

# Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations



**DOCUMENT À L'ATTENTION  
DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES**

# Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations

*Ce document a été élaboré sous la maîtrise d'ouvrage de la direction de la prévention des pollutions et des risques du ministère de l'écologie et du développement durable (Jean Gaber, Claire Boulet-Desbareau).*

*Il a été réalisé par le Certu (Sylvie Vigneron, avec la participation de Francis Dégardin, Bernard Guézo et André Oustric), le CETE du Sud-Ouest (Jean-Daniel Baladès) et le CETE de l'Est (Nathalie Le Nouveau), avec l'aide de Didier Felts et Emmanuelle Arrivé, qui ont effectué leurs travaux de fin d'études respectivement au Certu et au CETE du Sud-Ouest.*

*Ce document a été constitué à partir d'enquêtes réalisées dans le Sud-Ouest, le Nord-Est de la France et la région lyonnaise.*

*Nous remercions les gestionnaires de réseaux, et les responsables de services techniques des collectivités territoriales et de l'État que nous avons rencontrés, pour le temps qu'ils nous ont consacré et les informations qu'ils nous ont fournies.*

*Novembre 2005*

# Sommaire

Introduction .....	3
<b>De l'identification des enjeux à l'évaluation des risques .....</b>	<b>5</b>
<i>1. La fiabilité des réseaux urbains : enjeu pour la ville .....</i>	<i>6</i>
1.1 Une grande diversité de réseaux .....	6
1.2 Mécanismes d'atteinte des réseaux .....	7
1.3 Effets des perturbations sur la population, l'économie et l'environnement .....	9
<i>2. Répartition des rôles et responsabilités entre les collectivités et les exploitants .....</i>	<i>16</i>
2.1 Repères sur les différents types de service public .....	16
2.2 Repères sur la délégation de service public (DSP) .....	16
2.3 Le principe de continuité .....	19
<i>3. Quelles approches pour une évaluation des risques ? .....</i>	<i>20</i>
3.1 L'évaluation des risques appliquée aux réseaux .....	20
3.2 Les enjeux sensibles et stratégiques .....	21
3.3 Approche de la vulnérabilité des réseaux .....	21
<b>Des actions de prévention pour réduire la vulnérabilité .....</b>	<b>25</b>
<i>1. Pour quel niveau réduire la vulnérabilité des réseaux ? .....</i>	<i>26</i>
<i>2. Actions de prévention visant à éviter le dysfonctionnement du réseau pour une fréquence de crue donnée .....</i>	<i>27</i>
2.1 Réseaux stratégiques et prioritaires .....	27
2.2 Mesures d'adaptation des réseaux .....	28
2.3 Financement des mesures de prévention .....	29
<i>3. Actions au-delà de la fréquence de crue choisie .....</i>	<i>30</i>
3.1 Organisation des différents acteurs .....	30
3.2 Actions de prévention pour assurer la continuité du service .....	33
3.3 Actions de prévention pour assurer le retour rapide à la normale .....	34
3.4 Actions de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens .....	36
3.5 Prise en compte dans la planification pour le futur .....	37
<i>4. Évaluation des mesures de prévention : l'importance du retour d'expérience .....</i>	<i>40</i>





<b>Fiches par réseau</b> .....	41
<i>Fiche 1. Réseau d'électricité</i> .....	42
<i>Fiche 2. Réseau de gaz</i> .....	47
<i>Fiche 3. Réseau de télécommunications</i> .....	50
<i>Fiche 4. Réseau de déplacements urbains</i> .....	55
<i>Fiche 5. Réseau d'eau potable</i> .....	62
<i>Fiche 6. Réseau d'assainissement</i> .....	68
<i>Fiche 7. Réseau de chauffage urbain</i> .....	74
<i>Fiche 8. Réseau de navigation (voie d'eau)</i> .....	76
<i>Fiche 9. Réseau d'éclairage public</i> .....	77
<b>Fiche de cas : la crue de la Meuse et de ses affluents en janvier 1995 dans les Ardennes</b> .....	79
<i>1. Principales caractéristiques de la crue</i> .....	80
<i>2. Réseau routier et accès aux bâtiments sensibles</i> .....	81
<i>3. Réseau ferroviaire</i> .....	88
<i>4. Réseau de télécommunications</i> .....	89
<i>5. Réseau électrique</i> .....	90
<i>6. Réseau de gaz</i> .....	92
<i>7. Réseau d'eau potable</i> .....	94
<i>8. Réseau de navigation</i> .....	97
<i>9. Réseau d'assainissement</i> .....	98
<i>10. Réseau de chauffage urbain</i> .....	99
<i>Conclusion</i> .....	100
<i>Annexes</i>	
<b>Sommaire des annexes</b> .....	101

# Introduction

Les réseaux urbains sont nécessaires au fonctionnement de la ville. Il s'agit notamment des réseaux d'électricité, de gaz, de télécommunications, de transports urbains, d'eau potable, d'assainissement, de chauffage urbain, de navigation, ou encore d'éclairage public.

Ces multiples réseaux qui innervent la ville sont particulièrement exposés aux inondations compte tenu de leur structure et de leurs contraintes d'implantation. Lors d'une inondation, ils peuvent être détruits partiellement, ou dégradés temporairement par l'humidité et la boue. Les points de concentration de ces réseaux (centraux téléphoniques, postes de transformation, captages d'alimentation en eau potable, stations d'épuration, etc.) subissent aussi ces dommages. Ces atteintes provoquent en général des dysfonctionnements dans le service, voire son interruption.

La défaillance des réseaux urbains peut contribuer fortement à aggraver les dommages d'inondation et ses conséquences peuvent être considérables : interruption des communications compliquant l'intervention des secours, arrêt d'activités économiques, interruption de la distribution d'eau potable, etc. Ainsi, la vulnérabilité des personnes, biens et activités aux inondations, peut être aggravée par la vulnérabilité des réseaux : un hôpital inondé pourra en outre avoir son alimentation électrique interrompue.

La réduction de la vulnérabilité des réseaux suppose un travail croisé entre les différents acteurs concernés - gestionnaires de réseaux et collectivités territoriales. La loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile renforce ce travail croisé en instituant :

- d'une part les plans communaux de sauvegarde pour les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels (article 13),
- d'autre part, de nouvelles obligations pour les exploitants de réseaux, notamment pour la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise (article 6).

L'objectif de ce dossier est d'analyser les effets des inondations sur les réseaux et leurs usagers, puis de

mettre en évidence les mesures de prévention permettant de réduire ces effets. Il est aussi de montrer l'intérêt d'élaborer un dispositif concerté de réduction de la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations.

Ce dossier s'adresse principalement aux collectivités territoriales, aux services techniques de l'État et aux gestionnaires de réseaux. Il est construit sur la base d'enquêtes et d'analyses réalisées auprès de l'ensemble de ces acteurs.

La première partie présente les incidences pour une ville des dysfonctionnements des réseaux dus aux inondations : quelles sont les perturbations subies par les réseaux et les conséquences pour les usagers ? Comment se répartissent les rôles et responsabilités entre la collectivité publique et l'exploitant ? Quelles approches pour une évaluation des risques ?

La deuxième partie présente les actions de prévention pour réduire la vulnérabilité des réseaux. Ces actions visent d'abord à protéger les réseaux pour une crue de fréquence donnée. Elles visent aussi, pour des crues plus graves pour lesquelles le réseau pourrait être atteint, à diminuer les conséquences de ces atteintes sur les personnes, biens et activités, en assurant notamment la continuité du service, la sécurité des personnes, et le retour rapide à la normale.

La troisième partie est constituée de fiches par réseau. Pour chacun, il est fait mention des principes de vulnérabilité du réseau aux inondations et des mesures de prévention, techniques et organisationnelles.

La quatrième partie présente à travers un exemple concret, la crue de la Meuse et de ses affluents en janvier 1995 dans les Ardennes, les perturbations subies par les réseaux et les usagers, ainsi que les mesures qui ont été prises. Cet exemple, où deux crues importantes se sont produites à deux ans d'intervalle (1993 et 1995), permet, de plus, d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention prises suite à la première inondation.

Avertissement :  
ce dossier se limite aux réseaux situés à l'extérieur des habitations. Il ne traite pas des réseaux chez les particuliers.



4



De l'identification des enjeux  
à l'évaluation des risques



# 1 - La fiabilité des réseaux urbains : un enjeu pour la ville

## 1.1 - Une grande diversité de réseaux

Les réseaux urbains sont indispensables au fonctionnement d'une ville. Il en existe une grande diversité. Les premiers qui viennent immédiatement à l'esprit sont les réseaux d'eau, d'énergie, de télécommunications, et de transports. On pense moins à la collecte et l'évacuation des déchets, aux réseaux sanitaires (maisons de retraite, hôpitaux), à la distribution des repas dans les établissements recevant du public, bien que ces services s'inscrivent aussi dans le cadre de réseaux structurés.

### ■ Réseau public et service public

Le réseau public est un ensemble d'infrastructures (le moyen) qui sert de support à une mission de service public<sup>1</sup> (la finalité). En cas de perturbations dues à des inondations, il sera souvent plus facile d'adapter les conditions de réalisation de ce service, par des mesures d'organisation, (prévues au contrat entre le maître d'ouvrage et le délégataire le cas échéant), que d'adopter des mesures techniques sur le réseau à proprement parler, qui seront plus coûteuses et plus longues à mettre en œuvre. Par exemple, l'utilisation de moyens de substitution ou du maillage des réseaux sera parfois plus facile à mettre en œuvre que leur déplacement ou leur surélévation.

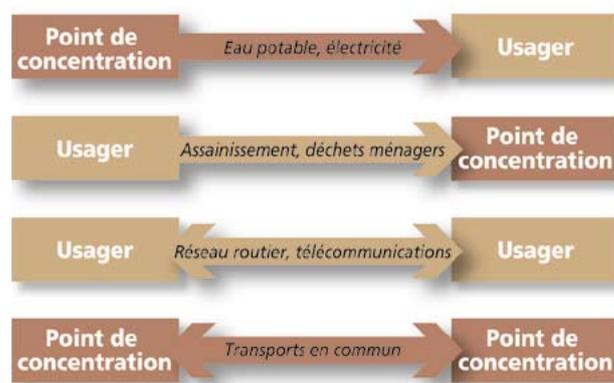
De fait, l'utilisateur est plus sensible à la mission qu'à la structure support : en cas d'atteinte au réseau, ce sont les perturbations ou interruptions du service qui le gêneront.

### ■ Typologie des réseaux

Les réseaux peuvent se classer en quatre types, selon leur organisation :

- ceux qui vont d'un point de concentration<sup>2</sup> vers l'utilisateur : réseaux de distribution d'eau potable, d'énergie, etc ;
- ceux qui, inversement, vont de l'utilisateur vers un point de concentration : réseaux de collecte (assainissement, déchets ménagers) ;
- ceux qui ont des origines et des destinations diffuses (réseau routier, télécommunications), tout en utilisant des segments ou points de concentration des flux ;
- ceux qui vont d'un point de concentration à un autre (réseau de transport en commun), ces points étant hiérarchisés entre eux.

#### La typologie des réseaux



Source : Certu.

De plus, les réseaux urbains ont des configurations différentes : certains sont **enterrés** - lignes de métro, câbles de télécommunications, lignes électriques souterraines, conduites de gaz, réseaux d'eau potable et d'eaux usées - d'autres

1 - Des repères sur les services publics et leur délégation sont donnés au chapitre 2 de cette partie du document.

2 - Dans ce document, nous appelons **point de concentration** le lieu correspondant à la production ou à la transformation de l'élément transporté : centrale téléphonique pour les télécommunications, poste de transformation pour l'électricité, poste de détente pour le gaz, captage et usine de traitement pour l'eau potable, station d'épuration pour les eaux usées, etc..

sont **en surface** : lignes électriques aériennes, réseaux routiers et réseaux de transports en commun (par route et voie ferrée).

En outre, certains réseaux ont la particularité d'être interdépendants. Cette caractéristique est développée dans le chapitre suivant.

## 1.2 - Mécanismes d'atteinte des réseaux

### ■ Atteintes directes par l'inondation

Les multiples réseaux qui innervent la ville peuvent être atteints de façon directe par les inondations. Ils sont détruits partiellement : une chaussée est emportée, une conduite s'effondre et se rompt. Ils sont aussi dégradés temporairement par l'humidité et la boue : les câbles enterrés et les branchements électriques ou téléphoniques, mais aussi la voirie peuvent être temporairement hors d'usage.

Les points de concentration subissent aussi ces dommages et leur atteinte provoque généralement l'arrêt du service : centraux téléphoniques, captages d'alimentation en eau potable, transformateurs électriques souvent enterrés en ville, armoires de branchement, etc.

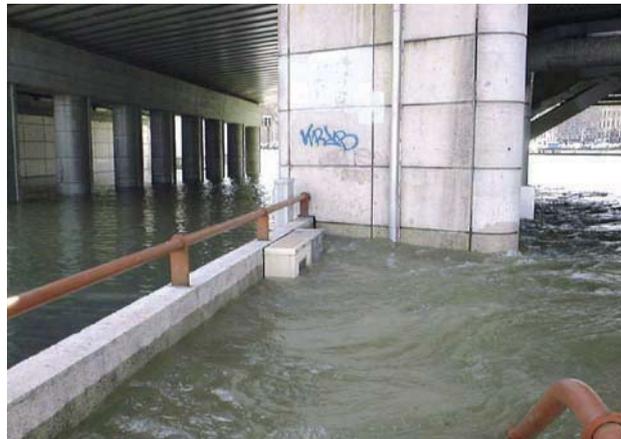
Plusieurs phénomènes sont à l'origine des dégâts :

#### • La submersion

La submersion concerne la majorité des installations, et plus particulièrement les ouvrages souterrains : l'eau pénètre depuis la surface par les rampes, les escaliers d'accès, les soupiroux, mais aussi par les réseaux divers enterrés, posés en tranchée et se comportant comme de véritables drains.

La submersion des réseaux et des points de concentration peut entraîner leur mise hors d'usage, simplement par la présence d'eau, comme par exemple sur les routes, rendues impraticables, mais aussi par la dégradation ou la mise hors service d'installations, ou encore et surtout par l'atteinte des installations électriques, provo-

quant des courts-circuits. Dans ce dernier cas, le gestionnaire place les ouvrages volontairement hors tension pour la sécurité des personnes et des biens.



Immersion d'une borne basse d'éclairage public Quai Gillet à Lyon.

Source : Division éclairage public Lyon.

#### • L'infiltration et l'humidité

L'infiltration et l'humidité peuvent provoquer des courts-circuits dans les parties électriques non-étanches, et ultérieurement, des phénomènes de corrosion qui pourront entraîner des dysfonctionnements différés dans le temps.

#### • L'action mécanique de l'eau

L'action mécanique de l'eau peut provoquer un arrachement, une détérioration de la chaussée, laissant les réseaux sans protection. Soulignons aussi que les réseaux immergés subissent une pression vers le haut (poussée d'Archimède).

Dans le cas d'inondations rapides, la violence du courant et l'effet de vague peuvent rompre ou détériorer les réseaux aériens, de surface ou souterrains, ainsi que les points de concentration. Il ne faut pas non plus sous-estimer les effets des remontées de nappes sur les installations (mouvements différentiels du sol lors de la montée des eaux et après leur retrait).

De plus, lorsque l'excès d'eau emmagasiné par le sous-sol pendant une crue se résorbe, les contraintes exercées sur les canalisations peuvent être importantes. Ces pressions sont d'autant plus fortes qu'une période sèche fait



suite à un épisode de crue. Ces bouleversements souterrains peuvent détériorer les canalisations, voire occasionner leur rupture. Les phénomènes apparaissent après la décrue sur des périodes allant de quelques semaines à plusieurs mois. Ils sont fonction notamment de l'importance des crues, de la nature du sous-sol, et de la présence d'autres ouvrages dans le sous-sol à proximité des réseaux.

#### • **Les embâcles et l'alluvionnement**

Les éléments plus ou moins grossiers charriés par la crue peuvent encombrer les réseaux, obstruer les passages et les points de concentration.

Ces éléments peuvent être des embâcles, qui par leur volume ou leur poids viennent détériorer des éléments du réseau. Ils peuvent aussi être des fines, qui, déposées dans un poste de transformation électrique (non étanche), peuvent être à l'origine de dysfonctionnements ou de courts-circuits.

#### ■ **Atteintes indirectes : l'interdépendance des réseaux**

La particularité de la plupart des réseaux urbains réside dans leur interdépendance, ce qui a tendance à aggraver leur vulnérabilité aux inondations. Cette dépendance fonctionnelle entre réseaux peut, par effet domino, entraîner des défaillances en chaîne.

Pour mieux apprécier cette interdépendance, examinons le cas de l'alimentation en eau potable. Si la dégradation de la qualité de la ressource et l'ennoiement de l'usine de traitement peuvent être des causes de réduction de capacité de production, voire de l'arrêt de la production, ce service dépend également du bon fonctionnement d'autres réseaux<sup>3</sup> : l'alimentation en électricité, les accès aux installations (pour l'approvisionnement en réactifs chimiques, dont la consommation peut augmenter en période de crue, l'évacuation des boues produites en quantité également plus importante, l'accès des agents du service de production au site), l'alimentation en

courants faibles (utilisés pour la télésurveillance, la télégestion des ouvrages et les télécommunications).

#### **La particularité des réseaux est d'être inducteurs secondaires de crise : la survenance d'un aléa provoque en détériorant les réseaux, toute une chaîne de dysfonctionnements induits, qui amplifient la crise.**

Par exemple, une crue de la Seine atteignant le niveau de 1910 à Paris (8,60 m au point d'Austerlitz) « *toucherait l'ensemble des réseaux et conduirait à la paralysie de la vie économique pour une durée indéterminée. Des cotes de crue comprises entre 7,20 m et 8,60 m provoqueraient des perturbations d'abord légères puis de plus en plus graves avec des effets cumulatifs liés à l'interdépendance des réseaux* »<sup>4</sup>.

Pour analyser les désordres qui se rattachent aux réseaux, il est donc nécessaire d'identifier les interactions entre eux.

#### ■ **Les réseaux stratégiques et structurants**

Trois réseaux sont nécessaires au fonctionnement de tout ou partie des autres : les routes, l'électricité et les télécommunications.

##### • **Le réseau routier**

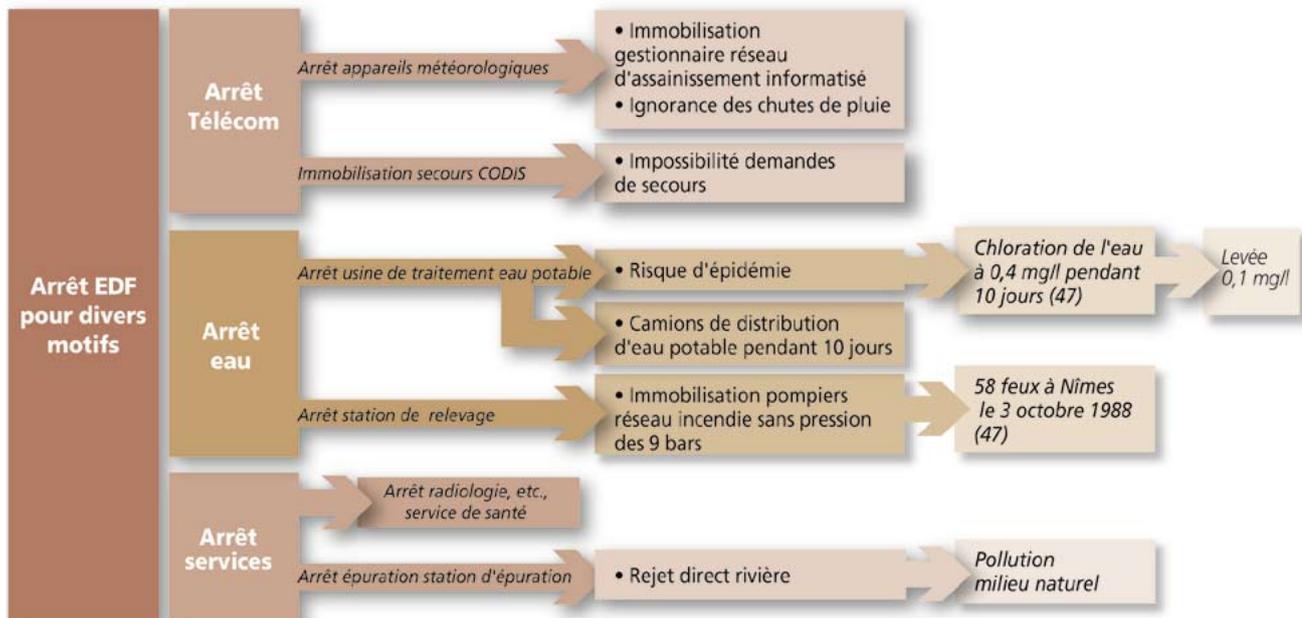
Tous les réseaux sont tributaires de la praticabilité de la voirie. Pendant une crue, qu'il s'agisse des télécommunications, de l'électricité, du gaz, de l'eau ou de l'assainissement, les techniciens sont amenés à intervenir sur leurs équipements pour y effectuer des vérifications, des réparations, ou encore des approvisionnements. Le succès de ces opérations de maintenance, souvent urgentes, dépend de l'accessibilité des ouvrages.

De même, les services urbains empruntant le réseau routier sont éminemment dépendants de l'état de celui-ci : collecte des ordures ménagères, réseau de transport en commun, etc.

3 - CAVARD J. et al., 1997.

4 - Les Grands lacs de Seine, Agence de l'eau Seine-Normandie, Région Île-de-France, DIREN Île-de-France, 1998.

## Les répercussions des coupures d'électricité sur les autres activités



Source : GUITON M., 1998.

### • Le réseau d'électricité

La plupart des réseaux repose sur la disponibilité de l'énergie. Leurs points de concentration possèdent des équipements qui nécessitent le plus souvent une alimentation électrique : les stations d'épuration pour le fonctionnement des pompes, les centraux et relais téléphoniques, les systèmes d'alimentation en eau potable, le chauffage urbain, l'éclairage public, les installations ferroviaires et de métro, etc. Leur dépendance vis-à-vis du réseau d'électricité fait de ce dernier un maillon essentiel dans la chaîne de l'amplification des endommagements.

### • Le réseau de télécommunications

Le réseau de télécommunications lui aussi est nécessaire à de nombreux autres réseaux pour leur gestion courante et plus particulièrement lors de la gestion de crise. Ainsi, la gestion des stations de pompage, des réservoirs d'eau ou du réseau d'eau potable passe par des transmissions de données via des liaisons autocommutées. La surveillance automatisée du réseau d'eau potable, c'est-à-dire le déclenchement des téléalarmes

par exemple, nécessite le bon fonctionnement du réseau de télécommunications. Le système de télégestion des stations d'épuration en dépend également.

**Il est donc nécessaire de sécuriser ces réseaux stratégiques : routes, télécommunications, alimentation en énergie électrique.**

### 1.3 - Effets des perturbations sur la population, l'économie et l'environnement

Les effets des perturbations du service public sur les usagers sont variables, primaires ou secondaires. Ils peuvent être très importants financièrement.

**Prague, août 2002.** La crue millénaire de la Vlatva a inondé une grande partie du métro. En février 2003, après 6 mois de fermeture, le métro a été remis en service sur toutes ses lignes. Le coût des dégâts a été chiffré à environ 240 millions d'euros.

#### ■ La propagation des effets

Il est difficile de qualifier les effets directs ou indirects ; on observe plutôt une propagation des



effets, comme le montrent le schéma et le tableau ci-dessous.

Les effets induits pour les usagers sont tous ceux qui découlent d'une interruption de service public. Citons quelques exemples :

- la coupure d'une infrastructure routière ou ferroviaire par une inondation ou un éboulement de

terrain peut occasionner une gêne dans les transports publics empruntant cette voie, avec comme conséquences induites, le retard sur le lieu de travail ou des journées non travaillées ,

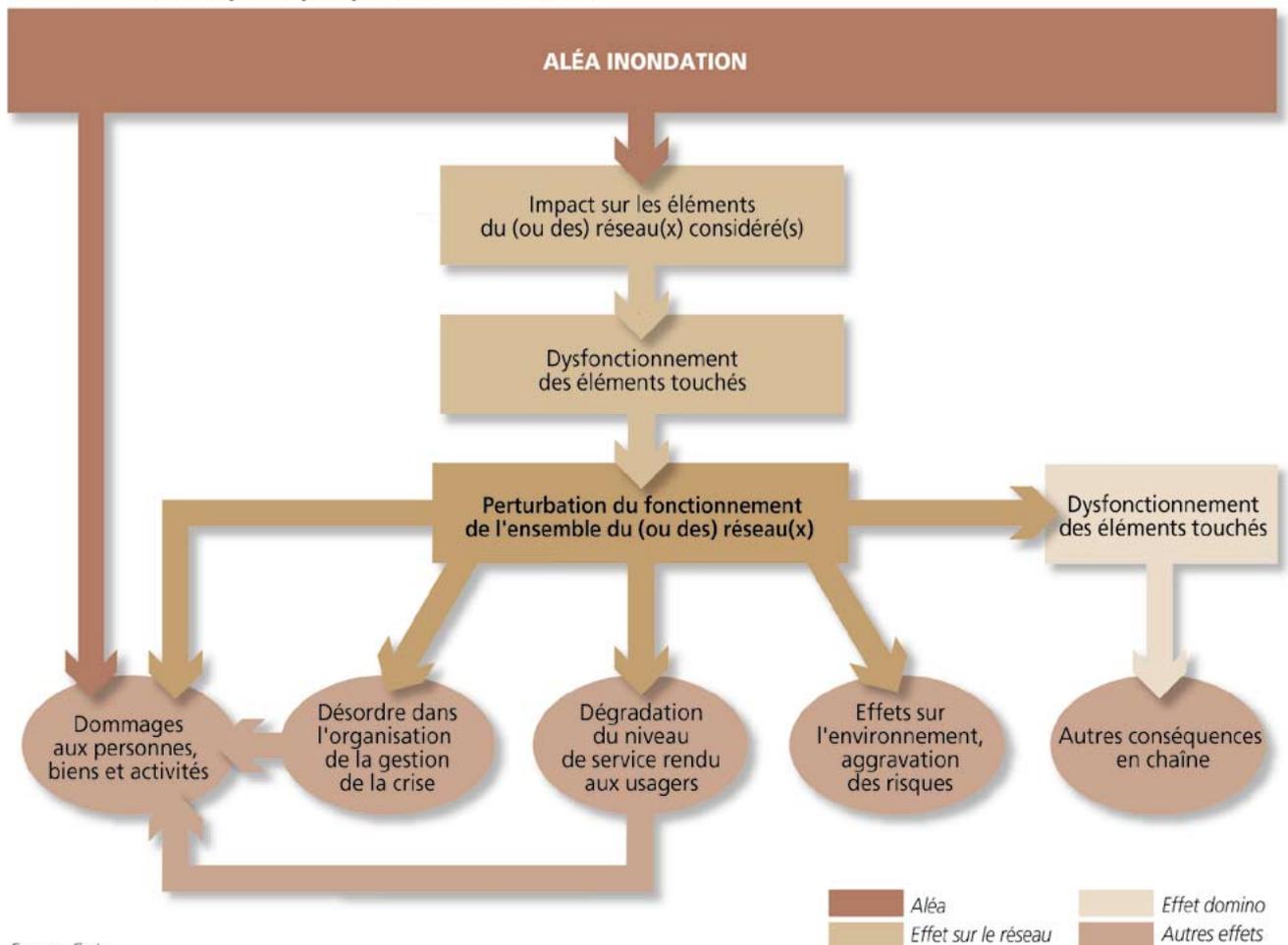
- l'interruption de l'éclairage public entraîne un sentiment d'insécurité dans les zones plongées dans l'obscurité et les risques d'accidents,

**La propagation des effets**



Source : Certu.

**Les effets en chaîne provoqués par un aléa inondation**



Source : Certu.

- l'atteinte d'une unité de distribution des repas entraîne pour les établissements recevant du public (ERP), comme les écoles, un arrêt du service de cantine,
- l'interruption du service de distribution d'eau potable peut entraîner la fermeture d'écoles (Nîmes, 2002).

### ① Atteinte des réseaux

Les trois premières atteintes, celles qui concernent les réseaux, ont été décrites au chapitre précédent (1.2).



Source : subdivision de Roussillon - Beaurepaire.

*Affaissement sous la RD519 en Isère.*

### ② Aggravation des conséquences directes de l'inondation

Les atteintes aux réseaux entraînent une dégradation ou une interruption du service aux usagers : interruption de l'alimentation électrique, impossibilité de circuler sur une route inondée, etc. Les



Source : services techniques ville de Périgueux.

*Rue des Tanneries, à Périgueux, pendant une crue de l'Isle en janvier 1998.*



Source : services techniques ville de Mâcon.



Source : services techniques ville de Mâcon.

*Rues de mâcon inondées et passerelles.*

**Niort, 1982.** L'activité hospitalière a vivement ressenti l'interruption de la distribution d'eau potable. En effet, le service d'hémodialyse n'a pu fonctionner et les malades ont dû être évacués vers les hôpitaux de Cholet et de Poitiers.

effets sont proportionnels à la population impactée (exemple d'une ville privée d'alimentation en eau potable).

De plus, l'interruption de service de certains réseaux - routes et télécommunications essentiellement - perturbe l'intervention des secours.

L'isolement des services de secours ou de certains bâtiments sensibles, lorsque ces bâtiments sont inondés ou inaccessibles du fait de l'impraticabilité du réseau routier, aggrave la crise.

De même, le dysfonctionnement du réseau de télécommunications peut entraver la diffusion de l'information indispensable à l'organisation des secours et à la gestion de la crise : annonce, alerte et évacuation.



**Aude, Hérault, Pyrénées-Orientales, Tarn, 1999.** Des services essentiels pour la gestion de crise (postes d'incendie et de secours, gendarmeries), des bâtiments dont l'évacuation est critique (écoles, maisons de retraite), étaient situés en zones inondables. À Durban, les véhicules des pompiers ont été bloqués à l'intérieur même du centre de secours, lui-même inondé et sinistré. L'eau a atteint le plafond de l'école maternelle.

Les faiblesses suivantes sont apparues :

- isolement d'un certain nombre d'appareils de mesure,
- pannes de relais de téléphones portables et zones non-couvertes,
- ruptures de lignes téléphoniques dont un câble longue distance,
- interruption de la ligne RIMBAUD (réseau téléphonique de défense gouvernemental fonctionnant sur lignes spécialisées et destiné à assurer les liaisons entre l'ensemble des centres de décision sur le territoire) de la préfecture de l'Aude,
- lenteur de l'acheminement des valises INMARSAT (matériel autonome de communication fonctionnant par voie satellitaire),
- pannes de centraux téléphoniques,
- interruptions momentanées de liaisons radio.

Ces pannes ont eu comme conséquence, notamment, l'interruption pendant plusieurs jours, dans certains cas, des relations entre préfectures et mairies.

### ③ **Impacts sur les activités situées ou non dans la zone inondée**

Outre les dégâts matériels subis, des activités économiques peuvent être ralenties ou interrompues du fait des défaillances des réseaux de télécommunication, de routes (accès à certains commerces ou entreprises impossibles), ou d'électricité (coupure de la chaîne du froid).

La défaillance d'un service peut perturber une activité économique, voire occasionner l'arrêt de celle-ci, même si cette dernière est située en-dehors de la zone inondée. Ainsi, la plupart des activités qui seraient encore possibles en périphérie de la zone inondée peuvent être arrêtées faute d'être alimentées en énergie ou en matières premières, faute de pouvoir livrer leurs clients en zone inondable, ou d'être approvisionnées par leurs fournisseurs situés en zone inondable.

Plus largement, ces perturbations ont des conséquences chez les fournisseurs et les clients

**Somme, 2001.** Des entreprises du BTP ont été inondées. Mais d'autres, épargnées par la crue, ont indiqué une baisse d'activité que la CCI d'Abbeville a estimé entre 20 et 40% pour la Picardie maritime en général. La coupure de la ligne de chemin de fer Boulogne - Amiens a entraîné un arrêt complet des livraisons de matériaux.



Source : CETE du sud-ouest.

*L'accès à un supermarché de Saintes pendant les inondations de janvier 1994.*

*Bien qu'il n'ait pas été inondé directement, l'accès au supermarché était perturbé, ce qui a entraîné une baisse de fréquentation pendant la crue, et donc une perte d'exploitation.*

des entreprises dont l'activité économique est perturbée. À plus long terme, dans certains cas, une fragilisation du tissu économique peut être observée.

### ④ **Effets secondaires**

#### **Augmentation des risques**

Dans certains cas, la sécurité des personnes peut être compromise du fait de la perturbation des réseaux :

- interruption de l'éclairage public, pouvant entraîner des risques d'accidents, une augmentation de la délinquance et de l'insécurité dans les zones laissées dans l'obscurité,
- voies inondées empruntées malgré tout par des automobilistes,
- isolement d'habitations ou de quartiers, avec incidence possible sur la santé des résidents.

#### **Atteintes à l'environnement**

Selon leur capacité hydraulique, il arrive que les stations d'épuration ne puissent pas traiter les effluents par temps d'orage ou en période de crue. Des rejets d'eaux usées non-traitées se font alors directement dans le milieu naturel.

**De nombreux gestionnaires de réseau sont sensibles à ces interruptions de service. Dès lors qu'ils ont été affectés, ils sont très demandeurs d'information sur le risque d'inondation. Ils souhaitent alors non seulement réparer et remettre en service leurs installations, mais aussi prendre des mesures pour réduire leur vulnérabilité et surtout pour éviter des interruptions nouvelles.**

### ■ Impacts économiques des dommages

#### • Des coûts directs sur le réseau pouvant être très élevés, mais difficiles à chiffrer

Les réseaux publics urbains et leurs points de concentration représentent des équipements lourds, et par conséquent le coût des dommages occasionnés par les inondations peut également être très élevé, sans compter les effets indirects de leurs défaillances. Ainsi GUITON M. (1999) constate à propos des inondations par ruissellement que « les coûts des sinistres publics sont démesurés et surprennent tous les corps d'État, d'autant plus que la lame d'eau du ruissellement exceptionnel emprunte des chemins d'écoulement qui correspondent au domaine public (chemins, routes, assainissement, rivières sèches, etc.), ce qui interpelle tous les aménageurs, décideurs, constructeurs, ingénieurs ».

**Seine-Maritime, 1997.** Le Conseil Général de Seine-Maritime estimait à plus de 4,6 millions d'euros le coût des travaux de remise en état de plus d'une dizaine de kilomètres de routes départementales endommagées lors de l'orage du 16 juin 1997. Les travaux incluaient la réfection des accotements, des fossés et des talus ravagés par les coulées de boues<sup>5</sup>.

**Brives-Charensac, 1980.** Les dégâts signalés étaient la destruction d'une arche d'un pont ancien, l'interruption de l'eau potable et de l'électricité. Le coût des dégâts pour les équipements publics (routes, ponts, réseaux, etc.) s'est élevé à 10,7 M (1981).

Les évaluations a posteriori s'appuient sur l'analyse des impacts socio-économiques de crues historiques. Il s'agit en général de l'étude d'événements récents. Elles visent à apprécier les dommages provoqués par les inondations, afin de fournir des éléments d'aide à la décision pour la définition de mesures de prévention techniques, mais aussi à analyser les modalités de gestion de la crise et de l'après-crise sur le terrain, afin de fournir des éléments d'aide à la décision pour la définition de mesures de prévention organisationnelles.

Les études a posteriori sont en général des études globales qui ont développé un volet relatif aux réseaux urbains.

5 - DOUYER Michel, 1998, cités par AREHN.

6 - Études des conséquences économiques de la catastrophe de Nîmes d'octobre 1998, des crues de l'Ouvèze et des rivières du Mont Ventoux de septembre 1992, et des crues de l'Orb de décembre 1995 et janvier 1996, citées par HUBERT G. et al., 1999.

### Le coût des dommages causés aux équipements publics lors des crues de l'Orb de décembre 1995 et janvier 1996

Équipements	Sources d'information	Coût des dommages dus aux crues et au ruissellement (M€)
Infrastructures routières	RN : subdivisions de la DDE. RD : Conseil Général. RC : dossier de demande de subvention auprès de la préfecture ou du Conseil Général.	15
AEP et assainissement	Conseil Général, subdivision de la DDE, DDAF (seules les demandes de subventions ont été prises en compte).	2 (STEP et réseaux d'assainissement)
Autres	Société des autoroutes du sud de la France, Compagnie nationale d'aménagement du Bas-Rhône, Languedoc, EDF, France Télécom, SNCF, VNF.	2,5

Source : d'après DARTAU B., 1999.



### **Exemple : étude économique suite aux crues de l'Orb<sup>6</sup> en 1995 et 1996.**

Le Conseil Général de l'Hérault a fait réaliser en 1999 un bilan économique des crues de l'Orb survenues successivement en décembre 1995 et janvier 1996. La quasi-totalité du bassin versant (53 communes) a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle. L'étude des impacts économiques des crues a visé à évaluer les dommages directs aux équipements publics, aux activités, aux ménages et à l'agriculture. Les sources d'information utilisées ont été les dossiers de sinistres répertoriés par domaines à l'échelle du bassin versant, ainsi que, pour les équipements publics, les dossiers de demandes de subvention pour réparation ou renouvellement.

#### **• Les limites du système d'indemnisation suite à catastrophes naturelles**

##### ***Le régime d'indemnisation suite à catastrophes naturelles***

Le régime d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles, institué par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, est fondé sur le principe de la solidarité des assurés entre eux, adossé à une garantie de l'État. Sont indemnisables les « dommages matériels directs ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises » (art.1). cet article a été codifié dans le Code des assurances [voir en annexe]. Deux conditions sont nécessaires pour que les biens endommagés par une catastrophe naturelle soient indemnisés :

- les biens endommagés doivent être couverts par un contrat d'assurance dommage,
- l'état de catastrophe naturelle doit être constaté par un arrêté interministériel.

La garantie couvre le coût des dommages matériels directs subis par les biens des personnes physiques ou morales autres que l'État.

### ***Les spécificités des réseaux***

Les équipements tels que les routes et les voies d'eau appartenant à l'État ne sont donc pas couverts par ce régime d'assurance contre les catastrophes naturelles (l'État est son propre assureur).

**De plus les autres réseaux publics, lorsqu'ils appartiennent à une collectivité territoriale ou à un établissement public, ne sont en général pas assurés contre les dommages causés par les catastrophes naturelles. Les répercussions sur les finances publiques des désordres provoqués par les inondations peuvent dès lors être conséquentes.**

Certains des équipements peuvent alors faire l'objet de demandes de subventions pour réparation des dommages causés, en particulier lorsqu'un arrêté interministériel de catastrophe naturelle a été pris. Ainsi pour les dommages causés aux biens communaux (exemple routes communales, réseaux d'assainissement), des subventions peuvent être sollicitées auprès de la Préfecture.

### ***Le Fonds de solidarité de l'Union européenne (FSUE)***

C'est à la suite des inondations dévastatrices d'août 2002 dans les pays d'Europe centrale qu'a été créé, sur proposition de la Commission européenne, un nouvel instrument financier européen, distinct des instruments structurels: le Fonds de solidarité de l'Union européenne (FSUE).

Les Etats membres et les pays dont l'adhésion est en cours de négociation peuvent demander une aide de ce Fonds en cas de catastrophe majeure.

Le FSUE n'a pas été institué pour faire face à l'ensemble des dépenses liées aux catastrophes. Ainsi, les dommages privés sont exclus de son intervention. Il s'agit plutôt d'apporter de façon rapide, efficace et souple une aide financière de première urgence pour des actions comme l'hébergement temporaire ou comme la réparation provisoire des infrastructures indispensables de la vie quotidienne.

Jusqu'en 2004, le FSUE a soutenu 9 interventions dans 7 pays, décidées dans un délai extrêmement court : inondations de 2002 en Allemagne, Autriche, République tchèque et France ; la catastrophe du "Prestige" en Espagne, les tremblements de terre (Molise et les Pouilles) en Italie, l'éruption de l'Etna (Sicile), les incendies de forêt sans précédent de l'été 2003 au Portugal, les inondations de 2004 en France.

#### ***Dans quels cas le FSUE intervient-il ?***

- *En cas de catastrophe majeure, considérée comme telle si les coûts estimés des dégâts directs s'élèvent à plus de 3 milliards d'euros (au prix de 2002) ou de 0,6% du revenu national brut de l'Etat concerné. Exceptionnellement, un Etat membre ou pays en voie d'adhésion voisin, touché par la même catastrophe, peut également obtenir une aide.*
- *Exceptionnellement, en cas de catastrophe régionale hors du commun, si celle-ci affecte la majeure partie de la population d'une région et entraîne des effets graves et durables sur sa stabilité économique et sur les conditions de vie. Une attention particulière est accordée aux régions éloignées ou isolées.*

#### ***Les conséquences économiques indemnifiables***

Les activités situées dans la zone inondée peuvent être indemnisées dans le cadre de la procédure d'indemnisation des catastrophes naturelles. Par contre, celles situées en dehors de la zone inondée, mais affectées indirectement par les effets de l'inondation ne sont pas indemnisées dans le cadre de cette procédure, mais peuvent l'être, au cas par cas, selon les contrats d'assurance des entreprises. Ces secteurs non exposés peuvent, paradoxalement, être sensibles sous l'angle économique, car ils sont directement concernés par les risques de perturbation des réseaux et services publics.



## 2 - Répartition des rôles et responsabilités entre les collectivités publiques et les exploitants

Les réseaux urbains sont le support d'un service public associé. Ce service public est de la responsabilité de la collectivité publique - État ou collectivité territoriale (commune, département, région) - même si sa gestion peut être déléguée à un exploitant.

### 2.1 - Repères sur les différents types de service public

Le service public a d'abord pour but la satisfaction de l'intérêt général par l'intermédiaire de prestations fournies aux usagers.

#### ■ Services publics obligatoires et facultatifs

Certains services publics locaux sont obligatoires. Leur création est imposée par la loi. C'est le cas par exemple de l'assainissement des eaux usées, ou encore de la collecte et de l'élimination des ordures ménagères. Ils figurent alors au Code général des collectivités territoriales ou dans d'autres Codes.

D'autres services publics locaux sont facultatifs. C'est le cas par exemple de l'exploitation d'un réseau câblé de télévision.

#### ■ Services publics à caractère administratif ou à caractère industriel et commercial

Les services publics locaux à caractère administratif sont les services publics « traditionnels » - voirie, écoles, etc. - et en général des services à caractère social ou éducatif : cantines scolaires, crèches, etc. Ces services sont en général gratuits (voirie, école), mais financés aussi par l'impôt local et des subventions publiques. C'est le cas

des services publics sociaux (cantines, maisons de retraite non-conventionnées) et socio-éducatifs (musées, bibliothèques, centres de loisirs).

Les services publics à caractère industriel et commercial sont ceux dont l'activité pourrait être prise en charge par des industriels ou des commerçants privés, dont le mode de financement provient en majorité des redevances payées par les usagers et dont la gestion est proche de celle du secteur privé. Ces services sont payants. C'est le cas par exemple de l'eau, de l'assainissement, du chauffage urbain.

Enfin, certains services sont qualifiés, selon les cas, d'administratifs ou d'industriels et commerciaux, selon leur mode de fonctionnement et de financement : service d'élimination des déchets, transport public de personnes, etc.

### 2.2 - Repères sur la délégation de service public (DSP)

La collectivité peut assurer le service public elle-même, en régie directe. Dans ce cas, elle prend directement en charge, avec ses moyens en personnel et en matériel, son organisation et son fonctionnement. Elle peut aussi le **déléguer** : la collectivité publique délégante confie alors la gestion du service à un délégataire par un contrat.

#### ■ La collectivité publique délégante

La collectivité délégante est la personne publique chargée d'assurer l'exécution d'une mission de service public ou habilitée à créer elle-même des services publics. Il s'agit de l'État, en charge d'un certain nombre de « grands services publics » et des collectivités territoriales et de leurs groupements (syndicats de communes, communautés

de communes et d'agglomération, communautés urbaines, ententes, syndicats mixtes, etc.), dont les champs de compétence se sont élargis avec la décentralisation.

### ■ Le délégataire

Le délégataire est la personne, physique ou morale, qui se voit confier l'exploitation du service public. Il peut être public ou privé, à but lucratif ou non.

#### • Différents types de délégataires

##### *Délégataires « dits » à but lucratif*

Les délégataires à but lucratif sont soit des entreprises, soit des sociétés d'économie mixte locales (SEML).

Les premières sont des entreprises privées ayant une activité de service public. Le plus ancien exemple est celui de la concession des chemins de fer au XIX<sup>e</sup> siècle. Il s'agit souvent maintenant d'entreprises de taille internationale, dont les

principales activités de service public sont la production et la distribution d'eau potable, la collecte et le traitement des eaux usées, les transports collectifs, la restauration collective, le stationnement payant, les nouveaux secteurs de la communication (télévisions locales, télécommunications).

Les secondes sont des sociétés anonymes associant dans leur capital des collectivités locales majoritaires (communes, départements, régions ou leurs groupements) et des partenaires économiques et financiers publics ou privés. Une SEML garantit aux collectivités locales, majoritaires dans son capital et dans ses organes délibérants, la prise en compte effective de l'intérêt général. Elle permet le contrôle direct des décisions par les collectivités intéressées, qu'elles soient actionnaires ou cocontractantes.

##### *Délégataires « dits » à but non-lucratif*

Ces délégataires peuvent être des associations, des Groupements d'Intérêt Public, ou encore des collectivités publiques et des établissements publics.

## La responsabilité et l'exploitation des différents réseaux

Réseau	Collectivité publique délégante	Délégataire (exploitant)
Télécommunications	État ou collectivité territoriale ou établissement public de coopération intercommunale (EPCI).	Opérateur privé (France Télécom : entreprise SA de droit privé)
Électricité	État ou collectivité territoriale ou EPCI.	Régie / EDF (entreprise publique de l'État) / opérateur privé
Eau potable, eaux usées et déchets	Collectivité territoriale ou EPCI (syndicat, communauté d'agglomération, de communes, etc.).	Régie ou DSP
Autoroutes, routes nationales, départementales et voies communales	État, collectivité territoriale, EPCI, syndicat mixte. <i>En cours de réorganisation dans le cadre de la réforme de l'État, à la date de réalisation de ce dossier.</i>	Régie ou DSP
Éclairage public	Collectivité territoriale ou EPCI.	Régie ou DSP
Transports publics de voyageurs urbain et interurbain	Collectivité territoriale (région, département, commune et établissements publics territoriaux : EPCI ou syndicat mixte) ou État pour les liaisons interrégionales.	Régie ou exploitant privé (DSP)

Source : CERTU.

DSP : Délégation de service public. Les termes sont expliqués dans le glossaire.



### • **Cas des réseaux publics**

Les réseaux publics peuvent être classés en deux grands types, selon leur gestion : les réseaux nationaux et les réseaux locaux.

Les réseaux nationaux sont restés longtemps sous la tutelle exclusive de l'État et exploités, sauf exceptions, par de grandes entreprises publiques : c'est le cas de l'électricité et du gaz, des télécommunications, du chemin de fer. Cependant, les opérateurs historiques - EDF, GDF, France Télécom, SNCF - perdent progressivement leur monopole d'exploitation sous l'influence du droit communautaire, qui tend vers la libéralisation de tous ces secteurs économiques. De sorte que désormais, les collectivités territoriales interviennent aussi dans ces domaines et que d'autres exploitants apparaissent.

Les réseaux locaux sont de la responsabilité des collectivités territoriales et sont exploités soit en régie, soit par un délégataire. Il s'agit par exemple des réseaux de voirie, d'éclairage public, d'eau potable et d'assainissement.

### ■ **Le contrat entre la collectivité publique et le délégataire**

La délégation de service public peut prendre différentes formes : les plus connues sont la concession, l'affermage et la régie intéressée<sup>7</sup>.

Le contrat de DSP comprend des dispositions réglementaires, techniques et financières. Il fixe les conditions de contrôle du délégataire par le délégant et détermine le champ de la responsabilité de chacun.

### • **Dispositions réglementaires, techniques et financières**

Le contrat indique les obligations respectives du délégant et du délégataire, ainsi que l'engagement du délégataire de se conformer aux dispositions du cahier des charges pendant une durée fixée et moyennant certaines conditions financières.

Le cahier des charges indique principalement les modalités techniques et administratives de gestion du service public. Les grands principes du service public (continuité, accès, etc.) trouveront leur place ici.

Le contrat comporte également un inventaire des biens immobiliers (terrains, ouvrages, bâtiments, installations, infrastructures, équipements lourds, réseaux, etc.) et / ou des biens meubles (matériels, petits équipements, stocks, etc.) qui sont utiles au fonctionnement du service public délégué.

La rédaction des documents contractuels est déterminante pour garantir la réussite de la dévotion et de l'exploitation du service public.

### • **Contrôle**

La collectivité a l'obligation de contrôler le délégataire. Pour cela, le délégataire doit produire annuellement des compte-rendus techniques et financiers. La collectivité, elle, effectue des contrôles périodiques et ponctuels.

**Concernant les réseaux, la collectivité publique doit prévoir dans le contrat les mesures à prendre pour réduire leur vulnérabilité (cf. article 6 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile) et, dans son rôle d'encadrement et de contrôle de l'opérateur, elle doit s'assurer que ces mesures ont bien été prises.**

#### **Loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile**

**Article 6-1 :** Les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement, de production ou de distribution d'eau pour la consommation humaine, d'électricité ou de gaz, ainsi que les opérateurs des réseaux de communications électroniques ouverts au public **prévoient les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires** de la population lors des situations de crise. Ces besoins prioritaires, définis par décret en Conseil d'État, sont **pris en compte dans les cahiers des charges ou contrats régissant les concessions ou délégations de service public** et dans les actes réglementaires encadrant les activités précitées. Ce décret précise le niveau d'exigence et les délais d'application requis pour leur mise en œuvre. Ces actes réglementaires peuvent comporter des mesures transitoires.

<sup>7</sup> - Ces termes sont définis dans le glossaire en fin de document.

### 2.3 - Le principe de continuité

La gestion des services publics locaux se distingue de celle des entreprises, par des contraintes liées notamment à l'intérêt public qui s'attache à cette exploitation.

Si le service public est délégué, ces contraintes devront être imposées au délégataire par le cahier des charges et pleinement assumées par lui.

Trois grands principes sont attachés au service public : **la continuité, l'égalité<sup>8</sup> et la mutabilité<sup>9</sup> du service public**. Nous ne développons ici que le principe de continuité, qui concerne le sujet de ce dossier.

Le principe de continuité est l'un des principes de base du service public. Il consiste à satisfaire dans les meilleures conditions des besoins d'intérêt général, de manière permanente (24 h/24 h) pour certaines activités comme la sécurité, la santé, l'eau potable, l'assainissement, ou plus simplement aux « heures ouvrables » pour d'autres.

Lorsque le service public est délégué, les obligations liées à la continuité du service sont déclinées par l'écriture de clauses contractuelles adéquates. Par exemple, l'obligation de continuité conduira à la définition de critères d'appréciation de celle-ci, mais aussi de la gestion des dysfonctionnements. Des sanctions seront associées à ces indicateurs, en cas d'anomalies ou de non-conformité.

**La collectivité délégante reste garante du bon fonctionnement et de la continuité du service public, même si elle en a confié la gestion à un tiers. Elle reste responsable notamment en cas de crise.**

Ainsi par exemple, en période d'inondation, si la distribution d'eau potable est interrompue, le maire est responsable de la distribution de l'eau en bouteille, assisté par l'exploitant.

8 - Ce principe se traduit par une égalité dans l'accès au service public (il doit être ouvert à tous) et dans son fonctionnement (les usagers ont droit à l'égal fonctionnement du service).

9 - Pour durer et rester efficace, le service public doit être en mesure de s'adapter à son environnement économique, social et technologique. Dans le cas d'un service public délégué, la collectivité délégante peut demander à son prestataire d'adapter sa prestation aux besoins nouveaux du service, aux nouvelles technologies en vigueur.

#### Principe de continuité et cas de force majeure

La rupture de continuité du service peut avoir lieu en cas de force majeure.

La notion de force majeure permet au débiteur d'une obligation de résultat d'échapper à la mise en cause de sa responsabilité pour inexécution de ses obligations contractuelles, s'il prouve que ce cas de force majeure l'a empêché d'exécuter sa prestation contractuelle.

L'événement qu'il invoque doit être **imprévisible** lors de la conclusion du contrat (un événement à caractère soudain, rare ou anormal), **irrésistible**, c'est-à-dire inévitable, et **extérieur** à la volonté des parties, puisque le débiteur ne doit avoir joué aucun rôle dans la survenance de l'événement invoqué.

Le débiteur peut ainsi invoquer un événement climatique d'une violence exceptionnelle. Ainsi, par exemple, la tempête de 1999 est un cas de force majeure. Une inondation qui revient tous les ans n'en est pas un.

En cas de contentieux, c'est le juge qui tranche.

*Jurisprudence en la matière :*

*Depuis un arrêt de principe en date du 1<sup>er</sup> octobre 1997 (Cass. Com., 1<sup>er</sup> oct. 1997, JCP.1998.I.144, n°13, obs. Viny), la Cour de Cassation considère que l'irrésistibilité de l'événement est à elle seule constitutive de la force majeure, lorsque sa prévision ne saurait permettre d'en empêcher les effets, sous réserve que le débiteur ait pris toutes les mesures requises pour éviter la réalisation de l'événement.*

*Concernant l'extériorité de l'événement, le débiteur n'a nullement le droit d'invoquer le caractère défectueux de la prestation effectuée ou du matériel qui a servi à exécuter l'obligation. Ainsi, un fournisseur d'eau potable ne peut prétendre à l'existence d'un cas fortuit lorsque la composition chimique de l'eau endommage les tuyauteries des clients (voir Cass. Civ. 1<sup>re</sup>, 26 mai 1994, Bull. civ. I, n°190). De même, il a été jugé que la SNCF ne peut invoquer des pannes, qui relèvent d'un défaut d'entretien de ses services, pour s'exonérer de son obligation de ponctualité (voir C.A. Paris, 4 octobre 1996, JCP 1997.II.22811, note Paisant et Brun).*

**Mâcon.** La délégation de service public entre la collectivité et l'exploitant des réseaux de chauffage urbain est soumise à un règlement de service, qui contient entre autres les clauses liant l'exploitant à la collectivité et aux clients. Ce règlement prévoit qu'en cas de non fourniture d'eau chaude ou de chauffage, des indemnités sont versées en fonction de la température du fluide chez le client et fixe des pénalités en fonction du nombre de jours d'indisponibilité.

**Lyon, mars 2001.** La perturbation des transports urbains a entraîné une perte de parcours de l'ordre de 2000 km, au prix unitaire de 0,90 € soit 1800 €. Comme ce kilométrage non effectué correspond à un cas de force majeure, l'exploitant n'a pas été pénalisé par l'autorité organisatrice des transports.



### 3 - Quelle(s) approche(s) pour une évaluation des risques ?

Nous avons vu quels étaient les mécanismes d'atteinte des réseaux et les effets sur les usagers. Avant de présenter les mesures de prévention visant à les réduire, une étape intermédiaire est nécessaire : celle de l'évaluation des risques.

#### 3.1 - L'évaluation des risques appliquée aux réseaux

##### ■ La vulnérabilité additionnelle

Le schéma classique d'évaluation des risques consiste à identifier d'une part les aléas et d'autre part les enjeux et leur vulnérabilité, pour ensuite déterminer différents scénarios de risque.

##### ■ L'incidence des scénarios d'aléas

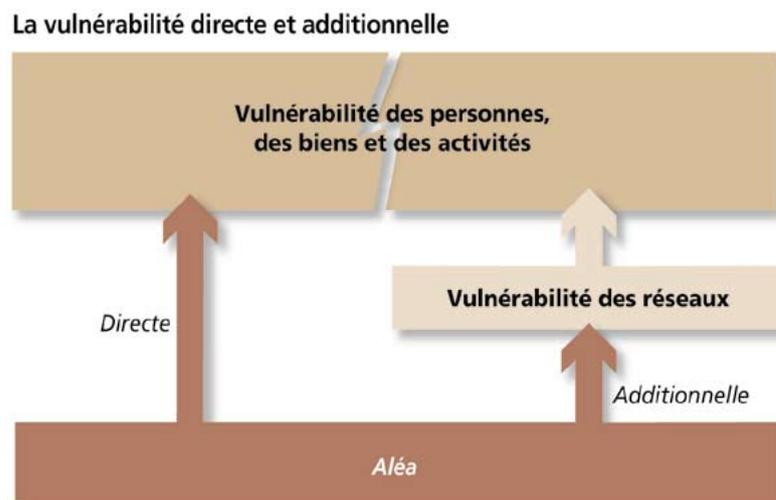
Les scénarios de risque d'inondation mis en évidence dans la démarche sont issus du croisement des enjeux avec différents scénarios d'aléa.

Ces derniers sont basés sur des crues « courantes » de type décennal, jusqu'à des événements exceptionnels, comme par exemple la crue de 1910 à Paris.

Certains niveaux d'aléas ne vont agir que sur la vulnérabilité directe des personnes, biens et activités, alors que d'autres, plus graves, vont mettre en jeu la vulnérabilité des réseaux. Cette dernière n'apparaîtra qu'à partir d'un seuil donné, par



En plus de la vulnérabilité directe des personnes, des biens et des activités à l'inondation elle-même, les réseaux génèrent une vulnérabilité additionnelle.



exemple la crue centennale, qu'il est important de mettre en évidence. Il est important de bien identifier le type d'aléa qui menacera les réseaux stratégiques.

### 3.2 - Les enjeux sensibles et stratégiques

Parmi l'ensemble des enjeux exposés aux inondations - habitations, commerces, établissements recevant du public (ERP), etc. - deux types d'enjeux sont à identifier : ceux qui ont un rôle stratégique en situation de crise, et ceux qui sont sensibles du fait de la population qu'ils abritent :

- les établissements et réseaux ayant un rôle stratégique en situation de crise sont : les centres de secours, les brigades de gendarmerie, les hôpitaux, les PC de crise, les locaux techniques des collectivités territoriales, les réseaux de téléphone, d'eau potable, d'électricité et leurs points de concentration, les voies de circulation susceptibles d'être coupées ou au contraire utilisables pour l'acheminement des secours ou l'évacuation.
- les établissements sensibles du fait de la population qu'ils abritent sont notamment les hôpitaux, les écoles, les maisons de retraite, les prisons, etc.

L'ensemble de ces établissements, sensibles ou stratégiques, situés en zone à risque, doivent être recensés et identifiés dans les cartes des enjeux des PPR, mais aussi dans les DICRIM (dossiers d'information communaux sur les risques majeurs) et les plans communaux de sauvegarde.

Concernant les réseaux sensibles ou prioritaires, l'identification des voies inondables classées par ordre croissant en fonction de leur cote de submersion, constitue la base de nombreuses actions, dont le déroulement est préalablement défini (alerte des riverains au moyen d'un haut-parleur, fermeture des rues à la circulation, mise en place des itinéraires de déviation). La conception d'un tel référentiel des voies inondables nécessite au préalable la réalisation de relevés topographiques.

### 3.3 - Approche de la vulnérabilité des réseaux

#### ■ Des approches encore naissantes

##### • Quel périmètre de détermination des impacts ?

Les dommages liés aux réseaux urbains ne peuvent pas être rattachés à un périmètre bien délimité : « *il n'y a pas de relation directe entre un point de coupure et le dommage, car cela dépend de la structure du réseau (maillage, interconnexions). L'extension du dommage s'étend au-delà du point de coupure, ce qui crée une difficulté supplémentaire d'évaluation<sup>10</sup>* ».

##### • Peu d'études d'évaluation a priori de la vulnérabilité des réseaux

Les évaluations a priori visent à caractériser et quantifier les impacts socio-économiques de crues potentielles. Elles sont basées sur des scénarios de crues et peuvent permettre d'apprécier l'efficacité d'équipements de protection existants ou futurs, ainsi que leur pertinence économique.

Il est souvent plus facile d'avoir des retours d'expérience a posteriori que de réaliser des diagnostics de vulnérabilité a priori.

Peu d'études d'évaluation a priori de la vulnérabilité, spécifique aux réseaux, ont été réalisées. Une étude de l'impact des inondations de la Seine et de la Marne en région Île-de-France s'est intéressée à l'analyse des désordres et des dommages aux réseaux<sup>11</sup> : réseau de transport (RATP, SNCF), infrastructures routières, télécommunications, énergie, production et distribution d'eau, et dans une moindre mesure, navigation fluviale. Deux types de réseaux sont apparus particulièrement vulnérables : les transports et la fourniture d'énergie.

##### • Des informations dispersées

Du fait de leur nombre, de leur extension, et de la multiplicité des acteurs intervenants dans les réseaux urbains, les informations relatives

10 - DESGRANGES P., 1999.

11 - DESGRANGES P., 1999.



aux impacts de la défaillance des réseaux sont relativement dispersées et donc parfois difficiles à recueillir. Plusieurs sources d'information peuvent être sollicitées dans le cadre des évaluations a posteriori comme l'a montré le tableau ci-dessous. Les informations sont liées le plus souvent aux demandes de subventions, qui permettent de connaître les dégâts.

tions a posteriori comme l'a montré le tableau ci-dessous. Les informations sont liées le plus souvent aux demandes de subventions, qui permettent de connaître les dégâts.

Les sources d'informations sur la vulnérabilité des réseaux	
Acteur	Source d'informations
Mairies ou collectivités (communes, syndicats intercommunaux, conseils généraux)	Elles établissent ou instruisent des dossiers de demande de subvention pour réparation ou remplacement des équipements endommagés et ont une bonne connaissance de la répartition géographique des réseaux (ROCHER O., 1999).
Services Techniques (Villes, DDE, etc.)	Ils conseillent les collectivités territoriales et suivent les travaux consécutifs aux inondations.
Exploitants de réseaux (EDF, SNCF, services routiers, etc.)	Ils peuvent fournir des informations sur leurs équipements et leur fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- seuil de vulnérabilité (cote de perturbation du bon fonctionnement, cote d'arrêt du fonctionnement des équipements),</li> <li>- interdépendance avec les autres réseaux,</li> <li>- niveau de service offert pendant la crise (fonctionnement dégradé du réseau, mesures de gestion de crise mise en œuvre),</li> <li>- durée des perturbations,</li> <li>- amplitude géographique des interruptions de service,</li> <li>- description des dégâts aux équipements,</li> <li>- coût de la remise en état,</li> <li>- manque à gagner consécutif à l'interruption des services.</li> </ul>
Services de l'État (Préfectures, DDE, DIREN, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La préfecture, en liaison avec les collectivités territoriales et les services de l'État (DDE, SIDPC, etc.), gère la crise et met à disposition des moyens de protection et de remplacement (exemple des transports publics).</li> <li>• Les services de l'État instruisent les dossiers de demandes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle présentées par les communes.</li> <li>• Les DIREN ont la connaissance de l'aléa, des hauteurs potentielles, de la durée de la crue, de la rapidité de la montée des eaux, etc.</li> </ul>
Chambres consulaires	Les chambres de commerce et d'industrie dressent en général un bilan économique des inondations. Elles instruisent les dossiers des entreprises industrielles, des commerçants, etc. Elles analysent aussi parfois la vulnérabilité de la zone. Mais les éléments dont elles disposent ne sont pas forcément exploitables pour identifier les sinistres hors zones inondées liés aux défaillances des réseaux urbains.
Assurances	Les compagnies d'assurances évaluent les dommages aux particuliers et aux entreprises. Les experts mandatés par les compagnies d'assurance ou par les assurés ont une connaissance en général précise des sinistres des particuliers et des entreprises (LEDOUX, 1999 ; HUBERT G. et al, 1999).
Compagnies spécialisées en nettoyage, assèchement et décontamination après sinistre	Cette source d'information a été mobilisée par LEDOUX B. (1999) pour l'évaluation des dommages aux activités industrielles et commerciales. Elle pourrait être exploitée pour les dommages aux voiries et espaces publics et aux centres vitaux.
Usagers	Quelles difficultés ont-ils rencontré ? Comment ont-ils vécu les perturbations ? Quels niveaux de services étaient rendus pendant et après la crise selon les réseaux ? Quel a été le manque à gagner des entreprises liées aux défaillances de réseaux ?

Source : LRPC Nancy.

## ■ Une démarche nécessairement collective

Le schéma ci-dessous montre l'importance, mais aussi la difficulté, d'évaluer la vulnérabilité liée aux réseaux, du fait notamment de leur interdépendance.

L'évaluation de la vulnérabilité globale des personnes, des biens et des activités ne peut se faire qu'en associant la collectivité publique et les gestionnaires de réseaux, afin d'intégrer aussi la vulnérabilité additionnelle des réseaux.

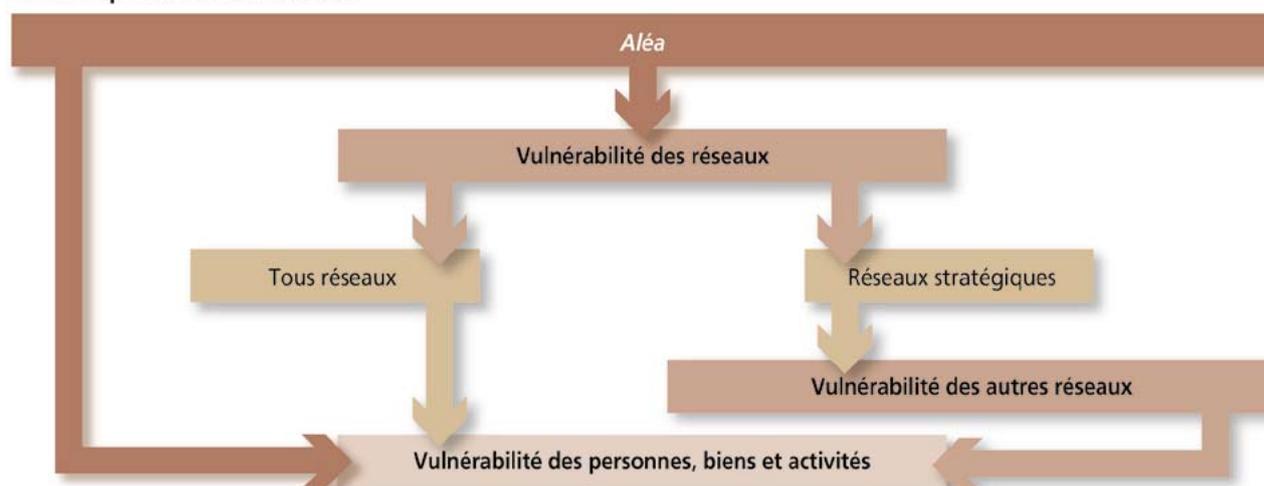
Il convient donc que les opérateurs de services publics déclinent leurs équipements, leur fonctionnement, l'organisation de leur système d'alerte et de gestion de crise, afin d'identifier les pôles stratégiques, les interdépendances, et de déterminer les dispositions constructives à mettre en œuvre vis-à-vis de leur vulnérabilité.

*Remarque : des systèmes d'information géographique (SIG) existent souvent chez les gestionnaires pour l'exploitation de leurs réseaux. Ils pourraient inclure un niveau supplémentaire d'information reportant les zones inondées, avec un code couleur suivant les hauteurs d'eau, pour identifier les effets de crues d'intensités différentes. Ils pourraient ainsi programmer des travaux de protection ou de mise hors d'eau de leurs installations et réseaux sur plusieurs années.*

L'identification des scénarios d'aléas, des enjeux et de leur vulnérabilité constitue la base pour hiérarchiser les risques et définir les actions de réduction de la vulnérabilité.

En particulier, la phase de réalisation d'un diagnostic global de la vulnérabilité des enjeux est importante et nécessaire. De plus, cette approche, bien que difficile à mener, est obligatoire dans le cadre de l'élaboration du plan communal de sauvegarde.

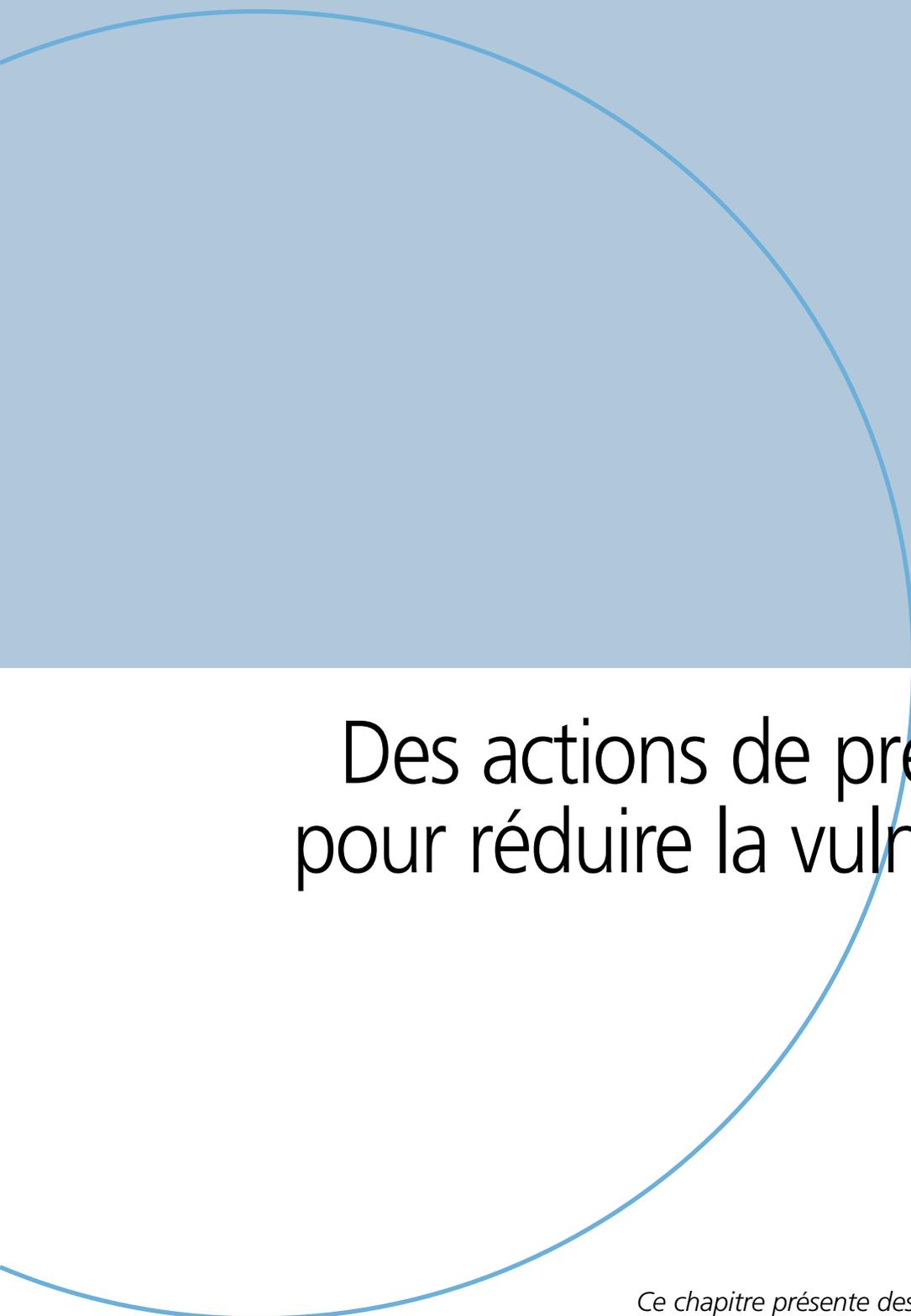
### L'interdépendance des réseaux



Source : Certu.



24



# Des actions de prévention pour réduire la vulnérabilité

*Ce chapitre présente des mesures de prévention  
générales pour l'ensemble des réseaux.  
Des précisions, exemples et illustrations sont  
donnés dans les fiches par réseau  
de la troisième partie du dossier.*



## 1 - Pour quel niveau réduire la vulnérabilité des réseaux ?

La collectivité publique et les exploitants mettent en œuvre des actions de prévention pour réduire la vulnérabilité des réseaux aux inondations. Ces mesures, qu'elles soient techniques ou organisationnelles, peuvent être classées en deux catégories complémentaires selon l'objectif recherché :

- la première démarche vise à protéger les réseaux pour une crue de fréquence donnée (20 ans, 30 ans) ; il s'agit en général de mettre le réseau hors d'eau pour cette fréquence de crue, en agissant soit sur le réseau (l'enjeu), soit sur le niveau d'eau (l'aléa).
- la seconde démarche consiste, pour des crues plus importantes, pour lesquelles le réseau pourrait être atteint, à agir dans le but de limiter les effets, les conséquences et les impacts, sur les personnes, les biens et les activités.

Ces choix sont du ressort de la collectivité publique et des gestionnaires de réseaux, pour lesquels se pose la question suivante : à partir de quelle période de retour de l'inondation accepter une défaillance du réseau (tous les 10 ans ? tous les 20 ans ?). Ces choix stratégiques relèvent d'une analyse économique de type coût / avantages.

Il ressort des enquêtes que les collectivités publiques et les gestionnaires de réseaux sont la plupart du temps ouverts pour engager des travaux limités visant à réparer ou préserver leur réseau contre une crue de période de retour allant jusqu'à trente ans, mais qu'ils seraient plus réticents à engager des travaux généralisés de protection contre une crue de période de retour supérieure, du fait des coûts correspondants.

Toutefois, il arrive que le niveau de protection recherché soit très élevé (centennal). C'est le cas de l'exemple de Saintes présenté à la fin du cha-

pitre 2 de cette partie, et des crues de la Meuse en 1995 dans les Ardennes, présenté en quatrième partie.

### **Prise en compte des scénarios exceptionnels : l'exemple de Paris**

*La démarche menée par la préfecture de police de Paris pour l'élaboration de son plan zonal de secours spécialisé inondation se fonde sur un scénario de type crue 1910.*

*Suite aux inondations du printemps 2001, le préfet de la zone de défense de Paris a décidé d'étudier le risque inondation à l'échelle du bassin, en associant tous les grands services publics. Un groupe de travail s'est réuni pour étudier en commun les conséquences économiques et humaines qu'entraînerait une crue majeure sur le bassin de la Seine, mais aussi les dispositions préventives de nature à en limiter les conséquences et permettre un retour rapide à la normale.*

*En 2002, les gestionnaires de réseaux stratégiques ont réalisé un **diagnostic** précis de leurs installations. La SNCF, la RATP, EDF, GDF, France Télécom, les gestionnaires de réseaux d'eau potable, de chauffage urbain et d'assainissement, l'Assistance Publique de Paris et les autres hôpitaux, les réseaux économiques et financiers, les musées, etc., tous ont recensé les travaux de protection à réaliser, ainsi que les moyens de prévention à mettre en œuvre pour un rapide retour à la normale après une telle crue.*

*La **phase de mise en œuvre, consécutive à ce diagnostic**, a commencé en 2003. Les entreprises et grands services publics comme EDF, France Télécom et la RATP ont intégré le risque d'inondation dans leurs nouvelles réalisations et planifié des travaux pour améliorer la protection de leurs infrastructures face à ce risque. Il en est de même de l'Assistance Publique de Paris, qui a recensé les établissements susceptibles d'être touchés par la crue et mis en place un plan de desserrement et de répartition des patients.*

*Ce travail commun aboutit à l'élaboration d'un **plan zonal de secours spécialisé inondation**. Conçu pour les huit départements d'Île-de-France, ce plan est destiné à coordonner les actions de l'ensemble des intervenants, ainsi qu'à prévoir et organiser les secours en cas de crue majeure.*

**Pour en savoir plus :**

<http://www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr>

## 2 - Actions de prévention visant à éviter le dysfonctionnement du réseau pour une fréquence de crue donnée

La première exigence vise à mettre en œuvre des actions de prévention sur les réseaux pour une crue de fréquence donnée (par exemple 20 ans, 30 ans, etc.). Il s'agit en général de mettre le réseau hors d'eau par rapport à la cote de la crue de référence, en agissant soit sur le réseau, soit sur le niveau d'eau. Ce premier choix se fait en comparant le coût de la mesure de prévention (déplacement du réseau par exemple) à la valeur des enjeux et en évaluant les actions qui sont techniquement et financièrement réalisables.

Les actions de prévention sur les réseaux consistent pour la plupart à mettre hors d'eau les installations sensibles. Pour les parties enterrées, on recherche plutôt l'étanchéité par protection des câbles eux-mêmes ou par mise en pression des conduites (eau potable et gaz) ou des gaines contenant les câbles (téléphone).

Ces travaux préventifs sont généralement réalisés suite à une inondation, mais ils peuvent aussi être prévus et réalisés dès la conception du réseau, celle-ci prenant en compte le risque d'inondation. Certains sont réalisés à titre exceptionnel, spécifiquement pour réduire la vulnérabilité aux inondations, d'autres sont intégrés dans l'entretien courant.

Ils sont listés dans les chapitres qui suivent et détaillés dans les fiches de la troisième partie, réseau par réseau.

Nous ne détaillerons pas ici l'ensemble des actions visant à réduire l'aléa dans la ville. Citons, pour les inondations par débordement de rivières, les aménagements de cours d'eau et de zones d'expansion des crues et pour les inondations par

### Les 4 niveaux de fonctionnement du système d'assainissement collectif

(d'après Certu, MEDD, 2003 ; voir bibliographie)

La prise en compte de la pluviométrie, de sa durée et des augmentations considérables des débits qu'elle induit dans les différents réseaux et dans les ouvrages de traitement des eaux usées, amène à considérer plusieurs niveaux de fonctionnement du système d'assainissement collectif avec des objectifs hiérarchisés, auxquels on cherchera des réponses adaptées :

- **niveau 1 - pluies faibles** : tous les effluents sont traités avant rejet.
- **niveau 2 - pluies moyennes** : surverses acceptées / impact limité et contrôlé / dans les collecteurs, mise en charge localisée sans débordement.
- **niveau 3 - pluies fortes** : acceptation d'une détérioration de la qualité / priorité à la gestion du risque inondation.
- **niveau 4 - pluies exceptionnelles** : la seule priorité est d'éviter le dommage aux personnes.

La définition des seuils séparant ces niveaux, que l'on exprime en période de retour, est une décision politique, puisqu'elle détermine à la fois le dimensionnement des réseaux, le financement des ouvrages, le niveau accepté de détérioration de la qualité écologique du milieu, mais aussi le niveau de risques et de dégradation des conditions de vie en ville.

ruissellement pluvial, les actions sur le système d'assainissement, qui sont souvent réalisables jusqu'à une crue de fréquence 30 ans, le réseau d'assainissement n'étant plus, au-delà, la bonne réponse pour la prévention des inondations.

### 2.1 - Réseaux stratégiques et prioritaires

Pendant une inondation, certains réseaux constituent une véritable base logistique permettant à la ville de continuer à fonctionner. Il s'agit essentiellement des routes, des télécommunications, de l'électricité et de l'eau potable.



Il est essentiel que tous les points névralgiques du territoire (hôpitaux, écoles, centres de secours, etc.) puissent être desservis, éventuellement avec un niveau de service dégradé mais en toute sécurité, par un réseau **roucier**, afin d'être accessibles par les moyens de secours et d'intervention d'urgence.

De même, le réseau de **télécommunication** est nécessaire, en particulier pour les échanges d'informations entre le service d'annonce des crues, la préfecture, les services de secours, etc., dans le cadre de l'organisation des secours et de la mise en place des moyens de protection.

Ainsi, le rapport du CGPC et du CGGREF<sup>12</sup> sur la mise en œuvre de la politique de prévention des risques naturels inscrit dans ses recommandations principales que : « *Les départements menacés par des risques naturels de grande extension, comme les crues, torrentielles ou non, ou les séismes, doivent être dotés rapidement d'un réseau d'infrastructures bien identifié et « durci » de façon à résister au maximum en cas de crise, permettant de gérer au mieux celle-ci. Ce réseau doit inclure au minimum : des infrastructures routières, de télécommunication et d'alimentation électrique permettant de desservir le PC de crise, les principaux centres de secours et les hôpitaux. Ce réseau doit être défini et équipé de manière coordonnée entre tous les services départementaux concernés.* ».

**Mâcon, mars 2001.** Les services techniques et le service inter départemental de protection civile sont situés en limite de zone inondable au nord de la ville. Leur intervention sur le centre-ville est tributaire d'un axe routier, qui peut être localement impraticable. Lors de la crue de 1983, cet axe a fait l'objet d'une surélévation provisoire et ultérieurement d'un élargissement du trottoir. Il est identifié comme axe stratégique pour l'acheminement des secours.

**Règlement départemental d'annonce des crues et de transmission des avis de crues de la préfecture de la Gironde :** ce règlement prévoit que, dès le seuil de pré-alerte (6,50 m à La Réole et 6,00 m à Langon), les services des télécommunications sont prêts à intervenir immédiatement en cas d'alarme du répondeur de la préfecture, pour maintenir le fonctionnement des liaisons téléphoniques. Il prévoit aussi, en cas de défaillances, des moyens de télécommunication de substitution et/ou de renfort (téléx, téléphone, porteur, radio, etc.).

<sup>12</sup> - Conseil général du génie rural des eaux et forêts, Conseil général des ponts et chaussées. Rapport de synthèse des inspections des services déconcentrés réalisées en 2000 dans le domaine de la mise en œuvre de la politique de prévention des risques naturels. *Rapport n° 1616. 2002, 14 p.*

## 2.2 - Mesures d'adaptation des réseaux

Les mesures citées dans ce chapitre sont développées et illustrées dans la troisième partie du dossier, réseau par réseau. Ces mesures visent à agir directement sur le réseau pour éviter son dysfonctionnement. Les mesures complémentaires visant à limiter les conséquences et les impacts d'un dysfonctionnement du réseau sur les activités, sont décrites au chapitre 3.

### ■ Dimensionnement des ouvrages

Dès la conception, les ouvrages peuvent être dimensionnés pour tenir compte du risque d'inondation. Cela concerne notamment les installations d'eau potable et d'assainissement (réservoirs d'eau potable et station d'épuration).

### ■ Mise hors d'eau ou déplacement des installations exposées

L'une des principales mesures de prévention sur les réseaux consiste à mettre hors d'eau, par surélévation, tout le matériel sensible : transformateurs électriques, armoires de branchement et raccordements individuels électriques et téléphoniques, têtes de puits et usines d'alimentation en eau potable, etc.

Par ailleurs, pendant une crue, il est indispensable que les agents puissent intervenir sur les ouvrages. Les installations collectives (transformation et détente pour les réseaux d'électricité et de gaz) doivent donc être accessibles en toutes circonstances. L'accès peut se faire par exemple par une route surélevée, à condition que les remblais n'aggravent pas les risques pendant la crue. En effet, la solution de surélévation peut, dans le cas de la voirie, avoir un effet négatif en créant un obstacle à l'écoulement.

Ces mesures sont prises pour les travaux neufs et réalisées dans le cadre d'entretien courant ou exceptionnel pour les installations existantes.

### ■ Amélioration de l'étanchéité des réseaux enterrés

Pour les réseaux enterrés, l'étanchéité peut être recherchée par protection des câbles eux-mêmes

### Mesures de prévention sur les réseaux : exemple de Saintes

L'exemple de Saintes est intéressant dans la mesure où la ville a connu deux inondations importantes à 12 ans d'intervalle : en 1982 et en 1994 (notons toutefois que la crue de 1994 était moins importante que celle de 1982). Les mesures prises après l'inondation de 1982 ont donc pu être évaluées lors de l'événement de 1994. Nous présentons ici l'exemple de deux réseaux : les télécommunications et l'eau potable.

#### Télécommunications<sup>13</sup>

Des mesures préventives ont été prises après l'inondation de 1982. Le niveau de protection recherché était un événement de période de retour 100 ans. Ces mesures ont été les suivantes :

- les sous-répartiteurs ont été surélevés,
- les câbles endommagés ont été remplacés par des câbles à graisse,
- les câbles les plus importants ont été pressurisés,
- des cabines téléphoniques ont été surélevées,
- le central téléphonique de la rue Gautier a été étanchéifié,
- chez les clients, les prises ont été placées en hauteur et toutes les installations en sous-sol d'immeubles ont été supprimées.

L'objectif recherché était le maintien du fonctionnement du téléphone jusqu'à l'évacuation des personnes et le rétablissement des télécommunications dès leur réemménagement. Au regard du bilan de la crue de janvier 1994, cet objectif a été partiellement atteint. L'absence de dommages importants sur la partie initiale du réseau (transport et distribution) semble attester de l'efficacité des mesures préventives. Concernant la partie terminale (installations intérieures), en revanche, seul ce qui pouvait

l'être à un coût raisonnable a été protégé (5% des abonnés en zone inondable ont été privés de téléphone en 1994).

#### Eau potable

Après 1982, la ville a pris en considération l'impact des crues de la Charente sur la distribution d'eau potable. Elle a engagé une réflexion sur la manière de sécuriser le réseau et a entrepris d'importants travaux préventifs :

- en 1989, l'usine de traitement d'eau potable a été reconstruite hors d'eau, sur un point haut de la ville ; les installations électriques sensibles sont maintenant situées au-dessus du niveau de la crue historique ;
- d'autres travaux ont porté sur la modification du réseau alimentant en eau la rive droite ; la canalisation traversant le lit majeur de la Charente a été supprimée au moment de la construction du canal de dérivation ; cette canalisation vétuste a été remplacée par de nouvelles conduites.

Lors des inondations de 1994, le réseau d'eau n'a subi aucune difficulté majeure. Ce constat semble attester de l'efficacité des travaux préventifs réalisés à la fin des années 80.

#### Coûts

La reconstruction hors d'eau de l'usine de traitement à coûté 2,75 millions d'euros (en 1989). Ces travaux ont été financés par la ville, qui a reçu une aide de l'Agence de l'Eau.

La modification du réseau alimentant la rive droite s'est élevée à environ 460 000 euros (en 1989), à la charge de la ville.

**Voir aussi l'exemple de l'usine de traitement de l'eau potable de Saint-Jean-de-Luz, présenté dans la fiche sur le réseau d'eau potable en troisième partie.**

ou par mise en pression des conduites (eau potable et gaz) ou des gaines contenant les câbles (téléphone).

### ■ Amélioration de la résistance mécanique des ouvrages (canalisations, points de concentration)

Dans les zones particulièrement exposées aux inondations rapides, les dispositions prises et les produits choisis doivent assurer la pérennité des ouvrages, notamment en évitant les ruptures (de canalisations, de poteaux électriques, etc.).

## 2.3 - Financement des mesures de prévention

Le décret n°2005-29 du 12 janvier 2005 élargit l'utilisation du fonds Barnier (fonds de prévention des risques naturels majeurs). Ce décret

permet désormais d'avoir recours au fonds pour contribuer, entre autres, au financement :

- des mesures de réduction de la vulnérabilité prescrites par un PPR à des biens existants en zone à risques pour les particuliers et les entreprises de moins de 20 salariés,
- des études et travaux de prévention contre les risques naturels à maîtrise d'ouvrage des collectivités territoriales couvertes d'un PPR.

Le fonds Barnier avait été créé par la loi du 2 février 1995 pour financer l'expropriation des biens exposés à certains risques naturels menaçant gravement des vies humaines. Il est alimenté par une part des primes pour la couverture du risque de catastrophes naturelles figurant dans les contrats d'assurance.

<sup>13</sup> - Les termes techniques sont expliqués dans les fiches par réseau de la troisième partie de ce dossier.



## 3 - Actions au-delà de la fréquence de crue choisie

Après avoir agi pour protéger le réseau jusqu'à une fréquence de crue donnée, le second niveau d'action consiste, pour des crues plus graves, à réduire les conséquences sur les personnes, les biens et les activités, lorsque le réseau est atteint. Il s'agit notamment d'assurer la continuité du service, souvent en utilisant des moyens de substitution, mais aussi un retour à la normale dans les meilleures conditions.

Ces actions sont le plus souvent consignées dans les plans de secours de l'État, des collectivités territoriales et des exploitants de réseaux.

### 3.1 - Organisation des différents acteurs

#### ■ Plans de secours et de sauvegarde

##### • Plans de l'État

Au niveau de l'État, les plans ORSEC définissent l'organisation des secours. La loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile a redéfini ces plans dans son article 14 [voir références en annexe] :

« I. - L'organisation des secours revêtant une ampleur ou une nature particulière fait l'objet, dans chaque département, dans chaque zone de défense et en mer, d'un plan dénommé plan ORSEC.

II. - Le plan ORSEC départemental détermine, compte tenu des risques existants dans le département, l'organisation générale des secours et recense l'ensemble des moyens publics et privés susceptibles d'être mis en œuvre. Il définit les conditions de leur emploi par l'autorité compétente pour diriger les secours.

*Le plan ORSEC comprend des dispositions générales applicables en toute circonstance et des dis-*

*positions propres à certains risques particuliers. Dans ce dernier cas, il précise le commandement des opérations de secours. »*

##### • Plans communaux de sauvegarde

Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) a été institué par la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, dans son article 13 :

*« Le plan communal de sauvegarde regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il peut désigner l'adjoint au maire ou le conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours arrêtés en application des dispositions de l'article 14.*

*Il est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention.*

*Le plan communal de sauvegarde est arrêté par le maire de la commune et pour Paris par le préfet de police.*

*Dans les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre, un plan intercommunal de sauvegarde peut être établi en lieu et place du plan prévu au premier alinéa. En ce cas, il est arrêté par le président de l'établissement public et par chacun des maires des communes concernées.*

*La mise en œuvre du plan communal ou intercommunal de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune.*

*Un décret en Conseil d'État précise le contenu du plan communal ou intercommunal de sauvegarde et détermine les modalités de son élaboration. »*

#### • Plans de secours des opérateurs

Les opérateurs de service public disposent souvent de leurs propres plans de secours et de centres opérationnels locaux et nationaux. Ces plans décrivent la conduite à suivre en cas de crise dans le but d'un retour rapide à la normale. Ils prévoient notamment le recensement du matériel d'intervention et de substitution disponible,

l'identification des acteurs et de leurs rôles respectifs, les interventions pour rétablir le service, la réalisation d'exercices d'entraînement, l'établissement d'une liste de clients prioritaires, etc.

Les plans de secours des opérateurs sont décrits dans les fiches par réseau en troisième partie de ce document.

De plus, la loi de modernisation de la sécurité civile donne de nouvelles obligations aux exploitants de réseaux, notamment pour la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise et pour la garantie d'une capacité suffisante de communication radioélectrique pour les services de secours [cf. encadré].

### Loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile

#### Article 6

*I. - Les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement, de production ou de distribution d'eau pour la consommation humaine, d'électricité ou de gaz, ainsi que les opérateurs des réseaux de communications électroniques ouverts au public **prévoient les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires** de la population lors des situations de crise.*

*Ces besoins prioritaires, définis par décret en Conseil d'État, sont **pris en compte dans les cahiers des charges ou contrats régissant les concessions ou délégations de service public** et dans les actes réglementaires encadrant les activités précitées. Ce décret précise le niveau d'exigence et les délais d'application requis pour leur mise en œuvre. Ces actes réglementaires peuvent comporter des mesures transitoires.*

*II. - Les maîtres d'ouvrage et exploitants d'ouvrages routiers, ferroviaires ou fluviaux ainsi que les exploitants de certaines catégories d'établissements recevant du public **garantissent aux services de secours la disposition d'une capacité suffisante de communication radioélectrique** à l'intérieur de ces ouvrages et établissements.*

*Un décret en Conseil d'État fixe les catégories d'ouvrages et d'établissements soumis à ces obligations. Il précise les niveaux d'exigence et les délais d'application requis pour leur mise en œuvre.*

*III. - Afin de favoriser le retour à un fonctionnement normal de ces services ou de ces réseaux en cas de crise, les exploitants des services ou réseaux mentionnés au présent article désignent un responsable au représentant de l'État dans le département, ainsi qu'au représentant de l'État dans le département du siège de la zone de défense lorsque leur activité dépasse les limites du département.*

#### Article 7

*Les établissements de santé et les établissements médico-sociaux pratiquant un hébergement collectif à titre permanent sont tenus soit de **s'assurer de la disponibilité de moyens d'alimentation autonome en énergie**, soit de prendre les mesures appropriées pour garantir la sécurité des personnes hébergées en cas de **défaillance du réseau d'énergie**.*

*Un décret en Conseil d'État fixe les catégories d'installation et d'établissements concernées ainsi que les modalités et les délais d'application du présent article.*

#### Article 8

*I. - Après l'article 95 de la loi n°86-1067 du 30 septembre 1986 relative à la liberté de communication, il est inséré un article 95-1 ainsi rédigé :*

*« Art. 95-1. - En cas de risque majeur ou de déclenchement d'un plan ORSEC justifiant d'informer sans délai la population, **les services de radiodiffusion sonore et de télévision** sont tenus de diffuser à titre gracieux, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'État, les messages d'alerte et consignes de sécurité liés à la situation. »*

*II. - Les obligations auxquelles sont assujettis les détenteurs de moyens de publication et de diffusion sont fixées dans un code d'alerte national défini par décret.*

#### Article 9

*Un décret fixe les règles et normes techniques permettant d'assurer **l'interopérabilité des réseaux de communication radioélectriques et des systèmes d'information des services publics** qui concourent aux missions de sécurité civile.*



## ■ Coordination entre la collectivité publique et les exploitants de réseaux

Étant donnée la diversité des opérations à mettre en œuvre, la **coordination des actions** entreprises par la collectivité publique et l'ensemble des opérateurs de réseaux est un facteur déterminant de leur efficacité. Elle peut être favorisée par l'organisation de réunions périodiques de coordination des différents acteurs : les concessionnaires de réseaux (eau, électricité, télécommunications, etc.), les services de protection civile de la préfecture, les services techniques de la mairie, les responsables d'ERP, etc.

Ces réunions périodiques peuvent être accompagnées d'exercices d'entraînement coordonnés entre l'ensemble des personnels d'intervention.

**Langon** : en novembre 1998, la subdivision de la DDE a participé à un exercice organisé à l'échelle de la région par le préfet. Cette simulation de crise a permis de tester la mise en place des déviations autour de la ville.

De plus, les opérateurs de réseaux sont **demandeurs d'informations sur le risque d'inondation** et d'un niveau de traitement suffisamment élevé pour pouvoir coordonner les interventions de leurs équipes sur le terrain.

Dans certains cas, ils participent à des cellules de crise et sont bien informés. Mais il arrive que les opérateurs ne détiennent pas les informations nécessaires pour pouvoir anticiper la montée des eaux et intervenir avant la submersion, démonter des installations sensibles ou mettre hors circuit ces installations. Une piste d'amélioration serait alors de lister les réseaux susceptibles d'être endommagés par les inondations et que leurs gestionnaires se rapprochent du service de prévision des crues ou du SIDPC. Ils pourraient ainsi prendre connaissance du réseau d'alerte et de son fonctionnement et envisager les modalités pour récupérer les bulletins d'alerte en temps de crise.

**Mâcon** : EDF-GDF-Services Bourgogne du Sud est informé directement par la préfecture des prévisions de hauteur d'eau. En interne, les agents d'exploitation suivent la crue au quotidien.

**Lyon** : pour des crues importantes du Rhône (> 2 500 m<sup>3</sup>/s), la Générale des Eaux participe à une cellule externe.

## ■ Décisions à prendre pour le service aux usagers

Le service aux usagers est soit maintenu de façon dégradée, soit interrompu. Cela peut être indépendant de la volonté de l'exploitant, mais parfois aussi résulter d'une décision délibérée prise en concertation avec la collectivité publique pour la sécurité de la population ou pour la protection des installations de son réseau.

### • *Choix de maintenir le service pour des abonnés prioritaires*

Les opérateurs de service public peuvent décider, en concertation avec la collectivité publique, de desservir en priorité certains établissements ou sites, comme par exemple les centres de secours, les hôpitaux, ou d'autres établissements recevant du public, quitte à priver d'autres usagers. L'exploitant établit pour cela un plan détaillé des actions possibles en matière de coupure, de régulation et de délestage.

**Nîmes, 1988**. La priorité a été accordée aux services de secours et aux organismes publics. Les attachés commerciaux des réseaux de télécommunication ont rendu visite aux entreprises et aux professionnels pour faire un inventaire de leurs besoins urgents et y apporter une solution adaptée permettant à l'activité économique de reprendre progressivement.

### • *Choix d'interrompre le service pour protéger les usagers ou le réseau*

Le gestionnaire, en concertation avec la collectivité publique, peut choisir d'interrompre le service pour deux raisons principales.

### • *Préserver les installations du réseau*

C'est le cas par exemple des gestionnaires de **station d'épuration**, qui choisissent parfois de mettre en place des by-pass sur différents points du réseau, afin de dévier directement les effluents vers le milieu récepteur. Ce choix permet de préserver la station d'épuration, au détriment de la qualité du milieu récepteur durant la crue.

### • *Assurer la sécurité des personnes*

- C'est le cas des gestionnaires de **réseaux de gaz et d'électricité**, qui choisissent souvent d'interrompre le service, pour assurer la sécurité des personnes.

**Saintes.** Plusieurs parkings souterrains sont équipés de pompes qui évacuent l'eau jusqu'à une certaine cote. Au-delà, l'accès au public des parkings est fermé et ils se remplissent jusqu'à la décrue.

Pour le gaz, le réseau enterré doit résister à l'érosion due à l'écoulement des flots. Mais en cas de doute et de risque de rupture, il faut pouvoir couper l'alimentation des parties menacées, ce qui suppose de pouvoir les contrôler et éventuellement les purger de l'eau infiltrée avant la remise en service.

Pour l'électricité, les réseaux étant inondés ou présentant le risque de l'être sont mis temporairement hors tension afin d'éviter les risques de court-circuit. Ceci concerne les réseaux basse tension et certains branchements.

- Le choix de condamner certains **accès routiers ou parkings** peut être fait également pour la sécurité des usagers.



Source : CETE du Sud-Ouest.

*Signalisation sur l'avenue Gambetta à Saintes pendant la crue de 1994.*

*Afin de garantir la sécurité des automobilistes, les services techniques de la ville ont installés des barrières interdisant la circulation dans les voies inondées. De plus, des panneaux sont posés aux entrées de la ville et des messages radio sont diffusés afin de dissuader les automobilistes de venir à Saintes.*

### 3.2 - Actions de prévention pour assurer la continuité du service

Des actions de prévention doivent être mises en œuvre par les collectivités territoriales et par les exploitants pour assurer la continuité du service, dans le cas où le réseau serait atteint.

#### ■ Les mesures de substitution

La mise en place de moyens de substitution est largement employée en période d'inondation pour remplacer le réseau défaillant. Pour la voirie, en pays de crues lentes et prolongées, ce sont les passerelles sur parpaings ou sur tréteaux métalliques pour les piétons, voire un pont de planches et de charpente pour les voitures au centre de Saintes. Pour l'alimentation électrique, des groupes électrogènes permettent d'assurer l'alimentation des équipements sensibles notamment (hôpitaux, services de sécurité et de défense, etc.). On peut encore citer l'alimentation en eau potable par des camions-citernes et plus souvent par palettes de bouteilles d'eau minérale, ou encore par des unités mobiles de traitement de l'eau.

Les solutions de substitution pouvant être mises en œuvre sont recensées en prévision de l'inondation. Il s'agit de :

- **L'utilisation d'installations de secours déjà existantes**

C'est le cas par exemple d'une alimentation en eau de secours pour le service de distribution de l'eau potable.

- **L'utilisation de matériel de substitution**

Ce matériel est préparé, immédiatement accessible, et stocké hors d'eau, dans des locaux situés de préférence à proximité des lieux prévisibles d'intervention.

*Remarque : pour faire face aux défaillances éventuelles du réseau d'électricité, en plus du matériel de substitution spécifique à chaque réseau, des groupes électrogènes sont généralement prévus, de même que leur approvisionnement en fuel, en particulier pour maintenir l'alimentation des équipements collectifs stratégiques : hôpitaux, services de secours et de défense. Toutefois, notons que, si les ERP importants sont sécurisés, les petites unités ne sont pas toujours équipées de moyens de substitution tels que des groupes électrogènes.*



- **La mise en place d'installations de fortune provisoires**

Ces installations permettent d'assurer la continuité du service malgré l'endommagement du réseau. Il s'agit par exemple de lignes téléphoniques ou d'usines de traitement de l'eau provisoires.

- **La mise en place d'un service de substitution**

Cette solution concerne surtout le réseau d'eau potable. Dans l'éventualité d'un arrêt temporaire de la distribution, des solutions d'attente peuvent être prévues, comme par exemple, la distribution de bouteilles d'eau ou bien l'approvisionnement des personnes sinistrées par des camions-citernes.

- **Le report du service sur un autre réseau**

Cette solution concerne essentiellement les réseaux de transport.

En plus des moyens de substitution prévus par chaque gestionnaire de réseau, la collectivité publique prévoit ceux nécessaires à la gestion de crise, comme par exemple des téléphones portables, disponibles pour la communication entre les secours, la cellule de crise et la préfecture.

### ■ **Le maillage des réseaux**

Le maillage des réseaux, souvent établi pour d'autres raisons, est aussi un moyen de subvenir aux défaillances liées aux inondations et d'assurer la continuité du service pendant la crise. Il consiste à mettre en œuvre les interconnexions des réseaux pour approvisionner les parties du réseau les plus fragiles. Il peut parfois aller jusqu'à doubler un réseau pour le sécuriser.

Il est souvent nécessaire de prévoir le maillage des réseaux suffisamment en amont, parfois dès leur conception. Il peut être mis en œuvre pour l'assainissement, l'eau potable et le chauffage urbain, mais son utilisation la plus courante concerne le réseau routier.

Pour **l'eau potable**, dans l'éventualité d'un arrêt temporaire de la distribution, une alimentation en eau de secours peut être prévue en développant les inter-relations avec les syndicats d'eau voisins si leur ressource n'est pas affectée par la crue.

Pour le **réseau routier**, l'utilisation du maillage consiste à mettre en place des déviations permettant de desservir les principaux points du territoire concernés par les inondations. La déviation de la circulation est organisée par les différentes communes en tenant compte du réseau routier global et des mesures prises par les communes avoisinantes, afin d'éviter des ruptures d'itinéraires.

### **3.3 - Actions de prévention pour assurer le retour rapide à la normale**

Il s'agit de remettre en service les installations, tout en les préservant de dégâts éventuels. La remise en service des réseaux se prépare pendant l'inondation, par la mise en œuvre de mesures de protection du réseau, puis de réparation.

#### ■ **Mesures techniques de protection pendant l'inondation**

- **Signalisation**

En prévision de l'inondation, le matériel utilisé par l'exploitant pour la signalisation est préparé, immédiatement accessible et stocké hors d'eau, dans des locaux situés de préférence à proximité des lieux prévisibles d'intervention. La signalisation concerne surtout le réseau routier.

- **Surveillance du réseau**

Le retour d'expérience qui a suivi les inondations de Nîmes en 1988 a montré la nécessité d'une évaluation préalable des dégâts avant toute intervention. Ce premier travail de visite des installations à risque, rapide et précis, est fondamental pour organiser la suite des interventions, planifier immédiatement les travaux à réaliser, et demander des renforts éventuellement.

Ensuite, une surveillance du réseau et des actions entreprises est nécessaire durant toute l'inondation, pour intervenir le cas échéant. Il s'agit par exemple de vérifier l'étanchéité des ouvrages.

- **Protection du réseau et maintien du service**

Pour protéger les installations sensibles à l'eau, la première étape consiste à empêcher l'eau

d'entrer dans le réseau, les installations ou les bâtiments. Il convient pour cela :

- d'obstruer les entrées possibles (grilles d'aération, accès aux bâtiments et aux ouvrages souterrains), par la mise en place de batardeaux ou de sacs de ciment par exemple, ou par le cloisonnement des portes ou des conduites,
- de surélever l'équipement sensible : transformateurs électriques, matériel sensible dans une station d'épuration, chaussées,
- d'isoler les parties du réseau atteintes pour préserver celles qui ne le sont pas : par exemple pour l'eau potable, isoler les canalisations inondées du reste du réseau par la fermeture de robinet-vannes, afin de minimiser le nombre de foyers privés d'eau potable.

### ■ Réparations sur le réseau pendant l'inondation

#### • *Intervenir pour évacuer l'eau*

Si l'eau est quand même entrée malgré les moyens de protection, il faut l'évacuer. Il convient pour cela de maintenir le fonctionnement des pompes de relevage et leur alimentation en énergie. Pour cela, celles-ci doivent être régulièrement vérifiées et réparées le cas échéant.

#### • *Intervenir pour la sécurité du public*

Des interventions sont parfois nécessaires sur les réseaux pour assurer la sécurité du public : interrompre l'alimentation des parties du réseau de gaz menacées, surchlorer le réseau d'eau potable, ou interrompre sa distribution, ancrer ou lester des ouvrages pour éviter leur flottaison, etc.

Quel que soit le réseau, si les installations électriques sensibles sont menacées de submersion, leur alimentation en énergie doit être coupée pour éviter les courts-circuits.

### ■ Rétablissement du service après l'inondation

Le rétablissement du service et les réparations se feront progressivement. On distingue les réparations **immédiates de secours** et celles,

parfois étalées dans un temps très long, de **reconstruction**.

Les premières répondent à l'urgence. Elles sont effectuées rapidement et de façon ponctuelle. L'objectif est un retour à la normale dans les plus brefs délais. Elles sont parfois confrontées à des contradictions, comme par exemple, pour le service chargé de la voirie, l'urgence de remettre en état les rues et la nécessité d'attendre la réfection des réseaux. Elles peuvent aussi rencontrer des contraintes, certaines réparations ne pouvant se faire qu'à la décrue ; c'est le cas des réseaux de gaz et d'électricité. Les réparations d'urgence sont parfois effectuées de manière provisoire pour répondre à la nécessité de rendre les services vitaux rapidement opérationnels.

Les réparations de reconstruction relèvent d'une démarche préventive. Elles durent plus longtemps et s'intègrent souvent dans des travaux qui vont au-delà des simples réparations des dommages. C'est le cas par exemple des gros investissements qui ont été faits sur le réseau d'eau potable à Lyon et sur le réseau d'assainissement à Mâcon, suite à la crue de mars 2001.

Le choix de l'une ou l'autre stratégie dépend bien souvent de plusieurs facteurs : l'ampleur des dégâts, la durée d'interruption du service, la fréquence des inondations, le coût comparatif des dommages et de la prévention.

Nous décrivons ci-dessous uniquement les réparations d'urgence, puisque les réparations sur le long terme intégrant des mesures de prévention sont déjà traitées plus haut (chapitre 2 de cette partie).

Avant la remise en service du réseau, les opérations suivantes sont la plupart du temps nécessaires : dresser la liste des dégâts et vérifier le fonctionnement du réseau, nettoyer, réparer, remplacer, et seulement alors, remettre en service.

#### • *Dresser la liste de dégâts et vérifier le fonctionnement du réseau*

Avant toute remise en service, il est utile de dresser une liste des dégâts puis de vérifier l'ensemble du réseau. C'est le cas du réseau électrique, pour



lequel une vérification des postes de transformation est effectuée. C'est le cas aussi du réseau de gaz : avant sa remise en service, des véhicules « renifleurs » recherchent les fuites éventuelles ; il s'agit de camions équipés d'instruments mesurant le taux de particules de gaz naturel ; en cas de fuite dans le réseau, le gaz naturel, plus léger que l'air, remonte à la surface de la voirie, où sa présence peut être détectée.

- **Nettoyer**

Pour la plupart des réseaux, le nettoyage constitue une part importante de la remise en état : pompage, puis séchage des installations électriques inondées et des conduites de chauffage urbain, nettoyage des rues pour les débarrasser des débris et des sédiments déposés par la crue, nettoyage et désinfection du réseau d'eau potable.

- **Réparer**

Il faut ensuite réparer les parties de réseau endommagées. Les réparations sont lourdes à mettre en œuvre lorsqu'il s'agit de réseaux enterrés. La configuration du réseau va être déterminante pour la rapidité de la localisation de la défaillance, et la facilité d'intervention (ouvrage visitable, sectionnement visitable ou enterré).

- **Remplacer**

Dans certains cas, les réparations ne suffisent pas et certaines parties du réseau doivent être remplacées : câbles de télécommunications ou d'électricité, canalisations de gaz affectées dans leur stabilité, équipements (détendeurs, pompes, etc.).

Le gestionnaire de réseau doit s'assurer de la capacité du fournisseur à livrer les matériels nécessaires dans des délais courts.

### **3.4 - Actions de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens**

Les actions visant à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens sont nombreuses et variées :

elles consistent à informer la population exposée et développer la culture du risque, à délocaliser les populations, biens ou activités vulnérables, ou encore à prendre localement des dispositions particulières (prévoir des groupes électrogènes dans une maison de retraite par exemple).

#### **■ Information de la population**

- **Information préventive**

Mener régulièrement des campagnes d'information et de sensibilisation auprès de la population permet de lui rappeler les risques encourus pendant une inondation et de lui expliquer la procédure adoptée par les services responsables. Le fait d'engager un véhicule sur une voie inondée, par exemple, présente un réel danger pour les occupants du véhicule.

Ces campagnes d'information permettent en outre d'améliorer la coopération des personnes avec les services d'intervention. En effet, la population fera d'autant plus confiance aux équipes de secours qu'elle aura pris connaissance de leur travail. Cette sensibilisation préalable devrait réduire les mouvements de panique souvent induits par l'ignorance et l'incompréhension de l'action menée.

Citons l'exemple de la distribution d'eau potable. Le début de chaque « saison de crue » semble être la meilleure période pour diffuser l'information : la fin de l'été, pour les régions régulièrement affectées par des orages violents et le début de l'hiver pour les régions soumises à des inondations de type fluvial. Pour ce réseau, l'information portera notamment sur le suivi de la qualité de l'eau, assuré par la DDASS.

L'information préventive se fait principalement sur la base du document d'information communal sur les risques majeurs (**DICRIM**), de la compétence du maire, qui précise les caractéristiques du risque, ainsi que les mesures générales de sauvegarde mises en œuvre, telles que l'organisation de campagnes de sensibilisation, l'affichage des consignes générales par les propriétaires et exploitants, l'organisation de

plans de secours et d'évacuation des personnes, la définition de consignes particulières dans les zones d'aléa fort et dans les établissements particulièrement vulnérables, etc.

De plus, toute occasion doit être saisie pour entretenir la mémoire du risque.

Le Code de l'environnement, à l'issue de la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, a introduit plusieurs mesures visant à renforcer l'information préventive et la conscience du risque auprès des populations les plus exposées, notamment l'obligation d'informer les habitants des communes dans lesquelles un PPR a été prescrit ou approuvé, ainsi que la pose obligatoire de repères de crues sur les édifices publics ou privés.

#### • **Information de la population pendant l'inondation**

Lorsqu'une crue est annoncée, l'alerte doit être transmise dans les meilleurs délais à toutes les personnes concernées. Plusieurs techniques existent, parmi lesquelles la diffusion systématique de messages téléphoniques de pré-alerte puis d'alerte, à tous les riverains d'une zone inondable, qui peut être réalisée par un dispositif informatisé.

Considérant que le réseau de télécommunications peut être défaillant, d'autres moyens de communication doivent être utilisés : la radio, des sirènes implantées dans les quartiers sensibles, etc.

Au-delà de l'alerte, l'information continue de la population pendant la crise est diffusée par un affichage en des lieux déterminés et accessibles, ou encore par radio, etc.

**Périgueux** : à titre préventif, un véhicule équipé d'un haut-parleur avertit les riverains des rues menacées, dès que l'Isle atteint sa cote d'alerte. L'itinéraire précis de ce véhicule est mentionné sur un document disponible en mairie.

#### ■ **Dispositions particulières plus localisées**

Pour les établissements sensibles existants, des exercices effectués régulièrement permettent de préparer le personnel et les occupants aux dispositions à prendre.

De plus, la circulaire du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et du Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, du 21 janvier 2004, relative à la maîtrise de l'urbanisation et à l'adaptation des constructions en zone inondable, demande que les maîtres d'ouvrage de ces établissements réalisent « *un diagnostic de vulnérabilité* » et prennent « *les mesures qui s'imposent pour assurer le maintien de leur fonction en période de crue : délocalisation, réaménagement, adaptation, surveillance* ».

Par exemple, afin d'améliorer les conditions d'intervention des secours, les équipements collectifs (hôpitaux, stations de traitement des eaux, etc.) peuvent être munis de plate-formes hors d'eau (terrasses, escaliers, etc.) facilitant la réception ou le départ des personnes et du matériel.

### **3.5 - Prise en compte dans la planification pour le futur**

Il est possible d'agir sur l'urbanisme pour tenir compte d'éléments vulnérables du réseau. Par exemple, on n'implantera pas de bâtiment sensible ou stratégique dans un site inondable ou desservi par un réseau routier vulnérable aux inondations.

Cela est souligné par la circulaire du 21 janvier 2004, qui insiste sur « la nécessité impérieuse de ne pas laisser construire de bâtiments utiles à la sécurité civile en zone inondable » et demande que « ces bâtiments restent, en toutes circonstances, aisément accessibles par la route ». Il en est de même pour les nouveaux établissements sensibles (hôpitaux, écoles, maisons de retraite).

Ainsi, le **Plan Local d'Urbanisme (PLU)** peut prévoir par exemple l'aménagement de voiries donnant un accès facile aux différents quartiers en cas de sinistre, l'aménagement d'aires de stationnement des véhicules permettant un dégagement rapide des voies de circulation, une accessibilité aux centres hospitaliers existants ou projetés, depuis tous les points de l'agglomération.



## La mise hors d'eau des réseaux publics

Mesure	Opportunité	Document d'application
Création d'accès routiers permanents aux bâtiments	À tout moment / construction	PPR
Mise hors d'eau du réseau électrique MT-BT	Construction / réfection	PPR
Mise hors d'eau du réseau de téléphone	Construction / réfection	PPR
Mise hors d'eau du réseau de gaz	Construction / réfection	PPR
Mise hors d'eau du réseau d'eau potable	Construction / réfection	PPR / PLU
Mise hors d'eau du réseau d'assainissement des eaux usées	Construction	PPR
Mise hors d'eau des STEP	Construction	PPR / PLU
Contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial	Construction / réfection	PPR

Source : D'après MATE, METL. Plans de prévention des risques naturels. Risques d'inondation. Mesures de prévention.

Le **Plan de prévention des risques naturels** (PPR) prescrit ou recommande certaines mesures relatives aux installations futures et à la réduction de la vulnérabilité des biens existants. Elles sont de plusieurs types, dont : études, par exemple diagnostic de vulnérabilité, et travaux ou aménagements.

Dans le domaine des réseaux, le PPR peut prescrire la mise hors d'eau des postes de transformation électrique et des équipements sensibles pour l'alimentation en eau potable (pompes, armoires électriques, systèmes de traitement, etc.), l'installation de clapets anti-retour au droit des points de rejet des réseaux d'assainissement, l'installation de groupes de secours hors d'eau pour les équipements collectifs névralgiques (hôpitaux, cliniques, maisons de retraite, etc.), etc.

Au niveau du **permis de construire**, l'article R.111-2 du Code de l'urbanisme indique que « *le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions, par leur situation ou leurs dimensions, sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique. Il en est de même si les constructions*

*projetées, par leur implantation à proximité d'autres installations, leurs caractéristiques ou leur situation, sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique* ». L'article R.111-2 du Code de l'urbanisme peut par exemple imposer une cote pour la mise en place d'un transformateur.

### Trois fiches de cas sur l'organisation des collectivités territoriales

#### L'organisation rôdée de Mâcon

Le service technique de la ville de Mâcon a élaboré un système de passerelles sécurisées, et en possède un stock de 4 kilomètres pour couvrir les principales zones d'affluence de la population ; parallèlement, il stocke 10 000 agglomérés en béton, et 300 plateaux en bois qui sont installés à la demande.

Il conserve des plans des zones inondables reportant les cotes des sorties des eaux au niveau des grilles d'eau pluviale et par débordement, les zones inondables par strates de couleur tous les 20 cm, les voies barrées, et les linéaires de passerelles.

Il réalise des reportages photos, à partir de la cote de 6 m, et ceci à chaque hausse de 20 cm du niveau d'eau.

### L'exemple d'une communauté urbaine : le grand Lyon

Un plan de secours inondation existait depuis quelques années dans le Rhône. Il a été remplacé par un plan de secours spécialisé (PSS), antérieur à la crue de mars 2001, qui s'améliore avec les retours d'expériences. Des concertations sont menées par le Grand Lyon et les communes inondées, dans le Val de Saône, pour élaborer des plans communaux de sauvegarde en cas de crue de la Saône.

#### Sur le plan technique

Parmi les actions menées, citons pour le réseau routier :

- la réalisation de plans de déviation routière pour chaque commune : cohérents à l'échelle de la communauté urbaine, ces plans permettent aux maires de prendre des arrêtés de circulation en période d'inondation, conformes au dispositif général, avec les moyens humains et matériels à mettre en œuvre (signalisation, police municipale),
- l'acquisition et le stockage de panneaux pour jalonner ces itinéraires,
- la prise en compte, dans ces plans de déviation routière, de la circulation des transports en commun mais aussi du trafic poids lourds qui est dévié vers les grands axes à partir de Villefranche-sur-Saône à trente kilomètres au nord de Lyon.

Par ailleurs, à la demande des communes concernées, la Communauté Urbaine de Lyon a lancé un marché de fourniture pour acquérir 4000 m linéaires de passerelles piétons sécurisées.

#### Sur le plan organisationnel

Suite à la crue de mars 2001, pour améliorer la gestion de la crise, les évolutions suivantes ont eu lieu :

- La coordination des interventions entre les différentes communes pourra s'appuyer sur la compétence des services de la Communauté Urbaine de Lyon qui sera à même de relayer l'information vers les communes sinistrées et les usagers dans le large secteur géographique de sa compétence.

- Un consensus s'est dégagé entre les différentes communes sinistrées, avec l'assistance du Grand Lyon, et un accord est pris sur les points suivants :

- la mairie de Neuville-sur-Saône déclenchera l'alerte : un puissant logiciel installé dans les locaux de ses services techniques éditera des informations en continu sur les inondations en direction des autres communes,
- un itinéraire de déviation entre plateau et quais de Saône est accepté, prenant en compte les TCL,
- le Grand Lyon s'engage à prendre contact avec les autorités de police pour assurer la sécurité des itinéraires,
- des moyens sont mis à la disposition des communes (passe-relles, agents, etc.) par le Grand Lyon.

Pour les usagers, le Grand Lyon envisage d'éditer un dépliant grand public qui présente les voiries à emprunter en cas de crue. Pour les habitants des zones sinistrées, une distribution de tracts présentera les nouveaux itinéraires des TCL, les points de ramassage des ordures ménagères et les premières consignes de sécurité.

La mise en place d'une main courante par la communauté urbaine de Lyon devrait permettre également de mieux appréhender les coûts relatifs aux inondations et ainsi de mieux organiser la gestion des moyens et des actions à mener.

### L'exemple de Saintes en 1982 et 1994

#### Télécommunications

La mise en place du Plan ORSEC, déclenché en 1982 et en 1994, a nécessité l'installation rapide de lignes téléphoniques et télex.

Une cellule de crise a été organisée en interne. En 1994, France Télécom a participé à la cellule de crise externe, au côté des services techniques, de la gendarmerie, des pompiers et d'EDF.

Durant ces deux crues, les agences commerciales des télécommunications, menacées d'inondation, ont dû interrompre temporairement leur activité. Néanmoins, le service téléphonique d'accueil a été maintenu. Ainsi, en 1994, malgré la fermeture au public des agences inondées, deux camions télé-boutiques mobiles ont été installés.

Les numéros de service aux consommateurs et aux professionnels sont restés accessibles. De plus, des numéros étaient spécialement mis en place pour résoudre les problèmes rencontrés par les riverains, concernant la voirie, par exemple. Pour les meubles à déplacer, les habitants pouvaient également composer le 18.

France Télécom a aussi proposé à chaque sinistré de faire un renvoi d'appel temporaire sur son lieu d'accueil, jusqu'à la décrue. Ce service gratuit a été utilisé par environ 10% des sinistrés.

#### Autres moyens d'information et de communication

Les recommandations concernant les coupures de gaz, d'électricité, de téléphone, les informations pratiques quant à la circulation et à la consommation d'eau ont également pu être transmises aux riverains par d'autres moyens de communication : journaux locaux (Sud-Ouest), dont la distribution n'a jamais cessé, radio locale (Europe 2), qui diffusait plusieurs bulletins d'information par jour. De plus, les cotes de crue et les prévisions à 24 h étaient affichées chaque matin aux extrémités des voies inondées par le personnel des services techniques.

Pendant la crise, les services techniques sont en relation permanente avec la cellule hydrologie de la DDE de Rochefort, qui leur fournit des renseignements sur l'évolution prévisible de la crue. Étant donné que la montée des eaux est lente, les services techniques peuvent anticiper. Tout le personnel est mobilisé pour assurer une assistance aux habitants. Un système d'astreinte 24h/24 est mis en place localement et au niveau régional.

En 1994, les zones inondées étaient surveillées par la DDE, les CRS et la fédération des chasseurs. Ce dispositif semble avoir été efficace puisque aucun acte de malveillance n'a été constaté.



## 4 - Évaluation des mesures de prévention : l'importance du retour d'expérience

Il est important que les collectivités publiques et les exploitants de réseaux dressent systématiquement le bilan de l'inondation vécue, quelle que soit son ampleur, et qu'ils gardent une trace écrite des dommages au réseau, des moyens mis en œuvre, des coûts occasionnés, en intégrant ces renseignements dans des documents facilement exploitables.

Les enseignements issus d'une catastrophe vécue permettent en effet de mieux réagir aux événements futurs. Ces enseignements peuvent mettre en évidence la nécessité :

- de mettre en œuvre des mesures de prévention, comme par exemple la construction de nouveaux postes de transformation hors zone inondable,
- d'identifier les zones à risque et les ouvrages situés dans ces zones, de définir des cotes d'alerte en liaison avec les services d'annonce de crue,
- d'organiser le suivi des crues des cours d'eau situés à proximité des ouvrages du réseau,
- de disposer de moyens de substitution pour pallier une éventuelle interruption de service.

Pour le réseau routier par exemple, l'expérience acquise au cours d'un événement par les services municipaux et les subdivisions de la DDE peut être exploitée et permettre ainsi de recenser les perturbations observées, en relation avec les niveaux atteints aux différentes stations de mesures. Ce recensement permet d'établir des cartes de viabilité des réseaux en fonction des niveaux d'eau et d'anticiper les fermetures de routes en fonction des prévisions effectuées par le service de prévision de crues.

Soulignons aussi l'importance de la culture du risque, ancrée dans les mentalités et pour laquelle les nombreux retours d'expériences enrichissent la connaissance du phénomène. La ville de Saintes, parmi d'autres, en est une bonne illustration : ses habitants, ayant vécu deux crues importantes en moins de vingt ans, ont acquis de bons réflexes face

à de tels événements. Qu'il s'agisse des personnels des secours et des services techniques de la ville, ou encore des riverains, chacun sait réagir rapidement et efficacement en période de crue. Les actions collectives et la solidarité s'organisent instantanément.



### Exemple de Lyon et Mâcon après la crue de mars 2001

L'exemple de la crue de mars 2001 à Lyon et Mâcon montre comment le retour d'expérience s'est organisé pour la gestion des réseaux en période de crise.

L'action menée par la mission transversale de coordination territoriale du **Grand Lyon** est intéressante car elle associe dans une réflexion globale des services internes qui ont un rapport direct avec les dommages liés aux risques inondation (voirie, nettoyage). L'analyse des incidents avec une main courante qui alimente une base de données « risques » permet de bien gérer les moyens et ainsi d'anticiper des actions.

Un **gestionnaire de réseau** a développé une approche de la connaissance du risque en interne : la Société Lyonnaise de Transport en Commun (SLTC) a établi un plan inondations, formalisé dans un document à destination de ses employés ainsi que des supports d'informations à destination du public.

Les services techniques de la ville de **Mâcon** ont sensiblement la même approche. Ils disposent de documents bien renseignés reportant : les hauteurs d'eau à partir desquelles le réseau d'eau pluviale déborde et refoule par les grilles, les zones inondables par cotes de 20 cm, les voies barrées et l'implantation des linéaires de passerelles. Ces documents servent de base à la mise en œuvre de toute l'action en période de crise. Une protection totale ou même partielle du centre-ville de Mâcon étant financièrement irréaliste, la commune a centré son action sur la connaissance et la prévention. Une bonne connaissance des événements passés permet de mieux gérer les crues à venir.

# Fiches par réseau

*Les fiches listent les différentes défaillances possibles et les mesures de mitigation. Elles constituent une aide au diagnostic et donnent des idées-clé de prévention.*

*Les réseaux suivants sont étudiés :*

*fiche 1 : réseau d'électricité*

*fiche 2 : réseau de gaz*

*fiche 3 : réseau de télécommunications*

*fiche 4 : réseaux de déplacements urbains*

*fiche 5 : réseau d'eau potable*

*fiche 6 : réseau d'assainissement*

*fiche 7 : réseau de chauffage urbain*

*fiche 8 : réseau de navigation*

*fiche 9 : réseau d'éclairage public*



# Fiche 1 - Réseau d'électricité

## 1.1 - Présentation du réseau

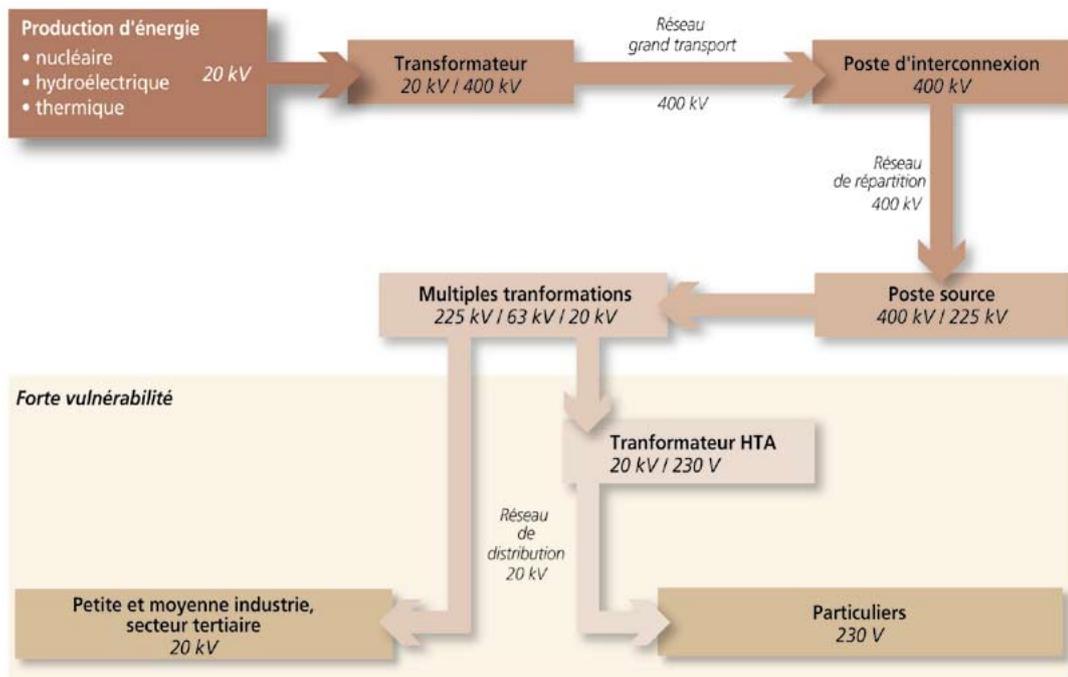
*Remarque préalable : les installations des particuliers ne sont pas développées dans ce document.*

Depuis sa production jusqu'à sa distribution chez les clients, entreprises ou particuliers, l'énergie électrique subit de nombreuses transformations. Le poste de transformation permet ces augmentations ou diminutions de voltage en fonction des besoins.

Le schéma ci-dessous fait apparaître la multitude d'intermédiaires précédant l'arrivée du courant en zone urbaine. Après avoir transité via les réseaux de grand transport et de répartition, l'électricité arrive en ville à 90 000 ou 63 000 volts. Ce voltage est alors abaissé à 20 000 volts pour permettre le transport de l'énergie électrique par des lignes moyenne tension aériennes ou souterraines.

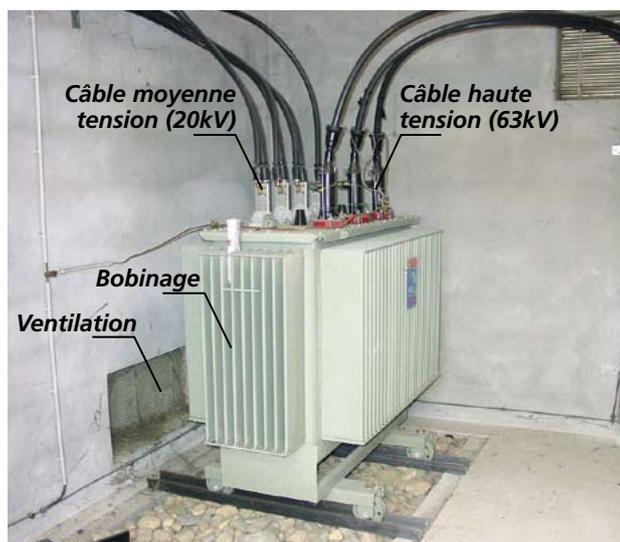
### Présentation schématique du réseau d'électricité

Source : CETE du Sud-Ouest.



### Quelques définitions (d'après l'article 3 de l'arrêté du 17 mai 2001).

Domaine de tension des ouvrages (lignes aériennes, câbles souterrains, postes)	Valeur de tension
Haute tension HTB	Supérieure à 50 kV en courant alternatif ou supérieure à 75 kV en courant continu lisse
Haute tension HTA	De 1 kV à 50 kV inclus en courant alternatif ou de 1,5 kV à 75kV en courant continu lisse
Basse tension BT	De 50 V à 1 kV inclus en courant alternatif ou de 120 V à 1 500 V en courant continu lisse



Source : CETE du Sud-Ouest.

Un transformateur électrique HTA (20 kV / 230 V).

Les principaux textes officiels relatifs à la conception et à la réalisation d'un réseau de desserte électrique sont les documents de l'union technique de l'électricité (UTE) et les normes françaises, en particulier la norme NF C 14-100 installations de branchement de 1<sup>re</sup> catégorie comprises entre le réseau de distribution publique et l'origine des installations intérieures. De plus, l'arrêté du 17 mai 2001, dit « arrêté technique », fixe les conditions techniques auxquelles

doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, notamment en prenant en compte le retour d'expérience des tempêtes et accidents récents. Quelques articles sont relatifs à l'humidité ou à l'immersion [cf. annexe 3].

## 1.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

C'est à partir de la distribution que le réseau électrique est le plus vulnérable aux inondations : les dommages portent essentiellement sur les transformateurs HTA et les branchements individuels.

**Nîmes, 1988.** 40 000 foyers ont été privés d'électricité pendant une journée, suite à la destruction de poteaux électriques.

**Paris et Seine-Saint-Denis<sup>14</sup>, 1990.** La pénétration des eaux de ruissellement par les accès et les grilles d'aération a entraîné l'inondation de 2 000 transformateurs souterrains. Ont été ainsi privés d'électricité : 5 hôpitaux, 4 arrondissements (XI<sup>e</sup>, XII<sup>e</sup>, XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup>) situés sur le trajet de l'orage, et la ville de Pantin pendant 24 heures.

14 - GUITON M., 1998.

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Poste de transformation HTA (20 kV / 230 V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennoiemment : court-circuit provoqué par le contact avec l'eau.</li> <li>• Dépôt de fines et d'éléments grossiers.</li> </ul> <p><i>Les postes de transformation ne sont pas étanches et pour éviter les surchauffes, le local les abritant doit être aéré. L'eau peut s'y introduire et dégrader le transformateur par le dépôt de fines et d'éléments grossiers. L'existence de parties nues sous tension constitue aussi un facteur de vulnérabilité vis-à-vis de l'eau.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbation, interruption de l'alimentation en électricité.</li> <li>• Foyers privés de courant pendant la crue et parfois plusieurs jours après la décrue.</li> <li>• Perturbation de la vie des usagers particuliers (plus d'éclairage, de chauffage, etc.) et des activités économiques.</li> </ul>
Lignes aériennes et enterrées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture consécutive à une déstabilisation du sol.</li> <li>• Endommagement, destruction des poteaux et des lignes électriques aériennes.</li> </ul> <p><i>Surtout en cas de crue rapide.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problèmes de fonctionnement des centres vitaux des autres réseaux (central téléphonique, central feux tricolores, panneaux à messages variables, stations de pompage, éclairage public, etc.).</li> </ul>
Branchements individuels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennoiemment : court-circuit provoqué par le contact avec l'eau.</li> </ul>	



### 1.3 - Mesures d'adaptation des réseaux

#### ■ Postes de transformation moyenne tension et basse tension

Le guide « PPR - Risques d'inondation - Mesures de prévention »<sup>15</sup> recommande que les postes de transformation soient :

- situés au minimum à 1 mètre au-dessus du niveau de la crue de référence,
- accessibles par des moyens terrestres lorsque la durée de crue est supérieure à 3 jours,
- implantés, si possible, hors des champs d'inondation où la vitesse est supérieure à 1 m/s.

Même s'ils ne sont pas étanches, les postes de transformation peuvent continuer à fonctionner dans 60 cm à 1 m d'eau. En effet, le bobinage, rempli d'huile, est étanche, de même que les branchements des câbles haute tension (63 000 volts). Seuls les branchements des câbles moyenne tension (20 000 volts) et basse tension (230 volts) sont sensibles à l'eau. C'est donc essentiellement pour éviter la dégradation des installations par le dépôt de fines et d'éléments

15 - Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 2002.

Source : CETE du sud-ouest.



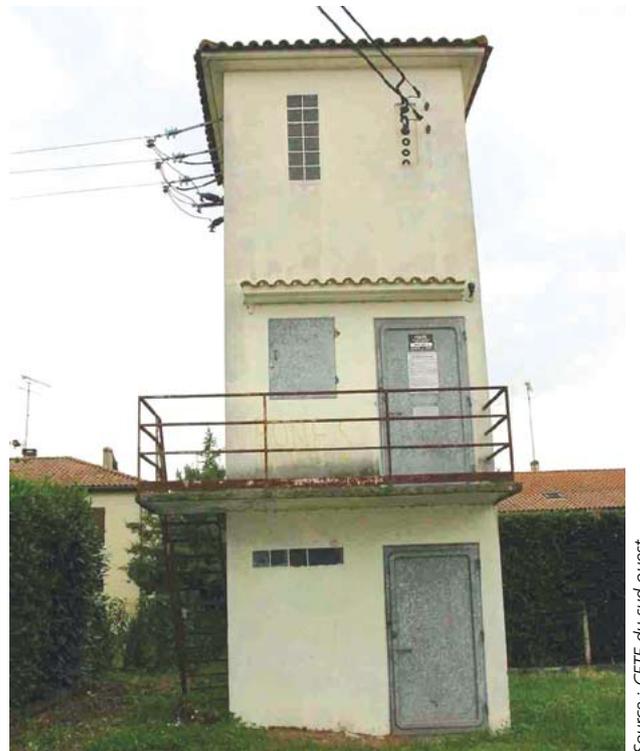
Deux postes de transformation électrique situés dans le lit majeur de la Garonne.

À Marmande (33), le gestionnaire du réseau d'électricité a pris en compte le risque inondation lors de l'implantation de ses postes de transformation électrique : les transformateurs sont placés soit en haut d'un poteau, soit à l'étage d'un bâtiment.



Un transformateur électrique sur poteau, en zone inondable.

Source : CETE du sud-ouest.



Source : CETE du sud-ouest.

grossiers charriés par l'eau, que les transformateurs sont surélevés. Par ailleurs, ces postes de transformation collectifs, comme les compteurs, sont munis de dispositifs de coupure automatique (disjoncteurs), les préservant des court-circuits.

### ■ Lignes électriques

Les lignes électriques sont généralement hors de portée des inondations, car elles sont pour la plupart aériennes. Seuls les câbles situés en zone urbaine et péri-urbaine sont souterrains. Lors de la construction de nouvelles lignes, les câbles enterrés, étanches, sont préférés aux lignes aériennes, notamment pour des raisons paysagères. L'enfouissement a d'autres avantages : il permet de limiter la vulnérabilité du réseau aux tempêtes, il facilite également l'approche d'un hélicoptère pour l'évacuation de sinistrés.

Lorsque les lignes électriques sont **aériennes**, il est recommandé de les placer au moins à 2,50 m au-dessus du niveau de la crue de référence, pour permettre le passage des engins de secours. De plus, les poteaux supportant ces câbles doivent être solidement ancrés pour éviter leur arrachement, surtout par des inondations rapides.

Pour les câbles **enterrés**, il s'agit de modifier, s'il y a lieu, la structure du réseau pour éviter au maximum les zones de fort écoulement. Cependant, soulignons que l'isolation des câbles enterrés les protège contre les atteintes de l'eau, y compris au niveau des raccords, qui se font dans des boîtiers étanches. La norme NF C 11-201, selon laquelle les câbles sont conçus pour supporter l'immersion dans des marais, étangs ou autres plans d'eau, témoigne de l'efficacité de cette isolation.

### ■ Installations particulières (branchements et compteurs)

Le guide « *PPR - Risques d'inondation - Mesures de prévention* » recommande que les compteurs d'électricité soient surélevés et que les branchements électriques intérieurs soient au moins à 50 cm au-dessus de la cote de référence.



Source : CETE du sud-ouest.

Un compteur électrique surélevé, en zone inondable à la Réole.

Saintes, 1982. Tous les compteurs de gaz et d'électricité ont été rehaussés à 10 cm au-dessus du niveau de la crue de 1982.

## 1.4 - Plan de secours des exploitants

### ■ À l'échelle nationale

Concernant la conduite à suivre en période de crise, EDF dispose du plan **ADEL** (action dépannage électricité). Ce plan de secours n'est pas spécifique au risque inondation, mais il prend en compte le risque climatique. En cas d'évènement climatique majeur, EDF est averti direc-

### Les principales mesures d'adaptation des réseaux

Poste de transformation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hors d'eau et hors des champs d'inondation où la vitesse de l'eau est supérieure à 1 m/s</li> <li>• Accessibles en période de crue</li> </ul>
Lignes électriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hors des zones d'écoulement préférentiel (pour les crues rapides)</li> </ul>
Installations particulières	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compteurs électriques et branchements intérieurs hors d'eau</li> </ul>



tement par Météo France, ou via la Préfecture. Les agents sont alors mis en pré-alerte et une permanence est assurée 24h/24. Ce plan comporte une liste d'**abonnés prioritaires**, parmi lesquels, outre les hôpitaux et les établissements de secours, figurent les stations de pompes et les équipements de télécommunication.

Suite à la tempête de décembre 1999, un autre dispositif a été créé : la **FIRE** (force d'intervention rapide électricité). Ce système prévoit, en cas d'événement sur un département, une mobilisation rapide d'agents des départements limitrophes. L'objectif premier de ce nouveau plan de secours est le rétablissement du service public dans les meilleurs délais.

#### ■ **Localement**

De plus, localement, l'exploitant mène des réflexions pour minimiser et anticiper les risques sur son réseau et définir suffisamment tôt les actions à mettre en œuvre pour protéger ses installations. Pour cela, elle doit pouvoir accéder à des informations fiables sur l'annonce de crue.

Par exemple, pour optimiser la gestion de l'inondation, EDF-GDF Service Lyon Métropole a mis en place :

- la réalisation d'exercice de simulation d'inondation, en février 2001, et l'intégration de ce risque dans son plan de crise,
- des bureaux de dépannage électricité et gaz joignables 24h/24 avec possibilité de faire intervenir des agents d'astreinte à tout moment.

L'exploitant envisage aussi de construire de nouveaux postes hors des zones inondables, d'identifier les zones à risques, de définir des cotes d'alertes en liaison avec le service Navigation Rhône-Saône, et d'organiser le suivi des crues des cours d'eau à proximité de ses ouvrages.

### ***1.5 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale***

#### ■ **Moyens de substitution**

En cas d'endommagement de l'alimentation électrique principale, il est important de prévoir des lignes et des postes de transformation complémentaires pour alimenter en énergie les installations collectives sensibles (hôpitaux par exemple). Des réseaux électriques temporaires peuvent également être mis en place.

#### ■ **Protection du réseau**

Des postes HTA/BT situés en zone inondable peuvent être mis hors service avant l'arrivée de l'eau pour préserver le matériel et assurer la sécurité des personnes. De même, du matériel sensible peut être démonté avant d'être inondé, ou bien surélevé provisoirement, sur des parpaings par exemple.

#### ■ **Réparation**

Si les installations électriques sensibles sont menacées de submersion, leur alimentation en énergie doit être coupée pour éviter les courts circuits et assurer la sécurité des usagers. Il peut s'agir de la mise hors tension des postes de transformation.

#### ■ **Remise en service**

À la décrue, avant la remise en service du réseau électrique, l'eau est pompée, les installations électriques (postes de transformation MT et BT, branchements BT des abonnés) sont séchées puis vérifiées, pour leur mise en sécurité.

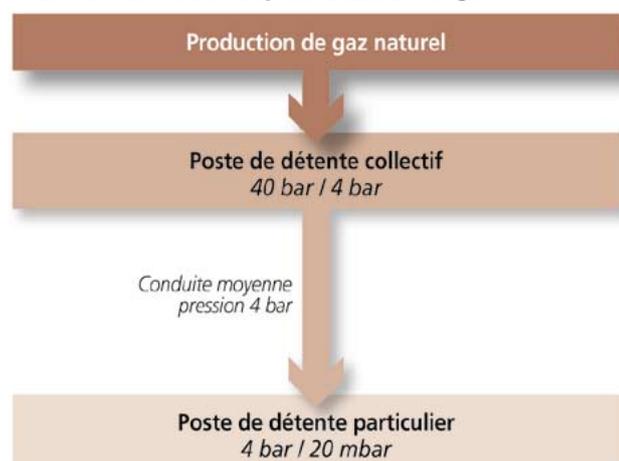
Dans certains cas, les réparations ne suffisent pas et certaines parties du réseau doivent être remplacées. Ainsi, les branchements électriques qui ont été submergés ne sont pas récupérables et doivent être remplacés.

## Fiche 2 - Réseau de gaz

### 2.1 - Présentation du réseau

La conception du réseau de gaz est relativement simple. Sur le principe elle se rapproche du réseau d'électricité. Depuis la production vers l'utilisateur, des conduites de capacité décroissante se succèdent. Les transformations entre pressions décroissantes sont réalisées par des postes de détente.

#### Présentation schématique du réseau de gaz



Source : CETE du sud-ouest.

Actuellement, les conduites 4 bar arrivent directement chez les abonnés. Anciennement, les postes de détente 4 bar/20 mbar étaient prolongés par des conduites très basse pression (20 mbar), qui n'existent quasiment plus aujourd'hui en raison de leur trop grande vulnérabilité. En particulier, ces conduites sont particulièrement sensibles au phénomène d'infiltration (la pression de l'eau est supérieure à celle du gaz).

### 2.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

Les postes de détente sont généralement disposés dans les armoires de rue. Les événements sont disposés suffisamment haut pour ne pas être atteints par la



Un poste de détente collectif (40 bar/4 bar).

Source : CETE du sud-ouest.



Un poste de détente individuel (4 bar/20 mbar).

Source : CETE du sud-ouest.

montée du niveau de l'eau. Mais la nécessité d'intégrer les ouvrages dans le paysage incite à enterrer des postes. Ils sont alors plus facilement inondés. Lorsque l'eau atteint les événements, elle entraîne une augmentation de pression, détectée par les installations de sécurité, qui déclenchent une coupure d'alimentation. Outre cette coupure de sécurité, une élévation trop importante de pression peut provoquer des dommages aux appareils et des inflammations<sup>16</sup>.

16 - Source : IPGR et EDF / GDF de Marseille.



Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Postes de détente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennoïement : les postes de détente peuvent fonctionner noyés, tant que les événements sont hors d'eau. Si l'eau pénètre dans les événements, un système de sécurité coupe automatiquement la distribution de gaz.</li> <li>• L'eau et la boue peuvent envahir les installations de gaz.</li> </ul> <p>À Nîmes en 1988, la plupart des ouvrages, même noyés, ont continué à fonctionner.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbation ou interruption de la distribution de gaz</li> <li>• désagréments pour les usagers (chauffage, eau chaude, etc.)</li> </ul>
Conduites de gaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pénétration d'eau dans les conduites de gaz.</li> <li>• Rupture ou fragilisation de canalisation ou de câble consécutive à une déstabilisation du sol : apparition de défauts d'étanchéité du réseau.</li> </ul>	
Branchements	Les branchements en façade d'immeuble sont facilement endommagés par les chocs d'objets charriés par l'eau.	

### 2.3 - Mesures d'adaptation des réseaux

#### ■ Installations collectives de détente

Afin d'éviter l'entrée de l'eau dans les événements, les solutions possibles sont <sup>17</sup> :

- ne pas enterrer les détenteurs,
- découper le réseau en petits îlots, afin de limiter la gêne aux usagers,
- raccorder les événements à un tube ramené à l'extérieur du poste et remonté en façade à une hauteur suffisante pour ne pas être inondé,



CETE du sud-ouest.

Un poste de détente (40 bar/4 bar), situé dans le lit majeur de la Garonne.

À Marmande, l'exploitant du réseau de gaz a pris en compte le risque inondation lors de l'implantation de ses postes de détente collectifs, qui sont généralement positionnés à l'étage d'un bâtiment.

- isoler automatiquement les événements lors d'une inondation : ce dispositif innovant, peu répandu, a été mis en place dans la ville de Marseille, dans les lieux soumis au risque d'inondation par ruissellement pluvial ; il a bien fonctionné lors des inondations de décembre 2003.

#### ■ Conduites de gaz

##### • Localisation et mise hors d'eau

Pour les canalisations de gaz, enterrées, il s'agit de modifier, s'il y a lieu, la structure du réseau pour éviter les zones d'écoulement préférentiel.

Nîmes. Les canalisations ont été sorties, dans la mesure du possible, des cadereaux<sup>18</sup>.

##### • Étanchéité

Les conduites de gaz sont généralement étanches. Cette protection du réseau vis-à-vis de l'air et de l'eau est nécessaire pour son bon fonctionnement. La vérification régulière de l'étanchéité du réseau de gaz par le passage d'un véhicule renifleur permet de déceler les faiblesses du réseau et d'effectuer les réparations nécessaires, afin de réduire le risque d'infiltration.

<sup>17</sup> - Source : IPGR et EDF / GDF de Marseille.

<sup>18</sup> - Les cadereaux sont des cours d'eau méditerranéens temporaires, à sec en été, dont les niveaux peuvent monter rapidement lors de pluies importantes.

**Langon.** Le réseau de gaz est régulièrement vérifié jusqu'au compteur privatif. Les canalisations sont étanches, accessibles et maillées.

**Marmande.** Les vieilles conduites basse pression (20 mbar), plus sensibles au phénomène d'infiltration, sont progressivement remplacées par des conduites moyenne pression (4 bar). La détente (4 bar / 20 mbar), s'effectue alors chez l'abonné. De plus, l'étanchéité du réseau de gaz est régulièrement vérifiée à l'aide d'un véhicule renifleur.

### • Amélioration de la résistance mécanique des canalisations de transport de gaz

Suite aux inondations de Nîmes en 1988, il est apparu que le réseau de gaz ancien se comportait généralement bien. Les canalisations en polyéthylène, qui flottent en cas de submersion, constituent un bon matériel et celles en acier sont excellentes. À Nîmes, les canalisations fragilisées ont été remplacées par de l'acier.

### ■ Installations particulières de gaz (branchements et compteurs)

Il est recommandé de surélever les compteurs de gaz.

#### Les principales mesures d'adaptation des réseaux

Poste de détente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postes hors d'eau.</li> <li>• Événements hors d'eau ou isolés.</li> </ul>
Conduites de gaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hors des zones d'écoulement préférentiel.</li> <li>• Étanches à l'air et à l'eau.</li> </ul>
Installations particulières de gaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Branchements et compteurs hors d'eau.</li> </ul>

**Saintes, 1982.** Tous les compteurs de gaz et d'électricité ont été surélevés à 10 cm au-dessus du niveau de la crue de 1982.

**Marmande.** Dans les quartiers inondables, les postes de détente individuels (4 bar/20 mbar), situés à l'extérieur des propriétés des clients, sont généralement positionnés hors d'eau.

## 2.4 - Plan de secours des exploitants

Face au risque de crue, GDF dispose du plan ORIGAZ. Comme le plan ADEL pour l'électri-

cité, il n'est pas spécifique au risque inondation. Ce plan de secours décrit la conduite à suivre et répertorie les moyens matériels et humains mobilisables en temps de crise. L'organisation de crise (centralisation des appels, astreinte, cellule de crise, etc.) comporte plusieurs niveaux en fonction du nombre d'abonnés touchés.

## 2.5 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

### ■ Réparation

Lorsque l'eau s'est infiltrée dans les conduites de gaz, elle doit être évacuée au fur et à mesure, afin de limiter les dégâts au réseau.

**Saintes, 1982 et 1994.** Des scaphandriers pompaient l'eau infiltrée dans les conduites de gaz. Quatre pompes ont fonctionné en permanence. Un poste de détente (4 bar / 20 mbar) a été installé provisoirement, pour abaisser la pression dans les canalisations.

En cas de rupture de conduite de gaz, consécutive à la surpression exercée par l'eau infiltrée ou à l'arrachage, l'alimentation des parties menacées doit être coupée, afin d'assurer la sécurité du public.

### ■ Remise en service

Avant la remise en service du réseau de gaz, des véhicules « renifleurs » recherchent les fuites éventuelles. Il s'agit de camions équipés d'instruments mesurant le taux de particules de gaz naturel. En cas de fuite dans le réseau, le gaz naturel, plus léger que l'air, remonte à la surface de la voirie, où sa présence peut être détectée.

Dans certains cas, outre les réparations, certaines parties du réseau doivent être remplacées : canalisations de gaz affectées dans leur stabilité, équipements (détendeurs, pompes, etc.).

*Remarque : les conduites de gaz dans lesquelles l'eau s'est infiltrée peuvent à nouveau fonctionner après le retrait de l'eau, sans travaux de réhabilitation lourds, contrairement aux branchements électriques submergés, qui ne sont pas récupérables et doivent être remplacés.*



## Fiche 3 - Réseau de télécommunications

### 3.1 - Présentation du réseau

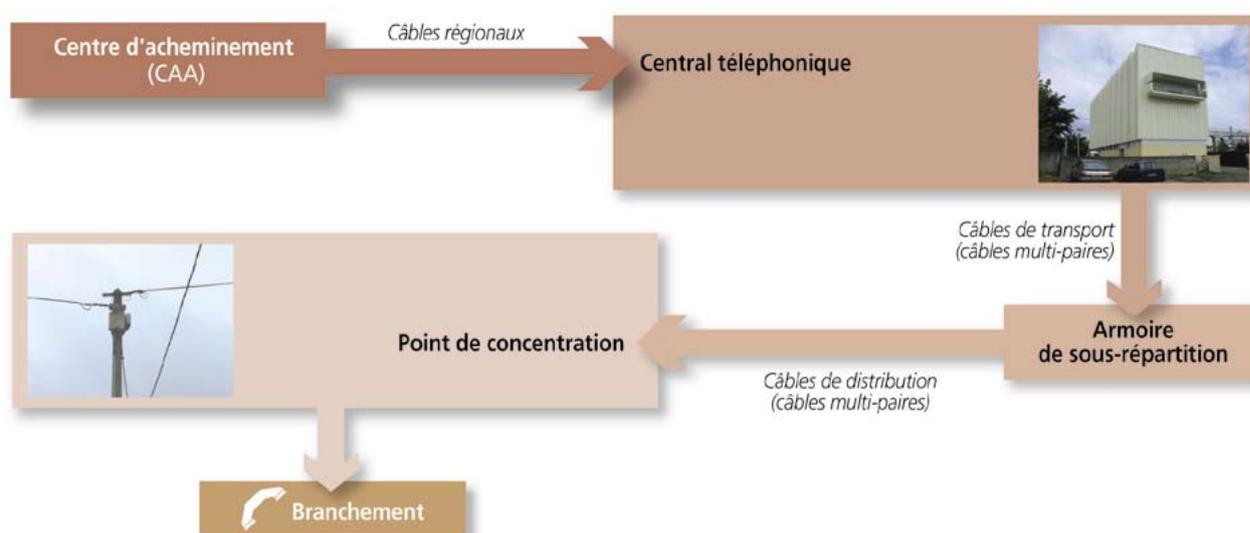
Le schéma suivant illustre la fonction de chacune des installations ainsi que leurs interrelations.

La boucle locale désigne l'ensemble des installations impliquées dans la transmission des communications, depuis le centre d'acheminement automatique (CAA) jusqu'au téléphone de l'abonné. Des câbles régionaux répartissent les communications depuis ce centre d'acheminement vers des centraux téléphoniques. Un central télé-

phonique constitue le point de départ de plusieurs milliers de lignes. À titre d'exemple, chacune des communes de la périphérie bordelaise dispose d'un central téléphonique. Les lignes quittent le central dans des câbles de transport, chacun étant prolongé par des câbles de distribution. La jonction entre les têtes de ces deux types de câbles se réalise dans une armoire de sous-répartition. Enfin, le câble de distribution se termine par un point de concentration, d'où partent les lignes de plusieurs abonnés.

#### Schéma de la boucle locale

Source : CETE du sud-ouest.



#### Quelques définitions

- **Boîte RP** : coffret plastique contenant des réglettes de raccordement des paires d'un câble pour lesquelles une protection contre les surtensions est prévue.
- **Câbles 112P** : câbles 112 paires, pouvant supporter le raccordement de 112 clients au service téléphone analogique.
- **Sous-répartiteur d'immeuble (SRI)** : gros coffret plastique ou métallique recevant des blocs de raccordement pour les paires d'un câble.
- **Réseau de transport** : ensemble des câbles qui relient le répartiteur général au premier point d'éclatement des câbles sur des organes appelés têtes de câbles de sous-répartition.
- **Réseau de distribution** : ensemble des lignes d'abonnés qui sont regroupées en câble entre la sous-répartition et le point d'éclatement en paires unitaires appelé point de distribution ou point de concentration.

### 3.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Central téléphonique, armoires de sous-répartition, points de concentration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Submersion entraînant l'interruption de leur fonctionnement.</li> <li>• Détérioration du central ou de la sous-répartition.</li> </ul> <p><i>Le central est très sensible du fait de l'important dispositif d'alimentation en énergie qu'il abrite</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abonnés privés de l'usage de leur téléphone pendant la crue et parfois plusieurs jours après la décrue.</li> <li>• Aggravation de la crise par l'absence de moyens de communication (alerte, appel des secours, organisation de l'évacuation, etc.).</li> <li>• Difficultés pour la télésurveillance (prévision de crues, gestion du réseau d'assainissement, etc.).</li> <li>• Perturbation de la vie sociale et des activités économiques.</li> </ul>
Câbles souterrains	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infiltration de l'eau dans les câbles souterrains si les connexions ne sont pas étanches.</li> <li>• Encombrement des canalisations et des chambres souterraines et obstruction des passages.</li> </ul>	
Câbles souterrains et aériens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les câbles téléphoniques et leur protection peuvent être emportés, détériorés ou rompus, par traction lors de l'effacement de supports aériens ou, même lorsqu'ils sont enterrés, par mouvement du sol ou destruction d'ouvrage d'art.</li> </ul> <p><i>Surtout en cas de crues rapides (embâcles, courant).</i></p>	
Branchements chez les abonnés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Submersion des prises de téléphone.</li> <li>• Oxydation des connectiques d'extrémité.</li> </ul>	

**Nîmes, 1998.** Le central téléphonique souterrain a été ennoyé par l'eau, qui a pénétré dans la salle par les câbles électriques souterrains mis en place dans des tranchées drainantes<sup>19</sup> 65 000 lignes téléphoniques ont été coupées, ce qui a entraîné l'interruption des liaisons téléphoniques, et donc des demandes de secours.

**Paris et Seine-Saint-Denis, 1990.** Dysfonctionnement des circuits de transmission au sein de Météo France le jour de la catastrophe (non transmission du Bulletin météorologique spécial)<sup>20</sup>.

**Vaison-la-Romaine, 1992.** Immersion du central téléphonique de Vaison-la-Romaine d'une part, défaillances du fonctionnement des appareils de mesures (trois limnigraphes [voir glossaire p. 109] emportés) d'autre part<sup>21</sup>.

### 3.3 - Mesures d'adaptation des réseaux

#### ■ Localisation et mise hors d'eau

Une première étape consiste à recenser les centraux téléphoniques vulnérables, ainsi que les cotes de toutes les installations et à les intégrer dans une base de données, en faisant figurer le

**Nîmes, 1988.** Pour éviter que les câbles soient arrachés par les flots, de nouveaux itinéraires sont choisis pour le réseau en dehors des cadéreaux et des points bas. Les armoires de sous-répartition sont mises de préférence sur des points hauts.

nombre de clients en référence à chaque sous-répartiteur. Ensuite, il est possible d'agir soit sur le réseau, soit sur les installations sensibles.

L'action sur le **réseau** consiste à modifier sa structure pour le placer hors des zones d'écoulement préférentielles.

Les **installations sensibles** d'électronique (centre d'acheminement automatique, central téléphonique) ou de connexions (armoire de sous-répartition, point de concentration, branchement chez les abonnés) doivent être mises hors d'eau. Il suffit pour cela de les surélever, par exemple en les plaçant non pas dans les sous-sols, mais dans les étages.

19 - Rapport Ponton cité par GUITON M.

20 - GUITON M., 1998.

21 - GUITON M., 1998..



**La Réole (33).** Le central téléphonique, situé dans la ville haute et de surcroît, à l'étage d'un bâtiment, est hors d'eau. Concernant les installations en zone inondable, les armoires de sous-répartition, submergées dans les années 80, ont été repositionnées en hauteur. Ainsi, une sous-répartition anciennement située en bord de Garonne a été réimplantée sur un pont. Les boîtiers de concentration sont surélevés à plusieurs mètres de hauteur [cf. illustration ci-contre].



CETE du sud-ouest.

Comparaison du positionnement d'un point de concentration, selon que la zone est inondable ou non.



CETE du sud-ouest.

Près de La Réole, une cabine téléphonique surélevée.

Même si la tendance est à la raréfaction de ces cabines, leur vulnérabilité peut être réduite en les surélevant. Ainsi, près de La Réole, une cabine téléphonique a été implantée, hors d'eau, sur une digue traversant la zone inondable. Mais reste alors le problème d'accessibilité des personnes handicapées.

## ■ Étanchéité par pressurisation ou gel de pétrole

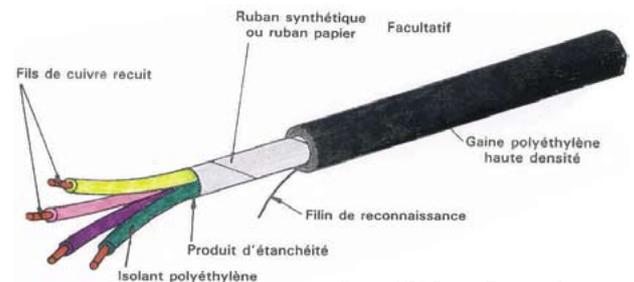
### • Les câbles

Quelle que soit leur fonction (transport, distribution, raccordement de l'abonné), les câbles des télécommunications sont constitués d'un ensemble de lignes téléphoniques en nombre plus ou moins important, protégés par une gaine en polyéthylène.

Ces câbles étant le plus souvent souterrains, ils doivent résister aux atteintes de l'eau par infiltration ou submersion.

L'étanchéité des câbles peut être réalisée par deux techniques :

- l'isolation des petits câbles (abonnés, distribution, etc.) ou des câbles placés en pleine terre est assurée par un gel de pétrole : on les nomme alors « câbles à graisse »,



Source URR France Télécom Bordeaux.

- les câbles les plus importants (câbles régionaux et de transport) sont pressurisés ; la pression de l'air impulsé dans ces câbles est de 500 mbar (les câbles pressurisés sont donc conçus pour résister à une colonne d'eau de 5 m).

L'étanchéité des jonctions intra-câbles s'obtient par des « protections d'épaisseurs » [cf. illustrations page suivante]. Lorsque les câbles sont pressurisés, ces manchons protecteurs de polyéthylène le sont également. Dans tous les cas, la connexion entre chaque paire de fil se fait grâce à des connecteurs unitaires remplis de gel de pétrole.

Par ailleurs, ces jonctions, qui se font dans des chambres souterraines, peuvent parfois bénéficier d'une protection supplémentaire, qui consiste à équiper les chambres souterraines de pompes

URR France Télécom Bordeaux.



Protections d'épissures pressurisées dans une chambre souterraine.

Techniciens au travail sur les connexions d'une protection d'épissure.

URR France Télécom Bordeaux.



de relevage permettant l'évacuation de l'eau par temps d'orage.

Suite aux inondations des années 1980, France Télécom a entrepris, sur plusieurs années, de mettre sous pression une grande partie de ses réseaux entre les répartiteurs et sous-répartiteurs. Ces travaux ont été réalisés dans les zones urbaines et semi-rurales, qu'elles soient inondables ou pas.

#### • La sous-répartition

Afin de fiabiliser la connexion entre les câbles de transport et de distribution, les têtes de câbles sont enduites de gel de pétrole. Après la crue, lorsque les jonctions sont sèches, elles fonctionnent à nouveau sans nécessiter aucune réparation. Cette nouvelle technologie, développée suite aux inondations de 1988 à Nîmes, préserve les têtes de câbles de l'oxydation.

#### ■ Amélioration de la résistance mécanique

Les poteaux des lignes téléphoniques aériennes doivent être solidement ancrés pour résister aux flots et à l'érosion. Dans les sites soumis aux inondations rapides, il est préférable de choisir des lignes enterrées parfaitement étanches.

#### Les principales mesures d'adaptation des réseaux

Réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hors des zones d'écoulement préférentiel (cas des crues rapides).</li> <li>• Étanchéité des câbles (câbles à graisse et câbles pressurisés), des jonctions intra-câbles et de la sous-répartition.</li> <li>• Pour les lignes aériennes, en zone soumise à des crues rapides, ancrage des poteaux.</li> </ul>
Centraux et installations sensibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise hors d'eau.</li> </ul>

### 3.4 - Plan de secours de l'exploitant

Pour pouvoir surmonter les situations extrêmes, France Télécom a mis au point un plan de crise spécifique : le plan CRISTEL (crise téléphone) permet d'accélérer le rétablissement du service grâce à une mobilisation rapide des hommes et des matériels. Ce plan de secours prévoit la mise en oeuvre immédiate de techniques d'intervention, au niveau national ou régional, selon une organisation préalablement établie. Il est articulé en quatre sous-plans :

- Le plan CRISTEL interurbain est déclenché pour faire face aux sinistres graves. Les dommages pris en compte sont la coupure d'une artère de transmission, par exemple, ou bien l'indisponibilité totale ou partielle d'un centre de transmission. Ce plan permet la mise en place de nouveaux circuits (nécessaires à l'écoulement du trafic exceptionnellement élevé) et le retour à une situation quasi normale du trafic longue distance.
- Le plan RADIAL (réparation accélérée des dégâts d'intempéries aux lignes) est déclenché lorsque le réseau des lignes est touché. L'objectif de ce plan est un retour à la normale en 15 jours. Ses composantes sont l'alerte des services concernés et une organisation spécifique, permettant de mobiliser des moyens importants au plan national (renforts en hommes et en matériel).



- Le plan CRISTEL énergie concerne les sinistres provoquant des coupures de courant prolongées, qui affectent l'alimentation en énergie des équipements de télécommunications. Il permet le rétablissement des installations d'énergie des centraux.

- Le plan PRISME (plan de raccordement des installations de secours mobiles électroniques) permet de faire face aux sinistres ayant détruit les installations téléphoniques de commutation ou de transmission.

### 3.5 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

#### ■ Moyens de substitution

Pour assurer la continuité du service malgré l'endommagement du réseau, des matériels de substitution sont prévus (câbles de secours, connectiques), mais aussi des installations de secours provisoires : lignes téléphoniques de fortune, cabines téléphoniques mobiles.

**Aude, Hérault, Pyrénées-orientales et Tarn, 1999.** La capacité de réaction devant les difficultés de transmission a permis d'assurer en mode dégradé la continuité de l'essentiel des communications indispensables à la gestion de la crise. Les moyens utilisés ont été :

- les téléphones portables,
- les liaisons radio des gendarmeries et des SDIS,
- la mobilisation de l'ADRASEC (association départementale des radio amateurs au service de la sécurité civile, représentation locale de la fédération nationale des radio amateurs au service de la sécurité civile),
- les liaisons satellitaires.

**Nîmes, 1988.** Des raccordements spéciaux ont été construits pour desservir les centres de secours d'urgence. Des lignes de fortune ont été installées pour les usagers prioritaires (la préfecture, EDF, les services de sécurité, les hôpitaux, etc.). Dans les quartiers sinistrés, des cabines téléphoniques mobiles ont été mises en place.

#### ■ Protection du réseau et réparations pendant l'inondation

**Saintes, 1982.** Le central automatique de la rue Gautier a été inondé. Afin de le protéger, toutes les issues ont été maçonnées. Dix pompes ont été actionnées pour évacuer l'eau. Tous les équipements, dont certains de plusieurs tonnes, ont été surélevés de 40 cm sur des parpaings. Il s'agissait d'éviter que l'eau n'atteigne les concentrateurs électroniques, les redresseurs, les pompes à chaleur et les têtes de câbles. Un groupe électrogène et des pompes à fort débit (120 m<sup>3</sup> / heure) de la DDE ont été utilisés.

**Saintes, 1994.** Comme en 1982, les techniciens de France Télécom ont travaillé jour et nuit pendant quatre jours pour permettre à plusieurs centaines d'abonnés de conserver l'usage du téléphone. Des lignes ont été montées aux étages des maisons. Près de 700 circuits supplémentaires ont ainsi été mis en place.

#### ■ Remise en service

Les parties de réseau endommagées sont ensuite réparées : par exemple, reconstruction de chaque ligne d'abonné endommagée, tout au long de son cheminement, du commutateur local jusque chez le client.

Les réparations d'urgence sont parfois effectuées de manière provisoire pour répondre à la nécessité de rendre les services vitaux rapidement opérationnel.

Dans certains cas, les réparations ne suffisent pas et certaines parties du réseau, comme les câbles de télécommunications, doivent être remplacés

**Saintes, janvier 1983.** Tous les abonnés ont été rétablis en 4 jours. Les boîtiers de concentration noyés ont été remis en état, les câbles et les têtes de câbles submergés ont été remplacés. Il a fallu pour cela attendre la décrue, soit une dizaine de jours. Pour effectuer ces réparations, le centre de construction des lignes et le service du dérangement du centre téléphonique ont déclenché pendant deux semaines une véritable mobilisation de leurs moyens.

**Saintes, 1994.** les interventions ont concerné des problèmes d'étanchéité chez les particuliers uniquement. Après la décrue, dès qu'une maison était nettoyée et réoccupée, les techniciens procédaient au branchement. En 1994, la Charente ayant mis une semaine de plus qu'en 1982 pour regagner son lit, le rétablissement de la totalité des abonnés a nécessité plus de temps.

## Fiche 4 - Réseaux de déplacements urbains

### 4.1 - Présentation du réseau

Les réseaux de déplacement urbain considérés ici sont les routes, supports des véhicules individuels et de transport en commun (autobus), mais aussi les trottoirs (piétons), les lignes de chemin de fer superficielles (trains, RER, tramways) et les lignes de métro enterrées.

De nombreux services publics sont associés à ces réseaux : services de transport en commun, ramassage des ordures ménagères, transports scolaires, etc.

### 4.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

Nîmes, 1988. Destruction de 25 kilomètres de voies, ennoïement de 50 autobus, endommagement de voies ferrées.

Paris et Seine-Saint-Denis<sup>22</sup>, 1990.

- L'enneïement du **central des feux tricolores souterrains**, sous la Bastille, a provoqué une immobilisation totale de la circulation automobile dans toute la capitale pendant six heures (16H/22H), y compris les ambulances et voitures de pompiers ; les agents de circulation sont arrivés en vélo aux principaux carrefours.
- L'enneïement du **central du réseau de la RATP** situé en souterrain à la Bastille a perturbé les circuits électriques d'aiguillage et de sécurité. Certaines **stations du métro**, situées sous la Seine, ont été inondées jusqu'au quai, d'autres stations ont d'abord eu les quais submergés par le ruissellement des rues puis le ballast avec le rail d'alimentation électrique. Le trafic du métro à Paris a été interrompu jusqu'au lendemain.

22 - GUITON M., 1998.

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Routes, trottoirs, voies ferrées, rails de métro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Submersion des voies.</li> </ul> <p><i>Pour le métro, la submersion des lignes se fait en cas de montée importante des eaux par tous les liens avec la surface : entrées, bouches d'aération, etc.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endommagement : décollement du revêtement, fissuration, érosion du fond de forme découvert, affaissement de la voirie due à un affaissement du sol de fondation.</li> <li>• Sapement de chaussée et de talus.</li> <li>• Encrassement de la voirie et des fossés, obstruction des avaloirs, des fossés, des boues, etc. (augmentation du délai de remise en service).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulation perturbée ou interrompue sur certains axes.</li> <li>• Dégradation ou interruption de service de transport de voyageurs (non-desserte de certains arrêts, modification d'itinéraire et d'horaires, etc.) et du fret de marchandises.</li> <li>• Impossibilité d'accès à des installations.</li> <li>• Aggravation de la crise du fait de l'intervention des secours rendue difficile, de la coupure d'accès à des bâtiments sensibles, de la difficulté d'évacuation des personnes sinistrées.</li> <li>• Difficultés pour l'approvisionnement des particuliers, des commerçants, des entreprises, pour l'enlèvement des ordures ménagères, pour l'accès aux centres vitaux des autres réseaux urbains.</li> </ul>
Stations (gares, stations de métro, dépôts de bus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inondation des stations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégradation de l'activité économique du fait des accès routiers limités, même dans les entreprises non inondées. Effets chez les fournisseurs et clients, y compris les pertes d'exploitation des sociétés de transport en commun (interruption du trafic, délais et coûts de remise en état).</li> </ul>
Ouvrages d'art	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embâcles de voitures, arrachement de passerelles ou de ponts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécurité des usagers compromise dans le cas d'automobilistes s'engageant sur des voies inondées, ou encore par l'isolement d'habitations ou de quartiers du fait de coupures d'accès.</li> </ul>
Signalisation horizontale et verticale, feux, PMV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endommagement par submersion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques de rupture des réseaux enterrés dus à l'effondrement d'une voirie (fuite d'eau potable, etc.).</li> </ul>



Vaison-la-Romaine<sup>23</sup>, 1983. 1/3 des ponts départementaux ont été détruits (115 ouvrages touchés sur un total de 313 : ouvrages en ruine ou désordres de structure, d'affouillement des piles, du fond du radier de la rivière, des remblais d'ancrage, etc.). La rocade a été encombrée d'embâcles (400 voitures détruites), alors qu'elle est située entre 10 et 30 mètres au-dessus du niveau des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) de l'Ouvèze. Ponctuellement, certaines rues ont été ennoyées (jusqu'à 1 mètre de lame d'eau) dans la partie haute de la ville.



Ville de Mâcon.

RN 6 carrefour de la Saône.



Ville de Mâcon.

Rue des Blanchettes.



Subdivision du Roussillon-Beaurepaire.

Affaissement sous la RD 519.

### 4.3 - Mesures d'adaptation des réseaux

Concernant la voirie, une réflexion globale est nécessaire sur l'ensemble du réseau. Certaines voies peuvent être « sacrifiées » et volontairement sous les eaux, alors que d'autres doivent rester hors d'eau, afin que la circulation n'y soit pas interrompue. C'est le cas des voies d'accès principales, dont le profil en long doit se situer au-dessus de la cote de référence. Ces voies doivent être équipées d'ouvrages de décharge dont l'ouverture permette l'écoulement de la crue, et doivent être protégées de l'érosion.

La surélévation d'une route peut réduire la fréquence de ses submersions. Cependant, ce type d'aménagement est rarement possible dans les zones d'habitat dense. De plus, les PPR font souvent mention du **risque d'aggravation des effets de la crue** consécutif à l'édification d'un remblai. De ce fait, un tel aménagement nécessite que :

- une étude hydraulique préalable définisse l'aménagement le moins contraignant vis-à-vis de l'écoulement et du stockage de la crue,
- les matériaux de construction du remblai garantissent la stabilité de l'ouvrage, quelles que soient les conditions auxquelles il sera soumis (remontée capillaire, érosion, etc.),
- la conception du remblai soit accompagnée du dimensionnement d'ouvrages de décharge, permettant de réduire les contraintes mécaniques exercées sur le remblai.

**Saintes.** La chaussée de la voie principale traversant la ville, coupée lors des inondations de la Charente en 1982, a été mise hors d'eau par un rehaussement de 0,6 m en grave bitume, pour assurer la continuité du trafic en période d'inondation.

Remarque : la construction de chaussées à structure drainante permet aux voies soumises à des submersions fréquentes de mieux résister à cette atteinte inévitable, notamment en cas de ruissellement urbain.



Surélévation de route.

À la sortie de Marmande, direction Bordeaux, la route est mise hors d'eau (surélevée sur un remblai bétonné) pour les crues de la Garonne.

### Les principales mesures d'adaptation des réseaux

- Rehaussement d'axes routiers stratégiques, mais attention à ce qu'ils ne créent pas d'obstacle à l'écoulement (transparence hydraulique).
- Ouvrages de décharge sur les voies;

### Principaux enrichissements du plan inondation de la SLTC

- Installation de « girouettes » inondation, qui signalent les destinations sur l'avant du bus, avec affichage des nouveaux itinéraires à l'intérieur des bus ainsi que sur les nouveaux points desservis.
- Réactualisation du plan inondation avec des cartes lisibles, les noms des rues et les points desservis à l'attention des chauffeurs.
- Étude d'un horaire inondation.
- Mise en place d'une cellule de crise en interne avant la montée des eaux.
- Mise en place d'un itinéraire pour le service de nuit.
- Information des populations en direct via son site Internet.
- Instauration d'une astreinte de crise
- Participation de la police municipale pour faire respecter la signalisation mise en place par les agents de maîtrise de la SLTC.
- Modification des horaires des lignes qui ne sont plus adaptés pour assurer des correspondances.
- Mise en place d'un partenariat avec la SNCF pour que les abonnés TCL puissent prendre le train sans supplément pendant cette période exceptionnelle.
- Mise en place d'un livret reprenant le contenu du plan inondation avec des cartes à destination des interlocuteurs privilégiés : mairies des communes concernées, services de sécurité dont la préfecture, pompiers, DDE, gendarmerie, police, service navigation, écoles et partenaires de la SLTC.

## 4.4 - Plan de secours de l'exploitant

### ■ Réseau de transport en commun : exemple de Lyon

Le plan inondation de la société lyonnaise de transports en commun (SLTC) identifie en sept phases, calées sur la montée des eaux, les lignes perturbées, les moyens de substitution (itinéraire et moyen de transport), ainsi que les consignes à appliquer.

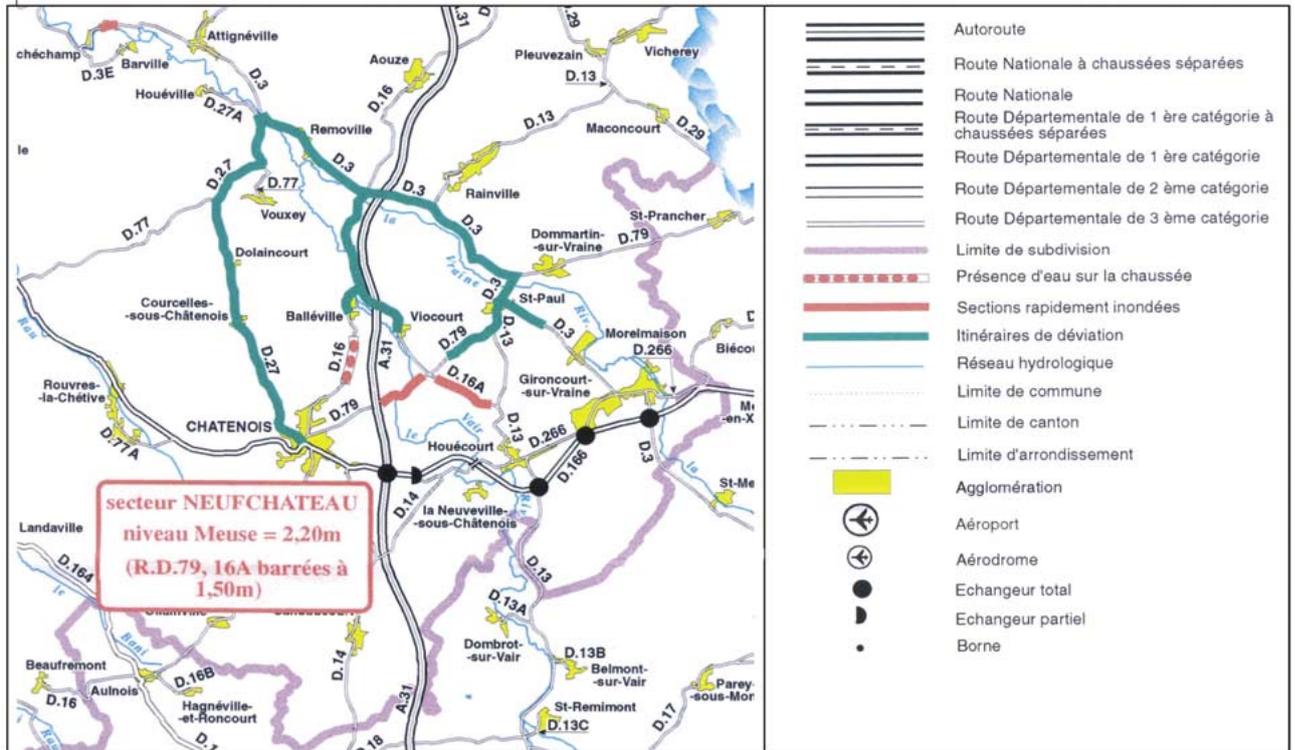
Suite à la crue de mars 2001, la SLTC a enrichi son plan inondation et a de plus participé à l'élaboration d'un plan de circulation en partenariat avec la Communauté Urbaine de Lyon et les autres décideurs.

### ■ Viabilité du réseau routier

À l'image des cartes organisant la viabilité hivernale, établies ou mises à jour chaque hiver, des cartes de viabilité du réseau routier [carte page suivante] peuvent être établies en fonction des niveaux d'eau atteints aux différentes stations de mesure de référence, avec définition de différents niveaux des services.

La carte peut être accompagnée d'un seuil critique de niveau d'eau entraînant le début de submersion des points bas et la hauteur jusqu'à laquelle les routes sont circulables. Les moyens associés sont à définir : signalisation, déviation, volume de remblai à mettre en place, fiche réflexe de gestion des routes et des ouvrages d'art.

L'actualisation de cette carte après chaque inondation permet d'intégrer le retour d'expérience.

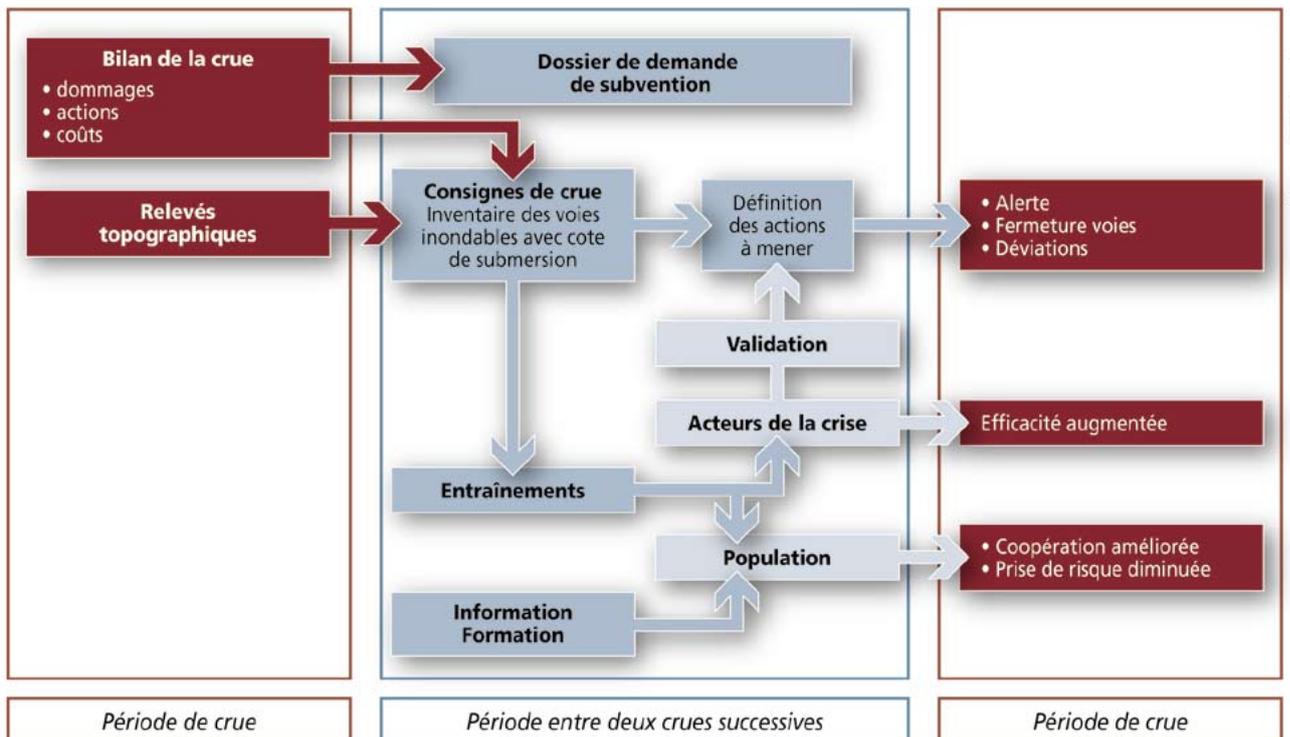


Source : Conseil général des Vosges, 1996 et DDE des Vosges, 1998.

Dans le département des Vosges, une carte des voies inondées en cas de crues a été établie par le Conseil Général et la DDE en 1998. Cette carte superpose à la description du réseau routier principal, des informations relatives à sa vulnérabilité

aux inondations : les tronçons sur lesquels la présence d'eau peut être observée sur la chaussée, avec indication d'une cote d'eau de référence du cours d'eau concerné, et les sections rapidement inondées.

**La prévention sur le plan organisationnel : chronologie des dispositions pré-établies par les services de la voirie**



Source : CETE au sud-ouest

## 4.5 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

### ■ Moyens de substitution

Pour le réseau routier, parpaings, madriers, bateaux, doivent être préalablement réunis, de sorte à pallier le plus vite possible la fermeture des voies de circulation.

**Pour les piétons de Saintes, les passerelles et les bateaux remplacent les trottoirs et les voitures.**

Dès le début des inondations, les services techniques de la ville installent des passerelles afin de maintenir les dessertes des maisons. En 1982, 10 000 parpaings et 10 km de madriers, ont ainsi été utilisés.



CETE du Sud-Ouest.

*Les passerelles de l'avenue Gambetta, à Saintes, en janvier 1994*

Lorsque le niveau d'eau dans les rues devient trop haut, les passerelles sont démontées, et des bateaux circulent dans les voies inondées. Ils transportent les riverains jusqu'à leur domicile et assurent une présence en permanence.



CETE du Sud-Ouest.

*Embarcation des services techniques de Saintes, lors de la crue de 1994*

Pour assurer la continuité du service malgré l'endommagement du réseau, des infrastructures de fortune sont parfois mises en place.

**Saintes, 1982.** Un pont a été construit sur l'Avenue Gambetta par la DDE avec l'Union Charentaise d'entreprises et l'Armée. Ces travaux, réalisés en 24 heures, ont nécessité 200 buses remplies de béton et 10 km de madriers, soit 350 tonnes de matériau. Ce pont était assez résistant pour permettre le passage de voitures.

**Givors, 2003.** Passage important pour la circulation locale, le pont de Montrond sur la RD2 à Givors (Rhône) a été interdit à la circulation suite à son effondrement partiel en décembre 2003, dû à une crue centennale du Gier. Afin de maintenir la circulation, le département du Rhône a entrepris la construction d'un ouvrage provisoire, en aval du pont effondré, sous maîtrise d'œuvre de la DDE du Rhône. Cet ouvrage a été mis à disposition par le Centre national des Ponts de Secours (CNPS). Ce pont provisoire a permis une remise en service de la circulation au bout de six semaines<sup>24</sup>.

**Ardennes, janvier 1995.** Compte tenu de l'importance que présentait le maintien de la circulation sur la rocade de Charleville-Mézières (desserte de l'hôpital de Manchester, liaison entre les trois secteurs de la ville Nord, Centre, Sud), la DDE a maintenu la viabilité de la rocade en mettant en place un remblai provisoire en grave non-traitée sur une voie dans chaque sens, ainsi que sur la bretelle d'accès à l'hôpital et en construisant deux digues, ainsi qu'en colmatant tous les regards d'assainissement.

Pour désengorger les centre-villes, les services techniques de la ville peuvent inciter les automobilistes à utiliser un autre réseau. Ils sont alors invités à laisser leur véhicule à la périphérie de la ville. Dans ce cas, des aires de stationnement surveillées et des transports en commun sont mis à la disposition des personnes travaillant ou habitant dans la localité inondée.

**Saintes, 1994.** Les services techniques de la Ville recommandaient d'emprunter les transports en commun. Des parkings gardés étaient ouverts aux entrées de la ville et des navettes gratuites assuraient la liaison vers le centre-ville et vers la gare SNCF, toutes les 15 minutes.

### ■ Maillage du réseau

La mise en place de déviations permet de desservir les principaux points du territoire concernés par les inondations. La déviation de la circulation doit être organisée par les différentes communes

<sup>24</sup> - Source : Le Moniteur, 30 janvier 2004.



*La déviation de Diconche, à Saintes, en janvier 1994. La DDE a ouvert le talus de la rocade en construction pour desservir le lotissement de Diconche et le village des Pins.*

en tenant compte du réseau routier global et des mesures prises par les communes avoisinantes, afin d'éviter des ruptures d'itinéraires.

Les déviations sont mises en place également par les gestionnaires des transports en commun.

**Lyon.** Le plan inondation de la SLTC sert de référence pour la mise en place des itinéraires de substitution [cf. point 4 de cette fiche].

### ■ Signalisation et surveillance

En prévision de l'inondation, le matériel utilisé par les services techniques et la DDE pour la



*Mâcon : mise en place de la signalisation rue du Maure.*



*Mâcon : mise en place de la signalisation rue Chatillon / place Saint Etienne.*

signalisation et la mise en place des déviations doit être préparé, immédiatement accessible, et stocké hors d'eau, dans des locaux situés de préférence à proximité des lieux prévisibles d'intervention. Il s'agit de barrières, panneaux, lampes tempêtes pour intervention de nuit, etc.

### ■ Protection

La surélévation de la chaussée en urgence a pu être faite dans quelques cas pour que les usagers du réseau routier puisse continuer à l'emprunter durant l'inondation.

**Saintes, 1982.** L'avenue de Saintonge, menacée de submersion, a été surélevée dans l'urgence. Pour cela, 600 tonnes d'enrobés ont été posées en 48h.

### ■ Remise en service

La première opération avant la remise en service consiste à nettoyer les rues pour les débarrasser des débris et des sédiments déposés par la crue.

À la décrue, il est préférable d'attendre quelques jours avant d'ouvrir à nouveau les routes

**Lyon, mars 2001.** La direction de la Propreté de la Communauté Urbaine de Lyon, a tenu des réunions en cellule de crise dès le 22 mars 2001 afin d'établir le plan d'action pour la décrue. À partir du 26 mars, date du début de la décrue, elle a engagé des travaux de nettoyage en régie et avec des entreprises.

**Mâcon, mars 2001.** Les travaux de réparation et de réfection ont concerné les accotements, les chemins piétons, les trottoirs, la reprise des nids de poules, la couche de roulement et les éclairages publics. Ces travaux ont été réalisés en partie en régie, pour les travaux légers, et en partie avec des entreprises extérieures.

**Nîmes, 1988.** Il s'agissait d'abord de rendre les services vitaux opérationnels. Aussi, certaines installations ont dû être réparées de manière provisoire, afin de permettre un fonctionnement normal des réseaux dans des délais courts. C'est le cas de la voirie, pour laquelle le choix a été fait de remettre en état les chaussées dans un état provisoire, sans chercher une forme définitive, car des interventions ultérieures sur les réseaux étaient à prévoir.

à la circulation. Pendant ce délai nécessaire au séchage du sous-sol, les itinéraires de déviation sont maintenus. Cette période de latence protège le réseau d'une dégradation accélérée.

Des réparations sont parfois nécessaires sur la voirie : il s'agit essentiellement de reconstruire des trottoirs et refaire leur revêtement, mais aussi d'effectuer des travaux de terrassement, de piochage, de reprofilage et de purge.

Les réparations d'urgence sont parfois effectuées de manière provisoire pour répondre à la nécessité de rendre les services vitaux rapidement opérationnel.

### ■ Éléments de coûts

Dans le départements des Vosges, suite aux inondations d'avril et mai 1983, l'estimation des dégâts<sup>25</sup> subis par la voirie des communes ayant confié leur gestion à la DDE s'était élevée à près de 1,16 millions d'euros en 1983 et celle des dégâts subis par la voirie départementale à 0,63 millions d'euros. Les principaux types de travaux qui ont ainsi été chiffrés suite aux inondations de 1983 sont les suivants :

- chaussées : réparations, réfection, reprise de chaussées, trottoirs, accotements, réfection de chemin,

- ouvrages d'assainissement pluvial : réfection de fossés, d'aqueducs, de collecteur pluvial, bétonnage de fossé, création ou réouverture de fossés,
- ouvrages de franchissement : réfection de culées de ponceaux et de ponts, consolidation des fondations de ponts, reconstruction de ponceaux et de ponts, remise en état d'une passerelle métallique,
- reconstruction de mur de soutènement, consolidation de talus,
- protection et réfection de berges.

25 - Source : courrier de la DDE du 02/09/1983 au Préfet. Objet : inondations des mois d'avril et de mai 1983 - récapitulatif des estimations des dégâts subis par la voirie des communes qui en ont confié la gestion à la DDE.



# Fiche 5 - Réseau d'eau potable

## 5.1 - Présentation du réseau

Le point de départ d'un réseau d'eau potable est le captage de la ressource, qui peut avoir une origine souterraine ou superficielle. Avant d'être distribuée, l'eau pompée est traitée dans une usine qui la rend propre à la consommation humaine. L'eau potable est ensuite refoulée dans un réseau de canalisations, au maillage plus ou moins complexe, ponctué de réservoirs depuis lesquels l'eau s'écoule gravitairement jusqu'au robinet des usagers.

Pour la réalisation des réseaux d'eau potable, le fascicule 71 du CCTG est le document de référence.



Compagnie générale des eaux.

Champ captant de Crépieux-Charmy.

## 5.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

**Nîmes, 1988.** Destruction du réseau d'eau potable, ennoisement de la station de pompage (50 % de la ville a été privée d'eau potable pendant quatre jours).

**Lyon, mars 2001.** Consécutivement à la crue de mars 2001, trois ruptures se sont produites sur une même canalisation d'eau potable en fonte, de diamètre 100 mm. Sur un autre événement hydrologique, en 1992, un arrachement de conduite s'était produit suite à un affouillement de berge.



Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Prise d'eau superficielle ou station de pompage (puits et têtes de puits, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dégradation de la qualité de l'eau brute<sup>26</sup>.</li> <li>Ennoisement, colmatage de la prise d'eau superficielle ou des stations de pompage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbation ou interruption de la distribution d'eau potable pendant la durée des réparations.</li> </ul>
Installations des usines de production d'eau potable (poste de transformation, pompes, armoires électriques)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ennoisement des équipements sensibles, entraînant l'arrêt immédiat du captage et du traitement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessité d'un traitement plus poussé de la ressource brute entraînant une réduction de la capacité de traitement.</li> </ul>
Réseau de distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragilisation des canalisations par déstabilisation du sous-sol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contamination du réseau de distribution.</li> <li>Problèmes sanitaires.</li> </ul>

26 - Il est difficile de garantir une eau potable avec des installations ne pouvant pas traiter des eaux brutes trop chargées en matières en suspension (MES) ou en produits phytosanitaires. D'où l'intérêt de grouper et d'interconnecter les communes.

### 5.3 - Mesures d'adaptation des réseaux

La prévention consiste à mettre hors d'eau les ouvrages d'exploitation de la ressource et les ouvrages de stockage. Notons cependant que les champs captants sont quasiment toujours situés en zone inondable.

**Lyon.** Des mesures préventives ont été prises au niveau des ressources par le maître d'ouvrage, le Grand Lyon, dès leur installation en 1969. Les captages sont conçus pour fonctionner en cas d'inondation jusqu'à une crue centennale. Toutes les installations sensibles sont situées au-dessus des niveaux de crues centennales + 1 m.

#### ■ Ouvrages d'exploitation de la ressource

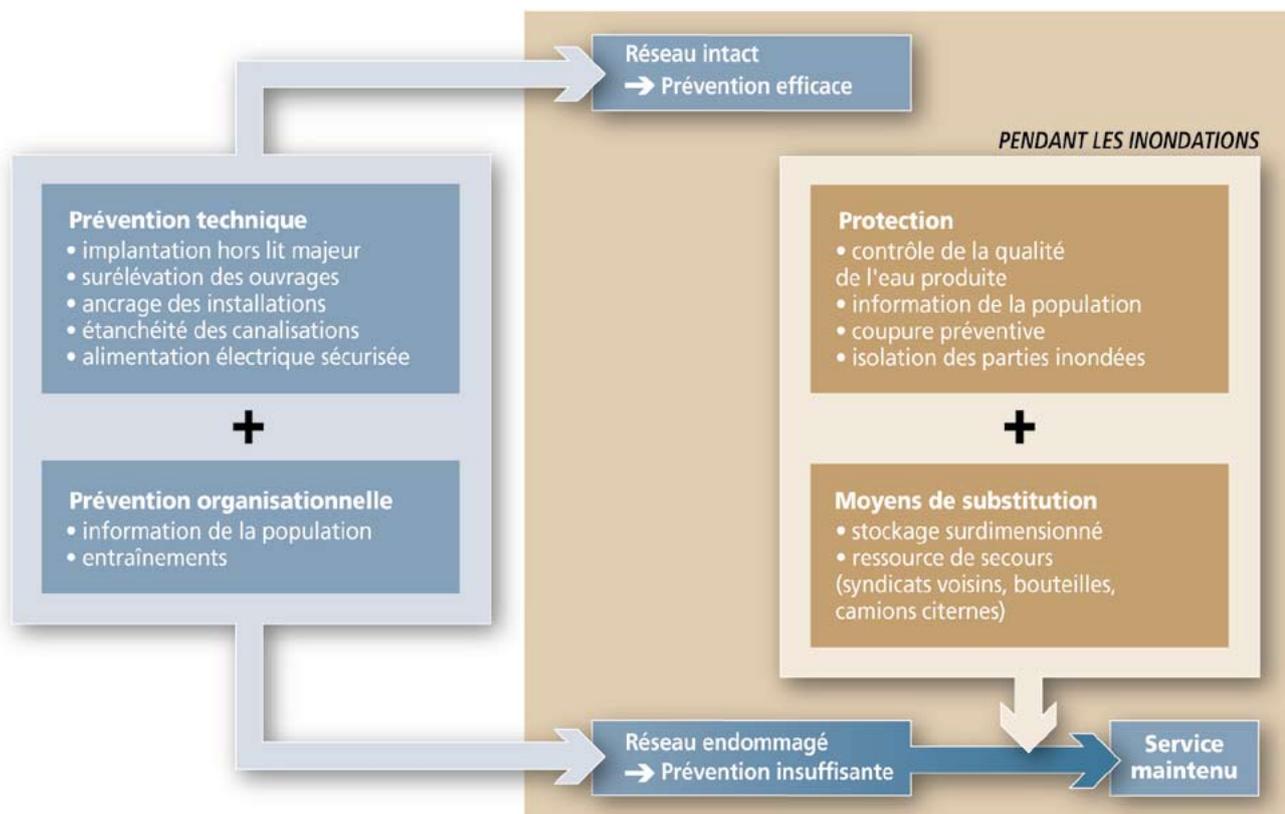
##### • Localisation et mise hors d'eau

Pour fiabiliser le captage de la ressource, il convient de mettre hors d'eau les ouvrages d'exploitation de la ressource (captage et pompage). Le guide « *PPR - Risques d'inondation - Mesures de*

*prévention* » recommande que la tête de l'installation de captage soit placée à 1 m (sur remblai, sur génie civil) au-dessus de la cote de la crue de référence et que les ouvrages soient conçus pour résister aux vitesses d'écoulement de la zone considérée.

Pour le pompage en rivière, l'idéal serait d'éviter d'implanter les installations de pompage (crépine, canalisation) dans le lit mineur. Mais dans les faits, le pompage en eau de surface se fait pratiquement exclusivement dans le lit mineur du cours d'eau, la prise d'eau étant calée par rapport aux basses eaux. Dans ce cas, les installations doivent être solidement ancrées au moyen d'ouvrages en béton. Le dispositif annexe non-enterré est protégé par un muret arasé à 1 m au-dessus du plan d'eau de la crue de référence. Par ailleurs, les équipements électriques commandant la pompe sont soit étanches, soit hors

#### Les mesures de réduction de la vulnérabilité du réseau d'eau potable vis-à-vis des inondations



Ce schéma résume les principales mesures de prévention et de protection envisageables pour réduire la vulnérabilité du réseau d'eau potable, ainsi que leur positionnement dans le temps. Il constitue une ébauche du bilan de la crue considérée, nécessaire à l'évaluation des actions entreprises.



d'eau à une cote supérieure à 1 m du niveau de la crue de référence.

La position d'une prise d'eau en cours d'eau torrentiel (c'est-à-dire à capacité de charriage) doit être en section rectiligne de la rivière afin d'éviter les zones à forte érosion (extrados) et l'alluvionnement excessif (intrados).

**Ardennes.** Des puits ont été réhaussés à Sedan.

### • **Étanchéité**

Au niveau du captage de la ressource, les têtes de puits peuvent être rendues étanches par une couche d'argile.

**Bogny-sur-Meuse.** Suite aux inondations de 1995, une étanchéité des têtes de puits est assurée dans le périmètre de protection immédiat par une couche d'argile de 80 cm.

**Lyon.** Les têtes de puits sont étanches (leurs margelles sont positionnées à un mètre au-dessus des plus hautes eaux connues à Lyon), les puits sont équipés sur leur partie supérieure de « galettes » d'argile pour éviter la constitution de « renards » (entrées d'eaux le long de la maçonnerie des puits).

### **Exemple de Saint-Jean-de-Luz Ciboure : profiter de la remise aux normes de la station de pompage pour la sécuriser**

Face à la nécessité de remettre aux normes sa station de pompage, le Syndicat de Saint-Jean-de-Luz Ciboure souhaite profiter de l'occasion pour la sécuriser. L'usine va être reconstruite, mais du fait des contraintes de terrain, elle sera établie sur le même site. Cette usine, située à la cote 7 m NGF, restera donc soumise à des submersions fréquentes, de l'ordre de :

- 0,4 m pour une période de retour 10 ans,
- 1,5 m pour une période de retour 100 ans,
- 2,5 m pour une crue semblable à celle du 26 août 1983.

Lorsque la topographie ne permet pas la réimplantation hors d'eau de l'usine de potabilisation, comme à Saintes [cf. encadré en partie 2 du document], des aménagements préventifs peuvent néanmoins être mis en oeuvre pour assurer le maintien de la distribution d'eau en période de crue.

Concernant l'existant, les installations vulnérables seront abandonnées ou employées à d'autres fonctions moins sensibles. Ainsi, les citernes d'eau traitée (actuellement menacées de submersion) seront reconverties dans le stockage d'eau pour le lavage des filtres à sable, ou le traitement des eaux sales de lavage des divers filtres.

Mais le risque de submersion de ces ouvrages demeurant, le projet tient compte également du devenir de ces réservoirs « recyclés » en période de crue :

- lorsque le réservoir d'eau de lavage sera inondé, le pompage y sera automatiquement interdit ; le lavage sera alors assuré par de l'eau traitée et le traitement de potabilisation pourra continuer sans risque ;
- lorsque le réservoir des eaux sales se remplira, elles ne pourront plus être traitées et seront rejetées directement dans le milieu naturel.

Le programme de modernisation de la station comporte la construction d'un bâtiment abritant de nouveaux réservoirs. Les dispositions relatives à ces nouvelles installations sont les suivantes :

- le plancher du bâtiment principal sera remonté à + 7,80 m NGF, afin d'être hors d'eau pour une crue de fréquence décennale,

- les nouvelles citernes et les cuves de stockage des réactifs seront étanches,

- tous les équipements électromécaniques (pompes de refoulement, pompes de dosage des réactifs, etc.) ainsi que les équipements électriques, seront réhaussés au-dessus de la cote de référence (crue de 1983 + 30 cm),

- le haut des décanteurs et des filtres sera remonté également à + 9,45 m NGF,

- la cote d'évacuation de l'eau en sortie des filtres à sable sera relevée afin d'éviter que l'eau de crue ne pénètre dans le réservoir de stockage situé sous les filtres et ne remonte ensuite à contre-courant dans les lits de sable,

- l'essentiel des équipements de traitement des boues sera installé au-dessus du niveau de référence (crue 1983 + 30 cm) ; l'espace inférieur du bâtiment sera laissé ouvert afin de faciliter le passage de la crue ; les bennes de récupération des boues seront arrimées par des câbles à mousquetons permettant un décrochement rapide ;

- le silo de chaux sera ancré.

Le retour d'expérience semble avoir bien fonctionné, puisque le projet de la nouvelle station tente d'apporter une solution à chacune des difficultés rencontrées. L'interdépendance vis-à-vis du réseau électrique a bien été prise en compte notamment, puisqu'elle fait l'objet d'un ensemble de mesures préventives :

- un onduleur de 15 minutes permettra de pallier les micro-coupures d'électricité ;

- pour une coupure de courte durée, inférieure à une heure, le blocage des vannes des unités d'ultrafiltration sera déclenché automatiquement par l'arrêt de l'injection d'air ; les cycles de filtration ne reprendront que lorsque le courant sera rétabli ;

- pour une panne électrique plus longue, supérieure à deux heures, le processus sera le même, à la différence d'un retro-lavage de chaque bloc, qui précèdera la reprise de la filtration.

**Le coût pour refaire la station s'élève à plus de six millions d'euros.**

## Les principales mesures d'adaptation des réseaux

Ouvrages d'exploitation de la ressource (captage et pompage) et ouvrages de stockage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hors d'eau (les champs captants sont presque toujours en zone inondable).</li> </ul>
Têtes de puits	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surélévation ou étanchéité.</li> </ul>

### ■ Ouvrages d'alimentation et de distribution

#### • Localisation, mise hors d'eau, étanchéité

Pour les ouvrages d'alimentation et de distribution, l'ensemble canalisations et joints doit assurer une étanchéité parfaite et résister aux vitesses élevées. Des vannes de sectionnement permettent d'isoler le réseau dans la zone à risque.

#### • Amélioration de la résistance mécanique

Dans les zones particulièrement exposées aux inondations rapides, il est conseillé d'ancrer les réseaux tous les 20 ou 30 mètres au sous-sol rocheux par des cavaliers de béton. Sur de nombreuses sections, il apparaît rationnel de fixer ainsi plusieurs réseaux (eaux pluviales, eaux usées, eau potable) côte à côte.

### ■ Installations de potabilisation

Pour fiabiliser les installations de potabilisation, il convient d'interdire l'implantation de l'usine de traitement dans la zone inondable. La réglementation, par le biais des plans de prévention des risques inondation et des plans locaux d'urbanisme, fait souvent mention de cette interdiction. Mais lorsque la seule implantation possible pour l'usine est en zone inondable, toutes les installations sensibles doivent être placées hors d'eau. En particulier, étant donné la dépendance forte de l'usine vis-à-vis du réseau d'électricité, son alimentation en énergie doit être sécurisée.

### ■ Réservoirs

Surdimensionner les ouvrages de stockage de l'eau potable permet d'assurer la continuité du service de distribution dans la zone inondable.

## 5.4 - Plan de secours des exploitants

### ■ Exemple de Lyon

Une cellule de crise est organisée en interne, le PC est situé à l'usine de Croix Luizet, et pour des crues importantes du Rhône (> 2500 m<sup>3</sup>/s), la Compagnie générale des eaux participe à une cellule externe (avec le Grand Lyon et les services de la Préfecture du Rhône). À partir de ce débit, l'eau submerge les champs captants, ce qui n'occasionne pas de problèmes particuliers du fait des protections citées plus haut.

La gestion de crise pour les installations de pompage, pour une crue du Rhône, se fait en recueillant plusieurs fois par jour les données de débit de ce fleuve auprès de l'usine de Cusset gérée par EDF.

### ■ Information de la population

Dans le cas où le réseau d'eau potable est atteint, les usagers doivent être informés de la mauvaise qualité de l'eau distribuée.

**Niort.** Face au risque de pollution par les inondations, le directeur de la régie des Eaux fait procéder aux analyses sanitaires nécessaires par la DDASS, et tient le public régulièrement informé de la qualité de l'eau du robinet.

Pour répondre au besoin d'information de la population concernant la qualité de l'eau du robinet, la DDASS diffusait des communiqués de prudence quant à la consommation de cette eau. Malgré la reprise de la distribution d'eau potable, la DDASS poursuivait ses analyses quotidiennes, pendant une semaine, à la fin de laquelle elle tranquillisa tout à fait la population, en déclarant l'eau de nouveau potable.



## 5.5 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

### ■ Moyens de substitution

Les gestionnaires du réseau d'eau potable disposent souvent d'une **alimentation en eau de secours** : pompage en rivière, alimentation depuis une commune voisine, alimentation par des sources, usines de traitement de secours.

**Lyon.** Pour la production d'eau potable, des ressources et des usines de secours sont disponibles : d'une part le lac de Miribel-Jonage, d'une capacité de 7 millions de m<sup>3</sup>, avec l'usine de traitement de la Pape, d'une capacité de traitement de 150 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour et d'autre part un autre champ captant maintenu en secours actif sur la nappe de l'Est lyonnais, d'une capacité de 75 000 m<sup>3</sup>/jour.

Ces usines et ressources de secours sont surtout importantes pour les cas de pollution de l'eau du Rhône, plus que pour les périodes d'inondations, car les installations du champ captant de Crépieux-Charmy ont été aménagées de telle sorte qu'elles peuvent fonctionner en périodes de crues « classiques ».

Pour assurer la continuité du service malgré l'endommagement du réseau, des **usines de traitement d'eau provisoires** peuvent aussi être mises en place.

Dans l'éventualité d'un arrêt temporaire de la distribution d'eau potable, des solutions d'attente peuvent aussi être prévues, comme par exemple, la **distribution de bouteilles** d'eau ou bien l'approvisionnement des personnes sinistrées par des camion-citernes. Cette solution de secours implique que la voirie soit praticable pendant les inondations.

**Niort.** Le ravitaillement de l'établissement hospitalier a été assuré le jour même de la coupure d'eau par le camion-citerne d'une coopérative.

### ■ Maillage

Dans l'éventualité d'un arrêt temporaire de la distribution d'eau potable, une alimentation en eau de secours peut être prévue en développant les interrelations avec les syndicats d'eau voisins si leur ressource n'est pas affectée par la crue. C'est une mesure de prévention importante pour l'alimentation en eau potable, qui demande une organisation et des dispositions prévues à l'avance.

**Saint-Jean-de-Luz - Ciboure.** Des interconnexions existent entre le réseau de distribution d'eau potable de Saint Jean de Luz - Ciboure et les syndicats voisins (Bayonne - Anglet - Biarritz, au Nord et Hendaye, au Sud).

**Saintes.** Depuis 1990, Saintes dispose d'une alimentation en eau de secours par l'intermédiaire du Syndicat des eaux de la Charente-Maritime. Une canalisation de 35 km de long achemine l'eau de Lucérat jusqu'à Saint-Agnan. En cas de crise grave, Saintes pourrait être alimentée en retour par l'eau du Syndicat de Saint-Agnan via cette canalisation.

### ■ Cas particulier de l'interdépendance avec le réseau électrique

Une station de traitement de l'eau potable peut supporter une coupure d'électricité plusieurs heures si elle est reliée à des châteaux d'eau ou à un réseau gravitaire en amont. De plus, sa durée d'autonomie est de plusieurs heures après traitement et contrôle.

Par contre, les principaux problèmes concernent les installations de pompage et de transport des eaux. En effet, la rupture d'alimentation électrique au niveau d'une pompe provoque une dépression brutale suivie d'une surpression (« coup de bélier »). Ce phénomène peut provoquer des désordres : aplatissement des tuyaux, aspiration des joints, dégradation des soudures, rupture des canalisations, etc.

La solution pour prévenir le risque lié à la rupture d'alimentation électrique réside avant tout dans la multiplication des ressources en eau potable, les interconnexions avec les réseaux d'eau voisins, mais aussi dans la diversité des points d'alimentation électrique des installations.

L'installation permanente d'un groupe électrogène permet de pallier la rupture d'alimentation électrique. Elle se définit en général à la construction de la station. Ainsi, « à Strasbourg, où l'eau potable est pompée dans la nappe phréatique et distribuée sans bassin intermédiaire, la station bénéficie d'une couverture totale par des groupes électrogènes<sup>27</sup> ».

## ■ Signalisation et surveillance

Il s'agit de contrôler la qualité de l'eau produite et distribuée. Si un risque existe pour la santé humaine, des restrictions d'usages peuvent être prononcées. Le cas échéant, la décision d'arrêt de la distribution relève d'une décision préfectorale.

**Lyon.** En cas de crue, les consignes d'exploitation prévoient la visite quotidienne des installations d'alimentation en eau potable concernées par la crue dans le secteur de la zone inondée. De plus, un système d'astreinte et de garde avec des techniciens et ingénieurs est en place, avec un PC à l'usine de Croix - Luizet, qui fonctionne en permanence 24h/24 et 365 jours par an.

## ■ Protection

Pour protéger les installations sensibles à l'eau, la première étape consiste à empêcher l'eau d'entrer dans le réseau, les installations ou les bâtiments. Il convient pour cela d'isoler les parties du réseau atteintes pour préserver celles qui ne le sont pas : par exemple, isoler les canalisations inondées du reste du réseau par la fermeture de robinet-vannes, afin de minimiser le nombre de foyers privés d'eau potable.

## ■ Réparations et remise en service

Avant la remise en service, le réseau d'eau potable est nettoyé et désinfecté, les parties de réseau endommagées (canalisations rompues par exemple) sont réparées.

Concernant la désinfection, surchloration le réseau d'eau potable permet d'assurer la distribution d'une eau de qualité. Ainsi, lors des inondations de janvier 1995 dans les Ardennes, le service Environnement et Santé Publique de la DDASS des Ardennes a envoyé des lettres aux maires susceptibles d'être inondés, pour demander une surchloration des réseaux d'eau potable pendant les inondations. Le service a ensuite recherché dans les différentes communes le taux de chlore pour s'assurer que les prescriptions avaient été observées.

Le gestionnaire peut aussi prévoir des dispositifs d'arrêt automatique de la distribution lorsque l'eau n'est plus traitée (suite à une défaillance électrique, par exemple).



## Fiche 6 - Réseau d'assainissement

### 6.1 - Présentation du réseau

Contrairement aux réseaux d'électricité, de gaz ou de téléphone, le réseau d'assainissement présente quelques variantes selon la localité.

Le réseau peut être **unitaire** : les eaux usées et les eaux pluviales empruntent le même parcours. Il peut être **séparatif** : la collecte des eaux usées et des eaux pluviales se fait par deux réseaux distincts. Le réseau peut aussi être **mixte**, c'est-à-dire composé d'unitaire et de séparatif.

Mises à part ces légères différences, un réseau d'assainissement comporte toujours des canalisations dans lesquelles l'écoulement est gravitaire. Des postes de relevage ou de refoulement, équipés de pompes, permettent à l'effluent de franchir les points bas du réseau. L'exutoire du réseau d'assainissement est toujours le milieu naturel (rivière, mer, plan d'eau). Une station d'épuration traite les eaux usées et idéalement une partie des eaux pluviales avant leur rejet. Dans le cas de réseau séparatif, les eaux pluviales sont rejetées dans le milieu naturel, après traitement ou non. Néanmoins, des dispositifs permettent de recueillir les premières eaux de pluie afin de les diriger vers la station d'épuration.

Pour la réalisation des **réseaux d'assainissement**, le fascicule 70 titre I du CCTG est le document de référence. De plus, la directive CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (91/2711/CEE) fixe des obligations vis-à-vis des réseaux.

Pour la réalisation des **stations d'épuration**, le fascicule 81-titre II du CCTG est le document de référence.

Par ailleurs, il est important de rappeler ici que les textes réglementaires interdisent la construction de stations d'épuration en zone inondable, mais ils envisagent les possibilités de dérogation. En effet, il est parfois nécessaire, techniquement,

de construire les stations d'épuration au point bas, donc très souvent en zone inondable. Ainsi, l'article 18 de l'arrêté du 22 décembre 1994 relatif aux systèmes d'assainissement de plus de 200 équivalents-habitants (EH) précise : « *Les stations ne doivent pas être implantées dans des zones inondables. Toutefois, en cas d'impossibilité technique, une dérogation peut être accordée si la commune justifie la compatibilité du projet avec le maintien de la qualité des eaux et sa conformité à la réglementation sur les zones inondables* ».

### 6.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

#### Paris et Seine-Saint-Denis<sup>28</sup>, 1990.

- Insuffisance des réseaux d'assainissement : les bouches d'égouts ont refoulé, les tampons ont été projetés sur 60 cm de hauteur, des eaux pluviales urbaines ont été déversées dans la Seine. Des délestages sans traitement ont dû être effectués à Achères pour éviter l'envoie de la station d'épuration, ce qui a entraîné une pollution de la Seine.
- Dysfonctionnement du système de gestion informatisé et centralisé du système d'assainissement de la Seine-Saint-Denis : seuls les bassins de rétention à gestion mécanique ont fonctionné, ce qui a limité les capacités de rétention de la station.

**Vaison-la-Romaine<sup>29</sup>, 1992.** Les égouts ont refoulé en partie haute de la ville et débordé sur la voie publique au tout début de la montée des eaux.

**Nîmes, 1988.** Destruction de 30 kilomètres de réseaux d'assainissement, envoi de la station d'épuration<sup>30</sup>.

#### Lorraine<sup>31</sup>, 1983.

- À Metz, la Moselle est remontée dans le réseau d'assainissement, rendant impossible l'évacuation gravitaire des eaux pluviales de ruissellement vers la rivière. Le quartier Metz-devant-les-Ponts, n'étant plus drainé, a été inondé (caves ennoyées, chaussées inondées).
- À Nancy, un secteur a été inondé par refoulement des eaux dans le réseau d'assainissement, parfois violent (soulèvements de plaques d'égouts par la pression), entraînant non seulement une inondation locale, mais également une pollution (insalubrité).

28 et 29 - GUITON M., 1998.

30 - MATTHIO J.C., 1990.

31 - BCEOM, 1989. Dommages de crues, bassin de la Moselle, rapport définitif.

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
<b>Réseau d'assainissement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en charge du réseau d'assainissement par l'intrusion d'eau fluviale, pluviale ou souterraine (capacité insuffisante du réseau et des ouvrages de rétention, remontée de la rivière).</li> <li>• Fissuration des canalisations par les mouvements du sous-sol suite à une crue, entraînant un risque de contamination de l'environnement et d'infiltration d'eau parasite dans le réseau.</li> <li>• Encombrement des canalisations et des ouvrages par des dépôts suite au passage de la crue, entravant l'écoulement des eaux usées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inondations en milieu urbain par mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales (refoulement du réseau d'assainissement par les bouches d'égouts).</li> <li>• Inondation de caves.</li> <li>• Fonctionnement dégradé ou interrompu des stations d'épuration, rejet direct d'eaux usées au milieu récepteur : pollution du milieu naturel.</li> <li>• Dépôt de matières solides sur les voiries.</li> <li>• Problèmes sanitaires.</li> <li>• Perturbation des usages de l'eau en aval (conchyliculture, baignade etc.).</li> </ul>
<b>Ouvrages annexes</b> (bassins, stations de pompage, avaloirs, déversoirs d'orage, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstruction des bouches avaloir du réseau de collecte des eaux pluviales. Les collecteurs situés en point bas risquent de refouler et de provoquer localement des inondations de la chaussée et des habitations.</li> </ul>	
<b>station d'épuration et ses équipements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surcharge hydraulique de la station d'épuration</li> <li>• Submersion de la station d'épuration, souvent implantée en bordure des cours d'eau</li> <li>• Endommagement des équipements (installations mécaniques et électriques, équipements métrologiques, etc.)</li> </ul>	

Navigation du nord-est.



Station d'épuration de Sedan à Glaire (Ardennes) lors de la crue historique de janvier 1995. Le lit mineur de la Meuse est au premier plan.



CETE du sud-ouest.

Un poste de refoulement des eaux usées à Cadaujac (Gironde). Risque de submersion sous 20 cm pour une crue centennale.

CETE du sud-ouest.



Un poste de refoulement des eaux usées à Cadaujac (Gironde). Risque de submersion sous 1,50 m pour une crue centennale.

### 6.3 - Mesures d'adaptation des réseaux

*Remarque préalable : il ne faut pas analyser la station d'épuration seule, mais aussi les déversoirs d'orage, les usines de crue, etc., ainsi que le comportement des usagers (augmentation des débits par pompage des caves, présence ou non de clapets anti-retour, etc.), la dilution des effluents. C'est donc l'ensemble du système d'assainissement qu'il convient d'expertiser, afin de définir un plan de gestion des défaillances.*



## ■ Localisation et mise hors d'eau des installations

Plusieurs dispositifs techniques existent pour protéger de l'immersion les stations d'épuration situées en zone inondable. La surélévation est préférée à l'endiguement, qui présente un risque de rupture. Dans tous les cas une étude hydraulique doit préciser les mesures de protection à mettre en place.

Les installations sensibles, alimentation électrique, pompes, doivent être situées hors d'eau. Il en est de même du stockage des réactifs, qui doit être effectué hors d'eau et/ou dans des containers étanches, afin d'empêcher leur dispersion dans le milieu naturel en cas d'inondation.

Il est important que l'accès à la station soit maintenu pendant la crue.



Services techniques de Périgueux.

*Un poste de refoulement des eaux usées à Périgueux, lors de la crue de janvier 1998. Les armoires électriques alimentant les postes de refoulement de la voie des stades, en bordure de l'Isle, ont été surélevées.*



CETE de l'Est.

*Local technique sur pilotis en lit majeur.*



CETE de l'Est.

*Station d'épuration de Pont-à-Mousson. Local technique surélevé.*



LRPC de Nancy.

*Surélévation des armoires électriques de stations de pompage d'assainissement.*



LR Nancy.

*Clapets anti-retour sur les exutoires, pour prévenir la remontée des eaux de rivière dans le réseau.*

## ■ Étanchéité des réseaux

L'étanchéité des réseaux d'assainissement permet d'éviter les risques de pollution et l'intrusion d'eau parasite, limitant ainsi les coûts de traitement. Pour cela, il faut la vérifier régulièrement (joints, branchements) en effectuant des essais à l'eau ou à l'air, veiller aux raccordements des regards et les munir de tampons étanches.

*Remarque : il est important de protéger les canalisations traversant un terrain aquifère contre l'intrusion de l'eau de la nappe, qui accentuerait les dysfonctionnements du réseau en période de crue ou d'orage.*

**Mâcon.** Des travaux ont été entrepris pour mettre en place un réseau d'assainissement étanche et verrouillé sur le bas de la ville, qui évitera les entrées d'eau et permettra l'écoulement jusqu'à l'arrêt du poste de refoulement. Ces travaux ont consisté à placer une canalisation de diamètre 700 mm dans le réseau unitaire existant le long du quai Marans. Cette conduite permet de récupérer les eaux usées et de les traiter séparément, jusqu'à l'arrêt du poste de refoulement et de la station d'épuration. Le gestionnaire protège ainsi la partie la plus sensible du réseau.

## ■ Amélioration de la résistance mécanique des ouvrages

Pour éviter l'altération des canalisations d'assainissement, il faut prendre en compte les risques d'affouillement, de tassement et de rupture lors de la pose de nouvelles canalisations et du remblaiement des tranchées.

## ■ Dimensionnement

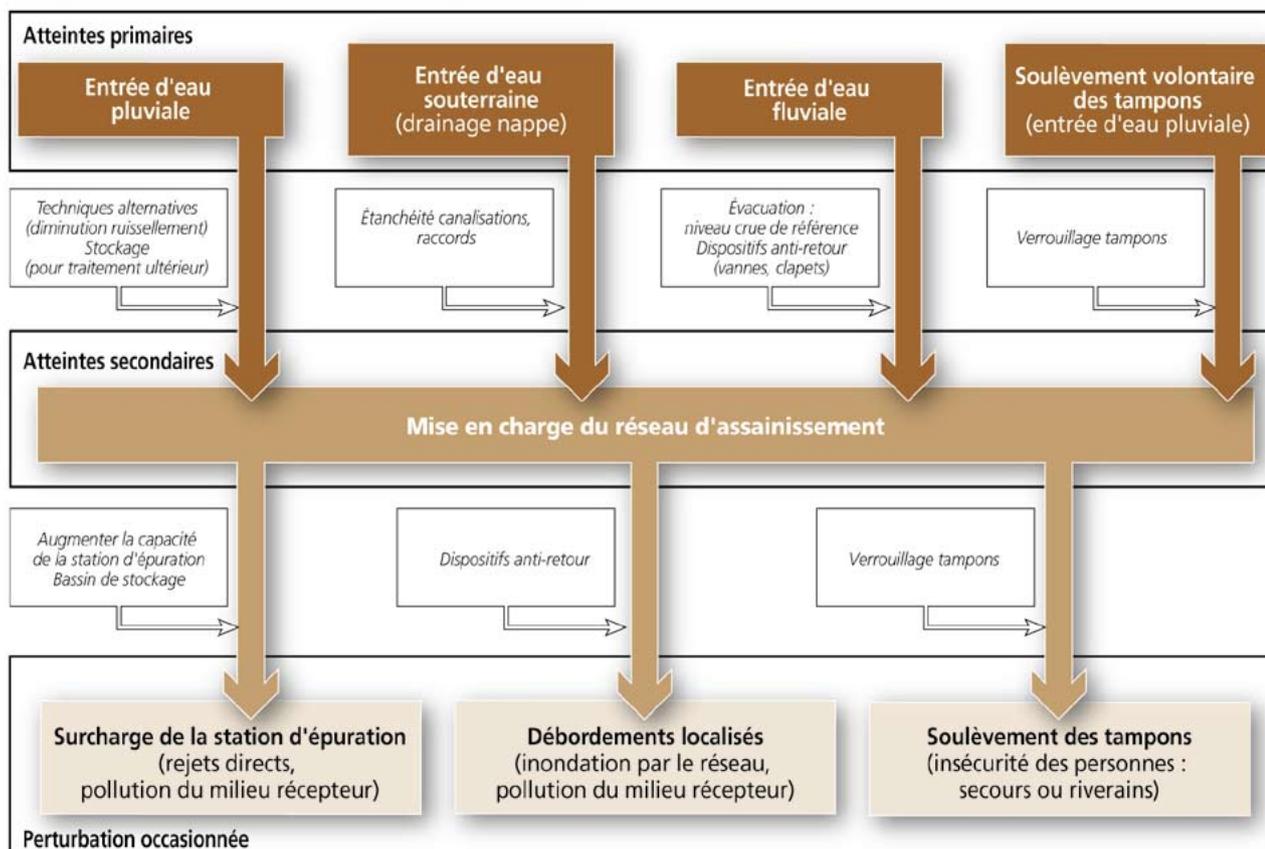
Dimensionner une station d'épuration pour la réception et le traitement des eaux pluviales permet d'éviter la surcharge de la station à l'occasion d'une crue. Ceci implique la conception d'un bassin de dépollution pouvant stocker le maximum de la pollution avant son traitement.

Ceci implique aussi de positionner les orifices d'évacuation des eaux usées au-dessus du niveau de la crue de référence pour éviter l'intrusion de l'eau de la rivière dans le réseau lors d'une crue, ou bien d'installer des clapets anti-retour au niveau de ces points de rejet dans le milieu naturel.

Parmi les propositions d'actions présentées dans le schéma ci-dessous, les techniques alternatives agissent sur la réduction de l'aléa. En effet, les noues, fossés, tranchées drainantes, chaussées à structure réservoir, bassins, puits d'infiltration, etc. peuvent être utilisés et combinés entre eux pour mieux maîtriser les écoulements de temps de pluie dès la source du ruissellement.

## Les principales mesures d'adaptation des réseaux

Quelques propositions d'action contre les principaux mécanismes d'atteinte au réseau d'assainissement (complémentarité des différentes mesures de prévention)





## 6.4 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

### ■ Interdépendance avec le réseau électrique

Comme les stations de traitement de l'eau potable, les stations d'épuration peuvent supporter une coupure d'alimentation électrique pendant plusieurs heures si elles disposent de capacités suffisantes de bassins de stockage des eaux usées.

De même que pour l'eau potable, les principaux problèmes sur une station d'épuration concernent les installations de pompage et de transport des eaux (cf. fiche relative au réseau d'eau potable).

L'installation permanente d'un groupe électrogène permet de pallier la rupture d'alimentation électrique. Elle se définit en général à la construction de la station. La norme européenne NF EN 752, relative aux eaux usées, oblige l'installation d'une réserve suffisante pour stocker les eaux usées pendant plusieurs heures ou de prévoir un

dispositif de secours de pompage (groupe électrogène) pour la construction des nouvelles stations de pompage d'eaux usées.

Le fascicule 73 du CCTG « Équipement hydraulique, mécanique et électrique des stations de pompage d'eau » et le fascicule 81-1 « Construction d'installations de pompage pour le relèvement ou le refoulement des eaux usées domestiques, d'effluents industriels ou d'eaux de ruissellement ou de surface », insistent également sur l'importance de prévoir un système de protection pour éviter le phénomène du coup de bélier sur les équipements de pompage.

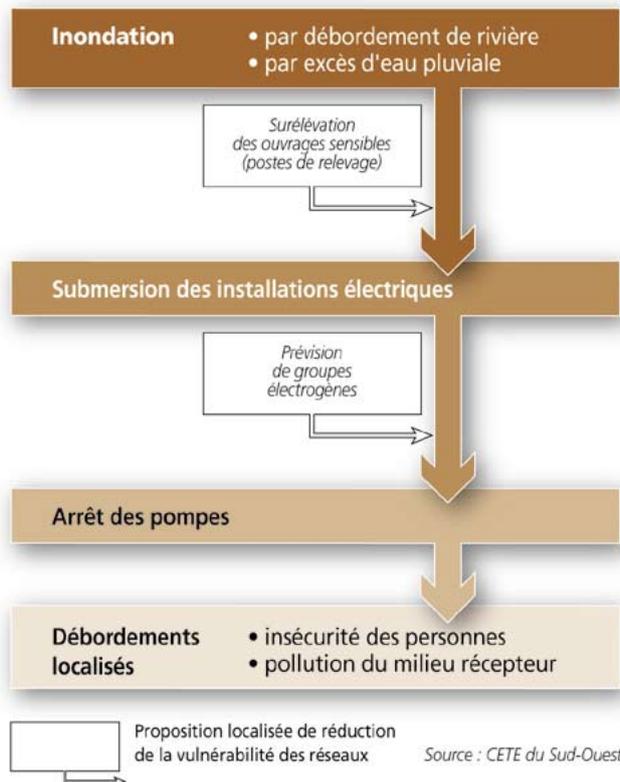
### ■ Signalisation et surveillance

**Mâcon.** Le gestionnaire de la station d'épuration est averti de la montée des eaux par une sonde installée au Service Navigation et reliée directement au système de télésurveillance de la station. Il peut ainsi contrôler et anticiper l'arrêt de la station avant que la Saône n'atteigne la cote de 5 m.

**Montauban.** Le service chargé de l'assainissement vérifie le bon fonctionnement des clapets anti-retour, des vannes, des appareils de niveau, des pompes (et leur alimentation en électricité), et s'assure de la disponibilité d'un groupe électrogène en cas de coupure de courant.

**Niort.** le directeur de la régie des eaux se coordonne avec le service de prévision de crue pour manœuvrer les pelles et les clapets des ouvrages hydrauliques municipaux. Il veille au bon fonctionnement du réseau de collecte des eaux pluviales. Il doit notamment s'assurer du libre écoulement au niveau des bouches avaloir, afin d'éviter tout débordement localisé.

### La prévention des défaillances d'origine électrique



### ■ Protection

Pour assurer la sécurité des riverains et des secours, des actions sur le réseau d'assainissement peuvent être menées, comme la pose de grilles sur les regards. Le verrouillage des tampons de regards empêchera leur soulèvement par les riverains ou par la mise en charge du réseau. De même, l'ancrage ou le lestage des ouvrages (décanteurs, bassins d'aération, etc.) évitera leur flottaison, qui, là encore, présente une atteinte à la sécurité des personnes.

Pour protéger les installations sensibles à l'eau, la première étape consiste à empêcher l'eau

d'entrer dans le réseau, les installations ou les bâtiments. Pour le réseau d'assainissement, la mise en place de dispositifs anti-retour (vannes, clapets) au niveau des postes de refoulement évitera l'infiltration d'eaux pluviales dans le réseau et les débordements chez les particuliers. Dans la station d'épuration, le matériel sensible pourra être surélevé.

**Montauban.** Lorsque l'eau atteint 9,25 m au Pont Vieux, des précautions sont à prendre à la station d'épuration du Verdié. Les réactifs (javel, ammoniaque, soude, etc.) sont stockés sur une dalle surélevée. Les accès aux tours de désodorisation et les trois portes d'accès au local de centrifugation sont cloisonnés. Sur le site du Treil les pompes de refoulement sont arrêtées 30 cm avant l'inondation du local. L'intervention de deux électromécaniciens est programmée.

### ■ Remise en service

Avant la remise en service de la station, il est important de dresser la liste de dégâts et de vérifier le fonctionnement du réseau.

**Saintes.** Après la décrue, des campagnes d'inspection par caméra sont effectuées pour vérifier l'état des canalisations d'assainissement (encombrement par des matières charriées par la crue).

La remise en activité des installations interrompues nécessite aussi un nettoyage préalable. Pour l'assainissement, la remise en service nécessite :

- pour les stations d'épuration, d'enlever les quantités importantes de détritissés issus du dégrillage et de sable, mais aussi de sécher les installations électriques, étuver les moteurs et vidanger le relèvement, le prétraitement, le décanteur et l'épaississeur,
- pour les stations de relèvement, d'évacuer les sables du réseau et de la station, d'enlever les déchets du dégrillage, les sables et les graisses.

**Mâcon, mars 2001.** Les réparations ont consisté à nettoyer et rincer les réseaux, pendant deux semaines, par les équipes assainissement, à l'aide d'hydrocureurs, ainsi qu'à nettoyer et à désinfecter les lieux inondés en ville.



## Fiche 7 - Réseau de chauffage urbain

### 7.1 - Présentation du réseau

Le fluide caloporteur, c'est-à-dire transportant la chaleur, est soit de l'eau chaude (température maximum de 110°C), soit de l'eau surchauffée (température comprise entre 110°C et 200°C).

Dans la plupart des cas, à la pointe de l'hiver, la température du réseau d'eau chaude est généralement de 109°C au plus pour le tuyau d'amenée de chaleur et d'un peu moins de 70°C pour le tuyau revenant à la centrale. L'écart de température est donc de 40°C. Ce refroidissement s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Pour l'eau surchauffée, la température d'amenée peut être de l'ordre de 140°C à 200°C, alors que la température du tuyau de retour est de 80 à 90°C. L'écart de température peut donc, dans ce cas, atteindre une centaine de degrés.

Deux principaux types d'ouvrages peuvent être mis en œuvre :

- le premier est composé d'une canalisation étanche isolée thermiquement, posée dans un caniveau



Canalisation de chauffage urbain, technique Wanner.

veau de type coffrage en béton avec des patins (technique Wanner) ;

- le deuxième type d'ouvrage est une canalisation avec une double enveloppe (tube caloporteur), la première enveloppe protégeant des chocs et la deuxième transportant le fluide. Entre les deux enveloppes se trouve un isolant, calorifugé, comme de la laine de verre ou de roche (technique Tugal).

La mise en œuvre complète d'une canalisation de transport de chauffage urbain (fourniture, chantier, déplacements d'autres concessionnaires, etc.), coûte entre 1 300 et 1 500 le mètre linéaire pour la technique Tugal et 800 par mètre linéaire pour la technique Wanner.

*Remarque : la réglementation technique concerne la mise en œuvre des canalisations sous pression et les procédés techniques agréés, mais ne comporte rien de spécifique en rapport avec les inondations.*



Mise en œuvre de la technique Tugal.



Double enveloppe de la technique Tugal.

## 7.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Centre de production et sous-stations relais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inondation des chaufferies (centre de production lui-même ou ses accès), dégradation du bâti ou du système de conversion d'énergie au particulier.</li> </ul>	Perturbation ou arrêt de la distribution de chauffage ou d'eau chaude aux clients : l'eau, partie chaude de la station de chauffage, se refroidit durant son trajet et arrive froide dans les radiateurs des bâtiments desservis.
Réseau de distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les conduites peuvent s'affaisser suite au tassement des sols saturés en eau et des fuites peuvent apparaître.</li> <li>• Le réseau de distribution peut être inondé (submersion par les accès et les ventilations des ouvrages).               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour des installations de type Wanner, le remplissage d'eau du coffrage peut entraîner la détérioration de l'isolation et ainsi, modifier la capacité de transport de chaleur. Des effets de corrosion peuvent survenir à long terme sur les parties de canalisation mal isolées.</li> <li>- Pour le réseau fonctionnant à la vapeur, la présence d'eau fraîche crée une variation brusque de température entre le fluide et l'enveloppe externe, pouvant produire des contraintes mécaniques de type dilatation-rétraction et entraîner la rupture de la conduite. Le calorifugeage du tuyau peut être également dégradé, ce qui entraîne une perte du rendement énergétique.</li> </ul> </li> </ul>	

## 7.3 - Mesures de réduction de la vulnérabilité

Les principales mesures techniques pouvant être prises sont :

- positionner les appareils de production de chaleur (chaufferie) hors zone inondable,
- équiper les nouveaux aménagements de réseaux de chaleur situés en zone inondable, d'une protection thermique hydrophobe, ou les placer dans un caniveau étanche.

**Mâcon.** Les travaux entrepris par la Compagnie Générale des Eaux ont été réalisés dans le cadre du renouvellement du réseau de transport de chauffage urbain qui atteignait sa limite de durée de vie. Ces travaux n'ont pas été réalisés spécifiquement pour se prémunir des inondations, mais les techniques utilisées ont pris en compte ce paramètre.

Le lieu de production d'eau chaude est situé sur la partie haute de Mâcon, hors zone inondable.

Les parties basses de la ville, et donc les extrémités du réseau, sont équipées d'un réseau basse température étanche avec la technique Wanner. Ce réseau fonctionnant en basse température accepte mieux une inondation provisoire, les effets mécaniques de dilatation sont moins importants. Généralement ce type de chauffage est bien adapté à la desserte de petits immeubles et de pavillons<sup>32</sup>.

Le réseau haute température avec la technique Tupal a été utilisé sur une zone inondable dans un secteur comportant des immeubles de taille moyenne et une cité administrative.

## 7.4 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

Les mesures prises pour faire face à la défaillance d'une conduite peuvent consister à se servir du maillage du réseau pour redistribuer la chaleur par une autre conduite.

Le gestionnaire du réseau de chauffage urbain ne peut pas intervenir sur son réseau en période de crise. Certaines défaillances directes peuvent être détectées (baisse de pression, baisse de température), mais la plupart apparaissent principalement après la décrue (endommagement de la qualité du calorifugeage, tassement de sol).

Avant la remise en service, il faut pomper, puis sécher les conduites de chauffage urbain (vider à l'aide de pompes les canalisations inondées et procéder au séchage de l'enrobement calorifugeant des conduites de distribution d'eau chaude).

<sup>32</sup> - La coordination technique : recommandations pour la coordination des VRD dans les opérations d'aménagement, direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, service technique de l'Urbanisme, 1983 - 1984.



## Fiche 8 - Réseau de navigation (voie d'eau)

### 8.1 - Présentation du réseau

« Les crues ont surtout affecté ... la voie d'eau ! ». C'est ainsi que le magazine « Transports actualités » (n° 539, 1995) titrait l'un de ses articles après les inondations de 1995. Car si les transports terrestres, automobile et fer, ont pu être très touchés localement par ces inondations, le transport fluvial n'a pas été épargné. Les ouvrages de la voie d'eau sont en effet les premiers exposés aux flots, lors d'une crue de type fluvial. Sont particulièrement vulnérables les berges, les digues, les ponts, les écluses (portes arrachées, systèmes de vannages endommagés sur plusieurs écluses du Blavet en 1995) et les ports.

### 8.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Voie d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embâcles.</li> <li>• Pollutions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbations ou arrêt du trafic fluvial (arrêt du transport par voie d'eau, donc de certains approvisionnements) et des autres usages de la voie d'eau (loisirs, activités sportives).</li> </ul>
Ouvrages (écluses, ponts, barrages, ports)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennoiment des écluses, des ports.</li> <li>• Fragilisation, endommagement des ouvrages.</li> <li>• Réduction du tirant d'air sous les ponts, embâcles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbation ou interruption de la circulation sur les ouvrages de franchissement. Par exemple, ponts fragilisés par des embarcations (péniches, etc.) à la dérive, s'appuyant sur les piles de pont.</li> <li>• Perturbation de l'activité économique, qu'il s'agisse des transporteurs immobilisés, ou des entreprises qu'ils fournissent, qui ne sont plus approvisionnées.</li> </ul>
Berges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennoiment des voies sur berges.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégâts sur les espaces naturels (berges, zones tampon, marais, etc.) et sur la biodiversité.</li> </ul>

Région parisienne, inondations de 1995. L'arrêt du transport fluvial a porté préjudice à l'industrie des matériaux de construction qui utilise la voie d'eau comme mode de transports pour l'approvisionnement des installations en matières premières (Transports actualités n° 539).

### 8.3 - Mesures d'adaptation du réseau

Fermeture de ports et arrêt de la navigation fluviale sont les seules mesures envisageables. Ainsi lors des crues de 1995, la navigation avait

été interrompue sur de nombreux bassins (Seine, Oise, Rhin, Meuse, Moselle, Sarre, etc.).

Cette dernière mesure peut être motivée par différents phénomènes physiques rendant la navigation fluviale trop dangereuse, voire impossible : forts courants, embâcles, ouvrages ennoyés, tirants d'air insuffisants sous les ouvrages de franchissement, etc.

### 8.4 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

Des transferts de fret peuvent être possibles vers d'autres moyens de transports (le fer en particulier) dans la mesure où les chargeurs sont interchangeables et où la voir ferrée n'est pas affectée par l'inondation. Dans l'Est par exemple, le

fer a été substitué à la voie d'eau pour assurer l'approvisionnement de l'industrie sidérurgique.

### 8.5 - Éléments de coûts

VNF estimait provisoirement en avril 1995 le coût des réparations pour l'ensemble du canal de l'Est-branche-nord à 4,3 millions d'euros, le service de la navigation de la Seine estimait le coût des dégâts à 6,7 millions d'euros.

## Fiche 9 - Réseau d'éclairage public

### 9.1 - Présentation du réseau

Les réseaux d'éclairage public sont constitués :

- de circuits d'alimentation : conducteurs aériens, nus ou isolés, câbles souterrains,
- des luminaires et de leurs candélabres, consoles, lampes,
- d'armoires de comptage, relais, etc.

### 9.2 - Atteinte au réseau et aux usagers

Nîmes, 1988. Destruction du réseau d'éclairage public sur 6 kilomètres.

### 9.3 - Mesures de réduction de la vulnérabilité

La principale mesure consiste à placer les armoires de commande hors d'eau.

**Lyon.** Le service maintenance donne son avis sur les projets neufs et prend en compte le risque inondation à cette occasion. Les armoires sont positionnées en hauteur dans les secteurs inondables, malgré la difficulté de maintenance que cela occasionne. Les ancrages des projecteurs peuvent être renforcés au cas par cas.

Un cahier des caractéristiques exigées pour les études et les installations d'éclairage public de la ville de Lyon, indique que les armoires de commande ne peuvent pas être enterrées ni implantées en zone inondable<sup>33</sup>. Ce cahier ne remplace pas le CCTP nécessaire au marché.

Partie du réseau	Atteinte au réseau	Effets sur les usagers
Bornes basses, projecteurs, armoires de raccordement festivités, portes de postes de commande, fosses de projecteurs et réglottes (tubes fluorescents)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immersion des appareils.</li> <li>• Arrachage des appareils par les embâcles ou le courant.</li> </ul> <p>Les dommages surviennent sur les ponts (éclairage de mise en valeur du patrimoine) et sur les berges (éclairage public). <i>Ce sont surtout les inondations par ruissellement pluvial qui provoquent des dégâts dans les centres urbains.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintien dans l'obscurité des secteurs où le réseau est immergé, durant la crue et le temps des interventions.</li> <li>• Délinquance et insécurité des zones laissées dans l'obscurité (pour les installations n'ayant pas de lien avec la sécurité, une extinction de quelques jours est acceptable, mais pour les installations d'éclairage fonctionnel, l'extinction pendant plus d'une nuit n'est pas acceptable).</li> </ul>



Division éclairage public Lyon.

Armoire positionnée en hauteur sur l'île Barbe.



Division éclairage public Lyon.

Immersion d'une borne basse quai Gillet à Lyon.

### 9.4 - Organisation pour le maintien du service et le retour à la normale

Avant la remise en service, les éclairages sont nettoyés, et les différents éléments du réseau endommagé sont remis en état : bornes basses, projecteurs, armoires de raccordement festivités, fosses de projecteurs et réglottes.

33 - LUX cahier technique, octobre 1999, p.67.



78



# Fiche de cas

## La crue de la Meuse et de ses affluents en janvier 1995 dans les Ardennes

*L'étude de cas présentée dans cette dernière partie permet d'avoir une vue d'ensemble des effets sur les réseaux et les usagers, lors d'un événement.*

*Le cas des crues de la Meuse dans les Ardennes a été choisi notamment pour les raisons suivantes :*

*La crue a été lente et a duré plusieurs semaines.*

*Deux crues importantes se sont produites à deux ans d'intervalle, 1993 et 1995, ce qui permet lors de la seconde inondation, d'évaluer l'efficacité et la pertinence des mesures de prévention réalisées suite à la première.*

*Cette étude de cas donne des chiffres sur les pertes d'exploitation et sur les montants des réparations et des mesures de prévention.*



## 1 - Principales caractéristiques de la crue

Depuis 1989 le département des Ardennes était régulièrement inondé tous les deux ans. La crue de décembre 1993 fut historique par les hauteurs d'eau atteintes et sa durée : deux semaines. Mais celle de janvier 1995 a atteint des niveaux supérieurs de 80 cm. Les trois villes les plus touchées par les inondations ont été Charleville-Mézières, Givet et Sedan. Au plus fort de la crue, le niveau d'eau a atteint 6,30 m au barrage de Mézières, le 31 janvier (5,78 m en décembre 1993).

L'alerte est donnée le 23 janvier 1995. Une cellule de crise en Préfecture est activée du 26 janvier 1995 au 9 février 1995. Le Plan Orsec est déclenché le 29 janvier 1995 et levé le 6 février pour l'arrondissement de Sedan, puis le 8 février pour l'arrondissement de Charleville-Mézières.

### Bilan global de la catastrophe en quelques chiffres-clés

- 9 blessés ;
- 2 750 évacuations (la plupart des habitations inondées et privées d'électricité et de chauffage ont été évacuées) ;
- 243 communes ayant fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ;
- 4 200 clients privés momentanément d'électricité (variant de quelques heures à 3 jours) ;
- 56 000 personnes privées d'eau potable (11 communes) dans le département, pendant une période variant de 1 à 15 jours.

### Les crues historiques de la Meuse

Crues historiques	Montcy-Notre-Dame		Monthermé		Chooz	
	$Q_{maxi}$ (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)	$Q_{maxi}$ (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)	$Q_{maxi}$ (m <sup>3</sup> /s)	T (ans)
Décembre 1993	830	19	1 223	37	1 388	42
Janvier 1995	985	48	1 309	57	1 484	66

Source : DDE des Ardennes, BCEOM, 1999.

## 2 - Réseau routier et accès aux bâtiments sensibles

### 2.1 - Effet des perturbations du réseau sur la population et les activités

#### ■ Atteinte des réseaux

Le réseau routier a été fortement perturbé tout le long de la vallée de la Meuse, en particulier entre Sedan et Charleville-Mézières. Au plus fort de la crise, 232 km de routes coupées ont été recensés dans l'ensemble du département.

Les principales routes affectées étaient :

- la pénétrante urbaine, partiellement coupée à Charleville-Mézières,
- l'autoroute A 203, inondée au droit de la zone d'activités des Ayvelles, fermée du 31 janvier au 2 février,
- la RD 988, fermée entre Revin et Fumay,
- 39 ouvrages d'art fermés à la circulation,

- 25 km de voiries inondées à Charleville-Mézières, à refaire,

- tous les ponts routiers de Charleville-Mézières mis en charge en janvier 1995.

Catégorie de routes	Nombre de routes barrées du fait de l'inondation	Linéaire touché (en km impraticables)
Routes nationales	7	30
Routes départementales de 1 <sup>re</sup> catégorie	22	92
Routes départementales de 2 <sup>e</sup> catégorie	8	34
Routes départementales de 3 <sup>e</sup> catégorie	31	76

#### Détail par commune des effets au réseau routier

Commune	Atteintes au réseau et aux usagers en 1995 et mesures prise depuis
Anchamps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le pont de la RD1b a été mis en charge en 1995, donc lesté et interdit à la circulation, bien que l'eau n'ait jamais atteint le tablier (la revanche était d'environ 50 cm).</li> <li>• La route reliant Revin à Anchamps en rive gauche se trouve inondée lors des fortes crues par le ruisseau du <i>Fond de Pille</i>. En 1993, la chaussée avait été emportée au niveau du pont, celui-ci étant sous-dimensionné et l'écoulement étant torrentiel lors des fortes précipitations. En 1995, une digue a été aménagée lors de la crue, pour éviter que cela ne se reproduise. Depuis, la section du pont a été augmentée, mais les risques d'embâcles demeurent (le torrent charrie beaucoup de bois flottants depuis la forêt), ainsi que le problème posé par les très fortes vitesses d'écoulement.</li> <li>• <b>Anchamps s'est donc trouvé isolé</b> en janvier 1995, puisque le pont routier était trop instable pour permettre la circulation des véhicules. La voie ferrée constituait alors le seul accès utilisable.</li> </ul>
Aubrives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La rue de Votion a été inondée en 1995, et les quelques habitations du Trieu et du Chênet ont été isolées.</li> <li>• La RD46c a été inondée lors des fortes crues dans le centre du village et au niveau de l'entreprise Magotteaux, isolant les cités.</li> </ul>



### Détail par commune des effets au réseau routier

Commune	Atteintes au réseau et aux usagers en 1995 et mesures prise depuis
Ayvelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seule la voie d'accès aux entreprises EGIE et Ardennes Béton a été coupée, isolant la zone industrielle.</li> </ul>
Bogny-sur-Meuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le talus de la RD1 a été endommagé sur une centaine de mètres en aval de la Cité.</li> <li>• Au centre du pont de Braux (RD1), il ne restait en 1995 qu'environ 30 cm entre la ligne d'eau et la poutre métallique du pont. Seules les culées de l'ouvrage étaient en charge : la mairie n'a pas pu intervenir puisque le pont était isolé.</li> <li>• Au centre du pont de Château-Régnault, il restait en 1995 à peine 10 cm entre la ligne d'eau et la poutre métallique du pont. L'ouvrage était en charge sur la moitié de sa longueur, aussi le Maire a décidé de le lester pour soutenir ses piles.</li> </ul> <p><i>Remarque : suite à la crue de 1993, des affouillements avaient été constatés au niveau des piles de ce pont, qui avaient donc été renforcées.</i></p>
Charleville-Mézières	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponts de la rocade ouest : les tabliers de ces deux ponts ne sont pas horizontaux (la rocade s'incurve selon le terrain naturel dans la traversée de Manchester) : les sous-poutres en béton ont été mises en charge en 1995 du côté le plus bas.</li> <li>• La rocade a été aménagée sur remblais sans aucun ouvrage de décharge (contraction latérale très importante). Le SIVU prévoit un recalibrage du lit majeur sous ces ponts, pour augmenter la section mouillée.</li> <li>• Passerelle Bayard : l'eau est montée de 2,40 m au-dessus de cette passerelle en janvier 1995. Elle a résisté.</li> <li>• Ponts d'Arches : pont en béton mis en charge en 1995. Suite aux inondations de 1995, le SIVU a réalisé des travaux pour augmenter la section mouillée sous ce pont.</li> <li>• Pont de Montcy-Saint-Pierre : pont métallique mis en charge en 1995 (seule la travée centrale conservait un tirant d'air). Il a été lesté par la commune et interdit à toute circulation durant l'inondation.</li> <li>• Pont de Montcy-Notre-Dame : pont mis en charge en 1995. Il a été lesté et interdit à toute circulation durant l'inondation.</li> </ul>
Givet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quartier Notre Dame : les ateliers où étaient entreposées les réserves de bois utilisées pour constituer les passerelles emportées ont été inondés par 1,20 m d'eau.</li> <li>• Pont SNCF : il restait plus d'un mètre entre le niveau d'eau et le tablier métallique. Ce pont était utilisé par les piétons pendant la crue pour traverser la Meuse. Les véhicules faisaient le tour par la Belgique.</li> <li>• RD 65 : coupée en 1995 au niveau de la porte de Rancennes.</li> <li>• RD 46 et RD 949 : inondées en 1995 dans le quartier de Notre Dame. Un itinéraire de substitution passait par le Fort des Vignes et Tivoli, dont la route a été protégée par la mise en place d'une diguette en tout venant, lors de la crue, pour rejoindre le pont de Heer.</li> <li>• RN51 : coupée en 1995 2 km en amont de l'entrée sud de Givet, au niveau des Trois Fontaines, dans Givet même. Une diguette en tout venant a été édifiée, lors de la montée des eaux, pour retarder l'inondation de la route dans le tournant qui joint la RN 51 à la route de Givet à Philippeville, ainsi qu'au niveau de l'écluse des trois cheminées. Il fallait donc passer par Fousches pour atteindre Givet depuis le sud.</li> </ul>
Ham-sur-Meuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 46b : la route constitue une digue entre le pont et l'entrée du village. L'eau est passée au-dessus en 1995, sans provoquer de rupture du remblai routier. Le village, totalement isolé, a été ravitaillé par des hélicoptères de l'armée pendant toute la durée de l'inondation. Suite à l'inondation, la construction d'un viaduc routier a été projetée pour joindre le pont à l'entrée du village sans barrer l'écoulement de la Meuse en temps de crue.</li> </ul>
Joigny-sur-Meuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pont de la RD1a : culées de l'ouvrages en charge, lestage pour soutenir les piles.</li> </ul>

## ■ Effets sur la population et les activités

### • Isolement de secteurs et difficulté d'accès aux bâtiments sensibles

L'interruption des communications routières, pouvant aller jusqu'à la paralysie, a entraîné une difficulté, voire une impossibilité, de se déplacer en ville et en interurbain, ce qui occasionnait des problèmes pour la vie quotidienne et le déplacement domicile – travail, mais aussi des difficultés pour évacuer les personnes.

Au plus fort de la crue, des villes ont été totalement isolées, faute d'accès par la route : ce fut le cas de la ville d'Anchamps, de Laifour, d'Ham-sur-Meuse. Pour accéder à Givet, il fut nécessaire de passer par la Belgique.

Des secteurs ont aussi été isolés et/ou leur accès rendu difficile. Ainsi, des parcours ont pu être rallongés en raison des déviations mises en place. Cependant, d'une manière générale, les secours, le transport de matériel et le ravitaillement ont pu être assurés pendant les crues de 1995. La commune de Ham-sur-Meuse a dû faire appel aux hélicoptères de l'armée pour être ravitaillée.



DIREN Lorraine.

*Le village de Ham-sur-Meuse, totalement isolé, a été approvisionné en vivres par hélicoptère.*

### • Perturbation des activités

À Charleville-Mézières, environ 390 entreprises, artisans, commerces et professions libérales ont été inondés en 1995 et 400 ont subi des pertes d'exploitation par manque d'accès<sup>34</sup>.

En effet, outre les entreprises directement inondées, la perturbation du réseau routier a également eu des impacts sur les activités économiques. Ainsi, un commerçant tenant un magasin de vêtements à Charleville-Mézières expliquait qu'il avait souffert d'un manque à gagner de plus de 11 000 €, les clients n'ayant pas pu accéder à sa boutique durant quinze jours.

L'activité commerciale de sociétés de transport a été interrompue du fait des coupures de routes, bien que les camions soient restés hors d'eau.

Les grandes surfaces à Givet ont été fermées et l'approvisionnement était problématique.

Plus globalement, la perturbation de l'ensemble du trafic de transit a eu des impacts sur l'activité économique du secteur.

### • Interdépendance avec les autres réseaux

Le réseau de transports en commun a été très perturbé, en milieu urbain et interurbain. Ainsi, le service de transports de bus urbains à Charleville-Mézières a eu un manque à gagner de près de 106 700 €.

#### Chiffrage des pertes d'exploitation pour la ville de Charleville-Mézières

Équipements	Montant des pertes d'exploitation (en €)
Salles municipales dont parc des expositions	4 725
Piscines	13 628
Patinoire	13 803
Stationnements payants	10 427
Restauration scolaire	13 194
Restauration personnes âgées	2 121
Crèches	6 070
Location garage et logements	457
Transport	104 060

Source : Dossier des dégâts communaux.

34 - DDE, BCEOM, 1999.



Transports en commun non assurés lors des inondations.

## 2.2 - Mécanismes d'atteinte au réseau

Des routes ont été inondées ou affaissées, des trous et des fissures sont apparus dans la couche de roulement, des quais ont été noyés. Par exemple, sur la RD 988 entre Revin et Fumay, le rideau de palplanches en cours de pose le long de la route s'est effondré, et des coulées de boues se sont produites sur les voies.

Des passerelles ont été arrachées, des ponts mis en charge (tous les ponts de Charleville-Mézières ont été mis en charge en janvier 1995), ou endommagés, par exemple par des affouillements au niveau des piles et des culées, mais aucun pont n'a été détruit ou emporté.



Route submergée par les eaux en point bas, dans la vallée de la Meuse.

Beaucoup de ponts routiers ont été édifiés dans des secteurs où le lit majeur est actif et sans ouvrages de décharge latéraux, bloquant tout écoulement en lit majeur et engendrant des remous importants (source : PPR Meuse aval).

À titre d'exemple, sur le périmètre du PPR Meuse aval, sur 35 ponts, 17 ont été mis en charge lors de la crue de 1995, 8 ont été lestés lors de cette crue, et 17 seraient mis en charge lors de la crue centennale.

## 2.3 - Gestion de crise et moyens de substitution

Différentes mesures ont été prises, selon les enjeux.

### ■ Coupures de routes et mise en place de déviations

Des routes ont été coupées, interdites à la circulation, requérant la mise en place de déviation et d'une signalisation adaptée. Ainsi, l'autoroute A 203 a été fermée localement et un itinéraire de déviation mis en place.

Pour la gestion de la circulation de transit, et afin de limiter l'afflux de la circulation sur le secteur de Charleville-Mézières, au plus fort de la crise, une déviation pour les véhicules de transit a été mise en place à Sedan sur la RN43 au Piquet et sur la RN51 à Reethel.

Pour accéder à Givet, une déviation a été mise en place par la Belgique, du fait de la coupure de la RN51 dans les traversées de Givet et de Vireux-Molhain.

### ■ Restrictions de circulation

Des restrictions de circulation ont été mises en place, en limitant par exemple le tonnage à 12 tonnes sur des ouvrages d'art, ou en limitant la circulation sur une seule voie en cas de glissement de terrain notamment.

## ■ Travaux pour maintenir la circulation sur des axes stratégiques

Sur des axes stratégiques, pour maintenir la circulation, des apports de remblais ont pu permettre de rehausser la voie, au fur et à mesure de la montée des eaux.

### Point fort : le maintien de la circulation sur la rocade de Charleville-Mézières

La rocade de Charleville est le seul point d'accès au quartier de Manchester, où est situé le centre Hospitalier Général, et au centre-ville pour les personnes venant du sud.

Les travaux réalisés après la crue de 1993 ont permis d'éviter la montée d'eau sur la rocade en-dessous du pont de Manchester, qui avait obligé une fermeture de la route en 1993.

En 1995, le clapet installé a donné satisfaction jusqu'au moment où l'eau arrivait au niveau aval de la Meuse. Cet endroit est situé entre les deux boucles de la Meuse. Dès que l'eau est arrivée sur la rocade, des travaux de surélévation de la rocade ont été entrepris.

La surélévation a consisté à mettre en place un remblai provisoire en grave non traitée (2 500 tonnes de matériaux) sur une voie dans chaque sens et sur la bretelle d'accès à l'hôpital de Manchester, complété par la construction de deux digues<sup>35</sup> en terre et par le colmatage de tous les regards d'assainissement. Les travaux ont été réalisés le 31 janvier 1995, puis démontés dans la nuit du 2 au 3 février.

Remarque : la rocade a malgré tout été inondée à Manchester, du fait du reflux d'eaux usées ; la circulation a été coupée pendant une journée.

Les voies viabilisées étaient destinées aux véhicules légers et de secours. Des difficultés de circulation ont subsisté, mais le trafic n'a jamais été interrompu.

La même technique que celle mise en œuvre sur la rocade de Charleville-Mézières a permis le maintien de l'accès à Bogny-sur-Meuse à partir de la RD1.

Dans l'agglomération de Charleville, des accès ont été préservés pour ne pas isoler totalement certains quartiers, notamment :

- rue des Forges Saint Charles, une pompe a été installée en 1995 au droit du passage inférieur de la ligne de chemin de fer de Charleville-Hirson (elle a été insuffisante à la pointe de la crue).
- le long de l'avenue de Montcy Notre Dame, une digue de terre de 70 à 80 cm de haut a été aménagée (photo).

35 - Depuis, les digues ont été remplacées par un muret.

## ■ Passerelles pour les piétons

Pour la circulation des habitants en ville, des passerelles ont été mises en place, avec la nécessité de les surélever pour s'adapter à l'évolution de la montée des eaux. Dans le centre-bourg de Mézières, les passerelles étaient constituées de deux planches de bois reposant sur des papiers. La commune de Charleville-Mézières s'est équipée de passerelles stables, qui, une fois arrimées, permettent de circuler à 1,50 mètres du sol. La commune a prévu de constituer des stocks correspondants à 12 km de passerelles.

## ■ Autres moyens de transport

Des circulations en barque ont été mises en place dans le centre-ville de Charleville-Mézières. Des chevaux ont même aidé au déménagement d'urgence de plusieurs familles. La commune de Ham-sur-Meuse a dû faire appel aux hélicoptères de l'armée pour être ravitaillée.

## ■ Surveillance et lestage des ouvrages d'art

Les ouvrages d'art dont la stabilité des tabliers paraissait menacée étaient surveillés. Ainsi, des ponts ont été lestés et interdits à la circulation pendant la période des plus hautes eaux : 32 ouvrages d'art ont été fermés à la circulation, 9 d'entre eux lestés, pour prévenir le risque d'emportement du tablier par la crue. La réouverture à la circulation s'est faite après délestage et inspection.



Mise en place de signalisation sur les voiries.

DR



À Charleville-Mézières, 8 km de passerelles ont été mis en place, dont 3,2 km dans le seul quartier d'Arches.

### ■ Sur le plan organisationnel

Les moyens des services de l'Équipement ont été redéployés pour contribuer fortement à l'édification de la digue, l'enlèvement des matériaux au moment de la décrue, l'approvisionnement de matériels utiles à la signalisation de sécurité. Une permanence a été maintenue 24H/24 à la CDES.

Par ailleurs, suite aux crues de 1993, les services techniques de la ville de Charleville-Mézières avaient élaboré des « fiches réflexes » pour la gestion des ouvrages, donnant des consignes telles que par exemple « à 5,30 m d'eau, le pont doit être chargé ».

## 2.4 - Réparations

D'importants travaux de réparation ont été engagés par la DDE en 1995, pour un montant total de 731 700 €. Ces travaux ont concerné la rocade de Charleville, les ouvrages d'art et des travaux divers.

Les montants des travaux prévus par les Villes étaient les suivants :

- Ville de Sedan : demande d'une subvention de près de 2,1 M€ pour réfection de voirie (dossier des dégâts communaux).
- Ville de Charleville-Mézières : demande de subvention pour les travaux de réfection suite aux

inondations de janvier 1995 (réfection de la couche de roulement de 25 km de voiries inondées) :

- Voiries communales (arrachement des voiries, des murs de quai, des garde-corps, etc.) : 414 222 €,
- Dépenses d'investissement (dont 24,4 k€ pour les trottoirs et 42,7 k€ pour du matériel de transmission) : 112 043 €.

<p><b>Rocade</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chargement de la rocade pendant les inondations.</li> <li>• Mise en œuvre de grave bitume sur la bretelle de Manchester.</li> <li>• Mise hors d'eau de la rocade : pose de glissières béton, puis leur démontage.</li> <li>• Rectification du ruisseau du Marbay longeant la rocade.</li> <li>• Affaissement d'un talus de la rocade à Prix-les-Mézières.</li> <li>• Intervention du Parc lors des inondations : création de digues, démontage et remontage de glissière de sécurité.</li> </ul>
<p><b>Ouvrages d'art</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude de la mise en place d'enrochements sous ouvrages d'art.</li> <li>• Pont de la Victoire et pont de la Gare à Sedan (enrochements).</li> <li>• Pose de palplanches OA Aisne à Réthel.</li> <li>• Nettoyage voûte d'OA à Givet sur RN51.</li> <li>• Nettoyage ponceau à Tremblois les Rocroi.</li> <li>• Nettoyage des radiers de 2 voûtes en maçonnerie sur RN43, l'une entre Sachy et Poursu, l'autre à Douzy.</li> <li>• Réfection assainissement du PS à Lumes A203.</li> <li>• Réfection du pont sur le ruisseau de la Ceuse à Maubert-Fontaine, RN43.</li> <li>• Visite d'ouvrages par plongeurs.</li> <li>• Étude d'incidence hydraulique des protections mises en place au pont de la gare et de la victoire.</li> </ul>
<p><b>Suite aux inondations</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éboulement d'un talus le long de la RN51 à Givet, près de la frontière belge.</li> <li>• Éboulement d'un talus le long de la RN43 à Tarzy.</li> <li>• Fonçages de 2 canalisations sous ce talus à Tarzy, purges de chaussée dans la traversée de Vireux - RN51.</li> <li>• Achat de signalisation temporaire.</li> <li>• Mise en place de panneaux info-route.</li> <li>• Curage de fossés.</li> <li>• Levés du lit de la Meuse, par géomètre.</li> </ul>

## 2.5 - Enseignements et prévention

### ■ Sur le plan technique

Des travaux de prévention ont été prévus ou réalisés. Par exemple, à Sedan, la création d'un accès surélevé à la caserne des pompiers, chiffré à 29 k€. Des travaux de prévention ont été réalisés par la DDE sur deux ponts à Charleville-Mézières (pont d'Arches et pont de la Victoire) et un pont à Sedan (pont de la Gare). Des travaux de protection de la rocade de Charleville-Mézières en cas de crue ont également été réalisés.

### ■ Sur le plan organisationnel : capitalisation de la connaissance acquise sur la vulnérabilité du réseau aux inondations

Suite aux crues de 1993, des voies prioritaires avaient été identifiées.

La crue de 1995 est la crue historique. Les données ont donc été exploitées pour mieux cerner l'impact sur le réseau routier et anticiper la mise en place de déviations pour la viabilité routière.

Aussi, suite aux crues de 1995, le service des routes de la DDE a consulté dès le mois de mars l'ensemble des subdivisions et la Commission Départementale de l'Education Spéciale (CDES) relative aux personnes handicapées, afin de capitaliser l'expérience acquise sur la vulnérabilité des réseaux routiers aux inondations (perturbations observées en relation avec les niveaux atteints aux différentes stations de mesures). L'objectif de ce recensement était **d'établir des cartes de viabilité des réseaux en fonction des niveaux d'eau atteints** aux stations de mesure les plus proches, et à terme, d'anticiper les fermetures de routes en fonction des prévisions de crues. Sont ainsi capitalisés pour chaque route touchée : la section, le cours d'eau, la cote d'inondation et la station de mesure de référence, ainsi qu'une fiche synthétique indiquant les perturbations sur le réseau routier en fonction des cotes de la Meuse.

### ■ Sur le plan réglementaire

Le règlement du PPR inondation Meuse aval, approuvé en 1999, prescrit « *pour toutes les extensions et constructions nouvelles et lors de travaux de réhabilitation, reconstruction et changement de destination d'un bâtiment, sauf si ce changement est de nature à réduire les risques : ... la création d'accès de sécurité pour les bâtiments recevant du public et les logements collectifs, en limitant au maximum l'encombrement de l'écoulement (...)* ».

Il n'interdit pas, sous réserve que cela n'aggrave pas les risques et sous réserve de limiter au maximum la gêne à l'écoulement :

« *Les constructions et aménagements d'accès de sécurité extérieurs (plates-formes, voiries, escaliers, passage hors d'eau, etc.). Pour les bâtiments destinés à recevoir du public, ces accès devront permettre l'évacuation des personnes (valides, handicapées ou brancardées) de façon autonome ou avec l'aide des secours* ».



## 3 - Réseau ferroviaire

### 3.1 - Effet des perturbations du réseau sur la population et les activités

Les inondations n'ont pas entraîné de défaillance majeure des réseaux ferroviaires. En effet, d'une manière générale, les voies ferrées sont construites suffisamment en hauteur, sur remblai.

Les perturbations mineures du trafic ferroviaire ont été les suivantes :

- perte de temps pour les trains voyageurs et le fret sur l'axe Charleville – Reims (dérangement de la signalisation ferroviaire),
- interruption de la circulation entre Reims et Lûmes du fait du non-fonctionnement des aiguillages.

Le service normal a pu être rétabli dans un délai de 48H.

### 3.2 - Mécanismes d'atteinte au réseau

#### ■ Au niveau du réseau

Lors de la crue de 1995, le réseau ferroviaire a été ponctuellement inondé :

- inondation des voies 1 et 2 de la ligne Charleville-Reims au km 139,600, à proximité du pont route de Mohon RN43,
- inondation des voies 1 et 2 de la ligne Mohon-Thionville en gare de Donchéry.

L'étude réalisée dans le cadre du PPR Meuse aval montre qu'en crue centennale, les voies ferrées seraient submergées à Nouzonville et à Montigny-sur-Meuse. De même, en crue centennale, le pont SNCF de Lûmes serait certainement mis en charge et le pont le plus aval de Charleville-Mézières ne présenterait plus qu'un tirant d'air très faible. Tous les autres ponts SNCF présen-

tent des sections mouillées suffisantes. Aucun pont SNCF n'a été mis en charge en janvier 1995 et, hormis les deux exceptions précédentes, ils ne le seraient pas non plus en crue centennale. En revanche, cette étude souligne que beaucoup de ponts SNCF bloquent l'écoulement en lit majeur et engendrent des remous importants en période de forte crue.

#### ■ Au niveau des équipements

Les matériels électriques de la voie ont été submergés : mécanismes électriques de commande des aiguillages, circuit de voie. Les circuits électriques sont perturbés dès que le niveau d'eau atteint le patin du rail.

#### ■ Au niveau des gares

La gare SNCF à Charleville-Mézières reste hors zone inondable, car elle est construite sur un remblai important. Toutefois, l'accès à la gare de Charleville a été momentanément impossible pour les habitants des quartiers de Mézières et de Mohon, du fait des perturbations sur le réseau routier.

### 3.3 - Gestion de crise, moyens de substitution et réparations

#### ■ Gestion de crise sur le plan technique

La SNCF a procédé à la dépose des installations sensibles (mécanisme électrique de commandes des aiguillages), puis à leur repose et à leur vérification.

Elle s'est également procurée un groupe électrogène venant de Metz pour pallier le risque de défaut d'alimentation en énergie de la gare de Charleville. Le poste électrique situé au niveau du bâtiment administratif a été maintenu en service grâce à l'installation de pompes.

Du fait de l'impossibilité d'accès à la gare de Charleville, un arrêt des trains grandes lignes a été créé en gare de Mohon, cependant il n'a pas été constaté d'augmentation significative de la fréquentation.

Par ailleurs, lors des crues, les ouvrages en terre et les ouvrages d'art touchés par les inondations sont surveillés régulièrement.

### ■ Gestion de crise sur le plan organisationnel

Du fait du bon fonctionnement du chemin de fer, celui-ci a été utilisé comme réseau de substitution aux autres réseaux de transport défaillants, notamment le réseau routier (suite à la coupure partielle de la pénétrante urbaine). Ainsi, des navettes gratuites ont été mises en place par la SNCF à la demande de la Préfecture. Les navettes reliaient la gare de Charleville-Mézières et la gare de Mohon, circulant toutes les deux heures, avec une fréquentation moyenne de 20 à 30 voyageurs.

Par ailleurs, la SNCF participe à la cellule de crise préfectorale et a toujours un service d'astreinte.

### ■ Réparations

Les réparations ont consisté principalement à rehausser les mécanismes de commandes des aiguillages à Mohon et à réparer les culées de ponts affouillées lors de la crue, à Fumay.

### 3.4 - Enseignements et prévention

Les zones critiques étant très localisées et les infrastructures ayant été très peu touchées, aucune mesure de prévention supplémentaire n'a été prévue, autre que les réparations évoquées ci-dessus. Les seules mesures qui pourraient être envisagées sont la relève des plate-formes ferroviaires, dont le coût serait très important.

## 4 - Réseau de télécommunications

### 4.1 - Atteinte au réseau et effets sur la population et les activités

En décembre **1993**, plusieurs communes ont subi des perturbations, dont la commune de Laifour, qui a été totalement privée de connexions téléphoniques. En janvier **1995**, seule la ville de Givet a subi de multiples coupures de téléphone (3000 logements sans téléphone).

Le **réseau** téléphonique a subi très peu de désordres lors des crues historiques de la Meuse. À Ham-sur-Meuse, des poteaux téléphoniques se sont couchés, suite à un affaissement de terrain. Par contre, les interruptions de télécommunications à Givet en 1995 ont été dues à l'inondation des **chambres souterraines** et de la **centrale** située en haut de l'allée de la Meuse. Des pompes ont fonctionné pendant plusieurs jours dans les chambres souterraines, mais celles-ci drainant les eaux de la nappe affleurante au moment des crues, elles n'ont pas pu assécher rapidement les chambres.

### 4.2 - Gestion de crise, moyens de substitution

Un équipement de radio-téléphone a permis de communiquer entre les sites. Le personnel de France Télécom a été mobilisé 24H/24 pour le pompage dans le central, destiné à éviter la noyade des installations.

### 4.3 - Enseignements et prévention

Suite à la crue de décembre **1993**, le réseau de téléphone du faubourg d'Arches à Charleville-Mézières a été mis hors d'eau. De même, des travaux de mise hors d'eau avaient été réalisés sur la commune de Laifour, totalement privée de téléphone en décembre **1993**, ce qui a prévenu tout nouveau problème lors des crues de **1995**.



## 5 - Réseau électrique

### 5.1 - Effet des perturbations du réseau sur la population et les activités

Différents équipements électriques ont été endommagés lors des inondations, les rendant totalement ou partiellement indisponibles, selon la hauteur de crue :

- postes sources HTB/HTA de Nouzonville et de Bogny-sur-Meuse,
- postes de distribution publique et postes clients,

- armoires de réseaux basses tension et coffrets de branchement.

Certaines parties sous tension ont été submergées, entraînant le déclenchement des protections électriques.

Plusieurs usines hydroélectriques ont été plus ou moins inondées en 1995, mais il semble qu'elles aient subi peu de dégât.

#### Détail par commune des effets au réseau d'électricité

Commune	Atteintes au réseau et aux usagers en 1995 et mesures prises depuis
Bogny-sur-Meuse	Poste EDF endommagé en lit moyen de la Meuse, mis depuis hors d'eau sur tiges métalliques et dalots en béton. Travaux également effectués sur le réseau basse tension.
Charleville-Mézières	Coupures d'électricité dans plusieurs quartiers : <ul style="list-style-type: none"> <li>• rue Louis-Hanot : les colonnes montantes du bâtiment abritant la chaufferie centrale ont été inondées. Depuis, le circuit a été mis hors d'eau et étanchéifié.</li> <li>• rue de la porte de Bourgogne : transformateur de la tour HLM inondé.</li> <li>• rue d'Alsace : transformateur inondé, provoquant une coupure dans tout le secteur. Il a été rehaussé depuis.</li> <li>• promenade de Dulmen : transformateur inondé. Il n'a pas été modifié depuis, mais d'autres branchements permettent d'alimenter le secteur en électricité.</li> <li>• rue des Forges Saint-Charles : le transformateur a été inondé en 1995. Il a été mis hors d'eau depuis.</li> <li>• passage inférieur SNCF rue des Martyrs de la Résistance : digue aménagée et actionnement d'une pompe pour maintenir hors d'eau le transformateur qui alimente toute la zone industrielle. Il a été délocalisé depuis.</li> </ul>
Givet	Plusieurs postes et transformateurs inondés : <ul style="list-style-type: none"> <li>• poste des Grands Jardins : entouré en 1995 par 50 cm d'eau. Les portes ont été colmatées, des pompes ont permis de limiter le niveau de l'eau sur la dalle du bâtiment à 5 cm. Toutes les installations ont été mises depuis sur pilotis et resteraient hors d'eau en crue centennale.</li> <li>• transformateur du quai des Fours : noyé en 1995.</li> <li>• transformateur de la rue André-Roguin, de la rue Saint-Michel : noyé en 1995 et surélevé depuis.</li> <li>• transformateur de la place de la République : inondé en 1995, mais il ne peut être surélevé, car il se trouve dans un appentis dont la hauteur est limitée par les prescriptions dues au caractère historique du site.</li> <li>• transformateur du quai Derveaux : court-circuité par la montée des eaux en 1995. Depuis, il a été surélevé au-dessus de la crue centennale.</li> <li>• transformateur du quartier de la Soie : sous 60 cm d'eau en 1995, surélevé depuis.</li> </ul>

La principale conséquence a été une coupure de courant pour les clients directement concernés par les inondations et une baisse de puissance pour les autres, afin de ne pas surcharger le réseau fragilisé.

Les entreprises situées en bord de Meuse ont complètement interrompu leurs activités. Toutefois, du fait de l'impossibilité d'accès aux bâtiments, elles n'auraient pu maintenir leurs activités, même avec une alimentation électrique.

Le délai de remise en service de la distribution d'électricité a été de quelques minutes à quelques heures, selon la situation géographique et l'ampleur de la crue. Cependant, le maillage du réseau a permis d'éviter des coupures de longue durée. Seul le village de Warcq a été privé d'électricité pendant trois jours.

Le manque de chauffage a aussi été l'un des effets secondaires.

## 5.2 - Gestion de crise, moyens de substitution

Plusieurs dizaines de groupes électrogènes ont été mis en place lorsque les voies d'accès aux ouvrages étaient praticables (plusieurs ponts en particuliers avaient été fragilisés par la montée des eaux). Le maillage du réseau a permis d'éviter des coupures de longue durée.

Pour les particuliers, l'éclairage à la bougie a été un moyen de substitution largement utilisé.

Sur le plan organisationnel, EDF participe à la cellule de crise préfectorale. Elle est informée des prévisions de hauteurs d'eau par la préfecture (SIDPC). Par ailleurs, des priorités de desserte

### Plan des clients prioritaires

Les clients prioritaires ont été déterminés suivant les dispositions de l'arrêté interministériel du 5 juillet 1999 :

- clients prioritaires d'ordre 1A : hôpitaux, cliniques ;
- clients prioritaires d'ordre 1B : industriels ;
- clients prioritaires d'ordre 2 : centre médico-sociaux, maison de retraite, laboratoire d'analyse, autres industriels.

ont été définies dans le Plan des clients prioritaires [cf. fiche « Réseau d'électricité »].

En interne, des mesures organisationnelles ont également été prises : activation du plan ADEL, qui met en œuvre des mesures exceptionnelles, en moyens humains et matériels, astreinte d'exploitation, préparation à l'exercice EXINAT 2000 (Exercice Interministériel National de gestion de crise).

## 5.3 - Réparations

Deux types de mesures ont été prises :

- modification des certains schémas d'alimentation,
- surélévation de cellules et de tableaux HTA et BT.

Le coût de ces mesures s'est élevé à 381 100 €, répartis sur deux exercices, entièrement supportés par EDF-GDF Ardennes.

## 5.4 - Enseignements et prévention

### ■ Sur le plan technique

Les principales mesures prises ont consisté en des travaux de mise hors d'eau et de délocalisation. Certains ouvrages ont été surélevés ou renforcés en fonction des hauteurs d'eau atteintes par la crue de 1995 :

- cellules HTA : surélévation,
- liaisons HTA de Mohon à Nouzonville : renforcement,
- ouvrages BT (tableaux TUR, coffrets, etc.) : peu de modifications, compte-tenu de l'évacuation des personnes nécessitée par la crue.

Ces travaux ont été réalisés sur des programmes pluriannuels. Des **mesures de prévention sont désormais prises pour tous les travaux neufs** réalisés dans la zone de submersion : surélévation des nouveaux postes HTA/BT pour les mettre hors d'eau par rapport au niveau de la crue de 1995.



### ■ Sur le plan organisationnel

Le plan ADEL a été amélioré en tenant compte du retour d'expérience de 1995. Ainsi des mesures ont été prises : astreinte et renfort extérieur FIRE.

La crue de la Meuse en 1995 a servi de référence pour l'exercice de crise nationale EXINAT 2000, simulant une situation pour les départements des Ardennes.

### ■ Sur le plan réglementaire

Le règlement du PPR inondation de la Meuse aval, approuvé en octobre 1999, prescrit :

- Formes urbaines, modalités d'utilisation des sols et aménagement du bâti :

« *Le mobilier urbain, les structures de jeux et de loisirs, les dispositifs d'éclairage, etc., devront pouvoir résister aux effets d'une inondation prolongée (risque d'entraînement, dégradations diverses, etc.)* ».

- Accès et réseaux :

« *La mise hors d'eau de toutes installations sensibles à l'eau dont le dysfonctionnement en cas de submersion pourrait avoir des conséquences sur la sécurité des personnes et des biens (machineries d'ascenseurs, installations électriques et installation de chauffage).*

*La mise hors d'eau des postes EDF moyenne tension et basse tension, en veillant à ce qu'ils restent facilement accessibles en cas d'inondation, ainsi que les branchements et les compteurs des particuliers.*

*L'installation de groupes de secours hors d'eau pour les équipements collectifs névralgiques (hôpitaux, cliniques, maisons de retraite, etc.)* ».

## 6 - Réseau de gaz

### 6.1 - Atteintes au réseau et effets sur la population et les activités

Le réseau de gaz de ville a subi peu de dégâts en 1995. Il s'agissait surtout d'infiltration dans les conduites basse pression (cf. tableau ci-dessous) et les réseaux concernés ont été mis hors service.

Par mesure de sécurité, les **postes de détente** ont été mis hors service avant leur submersion. Le seuil critique de hauteur de crue est une hauteur d'eau de 5,00 m à Mézières.

Différents équipements ont été endommagés, devenant totalement ou partiellement indisponibles selon la hauteur de crue : les postes de détente de gaz de distribution publique, et les postes clients (détendeurs et compteurs individuels situés en point bas).

Environ 1000 clients ont été privés de gaz, le délai de remise en service de la distribution pouvant aller de quelques heures à quelques jours en fonction de la baisse du niveau d'eau (mise hors gaz de quartiers inondés et des clients industriels).

Commune	Atteintes au réseau et aux usagers
Bogny-sur-Meuse	De l'eau a pénétré dans certaines conduites de gaz basse pression, occasionnant quelques coupures. Les travaux de réfection ont été rapidement effectués par GDF. Seuls quelques foyers ont été privés de chauffage.
Charleville-Mézières	Les conduites de gaz basse pression du faubourg d'Arches ont été envahies par l'eau. La remise en état a nécessité 10 jours de travaux après la décrue. GDF a passé ces conduites en moyenne pression pour éviter que l'eau ne l'envahisse à nouveau.

Les effets indirects ont concerné le chauffage au gaz (le gaz de ville, le fuel et l'électricité sont les trois principales sources d'énergie utilisées pour le chauffage dans la vallée de la Meuse).

## 6.2 - Gestion de crise, moyens de substitution

**Sur le plan technique**, des postes de détente ont été mis hors service avant submersion, par mesure de sécurité, et des quartiers inondés ont été mis hors gaz. Aucune mesure de substitution n'a été mise en place.

Il convient cependant de noter à propos des moyens de substitution, pour le chauffage, que certaines cuves de fuel, installées à l'extérieur, ont été renversées par l'inondation en 1995 (à Ham-sur-Meuse par exemple), constituant une source de pollution ; de même, des réserves de bois de chauffage stockées à l'extérieur ont également pu être emportées par la crue.

**Sur le plan organisationnel**, GDF participe à la cellule de crise préfectorale. Elle est informée des prévisions de hauteurs d'eau par la préfecture (SIDPC). Un plan d'alimentation des clients prioritaires a été appliqué lorsque la situation le permettait. Le Plan ORIGAZ a été mis en place.

## 6.3 - Réparations

Les travaux de réparation ont consisté à nettoyer les postes de détente, les coffrets, les branchements, les pieds de conduites montantes, à vider les réseaux inondés et remettre le gaz, et à remplacer les compteurs défectueux.

Dix jours de travaux ont été nécessaires dans le faubourg d'Arches à Charleville-Mézières, pour remettre le réseau en état suite à la décrue.

Le montant des travaux de réparation s'est élevé à 0,2 millions d'euros, réparti sur deux exercices.

## 6.4 - Enseignements et prévention

### ■ Sur le plan technique

Suite aux crues, plusieurs mesures de prévention ont été prises pour réduire la vulnérabilité des équipements :

- déplacement de plusieurs postes de détente de distribution publique,
- remplacement de détendeurs par des matériels résistant à l'eau,
- remplacement de canalisations avec passage en moyenne pression,
- remplacement de conduites d'immeubles et compteurs situés en caves inondables.

Dans certains secteurs, la pression du réseau a été modifiée. Le coût de l'ensemble de ces mesures s'est élevé à environ 1,5 millions d'euros. En 2001, une crue identique à celle de 1995 conduirait à priver de gaz environ 500 clients, uniquement dans le quartier de Mézières et de Warcq. Enfin, pour tous les travaux neufs, le choix de l'emplacement des postes de détente est réfléchi en tenant compte du risque inondation.

### ■ Sur le plan organisationnel

Une connaissance des niveaux d'alerte a été acquise. L'alerte entraîne notamment la fermeture des robinets individuels dans les zones sensibles (Mézières, quartier d'Arches). Une information de la clientèle est réalisée.



## 7 - Réseau d'eau potable

### 7.1 - Atteintes au réseau et effets sur la population et les activités

La nappe alluviale de la Meuse est l'une des principales ressources en eau potable dans la vallée de la Meuse. Les crues de décembre 1993, et surtout celle de 1995, ont directement touché

les installations de production : submersion des têtes de puits et de forage, pression exercée sur les têtes de puits entraînant une infiltration d'eau au niveau des joints, contamination des puits par infiltration dans le sol, prise d'eau en rivière inondée, station de pompage inondée, contamination de nappe par les eaux de ruissellement.

Commune	Atteintes au réseau et aux usagers en 1995 et mesures prises depuis
Anchamps	Le puits d'alimentation en eau potable de la commune ainsi que la station de traitement sont situés à la « Baudine » en nappe alluviale. En 1995, la tête de puits a été totalement noyée et plus de 50 cm d'eau ont envahi la station de traitement, menaçant d'atteindre les pompes et les circuits électriques. La station a donc été arrêtée pendant une journée mais n'a pas été endommagée. Les habitants se sont ravitaillés à Revin en eau embouteillée puisque l'eau n'était pas potable du 30 janvier au 8 février. Pendant toute la durée de la crue, l'eau était fortement javellisée et devait être bouillie avant consommation
Aubrives	Le puits d'alimentation en eau potable et la station de pompage de la commune se situent à Mérivière, en nappe alluviale. Ils se sont trouvés submergés en 1995. Aucune étanchéification particulière ne protège le puits et la commune a été privée d'eau potable pendant toute la durée de l'inondation. Elle a été alimentée par la Croix-Rouge.
Bogny-sur-Meuse	Les deux puits d'alimentation en eau potable de la commune se trouvent au lieu dit « Cul-de-Ham », en nappe alluviale. Ils sont en zone inondable, mais les têtes de puits sont restées hors d'eau en 1995. <b>Une étanchéité est assurée dans le périmètre de protection immédiat par une couche d'argile de 80 cm.</b> La station de traitement (simple chloration) se situe à une centaine de mètres des puits, hors zone inondable. La commune n'a cessé d'exploiter ces puits lors de la crue de janvier 1995 que durant deux jours.
Charleville-Mézières	La commune est alimentée en eau potable par des sources situées hors zone inondable. Le puits de Theux, seul puits en nappe alluviale de la commune, était encore exploité, mais isolé en période de crue (le quartier du Theux était alors alimenté par le réservoir de la Ravaude). Grâce à des <b>interconnexions</b> déjà existantes, le service des eaux de Charleville-Mézières a pu alimenter lors de la crue de janvier 1995 les communes de Montcy-Notre-Dame, Villers-Semeuse, La Francheville, Saint-Marceau et Chalandry.
Fumay	Les sept forages d'alimentation en eau potable de la commune, en nappe alluviale, sont situés en zone inondable. Les têtes de forages ont été noyées en 1995. Suite à cela, elles ont été rehaussées de trois mètres.
Ham-sur-Meuse	La commune a été privée de ressource en eau potable pendant toute l'inondation, le niveau d'eau atteignant 1 mètre au-dessus de la tête du puits. Elle a été alimentée par la Croix-Rouge. Suite aux inondations de 1995, ont été projetés en 1997 : le rehaussement de la tête de puits, la mise en place de périmètres de protection et l'étanchéification du périmètre de protection immédiat par une couche d'argile.
Haybes	Le forage d'alimentation en eau potable de la commune a été exploité sans interruption en janvier 1995 (nappe alluviale de la Meuse). La tête de forage est restée hors d'eau de 1 m et la couche d'argile assurait l'étanchéité du PPI. Le maire a cependant recommandé de ne pas consommer l'eau potable.
Laifour	Les puits d'alimentation en eau potable et la station de pompage et de traitement (filtration puis UV) sont situés en zone d'expansion des crues. La tête a été rehaussée suite à la crue de décembre 1993, mais elle a de nouveau été submergée en 1995. Le traitement de l'eau a été interrompu pendant quelques jours, mais la commune a pu continuer à s'alimenter grâce à ses deux réservoirs de 150 m <sup>3</sup> chacun. Elle dispose d'une source, la fontaine Malgache, insuffisante pour alimenter la commune.

### Captages d'alimentation en eau potable inondés par la crue de 1995

Communes	Captages inondés en 1995	Arrêt	Cause de l'arrêt		Ressources de substitution
			Captage recouvert	Station de pompage inondée	
Lumes	Puits du syndicat	Oui	Oui	-	Sources
Villers-Semeuse	Puits de Warene	Oui	Oui	-	Sources d'Elan Charleville
Prix-les-Mézières	Puits	Oui	Oui	Oui	Non (Charleville depuis)
Montcy-Notre-Dame	Puits	Oui	Oui	-	Charleville
Nouzonville	3 puits	Oui	-	-	Prise d'eau de Meiller-Fontaine et Neufmanil
Joigny-sur-Meuse	Puits	-	Oui	-	-
Bogny-sur-meuse	2 puits	Oui	-	-	Sources et prise d'eau
Laifour	Puits et station de traitement inondés	Station UV <sup>36</sup> arrêtée	Oui	-	Fontaine Malgache (insuffisante)
Anchamps	Puits et station de traitement inondés	Oui	Oui	Oui	Non
Revin (Orzy)	Prise d'eau en Meuse	Oui	-	Oui	Prise d'eau du ruisseau du Sarlizon
Fumay	3 forages	Oui	Oui	-	Alyse
Haybes	1 forage	-	-	-	Source et prise d'eau
Fepin	Puits	-	-	-	Sources Château d'eau : autonomie de trois jours
Montigny-sur-Meuse	Alimentation par Vireux-Molhain	-	-	-	-
Vireux-Molhain	2 puits et un forage	-	Oui	-	Non
Vireux-Wallerand	3 puits	-	-	-	Sources du Rizclaret
Aubrives	Puits	Oui	Oui	Oui	Non
Ham-sur-Meuse	Puits	Oui	Oui	Oui	Non
Chooz	2 forages et 1 puits	-	Puits	-	-
Rancennes	Alimenté par Chooz	-	-	Oui en 1993	-

Source : DDASS des Ardennes.

36 - Station de potabilisation de l'eau par ultra-violets.



De nombreuses communes, représentant 56 000 habitants, ont été privées d'eau potable pendant une période variant de 1 à 15 jours.

## 7.2 - *Gestion de crise, moyens de substitution et remise en service*

### ■ Actions menées par la DDASS

Plusieurs types d'actions ont été menées par la DDASS durant l'inondation :

- la mise en place d'une surveillance sanitaire,
- des actions générales d'information des maires des communes susceptibles d'être inondées, depuis la prévision de la crue jusqu'à la décrue, en vue de la prévention des risques sanitaires :
  - première information sur les mesures à prendre avant et après les inondations, et demandant notamment une surchloration des réseaux d'eau potable pendant les inondations,
  - pendant les inondations, vérification de l'application des recommandations par contrôle des taux de chlore dans différentes communes et contrôle après désinfection de réseau, préalable à la remise en route de la distribution d'eau potable ;
  - deuxième information, au début de la décrue, rappelant des conseils sur le nettoyage qui suit toute inondation : désinfection des locaux, dératisation, évacuation des boues et des immondices ;
- des actions de gestion quotidienne au cas par cas des problèmes rencontrés, en liaison avec les mairies et les compagnies fermières.

### ■ Actions menées par les collectivités territoriales

Les principales mesures prises pendant l'inondation par les communes sont les suivantes :

- remplissage préventif de réservoir, puis arrêt du pompage (la commune tient deux jours sur ses réserves),
- ravitaillement en eau embouteillée ou en poche pour les usages alimentaires, l'eau de source restant réservée à d'autres usages selon les sites,

- livraison d'eau non potable par camion pompier et d'eau potable par des citernes ; affrètements d'usine de traitement, installation de bâche, alimentation de réservoir par camion citerne,
- abandon de puits en nappe alluviale,
- mobilisation de ressources de substitution :
  - alimentation par des sources, éventuellement remises en service,
  - utilisation des interconnexions existantes : la ville de Charleville-Mézières, disposant essentiellement de ressources hors nappes alluviales, a pu disposer d'une eau de bonne qualité tout au long des inondations, et ainsi alimenter d'autres communes,
  - à Prix-lès-Mézières, mise en place d'une unité de traitement, apportée par la DDASS et la protection civile depuis la ville de Redon (35) : dispositif complet de traitement de l'eau, installé au centre de la commune (stockage de l'eau de la Meuse, passage sur un filtre, puis stockage dans un réservoir souple avec distribution à disposition des habitants).

### ■ Remise en service

Préalablement à la reprise du service de distribution d'eau potable, plusieurs actions ont été mises en œuvre : nettoyage de réservoir et du réseau de distribution, remise en service des puits, contrôles sanitaires.

## 7.3 - *Enseignements et prévention*

Des puits ont été rehaussés à Sedan, et le maillage des réseaux a été étendu entre les communes (raccordement à Charleville).

Par ailleurs, le règlement du PPR inondation de la Meuse aval, approuvé en octobre 1999, prescrit dans la rubrique « Accès et réseaux » :

*« Des travaux permettant d'assurer l'alimentation en eau potable par l'une au moins des ressources disponibles : mise hors d'eau des équipements sensibles (pompes, armoires électriques, système de traitement, etc.) et étanchéification des têtes de puits et des canalisations lorsque celle-ci s'avère insuffisante ».*

## 8 - Réseau de navigation

### 8.1 - Atteintes au réseau et effets sur la population et les activités

À Givet, la halte fluviale a été envahie par plus d'un mètre d'eau et le port a été totalement inondé en 1995.

Les effets sur les usagers ont été l'interruption, préventive ou non, de la navigation fluviale.

Les mécanismes d'atteinte ont été :

- la submersion des dérivations et des écluses, le ravinement, l'apparition de brèches dans les digues, l'affouillements de maçonneries sur les écluses et les barrages. À Bogny-sur-Meuse, barrages et écluses ont été complètement submergés.
- la réduction du tirant d'air sous les ouvrages d'art,
- l'érosion des berges par le courant.

### 8.2 - Réparations

La lenteur de la décrue retarde d'une part les visites d'ouvrages et d'autre part le retour à un débit permettant la reprise du trafic fluvial. Ainsi, le débit de la Meuse fin février 1995 était encore de 600 à 700 m<sup>3</sup>/s, alors que la navigation ne peut être reprise qu'aux environs de 400 m<sup>3</sup>/s.

#### Travaux de réparation suite aux inondations de janvier 1995, Charleville-Mézières (€ TTC)

Berges de la Meuse (circulations et plantations)	55 510
Camping et halte fluviale du Mont Olympe (réfection des berges érodées : palplanches, longrine en béton armé, perré en éléments en béton, remplacement luminaires, etc.)	243 356
Canal Mazain (destruction de berges, d'un réservoir, etc.)	307 528



## 9 - Réseau d'assainissement

### 9.1 - Effets et mécanismes d'atteinte

En 1995, des reflux d'eaux usées se sont produits au niveau du réseau et des stations d'épuration situées en zone inondable ont été inondées. Leur fonctionnement a été interrompu.

#### Reflux d'eaux usées et stations d'épuration inondées lors de la crue de janvier 1995, dans le périmètre du PPR Meuse aval (31 communes)

Communes	Reflux d'eaux usées	Station d'épuration inondée en 1995
Lumes	Oui, fréquemment	Oui
Villers-Semeuse	Oui (rue Gambetta)	-
Prix-les-Mézières	Peu	-
Warcq	Oui, très fréquemment	-
Charleville-Mézières	Oui	Ancienne station : oui Nouvelle station en construction en 1995 : oui
Montcy-Notre-Dame	Oui	-
Nouzonville	Oui	Oui Future station hors zone inondable
Joigny-sur-Meuse	Oui	-
Bogny-sur-Meuse	Oui	-
Monthermé	Oui	Oui Future station hors zone inondable
Anchamps	Oui	-
Revin	Oui	Oui Future station en cours de construction hors d'eau
Haybes	Peu	-
Aubrives	Peu	Oui, assez fréquemment
Givet	Multiplés	En construction en 1995

Commune	Atteintes au réseau et aux usagers en 1995 et mesures prises depuis
Anchamps	Reflux d'eaux usées.
Aubrives	La station d'épuration d'Aubrives, l'une des plus anciennes de la région, se situe en zone inondable et son exploitation est stoppée à chaque inondation de fréquence plus que décennale. L'exutoire du réseau d'assainissement est équipé d'un clapet anti-retour, mais quelques reflux d'eau ont cependant été constatés en 1995.
Charleville-Mézières	La nouvelle station d'épuration de Charleville-Mézières était en construction lors des crues de 1995. Toutes les installations électriques ont été mises hors d'eau. Réseau unitaire : des reflux d'eaux usées ont aggravé les inondations du Faubourg de Pierre, du Faubourg d'Arches et de la zone industrielle de la rue des Forges-Saint-Charles.
Givet	La nouvelle station d'épuration, mise en place en mai 1995, est construite sur un remblai. Revanche de 30 cm. Projet de construction d'une passerelle depuis la voie ferrée pour disposer d'une voie d'accès permanente.

## 9.2 - Réparations

### Charleville-Mézières

Demande de subvention - dossier des dégâts communaux : extrait pour travaux de réfection suite aux inondations de janvier 1995 (€ TTC)

<b>Réseaux communaux</b> : collecteur de Manchester (situé en pied de talus d'une promenade en bordure de Meuse : déstabilisé). Linéaire à refaire et réfection de la berge nécessaire.	<b>87 500</b> (HT)
<b>Station d'épuration</b> (nouvelle station en cours de construction pendant les inondations) :	
<i>Dommmages aux ouvrages en cours de construction</i>	<b>929 878</b>
<i>Autres parties attenantes (glissement de terrain)</i>	<b>198 171</b>
<i>Modification du projet pour tenir compte des nouvelles PHEC</i>	<b>503 049</b>

## 9.3 - Enseignements et prévention

Le règlement du PPR inondation de la Meuse aval, approuvé en octobre 1999, prescrit dans la rubrique « Accès et réseaux » :

« Afin de limiter les risques d'accident pour la circulation des piétons et des véhicules (phénomènes de « trous d'eau »), la matérialisation des emprises de piscines et de bassins existants et le verrouillage des tampons d'assainissement pour les parties inférieures des réseaux pouvant être mis en charge lors des inondations (...).

*L'installation de clapets anti-retour au droit des points de rejets des réseaux d'assainissement ».*



DIREN Lorraine, NVE.

Station d'épuration inondée et inaccessible par la route dans la vallée de la Meuse.

# 10 - Réseau de chauffage urbain

À Charleville-Mézières, la chaufferie centrale de la rue Louis Hanot située en sous-sol a été noyée et son fonctionnement interrompu. Depuis, des travaux de mise hors d'eau ont été réalisés.



## Conclusion

Réduire la vulnérabilité des réseaux permet dans le meilleur des cas d'empêcher leur atteinte lors d'une inondation, et à défaut, dans le cas où ils seraient quand même atteints, d'assurer la continuité du service et de favoriser un retour à la normale dans les meilleures conditions. Pour les personnes et activités déjà atteintes directement par l'inondation, réduire la vulnérabilité des réseaux permet d'éviter d'aggraver ces effets directs.

Les informations recueillies auprès des gestionnaires de réseaux et des collectivités territoriales montrent que les outils existent pour atteindre cet objectif.

Ces outils sont d'abord organisationnels. En effet, l'ensemble des acteurs – État, collectivités territoriales et gestionnaires de réseaux – élabore des plans de secours. La loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile a précisé le contenu de ces plans et a prévu de nouvelles obligations pour les exploitants de réseaux, notamment pour la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise.

Les outils sont aussi techniques. Il s'agit généralement d'aménagements, bien souvent dictés par le bon sens, consistant en général à mettre le réseau ou les installations sensibles hors d'eau. Il peut s'agir aussi d'actions mises en œuvre dès la conception du réseau, lui permettant par exemple de résister le mieux possible aux atteintes de l'eau.

Lorsque la mise hors d'eau du réseau est impossible, les atteintes peuvent toutefois être anticipées. S'il est impossible de maintenir le réseau en fonctionnement, la continuité du service peut être assurée grâce à la mise en œuvre de moyens de substitution ou de maillage, comme par exemple des groupes électrogènes, des déviations, ou la distribution d'eau en bouteille.

Pour réduire la vulnérabilité des réseaux, il est important de favoriser le retour d'expérience,

notamment en conservant une trace écrite des inondations, de leur impact sur les réseaux, des moyens mis en œuvre et des coûts en rapport.

À la suite des entretiens que nous avons menés avec les collectivités territoriales et les gestionnaires des réseaux, il apparaît nécessaire d'associer ces derniers à la prévention des risques et à la préparation, la planification et la gestion de l'inondation.

Informers les gestionnaires sur le risque d'inondation leur permet de réduire les atteintes à leurs propres réseaux en prenant des mesures adéquates. Une bonne connaissance de l'extension et des cotes d'inondation leur donne la possibilité d'intégrer la prévention des risques à l'occasion d'entretien lourd, de rénovation ou, a fortiori, lors de la construction. Une réduction des défaillances amènera une diminution des dommages directs et des pertes d'exploitation; elle permettra aussi une meilleure contribution des réseaux à la gestion de crise. Cette forme de prévention des risques est pratiquée surtout après les inondations, il est vrai, mais elle se révèle particulièrement efficace.

Associer les gestionnaires de réseaux à la gestion de crise elle-même est un moyen puissant d'améliorer celle-ci. La collectivité et les opérateurs peuvent ensemble prévoir les défaillances des différents réseaux au fur et à mesure de la montée des eaux, assurer les fermetures et coupures appropriées, mettre en place dans l'ordre et à bon escient les moyens de substitution.

La réduction de la vulnérabilité des réseaux aux inondations bénéficie en quelque sorte d'une convergence favorable : la demande des gestionnaires rejoint le souci des collectivités territoriales pour la pérennisation des usages et la sécurité des riverains. Leur association étroite se concrétise par une vision territoriale, transversale et globale du risque lié aux réseaux. ■

<i>Annexe 1 - Principales caractéristiques des communes citées dans le texte</i> .....	103
<i>Annexe 2 - Liste des principaux contacts</i> .....	104
<i>Annexe 3 - Extraits de textes</i> .....	105
<i>Liste des sigles</i> .....	107
<i>Glossaire</i> .....	108
<i>Bibliographie</i> .....	110

# ANNEXES



102

## Annexe 1 - Principales caractéristiques des communes citées dans le texte

Commune	Population (INSEE 1999)	Inondations remarquables	Points intéressants
Mâcon (71)	35 000	Crues lentes de la Saône : en 1981, 1982 et 1983, puis mars 2001 (période de retour 30 ans).	PPRI de Mâcon approuvé le 23 mai 1995.
Lyon (69)	1 597 660		PPRI en cours d'élaboration sur le Grand Lyon.
Niort (79)	56 660	Crues lentes de la Sèvre Niortaise. Hiver 1982 crue trentennale.	Une cellule coordination des concessionnaires en période de crue. PPRI approuvé le 3 juillet 1998. Témoignages écrits.
Saintes (17)	25 600	Crues lentes de la Charente. Hiver 1982/83 crue centennale. Hiver 1993/94 crue période de retour 70 ans.	Deux crues de grande ampleur successives (efficacité des mesures prises après 1982). Connaissances des événements marquants du site (documents, photos, etc.). PERI approuvé le 18 juin 1990.
Périgueux (24)	30 200	Crues fréquentes de l'Isle (2 jours/an), janvier 1993, janvier 1998.	PPRI approuvé le 1 <sup>er</sup> février 1992.
SIBA Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (33)	> 100 000	Orage du 19 au 20 août 2002.	
Cadujac (33)	4 230	Crues de la Garonne, hivers 1981 et 1982 + orages fréquents.	
CUB (Communauté Urbaine de Bordeaux) (33)	660 000		
Langon (33)	6 200		PPRI approuvé le 1 <sup>er</sup> mars 2001.
La Réole (33)	4 200		PERI approuvé le 31 décembre 1992.
Marmande (47)	17 200		PERI approuvé le 9 décembre 1991.
Saint-Jean-de-Luz (64)	13 250	Crue dramatique de la Nivelle en 1983 + orages fréquents.	PPRI approuvé le 26 mars 1997.
Moissac (82)	12 300	Inondations rapides et dévastatrices du Tarn (sur 3 jours) en 1930, 1982 et 1993.	Une étude de la vulnérabilité du réseau d'eaux usées aux crues du Tarn et aux orages (I.R.H. Environnement). PPRI approuvé le 22 décembre 1999.
Montauban (82)	51 860		Municipalité impliquée dans la prévention des risques inondations. PPRI approuvé le 22 décembre 1999.
Nîmes (30)	133 424	Crue catastrophique du 3 octobre 1988.	Rapport sur la prise en compte de la crue de 1988 dans la conception, la mise en oeuvre et la gestion des réseaux.
Vaison-la-romaine	5 904	Crue catastrophique du 22 septembre 1992 (inondation fluviale et ruissellement), période de retour entre 200 et 400 ans.	
Paris et Seine-Saint-denis	1 400 000 (Seine-Saint-Denis)	Crue du 27 juin 1990 suite à un orage de période de retour 50 ans (Aulnay-sous-Bois) et 25 ans (Paris).	Département de Seine-Saint-Denis vulnérable au ruissellement



## Annexe 2

### Liste des principaux contacts

Contacts établis au premier semestre 2002.

#### ■ *Services techniques de collectivités territoriales*

- **Le Grand Lyon**, Mission coordination territoriale (Mme Christine Servillat).
- **Le Grand Lyon**, Mission écologie (M. Fabre, M. Y. Delacrétaç).
- Services Techniques de la Ville de **La Réole** (M. Guillemeau).
- Services Techniques de la Ville de **Langon** (M. Cardouate).
- Services Techniques de la Ville de **Mâcon** (M. Chretin, M. Labrousse).
- Services Techniques de la Ville de **Montauban** (M. Singlat).
- Ville de **Niort**, cellule coordination des concessionnaires (M. Lacroix).
- Services Techniques de la Ville de **Périgueux** (M. Boissel).
- Services Techniques de la Ville de **Saint-Jean-de-Luz** (M. Vignaud).
- Services Techniques de la Ville de **Saintes** (M. Bertot, M. Maignault).

#### ■ *Préfectures*

- Préfecture de **Dordogne**, cellule d'alerte, risques naturels (M. Cos).
- Préfecture du **Rhône**, SIDPC (M. Bertheux, M. Avaudin, Mme Besançon).
- Préfecture de **Saône-et-Loire**, SIDPC (M. P. Rousset, Mme Guerrin).

#### ■ *Réseaux de télécommunications*

- France Télécom Aquitaine, Unité Régionale Réseau (M. Sauvaget, M. Servari)
- France Télécom **Bordeaux** (M. Michaelo).

- France Télécom **Lyon**, Unité Régionale de Réseau, service pilotage (M. Chassagnan).
- France Télécom **Mâcon** (M. Navoret).
- France Télécom **Saintes** (M. Artaud).

#### ■ *Réseaux d'électricité et de gaz*

- EDF-GDF **Ardennes** (M. Francis Paillier).
- GDF **Cenon** (M. Martin, M. Brionne).
- EDF-GDF-SERVICES Bourgogne du Sud, Agence Réseau Électricité de **Chalon-sur-Saône** (M. Gérard Litaudon).
- EDF **Langoiran** (M. Rouanne, M. Gaston).
- EDF-GDF Services **Lyon** Métropole (M. Olivier Coursimault).
- Agence d'exploitation EDF/GDF, secteur de **Marmande** (M. Velasco).

#### ■ *Réseaux d'éclairage public*

- Ville de **Lyon**, Délégation au développement urbain, Direction Éclairage public (Mme Floriane Lagors).

#### ■ *Réseaux d'eau potable et d'assainissement*

- DDASS des **Ardennes** (M. Christophe Corbel).
- SABARC (Société d'Assainissement du Bassin d'**Arcachon**) (Mme Sabine Jeandenant).
- **Le Grand Lyon**, Direction de l'Eau (M. Jean Chapgier, M. T. Charentus, M. Pierre Bernette, M. Michel Chaussany).
- Compagnie Générale des Eaux, Service **Lyon** agglomération (M. François Coutin, M. Franck Texier).
- SDEI, **Lyon** (M. Chatagner).
- Compagnie Générale des Eaux, **Mâcon** (M. Garcia).
- SMADEC, **Mâcon** (M. Coudurieu).

## Annexe 3

### Extraits de textes

#### ■ Réseaux de chauffage urbain

- Syndicat National du Chauffage Urbain et de climatisation urbaine (SNCU) (M. Faisques).
- Générale des Eaux, Agence de **Mâcon**, (M. P. Burtin).

#### ■ Réseaux routiers

- **Le Grand Lyon**, Direction de la Voirie (M. Quinet, M. Jean-Claude Pillet).
- DDE du **Rhône** (Subdivision Lyon Nord et Ouest, Subdivision de Belleville – Beaujeu, Subdivision Mâcon Ouest, Subdivision de Villefranche – Lamure, CDES).
- DDE de la Gironde, Subdivisions de **La Réole** (M. Lacoste) et de **Langon** (M. Berastegui).

#### ■ Réseaux de transport en commun

- Société Lyonnaise de Transports en Commune (SLTC), Unité de Vaise Saint-Simon (M. Mariano Spano).
- Transports en Commun de l'agglomération Lyonnaise (TCL) (M. B. Lassaygues).
- SNCF, Direction de Reims, Établissement Équipement de **Charleville-Mézières**.
- SNCF, districts de **Saint-Germain-au-Mont-d'Or** et **Mâcon**.

#### ■ Réseaux de navigation

- Service Navigation Rhône-Saône (Subdivisions de **Lyon** et **Mâcon**).
- Service Navigation Saône-et-Loire.
- Voies Navigables de France.

#### ■ Autres

- Chambre de Commerce et de l'Industrie, Direction du Commerce, **Lyon** (Mme Sophie Billa).

#### ARRÊTÉ DU 17 MAI 2001, DIT « ARRÊTÉ TECHNIQUE »

L'arrêté du 17 mai 2001 fixe les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, notamment en prenant en compte le retour d'expérience des tempêtes et accidents récents.

Il ne contient aucune prescription sur les inondations, excepté :

- *Art.5-1.* Dans les locaux et sur les emplacements où la poussière, l'**humidité**, l'imprégnation par des liquides conducteurs, les contraintes mécaniques, le dégagement de vapeurs corrosives ou toute autre cause nuisible exercent habituellement leurs effets, le matériel utilisé doit être conçu pour présenter et maintenir le niveau d'isolement compatible avec la sécurité des personnes (cf. norme NF C 20-010 sur les degrés de protection des matériels sous enveloppe).
- *Art.37-1.* ... Les **câbles peuvent être immergés** dans des marais, étangs, canaux de navigation, cours d'eau, chenaux ou autres plans d'eau **sous réserve** qu'ils soient, en cas de besoin, protégés mécaniquement des risques (cf. norme NF C 11-201).
- *Art.54-1.* Les câbles électriques placés dans des bordures de trottoirs ou des caniveaux doivent être **protégés** contre les avaries que pourraient leur occasionner l'**humidité** et le contact avec des objets durs (protection par des câbles ayant des gaines ou des revêtements appropriés).
- *Art.99bis.* Dispositions temporaires en **situation d'urgence**. « ... Toutefois, si, à la suite de dégâts aux ouvrages interrompant ou rendant anormalement précaire le service public du transport ou de la distribution d'énergie électrique, la longueur du délai nécessaire pour rétablir ce service en réparant les ouvrages conformément à ces dispositions implique des risques graves pour la sécurité publique, le gestionnaire des ouvrages peut recourir temporairement à des dispositions de circonstance, afin d'agir avec le maximum de rapidité désirable. »



## CODE DES ASSURANCES

(Partie législative)

### Chapitre V : L'assurance des risques de catastrophes naturelles

#### Article L125-1

(Décret n° 85-863 du 2 août 1985 art. 1 Journal Officiel du 15 août 1985)

(Loi n° 92-665 du 16 juillet 1992 art. 34 Journal Officiel du 17 juillet 1992)

(Loi n° 2002-276 du 27 février 2002 art. 159 IV Journal Officiel du 28 février 2002)

(Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 art. 71 Journal Officiel du 31 juillet 2003)

(Loi n° 2004-811 du 13 août 2004 art. 11 Journal Officiel du 17 août 2004)

Les contrats d'assurance, souscrits par toute personne physique ou morale autre que l'Etat et garantissant les dommages d'incendie ou tous autres dommages à des biens situés en France, ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur, ouvrent droit à la garantie de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles, dont ceux des affaissements de terrain dus à des cavités souterraines et à des marnières sur les biens faisant l'objet de tels contrats.

En outre, si l'assuré est couvert contre les pertes d'exploitation, cette garantie est étendue aux effets des catastrophes naturelles, dans les conditions prévues au contrat correspondant.

Sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles, au sens du présent chapitre, les dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises.

L'état de catastrophe naturelle est constaté par arrêté interministériel qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages résultant de celle-ci couverts par la garantie visée au premier alinéa du présent article. Cet arrêté précise, pour chaque commune ayant demandé la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, la décision des ministres. Cette décision est ensuite notifiée à chaque commune concernée par le représentant de l'Etat dans le département, assortie d'une motivation. L'arrêté doit être publié au Journal officiel dans un délai de trois mois à compter du dépôt des demandes à la préfecture. De manière exceptionnelle, si la durée des enquêtes diligentées par le représentant de l'Etat dans le département est supérieure à deux mois, l'arrêté est publié au plus tard deux mois après la réception du dossier par le ministre chargé de la sécurité civile.

#### **Loi n°2004-811 du 13 août 2004**

*Loi de modernisation de la sécurité civile (1).*

NOR:INTX0300211L

articles 6, 7, 8, 9

#### **Décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005**

*Décret relatif au plan communal de sauvegarde et pris pour application de l'article 13 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.*

NOR:INTE0500251D

#### **Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005**

*Décret relatif au plan ORSEC et pris pour application de l'article 14 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.*

NOR:INTE0500252D

#### **Décret n°2005-1158 du 13 septembre 2005**

*Décret relatif aux plans particuliers d'intervention concernant certains ouvrages ou installations fixes et pris en application de l'article 15 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile.*

NOR:INTE0500253D

## Liste des sigles

**ADEL** : Action dépannage électricité (plan de secours d'Électricité de France)

**CAA** : Centre d'acheminement automatique

**CDES** : Commission départementale de l'éducation spéciale, relative aux personnes handicapées

**CERTU** : Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

**CETE** : Centre d'études techniques de l'équipement

**CGCT** : Code général des collectivités territoriales

**CNPS** : Centre national des ponts de secours

**CRISTEL** : Crise téléphonique (plan de secours de France Télécom)

**CT** : Central téléphonique

**CUB** : Communauté urbaine de Bordeaux

**DDAF** : Direction départementale de l'agriculture et de la forêt

**DDASS** : Direction départementale des affaires sanitaires et sociales

**DDE** : Direction départementale de l'équipement

**DICRIM** : Dossier d'information communal sur les risques majeurs

**DPPR** : Direction de la prévention des pollutions et des risques

**DRAST** : Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques

**EGID** : Environnement, géo-ingénierie, imagerie et développement

**ERP** : Établissement recevant du public

**LRPC** : Laboratoire régional des ponts et chaussées

**NGF** : Nivellement général de la France

**ORIGAZ** : plan de secours de Gaz de France

**ORSEC** : Organisation des secours

**PC** : Point de concentration (France Télécom)

**PER** : Plan d'exposition aux risques

**PLU** : Plan local d'urbanisme

**POS** : Plan d'occupation des sols

**PPR** : Plan de prévention des risques naturels prévisibles

**PSS** : Plan de surfaces submersibles

**PRISME** : Plan de raccordement des installations de secours mobiles électroniques

**RADIAL** : Plan réparations accélérées des dégâts d'intempéries aux lignes

**RD** : Route départementale

**SABARC** : Société d'assainissement du bassin d'Arcachon

**SDIS** : Service départemental d'incendie et de secours

**SIDPC** : Service interministériel départemental de protection civile

**SIBA** : Syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon

**SR** : Sous-répartition

**STEP** : Station d'épuration

**URR** : Unité régionale réseaux (France Télécom)



## Glossaire

Définitions en partie extraites de **Hubert G. et Ledoux B., 1999 et Delaire Yves, 2002, prim.net.**

### Affermage

L'affermage est un type de concession dans lequel le fermier reçoit les ouvrages déjà réalisés et n'a à assurer que la gestion du service et faire l'avance du fonds de roulement. Le fermier ne peut, en principe, exécuter pour le compte de la collectivité affermante, des travaux autres que ceux d'entretien courant. Comme la concession, le fermier assure l'exploitation à ses risques et périls et est rémunéré au moyen de redevances prélevées directement sur les usagers. La collectivité affermante, pour payer les intérêts et rembourser les annuités des emprunts qu'elle a dû contracter pour construire les ouvrages, demande à son fermier d'encaisser, pour son compte, une « surtaxe » sur les usagers du service.

### Aléa

L'aléa correspond à ce qui caractérise la submersion, indépendamment du mode d'occupation des sols. Il est lié à la fois à des paramètres naturels (pluie, ruissellement, formation de la crue) et à des facteurs anthropiques (gestion des ouvrages hydrauliques existants, modification de la morphologie des cours d'eau et de l'occupation des sols dans les lits majeurs, modifications des processus d'érosion et de ruissellement naturel, etc.).

### Concession

La concession est la forme la plus connue de la délégation de service public. C'est un contrat qui charge un particulier ou une société d'exécuter un ouvrage public ou d'assurer un service public à ses frais, avec ou sans subvention, avec ou sans garantie d'intérêt et que l'on rémunère en lui confiant l'exploitation de l'ouvrage public ou l'exécution du service public avec le droit de percevoir des redevances sur les usagers de l'ouvrage ou sur ceux qui bénéficient du service public. C'est-à-dire :

1. Au début de l'exploitation, le concessionnaire fait l'avance des frais de premier établissement

du service (construction du réseau et de tous les ouvrages nécessaires au fonctionnement du service) et du fonds de roulement nécessaire à l'exploitation.

2. Pendant toute la durée de la concession, le concessionnaire exploite le service « à ses risques et périls », il en assume la direction, il choisit, rémunère et surveille lui-même, à ses frais, les installations et il achète l'outillage et le matériel nécessaire à l'exploitation.

3. En échange de ces services, le concessionnaire est rémunéré par la perception directe de redevances sur les usagers, lesquelles doivent normalement lui permettre de couvrir les intérêts et l'amortissement du capital qu'il a engagé et de dégager un bénéfice net dont il garde tout le profit pour lui-même.

### Désordre

Le désordre est l'expression des impacts directs et indirects d'une inondation. Il peut s'agir par exemple de désordres physiques (le linéaire de berges érodées lors d'une inondation, la dégradation des ouvrages, etc.) ou socio-économiques (le nombre d'habitations ou d'activités touchées, le nombre d'usagers concernés par l'interruption du fonctionnement d'un réseau technique ou d'un service urbain, etc.).

### Domage

Le dommage traduit la conséquence économique défavorable de l'inondation sur les biens, les activités et les personnes. On distingue les dommages directs (toute perte liée à l'impact physique de l'inondation, occasionnant une destruction matérielle ou corporelle) et les dommages indirects (conséquence de l'apparition de certains dommages directs et de la submersion proprement dite sur les activités et les échanges à l'intérieur et à l'extérieur de la zone inondée).

## Enjeu

L'enjeu correspond à une caractérisation physique, économique ou financière des biens, activités ou personnes exposés à une inondation donnée ou concernés par celle-ci.

## Gérance

Fondée sur les mêmes bases que la régie intéressée, la différence réside dans le fait que la collectivité décide seule de la fixation des tarifs.

## Gestion en régie

La gestion en régie est le système par lequel une autorité, investie de la responsabilité d'organiser un service public, en assure elle-même la gestion. La collectivité prend en charge l'ensemble de l'investissement et du fonctionnement.

## Gestion déléguée

La délégation de service public (DSP) est un contrat ayant pour objet :

- de confier à une entreprise extérieure (privée ou publique) le soin de gérer une activité de service public,
- d'assurer la responsabilité du fonctionnement du service, par l'entretien d'une relation directe avec l'utilisateur et par la perception des redevances auprès d'eux,
- le tout pendant une durée significative, liée aux investissements à amortir et au niveau du risque pris par l'exploitant.

## Impact

L'impact se rapporte à tout changement observé dans la société suite à la survenance d'un événement d'inondation ou du fait de la probabilité d'occurrence du risque. Il peut être négatif (dommage) ou positif (gain, bénéfice). Il peut concerner des espaces situés dans la zone inondable ou en dehors.

## Limnigraphe

Le limnigraphe est un appareil de mesure des hauteurs d'eau qui permet leur enregistrement en continu. Le limnigraphe « Richard » comprend un flotteur qui par jeu de poulies réducteur de course entraîne un stylet encre devant un tambour tournant sur lui-même en 1, 7, 14 ou 28 jours. Il est calé sur le 0 de l'échelle. Il existe d'autres sortes de limnigraphes : pneumatiques encore appelés "bulle à bulle", à sonde de pression piézo-électrique ou à ultrasons. Voir <http://www.melounou.com/~memoire/meteo/jaugeage.htm>

## Régie intéressée

La collectivité finance elle-même l'établissement du service dont elle confère l'exploitation et l'entretien à une personne physique ou morale de droit privé qui assume la gestion pour le compte de la collectivité, moyennant une rémunération qui n'est pas assurée par les usagers, mais au moyen d'une prime de productivité et éventuellement par une part de bénéfice. La rémunération de l'exploitant est versée directement par la collectivité elle-même à son régisseur intéressé. Il incombe à la collectivité délégante le financement des installations, qu'il s'agisse de leur création, de leur renouvellement ou de leur extension.

## Risque

Le risque majeur est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société.

L'existence d'un risque majeur est liée :

- d'une part à la présence d'un événement, qui est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique ;
- d'autre part à l'existence d'enjeux, qui représentent l'ensemble des personnes et des biens (ayant une valeur monétaire ou non monétaire) pouvant être affectés par un phénomène. Les conséquences d'un risque majeur sur les enjeux se mesurent en terme de vulnérabilité.

Un risque majeur est caractérisé par sa faible fréquence et par son énorme gravité. Quoique les conséquences des pollutions (par exemple les marées noires) puissent être catastrophiques, la législation, les effets, ainsi que les modes de gestion et de prévention de ces événements sont très différents.

## Vulnérabilité

La vulnérabilité exprime le lien entre l'aléa, la nature et l'importance des enjeux exposés, les ressources disponibles pour y faire face et les impacts qui en découlent. Elle est souvent traduite comme la mesure des conséquences dommageables de l'inondation sur les enjeux. On considère aussi que la vulnérabilité traduit la fragilité d'un système socio-économique dans son ensemble face au risque. Son analyse a alors pour objectif de mesurer la propension de ce système à subir des dommages en cas de survenance d'un événement (ou mesurer sa faculté à résister aux impacts).



## Bibliographie

- Agence financière de bassin Rhin-Meuse, Service navigation de Strasbourg, BCEOM Nancy. Évaluation des dommages dus aux inondations de la Bruche et de l'Ill dans l'agglomération strasbourgeoise. 1976. p.39-45.
- ARNAL C., MASURE P. L'évaluation de l'impact économique et financier de la catastrophe de Nîmes d'octobre 1988, pp. 115-121. In « Le coût du risque ... l'évaluation des impacts socio-économique des inondations », 1999.
- ARRIVÉ Emmanuelle. Vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations. Diagnostic et Perspectives à l'échelle du Sud-Ouest. Rapport de stage de l'Institut EGID Bordeaux 3 / DESS Ingénierie de l'Eau, Centre d'Études Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest / Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Bordeaux. Septembre 2002. 85 p. + annexes.
- BLANCHER Philippe. Risques et réseaux techniques urbains. Certu 1998. 169 p.
- BLANCHER Philippe, LAVIGNE J.C., BAYE E., PEGUET P. Risques et réseaux urbains. Génie urbain. Un état des connaissances et des savoir-faire. Lyon, Institut national du génie urbain. 1989. 118 p.
- BOIRON A. Variabilité par temps de pluie d'un réseau d'eaux usées. CETE du Sud-Ouest, mai 2000, 43p.
- CAVARD J., GIRAUD D., HAMON J.L., MAUGENDRE J.P. Impacts d'une crue majeure sur l'alimentation en eau potable de Paris et de l'Île-de-France. In « Société Hydrotechnique de France, 1997. Le risque de crue en région parisienne. Colloque d'Hydrotechnique, Paris, 17 et 18 septembre 1997 », p. 135-147.
- Certu, MEDD. La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau. CDRom. 2003.
- Certu. Vulnérabilité des réseaux urbains et gestion de crise. Exemple de l'inondation de mars 2001 à Lyon et Mâcon. 2002. 78 p.
- Certu. Fiches gestion et délégation des services publics d'eau et d'assainissement. 2001.
- COFFIN J.P., NICOMETTE J.J. La Dérivée, un fleuve en colère. Saintes les inondations de 1994. Sud-Ouest et Ville de Saintes. Imprimerie de l'Étoile, Saintes, 15 avril 1994, 115p.
- Conseil Général des Eaux et Forêts, Conseil Général des Ponts et Chaussées. Rapport de synthèse des inspections des services déconcentrés réalisées en 2000 dans le domaine de la mise en œuvre de la politique de prévention des risques naturels. Rapport n° 1616. 2002, 14 p.
- Conseil Général des Ponts et Chaussées. Rapport sur les crues des 12, 13, 14 novembre 1999 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales et du Tarn. Téléchargeable sur le site du Ministère de l'Équipement (<http://www.equipement.gouv.fr/rapports>) 2000. 98 p. + annexes.
- Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels. Rapport du groupe de travail « risques naturels et réseaux ». Non-daté. 7 p.
- COSTE Lucien. Le réseau électrique : vulnérabilité et agressivité vis à vis de tous les autres réseaux, pp. 71-78. In « Risques et réseaux techniques urbains », 1998.
- DARTAU B. L'étude économique des crues du bassin de l'Orb de décembre 1995 et de janvier 1996. In « Le coût du risque ... l'évaluation des impacts socio-économique des inondations », 1999, p.111-114.
- DÉGARDIN Francis. La réduction de la vulnérabilité des réseaux urbains. Résumé de l'intervention au colloque du 11 décembre 2002 à Orléans. 2 p.
- DELAIRE Yves. La Délégation des Services Publics Locaux. Éditions Berger-Levrault. Novembre 2002. 277 p.
- DESGRANGES Pierre. L'analyse des désordres et des dommages aux réseaux. In « Le coût du risque ... l'évaluation des impacts socio-économiques des inondations. Hubert Gilles et Ledoux Bruno (sous la direction), Paris, Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées », 1999, p.149-151.
- Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales des Ardennes / Service environnement et santé publique. Bilan des inondations de janvier 1995. Rapport de la DDASS. 1995.
- Direction Départementale de l'Équipement des Ardennes, BCEOM. PPR Meuse aval. Rapport. 1999.
- Direction Départementale de l'Équipement des Ardennes, BCEOM. Plan de Prévention des risques naturels prévisibles d'inondation des Ayvelles à Givet. Règlement. Approuvé le 28 octobre 1999.

- *Direction Départementale de l'Équipement des Ardennes*. Crue de janvier 1995. Impact sur le réseau routier. 1995.
- *Direction Départementale de l'Équipement des Ardennes, Service des Routes*. Inondation de 1995. Points des travaux réalisés suite aux inondations de janvier-février 1995.
- *DOURLENS Christine, VIDAL-NACQUET Pierre A.* La ville au risque de l'eau. *L'Harmattan, logiques sociales*. 1992. 127 p.
- *DUMAY H.* L'évaluation des dommages des crues de l'Orne dans l'agglomération caennaise. In « *Le coût du risque ... l'évaluation des impacts socio-économique des inondations* », 1999, p. 143-148.
- *DUTRUY Serge*. Crues catastrophiques : organiser la prévention et gérer la crise. In *Les Échos de CGPC, n° 33, avril 2001*. p.3-4.
- *FELTS Didier*. Vulnérabilité des réseaux urbains et gestion de crise. Exemple de l'inondation de mars 2001 à Lyon et Mâcon. *Rapport de stage de l'ENTPE / Certu, juin 2002*. 86 p. + annexes.
- *FÉRAL Henry, LEFÈVRE Yves (sous la direction)*. La gestion des crises. *Administration, Numéro 166 de janvier / mars 1995*. 150 p.
- *GAUME Éric, HUBERT Gilles, TORTEROT Jean-Philippe*. La prise en compte des incertitudes dans l'estimation du coût des dommages dus aux inondations. In *La Houille Blanche n° 3/4, 2000*, p.76-82.
- *Les Grands lacs de Seine, Ministère de l'environnement, Agence de l'eau Seine-Normandie, Région Île-de-France*. Évaluation des dommages liés aux crues en région Île-de-France. Volet socio-économique. Fascicule 3 : désordres et dommages aux réseaux, fascicule 2 : dommages associés aux transports routiers. *CD-Rom*. 1998.
- *Les Grands lacs de Seine, Agence de l'eau Seine-Normandie, Région Île-de-France, DIREN Île-de-France*. Inondations en Île-de-France. Nouvelles études, nouvelles connaissances. *CD-Rom*. 1998.
- *FAUN., ROUATEL L.* Étude du réseau d'assainissement de Moissac, influence d'une crue du Tarn ou d'un orage sur le réseau d'assainissement unitaire. *Documentation électronique de l'ENSEEIH (www.enseehi.fr)*, 20 janvier 2001.
- *FOURREAU R.* *Compagnie parisienne de Chauffage Urbain*. La CPCU face à une crue de type 1910. In « *Société Hydrotechnique de France, 1997*. Le risque crue en région parisienne. *Colloque d'Hydrotechnique, Paris, 17 et 18 septembre 1997* », p. 127-133.
- *GUITON Martine*. Ruissellement et risques majeurs. Phénomènes, exemples et gestion spatiale des crues. *Paris, LCPC. 1998*. 315 p.
- *HUBERT Gilles, LEDOUX Bruno (sous la direction)*. Le coût du risque... l'évaluation des impacts socio-économiques des inondations. *Paris, Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, novembre 1999*, 232 p.
- *Info Équipement des Ardennes*. Crues de 1995, les Ardennes sinistrées, la DDE en première ligne. *Février 1995*.
- *LEDOUX B.* L'évaluation des dommages aux activités industrielles et commerciales. In « *Le coût du risque ... l'évaluation des impacts socio-économique des inondations* », 1999, p. 165-167.
- *LION M., LOSFELD J.L., BERAUD-DUPALIS X.* Prise en compte du risque de crue en région parisienne par EDF-GDF. In *La Houille Blanche, n°1, 1998*.
- *LISTOWSKI Hieronim*. Conséquences des catastrophes naturelles et technologiques sur les réseaux techniques urbains. Réflexions – essai. *Rapport de Magister, pour le Ministère de l'Équipement et du Logement / secrétariat permanent du Plan Urbain. 1989*. 76 p.
- *Loi n°2004-811 du 13 août 2004* de modernisation de la sécurité civile.
- *MARVAUD François*. Inondations et culture du risque. Vulnérabilité des réseaux urbains et Plans communaux de secours. *Rapport de stage de ENPC / CETE du Sud-Ouest. 2001*, 94 p.
- *MATHIO J.C.* Prise en compte d'un événement d'une extrême gravité dans la conception, la mise en oeuvre et la gestion des réseaux : le cas de Nîmes. *Rapport de stage pour la Délégation à la Recherche et à l'Innovation du Ministère de l'Équipement, du logement, des transports et de la mer. 1990*. 27 p.
- *Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement*. Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques d'inondation. Guide méthodologique. *Paris, La documentation française. 1999*. 123 p.



- *Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement. Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques inondation. Mesures de prévention. Paris, La documentation française. 2002. 159 p.*
- *Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer. Circulaire du 21 janvier 2004 relative à la maîtrise de l'urbanisation et à l'adaptation des constructions en zone inondable. 2004. 10 p.*
- *Plan Loire Grandeur Nature. Réduction du risque d'inondation sur le bassin de la Loire. Diagnostic de vulnérabilité des services d'eau. Plaquette, non datée. 4 p.*
- *Plan Loire Grandeur Nature. Réduction du risque d'inondation sur le bassin de la Loire. Diagnostic de vulnérabilité des entreprises. Plaquette, non datée. 4 p.*
- *POINGT Marie-Hélène. Métro : et si Paris était inondé ? Le plan de la RATP pour sauver le réseau. In Rail&Transports, n°249 25 septembre 2002. p. 24-29.*
- *Préfecture de police de Paris – Secrétariat général de la zone de défense de Paris. Le risque inondation en Île-de-France. Plan de secours spécialisé inondations. PSSI zonal. Présentation téléchargeable sur <http://www.prefecture-police-paris.interieur.gouv.fr>, décembre 2002, 107 p.*
- *QUATRE Michel. Vulnérabilité des réseaux de transports lourds parisiens en cas d'inondation grave. In « la gestion des risques liés aux inondations rapides et lentes. SHF, Colloque d'hydrotechnique, Paris, 29 et 30 septembre 1999 ». p. 43-51.*
- *RIZZOLI J.L. L'évaluation de l'impact des ouvrages existants et futurs sur les dommages liés aux crues de la Seine et de la Marne en région Île-de-France. In « Le coût du risque ... l'évaluation des impacts socio-économique des inondations », 1999, p. 129-133.*
- *ROCHER O. Les risques engendrés par une concentration de réseaux urbains, pp. 61-70. In « Risques et réseaux techniques urbains », 1998.*
- *Service technique de l'urbanisme. La coordination technique. Recommandations pour la coordination des VRD dans les opérations d'aménagement. Fascicule 1 : généralités. 1984. 102 p.*
- *SIRONNEAU J. Les responsabilités en matière d'inondations et de réparation des dommages. Droit de l'Environnement, novembre 1998, n°63.*
- *Société Hydrotechnique de France (SHF). Le risque crue en région parisienne. Colloque d'hydrotechnique. Paris, 17 et 18 septembre 1997. 180 p.*
- *Sud-Ouest. Saintes, décembre 1982. La crue. Imprimerie Delavaud, Saintes, 2<sup>e</sup> trimestre 1983, 96 p.*
- *Service technique de l'Urbanisme, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme. La Coordination Technique : Recommandations pour la coordination des VRD dans les opérations d'aménagement. Paris, Ministère de l'Équipement, 1983-1984.*
- *TARDY A., LONDICHE H. La sécurité du fonctionnement des galeries techniques, pp. 42-59. In « Risques et réseaux techniques urbains », 1998.*
- *TORTEROTOT J.P., CORDEIRO-NETTO O., GREEN COLIN H. Défaillances et insuffisances de réseaux d'assainissement : peut-on évaluer les coûts des dommages ? In La ville sous l'eau, l'eau sous la ville, la ville, l'eau et les sous. SHF, Journées des 14 et 15 mars 1990. p. 25-32.*
- *VALACHE Michel. Entreprises et risques de crues à Paris et en petite couronne. Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris. Téléchargeable sur <http://www.ccip.fr>. 2003, 85 p.*
- *Ville de Charleville-Mézières. Bulletin municipal n° 70. Inondations 1995.*
- *Voies Navigables infos n° 21 avril 1995.*



