

## Rapport relatif à la houle polaire à la Réunion



**CONSEIL GENERAL DES PONTS ET CHAUSSEES**

**Affaire n°005222-01**

**RAPPORT RELATIF**

**A LA HOULE POLAIRE**

**A LA REUNION**

**Présenté par Christian Jamet, François Gérard et Michel Rochas  
Ingénieurs Généraux des Ponts et Chaussées**



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT  
ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

**Conseil général  
des Ponts et Chaussées**

La Défense, le 31 décembre 2007

*Le Vice-Président*

**Note à l'attention de**

Monsieur le Ministre d'Etat,  
Ministre de l'écologie, du développement  
et de l'aménagement durables

**Rapport n° 005222-01 : Rapport relatif à la houle polaire à La Réunion**

Des événements tragiques récents ont attiré à nouveau l'attention sur les risques de houle en provenance des mers australes dans le département de la Réunion. Le conseil général des ponts et chaussées a mené une mission relative à ces événements.

Je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint le rapport établi par **MM. Christian JAMET, François GERARD et Michel ROCHAS**, ingénieurs généraux des ponts et chaussées.

Il ressort des investigations menées par la mission les éléments principaux suivants :

- Le plan EMD (événements météorologiques dangereux) approuvé en 2007 permet maintenant aux autorités publiques d'être organisées au regard de tels événements.
- Une mobilisation accrue de Météo France serait nécessaire pour améliorer les outils de prévision en particulier pour que les informations utiles soient communiquées aux autorités avec suffisamment de précision et d'anticipation par rapport à l'évènement attendu. Dans cet objectif, collecter en temps réel les données des houlographes permettrait de disposer d'un suivi fin de l'évènement.

La publication de ce rapport par voie électronique sur le site internet du ministère interviendra, sauf objection de votre part, dans un délai de deux mois à compter de la présente diffusion.

**Claude MARTINAND**

Projet de diffusion du rapport n° 005222-01

|   |      |
|---|------|
| - le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables | 1 ex |
| - le directeur du Cabinet   | 2 ex |
| - le secrétaire d'Etat chargé des transports  | 1 ex |
| - le directeur du Cabinet   | 2 ex |
| - le directeur du Cabinet de la secrétaire d'Etat chargée de l'écologie                     | 2 ex |
| - les secrétaires généraux  | 2 ex |
| - le haut-fonctionnaire de défense et de sécurité   | 1 ex |
| - le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction                   | 2 ex |
| - le directeur général des routes   | 1 ex |
| - le directeur général de la mer et des transports  | 1 ex |
| - le directeur de météo-France  | 1 ex |
| - le directeur général de l'aviation civile   | 1 ex |
| - le directeur des études économiques et de l'évaluation environnementale                   | 1 ex |
| - le directeur de la prévention des pollutions et des risques                               | 1 ex |
| - le vice-président du CGPC   | 1 ex |
| - la présidente et les présidents de section du CGPC  | 7 ex |
| - les secrétaires des 1ère, 2ème et 6ème sections du CGPC                                   | 3 ex |
| - MM. Christian Jamet, François Gérard, Michel Rochas                                       | 3 ex |
| - archives CGPC   | 1 ex |

## **Recommandations**

- Mobilisation accrue de Météo-France pour améliorer les outils de prévision en particulier pour que les informations utiles soient communiquées aux autorités avec suffisamment de précision et d'anticipation par rapport à l'événement attendu. Dans cet objectif, collecter en temps réel les données des houlographes installés à la Réunion afin de disposer d'un suivi fin des événements.
- Rapprochement de Météo-France avec les services de recherche travaillant sur l'observation spatiale de la houle pour incorporer leur résultats dans sa pratique opérationnelle.
- Mettre en oeuvre le plan EMD (événements météorologiques dangereux) et en prévoir un bilan d'application en 2008.
- Définir les adaptations éventuelles à apporter à ce plan afin de tenir compte du fait que la gestion de l'ensemble des routes nationales est prise en charge par la Région depuis le 1er janvier 2008.

## **Introduction**

Par lettre du 30 mai 2007, le Vice Président du Conseil Général des Ponts et Chaussées a décidé une mission enregistrée sous le n°005222-01 destinée à demander au DDE une note « retour d'expérience » sur la récente houle polaire ayant affecté l'île de la Réunion. Cette note de synthèse présente les analyses faites suite aux investigations conduites.

### **I – Le phénomène et la séquence des événements .**

#### **I – I - Description.**

Il s'agit d'un épisode de forte houle sur la côte sud de La Réunion, s'étendant du 12 mai 2007 à 12h00 UTC au 14 mai 2007 à 00h00 UTC. C'est une houle australe qui se rencontre en moyenne 17 fois par an à La Réunion, avec une occurrence plus forte au cours de l'hiver, de juin à septembre. Ce qui rend cet épisode exceptionnel est vague de 11,3m, observée à 19 h00 UTC (22h00 Locales) le 12 mai 2007, l'épisode faisant deux victimes à proximité du port de St Pierre et occasionnant des dégâts dans les ports de St Pierre, St Gilles et St Leu. Cette houle a également atteint l'île Maurice, où il y a eu des victimes. L'épisode précédent le plus important avait eu lieu le 23 septembre 2006, des vagues de 8,6 m ayant déjà causé des dégâts à St Pierre.

L'origine de cette houle est une tempête qui s'est développée entre le 11 et 13 mai au sud-est des Iles Kerguelen, générant un fort flux de sud-ouest, situation très favorable à la formation de fortes houles de sud-ouest pouvant remonter jusqu'aux Mascareignes. Ce phénomène a été analysé et prévu par les modèles utilisés par la Direction Inter régionale de Météo-France à La Réunion (DIRRE), à savoir le modèle du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) et le modèle Arpège de Météo-France. La prévision d'ensemble du CEPMMT du 9 mai 2007 indiquait une forte probabilité de houle significative supérieure à 4 m pour le 12 mai 2007<sup>1</sup>. Ce sont ces prévisions qui ont été utilisées pour élaborer des avis de forte houle.

#### **I – 2 – Les bulletins de prévision**

La DIRRE a émis trois avis de houle pour couvrir l'épisode.

Le premier, n°20, (11 mai à 10h00 locales) prévoyait l'arrivée, en matinée du 12 mai, d'une forte houle de sud-ouest, d'abord modérée (de 2,5 à 3,0 m) puis s'intensifiant (4,0 m) en journée du 13 mai.

Le second, n°21, (12 mai à 21h30) rectifiait le précédent, intensifiant la houle prévue (4,0 à 5,0m) jusqu'en fin de journée du 13 mai, puis prévoyant une atténuation (3,0 à 4,0m) en journée du 14 mai.

Le dernier bulletin, n°22, (13 mai à 15h30) modifiait le second, indiquant une forte houle (4,0 à 5,0 m) en fin de journée du 13 mai, s'atténuant (3,0 à 4,0m) le 14, redevenant grande (4,0 à 5,0m) dans la nuit du 14 au 15, pour s'atténuer ensuite dans la journée du 15.

Tous ces bulletins précisent qu'on peut observer des vagues deux fois plus hautes que la moyenne. Ils sont diffusés aux services de l'État (EMPZ, DDE) et aux médias, pour l'information au grand

---

<sup>1</sup> La « houle significative » ou H1/3 représente la moyenne du tercile supérieur des vagues, ce qui ouvre la possibilité de vagues maximales plus hautes. Pour une houle significative de 5m, par exemple, on peut s'attendre à voir des vagues de 10m.

public.

## **II – Appréciations sur l'aspect météorologique.**

**II – 1** – Les mesures du marégraphe de St Pierre montrent bien que la houle est restée inférieure à 2,0 m significatif jusqu'à 14h00 locales le 12 mai 2007, le front de houle arrivant ensuite pour monter jusqu'à 6,1 m significatif (11,3m max) à 22h00 locales pour redescendre, tout en restant au dessus de 4,0 m significatif (8,0m max) jusqu'à 17h00 locales le 13 mai 2007. La décroissance s'est ensuite poursuivie, mais avec toujours des vagues importantes, puisqu'on observait encore 3,5 m significatif (4,7m max) à 6h00 locales le 14 mai 2007. On peut aussi noter la très grande période de ces vagues, au paroxysme du phénomène, puisqu'elles ont monté jusqu'à 16 s dans l'après midi du 12 mai.

Les analyses (base pour les prévisions) réalisées par les modèles CEP et ARP, compilées après l'événement sont conformes à la séquence ci-dessus. Le modèle du CEP « voit » le maximum entre 21h00 locales le 12 mai et 03h00 locales le 13 mai, mais avec une hauteur significative de 5,5m. Le modèle ARP « voit » le maximum aux mêmes heures, mais avec une hauteur significative de 4,5m seulement.

Mais ces modèles étaient apparemment en désaccord le 11 mai pour ce qui concerne la prévision pour le 12 mai. Le prévisionniste a donc fait un choix que l'a amené au bulletin n°20, dont il faut bien admettre qu'il a sous estimé l'importance du front de houle. C'est le bulletin n°21 qui rectifié le tir, sur la base de données du houlographe de St Pierre. Il est plus conforme à la chronologie observée ensuite, mais tardif par rapport au paroxysme du phénomène. Le bulletin n°23 a, lui, été plus pessimiste que la réalité. Cependant, il faut noter que l'ensemble de l'information pour les usagers et le public mettait en évidence la possibilité de vagues supérieures à 6,0m, avec des pointes de 8,0 à 10,0 m sur l'ensemble de la période du 12 au 14, donc une incitation à la prudence.

Cet épisode, outre le besoin d'améliorer les outils de prévision, montre l'importance de disposer de données d'observation in situ et en temps réel, seules capables de permettre au prévisionniste de confirmer ou d'infirmer des bulletins concernant un tel phénomène qui n'est actuellement pas observable en direct par satellite<sup>2</sup>. Cette capacité est fondamentale en période d'alerte, pour confirmer ou infirmer les tendances prévues.

Aujourd'hui, le houlographe de St Pierre n'est interrogeable que manuellement toutes les heures à H+30, aux termes d'une convention entre Météo-France et la Commune de St Pierre, la DDE se chargeant de sa maintenance.

La collecte en temps réel des données des houlographes et des marégraphes (pour les marées de tempêtes et les tsunamis) est donc une action à entreprendre rapidement par les services de l'État et leurs partenaires, d'autant plus que le plan « événements météorologiques dangereux », rendra indispensable un suivi fin des épisodes.

**II – 2** – Il est intéressant de constater que les vagues géantes qui ont atteint La Réunion le 12 mai 2007 ont pu être suivies a posteriori avec les mesures du satellite européen Envisat à partir de leur formation, le 8 mai, c'est-à-dire quatre jours auparavant.

Ce travail a été effectué à l'aide des produits standards de l'Agence spatiale européenne et rendu public le 17 mai 2007 quelques jours seulement après l'événement.

Les chercheurs qui ont réalisé ce travail ont déjà utilisé des mesures de ce type pour détecter (a posteriori) le tsunami qui a fait tant de dégâts dans le Pacifique et quelques jours auparavant avaient présenté à un congrès scientifique les résultats du suivi d'une houle qui a traversé le Pacifique.

---

2 L'analyse des modèles utilise les données satellitaires disponibles, notamment celle des satellites altimétriques (Jason, ERS, etc) et des radars à synthèse d'ouverture (Envisat), et les diffusiomètres vent (Metop)

Le problème de ces mesures est que Envisat est un satellite expérimental pour lequel aucune suite n'a été prévue, d'où les réticences compréhensibles des services opérationnels à les utiliser .

Leur utilisation n'aurait peut-être pas apporté beaucoup à la prévision de l'événement. Par contre, la prévision erronée du second épisode de houle aurait pu être évitée.

Dans le cadre du programme GMES de l'Union européenne, le volet spatial doit comporter une série de satellites opérationnels Sentinel 1 dédiés à l'océanographie. C'est sans doute de là que pourrait venir une amélioration du suivi des houles polaires qui affectent régulièrement les côtes de La Réunion. Il serait donc important que Météo-France participe aux travaux qui permettront une utilisation opérationnelle des mesures de ces satellites afin d'en incorporer au plus tôt les résultats dans ses prévisions.

## **II- 3 – Conclusions**

Les analyses précédentes conduisent à formuler les recommandations suivantes qui se complètent :

- Mobilisation accrue de Météo-France pour améliorer les outils de prévision en particulier pour que les informations utiles soient communiquées aux autorités avec suffisamment de précision et d'anticipation par rapport à l'événement attendu. Dans cet objectif, collecter en temps réel les données des houlographes installés à la Réunion afin de disposer d'un suivi fin des événements
- Rapprochement de Météo-France avec les services de recherche travaillant sur l'observation spatiale de la houle pour incorporer leur résultats dans sa pratique opérationnelle.

## **III – Le retour d'expérience du point de vue du DDE**

### **III – 1 – Déroulement des événements depuis la DDE**

Avant l'épisode :

La DDE a reçu un avis Météo-France de houle « modérée du Sud-Ouest sur les côtes Ouest et Sud » le vendredi 11 mai 2007 à 10h locales. Cet avis, comme l'ensemble des avis de Météo-France, est reçu dans les services suivants :

- SPBA (Service des Ports et Bases Aériennes)
- SGR (Service Gestion de la Route)
- SEEL (Service de l'Eau et de l'Équipement des Collectivités Locales)
- Direction (à l'attention en particulier du cadre décisionnel de permanence)

Un deuxième avis a été émis le samedi 12 mai à 21h30 avec annonce de houle de 4 à 5 m (les vagues les plus fortes pouvant atteindre 2 fois ces valeurs).

La DDE/SPBA a pris les mesures suivantes :

- dès réception des avis de houle, l'officier de port de service transmet l'information par télécopie aux agents maritimes, marine nationale, responsables de la CCI Réunion des ports de pêche et de plaisance de Port-Réunion.
- Mesures de gestion de l'entrée du Port Ouest par capitainerie le 11 mai (report de l'entrée d'un bateau).



### **Pendant l'épisode : nuit 12 au 13 mai**

Information aux usagers de la route par PMV.

L'unité Infra Ouest est intervenue le samedi 12 mai dès 22 heures et dimanche toute la journée pour dégager et nettoyer la chaussée en différents secteurs de la RN 1.

A Port Réunion, l'officier de port de service, au cours de sa ronde de nuit, a constaté une houle exceptionnelle dans le bassin nord du port ouest.

### **Après l'épisode : à partir du dimanche 13 mai au matin**

Poursuite des interventions de l'unité Infra ouest :

- pour le dégagement des chaussées de la RN 1
- pour une tournée du DPM ouest (commune de Saint-Paul essentiellement) avec établissement des premiers constats
- pour une tournée de contrôle des chantiers sur RN (Saint-Leu)

A Port Réunion, déhalage d'un navire de pêche sur ordre du commandant de Port suite à important ressac dans le bassin nord de port ouest. Constat d'avaries sur le navire et de dégâts sur les défenses de quai.

### **Par la suite, à partir du lundi 14 mai**

Nouvel avis de forte houle de Météo-France le 13 mai à 15h30 pour les journées des 14 et 15 mai. Annonce de houle de 4 à 5 m jusqu'au mardi 15 mai.

En pratique, houle constatée bien moins forte et pas de dégâts supplémentaires.

Retour à une exploitation normale du port ouest de Port Réunion.

Réalisation de différents travaux de réparation sur RN 1 (Etang Salé).

Engagement d'une campagne de visite de terrain sur les communes concernées par la cellule CPRN, chargée de l'élaboration des PPR.

Avenants préparés avec bureaux d'études chargés de l'élaboration des PPR de Saint-Paul, Saint-Leu et Saint-Pierre pour prendre en compte le risque houle.

### **III – 2 – Actions des services de l'État et de Météo -France**

En ce qui concerne Météo-France, l'établissement public a adressé en temps voulu les avis de houle et ses prévisions pour les samedi 12 et dimanche 13 mai se sont avérés justes.

Néanmoins, il convient de signaler que le premier avis de houle ne se distinguait pas particulièrement de l'ensemble des avis émis par Météo-France. La banalisation de ces avis a pu conduire à une lecture trop rapide. D'autre part, le deuxième avis a été produit le samedi 12/05 à 21h30 ce qui peut être considéré comme tardif pour la prise de mesures en pleine nuit.

En ce qui concerne les services de l'État, l'avis de houle de Météo-France n'a pas conduit à organiser de mise en alerte particulière ; il n'existait d'ailleurs pas à cette date, de plan « événements météorologiques dangereux » autre que celui pour les fortes pluies. Ce plan est maintenant approuvé.

Chaque service semble avoir géré de façon indépendante l'épisode ; tel a été le cas pour la DDE.

### **III – 3 – Relations entre DDE et Météo-France**

Météo-France est service associé du pôle TLAV (Transports, Logement, Aménagement et Ville) dont la DDE est membre. Le DDE est responsable de ce pôle régional.

Météo-France fournit à la DDE différentes informations relatives à la pluviométrie (route du littoral par exemple) utiles à l'exploitation du réseau routier. La DDE conduit l'entretien des bouées permettant la mesure des houles dont l'exploitation est assurée par Météo-France.

Les relations sont cordiales et ne posent pas de difficultés particulières. Les services seront prochainement appelés à travailler de concert pour la mise en place d'un service de prévision des crues, suite à la mission du SCHAPI et la décision du Directeur de l'eau.

### **III – 4 – Rôle de délégué ministériel de zone du DDE**

Le DDE attend la publication de l'instruction prévue prochainement pour organiser au mieux son action.

Jusqu'à présent, il fonctionne avec en appui un chef de service « responsable sécurité-défense ». Incontestablement la fonction se limite aux domaines de la seule DDE Réunion.

Il conviendra d'élargir l'action à la fois à l'ensemble des activités des services relevant du ministère (aviation civile par exemple) et sur un périmètre géographique plus étendu (incluant Mayotte).

### **III – 5 – Suites données au rapport d'inspection risques**

- Ce rapport évoque les aléas de houle polaire. Cet aléa est désormais pris en compte dans les nouvelles procédures PPR initiées depuis 2006. En outre, des actions spécifiques sont menées pour intégrer à terme cet aléa dans les PPR initiés précédemment. Néanmoins, le préalable à la définition correcte des aléas littoraux, tant érosion que submersion marine lors des épisodes exceptionnels de houle polaire ou cyclonique, est une parfaite connaissance de la topographie de cette frange littorale qui reste encore à acquérir.
- Suite à l'inspection risques de 2006, DDE et Préfecture (Etat Major de Zone de Protection Civile) ont défini une répartition des rôles entre les deux structures.

A l'EMZPC :

- le pilotage et l'animation des commissions et conseils réglementaires
- la coordination des services pour l'élaboration des documents afférents (DDEM...)
- l'information préventive
- le conseil et l'assistance auprès des acteurs publics

- la coordination en matière de prévisions et de planification des secours.

A la DDE :

- le pilotage et l'animation d'une commission technique Risques
- la poursuite des études sur la connaissance fondamentale des aléas majeurs (en lien avec des organismes tels que Météo-France, ...)
- l'intégration des risques majeurs aux documents de planification, les outils réglementaires de protection préventive, la rédaction des programmes opérationnels (ex programme de gestion du risque inondation).

Cette répartition doit être approuvée par le Préfet de La Réunion.

Météo-France intervient comme fournisseur de données aux deux structures, que ce soit en phase avant crise (élaboration de documents, plans, ...) ou en phase de crise.

Ces phases de crise sont gérées de façon différente :

- suivant une organisation précise (les missions de chaque service sont définies) en cas d'application de plans.
- suivant une organisation plus indépendante pour chaque service si l'on est en situation non planifiée.

### **III – Propositions du DDE sur les ajustements à opérer au niveau local**

- La mise en place d'un plan EMD (événements météorologiques dangereux), approuvé maintenant, permet une définition du rôle de chaque service à partir d'alertes clairement identifiées.

Ce plan s'intéresse aux événements suivants : fortes pluies, houle, vent, orages.

En interne DDE, la mise en place de cette organisation est à juger à l'aune de la décentralisation et à la réduction du périmètre d'activités du service. Ainsi, la gestion de l'ensemble des infrastructures routières est maintenant prise complètement en charge par les collectivités locales.

- La répartition des rôles en matière de risques entre DDE et Préfecture permet de conduire des politiques précises avec l'affichage de pilotes et des services fournisseurs de données. La DDE se voit confirmée dans son rôle de rassembleur de données sur la connaissance des aléas en vue de leur intégration dans les documents de planification et au profit des outils de prévision et d'information du public.
- La question des moyens humains.

La montée en puissance d'au-moins deux thèmes :

- la planification des risques (PPR) en élargissant sur chaque commune à l'ensemble des risques potentiels (dont le risque de submersion marine).
- le projet de mise en place d'un service de prévision des crues nécessitera un renforcement voire un redéploiement des moyens.

### **III – 8 – Conclusion**

Les éléments précédents conduisent à formuler les recommandations suivantes :

- Mettre en oeuvre le plan EMD (événements météorologiques dangereux) et en prévoir un bilan d'application en 2008.
- Définir les adaptations éventuelles à apporter à ce plan afin de tenir compte du fait que la gestion de l'ensemble des routes nationales est prise en charge par la Région depuis le 1er janvier 2008.

# **A N N E X E**

---

## note à l'attention de

ministère  
de l'Écologie  
du Développement  
et de  
l'Aménagement  
durables

**Monsieur Christian JAMET,**  
ingénieur général des ponts et chaussées,  
coordonnateur de la MIGT 12

**La Défense**, le 30 mai 2007

**Référence 005222-01 :** Prise en compte par les services du Ministère  
des risques de " houle polaire " à la Réunion

Conseil général  
des Ponts  
et Chaussées

Le Vice-Président

Des événements tragiques récents ont attiré à nouveau l'attention sur les risques de houle en provenance des mers australes dans le département de la Réunion. Ces risques sont connus et étaient d'ailleurs mis en évidence dans le dernier rapport d'inspection conjointe du CGPC et du CGAAER sur les risques naturels dans ce département. Il convient que l'ensemble des organismes dépendant de notre ministère tirent les leçons de l'expérience de cet événement. Une telle évaluation est en cours au sein de Météo-France. Je souhaite que vous vous assuriez qu'il en est de même au sein de la DDE et que cette analyse est faite conjointement avec celle de l'établissement public.

Vous m'indiquerez notamment à quelle réalité pratique correspond la fonction de " délégué ministériel de zone " qui a été donnée à un certain nombre de chefs de service et notamment au DRDE de la Réunion.

Vous pourrez utilement vous rapprocher des 2<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> sections, et plus particulièrement de François GERARD et Michel ROCHAS, ingénieurs généraux des ponts et chaussées.

Je vous remercie de me faire part de vos analyses avant la mi-juillet.

Cette mission est enregistrée sous le n° 005222-01 dans le système de gestion des affaires du CGPC.

*Signé*

**Claude MARTINAND**

Tour Pascal B  
92055 La Défense cedex  
téléphone :  
01 40 81 21 22  
télécopie :  
01 40 81 23 24  
courriel :  
Cgpc-sg  
@equipement.gouv.fr

**Copies à :** M. le Président et M. le Secrétaire de la 1ère section  
Mme la Présidente et Mme la Secrétaire de la 2ème section  
M. le Président et M. le Secrétaire de la 6ème section  
M. François GERARD, 2ème section  
M. Michel ROCHAS, 6ème section

Secrétariat général  
Bureau  
Rapports  
et Documentation  
TOUR PASCAL B  
92055 LA DÉFENSE CÉDEX  
Tél. : 01 40 81 68 12/ 45