



HYDRO-CLIMATOLOGIE DE LA BASSE-NORMANDIE



DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE BASSE-NORMANDIE
METEO FRANCE - CENTRE METEOROLOGIQUE DU CALVADOS

253
RES



1 – LES RESEAUX DE CONNAISSANCE P2

- Le réseau pluviométrique
- Le réseau hydrométrique
- Les réseaux piézométriques

2 – LA DIFFUSION DE L'INFORMATION P6

- Climatologique
- Hydrologique

3 – LE CLIMAT DE LA BASSE-NORMANDIE .. P7

4 – L'HYDROLOGIE REGIONALE P10

5 – ETIAGES ET SECHERESSES : l'exemple de la période 1988-1992 P12

- Les conditions climatiques de son établissement
- Impact sur les cours d'eau

6 – LES CRUES : l'exemple de janvier 1995 P15

- Les conditions climatiques
- La réaction des cours d'eau



DREAL NORMANDIE
SMCAP/BARDO
N° d'inventaire : 6643

“

Protection des milieux aquatiques, satisfaction ou conciliation des différents usages de l'eau, évaluation des risques en cas d'inondation ou de sécheresse, la mise en œuvre de la politique de l'eau a recours quotidiennement à des informations sur les débits des cours d'eau et la climatologie. La connaissance hydro-climatologique est ainsi un outil d'aide à la décision de plus en plus indispensable à la gestion équilibrée de la ressource en eau.

Les Directions Régionales de l'Environnement (DIREN), services déconcentrés du Ministère chargé de l'environnement, et les services de Météo-France travaillent en collaboration et contribuent depuis de nombreuses années à cette connaissance : des réseaux de mesures quantitatives produisent des données stockées et exploitées dans la Banque Nationale de Données pour l'Hydrométrie et l'Hydrologie (Banque Hydro) et dans la Banque de données climatologiques (BD CLIM).

La DIREN de Basse-Normandie et Météo-France ont souhaité mieux faire connaître, à travers ce document, leurs activités et connaissances dans ce domaine.

”

7 – LES RISQUES NATURELS LIÉS À L'EAU P18

8 – LES SITUATIONS DE CRISE P20

- La procédure de vigilance
- Les bulletins d'alerte
- L'annonce de crue
- Analyse des risques, planification et cellules de crise
- La procédure catastrophe naturelle

ADRESSES UTILES / GLOSSAIRE P24

Nicolas FORRAY

Directeur Régional de l'Environnement
de Basse-Normandie

Jean-Olivier Gires

Délégué Départemental de Météo France
pour le Calvados

LE RESEAU HYDROMETRIQUE

L'hydrologie des cours d'eau de Basse-Normandie dépend de nombreux paramètres tels que le climat, le relief, les caractéristiques du sol et du sous-sol ou les aménagements humains. Savoir interpréter les variations de débit des rivières, prévoir leur comportement en crue ou en sécheresse, quantifier les différentes composantes du cycle de l'eau, bassin versant par bassin versant, nécessitent des connaissances fondamentales en hydrologie qui impliquent l'acquisition préalable de nombreuses données.

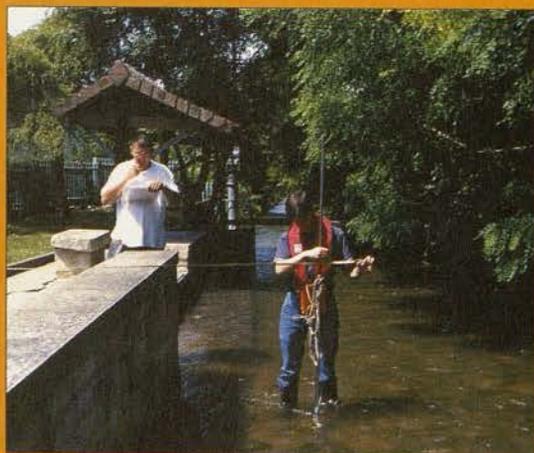
En Basse-Normandie, la DIREN est responsable de l'acquisition et du traitement de ces données. Son réseau de mesure comporte 69 stations d'enregistrement, dites « patrimoniales », pour la connaissance et la gestion de la ressource. Elles permettent de suivre l'évolution en continu, depuis une trentaine d'années, des débits des plus grands fleuves et rivières régionaux. 22 de ces stations sont intégrées aux réseaux d'annonce de crue.

Les centrales d'enregistrement, automatisées, sont équipées de système de télétransmission qui permet de les interroger à distance afin d'une part d'en vérifier l'état de fonctionnement, et d'autre part d'en

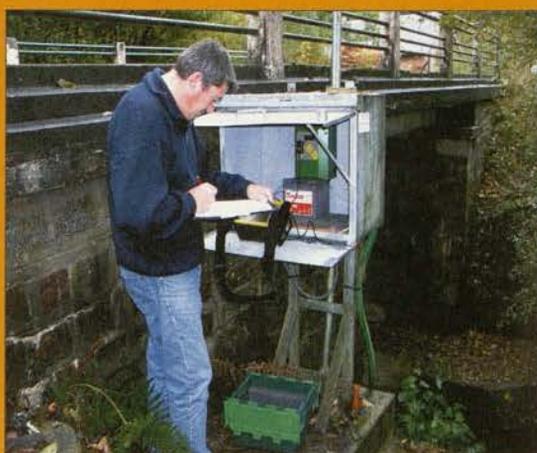
recupérer les données instantanément en période de crise. 6 agents de la DIREN travaillent à temps complet à la gestion du réseau, à l'acquisition des données sur le terrain et à leur exploitation. Après validation et traitement, les informations sont stockées au niveau national dans la banque HYDRO, accessible par abonnement et gérée par le ministère chargé de l'environnement.

En raison de la complexité hydrologique de la Basse-Normandie, l'appréciation de ses particularités locales ne peut s'envisager qu'à travers l'existence d'un réseau complémentaire.

Il comporte quelques 300 points de mesure, non équipés de centrales d'acquisition, et qui font simplement l'objet de jaugeages ponctuels. Depuis la création du suivi hydrométrique, plus de 10 000 jaugeages ont ainsi été réalisés par la DIREN et si la connaissance des écoulements demeure toujours perfectible, elle s'avère d'ores et déjà très satisfaisante. Les pouvoirs publics disposent ainsi des connaissances fondamentales leur permettant d'orienter les politiques dans le domaine de l'eau (protection du patrimoine, exploitation de la ressource, rejets...) et dans celui des risques naturels.



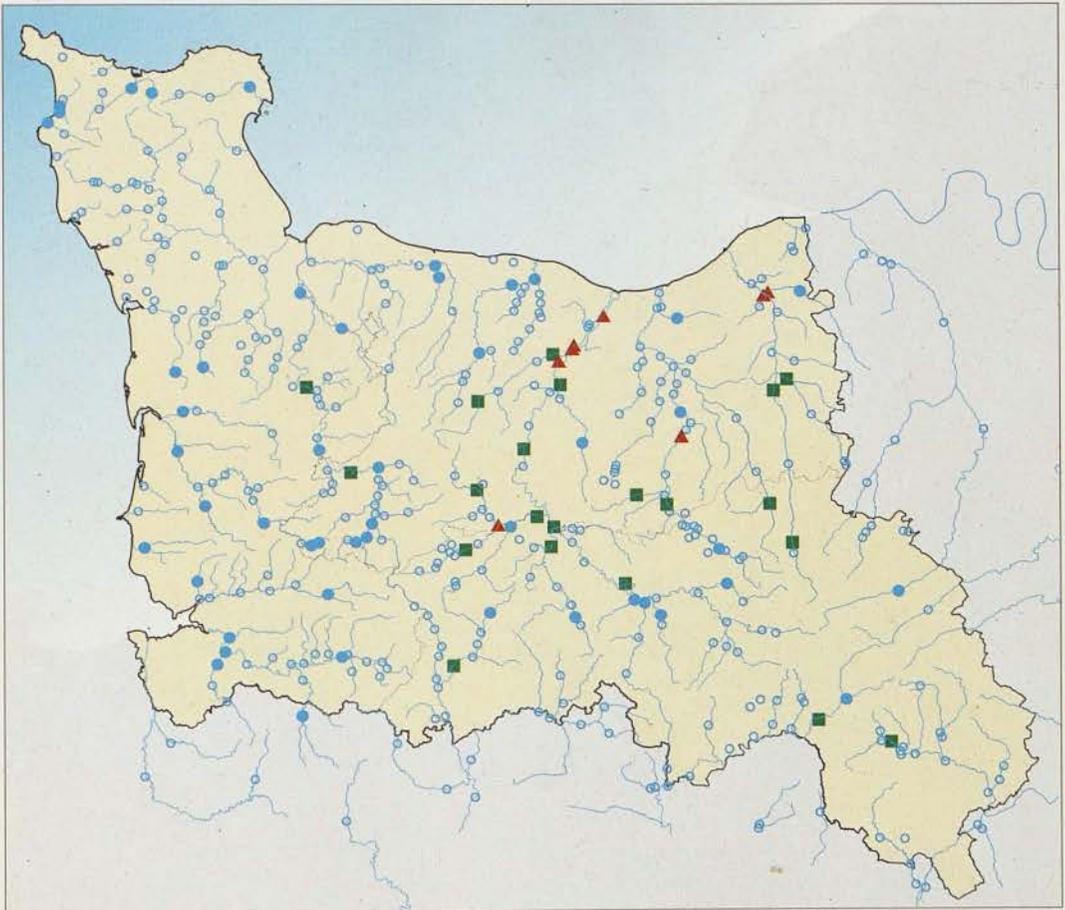
Mesure de débit sur la Mue à Reviers
(Calvados)



Station hydrométrique sur la Varenne
à Le Chatellier (Orne)



Réseau de mesure hydrométrique (source DIREN 2002)



▲ Annonce de crue seule

■ Hydrométrie générale + annonce de crue

● Hydrométrie générale seule

○ Point de mesure sans enregistrement

LE RESEAU PLUVIOMETRIQUE

La Basse-Normandie dispose de près de 150 points de mesure de la pluviométrie.

Une trentaine de ces points de mesure sont automatisés et délivrent une information en temps réel ou légèrement différée. **Le réseau RADOME**, destiné à une utilisation opérationnelle en prévision, fournit des données au minimum toutes les heures. **Le réseau REBAN**, implanté dans le cadre d'un contrat de plan Etat-Région, autorise l'accès permanent à l'historique des dernières 24 heures et aux données les plus récentes en cas de situation critique.

En complément de ces informations de type « temps réel » des mesures de pluie effectuées quotidiennement par un réseau de correspondants bénévoles sont collectées chaque mois, puis validées et intégrées dans les bases de données de Météo-France en vue d'une utilisation différée, en climatologie notamment. A ces données pluviométriques enregistrées in situ s'ajoutent des mesures à distance réalisées par le radar de Falaise, radar assurant la détection de précipitations (position, intensité) dans un rayon de 150 à 200 km.

Radar Météo-France de Falaise (Calvados)



Réseau de mesure pluviométrique (source Météo-France 2002)

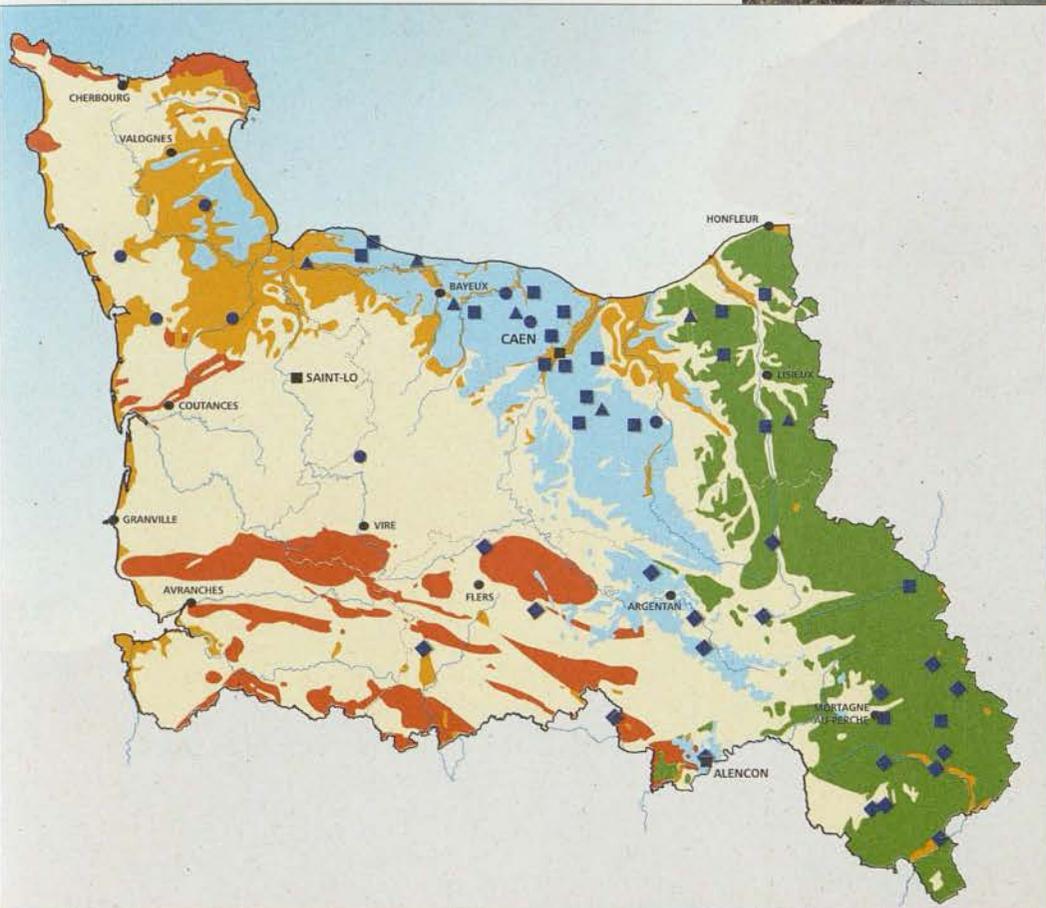
-  Poste pluviométrique
-  Poste pluvia thermométrique
-  Station de mesure automatique
-  Sémaphore
-  Radar Météo-France
-  Centre départemental Météo-France

LES RÉSEAUX PIEZOMETRIQUES

Les réseaux piézométriques servent à mesurer les variations des niveaux des nappes d'eau souterraine. Ils sont dans l'ensemble assez récents et ne permettent pas encore actuellement de suivre tous les aquifères d'intérêt majeur. Ils sont en cours d'extension dans le massif armoricain. Les organismes qui participent à l'acquisition des connaissances sur les variations du niveau des nappes sont nombreux : l'Agence de l'Eau, le BRGM, les Conseils Généraux du Calvados et de l'Orne, la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Manche et la DIREN.



Station piézométrique à La Ferrière-Harang (Calvados)



Aquifères et réseaux piézométriques (source DIREN 2002)

Aquifères de Basse-Normandie

- Aquifère de la craie
- Aquifère des calcaires jurassiques
- Aquifère granitiques
- Zones localement aquifères
- Zones peu aquifères

Maîtrise d'ouvrage des réseaux piézométriques

- AESN/MEDD/BRGM
- Conseil Général du Calvados
- Conseil Général de l'Orne
- DIREN

CLIMATOLOGIQUE

Grâce à son réseau de radars de détection des précipitations implanté sur tout le territoire, à un réseau dense de mesures au sol et à son ensemble de moyens de suivi météorologique, **Météo-France propose une gamme de services** accessibles aux collectivités locales, aux services décentralisés de l'Etat et aux entreprises en charge de la gestion de l'eau, de l'environnement ou de la sécurité :

- Opérationnels, avec les prévisions transmises (bulletins réguliers ou d'avertissements) ou disponibles dans

l'espace PRO du site internet de Météo-France et sur le terminal de visualisation Météo + (imagerie satellitaire, radar, foudre, calcul des lames d'eau cumulées) ;

- Prospectifs, avec la réalisation d'études sur mesure ;
- Différés, avec l'accès à la banque PLUVIO (statistiques climatologiques) ou à la climathèque de l'espace PRO.

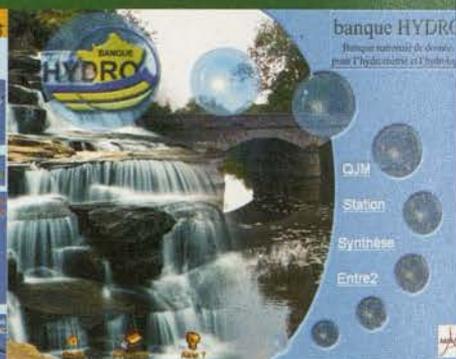
Il convient de se renseigner auprès de Météo-France pour obtenir les conditions et les coûts d'accès à ces informations et outils.



Données DIREN publiées



Site internet Météo-France
<http://www.meteo.fr>



Site internet Banque HYDRO
<http://hydro.rnde.tm.fr>

HYDROLOGIQUE

La DIREN porte régulièrement les informations qu'elle produit à la connaissance du grand public ou des organismes gestionnaires de la ressource (services de l'état, collectivités locales, établissements publics...) par l'intermédiaire de bulletins de situations hydrologiques, disponibles en ligne par internet ou sous forme de documents d'information. Elle a récemment produit un CD-ROM sur les débits caractéristiques faisant synthèse de l'ensemble des connaissances

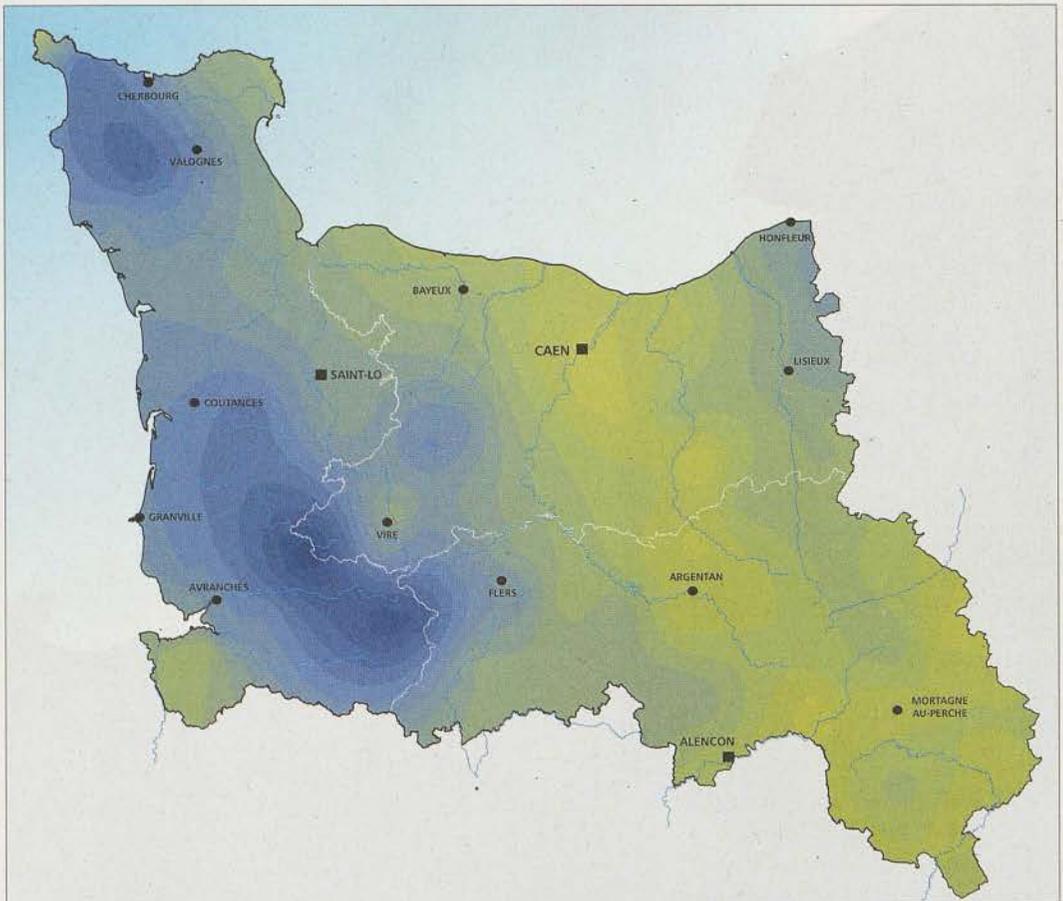
hydrologiques disponibles actuellement.

Les données brutes et un certain nombre d'outils d'analyse sont accessibles en ligne sur la banque HYDRO : <http://hydro.rnde.tm.fr>. Le site web de la DIREN, en cours d'élaboration, permettra d'accéder facilement aux documents de synthèse et à l'ensemble des informations cartographiques sur l'hydrologie ainsi que les risques naturels liés aux inondations et aux mouvements de terrain.

La situation géographique de la Basse-Normandie confère à cette région des caractéristiques climatiques de type océanique : précipitations, températures et vents sont fortement conditionnés par le courant perturbé atlantique qui se positionne habituellement autour du 50° parallèle nord. Des nuances importantes existent néanmoins entre les régions littorales et l'intérieur des terres. De même, l'influence du relief, malgré des altitudes modestes, est sensible. Les précipitations, le plus souvent d'origine océanique,

se déversent d'abord sur le relief : c'est ainsi que le Bocage et le nord du Cotentin recueillent en moyenne plus de 1100 millimètres de pluie dans une année, répartis sur 200 jours environ ; plus à l'est, les collines du Pays d'Auge sont également bien arrosées avec des hauteurs annuelles atteignant 900 millimètres. Les plaines s'étendant de l'estuaire de l'Orne jusqu'au Pays d'Argentan, plus protégées, reçoivent moins de 800 millimètres par an.

Pluviométrie interannuelle. Normale 1971 - 2000 (source Météo - France 2001)



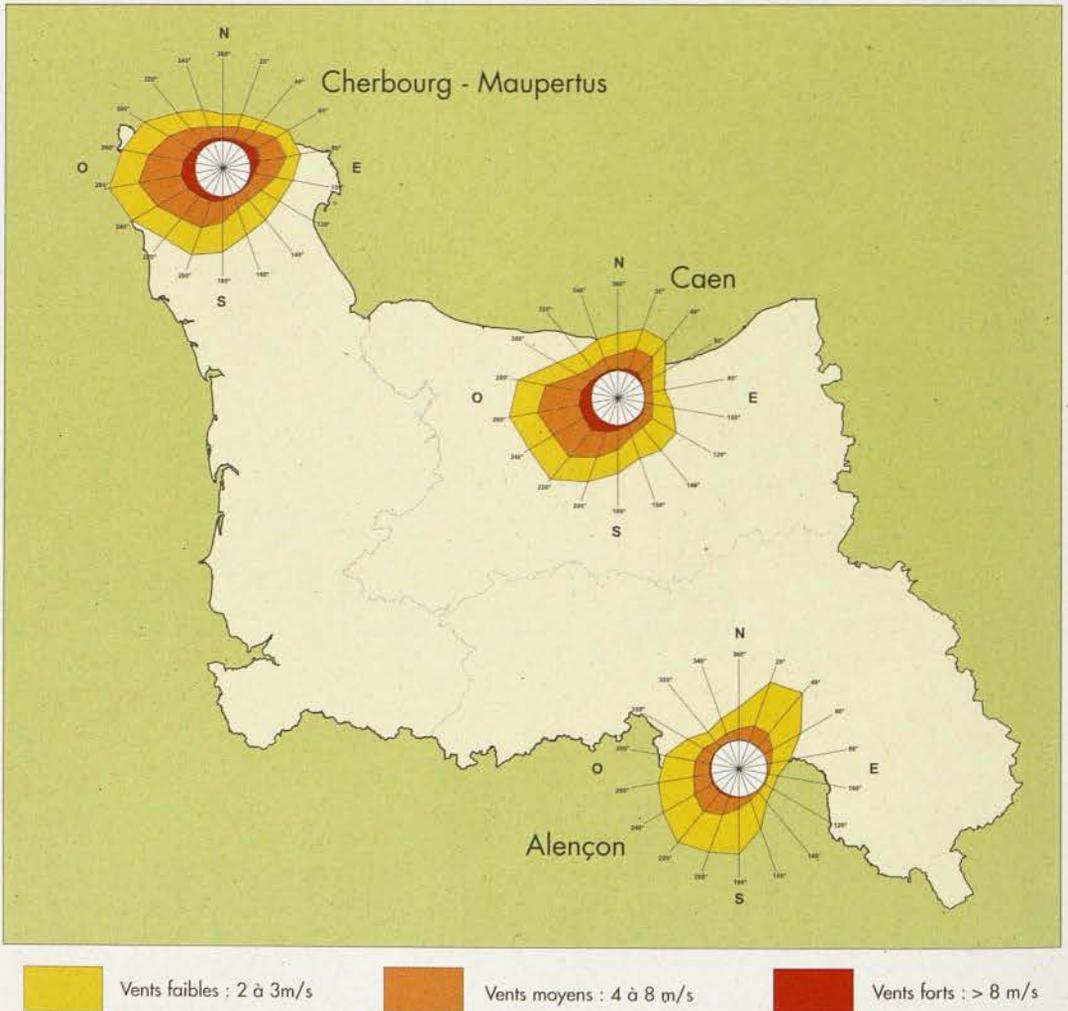
Le régime de vent dominant, de secteur sud-ouest, est lié à la circulation des centres dépressionnaires du nord de l'Atlantique à la mer du Nord. Les côtes de l'ouest du Cotentin ainsi que les caps situés au nord de la région, plus exposés, enregistrent les vents les plus forts, notamment durant l'hiver. On relève en moyenne 130 jours de vent fort (rafales supérieures à 16 m/s) à La Hague contre 27 jours à Alençon. Au printemps et en été, la brise de mer s'établit régulièrement sur la frange littorale, contribuant à un meilleur ensoleillement. Dans la région des plaines, elle se fait parfois sentir loin dans les terres, jusqu'au pays de Falaise.

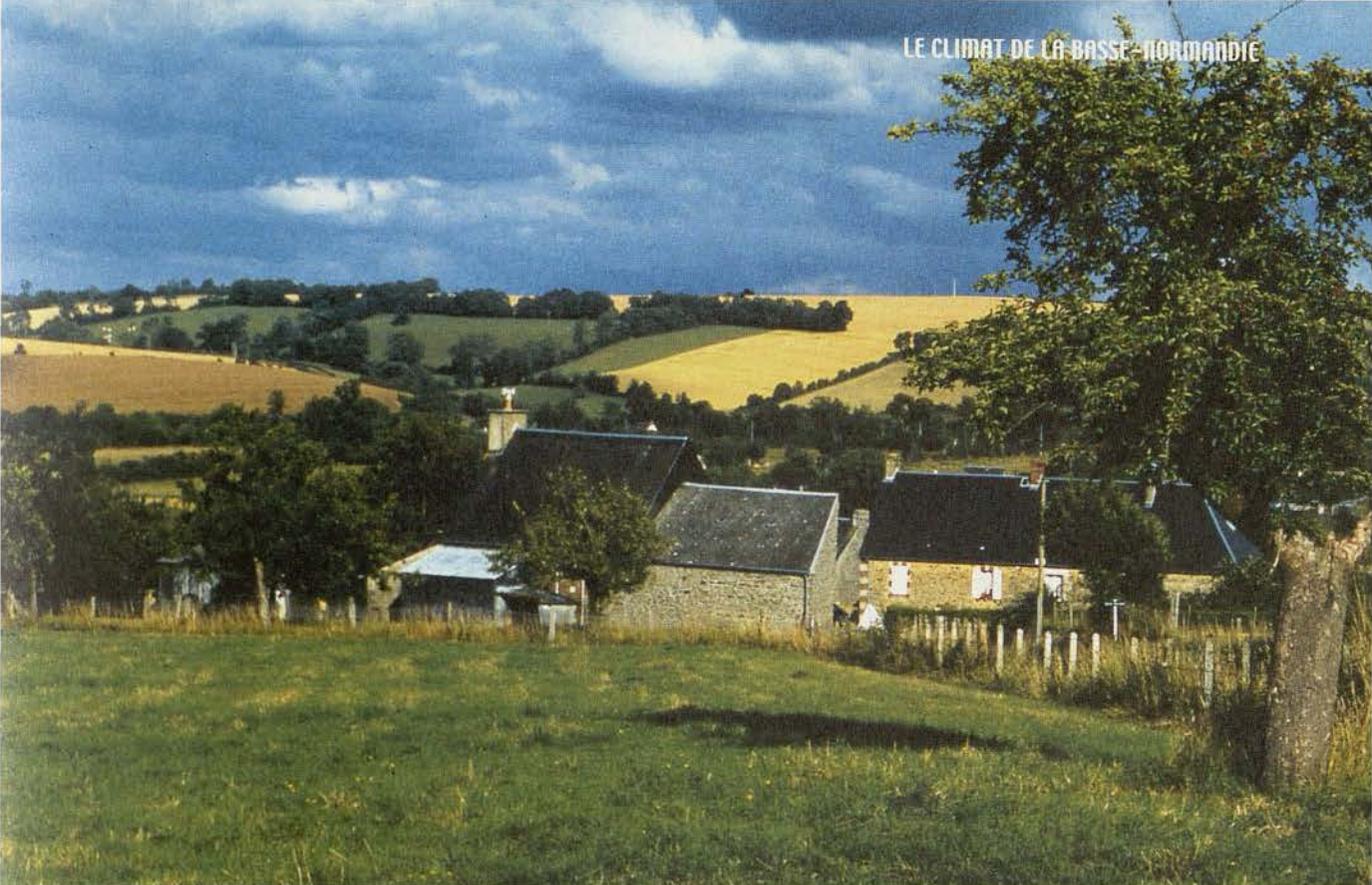
Les conditions thermiques dépendent également beaucoup de la proximité marine. La rigueur hivernale épargne généralement les régions côtières (du

nord Cotentin à la Baie du Mont Saint Michel, de la Baie des Veys à la Côte Fleurie) où les périodes de gel sont peu fréquentes. Les amplitudes thermiques y sont faibles et les périodes de gel courtes. La clémence relative des températures concerne également le Bessin, la Plaine de Caen malgré des contrastes souvent plus marqués.

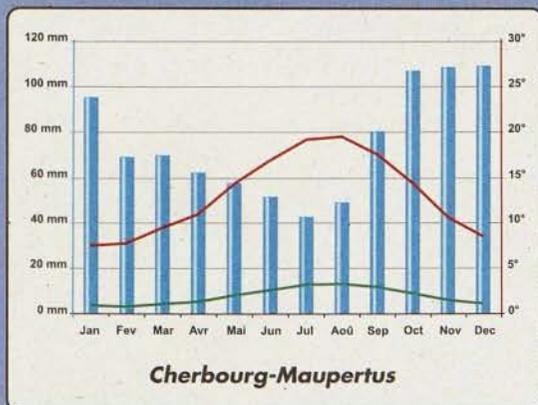
Dans le Bocage, le Pays d'Auge et le Perche ainsi que dans les cuvettes d'Argentan et d'Alençon, le caractère continental conjugué à la présence de relief entraîne une hétérogénéité des températures : les versants orientaux connaissent des gelées plus précoces (en automne), plus tardives (au printemps) et plus fréquentes que les parties occidentales ; les hivers y sont plus froids, les étés plus marqués, la température maximale dépassant 25°C plus de 30 jours par an.

Roses des vents de janvier 1971 à décembre 2000 (Source Météo-France 2001)



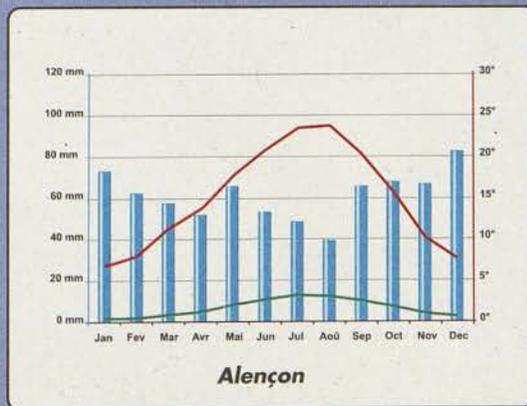
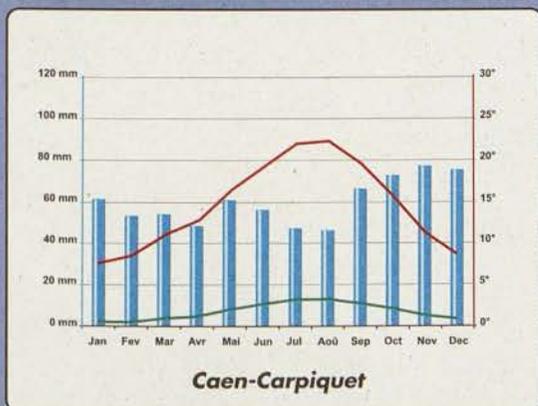


Ciel de pluie sur le bocage bas-normand à Epinay-sur-Odon (Calvados)



Pluviométrie et températures moyennes mensuelles 1971 - 2000
(Source Météo-France 2001)

- Pluviométrie moyenne
- Températures mini
- Températures maxi

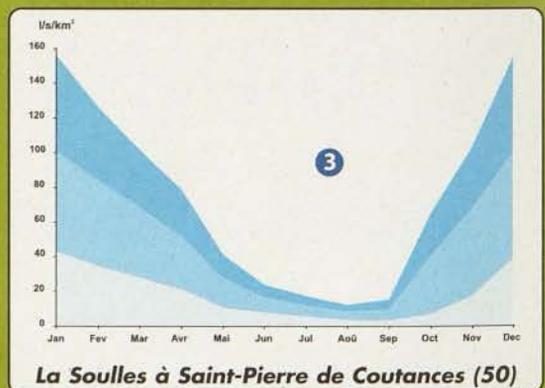
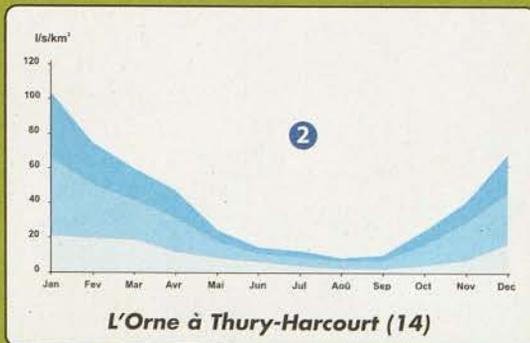
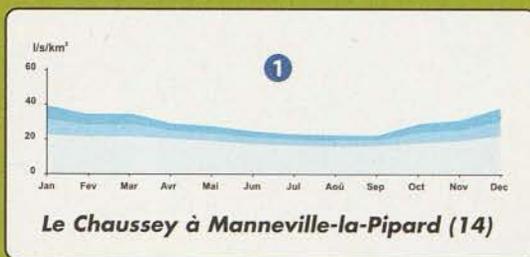


Aux confins du Bassin parisien, du Massif armoricain et bordée par la mer de la Manche, la **Basse-Normandie possède une hydrologie des plus diversifiées** avec près de 18000 km de cours d'eau et de très nombreuses zones humides littorales ou continentales dont certaines de très haute qualité écologique. Les rivières qui bénéficient des écoulements les plus forts sont celles du Nord-Cotentin et des bocages du SW de la région, avec un pic de 600 mm de lame d'eau écoulee par an pour la Seine amont. Les rivières du Pays d'Auge disposent d'un moindre potentiel, avec quelques 250 mm à 300 mm par an, légèrement supérieur à celui des rivières du Perche.

Les écoulements les plus faibles se produisent dans les plaines du Bessin, de Caen, d'Argentan et de Sées où la lame d'eau est inférieure à 200 mm, et avoisine 120 mm dans les régions proches de Caen, influencées par l'importance des quantités d'eau prélevées pour l'alimentation en eau potable, l'agriculture intensive et l'industrie.

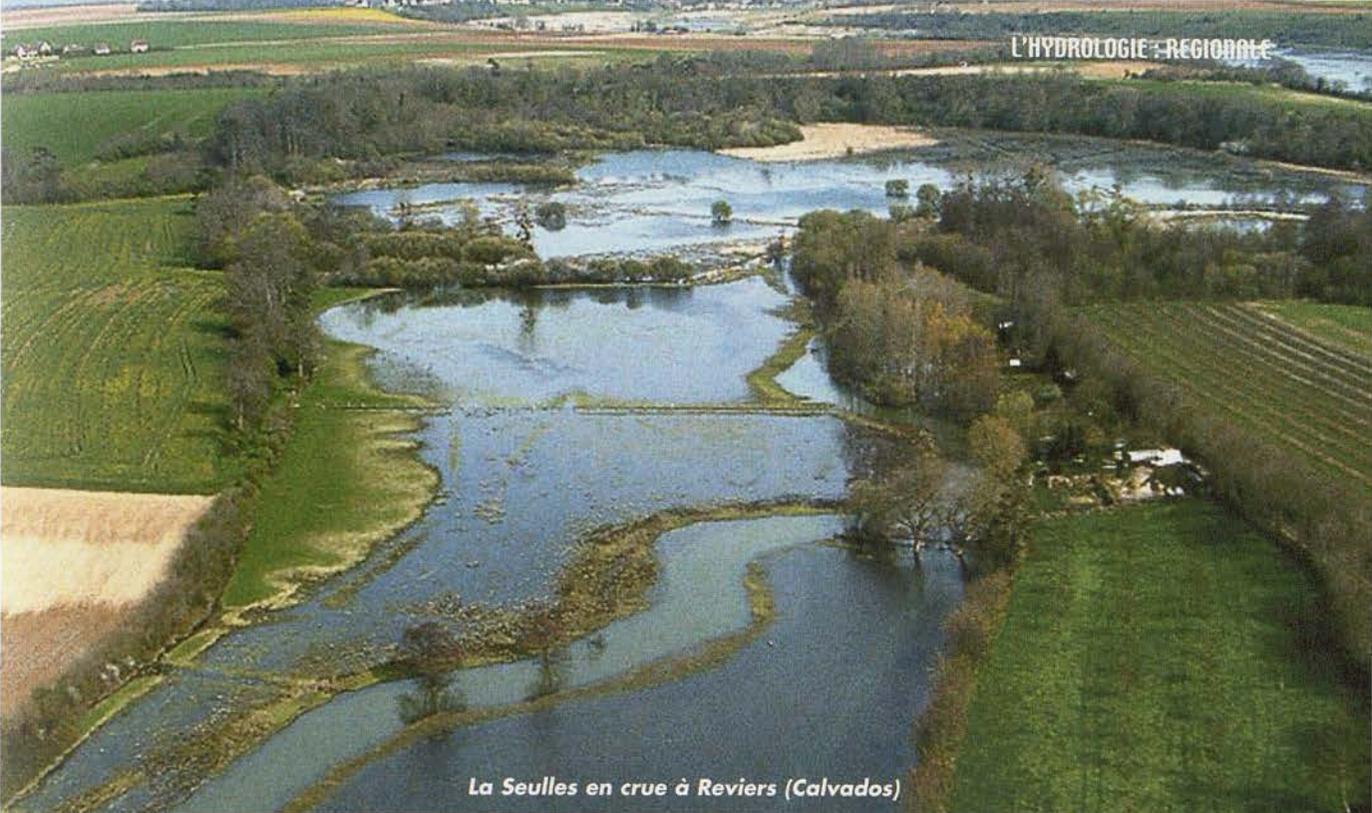
Les modules des rivières varient en fonction de la pluie mais les valeurs en diffèrent d'environ 550 mm. Cette quantité d'eau représente la pluie non efficace pour l'écoulement qui, retournant à l'atmosphère par évaporation ou captée par les plantes, par transpiration de ces dernières, ne peut rejoindre la rivière. Le devenir de la pluie au sol est une des questions clef de la compréhension du cycle de l'eau : dans quelle proportion se distribue-t-elle entre ruissellement et infiltration en direction des nappes ? Les hydrogrammes enregistrés par les stations hydrométriques apportent de nombreux enseignements à ce sujet.

Dans le Massif armoricain, les terrains peu perméables et de forte pente sont peu favorables à l'infiltration. Les cours d'eau bénéficient de bonnes conditions d'écoulement en hiver mais au printemps et en été, dès que le pouvoir évaporant de l'air augmente et que les ruissellements diminuent, les débits chutent fortement. Les réserves en eau souterraines, d'assez faible volume, s'avèrent alors bien faibles pour compenser la déficience des écoulements. Les terrains du Bassin parisien, de relief moins accentué et de perméabilité plus grande, favorisent davantage l'infiltration. Les débits évoluent peu d'hiver en été et les ruissellements prennent une importance moindre dans l'écoulement. Les nappes, rechargées efficacement par les pluies hivernales, maintiennent un soutien d'étiage important grâce aux sources qu'elles alimentent.

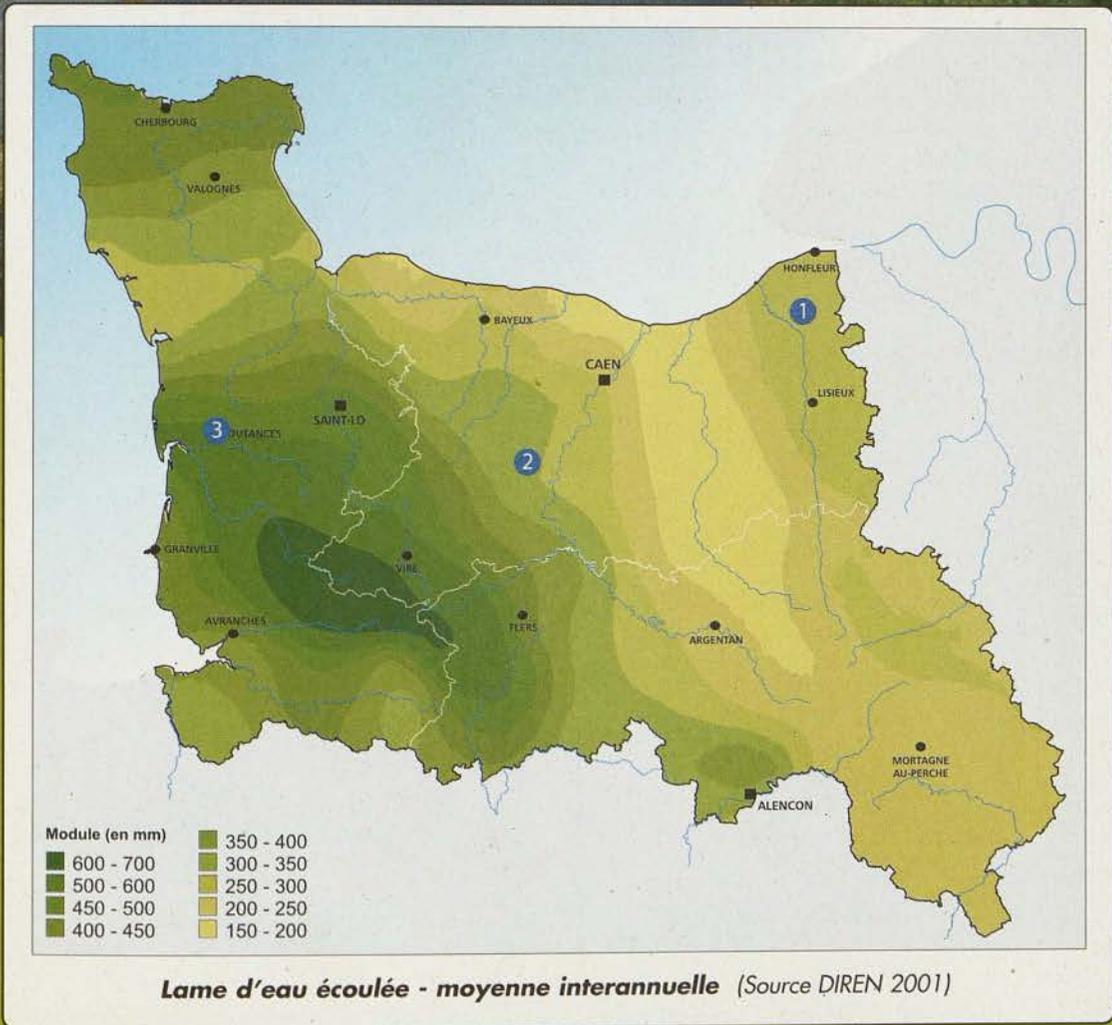


LAME D'EAU ECOULEE, Moyenne interannuelle (Source DIREN 2001)

-  Année humide
-  Année moyenne
-  Année sèche



La Seulles en crue à Reviers (Calvados)



ETIAGES ET SECHERESSES : L'EXEMPLE DE LA PERIODE 1988-1992

HYDRO-CLIMATOLOGIE DE LA BASSE-NORMANDIE

La Basse-Normandie subit de manière récurrente des sécheresses climatiques rarement préjudiciables. Plus que 1976, la sécheresse de 1988 à 1992 fait référence en la matière en raison de son exceptionnelle durée.

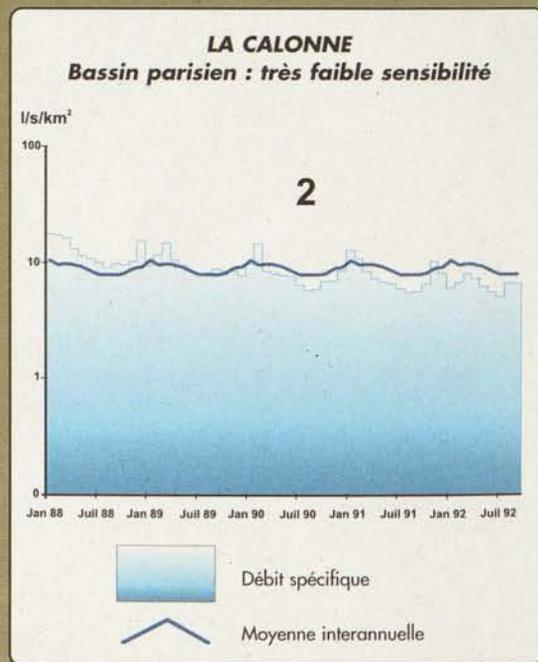
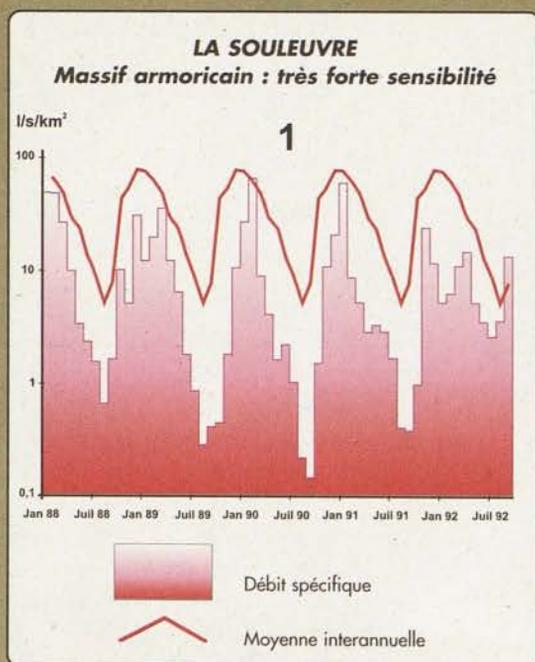
LES CONDITIONS CLIMATIQUES DE SON ETABLISSEMENT

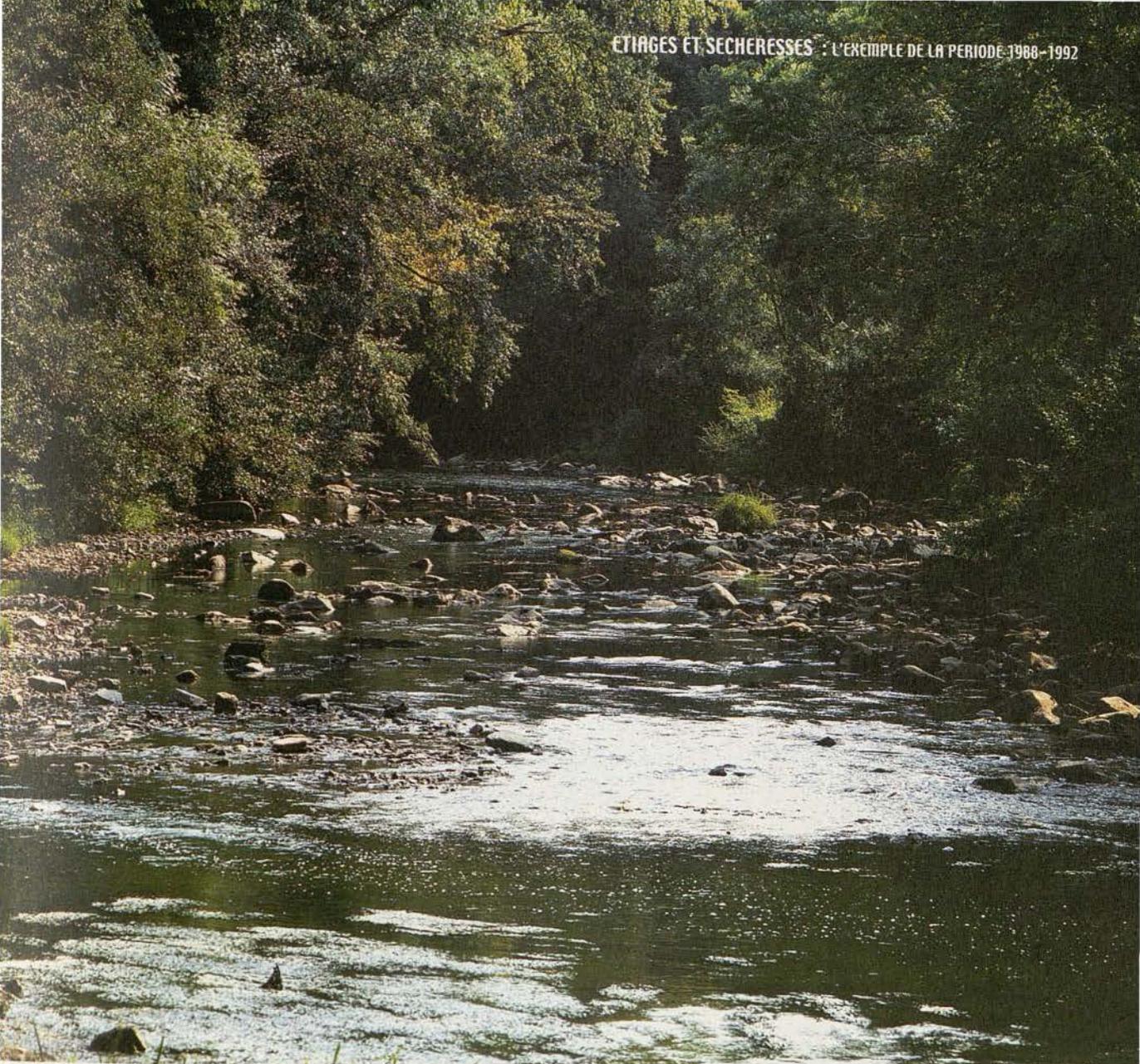
Après un début d'année 1988 bien arrosé, un déficit s'amorce dès le milieu de l'année. L'hiver 1988-1989 connaît un déficit important de 20 à 30 %. Au cours de l'année 1989, les précipitations restent très inférieures aux normales jusqu'au mois de novembre, les pluies conséquentes d'avril évitant toutefois le pire en retardant d'environ trois semaines par rapport à 1976 l'apparition de l'état de sécheresse sévère. En revanche, le déficit de l'automne prolonge celui-ci bien davantage, et la réalimentation des réserves en eau se trouve compromise de manière inquiétante. La fin de janvier et le mois de février très perturbés limitent très partiellement le déficit hivernal 1989-1990 mais le déficit modéré du printemps s'accroît fortement

durant l'été 1990, marqué par un ensoleillement remarquable et des températures très élevées.

Les fortes pluies de la fin octobre rapprochent l'hiver suivant d'une pluviométrie normale mais le déficit reste par endroit supérieur à 20% notamment sur la moitié sud de la région. Pas de redressement de la situation en 1991 où les mois de février, mai, août ainsi que décembre sont particulièrement secs. Faute d'amélioration en janvier et février, également très secs, il s'ensuit un important déficit hivernal 1991-1992, souvent supérieur à 40%, et il faut attendre la deuxième moitié, et en particulier l'été bien arrosé, de l'année 1992 pour retrouver des précipitations véritablement excédentaires.

Evolution des débits 1988-1992
Comparaison à la moyenne interannuelle 1970-2002





La Sarthe dans les Alpes mancelles (Orne)

SON IMPACT SUR LES COURS D'EAU

La réponse des cours d'eau à cette sécheresse a fortement varié en Basse-Normandie selon les secteurs. Dans le Massif armoricain, bon nombre de cours d'eau se sont asséchés mais avec un retour très rapide à des conditions normales d'écoulement dès la réapparition des pluies. La Souleuvre illustre parfaitement ce type de comportement.

Celui de la Calonne caractérise au contraire celui des rivières bénéficiant d'un excellent soutien d'étiage par les puissantes nappes du Bassin parisien. De 1988 à

1992, son débit a diminué progressivement, année après année, mais sans jamais s'éloigner significativement de la normale.

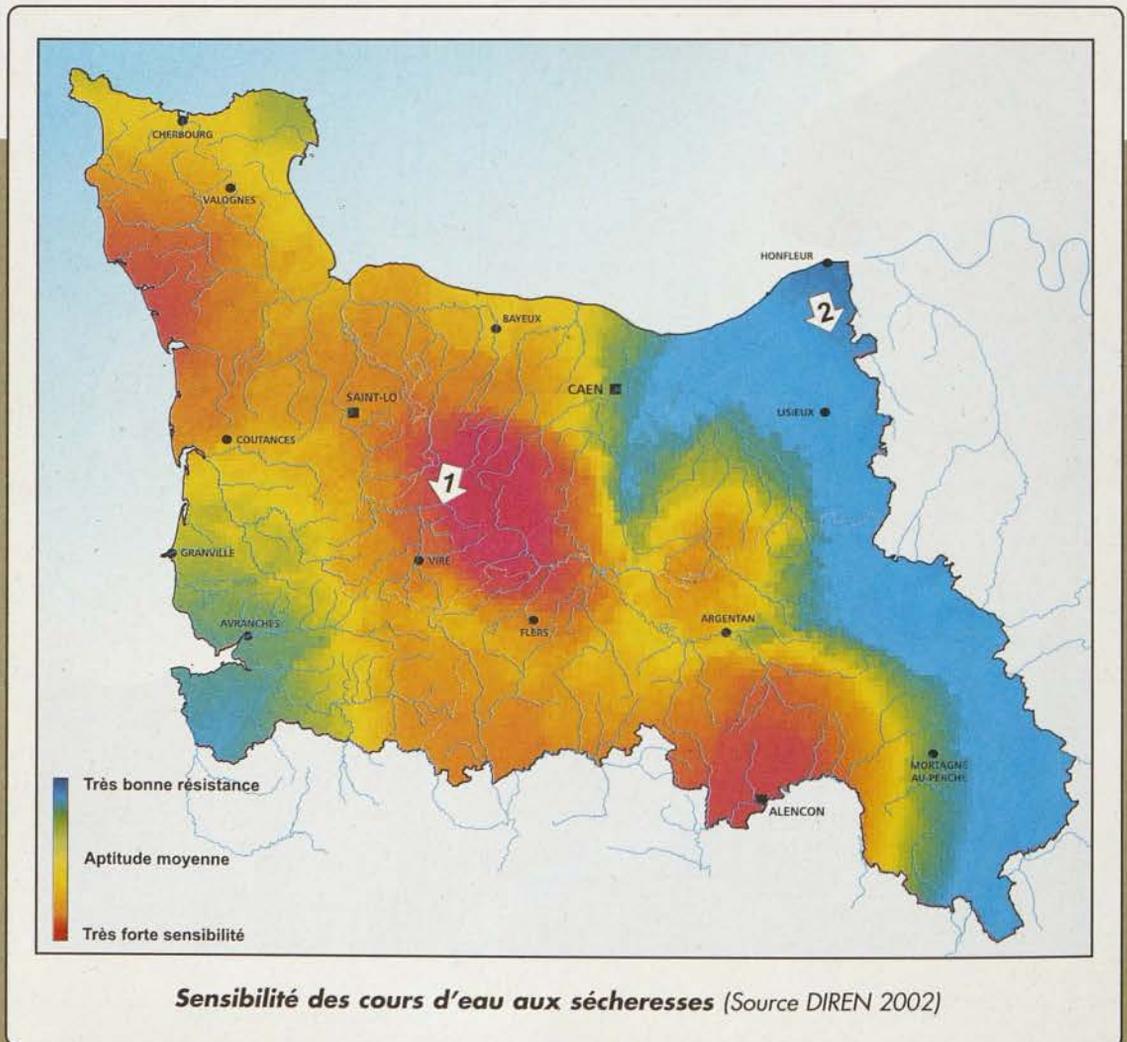
La Calonne a « puisé » dans ses réserves aquifères emmagasinées les années précédant la sécheresse. Mais si l'impact de cette dernière ne s'est pas révélé par une chute vertigineuse des débits, comme pour la Souleuvre, et alors que celle-ci avait récupéré dès l'événement fini, le Pays d'Auge et ses rivières avaient toujours gardé trace de l'événement 6 ans après, les nappes ne s'étant toujours pas rechargées.

Entre l'exemple de la Souleuvre (1) et celui de la Calonne (2), la diversité géologique et climatologique de la Basse-Normandie offre toute une gamme de comportements très variés. Dans le Massif armoricain, la sensibilité des cours d'eau à la sécheresse atteint son paroxysme en Suisse normande, dans le Massif d'Ecouvès et le long de la côte ouest du Cotentin en raison de l'existence de schistes et de grès peu aquifères et de fortes pentes. Elle diminue en présence de formations superficielles aquifères tels les arènes granitiques ou les limons éoliens de la Baie du Mont St-Michel.

Dans le Bassin parisien, la résistance des cours d'eau

à la sécheresse est excellente dans le Pays d'Auge, très bonne dans le Perche et le Pays d'Ouche mais elle diminue ailleurs. Depuis le secteur de Sainte Mère-Eglise jusqu'aux grandes plaines céréalières du Bessin, de Caen et d'Argentan, les longs épisodes de sécheresse finissent par conduire certaines rivières à sec.

Les rivières les plus fragiles sont ici celles des bassins versants de la rive droite de la Sarthe et des bassins amont de l'Orne et de la Dives qui, en raison de la présence de terrains marneux et argileux très faiblement aquifères, s'assèchent relativement fréquemment l'été.



Parmi les grandes crises hydrologiques du siècle dernier, la crue de janvier 1995 est une des références régionales même si cet événement, plus que décennal, n'a pas atteint l'intensité de crues exceptionnelles telles celles de 1949 dans le Nord-Cotentin ou de 1926 dans le reste de la région.

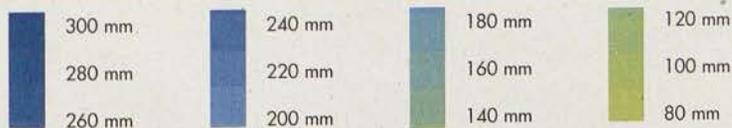
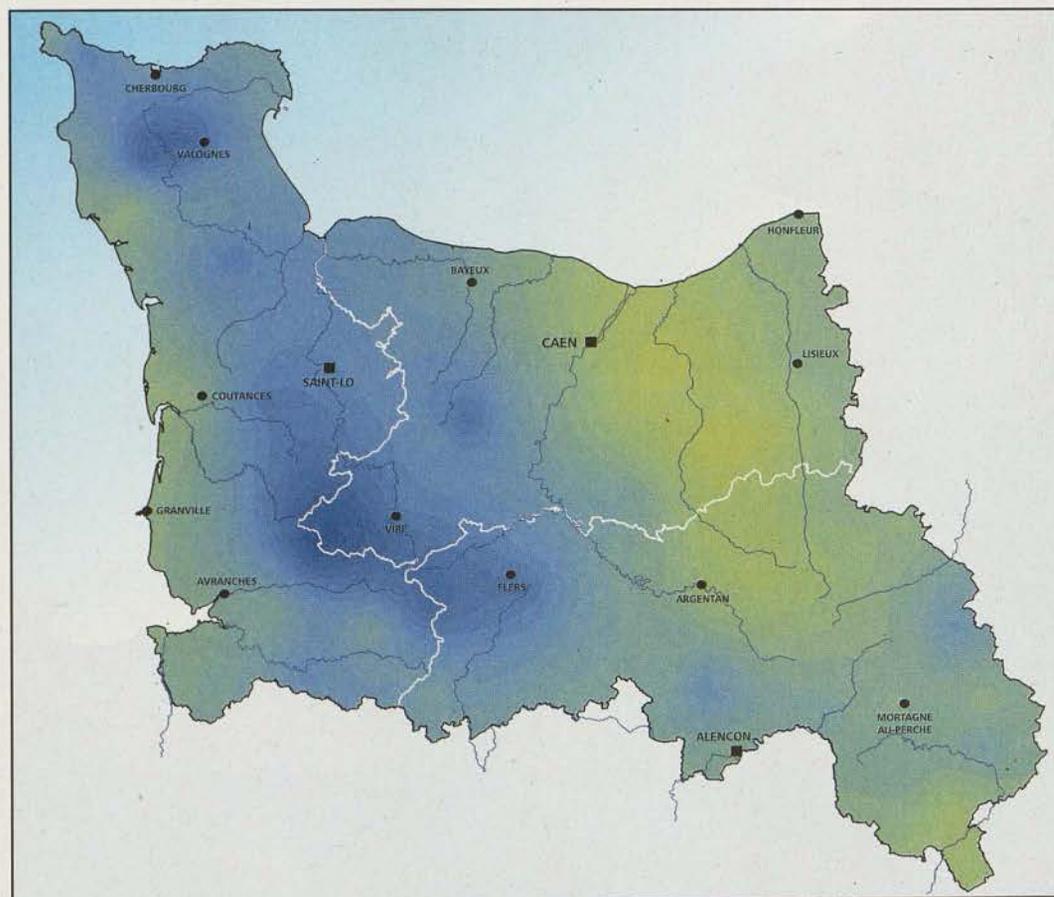
LES CONDITIONS CLIMATIQUES A L'ORIGINE DE LA CRUE

Faisant suite à une année 1994 très pluvieuse et, notamment, à un automne et un début d'hiver particulièrement perturbés et humides, le mois de janvier 1995 a connu une pluviométrie hors normes.

Des perturbations actives ont circulé dans un flux de sud-ouest. Leur succession à un rythme quasi quotidien

s'est traduite par un épisode pluvieux remarquable sur l'ensemble de la Basse-Normandie durant la deuxième moitié du mois. La pluviométrie de janvier 1995 a ainsi souvent atteint un niveau record et ce, dans un contexte fortement saturé par les précipitations abondantes des mois précédents.

La pluviométrie du mois de janvier 1995 (source Météo-France)



LA REACTION DES COURS D'EAU

La réaction des cours d'eau aux pluies de janvier 1995 a découlé dans une large mesure des caractéristiques de pente et d'imperméabilité des bassins versants. Les crues les plus intenses se sont localisées dans le Massif armoricain, tout particulièrement dans les hauts bassins de la Vire et de la Sienne ainsi que dans ceux de la Mayenne, du Noireau et de la Sée. Elles ont été beaucoup plus amorties dans les plaines de Caen et d'Argentan dont la grande perméabilité a très largement favorisé l'infiltration des pluies efficaces. Les coefficients de ruissellement de certains bassins

versants sont ainsi restés inférieurs à 5 % soit un taux d'infiltration supérieur à 95 %. Pour la Mue, à proximité de Caen, le « pic de crue » est ainsi intervenu un mois et demi après l'événement, correspondant en fait au pic de crue de la nappe d'eau souterraine.

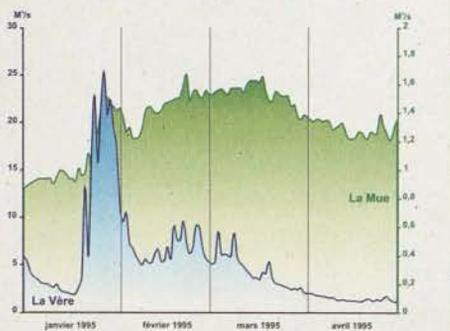
Entre ces deux extrêmes, les variations comportementales ont une nouvelle fois été nombreuses et quelques cours d'eau du Bassin parisien se sont avérés très réactifs, comme dans le Pays d'Auge, en présence de fortes pentes. Par ailleurs, bon nombre de cours d'eau



Intensité des crues débordantes (Source DIREN 1997)

- ▲ Intensité forte
- ▲ Intensité assez forte
- ▲ Intensité moyenne
- ▲ Intensité assez faible
- ▲ Intensité faible

Hydrogramme des rivières Vère et Mue début 1995



drainant à la fois des terrains du Massif armoricain et du Bassin parisien ont révélé un comportement intermédiaire.

Enfin, si les crues armoricaines ont été plus intenses, elles ont duré beaucoup moins longtemps que celles des rivières du Bassin parisien. Ces dernières ont engendré localement des inondations de plusieurs semaines, tout particulièrement dans les zones de marais et à l'approche de la mer. La carte des durées d'inondation pour une crue centennale illustre la grande variabilité régionale en la matière.



La Seulles en crue à Bucéels (Calvados)



Durée de l'inondation centennale (Source DIREN 1997)

- Inondation très longue : 15 à 45 jours
- Inondation longue : 10 à 14 jours
- Inondation moyenne : 7 à 6 jours
- Inondation brève : 5 à 6 jours
- Inondation très brève : 1 à 4 jours

La crue de janvier 1995 a été, dans la région, le point de départ d'une prise de conscience de la nécessité de relancer la politique de prévention et de gestion des risques naturels au regard d'un bilan particulièrement lourd au plan financier mais également humain (2 morts). Après la crise, la DIREN a entrepris une cartographie des zones inondables par débordement de cours d'eau dans les zones à enjeu fort (version 1997 de l'atlas des zones inondables), puis sur l'ensemble des cours d'eau principaux (en cours, échéance 2005). Actuellement, 740 km² de zones inondables sont cartographiées. La base de données

correspondante est associée à une photothèque comportant près de 2000 clichés numériques, principalement aériens, qui constituent la mémoire des événements passés.

La cartographie des zones inondables par débordement de cours d'eau est portée à la connaissance des collectivités figurant dans l'atlas (fin 2002, 950 communes ont été destinataires). Cette information préventive vient en complément de celle réalisée par les Préfets de département lors de l'approbation des DCS (les dossiers communaux synthétiques sur les risques majeurs).

Les zones inondables en Basse-Normandie (Source DIREN 2002)



■ Zone inondable par débordement de cours d'eau



■ Zone à risque mal identifié



■ Zone de débordement constaté de nappe



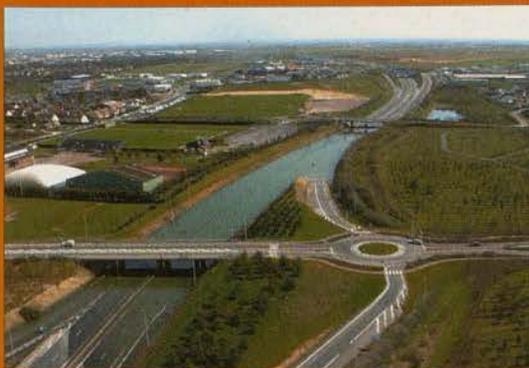
**Crue de la Touques à Pont l'Évêque
(Calvados) - Novembre 2000**



**Périers-sur-le-Dan (Calvados)
Avril 2001**



**Glissement de terrain à
Trouville-Hennequeville (calvados)**



**Inondation par remontée de nappe à Ifs
(Calvados) Avril 2001**

Suite aux inondations de 2001, une cartographie des zones inondées par débordement de nappe a également été entreprise. Ces risques existent partout dans la région mais avec une importance accrue dans les cordons dunaires sableux des côtes de la Manche et dans les plaines calcaires de la plaine de Caen. Un grand nombre d'informations est désormais disponible tant sur les zones inondées en 2001 que sur les zones à risque d'inondation d'infrastructures souterraines (caves, réseaux, parkings...). Un premier travail de porter à connaissance a été entrepris pour les communes les plus concernées.

La Basse-Normandie est par ailleurs exposée aux phénomènes de crues rapides et de coulées de boue en période de pluies intenses, notamment en situation orageuse. Les sols battants et facilement érodables favorisent cet aléa amplifié par la modification des pratiques agricoles. Les plaines céréalières sont les plus touchées.

Les inondations par ruissellement urbain sont également très fréquentes tant en hiver que par pluie orageuse. Les modifications des pratiques agricoles et de l'urbanisme en sont des facteurs aggravants difficilement maîtrisables.

Enfin, la région est concernée par des mouvements de terrain qui surviennent à la suite d'hivers très pluvieux lorsque les terrains superficiels sont saturés d'eau et que les nappes phréatiques atteignent leurs plus hauts niveaux. C'est dans ces conditions que surviennent les glissements de terrain du Pays d'Auge, du Perche et du Bessin ainsi que les principaux effondrements de marnières. De nombreux événements ont été enregistrés certains hivers très pluvieux tels ceux de 1982 et 1983, de 1995 ou de 2000-2001. Ces secteurs sont également le siège de tassements différentiels des argiles constitutives de leurs sols à l'origine de dégradation des bâtiments.

La DIREN a créé et gère une base de données pour l'ensemble de ces risques. Elle l'alimente à partir des témoignages des particuliers et des collectivités territoriales.

LA PROCEDURE DE VIGILANCE

La vigilance météorologique a été instaurée par Météo-France pour informer la population et les pouvoirs publics en cas de phénomènes météorologiques dangereux en métropole.

Les événements météorologiques exceptionnels de la fin de l'année 1999 (inondations dans l'Aude, violentes tempêtes des 26 et 27 décembre) ont amené Météo-France à réviser sa procédure d'alerte, jusqu'alors surtout conçue pour répondre aux besoins de la Protection Civile. La nouvelle procédure entend pallier certaines lacunes du précédent système : longueur de la chaîne d'alerte publique rendant difficile une communication rapide vers la population, mauvaise appréciation par cette dernière des risques encourus pour des phénomènes prévus quantitativement.

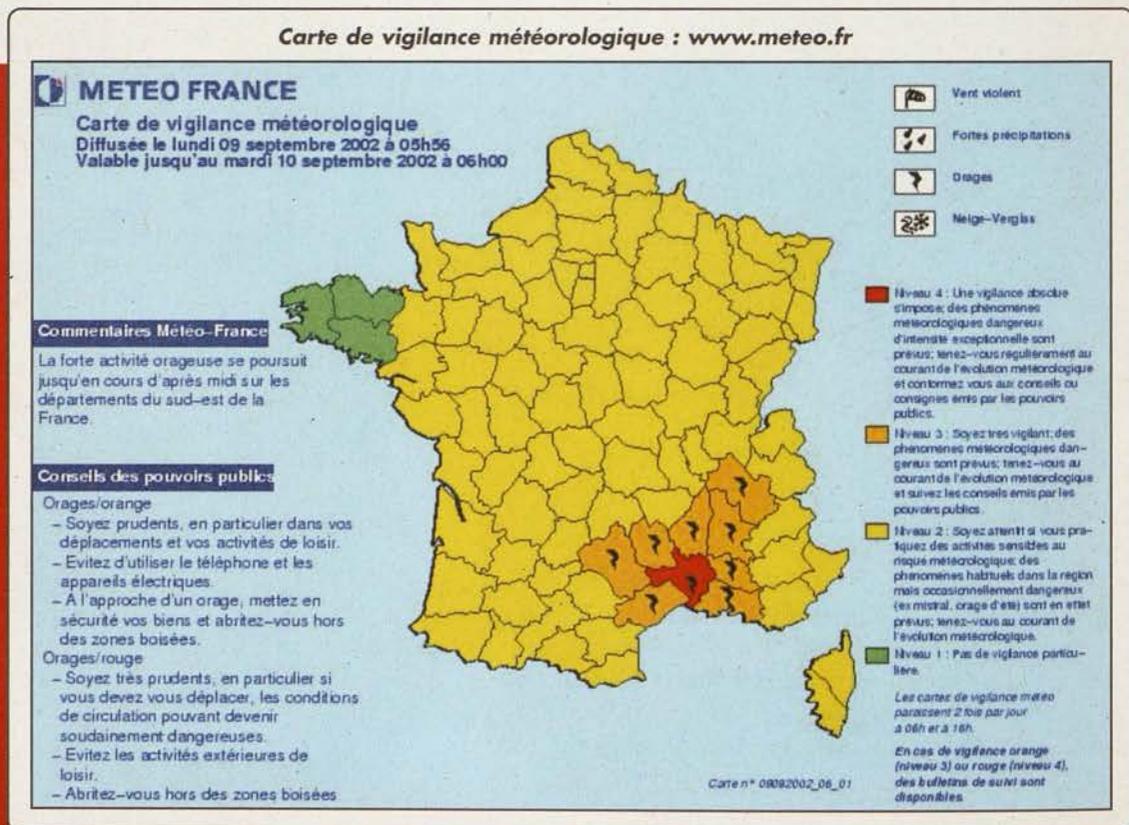
À l'issue d'une réflexion menée en collaboration avec les partenaires institutionnels concernés¹, la nouvelle procédure prévoit la publication biquotidienne d'une

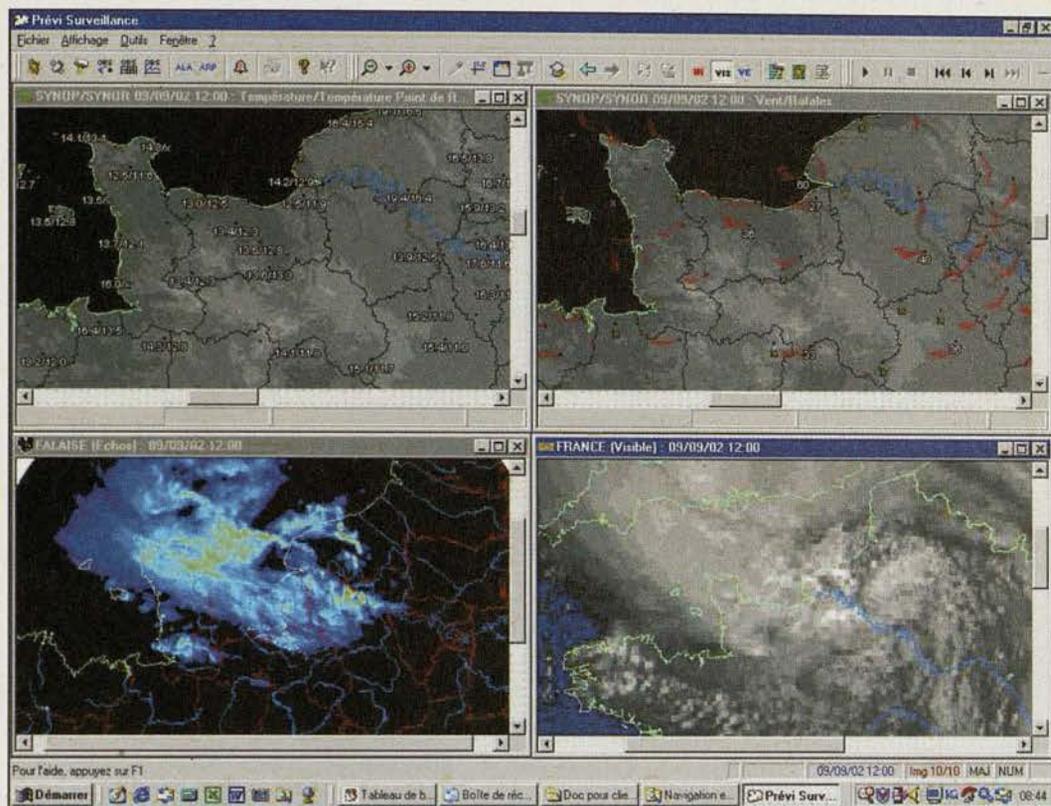
carte de vigilance sur la France valable pour les 24 heures à venir, où des couleurs (du vert au rouge en passant par le jaune et l'orange) sont affectées aux départements. Chaque couleur correspond à un niveau de dangerosité d'un phénomène prévu, ce niveau étant défini à partir de critères quantitatifs et de particularités régionales ou contextuelles. Des bulletins de suivi sont régulièrement émis dès que la couleur orange apparaît.

Carte et bulletins de suivi, incluant des conseils de comportement, sont largement diffusés vers les services institutionnels de sécurité, les médias et mis à disposition sur internet (www.meteo.fr).

¹ En premier lieu la Direction de la Défense et de la Sécurité Civile, mais également la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières, la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, la Direction de l'Eau etc.

Carte de vigilance météorologique : www.meteo.fr





Prévi-surveillance - images du 9 septembre 2002

LES BULLETINS D'ALERTE (Procédure BAP-BRP)

Outre leur prise en compte parmi les phénomènes entrant dans la procédure de vigilance, **les précipitations font l'objet d'une surveillance particulière**. Météo-France diffuse, à destination des services en charge de l'annonce et de la prévision des crues, des

bulletins réguliers de prévisions (BRP¹) à courte et moyenne échéance. Des données et des cartes de précipitations observées et prévues, ainsi que des bulletins d'alerte sur dépassement de seuil à l'échelle d'un bassin versant (BAP²) complètent ce dispositif.

L'ANNONCE DE CRUE

L'annonce de crue est actuellement réalisée par les services des DDE du Calvados et de la Manche et par la DIREN Centre. **La DIREN de Basse-Normandie intervient en appui à ces organismes**, d'une part sur le terrain par des jaugeages en période critique, d'autre part par la réalisation d'expertises hydro-

logiques (modélisations, prévisions). A la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, une réorganisation de l'annonce de crue est à l'étude afin d'évoluer en 2003 vers la mise en place de services de prévision de crues de compétence interdépartementale.

¹ BRP : Bulletin Régulier Précipitations - ² BAP : Bulletin Alerte Précipitations



Départ en mission de reconnaissance Sécurité Civile et DIREN - Avril 2001

ANALYSE DES RISQUES, PLANIFICATION ET CELLULES DE CRISE

Responsable de la sécurité civile, le Préfet de département met en œuvre la politique de l'Etat dans le domaine des risques naturels majeurs. Il constitue notamment une Cellule d'Analyse des Risques et d'Information Préventive (CARIP), établit le Schéma Départemental d'Analyse et de Couverture des Risques (SDACR) et les Plans de Secours nécessaires. Dès que survient un événement grave susceptible de dégénérer en crise, il met en place une cellule de crise qui réunit l'ensemble des organismes concernés (services de l'Etat, Météo-France, le SDIS, collectivités, gendarmerie...) afin d'analyser en temps réel la crise, d'organiser et de mettre en œuvre l'ensemble des actions nécessaires à sa gestion.



Intervention des Sapeurs-Pompiers après inondation

LA PROCEDURE CATASTROPHE NATURELLE

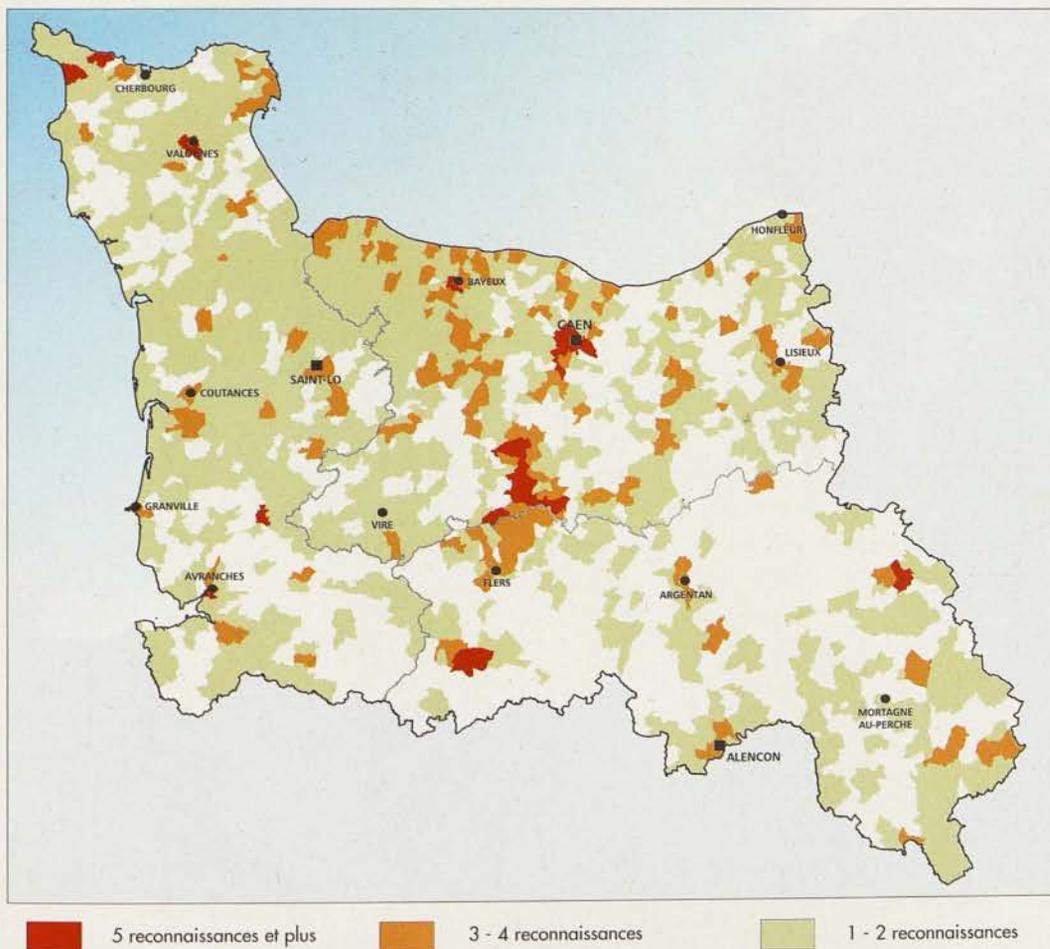
Un dispositif d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, faisant appel à la solidarité nationale via les compagnies d'assurance, a été mis en place en 1982 pour couvrir les dommages matériels directs « non assurables » ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un phénomène naturel.

Il appartient aux maires d'établir un dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et de l'adresser au Préfet. Celui-ci instruit la demande, sollicite l'avis technique des services et transmet le dossier au ministère de l'intérieur. Une commission interministérielle propose alors ou non la reconnaissance par arrêté interministériel de l'état de

catastrophe naturelle, qui ouvre droit à l'indemnisation. Une expertise technique des conditions hydroclimatiques ayant prévalu au cours de l'événement est donc souvent demandée. Ainsi, lors d'inondations dues au ruissellement, au débordement de cours d'eau ou à des remontées de nappes phréatiques, en cas de mouvements de terrain liés à la sécheresse et à la réhydratation des sols, les services de la Protection Civile font appel à l'expertise de Météo-France afin de qualifier l'événement météorologique ayant entraîné les dommages.

La DIREN est également consultée pour qualifier la rareté des événements hydrologiques ayant entraîné des phénomènes d'inondation.

Reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre des « inondations et coulées de boue » par commune - 1982-2002 (Source DIREN d'après base Corinte)



Aquifère

Formation géologique capable de stocker et de restituer de l'eau.

Aquifère

Terrain perméable contenant une nappe d'eau souterraine.

Arène

sable grossier, résultant de l'altération sur place de roches magmatiques ou métamorphiques riches en quartz et feldspath.

Banque Hydro

Banque nationale thématique de référence de l'hydrométrie quantitative française. Des renseignements complémentaires sont disponibles à l'adresse suivante : <http://hydro.rndc.fr>

Bassin versant

Le terme bassin ou bassin versant marque à la fois la notion topographique de zone limitée par une ligne de partage des eaux et celle de surface d'interception des précipitations.

Centennale

Voir « durée de retour »

Débit

Volume d'eau passant à travers une section dans l'unité de temps. Généralement exprimé en m^3/s , parfois en l/s pour de petits bassins. Symbolisé par Q .

Débit de base

Partie du débit fournie par la vidange des réserves du bassin, notamment celle des réserves souterraines. En dehors des périodes de pluie ou de fonte nivale, c'est la seule composante du débit des cours d'eau et elle se confond avec le débit de tarissement.

Débit spécifique

Débit à l'exutoire rapporté à la superficie du bassin versant, généralement exprimé en $l/s/km^2$, quelquefois en $m^3/s/km^2$.

Décennale

Voir « durée de retour »

Drainage

Toute opération, naturelle ou artificielle, qui consiste à collecter des eaux de toute nature et de toute origine pour les envoyer en dehors d'une certaine zone.

Durée de retour

Fréquence statistique d'apparition d'un phénomène. « Décennale » ou « centennale » : dont la probabilité de retour est de 1 sur 10, ou 1 sur 100, au cours d'une année.

Ecoulement

Mouvement, en général, des masses d'eau en surface et en souterrain.

En hydraulique : sens strictement phénoménologique.

En hydrologie : peut prendre un sens plus quantitatif, bien que cela ne soit pas recommandé, pour désigner un volume écoulé ou un débit moyen sur un temps assez long, il est alors souvent exprimé en lame d'eau (mm).

Etiage

Niveau annuel le plus bas atteint par un cours d'eau en un point donné. Aussi utilisé, abusivement, dans le sens de bosses eaux.

Granite

Roche magmatique, plutonique très commune.

Grès

Roche sédimentaire détritique terrigène composée à 85% au moins de grain de quartz plus ou moins arrondis.

Hydrogramme

Graphique de variation des débits en fonction du temps. Souvent spécialisé : hydrogramme de crue.

Hydrologie

Toute action, étude ou recherche, qui se rapporte à l'eau, au cycle de l'eau et à leurs applications. A l'origine, le terme français se limitait aux aspects chimiques et bactériologiques des eaux et à leurs caractéristiques médicinales. On peut considérer que l'acception actuelle est un anglicisme.

Hydrométrie

Méthodologie et technologie de la mesure des hauteurs et du calcul des débits dans les cours d'eau.

Inondation

La notion d'inondation a un aspect subjectif : au cours d'une crue, on dit qu'il y a inondation lorsque les eaux envahissent des zones habituellement hors d'eau pour une crue moyenne. Une acception hydrologiquement plus stricte du terme considère qu'il y a inondation lorsque le cours d'eau quitte son chenal bien marqué le plus profond, généralement appelé lit mineur pour se répandre dans le lit majeur. La netteté de ce concept physique dépend beaucoup de la configuration du lit.

Jaugeage

Ensemble des opérations destinées à mesurer le débit d'une rivière en un point donné pour un instant donné et surtout pour une hauteur à l'échelle donnée.

Lame écoulée

Hauteur qu'atteindrait le volume total écoulé à l'exutoire d'un bassin en un temps donné, si ce volume était également réparti sur une surface horizontale de superficie égale à celle du bassin. On l'exprime généralement en mm et on l'obtient par la formule $HE=Q \cdot Dt / 1000S$ où HE est en mm, Q en m^3/s , Dt en secondes et S en Km^2 .

Lame ruisselée

Même définition que pour la lame écoulée, mais relative au seul volume « ruisselé ».

Marne

Roche sédimentaire constitué d'un mélange de calcaire et d'argile.

Module

Débit annuel moyen théorique, celui que l'on calculerait si l'on disposait d'un très grand nombre d'années.

Nappe phréatique

Nappe d'eau libre souterraine à faible profondeur.

Nappe souterraine

Etendue d'eau souterraine ; partie saturée d'un aquifère.

Normale

Valeur moyenne d'un paramètre météorologique calculée sur une période d'au moins trente années consécutives.

Piézomètre

Puits ou forage installé pour mesurer la charge statique (pression + niveau de la surface) d'une nappe en un point donné. L'eau de la nappe s'élève dans le piézomètre jusqu'à équilibrer la pression.

Pluie efficace

Partie de l'averse qui a effectivement donné lieu à du ruissellement, lame d'eau correspondante.

Pluviométrie

Tout ce qui concerne la mesure de la pluie. Résultats de cette mesure : hauteurs d'eau tombées dans un intervalle de temps précisé par un qualificatif : pluviométrie horaire, journalière, etc.

Précipitation

Toute chute d'eau en provenance de l'atmosphère, sous forme solide ou liquide. On appelle aussi « précipitations » le produit de la condensation sur des surfaces froides (relativement) ou le piégeage de gouttelettes en suspension dans l'air par des obstacles divers. Le terme est souvent utilisé abusivement à la place de hauteur de pluie.

Ruissellement

Partie de l'écoulement qui parvient à l'exutoire sans avoir pénétré dans le sol. On utilise parfois le terme avec le sens de volume ruisselé.

Schiste

Au sens large, toute roche susceptible de se débiter en feuillets.

Sécheresse

Sens climatologique : période pendant laquelle les précipitations sont très inférieures à la moyenne. Sens hydrologique : la même chose pour les débits. Cette notion intègre l'état d'éventuelles ressources souterraines à travers le débit de base.

Tassements différentiels

Expression caractérisant un type particulier de tassements inégaux des terrains et affectant les fondations des constructions.

- **Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable**
20 avenue de Ségur - 75302 PARIS 07 SP
Tél. : 01.42.19.20.21
www.environnement.gouv.fr
www.prim.net
- **DIREN Basse-Normandie**
CITIS - Le Pentacle
14209 HEROUVILLE-ST-CLAIR Cedex
Tél. : 02.31.46.70.00
Fax : 02.31.44.72.81
sema@basse-normandie.environnement.gouv.fr
www.basse-normandie.environnement.gouv.fr
- **METEO-FRANCE**
Centre Départemental du Calvados (Jean-Olivier GIREs)
Aéroport - BP 20101 - 14652 CARPIQUET Cedex
Tél. : 02 31 71 12 60
Fax : 02 31 26 00 37
E-mail : cdm14@meteo.fr
Centre Départemental de la Manche (Brigitte DUBOIS)
4 rue Notre-Dame - 50100 CHERBOURG
Tél. : 02 33 53 53 44
Fax : 02 33 53 53 41
E-mail : cdm50@meteo.fr
Centre Départemental de l'Orne (Gérard DUHIL)
Avenue Francis Cagnard - BP 709
61041 ALENCON Cedex
Tél. : 02 33 80 21 00
Fax : 02 33 80 21 04
E-mail : cdm61@meteo.fr
Site internet : www.meteo.fr
Minitel : 3615 METEO
Prévisions départementales : 0 892 68 02 XX
(XX : n° du département)
Numéro d'accès abrégé et unique : 3250
Suivi des impacts de foudre sur minitel :
3617 METEORAGE
- **DDE 14 (Centre d'annonce de crues)**
10, boulevard du général Vanier - 14035 CAEN Cedex
Tél. : 02 31 43 15 00
Fax : 02 31 43 16 00
E-mail : smahe.dde-calvados@equipement.gouv.fr
www.calvados.equipement.gouv.fr
- **DDE 50 (Centre d'annonce de crues)**
Boulevard de la dollée - BP 496
50006 SAINT-LO Cedex
Tél. : 02 33 06 39 00
Fax : 02 33 06 39 09
- **Pôle de Compétence Eau**
6, boulevard du général Vanier - BP 5181
14070 CAEN Cedex 5
Tél. : 02 31 24 99 99
Fax : 02 31 24 98 00
- **Mission Inter-Services de l'Eau**
Cité Administrative - Bâtiment B
50009 SAINT-LO Cedex
Tél. : 02 33 77 51 00
Fax : 02 33 56 09 57
- **Pôle de Compétence Eau**
Cité Administrative - Place Bonet
61013 ALENCON Cedex
Tél. : 02 33 32 50 50
Fax : 02 33 32 50 34
- **Agence de l'Eau Seine-Normandie (Direction des Bocages Normands)**
1, rue de la pompe - 14200 HEROUVILLE-ST-CLAIR
Tél. : 02 31 46 20 20
Fax : 02 31 46 20 29
E-mail : dbn@aesn.fr
www.eau-seine-normandie.fr
- **Agence de l'Eau Loire-Bretagne (Antenne du Mans)**
46, rue du Miroir - 72100 LE MANS
Tél. : 02 43 86 96 18
Fax : 02 43 86 96 11
www.eau-loire-bretagne.fr
- **Banque HYDRO**
Tél. : 01 42 19 12 27
Fax : 01 42 19 13 37
<http://hydro.rnde.tm.fr>



HYDRO-CLIMATOLOGIE DE LA BASSE-NORMANDIE

Numéro spécial de la lettre « *Coup d'œil sur l'environnement en Basse-Normandie* ».

Rédaction : DIREN et Météo-France - **Publication éditée par** la Direction Régionale de l'Environnement en Basse-Normandie – CITIS Le Pentacle 14209 Hérouville-Saint-Clair - **Directeur de publication :** Nicolas FORRAY - **Directeur de rédaction :** Lionel CHEVALIER - **Rédaction en chef :** Frédéric GRESSELIN et Hubert CAPLET - **Conception :** AGENCE ETCaetera - **Impression :** Normandie Information Impression - **Tirage :** 3000 exemplaires. **Dépôt légal :** décembre 2003. ISSN 1634-734X. **Crédits photos :** DIREN, Météo-France, DDE 14, Agence Gamma/SDIS 14. Imprimé sur papier recyclé.

Photo de couverture : la Souleuvre - Carville (Calvados)