

ÉVOLUTION ET RÔLE DE LA CARTOGRAPHIE DANS LA GESTION DES ZONES INONDABLES EN FRANCE

Gérald GARRY*

RÉSUMÉ Les Plans d'Exposition aux Risques (PER) commencés en 1984 ont été à l'origine d'une véritable réflexion en matière de prévention des risques naturels, qui s'est caractérisée par la mise au point d'une méthodologie des études, notamment dans le domaine des inondations, et par l'élaboration de cartes dont les applications se sont progressivement étendues et complétées au regard de la planification, de l'information préventive et de la gestion de crise.

• FRANCE • GESTION DE CRISE • INFORMATION PRÉVENTIVE • INONDATION • PLANIFICATION • RISQUE NATUREL

ABSTRACT The PER — Plans d'Exposition aux Risques (Risk Exposure Plans) — which were initiated in 1984 have been the starting point of a serious reflection about risk prevention which has resulted in the development of a methodology, notably in the study of flood areas; another result has been the production of maps which have been gradually completed and extended in relation to planning, prevention and crisis management policies.

• CRISIS MANAGEMENT • FLOODING • FRANCE • NATURAL HAZARD • PLANNING • PREDICTION

RESUMEN Los Planes de Exposición a los Riesgos (PER) iniciados en 1984 originaron una verdadera reflexión en materia de prevención de los riesgos naturales caracterizada por la elaboración de una metodología de los estudios, principalmente en el sector de las inundaciones y por la realización de mapas cuyas aplicaciones se han ido extendiendo y completando respecto a la planificación, información preventiva y gestión de crisis.

• FRANCIA • GESTIÓN DE CRISES • INFORMACIÓN PREVENTIVA • INUNDACIÓN • PLANIFICACIÓN • RIESGO NATURAL

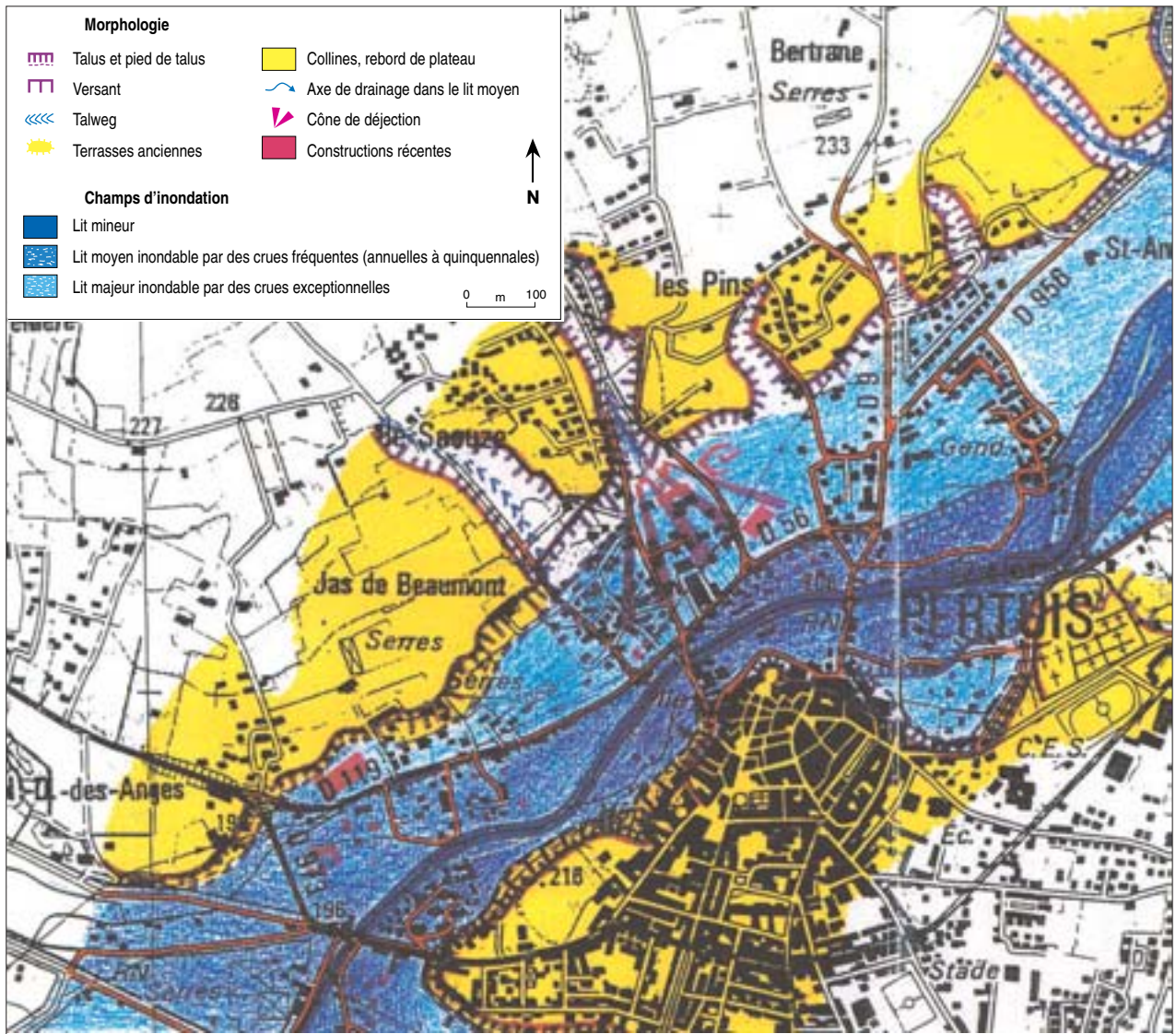
Les inondations représentent le phénomène naturel le plus fréquent et le plus dommageable en France. Elles affectent plus de 8 500 communes, soit une superficie effective de 22 000 km² et une population de 2 millions d'habitants, et mobilisent 75% des indemnités reversées par les assurances au titre des catastrophes naturelles. Loin de décourager les populations, les zones inondables les ont très vite attirées, d'abord dans un mouvement lent et prudent empreint de sagesse, puis à un rythme qui n'a cessé de croître jusqu'à atteindre des proportions déraisonnables pendant la seconde moitié du XX^e siècle. On estime ainsi aujourd'hui que 80% des constructions datent des 40 dernières années et on constate que la vulnérabilité ne cesse d'augmenter en dépit des mesures de protection qui ont été mises en place. Conscient de la nécessité d'enrayer cette dynamique, le gouvernement a décidé en 1982 de développer une politique de prévention des risques efficace, qui s'appuie en particulier sur la connaissance et la prise en compte des phénomènes dans la planification, sur l'information préventive et sur la gestion de crise.

Longtemps ignorée ou sous-utilisée, la cartographie, qui est un outil de localisation et de communication par excellence, s'est naturellement inscrite dans cette logique au sein de laquelle elle occupe maintenant une place privilégiée (Garry, 1993). En voici les principales applications dans le contexte qui a présidé à leur genèse et à leur évolution. Il faut noter que, parmi les documents déjà réalisés, les exemples ont été choisis pour leur représentativité, bien que certains ne répondent pas toujours aux strictes règles de la sémiologie graphique.

Les cartes techniques destinées à la planification

Avant la promulgation de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles, la cartographie des inondations était liée soit à des procédures réglementaires, c'est-à-dire établie dans le cadre d'un Plan de Surface Submersible (PSS) résultant du décret-loi de 1935 ou d'un périmètre de risque pris par un arrêté du préfet en application de l'article R 111-3 du code de l'urbanisme, soit à

* Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme - Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Villes et Territoires, Paris.



1. Carte d'interprétation géomorphologique des zones inondables: vallée de l'Èze - commune de Pertuis

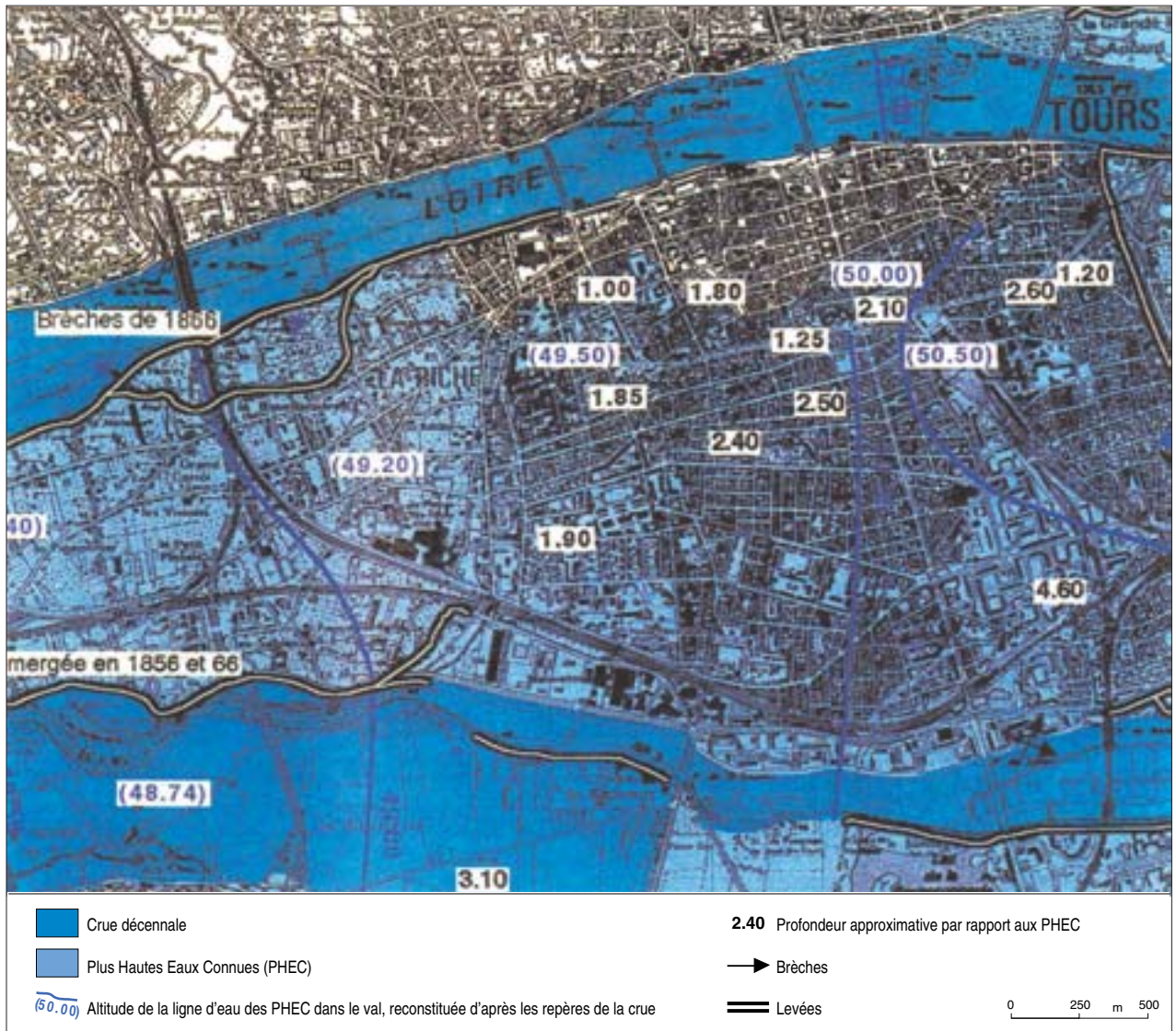
Cette carte identifie tous les éléments naturels qui marquent le relief de part et d'autre de la plaine alluviale et participent à l'écoulement des eaux: les terrasses et les collines qui restent exondées, les talus et les versants qui limitent l'extension des inondations et canalisent les eaux, les talwegs qui concentrent les ruissellements et les cours d'eau affluents de la rivière principale. L'analyse fine de la topographie, éventuellement de la granulométrie et de la couleur des alluvions, permet de distinguer les différents lits de la rivière, mineur, moyen, majeur, auxquels correspondent des périodes de retour approchées. On voit ici que le village de Pertuis a été édifié en position d'abri sur la rive gauche de l'Èze et que les constructions ont gagné depuis la plaine inondable, en zone d'instabilité sur un cône de déjection dans le lit majeur, ainsi que dans le lit moyen qui est affecté par des crues fréquentes, annuelles à quinquennales. Ce document devrait permettre de mieux orienter les choix à venir.

Source: CETE d'Aix-en-Provence.

des études ponctuelles engagées pour mesurer l'impact d'un ouvrage sur l'écoulement des eaux. Dans le premier cas, la carte ne montrait en général que la limite des plus hautes eaux connues, sur laquelle les autorités s'appuyaient pour gérer l'occupation ou l'utilisation du sol. Dans le second cas, les données résultaient de calculs hydrauliques précis qui permettaient de quantifier les paramètres physiques des inondations potentielles

par la hauteur de submersion, la vitesse et la durée pour des périodes de retour définies. Les cartes étaient peu nombreuses, offraient une information partielle et jouaient un rôle restreint.

Le décret d'application des PER, en 1984, a marqué un tournant décisif dans la connaissance et la prise en compte des inondations. Il a donné lieu à la définition d'une méthodologie précise des études (Premier ministre, secrétariat d'État chargé



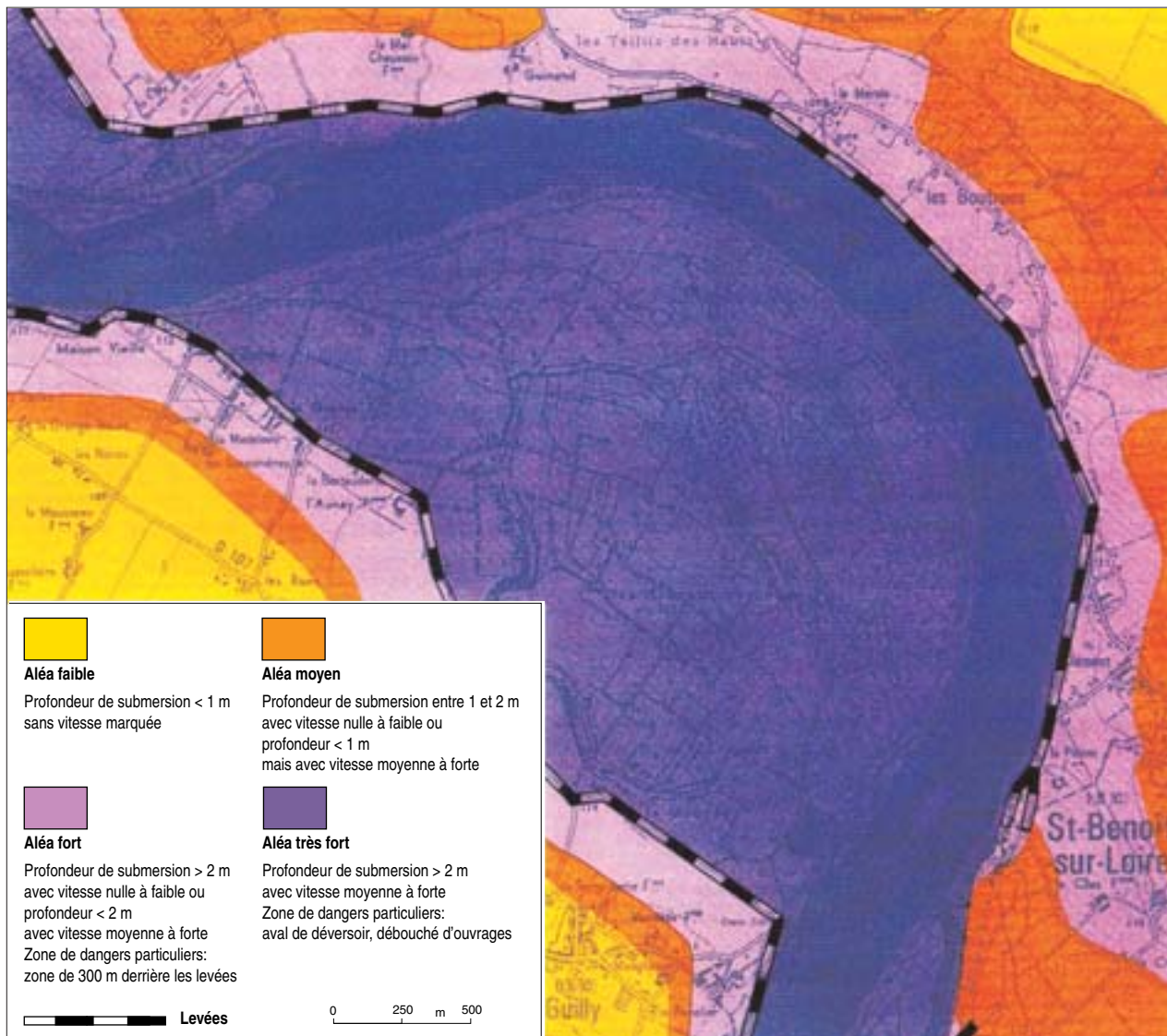
2. Carte informative des phénomènes historiques: val de Tours

Deux crues de référence ont été choisies pour fixer l'enveloppe des inondations ayant déjà affecté le val: la décennale, qui correspond à une période de retour significative pour l'homme contemporain; la plus haute crue connue, qui date de 1856 ou 1866, au cours de laquelle la levée fut partiellement submergée ou même rompue, provoquant l'inondation de toute la plaine alluviale. L'indication des profondeurs approximatives attire l'attention sur les risques encourus par les riverains si une inondation identique devait se produire. Le but de cette carte, au-delà de la simple information, est de permettre aux citoyens de mieux comprendre les fondements de la carte des aléas.

Source: Service Hydrologique Centralisateur d'Orléans.

de la Prévention des Risques Naturels et Technologiques Majeurs, DRM, ministère de l'Équipement, STU, 1985) qui s'est traduite par l'élaboration de quatre documents cartographiques (Ministère de l'Environnement, DRM, ministère de l'Équipement, STU, 1988): une Carte Informative des Crues Historiques (CICH), une carte des aléas, un plan de vulnérabilité et un plan d'exposition aux risques. Dressée sur la carte IGN au 1/25 000 agrandie au 1/10 000, la CICH était une synthèse des observations concernant la manifestation, l'extension et les

conséquences dommageables des plus fortes crues connues. La carte des aléas montrait sur un fond de plan topographique à grande échelle (1/5 000) une évaluation hiérarchisée de l'intensité des phénomènes à partir de la modélisation de crues d'occurrence décennale et centennale. À ce titre, elle a posé des problèmes de report cartographique aux incidences financières non négligeables dans la mesure où il n'existait pratiquement pas de fond de plan d'une précision altimétrique compatible avec celle des données issues de la modélisation mathématique



3. Carte des aléas: val d'Orléans

Elle est établie sur la base d'une crue supérieure à celles de 1856 et 1866, qui pourrait toujours survenir en inondant le val par le biais des déversoirs et par la rupture des levées. Les aléas ont été classés en quatre niveaux en fonction de la valeur des deux paramètres physiques les plus déterminants: la hauteur de submersion et la vitesse. La totalité du val étant à la fois inondable et soumise à de fortes pressions urbaines, il a semblé intéressant de mettre en évidence les zones les moins dangereuses, susceptibles d'accueillir préférentiellement de nouveaux projets, en jouant sur la représentation cartographique. La hiérarchie des aléas est ainsi traduite par 2 couleurs proches (orange et violet), partagées en deux valeurs.

Source: Service Hydrologique Centralisateur d'Orléans.

(environ 20 centimètres). Le plan de vulnérabilité, qui résultait de la superposition de la carte des aléas et de l'occupation du sol, s'appuyait sur un découpage du territoire communal le plus souvent effectué sur un assemblage cadastral. Enfin, cartographié au 1/5 000, le PER, partageait l'espace en trois niveaux d'exposition aux risques (bleu, blanc, rouge) correspondant à différents seuils de constructibilité.

L'expérience acquise quelques années après le lancement des PER a abouti à un double constat. En ce qui concerne les étu-

des, il est rapidement apparu que la démarche préconisée était très pertinente mais qu'elle dépassait les besoins de précision sur une partie ou la totalité d'un grand nombre de communes. Sur le plan réglementaire, l'emploi systématique du PER n'a pas semblé justifié pour traiter l'ensemble des communes soumises aux inondations. Il a donc été décidé, à partir de 1989, de dissocier cartographie et outils de planification en introduisant plus de souplesse dans le niveau d'élaboration des études et en choisissant la réglementation la mieux adaptée aux enjeux des

communes parmi le PSS, le R 111-3 ou le PER (Ministère de l'Environnement, DRM, 1990). La cartographie doit désormais être réalisée en deux séquences, de préférence sur un fond de plan au 1/25 000 agrandi au 1/10 000. Il s'agit d'exploiter d'abord au mieux l'ensemble des données existantes, à savoir le modelé de la vallée à partir d'une approche géomorphologique et les crues historiques, puis d'en déduire une carte des aléas. Si les références historiques sont jugées encore significatives, que l'occupation des sols n'a pas trop changé et que les enjeux sont faibles (zones de prairies par exemple), l'étude est jugée suffisante et la carte des aléas est directement portée à la connaissance des élus et intégrée au POS. Dans le cas contraire, l'évaluation des aléas doit passer par une modélisation des crues et l'on retrouve alors le schéma classique de 1984, intégrant une approche de la vulnérabilité si un PER est décidé.

Les caractéristiques des dernières inondations ont également contribué à faire évoluer la démarche depuis 1988 et surtout 1992, date de la crue de l'Ouvèze. La méthodologie qui avait été mise au point dans le cadre des PER faisait plutôt référence aux crues de plaine, qui étaient celles qui avaient sévi avant l'adoption de la loi de juillet 1982, en particulier pendant l'hiver 1980-1981. Paradoxalement, les principaux événements survenus depuis ont été d'une autre nature et se sont manifestés sous forme de ruissellements urbains (Nîmes) ou de crues torrentielles (Le Grand-Bornand, Vaison-la-Romaine...). Les spécificités des sites, les valeurs extrêmes que peuvent prendre certains paramètres et la complexité de leurs interactions rendent peu précises les estimations de débits de ruissellement des bassins-versants. Dans ces conditions, la qualité des résultats dépend davantage encore de la connaissance initiale du territoire étudié et de son histoire pluvio-hydrologique. Ce constat renforce l'intérêt d'une exploitation minutieuse des archives et d'une approche hydromorphologique, qui sont faciles à mettre en œuvre, peu onéreuses et rapides.

La méthodologie préconisée repose désormais sur un emboîtement hiérarchisé des études, qui correspond d'abord à une approche globale (pouvant déjà justifier des choix ou des refus d'aménagement) d'un grand nombre de communes sur la base des archives et de l'hydromorphologie (fig. 1), puis à une étude des crues historiques (fig. 2) à partir de laquelle on établit une carte des aléas (fig. 3), directement ou après modélisation.

Si la cartographie réglementaire a concentré l'essentiel des réflexions et des moyens jusqu'à présent, elle est maintenant complétée par deux autres types de documents utiles, en amont d'un événement, pour informer les autorités et la population des risques encourus, et en aval, pour faciliter l'accès des différents secours.

Les atlas départementaux d'information préventive

Plusieurs types d'atlas ont été lancés depuis une dizaine d'années afin de représenter:

1 - Les communes déclarées soumises à un ou plusieurs phénomènes naturels (inondations, mouvements de terrain, avalanches et séismes) d'après les résultats d'un questionnaire envoyé

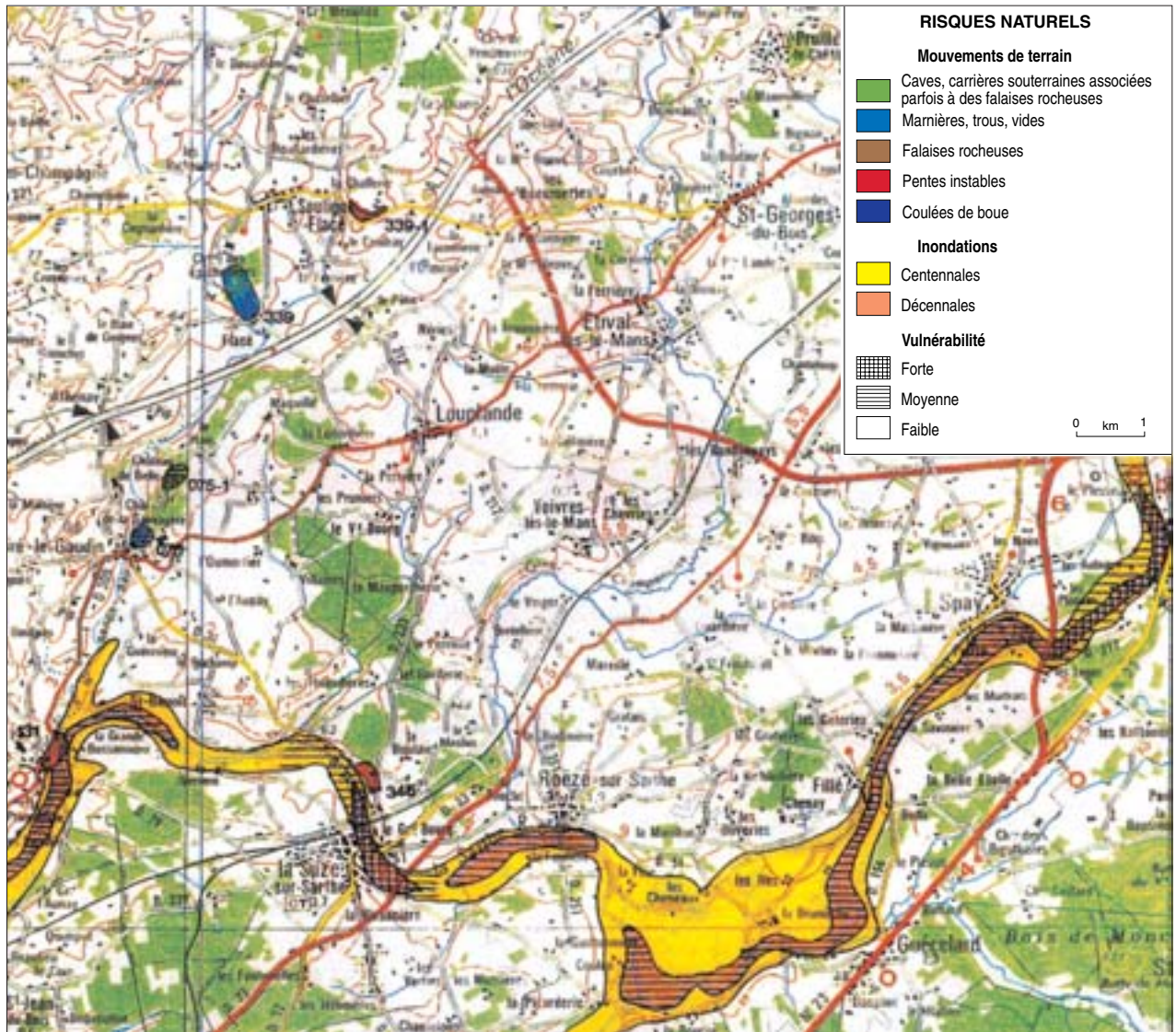
aux préfets par la Délégation aux Risques Majeurs (DRM) en 1982 et 1988; le support cartographique en est le fond administratif communal de l'IGN au 1/500 000;

2 - La localisation synthétique des risques naturels et technologiques sur l'ensemble des départements. Ces atlas ont vu le jour après que la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987, relative à l'organisation de la sécurité civile et à la prévention des risques naturels, ait été votée. Généralement dressés aux échelles du 1/100 000 à 1/50 000, ils ont pour fonction de sensibiliser les élus sur la nature et l'extension géographique des risques (les maires ne sont plus seuls face aux fléaux) et sur la nécessité de recourir à la prévention. Ils permettent également d'alimenter le dossier synthétique des risques prévu par le décret n°90-918 du 11 octobre 1990, destiné à l'information préventive des citoyens. Enfin, ils offrent une vision globale utile pour hiérarchiser les secteurs à risques et les communes qui devront être étudiées en priorité. Le premier atlas a été réalisé au 1/50 000 dans le département des Hautes-Alpes par une équipe pluridisciplinaire du CETE d'Aix-en-Provence. Quelques autres ont suivi, tels que ceux de la Réunion ou de la Sarthe (fig. 4), mais ils demeurent encore rares;

3 - Un diagnostic rapide des zones à risque d'inondation brutale consécutive à un phénomène de ruissellement urbain ou de crue torrentielle. Ces atlas, destinés à attirer l'attention sur l'existence du risque afin d'en tenir compte dans l'aménagement futur du territoire, ont été programmés par la DRM à la suite des épisodes hydrologiques violents de l'automne 1992 et de l'hiver 1992-1993, sur les 24 départements du Sud de la France soumis à des précipitations de type méditerranéen. Rédigés au format A3, ils comptent trois séries de cartes au 1/250 000, 1/100 000 et 1/25 000 dont l'échelle de restitution varie selon la surface couverte. La première est une vue d'ensemble du réseau hydrographique, pluviographique et des événements historiques. La seconde localise les limites des bassins-versants et des bassins secondaires en distinguant les types d'inondations identifiés ou potentiels. La dernière est une approche géomorphologique des vallées et une reconnaissance des bassins périurbains.

Les cartes de gestion de crise

Si la cartographie permet de situer les connaissances préalables des phénomènes et de réglementer l'occupation des sols, elle a aussi un rôle à jouer au moment où les événements surviennent pour indiquer les voies de circulation accessibles, les équipements sensibles (postes EDF, centraux téléphoniques, etc.), les établissements recevant du public (hôpitaux, écoles, etc.). Ces informations faisaient déjà partie des éléments demandés dans l'établissement des plans de vulnérabilité des PER, mais elles n'en étaient pas l'objet principal. Les services de la sécurité civile en ont vite perçu l'intérêt et plusieurs villes ou départements ont intégré ces données dans leurs problématiques pour dresser des cartes spécifiques de secours. En Gironde, par exemple, la DDE a confectionné à la demande des pompiers une série de cartes, dites «scénario catastrophe des zones inon-



4. Atlas départemental des risques de la Sarthe (extrait)

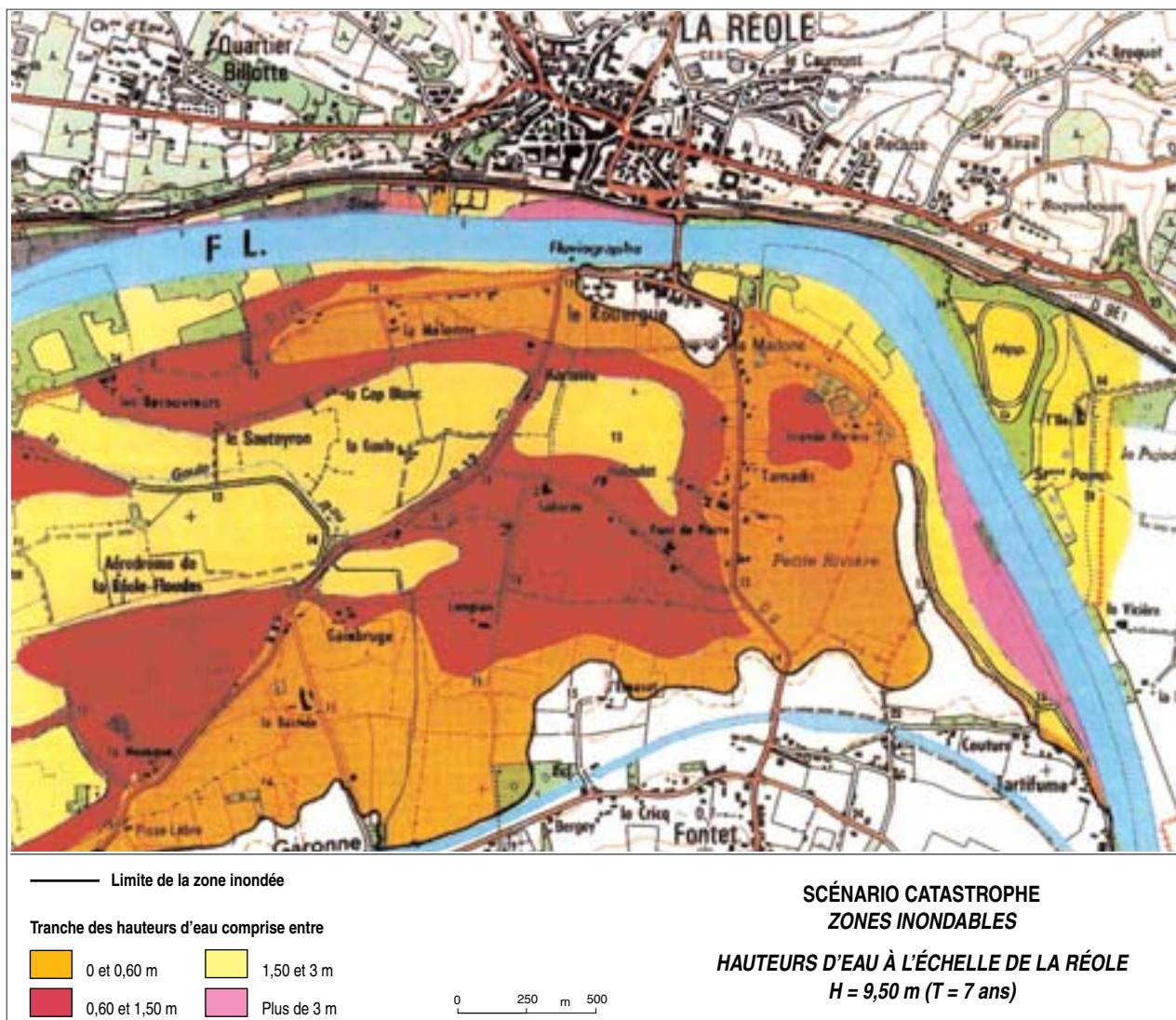
Cet extrait, qui constitue le fond de carte de l'atlas, présente une appréciation des risques naturels sur une partie du département. Il figure la nature et la localisation des phénomènes, en l'occurrence les marnières, les pentes instables et les inondations, en évaluant le niveau de vulnérabilité induite. Les couleurs lumineuses jaune et orange, qui sont conventionnellement utilisées pour cartographier les mouvements de terrain, ont probablement été réservées ici aux inondations pour mettre l'accent sur l'importance de la superficie couverte par les crues décennales et centennales. Deux transparents viennent normalement se superposer à cette carte pour situer les risques technologiques et les risques spécifiques. La globalisation de ces données permet de classer les zones à risques et de juger de leur effet cumulatif.

Source: Préfecture de la Sarthe.

dables», dont le but est de montrer les hauteurs atteintes par la Garonne en tous points des communes concernées pour des crues de référence choisies: T = 4 ans, 7 ans (fig. 5), 100 ans. Ces cartes, qui permettent de suivre l'évolution du champ d'extension des inondations, et d'optimiser les interventions, devraient à terme couvrir les principaux cours d'eau du département et être affichées dans les camions des pompiers.

Cette multiplicité des applications cartographiques dans la gestion des zones inondables et la nécessité de gérer corrélative-

ment d'autres contraintes naturelles ou anthropiques rendent aujourd'hui crédible le recours à un système d'information géographique. Plusieurs expériences ont été menées avec succès jusqu'à présent, notamment dans la région Île-de-France et à Marseille, mais aussi dans le cadre du syndicat intercommunal de la vallée de l'Orge aval ou du bassin de la Vienne dans le département d'Indre-et-Loire. On ne peut qu'encourager cette perspective, qui répond bien à l'essentiel des besoins d'information localisée dans le domaine de l'environnement.



5. Scénario catastrophe: vallée de la Garonne

L'estimation des hauteurs d'eau a été réalisée, pour des crues de périodes de retour définies, par soustraction de la hauteur du terrain naturel à la cote atteinte par l'eau à l'échelle de La Réole. Le découpage de ces hauteurs en quatre tranches et le choix des seuils ont été effectués en concertation avec les pompiers du département au regard des problèmes posés par les inondations en période de crise: danger pour les individus, difficulté d'accès pour les secours (véhicules ou bateaux). L'emploi du rouge a été réservé pour attirer l'attention sur les secteurs géographiques couverts par la tranche la plus délicate à gérer, comprise entre 0,60 et 1,50 m. C'est en effet à ce moment-là que l'inondation est la plus dangereuse pour l'homme et nécessite de concentrer tous les moyens d'intervention. Pour les tranches d'eau supérieures, par contre, on estime que les habitants ont déjà été évacués ou sont en position de sécurité.

Source: DDE de la Gironde.

Références bibliographiques

GARRY G., 1993, *Le risque d'inondation en France. Recherche d'une approche globale du risque d'inondation et de sa traduction cartographique dans une perspective de prévention*, Thèse de Doctorat de l'Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, 509 p., cartes, photos, illustrations, tableaux, annexes.

Ministère de l'Environnement, DRM, ministère de l'Équipement et STU, 1988, *La Cartographie des Plans d'Exposition au Risque inon-*

dation, Paris, La documentation Française, 115 p., cartes, illustrations.

Ministère de l'Environnement et DRM, 1990, *Les Études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs*, Paris, La documentation Française, 142 p.

Premier ministre, secrétariat d'État chargé de la Prévention des Risques Naturels et Technologiques Majeurs, DRM, ministère de l'Équipement et STU, 1985, *Guide méthodologique cartographique des Plans d'Exposition aux Risques*, Paris, Édition Service Technique de l'Urbanisme, 140 p., plans, cartes, annexes.