

# Projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel (MSM)

La Rédaction<sup>1</sup>.

## Généralités

Classiquement, on distingue la Grande Baie, qui correspond à l'ensemble de la baie du MSM, et la Petite Baie, limitée à la partie sud-est de la précédente, incluant le MSM. Avec la transgression holocène, depuis 6 000 ans, les apports sédimentaires dans la Grande Baie du MSM (400-500 km<sup>2</sup>) représenteraient environ 10 milliards de m<sup>3</sup>, soit une sédimentation annuelle de 1,5-1,75 million (M) de m<sup>3</sup>, l'épaisseur des dépôts étant croissante du large vers la côte où elle atteindrait 20 m. Pour la Petite Baie, les chiffres seraient de 0,7 Mm<sup>3</sup>/an en moyenne sur 6 000 ans. La baie du MSM correspond à une vallée fossile, progressivement comblée de sédiments (Photo 1).

Les travaux d'aménagement réalisés au XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles (1857-1934) auraient entraîné le dépôt de 45-50 Mm<sup>3</sup>



Photo 1. Vue aérienne de la baie du Mont-Saint-Michel (cliché Maître d'ouvrage, dossier Environnement p. 2).

à l'est du MSM. Si l'on compte le total des dépôts de sédiments dans la Petite Baie et les extractions de « tangué », on obtient un volume global d'environ 1,5 Mm<sup>3</sup>/an pour la Petite Baie au XIX<sup>e</sup> siècle. La « tangué » est un sable coquiller très fin utilisé en support de culture. Depuis le milieu du XX<sup>e</sup>,

27. Ces exploitants sont membres de l'association ZEEGRA VZW ([www.zeegra.be](http://www.zeegra.be)) : Alzagri nv (Bruges), Belmagri nv (Hasselt), Hanson Aggregates Belgium nv (Zeebrugge), Charles Kesteley n (Gand), Insagra nv (Nieuwpoort), NHV nv (Nieuwpoort), Satic nv (Merksem), Dranaco nv (Anvers), DBM nv (Anvers). Le siège de ZEEGRA se trouve Chaussée de la Hulpe 85, 1170 Bruxelles., Tél. : 32 2 678 33 09/00.

1. Remerciements à Bruno Legendre, responsable Communication, et Anne Garçon, animatrice du pavillon d'information, du Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel, pour leur aide dans le contrôle du texte.

le tonnage déposé serait de l'ordre de 0,8 Mm<sup>3</sup> par an.

Depuis des décennies, la préservation du caractère insulaire du MSM est un sujet de préoccupation des Collectivités territoriales, de l'État, des scientifiques, des professionnels du tourisme (3 millions de visiteurs en moyenne et 750 000 véhicules par an), etc. (Photo 2). Pour les années 1970-80, la chronologie a été la suivante :

- 1971 : le Laboratoire central d'Hydraulique de France (LCHF) fait un état des connaissances hydrosédimentaires sur la baie ;
- 1975-1977 : études sur modèle réduit par le LCHF ;
- 1983-84 : les études débouchent sur la démolition de la digue de Roche-Torin (construite dans les années 1850-1860), et un projet de grand bassin de chasse du Couesnon (1984-1989) abandonné pour des raisons environnementales et financières.

À partir de cette date, on s'oriente vers des solutions plus « douces ». En 1991, une consultation internationale débouche sur cinq projets différents. Le projet sélectionné se heurte à un avis négatif du Conseil d'État en 1994. Ensuite débute une longue phase de négociations avec les



Photo 2. Vue du Mont-Saint-Michel, prise de la route (cliché G. Sustrac).



Photo 3. Vue du Mont-Saint-Michel à travers les herbus (cliché Gérard Sustrac).



Photo 4. Vue du Mont-Saint-Michel à travers les champs (cliché Gérard Sustrac).

ministères et les collectivités territoriales aboutissant aux grandes lignes du projet actuel considéré comme un « projet d'équilibre ». Le Projet de Rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel est confirmé par les gouvernements successifs lors des Comités interministériels d'aménagement et de développement du territoire (CIADT) des 23 juillet 1999 et 2 juillet 2001.

Après quatre ans d'études préalables, le programme technique détaillé est adopté en avril 1999 par le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel et actualisé en décembre 2000. L'instruction mixte à l'échelon central (IMEC) est ensuite lancée et le procès-verbal de clôture établi le 29 mars 2002. Dans le cadre de cette procédure, le projet a évolué pour aboutir, en novembre 2001, aux dispositions décrites dans la « présentation synthétique du projet », complétée par le projet déclaré lauréat du concours de maîtrise d'œuvre du parc de stationnement Est des espaces publics le 22 février 2002, des ouvrages d'accès le 1<sup>er</sup> mars 2002 et de design de la navette d'accès le 23 avril 2002.

Comme le montre le tableau 1 ci-après, le projet comporte ainsi :

- un nouveau barrage sur le Couesnon, l'ancien étant démoli, et des ouvrages hydrauliques associés ;
- un nouveau parc de stationnement à terre (suppression du parc sur les grèves) avec une liaison par navette (ou à pied) avec le MSM, ce qui implique la destruction d'environ 1 000 m de digue route, la construction d'un pont-passerelle et celle d'un terre-plein d'accès au MSM.

L'enquête publique, ouverte selon l'arrêté préfectoral du 25 juin 2002, a duré du 23 juillet au 23 septembre 2002. Les dossiers pouvaient être consultés dans un local installé au pied du MSM et dans les mairies des 16 communes riveraines de Manche et Ille-et-Vilaine.

Le maître d'ouvrage du projet est le Syndicat Mix-

Échéance	Nature de l'aménagement	Commentaires
2004-2010		Études de maîtrise d'œuvre, tous ouvrages.
2006-2009	Barrage sur le Couesnon, comportant : - fondations et piles ; - vannes ; - pont-promenade ; - balcon maritime.	Groupement lauréat : BRG Ingénierie / Luc Weizmann, architecte / SPRETEC / ANTEA / Bertrand Lanctuit paysagiste.
2009-2014	Ouvrages hydrauliques, comportant : - curage du Couesnon sur 4,7 km ; - aménagement anse de Moidrey - chenaux, seuil de partage et épis à l'aval du barrage.	Capacité moyenne de stockage canal du Couesnon + anse de Moidrey : 1,1 Mm <sup>3</sup> , dont 400 000 m <sup>3</sup> sur les 35 ha de canaux aménagés dans l'Anse. Extraction de 300 000 m <sup>3</sup> pour les chenaux (est et ouest).
2010-2013	Parc de stationnement, bâtiments et navettes.	Environ 4 100 places dans un cadre paysager, à 2,5 km du MSM. AMO : Cabinet HYL et Bureau d'études SOGETI/COSIL (éclairage).
2013-2014	Ouvrage plein sur les herbus. Terre-plein d'accès au MSM, avec gué submersible.	Ces ouvrages se situent de part et d'autre du pont-passerelle.
2010-2014	Digue-route et Pont-passerelle.	Longueur respectives : 1 085 m (digue-route) et 756 m (pont-passerelle). Groupement lauréat : Feichtinger Architectes, BET Schlaich, Bergemann & Partner, Stuttgart.
2014-2015	Destruction de la digue-route actuelle.	

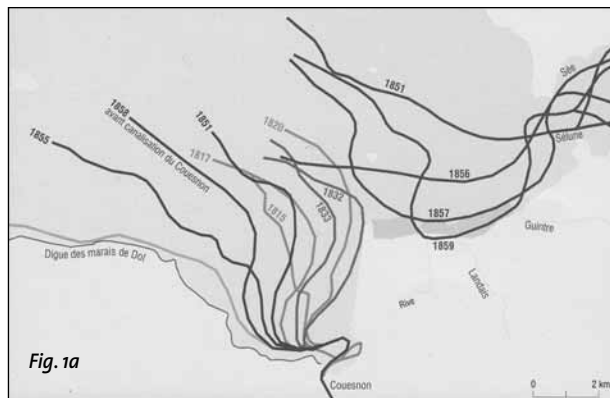
Tableau 1. Nature des aménagements et calendrier des travaux (d'après documents Maître d'ouvrage).

te Baie du Mont-Saint-Michel, créé en 1997 et dont le siège est à Ardevon, commune située à trois km du Mont-Saint-Michel. Une mission de conduite d'opération pour le chantier du barrage, a été confiée à la DDE de la Manche. Le projet a été lancé avec un grand souci de ne pas brûler les étapes, de procéder aux études techniques et scientifiques appropriées, de communiquer régulièrement sur l'avancement du projet notamment au travers du journal de l'opération « La Baie » dont le n°18 date de décembre 2007 et de l'élaboration de deux dossiers (Hydrosédimentaire et Environnement).

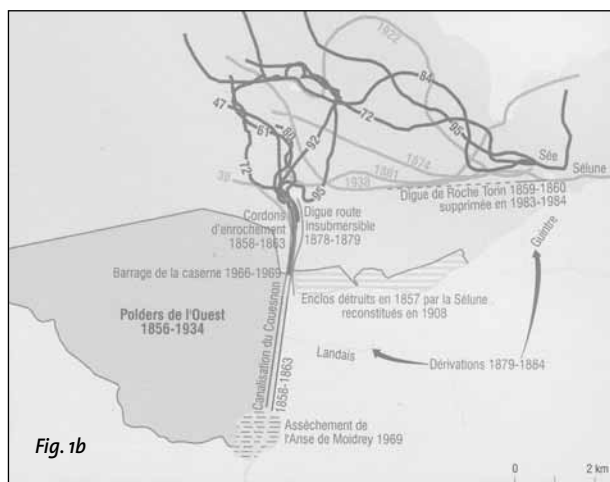
## La période des polders

Les effets dévastateurs des divagations des trois rivières qui se jettent dans la baie du MSM (Couesnon, Sée et Sélune) sont connus et décrits dès le Moyen Age (Fig. 1a à c). Dès le XI<sup>e</sup> siècle, on consolide la digue littorale protégeant le marais de Dol et on crée les premiers canaux d'évacuation.

Le vrai démarrage des travaux coïncide avec le développement agricole du fond de la baie et la nécessité tout à la fois de se protéger des crues et divagations des rivières, mais également d'accroître la superficie cultivée (polders). Ainsi, à partir de 1769, une concession est octroyée à Quinette de la Hogue le long des rivages de Moidrey, Beauvoir, Ardevon et Huisnes, englobant l'herbier qui existait à l'époque. En 1810, près de 950 ha sont enclos et cultivés.



Figures 1a et 1b. Divagations du Couesnon aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles ; 1a. 1805-1859 : les trois fleuves, Couesnon/Sée/Sélune, divaguent librement ; 1b. 1860-1995 : le Couesnon divague faiblement (Mission Mont-Saint-Michel, Anne Chappuis).



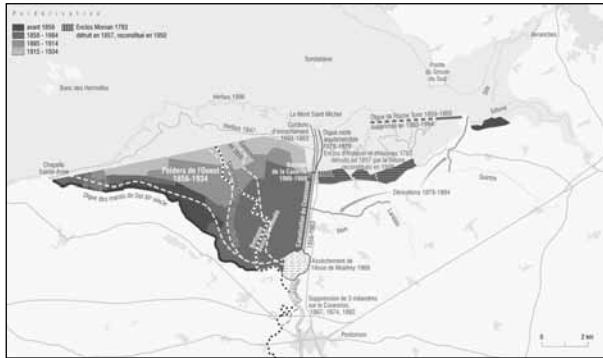


Figure 1c. Interventions humaines (Mission Mont-Saint-Michel, Anne Chappuis).

En 1856, la Cie Hollandaise obtient la concession des terrains situés à l'ouest du MSM et, entre 1856 et 1858, le Couesnon sera canalisé sur 5 600 m entre l'anse de Moidrey et le MSM, correspondant à 4 000 m dans l'enclos de Beauvoir et 1 600 m dans les grèves. Entre 1879 et 1884, on procède à la déviation des petits cours d'eau de la Guintre et du Landais pour favoriser le colmatage des fonds situés à l'est du MSM. De 1858 à 1934, c'est la grande période de poldérisation des terrains à l'ouest du MSM (polders *sensu stricto*) comme à l'est (envahissement par les herbues). Le XIX<sup>e</sup> siècle est aussi une grande période d'extraction de la « tangué » pour usage agricole ; en 1834 cette extraction aurait porté sur 0,5-0,6 Mm<sup>3</sup>.

En 1878-79, on construit une digue insubmersible reliant le MSM au rivage, sur près de 2 000 m. L'objectif est de faciliter la navigation sur le Couesnon et de permettre l'accès au MSM par tous les temps. Toutefois, au début du XX<sup>e</sup>, l'administration des Beaux-Arts rachète le droit de poldérisation dans un cercle de 1 km autour du MSM, stoppant ainsi la conquête des grèves par l'homme.

En 1966-69, on construit le barrage de la Caserne sur le Couesnon (Photo 5) avec pour objectif de soustraire 125 ha de terrain à l'action de la mer, dans l'anse de Moidrey, en rives gauche et droite du Couesnon ; les portes se ferment à marée montante. Le barrage, avec ses 36 m d'ouverture constitue un goulot d'étranglement par rapport aux 100 m de largeur du Couesnon.

En conclusion, on est bien obligé de constater que ce sont les seules considérations agricoles qui ont justifié tous les aménagements réalisés depuis deux siècles, que ce soit pour accroître la superficie cultivée de part et d'autre du MSM, éviter la remontée des eaux salées, ou permettre les extractions de « tangué ». Ce n'est donc que depuis deux ou trois décennies qu'a progressivement émergé un projet visant conjointement à préserver le caractère insulaire du MSM (lutte contre l'ensablement) tout en proposant un concept architectural novateur et respectueux de l'environnement.

## Études hydrosédimentaires et projet de réaménagement

Le projet actuel repose sur les bases suivantes (Fig. 2) :

- réouvrir au jeu des marées un couloir suffisant entre le MSM et la côte ; ceci implique la destruction totale de la digue routière et le déplacement du parking (15 ha = 4 150 places) à l'intérieur des terres ;
- constituer un stock d'eau dans le Couesnon et dans l'anse de Moidrey en rive gauche (35 ha permettant de stocker 1,1 Mm<sup>3</sup> d'eau en moyenne pour un coefficient de marée de 90), afin d'alimenter le système de chasse d'eau destiné à balayer la sédimentation dans le Couesnon aval et la zone côtière ; ceci implique le curage du Couesnon en amont du barrage (570 000 m<sup>3</sup> extraits sur 4,7 km et 750 000 m<sup>3</sup> dans l'Anse de Moidrey), la construction d'un nouveau barrage sur le Couesnon (projet mené par BRL Ingénierie retenu) comportant 8 vannes de 9 m de large ; la mise en place d'un seuil de partage avec déflecteurs entre le barrage et le MSM permettant de répartir les chasses de part et d'autre du MSM ; ceci tout en respectant la cote maximale de la ligne d'eau de 6,62 m IGN 69 à Pontorson, en usage depuis 30 ans ;
- développer un accès visiteurs approprié au MSM : construction d'une passerelle entre la côte et le MSM permettant l'accès des piétons et d'une navette reliant le nouveau parking au MSM ; rénovation des abords du MSM. La passerelle s'arrêtera à 120 m des remparts et se poursuivra par un terre-plein. L'accès au Mont se fera par la porte de l'Avancée jusqu'au coefficient 95, par la petite porte latérale jusqu'au coefficient 103, par un chemin piétonnier à travers les rochers, au-delà.

Dans ce projet, indépendamment des impacts éventuels sur la faune, la flore, le paysage qui ont donné



Photo 5. L'ancien barrage de la Caserne sur le Couesnon (cliché Gérard Sustrac).



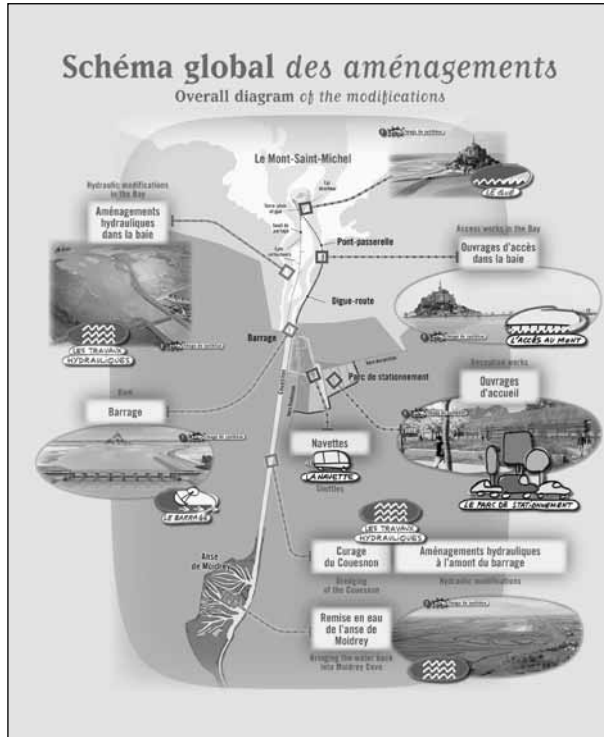


Figure 2. Les différents aménagements du projet (Daniel Fondimare).

lieu à des études scientifiques poussées, tout le parti pris hydraulique repose sur les études hydrosédimentaires conduites par SOGREAH entre 1996 et 2000, principalement sur un modèle physique de 900 m<sup>2</sup> (dimensions maximales de 48 x 24 m ; échelle de 1/400 en plan et 1/65 en hauteur) couvrant la Petite Baie. Le modèle a été réglé sur les fonds de 1975 (référence des essais réalisés par le LCHF) et calé sur les fonds de 1997 pour les phases d'essais. Les autres modèles développés ont englobé un modèle numérique de la Grande Baie, un modèle numérique du Couesnon et un modèle physique local du barrage actuel de la Caserne et du Couesnon sur 200 m en aval et 100 m en amont.

Les études avec le modèle physique de la Petite Baie ont comporté :

- un premier essai long de référence, sans aménagement ;
- des essais courts reproduisant 8 cycles annuels ;
- des tests sur fonds nivelés localement aux abords du Mont (état 1997) ou des fonds obtenus en fin de tests ou d'essais courts ; reproduction de 30 marées ou de 1-3 cycles annuels avec levé initial et levé final des fonds ;
- un 2<sup>ème</sup> essai long avec l'aménagement retenu suite aux essais précédents ;
- un dernier essai court sur 15 cycles annuels.

Chacun des essais longs, qui a reproduit 45 cycles annuels (45 ans, jusqu'en 2042), a donné des résultats

équivalents sur le plan de l'ensablement (respectivement 20,2 et 20,7 Mm<sup>3</sup> de sédiments déposés sans et avec aménagements). Par contre, sur cette durée, si aucun aménagement n'est entrepris, les simulations donnent les résultats suivants pour un rayon de 1 000 m autour du MSM :

- altitude IGN de 4,8 m passant à 5,4 m (0,6 m d'épaisseur de sédiments en plus) ;
- surfaces occupées par des fonds < + 5m IGN réduites de 190 ha (62%) à 105 ha (34%) ;
- surfaces occupées par des fonds > + 6 m IGN, c'est-à-dire à caractère terrestre (herbus) passant de 57 ha (19%) à 106 ha (34%).

Selon les bilans établis par C. Mignot à partir des levés topographiques des fonds sous-marins de la société Rivages de 1959 à 1997, 27 Mm<sup>3</sup> de sédiments se seraient déposés sur les 43 km<sup>2</sup> de la Petite Baie sur 40 ans, soit environ 0,7 Mm<sup>3</sup> par an. Avant 1958, le rythme de dépôt atteignait 1,3 Mm<sup>3</sup>/an. Par ailleurs, l'étude sur photos aériennes depuis 1947 permet d'estimer la progression des herbus à environ 20 ha par an (23 ha/an au départ passant à 14,5 ha/an au cours des dernières années).

Les essais montrent, en outre, que pour être efficaces les chasses du barrage doivent libérer 1 Mm<sup>3</sup> d'eau (pour deux chenaux) avec un débit de 100 m<sup>3</sup>/sec pendant une heure trente en moyenne pour un coefficient de 90.

La gestion des ouvertures - fermetures de vannes du barrage (Fig. 3) sera optimisée selon les 8 phases suivantes (PM = pleine mer) :

1. Fermeture quand la marée monte à PM - 1 h.
2. Ouverture en surverse à PM - 10 h ; on évite ainsi de laisser passer la tranche d'eau marine inférieure plus chargée en sédiments.
3. Fermeture à l'équilibre des niveaux à PM - 1 h 30.
4. Quand la marée se retire, débit réservé jusqu'à PM + 6 h.
5. Ouverture progressive et contrôlée des vannes à marée basse, à PM + 6 h.
6. Fin de chasse, débit réservé.
7. Formation d'un bouchon d'eau claire à PM + 11 h 15.
8. Fermeture quand la marée suivante arrive à PM + 11 h 25.

La figure 4 correspond à une présentation virtuelle du barrage.

Afin de suivre et contrôler les effets du projet sur le plan hydraulique, le Syndicat Mixte a mis en place un suivi hydrosédimentaire de la Petite Baie, et plus particulièrement des abords du MSM. Ainsi, depuis 2006, le Syndicat Mixte cofinance une thèse de recherche intitulée « Évolution morphodynamique de la Petite Baie du

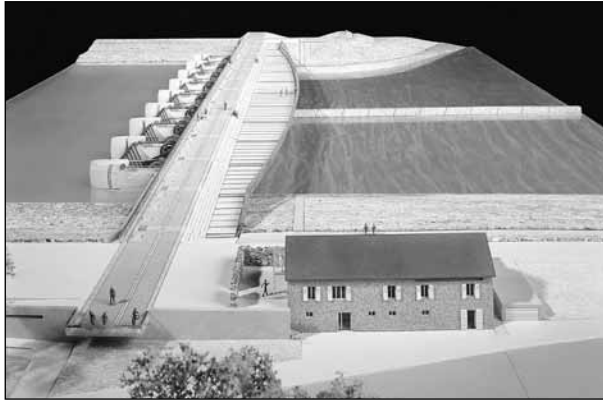


Figure 3. Maquette du futur barrage (Luc Weizmann architecte, Catherine Claden maquettiste).



Figure 4. Le barrage virtuel (Imagence / MG Design).

MSM : facteurs naturels et influence des aménagements autour du Mont », réalisée par Romain Desguée, doctorant au sein du laboratoire « Morphodynamique Continentale et Côtière » de l'Université de Caen.

Ces recherches se focalisent sur la dynamique sédimentaire de la Petite Baie du MSM, ainsi que sur le développement des zones végétalisées (appelées schorre ou herbus) qui entourent le Mont. Les résultats apportent des éléments de compréhension sur les processus morphodynamiques dans la Petite Baie indispensables pour la gestion du projet de rétablissement du caractère maritime du MSM. Ce travail sera complété par un second programme de thèse dans la continuité du premier qui doit s'achever fin 2008, mais également par un modèle numérique de suivi hydro-sédimentaire du fonctionnement des chasses et des levés topographiques réguliers.

Les investissements correspondants au projet ont été estimés à 200 millions d'euros, selon le protocole technique financier signé entre l'État et le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel en juin 2006. Ce chiffre englobe les postes suivants :

Types d'aménagements	Investissements (millions d'euros HT)
Aménagements hydrauliques (y compris le barrage)	82,45
Ouvrages d'accès dans la baie	41,60
Ouvrages d'accueil (hors DSP)	11,60
Provision et aléas	17,25
Études et frais de maîtrise d'ouvrage	11,10
Estimation des investissements pour la Délégation de Service Public, DSP (parc de stationnement et navettes de transport)	36,00
<b>Total</b>	<b>200,00</b>

La part publique du financement est répartie comme suit :

Source	Financement (millions d'euros HT)
Europe (Fonds FEDER)	21,15
État	75,43
Agences de l'eau Seine-Normandie et Loire-Bretagne	3,80
Syndicat mixte via ses adhérents, les collectivités territoriales, dont :	59,62
- Région Basse Normandie	dont 31,30
- Région Bretagne	dont 13,45
- Département de la Manche	dont 10,43
- Département d'Ille-et-Vilaine	dont 4,44
Partie recettes d'exploitation du parking maritime	4,00
<b>Total</b>	<b>164</b>

### Mise en compatibilité des POS de Beauvoir et Pontorson

La mise en place du projet impose des modifications dans les POS<sup>29</sup> (PLU<sup>30</sup> aujourd'hui) de Beauvoir et de Pontorson. Ces modifications sont liées à la mise en place de bâtiments d'accueil du public et d'exploitation des ouvrages, à l'installation de voies de desserte, de carrefours, de cheminements piétonniers et au renforcement localisé des berges du Couesnon. Certains aménagements sont liés au chantier du barrage et donc limités dans le temps. Un aspect important relève de la compatibilité des aménagements avec la Loi Littoral (n°86-2 du 3 janvier 1986).

Le tableau 2 ci-après présente le zonage des deux POS (PLU), avant et après aménagement, en hectares. Les changements d'affectation concernent les zones naturelles placées en ND : 1ND et 2ND pour Beauvoir, ND pour Pontorson.

29. Plan d'Occupation des Sols.

30. Plan Local d'Urbanisme.

Types de zones	POS de Beauvoir		Types de zones	POS de Pontorson	
	Avant (hectares)	Après (hectares)		Avant (hectares)	Après (hectares)
<b>Zones urbaines</b>	48	48	<b>Zones urbaines</b>	45,5	45,5
dont UC	39,5				
UX	8,5				
<b>Zones naturelles</b>	1 381	1 381	<b>Zones naturelles</b>	671,5	671,5
dont 1Na	8	8	dont NA	94	0
2Na	21,5	21,5			
3Na	15,5	15,5			
			NB	1	1
NC	41,5	41,5	NC	241	241
1ND	3	217,5	ND	335,5	429,5
2ND	1 291,5	1 077			
<b>TOTAL</b>	<b>1 429</b>	<b>1 429</b>		<b>717</b>	<b>717</b>

Tableau 2. Évolution des POS de Beauvoir et Pontorson.

Légende du zonage :

\* U (zones urbaines denses), UC (présence d'immeubles collectifs), UX (zone réservée essentiellement aux activités économiques).

\* Zones naturelles : NA (zones d'urbanisation future), 1Na (zone d'urbanisation future, non équipée, destinée essentiellement à l'habitat), 2Na (zone protégée, non équipée destinée à l'urbanisation future), 3Na (zone d'urbanisation future à long terme), NB (zones naturelles à habitat diffus), NC (zones à protéger pour leur potentiel agricole ou forestier ; constructions uniquement destinées à ces usages), ND (zone naturelle : qualité des sites et des paysages ; en général constructions interdites, sauf réseaux, voirie, usages spécifiques), 1ND et 2 ND (usage de loisirs, de plein air ou à caractère social).

## Études environnementales

Une première étude de cadrage a été réalisée en 1997, coordonnée par le BCEOM<sup>31</sup>, avec des contributions de Claude Larsonneur, Franck Levoy et Michel Lafond pour l'hydrosédimentologie, Jean-Claude Lefeuvre, Alain Radureau et Virginie Bouchard pour les écosystèmes marins et terrestres, Vincent Gross pour les activités socio-économiques.

### Salinité des eaux

L'ouverture du barrage aux eaux de marée montante entraînera une augmentation de la salinité du Couesnon jusqu'à Moidrey ; elle ne sera pas perceptible au-delà du pont de Pontorson. L'étude hydrogéologique a montré que cette salinité restera très faible au-delà de la digue bordant chaque rive de la rivière.

### Anse de Moidrey

Le bassin de stockage (vasière) sera parcouru par 10 km de chenaux organisés selon une structure digitée pour minimiser la sédimentation et s'inscrire de façon cohérente dans le paysage environnant. La vasière ressemblera à celle qui existait entre 1850 et 1930.

### Qualité du milieu

Deux campagnes de carottages de 2 m de profondeur (1<sup>er</sup> mètre au préleveur de sédiments meubles, 2<sup>ème</sup>, mètre au carottier battu) dans les sédiments du Couesnon

(11 points), de l'anse de Moidrey (1 point) et de la petite Baie (2 points dans les parkings et 1 point dans les herbus de l'ouest) ont été réalisées par le bureau d'études Diastrata dans le but de déterminer les concentrations en micro-éléments (minéraux lourds, pesticides, hydrocarbures...) dans les sédiments et les eaux.

Les sédiments du Couesnon se sont accumulés principalement entre l'anse de Moidrey et le barrage de la Caserne. Les analyses granulométriques permettent de distinguer des sédiments fins et grossiers mélangés, à caractère fluvial et des sédiments représentatifs de la tange (marine), à sables fins et bien triés. Des sédiments à caractère mixte ou résultant de l'activité humaine (zone des parkings) existent en plus de ces deux catégories.

Les analyses faites sur sédiments et eaux collectés par le BE Diastrata donnent des concentrations en micro-éléments métalliques et organiques très nettement inférieures, tant aux valeurs retenues par les normes françaises pour les sédiments utilisables en tant qu'amendement agricole, qu'au niveau 1 de la grille Géode (milieux marins), pour les sédiments de la Petite Baie. Les pesticides organo-chlorés et les poly-chloro-biphényles (PCB) n'ont pas été détectés.

Les micro-éléments sont principalement associés aux fines particules des dépôts fluviaux. Au point de référence pris dans les herbus, la tranche supérieure des sédiments a une teneur plus élevée en micro-éléments que les parties plus profondes donc plus anciennes.

31. Bureau Central d'Études pour les Équipements d'Outre-Mer, créé en 1949. En 1996, le BCEOM est entré dans le groupe EGIS, filiale de la Caisse des Dépôts et Consignations. Prend le nom d'EGIS BCEOM International au 1<sup>er</sup> janvier 2008.

## Valorisation des matériaux extraits

Selon les études en cours de la société ANTEA, Maître d'œuvre des aménagements hydrauliques, le volume global de tange extrait sera d'environ 1 600 000 m<sup>3</sup>, dont 300 000 m<sup>3</sup> extraits à l'aval du barrage, 570 000 m<sup>3</sup> dragués dans le Couesnon et 750 000 m<sup>3</sup> dans les canaux réalisés dans l'Anse de Moidrey.

À l'heure actuelle, les principales filières de valorisation des sédiments extraits dans le cadre de l'opération de rétablissement du caractère maritime du MSM concernent le rechargement de parcelles agricoles, l'amendement calcique en terrains acides et, dans la région de Saint-Malo, la lutte contre un parasite du chou qui appauvrit les sols en minéraux. Ces pistes de valorisation en cours d'expérimentation par le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel, permettraient d'évacuer la quasi-totalité des volumes non revalorisés dans le cadre des chantiers et de renouer avec des pratiques ancestrales puisque l'efficacité des apports en calcaire de la tange est connue depuis longtemps. Ces débouchés restent étroitement tributaires du contexte légal, réglementaire et socio-professionnel. La valorisation de la tange salée impose un stockage intermédiaire sur faible épaisseur et lessivage du matériau par les eaux de pluie.

## Les herbus

L'étude, conduite par Joseph E. Levasseur (service de Botanique de l'Université de Rennes 1) et Chantal Bonnot (UMP 8586 PRODIG, Laboratoire de géomorphologie et environnement littoral, EPHE<sup>32</sup> Dinard), a montré que le contexte morfo-sédimentaire de la zone de transition entre le schorre<sup>33</sup> et la slikke<sup>34</sup> conditionne le développement des herbus (Fig. 5) :

- de la terre vers la mer, on distingue le schorre (haut, moyen et bas) et la slikke non végétalisée. Les processus d'accrétion sédimentaire et de progradation des herbus sont liés au contexte morfo-dynamique de la haute slikke ;
- le niveau le plus bas d'installation des espèces végétales (niveau mesuré *in situ*) se situe à une cote de + 5 m IGN alors que la cote de référence habituellement prise en compte est de + 6 m IGN ; ceci conduit à distinguer trois niveaux altimétriques : d'alerte (5 m), critique (5,5 m), et de limite inférieure du tapis végétal continu (6 m).

Les relevés mensuels ont été menés selon neuf profils, bien calés sur le plan altimétrique et situés à la limite entre bas schorre et haute slikke. Chaque profil a été équipé d'environ 12-15 pièges à sédiments (mesure de la quantité de sédiments piégés par cm<sup>2</sup>), ce qui représente

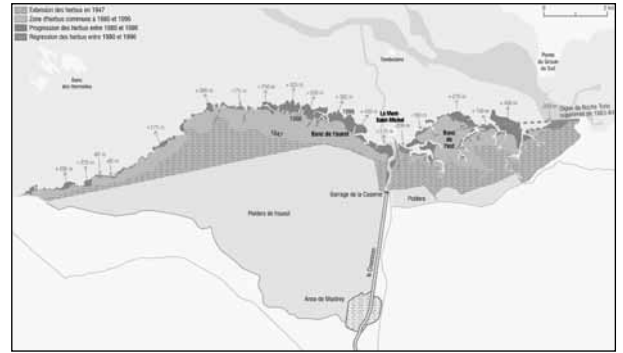


Figure 5. Évolution des herbus (Mission Mont-Saint-Michel, Anne Chappuis).

120 pièges au total, et de cinq plaques enfouies dans le sédiment pour la mesure du taux de sédimentation (moyenne de la mesure en 9 points de la plaque). Ces relevés ont été complétés par des mesures tous les 15 jours sur deux grandes marées consécutives (120 pièges également). Toutes les mesures ont été faites sur l'ensemble de l'année 1999. Selon les points de mesure, les durées de submersion varient de 0 à 40 h sur un mois, 0 à 6 h sur deux grandes marées.

Les suivis ont très clairement montré qu'en dehors des chenaux où s'observe une dynamique érosive, l'accrétion sédimentaire puis la progradation sont les plus importantes d'une part dans les secteurs protégés, et d'autre part, *a contrario* là où la dynamique hydrosédimentaire sur la moyenne et haute slikke est la plus forte. Le contexte morfosédimentaire qui caractérise la haute slikke permet ainsi ou non la genèse d'un schorre.

En mode calme et dépôt de vases fines, on obtient des taux d'accrétion de 2-3 cm par an. Ce taux passe à 0,2-10 cm en mode estuarien, avec des distorsions importantes d'un secteur à l'autre, à 1,5 à 8 cm en mode protégé, variable selon que l'on se trouve en moyen schorre, bas schorre ou haute slikke, et à 0,8 à 8 cm en haute slikke à l'extrémité du Grand Banc de l'Est. Le barrage de la Caserne, mis en place en 1969, a beaucoup contribué à la réduction du volume oscillant du Couesnon, favorisant la progression des schorres et des envasements.

Ces études permettent de conclure que ce n'est pas le développement végétal qui est à l'origine de la progression des herbus mais l'accrétion sédimentaire qui, atteignant une certaine cote NGF (+ 5 m), permet l'installation de la végétation halophile<sup>35</sup> et sa progradation sur la haute slikke. Une fois installé, un schorre ne peut s'opposer durablement à l'érosion liée aux divagations d'un chenal dont la puissance hydraulique est suffisante, car l'attaque se fait à la base des micro-falaises, sous le réseau racinaire des plantes.

32. École Pratique des Hautes Études.

33. Partie haute d'un marais littoral, couverte d'herbus et submergée uniquement aux grandes marées. La partie interne correspond aux prés salés, pratiquement jamais atteints par la mer.

34. Partie basse, vaseuse, d'un marais littoral, inondée à chaque marée.

35. Vivant dans des eaux ou sur des sols salés.



Dans les herbus, les quantités de sédiments piégés dépendent du temps de submersion, du contexte morphosédimentaire au front de l'herbu, du niveau du schorre et de la slikke. Pour un même niveau du schorre, aucune différence majeure n'a été enregistrée en fonction de l'espèce végétale : végétation à chiendent et fétuque du schorre supérieur, à obione et puccinellie du schorre moyen et inférieur, à spartine ou salicorne de la haute slikke.

Couvrant actuellement 4 000 ha, ces herbus représentent une composante essentielle de l'écosystème de la Petite Baie. Ils sont partiellement pâturés et sont alors dénommés « prés-salés ». À l'ouest du MSM, ces herbus ont progressé de 17 ha/an entre 1947 et 1980, 9 ha/an de 1980 à 1996. Les chiffres correspondant pour l'est du MSM sont de 10 et 5,4 ha par an. Ces chiffres globaux masquent une évolution irrégulière dans le temps et dans l'espace. Du fait du projet, 100 ha de prairies à chiendent et fétuque (haut schorre) vont disparaître près du Couesnon mais les sédiments correspondants vont se répartir latéralement.

### Benthos

Plus de 600 prélèvements sur le terrain collectés à la bêche et tamisés sur place au cours de quatre campagnes ont permis d'identifier 12 000 spécimens appartenant seulement à 12 espèces dont 5 dominent : deux mollusque bivalves (*Macoma* et coque), deux crustacés amphipodes (« puces de mer ») et un ver commun, le Nereis. La diversité des espèces est donc faible mais les biomasses sont importantes. À noter qu'aucune nurserie d'espèce présentant une richesse halieutique n'est exploitée par les professionnels. La faune se déplace avec les divagations du Couesnon et peut être suivie au fil des saisons. L'impact des aménagements prévus devrait être limité à une certaine redistribution des peuplements.

### Ichtyologie

Quatre campagnes sur un an (quatre saisons), réalisées par le Laboratoire d'évolution des systèmes naturels et modifiés de l'Université de Rennes 1, ont montré que, dans la baie, les espèces dominantes en nombre sont représentées par 12 espèces côtières supportant d'importantes variations de salinité et de température et s'avancant jusqu'à l'entrée du Couesnon (sprat, hareng, bar, plie et sole) et 7 espèces autochtones, surtout des gobies (« poissons fourrage ») dont l'intégralité du cycle biologique s'accomplit sur l'estran, dans la zone de balancement des marées.

L'estran constitue aussi la zone de transit pour quelques espèces migratrices (anguille, flet, mulot porc, saumon, alose). Les espèces strictement marines (tacaud, raie, roussette, maquereau) ne fréquentent qu'épisodi-

quement les abords du Mont, gênées par les variations de salinité et de température.

Dans le Couesnon, le peuplement et les déplacements de poissons varient en fonction de la salinité. Les populations de la zone estuarienne soulignent une continuité avec l'estran. Le Couesnon est, par ailleurs, un lieu de passage significatif pour les espèces migratrices. Les herbus ne sont inondés que quelques jours par mois. Les poissons prédateurs d'invertébrés et les brouteurs de micro-algues s'y précipitent alors massivement. L'étude de deux « crèches » (grande crèche de l'est et chenal Tessnière à l'ouest du Mont) a montré que mulots et gobies constituaient 97% du peuplement, un peuplement typique d'autres chenaux.

L'augmentation du temps de submersion des fonds de l'estuaire est de nature à favoriser le développement des juvéniles. La mise en place du nouveau barrage améliorera le franchissement par les migrateurs (anguilles, saumon).

### Mammalogie

La présence d'une colonie de phoques veaux marins sédentaires pressentie au début des années 80 a été confirmée au début des années 90. Les comptages réalisés en 1999 (observations au sol sur un total de 65 jours et 181 km<sup>2</sup> autour du Mont ; 2 survols aériens) par le Groupe mammalogique normand ont permis de dénombrer 23 individus entre juin et octobre et 6 naissances. Un à trois phoques gris ont également été identifiés.

Les repaires se situent principalement entre la Sée-Sélune et le Couesnon, depuis Tombelaine jusqu'à l'entrée de la baie. La baie du MSM est ainsi une des trois seules baies françaises (avec la baie de Somme, Picardie et celle des Veys, Normandie) où ce mammifère est présent en permanence. Le remodelage des grèves n'affectera pas les lieux fréquentés par les phoques. La diminution des herbus autour du MSM mettra une distance supplémentaire entre les phoques et les « curieux ».

### Oiseaux

Sur un total de 132 espèces répertoriées par le Laboratoire d'évolution des espaces naturels et modifiés de l'Université de Rennes 1, 99 fréquentent directement les abords du Mont, essentiellement passereaux, limicoles et anatidés (canards et oies) qui profitent de la réserve de chasse maritime instaurée en 1974 à l'ouest du Mont (3 000 ha dont 700 d'herbus).

La suppression des aménagements à proximité du MSM (digue, parkings) doit voir un impact positif pour l'avifaune. La disparition de 100 ha d'herbus à proximité

du MSM sera compensée par le développement de nouveaux espaces (slikke, moyen et bas schorres).

## Paysages

Selon l'étude de l'UMR Ladys du CNRS, sous une apparente uniformité des polders et des bocages, les paysages s'organisent en quatre grandes familles :

- paysages maritimes : grèves, herbus, dunes, falaises de bord de mer, baie de Cancale ;
- paysages de colonisation maritime : regroupent trois catégories de polders ainsi que des marais et des estuaires. Les polders se subdivisent entre polders anciens à bocage et canaux dont l'origine remonte au Moyen Age et à la construction de la digue de la duchesse Anne, polders remembrés sans haies et avec habitat concentré sensiblement à la même époque ; polders modernes mis hors d'eau pour la plupart entre 1856 et 1934 et présentant des trames géométriques. Les marais varient de couleur selon qu'ils renferment tanguet et sables coquilliers (marais blancs) ou qu'ils sont tourbeux (marais noirs). Les estuaires sont à prairie et herbus modernes ;
- bocages : se présentent selon six types, normand, breton ou de transition entre les deux, Saint-Broladre, littoral à haies arbustives, zones remembrées ;
- paysages urbains ou périurbains (résidence, villégiature).

L'étude paysagère a non seulement permis d'établir une typologie des paysages, mais également de réaliser un classement d'intérêt : exceptionnel, regroupant le MSM et sa baie, Cancale et sa baie, le Mont Dol ; de grand intérêt (6 ensembles) ; intéressant (7 ensembles).

Les paysages de la baie sont ainsi très divers mais la référence visuelle au Mont est permanente. Selon les auteurs de l'étude paysagère, les aménagements retenus ne doivent pas constituer des références d'échelle mais assurer une continuité spatiale. Le projet d'aménagement doit s'insérer dans une logique de transparence et ne pas se trouver en concurrence avec le Mont. D'où la conception du nouveau barrage, de la passerelle d'accès au MSM ou de la remise en eau de l'anse du Moidrey.

## Conclusions

À l'issue de l'enquête publique, la Commission d'enquête a établi son rapport et rédigé des conclusions motivées, transmises, avec l'ensemble du dossier aux préfets des départements de la Manche et de l'Ille-et-Vilaine dans un délai de 6 mois à compter de la fin de l'enquête. Pendant un an, à compter de la clôture de l'enquête, une copie du rapport et des conclusions de la Com-

mission d'enquête est resté à la disposition du public dans les mairies où s'est déroulée l'enquête, dans les sous-préfectures d'Avranches et de St-Malo et dans les préfectures de la Manche et de l'Ille-et-Vilaine.

Après la phase d'enquête publique (2002), il y a donc eu une phase de validation (2003). L'année 2004 a été consacrée à la passation des marchés et à la préparation du chantier. Le planning des travaux, qui s'étalait initialement sur la période 2005-2007, est aujourd'hui prévu selon le calendrier suivant :

- barrage sur le Couesnon : 2006-2009 ; mise en fonctionnement sur le bras ouest en 2008-2009 et sur le bras est, en 2014-2015 (Photo 6) ;
- travaux hydrauliques à l'aval et à l'amont du barrage sur le Couesnon, jusqu'à l'anse de Moidrey : 2009-2015 ;
- parc de stationnement et navettes : 2010-2013 (mise en service) ;
- nouvel ouvrage d'accès au mont : 2010-2014.

Le budget de l'ensemble des travaux est chiffré à 200 millions d'euros dont 164 millions d'investissements publics, répartis entre les collectivités territoriales et l'État, avec les contributions de l'Union européenne et des Agences de l'eau.

L'ensemble des dossiers consultables dans le cadre de l'enquête publique montre le souci continu du Syndicat que tous les aspects liés au projet soient abordés. Il faut d'abord souligner la qualité architecturale du projet (barrage, passerelle,...) et le souci de rester discret pour mieux s'intégrer dans le site. On ne peut que saluer cette initiative qui vise, au premier chef à retirer les vastes parkings du champ visuel du Mont. C'est certainement un des résultats les plus objectifs du projet.

Au niveau des études techniques, les travaux sur modèles réalisés par la Sogreah ont conforté et approfondi les études du LCHF faites plus de 20 ans aupara-



Photo 6. Vue du barrage en construction sur le Couesnon à mi-2008 (cliché Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel).

vant et confirmé l'impact qu'une bonne gestion des chasses du Couesnon pouvait avoir sur l'ensablement de l'environnement immédiat du Mont, de part et d'autre de celui-ci. Par ailleurs, après le démantèlement de la digue de Roche-Torin en 1983 (opération dont l'impact ne semble pas évident) et maintenant celui de la digue-route insubmersible qui coupe le flot autour du Mont, on peut espérer que l'action conjuguée des divagations des cours d'eau (Sée, Sélune, etc.) et du mouvement des marées contribuera à diminuer l'ensablement autour du MSM. Ce sont en tous cas les conclusions des études sur modèles.

En fait, quelles que soient les conclusions de ces travaux, et c'est là que réside la principale incertitude sur le long terme, le mouvement continu d'ensablement de la baie au cours des derniers millénaires devrait se poursuivre, même s'il se fait à vitesse plus réduite comme semblent le montrer les mesures des dernières années.

Parmi le cortège des études environnementales effectuées et dont la conclusion d'ensemble est l'impact fort modéré du projet sur l'environnement, on notera en particulier les études paysagères qui mettent bien en lumière la typologie, les effets d'échelle et l'emboîtement des paysages autour de l'objet Mont, et les études sur les herbues qui montrent clairement que la propagation de ces derniers n'est pas liée au développement végétal propre mais à la dynamique sédimentaire qui favorise l'accrétion des sédiments à partir de la cote + 5 m NGF. Cette progression devrait se poursuivre en dehors des chenaux.

Il est nécessaire que l'impact du projet puisse être suivi sur le long terme et les auteurs de l'étude d'impact l'ont bien prévu au moyen des techniques suivantes :

- photos aériennes, images satellitaires ;
- levés topographiques et bathymétriques ; analyses granulométriques ;
- enquêtes sur le terrain ;
- échantillonnages, quadrats, observations pour les habitats et les espèces.

Il est important que ce suivi soit assuré de façon précise en s'appuyant sur les protocoles appropriés, tout en restant ouvert à des changements, s'il s'avère que certaines

procédures sont inadaptées pour fournir de bons indicateurs ou qu'au contraire il convienne d'en renforcer la périodicité ou de développer le nombre de points de mesure.

## Pour en savoir plus

### Structures

- Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel. 2 rue du Prieuré, 50170 ARDEVON. Tél. : 02 33 89 01 01. Fax : 02 33 89 26 58. Site Internet : [www.projetmontsaintmichel.fr](http://www.projetmontsaintmichel.fr)  
Président : Laurent Beauvais, Président du Conseil régional de Basse Normandie. Le Syndicat Mixte est le Maître d'ouvrage de l'opération, la DDE de la Manche assurant la conduite d'opération pour le chantier du barrage.
- Maison de la Baie, relais de Courtils. Tél. : 02 33 89 66 00. Courriel. [musee.coutils@wanadoo.fr](mailto:musee.coutils@wanadoo.fr) Thématique : géologie de la baie.
- Maison de la Baie, relais de Vains-Saint-Léonard. Tél. : 02 33 89 06 06. Courriel. : [musee.vains-saint-leonard@wanadoo.fr](mailto:musee.vains-saint-leonard@wanadoo.fr)  
Thématique : écosystèmes et activités ancestrales de la baie.
- Maison de la Baie, relais de Genêts. Tél. : 02 33 89 64 00. Courriel. : [maison.baie.genets@wanadoo.fr](mailto:maison.baie.genets@wanadoo.fr)  
Thématique : visite des grèves.
- Maison de la Baie du Vivier-sur-Mer. Tél. : 02 99 48 84 38. Courriel. : [maison.baie@wanadoo.fr](mailto:maison.baie@wanadoo.fr)  
Thématique : écosystèmes et activités ancestrales de la baie.

### Bibliographie générale

- Bonnot-Courtois C., Caline B., L'Homer A., Le Vogt M. : La baie du Mont-Saint-Michel et l'estuaire de la Rance. Mémoire 26, TotalFinaElf, 2002, 256 p.
- Seguin Jean-François : Mont-Saint-Michel. La reconquête d'un site. Le Cherche Midi, Collection « Documents », 1998, 238 p.