Baie du Mont-Saint-Michel. Document Bureau d'étude SEPMB 35 p.

LEFEUVRE J.C., BERTRU G. BUREL F. BRIENT L. CREACH V. GUENE Y. LEVASSEUR J. MARIOTTI A. RADUREAU A. RETIRE C. SAVOURE B. & TROCCAZ O. 1994 - Comparative studies on salt marshes processes : Mont-Saint-Michel Bay, a multi-disciplinary study. Pages 215-234, in W.J. Mitsch (ed.). Global wetlands. Old World and New. Ed. Elsevier, Amsterdam. 950 p.

LEFEUVRE, J.C. LANDRE N. & AUBERT T. 1975 - Aménagement et mise en valeur des richesses naturelles : la baie du Mont-Saint-Michel. Rapport présenté au Ministère de la qualité de la vie. Dactylographié, ANERA/SEPMB. 282 p.

LEGENDRE C & GUILLON L.M. 1981 - Maintien du caractère maritime aux abords du Mont Saint Michel. Etude d'impact de la digue de la roche Torin, faune et flore. 72p. Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Direction départementale de l'équipement de la Manche.

LEGENDRE C. 1984 - La pêche artisanale sur le domaine intertidal de la Baie du Mont Saint-Michel. Rapport Fonctionnement des Systèmes Ecologiques de la Baie du Mont Saint-Michel. Ministère de l'Environnement. Muséum National d'Histoire Naturelle et Université de Rennes I. Laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés. 121 p.

MAUXION A. 1996 - Découvrir la baie du Mont Saint-Michel. Ed. Ouest France.

MIGNIOT C. 1982 - Le problème de l'insularité du Mont. In : Larsonneur C. & L'Homer, A.-La baie du Mont Saint-Michel, Voyage d'étude. 15-18 Septembre 1982. Rapport Inédit, Association des Sédimentologues Français. p. 68-73.

NIXON S.W. 1980 - Between coastal marshes and coastal waters - a review of twenty years of speculation and research on the role of salt marshes in estuarine productivity and water chemistry. In : Estuarine and Wetlands Processes with Emphasis on Modelling. Eds. P. Hamilton et K.B. Macdonald, Plenum Press, New-York, p. 437-525.

ODUM E.P. 1968 - A research challenge : evaluating the productivity of coastal and estuarine water. In : estuarine research, vol. 1. Ed. L.E. Cronin, Acad. Press, New York, p. 265-286.

PASKOFF R. 1994 - Les littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution. Paris, Masson, 256 p.

REAL A. & BROWN J.H. 1991 - Foundation of ecology : classic papers with commentaries. L.A. Real et J.H. Browns eds. The University of Chicago Press.

SCHRICKE V. 1983 - Distribution spatio-temporelle des populations d'Anatidés en transit et en hivernage en baie du Mont Saint-Michel en relation avec les activités humaines Thèse de 3^{ème} cycle, Ecologie, Université de Rennes. 299 p.

TEAL J.M. 1962 - Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. Ecology, 43. p. 614-624

VERGER F. 1993 - Conceptions successives de l'aménagement des vasières littorales par les sociétés riveraines. Mappemonde, Montpellier, GIP Reclus, 7. p. 21-26.

L'auteur remercie chaleureusement V. Bouchard et J. Le Duchat pour leurs conseils dans la mise en forme définitive du texte.

Jean-Claude LEFEUVRE, Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle, Directeur de l'Institut d'Ecologie et de Gestion de la Biodiversité et du laboratoire d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, membre de l'UMR Ecobio 6553 (CNRS) de l'Université de Rennes 1.



B. Le Garff