

Plan de prévention des risques

Inondations de la Saône et du Formans Mouvements de terrain

Communes de **Trévoux** et **Saint-Bernard**

Rapport de présentation

VU pour rester annexé à notre
arrêté de ce jour,

Bourg-en-Bresse, le: **27 FEV. 2014**

signé TOUVET Laurent



hydratec



Prescrit le 21 avril 2009

Mis à l'enquête publique
du 12/11/2013 au 13/12/2013

Approuvé le **27 FEV. 2014**

Sommaire

<u>Préambule.....</u>	<u>5</u>
<u>1.Qu'est ce qu'un PPR ?.....</u>	<u>6</u>
1.1.Principes généraux.....	6
1.2.Quelques notions utiles.....	7
1.3.Les objectifs du PPR.....	8
1.3.1.Informer.....	8
1.3.2.Limiter les dommages.....	8
1.3.3.Préparer la gestion de crise.....	8
1.4.Champ d'application.....	8
1.4.1.Le PPR couvre l'ensemble du champ des crues dans l'aménagement.....	8
1.4.2.Le PPR est doté de possibilités d'intervention larges.....	8
1.4.3.Il dispose de moyens d'application renforcés.....	8
1.5.Contenu.....	9
1.5.1.Le rapport de présentation.....	9
1.5.2.Le plan de zonage réglementaire.....	9
1.5.3.Le règlement.....	9
1.6.Effets du PPR.....	10
1.6.1.PPR et biens existants.....	10
1.6.2.PPR et information préventive.....	10
1.6.3.PPR et Plan Communal de Sauvegarde (PCS).....	11
1.6.4.PPR et financement.....	11
<u>2.Procédure.....</u>	<u>12</u>
2.1.La prescription.....	12
2.2.L'élaboration.....	12
2.3.Les consultations.....	12
2.4.La mise à l'enquête publique	12
2.5.L'approbation par arrêté préfectoral.....	13
2.6.La révision ou la modification ultérieure.....	13
2.7.Les recours.....	13
<u>3.Le PPR de Trévoux et Saint Bernard.....</u>	<u>14</u>
3.1.Les raisons de la prescription.....	14
3.1.1.Le risque d'inondations.....	14
3.1.2.Le risque de mouvements de terrain.....	15
3.2.L'élaboration du plan.....	15
3.3.Composition du dossier de révision du PPR	16
<u>Le volet inondation.....</u>	<u>17</u>
<u>4.L'aléa inondation de la Saône aval.....</u>	<u>17</u>
4.1.Les crues de la Saône.....	17
4.1.1.Le bassin versant.....	17
4.1.2.Influences climatiques.....	17
4.1.3.Propagation des crues.....	17
4.1.4.Champs d'expansion des crues.....	18

4.2.Les crues historiques.....	18
4.2.1.Les inondations de janvier 1955.....	18
4.2.2.Les inondations de 1981, 1982 et 1983.....	18
4.2.3.L'inondation de mars 2001.....	19
4.2.4.Novembre 1840 : la crue de référence de la Saône.....	20
4.3.La crue de référence, définition.....	21
4.4.Contexte et objectifs de l'étude hydraulique.....	22
4.5.La construction du modèle hydraulique.....	23
4.6.Analyse hydrologique : reconstitution de la crue de 1840.....	23
4.6.1.Données historiques.....	23
4.6.2.Hypothèses de base et inconnues.....	24
4.6.3.Levée des incertitudes.....	24
4.7.Cartographie de l'aléa.....	25
<u>5.L'aléa inondation du Formans.....</u>	<u>26</u>
5.1.Contexte géographique.....	26
5.2.Contexte géologique.....	26
5.3.Contexte hydrologique et hydraulique.....	26
5.3.1.Hydraulique.....	26
5.3.2.Etudes hydrologiques.....	26
5.4.Modélisations.....	28
5.4.1.Le modèle.....	28
5.4.2.Les résultats de la modélisation (cf. carte ci-après).....	28
5.5.Crue de référence.....	28
5.6.Zonage de l'aléa.....	28
<u>6.Identification et caractérisation des enjeux.....</u>	<u>30</u>
6.1.Définition.....	30
6.2.Méthodologie et résultats.....	30
6.2.1.Typologie des enjeux exposés.....	30
6.2.2.Analyse communale des enjeux.....	31
<u>7.De l'aléa inondation au zonage réglementaire.....</u>	<u>32</u>
7.1.Principes de définition du zonage.....	32
7.2.Principes de délimitation à l'échelle du parcellaire.....	33
7.2.1.Dans les espaces urbanisés.....	33
7.2.2.Dans les espaces non urbanisés.....	33
7.2.3.A la limite de la zone inondable.....	33
<u>8.Description du règlement de chaque zone.....</u>	<u>34</u>
8.1.En zone ROUGE.....	34
8.2.En zone BLEUE.....	34
8.3.En zone VIOLETTE.....	34
8.4.En zone BLANCHE.....	34
<u>Le volet mouvements de terrain.....</u>	<u>35</u>
<u>9.Présentation du site.....</u>	<u>35</u>
9.1.Limites	35
9.2.Caractéristiques du site.....	35
9.2.1.Nature des terrains et drainage.....	35
9.2.2.Occupation du sol et historique du bâti.....	36

<u>10.Rappel des événements d'avril 1983.....</u>	<u>37</u>
<u>11.Caractérisation de l'aléa.....</u>	<u>38</u>
11.1.Aléa élevé : A1.....	38
11.1.1.Aléa élevé : A11.....	38
11.1.2.Aléa élevé : A12.....	38
11.1.3.Aléa élevé : A13.....	38
11.1.4.Aléa élevé : A14.....	39
11.2.Aléa moyennement élevé : A2.....	39
11.3.Aléa faiblement élevé mais non négligeable : A3.....	39
11.4.Aléa nul ou négligeable, impliquant cependant des contraintes d'aménagement : A4....	40
11.5.Aléa nul ou négligeable : A5.....	40
<u>12.Identification et caractérisation des enjeux.....</u>	<u>40</u>
12.1.Danger pour les vies humaines.....	40
12.2.Principaux biens exposés.....	40
<u>13.De l'aléa mouvement de terrain au zonage réglementaire.....</u>	<u>41</u>
<u>14.Bibliographie.....</u>	<u>42</u>
<u>Annexe 1 : rapport BRGM R 30151 RHA 4S89 relatif aux événements de 1983 (extraits).....</u>	<u>47</u>

Prévenir les risques d'inondation, c'est préserver l'avenir, en agissant pour réduire le plus possible les conséquences dommageables lors des événements futurs :
protéger en priorité les vies humaines,
limiter les dégâts aux biens et les perturbations aux activités sociales et économiques.
La prévention doit combiner des actions de réduction de l'aléa (phénomène physique),
de réduction de la vulnérabilité (enjeux exposés à l'inondation),
de préparation et de gestion de la crise.
Le plan de prévention des risques d'inondation (PPRI), dispositif de prévention réglementaire porté par l'Etat, prend place dans la démarche générale de prévention.

Les pièces de ce dossier de plan de prévention des risques inondation des communes de Trévoux et de Saint Bernard ont été réalisées et éditées par la direction départementale des territoires de l'Ain.
Le lecteur pourra utilement se reporter au site internet prim.net (notamment son catalogue numérique : http://catalogue.prim.net/61_plan-de-prevention-des-risques-naturels-previsibles-ppr-.html) pour accéder aux documents méthodologiques utilisés pour l'élaboration de ce dossier.

Préambule

La répétition d'événements catastrophiques au cours des vingt dernières années sur l'ensemble du territoire national a conduit l'État à renforcer la politique de prévention des inondations. Cette politique se décline simultanément selon les cinq axes suivants :

- **l'amélioration des connaissances** (études hydrauliques, atlas des zones inondables) et le renforcement de la conscience du risque par des actions de formation et d'information préventive des populations sur les risques (Dossier départemental des risques majeurs [DDRM], dispositif d'information des acquéreurs et locataires - [IAL], gestion des repères de crues, etc.) ;
- la surveillance, la prévision et l'alerte (vigilance météo, surveillance des crues avec [Vigicrues](#)), la préparation à la gestion de crise (plan communal de sauvegarde [PCS], plan particulier d'intervention [PPI], etc.), qui permettent d'anticiper en cas d'événement majeur ;
- la limitation de l'exposition des personnes et des biens aux aléas*, d'une part en maîtrisant l'urbanisation, par la mise en œuvre de plans de prévention réglementaire, par la prise en compte des risques dans les décisions d'aménagement et les documents d'urbanisme (SCoT, PLU) et d'autre part en réduisant la vulnérabilité des bâtiments et activités implantées en zone de risque ;
- **les actions de réduction de l'aléa***, par exemple en ralentissant les écoulements à l'amont des zones exposées ;
- **l'aménagement d'ouvrages collectifs de protection localisée** pour des biens existants, ces aménagements ne devant pas favoriser une constructibilité des terrains protégés.

Cette politique s'est concrétisée entre autres par la mise en place de **plans de prévention des risques (PPR)**, dont le cadre est fixé par les lois n°95-101 du 2 février 1995 et n°2003-699 du 30 juillet 2003 et les décrets n°95-1089 du 5 octobre 1995 et n°2005-3 du 4 janvier 2005. Ces textes fondateurs sont codifiés aux articles [L562-1 et suivants](#), et [R562-1 et suivants](#) du code de l'environnement.

En matière de prévention des inondations et de gestion des zones inondables, l'État avait déjà défini sa politique dans la circulaire interministérielle du 24 janvier 1994. Cette circulaire est articulée autour des 3 principes suivants :

- interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses, et les limiter dans les autres zones inondables;
- contrôler l'extension de l'urbanisation dans les zones d'expansion des crues;
- éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection des lieux fortement urbanisés.

La circulaire interministérielle du 30 avril 2002, relative à la gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations, vient préciser les précautions à prendre derrière ces ouvrages.

En outre, le code de la sécurité intérieure, notamment ses articles L.732-1 à L.732-2, renforce le dispositif de prévention des risques. Elle institue notamment l'obligation, pour certains gestionnaires, de prévoir les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise (exploitants d'un service destiné au public, tel que assainissement, production ou distribution d'eau pour la consommation humaine, électricité ou gaz, ainsi que les opérateurs des réseaux de communications électroniques ouverts au public).

Enfin, localement sur le bassin de la Saône, la politique globale de prévention est déclinée dans le cadre d'un **Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI Saône)** qui constitue un programme pluriannuel d'action publique (il est porté par un syndicat mixte qui a statut d'établissement public territorial de bassin) sur l'ensemble du bassin versant de la Saône, visant à l'atténuation du risque lié aux inondations pour les personnes et les biens.

1. Qu'est ce qu'un PPR ?

1.1. Principes généraux

Un plan de prévention des risques naturels majeurs prévisibles (dit PPR) est un document qui réglemente l'usage du sol de façon à limiter les effets d'un aléa* naturel sur les personnes et les biens.

L'objet d'un PPR est, sur un territoire identifié, de :

- **délimiter** les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire les constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations, ou, pour le cas où ils y seraient autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils sont réalisés, utilisés ou exploités ;
- **délimiter** les zones qui ne sont pas directement exposées au risque mais où des aménagements peuvent aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions ;
- **définir** les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui sont prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui incombent aux particuliers ;
- **définir** des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation, ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces existants à la date d'approbation du plan, qui sont prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le dossier dont la mise à l'étude est prescrite par arrêté préfectoral, est approuvé après enquête publique et diverses consultations, dont celle des conseils municipaux concernés (cf. chapitre2).

Les dispositions d'urbanisme qui en découlent sont opposables à toute personne publique ou privée. Elles valent servitude d'utilité publique après l'approbation du PPR, et demeurent applicables même lorsqu'il existe un document d'urbanisme.

Le plan de prévention des risques d'inondation remplace les procédures existantes (plan des surfaces submersibles [PSS], plan d'exposition au risque [PER]).

Le PPR n'est ni un document de prévision, ni un programme de travaux de protection. La présence d'un PPR sur un territoire communal n'est pas une protection absolue contre les catastrophes. Il en limite cependant les effets, combiné aux autres actions de prévention, de prévision et de protection.

Le dossier de PPR comprend :

- **un rapport de présentation**, qui explique l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que l'étude de leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs. Ce rapport justifie les choix retenus en matière de prévention en indiquant les principes d'élaboration du PPR et commentant la réglementation mise en place.

Le présent document constitue le rapport de présentation qui expose la démarche préalable à l'élaboration du dossier et les raisons des choix retenus ;

- **une ou des cartes de zonage réglementaire**, figurant les zones réglementées par le PPR ;
- **un règlement** qui précise les règles s'appliquant à chacune de ces zones. Le règlement définit ainsi les conditions de réalisation de tout projet, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités, mais aussi les mesures applicables aux biens et activités existants.

* : les termes signalés par l'astérisque * sont définis dans le glossaire figurant à la fin du règlement.

1.2. Quelques notions utiles

On appelle **aléa** un phénomène naturel ou accidentel d'occurrence et d'intensité données. Il peut s'agir d'inondation par débordement de cours d'eau ou par submersion de digue, de glissement de terrain, de chute de rocher, d'incendie de forêt, de tempête, de séisme.

L'**occurrence** est la probabilité de survenue de l'événement (voir plus loin).

L'**intensité** exprime l'importance du phénomène, évaluée ou mesurée par des paramètres physiques : hauteur de submersion, vitesse du courant, masse des mouvements de terrain, etc.

Les aléas sont définis à partir des observations de phénomènes déjà produits — s'ils sont renseignés avec précision et objectivité, et d'approches plus théoriques quand les observations manquent. Cette approche théorique se fonde cependant sur l'analyse et le retour d'expérience à partir de nombreux faits enregistrés depuis plusieurs décennies.

On appelle **enjeux** l'ensemble des personnes, biens, activités quelles que soient leur nature, qui sont exposés à un aléa et qui peuvent de ce fait subir des dommages. Ils sont analysés au cas par cas. Les enjeux humains sont évidemment prioritaires. Dans le cas de crue lente comme celles de la Saône, dont le déroulement permet généralement une bonne mise en sécurité des personnes, le nombre de victimes peut être relativement limité. Cependant, au-delà des dangers pour les humains, les dégâts peuvent se chiffrer en milliards d'euros.

On appelle **risque** la résultante du croisement d'un aléa et d'un enjeu. Ainsi une inondation courte sur des terrains agricoles hors période de croissance et de récolte est plutôt bénéfique et n'est pas un risque. La même crue inondant un établissement sensible (établissement accueillant des personnes âgées ou malades par exemple) n'aura pas la même incidence.

On appelle **vulnérabilité** le niveau des conséquences prévisibles (sinistres) d'un aléa sur les enjeux. Elle concerne aussi bien les personnes (noyade, blessure, isolement, impossibilité d'avoir accès à l'eau potable ou au ravitaillement, perte d'emploi, etc.) que les biens (ruine, détérioration, etc.) ou la vie collective (désorganisation des services publics ou commerciaux, destruction des moyens de production, etc.).

On appelle **crue centennale** (ou de retour 100 ans, notée également Q100) une crue qui a une probabilité de 1 % d'être atteinte ou dépassée chaque année. Il s'agit d'une notion statistique fondée sur les événements passés et des simulations théoriques. Cela ne signifie pas qu'elle se produit une fois tous les 100 ans, ni une fois par siècle. Une crue d'occurrence n peut se répéter plusieurs fois de suite dans une période de n années. Ainsi en 1981, 1982 et 1983 se sont succédé trois crues vingtennales à trentenales (1 chance sur 20 ou 30 que chacune ait lieu chaque année).

On appelle **crue de référence** la crue prise par convention comme référence pour fixer les règles du PPR (cf. § 4.3 page 21). Il est nécessaire en effet d'arbitrer entre la logique qui voudrait assurer un niveau de prévention maximum en prenant en compte un événement extrêmement rare mais toujours possible, et la logique qui tend à négliger la probabilité d'un événement pour ne pas créer trop de contrainte, en considérant une période d'observation des aléas trop courte.

Il faut rappeler que les événements majeurs dépassent la plupart du temps l'admissible, par leur ampleur, leur force irrépessible. Ils peuvent provoquer non seulement un grand nombre de victimes et des dégâts insupportables à l'échelon local, mais aussi une destruction du tissu économique et des traumatismes profonds. Mais leur relative rareté, et l'oubli sélectif que la population leur applique, les font apparaître improbables et tendent à minimiser la probabilité de leur survenue. Une approche plus statistique que sensible est utile pour "objectiver" la réalité d'une catastrophe.

D'autres termes sont définis dans le glossaire qu'on trouve dans le dossier du PPR, à la fin du document du Règlement.

1.3. Les objectifs du PPR

1.3.1. Informer

Le PPR est établi à partir de connaissances scientifiques et d'observations sur la nature et le développement des phénomènes. Les études préalables définissent les aléas conventionnels qui servent de référence pour fixer les mesures de prévention les plus adaptées.

Mis à la disposition du public, le PPR est donc une source d'informations sur la nature des aléas qui peuvent se produire, et sur les risques qu'ils présentent pour les personnes, les biens et la vie économique et sociale. Dans les communes qui disposent d'un PPR (prescrit ou approuvé), des mesures particulières d'information sont obligatoires : information des acquéreurs et locataires par les vendeurs et bailleurs de biens immobiliers, information de la population par le maire, etc.

1.3.2. Limiter les dommages

En limitant les possibilités d'aménagement en zone exposée aux aléas, notamment l'habitat, en préservant les zones d'expansion de crues, et éventuellement en prescrivant la réalisation de travaux de protection, le PPR permet de réduire :

- les dommages directs aux biens et activités existants,
- les difficultés de gestion de crise et de retour à la normale après l'épreuve,
- la possibilité de nouveaux dommages dans le futur.

1.3.3. Préparer la gestion de crise

En rendant obligatoire un Plan communal de sauvegarde (PCS), le PPR incite les autorités municipales à mieux se préparer en cas de survenue d'une catastrophe, et limite ainsi les risques pour la sécurité des personnes.

1.4. Champ d'application

1.4.1. Le PPR couvre l'ensemble du champ des crues dans l'aménagement

Il peut prendre en compte la quasi-totalité des risques naturels : crues de plaine, crues torrentielles, mouvements de terrains, etc. La prévention du risque humain (danger et conditions de vie des personnes) est sa priorité.

Il fixe les mesures aptes à prévenir les risques et à en réduire les conséquences ou à les rendre supportables, tant à l'égard des biens que des activités implantées ou projetées.

1.4.2. Le PPR est doté de possibilités d'intervention larges

Il régleme les zones directement exposées aux risques, et prévoit des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde par les collectivités publiques et par les particuliers ;

Il régleme les zones non exposées directement aux risques mais dont l'aménagement pourrait aggraver les risques ;

Il intervient sur l'existant, avec un champ d'application équivalent à celui ouvert pour les projets. Toutefois, il doit s'en tenir à des "aménagements limités" (10 % de la valeur vénale ou estimée des biens) pour les constructions ou aménagements régulièrement construits.

1.4.3. Il dispose de moyens d'application renforcés

Institué en tant que servitude d'utilité publique, opposable aux tiers, le PPR est un document prescriptif. Le non-respect de ses règles est sanctionné sur le plan pénal, par référence aux dispositions pénales du code de l'urbanisme.

Pour les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde et les mesures applicables à l'existant, le PPR peut les rendre obligatoires, avec un délai de mise en conformité de 5 ans pouvant être réduit en cas d'urgence.

1.5. Contenu

Un PPR comprend au moins 3 documents : le rapport de présentation, le plan de zonage, et le règlement.

1.5.1. Le rapport de présentation

Il indique le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances. Il justifie les sectorisations des documents graphiques et les prescriptions du règlement. Il rappelle les principes généraux d'élaboration du plan.

C'est l'objet du présent document.

1.5.2. Le plan de zonage réglementaire

Il délimite *a minima* :

- les zones rouges exposées aux risques où il est interdit de construire ;
- les zones bleues exposées aux risques où il est possible de construire sous conditions ;
- les zones blanches qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des aménagements ou activités peuvent aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux.

D'autres zones peuvent être identifiées avec des couleurs différentes pour tenir compte d'aléas ou d'enjeux spécifiques.

Le plan de zonage est basé sur les principes des circulaires du 24 janvier 1994¹ et du 24 avril 1996² qui introduit une autre notion importante en termes de délimitation et de réglementation, en indiquant qu'en dehors des zones d'expansion des crues, des adaptations peuvent être apportées pour la gestion de l'existant dans les centres urbains.

Ainsi le zonage réglementaire respecte les principes suivants :

- interdire les nouvelles constructions dans les zones d'aléas les plus forts, pour des raisons évidentes liées à la sécurité des personnes et des biens,
- contrôler la réalisation de nouvelles constructions dans les zones d'expansion des crues. Ces zones essentielles à la gestion globale des cours d'eau, à la solidarité amont-aval et à la protection des milieux sont à préserver de l'urbanisation nouvelle,
- éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés,
- tenir compte des contraintes spécifiques de gestion des zones urbanisées et notamment des centres urbains lorsqu'ils ne sont pas situés dans les zones d'aléas les plus forts (maintien des activités, contraintes urbanistiques et architecturales, gestion de l'habitat, etc.).

1.5.3. Le règlement

Le règlement rassemble les dispositions qui s'appliquent selon le zonage et la nature des projets :

- mesures d'interdiction et prescriptions applicables dans chacune des zones ;
- mesures de prévention, de protection et de sauvegarde ; mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire dans un délai fixé.

A ces trois documents peuvent s'ajouter des documents complémentaires (carte des événements historiques, carte des aléas*, carte des enjeux*).

1 Circulaire du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables, ministère de l'équipement et des transports.

2 Circulaire du 24 avril 1996 relative au bâti et ouvrages existants en zones inondables

1.6. Effets du PPR

Un PPR est opposable aux tiers. Il constitue une **servitude d'utilité publique** devant être respectée par la réglementation locale d'urbanisme. Ainsi il doit être annexé au plan local d'urbanisme (PLU) dont il vient compléter les dispositions (article L126-1 du code de l'urbanisme).

Il appartient ensuite aux communes et établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) compétents de prendre en compte ses dispositions pour les intégrer dans leurs politiques d'aménagement du territoire.

Le non-respect de ses dispositions peut se traduire par des sanctions au titre du code de l'urbanisme, du code pénal ou du code des assurances. En particulier, les assurances ne sont pas tenues d'indemniser ou d'assurer les biens construits et les activités exercées en violation des règles du PPR en vigueur lors de leur mise en place.

Le règlement du PPR s'impose :

- aux mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques ou les particuliers,
- aux projets, assimilés par l'article L562-1 du code de l'environnement, aux "constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles " susceptibles d'être réalisés,
- aux biens existants à la date de l'approbation du plan qui peuvent faire l'objet de mesures obligatoires relatives à leur utilisation ou aménagement.

1.6.1. PPR et biens existants

Les biens et activités existants à la date de l'approbation du plan de prévention des risques naturels continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi.

Pour les biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme et avant l'approbation du présent PPR, le plan peut imposer des mesures obligatoires visant à la réduction de la vulnérabilité des bâtiments existants et de leurs occupants.

Ces dispositions ne s'imposent que dans la limite de 10 % de la valeur vénale du bien, considérée à la date d'approbation du plan.

Les travaux de réduction de la vulnérabilité ainsi réalisés par les particuliers peuvent alors être subventionnés par l'État (Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs - FPRNM) à un taux établi, à la date d'approbation du présent PPR, à :

- 40 % pour les biens à usage d'habitation,
- 20 % pour les biens à usage professionnel pour les entreprises employant moins de 20 salariés.

1.6.2. PPR et information préventive

Les maires de communes couvertes par un PPR prescrit ou approuvé doivent délivrer au moins une fois tous les deux ans auprès de la population une information sur les risques naturels.

Cette procédure est complétée par une obligation d'informer annuellement l'ensemble des administrés, sous une forme laissée au libre choix de la municipalité (bulletin municipal, réunion publique, diffusion d'une plaquette, etc.), sur les mesures obligatoires et recommandées pour les projets futurs et pour le bâti existant.

De plus, la loi a créé l'*information des acquéreurs et des locataires* de biens immobiliers sur les risques naturels et technologiques majeurs (IAL).

Cette information passe par une obligation pour les vendeurs ou bailleurs de biens immobiliers d'informer le futur acheteur ou locataire sur la situation du bien (bâti ou non bâti) dans un plan de prévention des risques prescrit ou approuvé ou/et en zone de sismicité.

Les articles [R125-23 à 27](#) du code de l'environnement fixent les modalités de cette information.

L'arrêté préfectoral IAL2011-1 du 19 avril 2011 recense notamment les communes de l'Ain pour lesquelles l'information est obligatoire au titre de l'existence d'un PPR prescrit ou approuvé dans le département et de leur situation en zone de sismicité.

1.6.3. PPR et Plan Communal de Sauvegarde (PCS)

L'approbation du PPR rend obligatoire l'élaboration par le maire de la commune concernée d'un plan communal de sauvegarde (article 732-1 du code de la sécurité intérieure et décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005.)

Le maire approuve le PCS de sa commune dans un délai de deux ans à compter de la date d'approbation du PPR par le préfet du département.

1.6.4. PPR et financement

L'existence d'un plan de prévention des risques prescrit ou approuvé permet d'affranchir les assurés de toute modulation de franchise d'assurance en cas de sinistre lié au risque naturel majeur concerné (arrêté ministériel du 5/09/2000 modifié en 2003).

De plus, l'existence d'un plan de prévention des risques prescrit ou approuvé sur une commune peut ouvrir le droit à des financements de l'État au titre du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM), créé par la loi du 2 février 1995.

Ce fonds a vocation à assurer la sécurité des personnes et de réduire les dommages aux biens exposés à un risque naturel majeur. Sauf exceptions, il bénéficie aux personnes qui ont assuré leurs biens et qui sont donc elles mêmes engagées dans une démarche de prévention.

Le lien aux assurances est fondamental. Il repose sur le principe que des mesures de prévention permettent de réduire les dommages et donc notamment les coûts supportés par la solidarité nationale et le système Cat Nat (Catastrophes Naturelles).

Ces financements concernent :

- les études et travaux de prévention des collectivités locales,
- les études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPR aux personnes physiques ou morales,
- les mesures d'acquisition de biens exposés ou sinistrés, lorsque les vies humaines sont menacées (acquisitions amiables, évacuation temporaire et relogement, expropriations dans les cas extrêmes)
- les actions d'information préventive sur les risques majeurs.

L'ensemble de ces aides doit permettre de construire un projet de développement local au niveau de la ou des communes, qui intègre et prévient les risques et qui va au-delà de la seule mise en œuvre de la servitude PPR. Ces aides peuvent être selon les cas complétées par des subventions d'autres collectivités voire d'organismes telle l'ANAH dans le cadre d'opérations programmées d'amélioration de l'habitat (OPAH).

2. Procédure

La procédure d'élaboration du PPR est cadrée par le code de l'environnement ([art R562-1 à R562-10](#)). Les différentes étapes sont la prescription, l'élaboration, les consultations et l'enquête publique, et in fine l'approbation.

2.1. La prescription

Le PPR est prescrit par un arrêté préfectoral qui détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte, désigne le service déconcentré de l'État chargé d'instruire le projet, et définit également les modalités de la concertation durant l'élaboration du projet.

L'arrêté est notifié aux collectivités territoriales dont le territoire est inclus en tout ou partie dans le périmètre du projet de plan : maires des communes, présidents des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme.

Cet arrêté est en outre affiché pendant un mois dans les mairies de ces communes et aux sièges de ces établissements publics. Il fait aussi l'objet d'une insertion dans un journal diffusé dans le département. Il est publié au Recueil des actes administratifs de l'État dans le département.

2.2. L'élaboration

Le dossier est élaboré par le service de l'Etat qui assure l'instruction, à partir d'une étude des aléas et des enjeux présents sur le territoire concerné. Le plan de zonage et les dispositions réglementant les zones sont établis en collaboration avec les élus communaux au cours de réunions et visites de terrain.

2.3. Les consultations

Le projet de PPR est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable, et des organes délibérant des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, l'avis de la Chambre d'Agriculture et celui du Centre Régional de la Propriété Forestière sont également recueillis.

Tout avis demandé qui n'est pas rendu dans un délai de 2 mois est réputé favorable.

2.4. La mise à l'enquête publique

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles [R123-1 à R123-23](#) du code de l'environnement.

- Un commissaire-enquêteur est désigné par le tribunal administratif. Il lui revient d'être à la disposition du public, d'analyser les observations recueillies et de donner son avis motivé sur le projet.
- La durée de l'enquête ne peut être inférieure à un mois.
- Le public est invité à venir consulter le projet et à consigner ses observations sur le registre d'enquête ou à les adresser au commissaire-enquêteur.
- Les avis cités au paragraphe précédent qui ont été recueillis sont consignés ou annexés aux registres d'enquête par le commissaire enquêteur.
- Le maire est ensuite entendu par le commissaire enquêteur.
- Une publication dans deux journaux régionaux doit être faite 15 jours avant le début de l'enquête et rappelée dans les huit premiers jours de celle-ci.
- Le rapport et les conclusions motivées du commissaire enquêteur sont rendus publics.

2.5. L'approbation par arrêté préfectoral

A l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au recueil des actes administratifs de l'État dans le département ainsi que dans un journal diffusé dans le département.

Une copie de l'arrêté est ensuite affichée en mairie et au siège de l'établissement public de coopération intercommunale pendant un mois au minimum. La publication du plan est réputée faite le 30ème jour de ces affichages de l'acte d'approbation.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public en mairie et au siège de l'établissement public de coopération intercommunale ainsi qu'en préfecture.

Le PPR approuvé est annexé par la commune au plan local d'urbanisme. Il vaut, dès lors, servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers.

2.6. La révision ou la modification ultérieure

Le PPR peut être révisé suite à l'amélioration des connaissances sur l'aléa, à la survenue d'un aléa nouveau ou non pris en compte par le document initial, ainsi qu'à l'évolution du contexte. La procédure de révision du PPR suit les formes de son élaboration.

Le PPR peut également être modifié, si la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. Dans ce cas, en lieu et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification.

2.7. Les recours

L'arrêté préfectoral d'approbation du PPR peut faire l'objet, dans un délai de 2 mois à compter de sa notification aux communes concernées, de la part de ces dernières, soit d'un recours gracieux auprès du préfet de l'Ain, soit d'un recours hiérarchique auprès du ministre chargé de la prévention des risques, soit d'un recours contentieux auprès du tribunal administratif de Lyon.

Il peut également faire l'objet d'un recours contentieux auprès du tribunal administratif de Lyon de la part de tiers, soit :

- directement en l'absence de recours préalable, dans le délai de 2 mois à compter de la plus tardive des mesures de publicités prévues,
- à l'issue d'un recours préalable, dans les deux mois à compter de la notification de la réponse obtenue de l'administration, ou au terme d'un silence gardé par celle-ci pendant deux mois à compter de la réception de la demande.

3. Le PPR de Trévoux et Saint Bernard

3.1. Les raisons de la prescription

Trévoux et Saint Bernard sont deux communes de la rive gauche de la vallée de la Saône. Elles sont limitées à l'ouest et au sud par la Saône, à l'est et au nord par la côtière de la Dombes. La limite entre elles suit le Formans, affluent de la Saône. Elles sont reliées au département voisin du Rhône par deux ponts routiers et une passerelle pour les piétons et cyclistes.

Trévoux, petite ville de près de 7 000 habitants, et Saint Bernard, village résidentiel de 1 400 habitants, font partie de la communauté de communes "Saône Vallée".

Leur situation géographique dans la vallée de la Saône et sur le rebord du plateau de la Dombes, les expose à des aléas naturels, les **inondations** par les crues de la Saône ou du Formans d'une part, les **mouvements de terrain** sur les pentes de la Côtière de la Dombes d'autre part.

3.1.1. Le risque d'inondations

Les crues de la Saône et du Formans ont des comportements différents : lentes et prévisibles pour la première, et soudaines pour le second. À plusieurs reprises ces dernières décennies les communes ont dû subir des débordements d'intensité variable. Comme on le verra plus loin, des crues bien supérieures sont susceptibles de se produire, trop rares pour qu'on en garde une présence fidèle en mémoire, mais assez fréquentes au regard de l'importance des biens exposés pour causer des sinistres majeurs.

La commune de Trévoux dispose d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) depuis le 30 août 2001. Ce plan ne prend pas en compte les inondations dues aux crues du Formans.

Saint Bernard dispose d'un Plan d'exposition au risque d'inondation (PERI) pour la Saône depuis le 18 octobre 1993, et d'un PPR approuvé le 10 novembre 2000 pour le Formans.

Ces plans sont établis sur la base de crues de référence.

Pour le Formans, la crue de référence est une crue centennale calculée, aucune crue historique d'ampleur supérieure n'est en effet suffisamment connue.

Pour la Saône, la référence utilisée par le plan de 2001 est également une crue centennale, et non la crue historique de 1840, plus forte crue connue. L'événement historique est bien renseigné quant à ses causes (événements pluvieux intenses successifs, concomitance des pointes de débit des affluents) et à son déroulement (progression des débordements, extension des zones inondées et repères de crue enregistrant la hauteur atteinte en de nombreux points) ; voir à ce sujet le § 4.1 page 17. Il est susceptible de se reproduire dans des circonstances similaires avec une fréquence faible mais non négligeable.

C'est la raison pour laquelle, en conformité avec la doctrine nationale d'élaboration des PPR et avec la jurisprudence, cette crue historique a été retenue comme référence en remplacement de la crue centennale calculée dans les plans actuels.

Le préfet de la région Rhône Alpes, coordonnateur du bassin Rhône, a confié en juin 2005 au préfet de la région Bourgogne le pilotage de la démarche de révision de la cartographie réglementaire du risque inondation de la Saône à l'aval de Chalon-sur-Saône.

Cette démarche s'inscrit dans la stratégie globale de prévention des inondations du Rhône et de ses affluents validée en 2005 par le comité interministériel d'aménagement et de développement du territoire (CIADT). Sa cohérence sur l'ensemble du bassin est assurée par une doctrine commune pour l'élaboration des PPRi du Rhône et de ses affluents à crue lente.

Cela entraîne la révision du PPR de Trévoux et des PERI (Plan d'Exposition aux Risques Inondation) dans les autres communes du Val de Saône.

En application de cette démarche, le préfet de l'Ain a prescrit par arrêté préfectoral du 21 avril 2009 :

- la révision du PPR de Trévoux,
- la révision du PERI de Saint Bernard pour les crues de la Saône et du PPR pour le Formans,
- l'élaboration du PPR de Trévoux pour les crues du Formans.

En accord avec leurs maires, le nouveau PPR est instruit sur le territoire des deux communes. Ce rapprochement est motivé par leur appartenance commune aux lits majeurs de la Saône et du Formans, et à la même intercommunalité (CC. Saône Vallée), ainsi que pour des raisons de cohérence de l'action publique et d'économies d'échelle.

3.1.2. Le risque de mouvements de terrain

Sur la territoire du plan, on individualise trois grandes unités géomorphologiques.

- **La plaine alluviale de la Saône** (au sens large), de part et d'autre du méandre de Trévoux, approximativement à l'ouest et au sud de la RD933, c'est-à-dire d'un côté les quartiers de Forquevaux, zone industrielle de Trévoux, le Grand-Champ, de l'autre la Sidoine, les Mouchettes, le Sabot. L'altitude moyenne varie de 170 m à 175 m et en remontant la petite vallée du ruisseau du Formans, au nord des Planches, elle peut atteindre 180 m.
- **Les coteaux ou "côtière de Saône"**, sensiblement nord-sud des Planches à Béluisson, puis ouest-est jusqu'à Saint-Sorlin à l'extrémité orientale de la commune de Trévoux.
Inscrits dans les sables dits "de Trévoux", ces coteaux ont une hauteur moyenne de 50 m (entre les cotes 200 et 250) et une intensité de pente allant de 40 à 50°, avec localement de petites falaises.
- **Des vallées sèches** entaillent régulièrement les versants les plus abrupts. Elles sont empruntées systématiquement par un chemin piétonnier ou une route et permettent de rejoindre le plateau. Ce sont, de l'ouest vers l'est :
 - la montée de Béluisson (ou CV n°14) ;
 - la montée des Corbettes (ou CV n°4) ;
 - la rue des Lapins ;
 - la montée de l'Orme ;
 - la rue du Bois (ou CV n°6) ;
 - la montée Chante-Grillet (ou CV n°5) ;
 - la montée de Préondes (ou CD n°28).
- le plateau ou sommet, faiblement représenté sur le territoire du plan, est parcouru par le chemin d'Arras d'ouest en est, à des altitudes voisines de 250 m dans sa partie la plus haute (les Tours, Chante-Grillet).

En résumé, parmi ces trois unités morphologiques, seule la zone des coteaux présente un relief susceptible d'abriter un certain nombre de mouvements gravitaires. Elle s'étend uniquement sur le territoire de Trévoux. Les deux autres unités ne justifient pas d'une reconnaissance de type PPR.

3.2. L'élaboration du plan

Les études d'aléa conduites entre 2005 et 2008 pour la rivière Saône, à savoir la modélisation d'une crue équivalente à celle de 1840 dans les conditions actuelles d'écoulement, ont permis de cartographier avec précision les aléas liés aux inondations de la Saône. La cartographie a été portée à la connaissance des maires le 23 décembre 2008.

Sur le Formans, la crue historique de 1993 a conduit les services de l'État à réaliser un atlas des zones inondables du Formans et de ses affluents, le Morbier et le Chanay ; sur la base de cet atlas a été établie en 1997 une cartographie des aléas du Formans.

Le présent PPR inondations intègre à la fois les aléas de la Saône et du Formans afin d'homogénéiser la cartographie réglementaire du risque inondation sur les communes de Trévoux et Saint Bernard.

En revanche, les ruissellements sur versant et les débordements des réseaux pluviaux ne sont pas pris en compte dans ce PPR.

Le volet mouvements de terrain du PPR de Trévoux est repris sans modification notable dans le présent document.

La direction départementale de l'équipement de l'Ain (devenue la direction départementale des territoires de l'Ain depuis janvier 2010) est chargée de l'élaboration de ce PPR.

Le périmètre d'étude est l'ensemble des territoires des deux communes.

Les phases d'élaboration ont suivi la méthodologie définie dans la "*doctrine commune pour l'élaboration des PPR du Rhône et de ses affluents à crue lente*". Elles ont été conduites de la façon suivante :

- **détermination des aléas** : elle est issue d'une part de l'étude générale de modélisation de la crue de 1840 aux conditions actuelles d'écoulement (Hydratec pour l'Etat - DIREN Bourgogne et EPTB Saône et Doubs - 2008), d'autre part de l'étude des zones inondables du Formans (Burgéap pour la DDAF de l'Ain - 1997).

Les principaux éléments issus de ces études sont présentés plus loin sous les chapitres 4 et 5.

La DDT a établi la carte synthétique des aléas pour les communes, qui a fait l'objet :

- d'un porter à connaissance aux maires (courrier du préfet de l'Ain du 23 décembre 2008) ;
 - d'une présentation aux maires concernés lors d'une réunion en mairie de Trévoux le 19 mars 2009. L'ensemble de la démarche, les modalités de gestion de la période transitoire (entre le porter à connaissance du nouvel aléa et l'approbation du nouveau PPR), ainsi que les étapes à venir pour l'élaboration des PPR, ont été exposés et discutés ;
 - d'une nouvelle présentation en mairie de Trévoux le 11 décembre 2012 et en mairie de Saint Bernard le 22 avril 2013.
- **analyse des enjeux** : la cartographie (zones urbanisées, centre urbain et zones d'expansion des crues) ainsi qu'une liste des enjeux ponctuels (administrations, services, activités, etc.) ont été réalisés par la DDT, remis à la commune de Trévoux lors de la réunion du 18 février 2013. Pour Saint Bernard, au vu de la faiblesse des enjeux, cette phase fût examinée lors de la première réunion du 22 avril 2013.
 - **proposition d'un zonage et d'un règlement** : en suivant la même méthodologie employée pour toutes les communes de la Saône à l'aval de Chalon, et en l'adaptant au cas de Trévoux et de Saint Bernard, le zonage et le règlement ont été établis puis présentés et discutés avec les représentants de la commune de Trévoux (réunion du 08 avril 2013). Un projet de zonage tenant compte des souhaits de la commune est présenté le 13 mai 2013 en mairie.
Pour Saint Bernard le projet de plan de zonage est présenté en mairie le 22 mai 2013.
 - Le règlement ayant été remanié dans sa forme après ces réunions, il a été à nouveau communiqué aux communes (mai 2013) avant le lancement des consultations.

Le projet ainsi construit est ensuite soumis pour avis à la commune et à l'intercommunalité, puis soumis à l'enquête publique. La DDT examine les observations recueillies au cours de cette phase de consultations, modifie le projet si nécessaire, et propose l'approbation du PPR au préfet de l'Ain. L'arrêté d'approbation fait l'objet de mesures de publicité (affichage en mairie, insertion dans la presse), rendant le plan totalement opérant.

3.3. Composition du dossier de révision du PPR

Le plan comprend :

- **un dossier général avec** :
 - la note synthétique de présentation,
 - le présent rapport de présentation,
 - le règlement des zones cartographiées sur le plan de zonage ;
- **un dossier par commune, soit deux dossiers particuliers avec** :
 - la carte des aléas inondations au 1/5 000,
 - la carte des enjeux au 1/5 000,
 - le plan de zonage au 1/5 000.

Deux types d'aléas très différents (inondations et mouvements de terrain) sont pris en compte dans le même document réglementaire qu'est le plan de prévention des risques de Trévoux - Saint Bernard, pour des raisons de cohérence et d'efficacité. Cependant, afin de faciliter sa compréhension, la description et l'analyse de chacun des deux types d'aléas sont présentées en deux volets séparés :

- le volet inondations ci-dessous (pages 17 à 34) ;
- le volet mouvements de terrain (à partir de la page 35).

On notera dans le présent plan, d'une part que l'aléa mouvement de terrain ne concerne pas Saint Bernard, d'autre part que les deux types d'aléa ne se recouvrent sur aucune partie de son territoire.

4. L'aléa inondation de la Saône aval

4.1. Les crues de la Saône

4.1.1. Le bassin versant

Le bassin versant de la Saône s'étend sur environ 30 000 km² depuis le seuil de la Lorraine, au nord, jusqu'à sa confluence avec le Rhône à Lyon.

Schématiquement, le bassin peut être décomposé en plusieurs territoires homogènes.

- Le tiers nord du bassin (Vosges et Haute Saône) présente un relief relativement marqué, c'est le secteur de la Petite Saône (tronçon situé en amont de la confluence avec le Doubs).
- Le tiers des territoires situés à l'est (entre Vosges et Jura, jusqu'en Suisse) est drainé par le Doubs et ses affluents, prenant leurs sources dans des terrains accidentés et karstiques.
- À partir de la confluence avec le Doubs (à Verdun-sur-le-Doubs), la plaine alluviale de la Grande Saône est bordée par les reliefs viticoles de Bourgogne et du Beaujolais et par les plateaux de la Bresse et de la Dombes. Cette vallée assez large et rectiligne occupe l'ancien « lac bressan » du Pliocène, comblé avec les glaciations de l'ère quaternaire. Sa pente est très faible (dénivelé de moins de 9 m sur 125 km de linéaire, de Chalon au barrage de Couzon à l'amont de Lyon). Elle est un lieu de passage entre le nord et le sud de la France et de l'Europe de l'Ouest : de nombreuses infrastructures de transports l'empruntent (routes, voie navigable, voies ferrées, autoroute). Les agglomérations de Chalon, Mâcon, Villefranche sur Saône et Lyon s'y sont implantées.

4.1.2. Influences climatiques

Par sa grande étendue et l'organisation de ses reliefs, le bassin versant est soumis à deux principales influences climatiques :

- les courants humides d'ouest-sud-ouest abattent des précipitations sur les Vosges et le Jura, et produisent des crues océaniques, parfois renforcées en période de fonte des neiges ;
- les masses nuageuses d'origine méditerranéenne remontent le Rhône et affectent les versants du sud du bassin ;

Les deux phénomènes peuvent se combiner, ils sont alors à l'origine des événements les plus catastrophiques, comme les inondations de novembre 1840.

L'analyse des crues historiques révèle l'extrême diversité des situations météorologiques responsables de l'enchaînement d'épisodes pluvieux précédant une crue.

Le régime de la rivière est qualifié de pluvial océanique, il peut être très contrasté, avec des crues hivernales fréquentes (> 1400 m³/s à Couzon) et des eaux estivales extrêmement basses, entretenues pour la navigation par les barrages (débit d'étiage inférieur à 100 m³/s).

4.1.3. Propagation des crues

Un des caractères essentiels des crues de la Saône est leur remarquable lenteur.

La taille et le relief assez faible du bassin versant impliquent que les crues les plus exceptionnelles ne se produisent qu'après des pluies longues et répétées (de plusieurs jours à plusieurs semaines). L'eau monte alors à une vitesse relativement lente (entre 2 et 5 centimètres par heure, au maximum 10 centimètres), et n'atteint des niveaux importants qu'après une longue période (5 à 7 jours). Les hautes eaux peuvent ainsi durer 1 à 3 semaines.

L'exceptionnelle horizontalité de la rivière à l'aval de la confluence avec le Doubs (5 cm/km) ralentit encore le phénomène, qui met entre 3 et 4 jours pour se propager de Verdun à Lyon.

La décrue suit la même lenteur.

Ces caractéristiques entraînent une très longue durée des crues, mais facilitent leur prévision avec un bon niveau d'anticipation et de précision.

4.1.4. Champs d'expansion des crues

Depuis plusieurs centaines de milliers d'années, les crues et leurs débordements déposent un épais lit de sédiments qui atteint près de 15 m d'épaisseur dans la basse vallée. Ces dépôts successifs ont transformé la vallée de la Saône en une vaste plaine fertile de 500 m à 5 km de large.

Cette vallée représente, pour une crue centennale, une superficie d'étalement d'environ 75 000 ha, qui une fois inondée sous 1 à 2 m d'eau, peut constituer un stockage de plus d'1 milliard de mètres cube d'eau, volume considérable, à comparer aux 3.5 milliards de mètres cube transités pendant une crue telle que celle de décembre 1981 à Chalon.

Ce champ d'expansion permet ainsi d'écarter le débit de pointe des crues : ainsi pour celle de 1981, le débit qui était de 3 130 m³/s à Chalon était réduit à 2 530 m³/s à Couzon-au-Mont-d'Or.

Aussi est-il important de préserver les champs d'expansion des crues, indispensables à la régulation des débits, en évitant d'y réaliser des aménagements incompatibles avec le maintien des capacités de stockage des eaux (remblais, constructions, digues, etc.).

4.2. Les crues historiques

La Saône est une rivière fortement remaniée par l'homme (notamment pour la navigation), mais elle reste une entité naturelle qui a son propre comportement que personne ne peut contrôler. De tout temps elle a connu des crues, des modestes très fréquentes et des majeures plus rares. Du fait de la taille de son bassin versant ces crues représentent des masses d'eau considérables : à titre d'exemple, 1 000 m³/s pendant un mois représentent 2,6 milliards de m³.

Si les événements majeurs antérieurs au XIX^e siècle sont peu renseignés (on peut citer cependant les crues marquantes de 1640 et 1711), on dispose de nombreuses données sur les grandes crues plus récentes : 1955, 1981, 1982, 1983, 2001, et bien sûr la plus forte, 1840.

L'étude de l'aléa s'est appuyée sur les connaissances acquises sur ces événements. Les paragraphes ci-dessous en donnent un résumé.

4.2.1. Les inondations de janvier 1955

La crue de janvier 1955 est une crue caractéristique du type « océanique » : des précipitations continues, centrées sur les Alpes du nord et le Jura, ont atteint trois fois la normale. Il s'ensuit une crue importante et rapide du Doubs, renforcée par la fonte fulgurante de la neige, tombée en abondance en janvier sur tout le bassin. Elle intervient alors que les rivières sont encore en crue hivernale. La hausse du niveau atteint son apogée les 20 et 21 janvier.

L'expansion de la crue dans le lit majeur entre Mâcon et Lyon, ainsi que l'absence de crue significative sur les affluents en aval permettent d'atténuer son impact vers l'aval. On estimera le débit à Mâcon à 2 900 m³/s (temps de retour 70 ans).

Compte tenu de sa rapidité, le volume total de cette crue à l'aval du bassin est relativement faible et estimé à 2,2 milliards de mètres cube (moitié moins que celui des crues de 1983 ou 1987).

La zone la plus sinistrée est certainement la confluence de la Saône et du Doubs. Plus en aval, les agglomérations de Chalon, Tournus et Mâcon doivent prendre des mesures d'évacuation. Des passerelles sont installées dans les rues. Les usines des bas quartiers sont arrêtées.

En Bresse, une trentaine de villages sont cernés par les eaux.

4.2.2. Les inondations de 1981, 1982 et 1983

Les événements qui ont touché la vallée ces trois années successives possèdent chacun une période* de retour de plus de 20 ans et leur succession a particulièrement marqué les esprits.

Les précipitations des mois de décembre 1981 et décembre 1982 sont exceptionnellement élevées, deux à trois fois les moyennes normales. La pluviométrie des mois d'avril-mai 1983, particulièrement excédentaire, est composée d'événements orageux et explique à elle seule les crues enregistrées.

Niveaux atteints à Mâcon : le 23/12/1981, 6m65 soit 2 830 m³/s ; le 25/12/1982, 6m50 soit 2 660 m³/s.

La crue de 1983 est exceptionnelle pour cette période de l'année (mois de mai, période sensible pour l'agriculture). La Saône atteint 6m65 à Mâcon le 2 juin soit 2 840 m³/s.

En prenant en compte les dégâts indirects, le coût des sinistres est estimé à 840 millions de francs de l'époque soit l'équivalent de 210 millions d'euros.



4.2.3. L'inondation de mars 2001

Le nord et l'est de la France sont touchés par une longue série de pluies océaniques intenses, engendrant une crue lente et longue de la Saône et de ses affluents, d'une période de retour estimée entre 20 et 30 ans. Dès le début du mois le Doubs et d'autres affluents comme l'Ognon sont en crue.

Les maximums observés sont : 6m59 le 23 à Mâcon, soit un débit de pointe d'environ 2 600 m³/s. Dans la partie aval du cours d'eau, le niveau monte dès le 4 mars, le seuil d'alerte est franchi le 8, le niveau repasse sous le seuil d'alerte début avril, un mois après le début de l'alerte.

Cette crue est donc caractérisée par une lenteur et une durée particulièrement grandes.

Les principales conséquences de la crue de mars 2001 se ressentent sur les activités économiques du bassin d'emploi de Chalon à Lyon. En tout, plus de 800 ha de zones artisanales et industrielles sont submergés.

Environ 80 communes du Val de Saône sont très touchées. 108 communes sur les 234 riveraines de la Saône, font l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle « inondations » pour le mois de mars 2001. L'agriculture est également pénalisée en période de démarrage de la végétation.

Une analyse des sociétés d'assurance sur cette période révèle que les dégâts directs déclarés ont atteint 168 millions d'euros pour les particuliers, touchant environ 40 000 logements dont 8 000 pour l'agglomération lyonnaise. Extrapolé aux activités professionnelles, ce bilan pourrait atteindre 280 millions d'euros.



Trévoux



Saint Bernard

4.2.4. Novembre 1840 : la crue de référence de la Saône

Occasionnée par des pluies diluviennes ayant couvert l'ensemble du bassin, renforcée par des orages répétitifs à l'aval et par un très fort vent du sud, la crue de 1840 est, sur la Saône, l'événement le plus important dont l'homme ait gardé une trace précise : plusieurs morts dans les villes, et plus de 2 000 maisons détruites.

Contexte climatique :

Les pluies qui s'abattent sur le bassin de la Saône revêtent certainement un caractère exceptionnel. L'été 1840 a été plutôt sec ; de premières pluies en septembre ont occasionné une petite crue.

Des pluies océaniques tombent à partir du 19 octobre et élèvent peu à peu le plan d'eau, tout en saturant le sol. Elles s'intensifient progressivement sur la partie occidentale du bassin jusqu'à la fin du mois et provoquent le débordement de la Saône sur le haut bassin (Gray, Auxonne) où elle ne fait que peu de dégâts.

Dans la journée du 27 octobre, le baromètre baisse et un vent violent et chaud du sud souffle dans toute la vallée du Rhône jusqu'au nord de Lyon annonçant une pluie méditerranéenne.

Celle-ci commence dans la nuit du 27 au 28, et redouble dans la nuit du 29 au 30 octobre. Ces deux épisodes particulièrement violents (plus de 150 mm en tout), entraînent des crues des affluents aval : la Seille, la Reyssouze, la Veyle, la Chalaronne et l'Azergues.

Ces crues contribuent, avec la crue générale de la Petite Saône et du Doubs (à partir de Besançon) à provoquer la première série de crues qui inondent la plaine de la Saône à l'aval de Chalon.

Les averses méditerranéennes torrentielles reprennent du 1er au 3 novembre, à nouveau sous forme de 2 pics distincts et touchent la partie aval du bassin versant jusqu'à Mâcon, avec à nouveau une hauteur de l'ordre de 150 mm. On enregistre ainsi, près de Mâcon, plus de 324 mm de pluie entre le 27 octobre et le 4 novembre (moyenne annuelle de l'époque : 766 mm).

Le Doubs et le Rhône, touchés par des crues générales, sont en phase de décrue lors de ces dernières averses qui ne font que ralentir leur descente. La Saône au contraire, subit la concomitance parfaite entre la pointe de sa crue principale (engendrée par les pluies générales au nord et par la première série d'averses) et de celles, extraordinaires, de ses affluents aval de rive droite (l'Azergues et la Turdine principalement).

Le vent du sud ne faiblit pas pendant ces journées. Celui-ci contribue à freiner le débit de la rivière et génère des vagues importantes à la surface des flots, qui participent aux destructions et rendent les sauvetages difficiles.

Hauteurs :

De Chalon à Lyon, les records historiques de hauteur sont largement dépassés, entre 1 m et 1,5 m. On note ainsi (anciennes échelles) : 8m12 à Verdun et 7m29 à Chalon le 2 ; 8m05 à Mâcon le 4 ; 8m50 à Trévoux et 8m89 au Pont de la Feuillée à Lyon le 5.

Dégâts :

Dans les villages du Val de Saône, les maisons construites en pisé s'écroulent subitement lorsque l'eau atteint les murs : environ 400 maisons sont détruites en Saône et Loire et plus de 1000 dans l'Ain.

De nombreux récits et archives existent sur la crue de novembre 1840 ; en particulier, le Dr Pierre-Casimir Ordinaire livre ainsi un témoignage intéressant sur la violence des événements à Mâcon :

« la nuit du dimanche au lundi fut affreuse ; la moitié de la ville de Mâcon était envahie, et les déménagements continuaient. On n'entendait que cris et lamentations ; le tocsin qui retentissait dans toutes les communes de la Bresse, le bruit des maisons qui s'écroulaient, l'obscurité produite par le manque d'éclairage (les conduits du gaz étant obstrués), les mugissements des eaux, jetaient dans l'âme un sentiment d'horreur impossible à dépeindre. »

Une telle crue peut-elle encore se reproduire ?

Le phénomène météorologique particulier qui s'est déroulé (concomitance de pluies océaniques et méditerranéennes) peut tout à fait se reproduire de nos jours, et même être dépassé.

Cependant, les conditions exactes de ruissellement des sols et d'écoulement des rivières ont profondément changé depuis cette époque. Plusieurs facteurs sont ainsi à prendre en compte.

Facteurs aggravants :

L'imperméabilisation des sols liée à l'urbanisation, et les travaux d'aménagement agricole, produiraient des ruissellements beaucoup plus rapides et intenses qu'à l'époque, surtout pour les affluents aval sensibles aux pluies courtes. La crue de 1840 s'est déroulée alors que le manteau neigeux des Vosges n'était pas encore épais. Une fonte subite des neiges (comme cela s'est produit au printemps 2006, mais les pluies n'ont alors pas été exceptionnelles) pourrait conduire à des débits encore plus importants. Enfin, de multiples remblais occupent aujourd'hui le lit majeur de la Saône, réduisant ses capacités de stockage et d'écoulement.

Facteurs atténuants :

Depuis cette époque, des aménagements nombreux ont été réalisés qui améliorent localement les écoulements : dragages et chenal de navigation, élargissement et approfondissement du lit et des ponts à Lyon, déviation de Saint-Laurent-sur-Saône, en particulier.

Comme les caractéristiques exactes des pluies de l'époque ne sont pas connues sur l'ensemble du bassin, il est impossible de déterminer les conséquences que celles-ci pourraient avoir aujourd'hui. Cependant, la modélisation des débits historiques estimés dans la topographie du lit actuel permettra de répondre à certaines interrogations.

4.3. La crue de référence, définition

L'aléa est un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données ; dans le cadre de l'élaboration d'un PPRi, il correspond à la crue dite de référence, c'est-à-dire la plus forte crue connue ou à défaut la crue centennale si celle-ci lui est supérieure, qui peut être caractérisée par un ou plusieurs critères : la hauteur de submersion, la vitesse du courant, et la durée de submersion.

Cette référence est présente dans l'ensemble des circulaires relatives à la prévention des inondations ainsi que dans les guides méthodologiques (général et thématique *inondations*) produits par les services ministériels chargés de la prévention des risques, à destination des services instructeurs de PPR :

- dans la circulaire interministérielle (Intérieur, Equipement et Environnement) du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables :

« La méthodologie aboutit, à distinguer quatre niveaux d'aléas en fonction de la gravité des inondations à craindre en prenant comme critère la hauteur de submersion et la vitesse du courant pour la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, à prendre en compte cette dernière. »

- dans la circulaire interministérielle (Equipement, Environnement) du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zones inondables :

« La réalisation du PPR implique donc de délimiter notamment : les zones d'aléas les plus forts, déterminées en plaine en fonction notamment des hauteurs d'eau atteintes par une crue de référence qui est la plus forte crue connue, ou si cette crue était plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière. »

- dans la circulaire interministérielle (Equipement, Environnement) du 30 avril 2002 relative à la gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations :

« L'élaboration d'un PPR passe par la détermination préalable d'un aléa de référence qui doit être la plus forte crue connue ou la crue centennale si celle-ci est supérieure. »

En ce sens, la crue de référence sur la Saône à l'aval de Chalon-sur-Saône est la crue de novembre 1840, comme plus forte crue connue et documentée.

L'aléa de référence est donc le débit de la crue de 1840, modélisé aux conditions actuelles d'écoulement : c'est en partie l'objet de l'étude hydraulique de la Saône aval, développée dans les paragraphes suivants.

4.4. Contexte et objectifs de l'étude hydraulique

Pour engager la révision de la cartographie réglementaire des risques d'inondations, l'État, en association avec l'Établissement Public Territorial du Bassin (EPTB) Saône et Doubs, a fait modéliser le comportement hydraulique de la Saône entre Chalon-sur-Saône et Couzon-au-Mont-d'Or. Cet outil permet de calculer l'impact d'une crue du type de celle de 1840 sur le territoire actuel.

De plus, dans le cadre du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) de la Saône, mis en place dans les années suivant la crue de mars 2001, l'EPTB Saône et Doubs a prévu la réalisation d'une étude hydraulique sur la Saône aval (entre Ormes et Lyon), pour plusieurs objectifs :

- l'obtention de références entre les cotes annoncées aux échelles réglementaires d'annonce de crues et les zones submergées, de façon à aider les maires à mettre en œuvre de façon anticipée leurs plans communaux de sauvegarde,
- l'analyse de l'effet de la gestion actuelle des casiers d'inondation en proposant si besoin de nouveaux modes de gestion à faire approuver par les acteurs locaux lors de la réflexion locale, dans le cadre de la restauration des champs d'expansion des crues,
- l'amélioration de la connaissance générale des phénomènes, notamment les impacts des divers obstacles naturels ou artificiels sur l'écoulement des crues, et la définition d'un programme d'améliorations.

Cette étude nécessitait une approche scientifique précise, s'appuyant sur une réalité de terrain concrète (repérage et recensement des ouvrages et aménagements existants, repères de crue, etc.) et actualisée (levés topographiques du terrain naturel par photogrammétrie effectués en 2005). Il fallait ensuite construire un outil capable de calculer les hauteurs, vitesses et durées de submersion, avec une grande précision, en chaque point de la vallée.

Cette approche a donc été conduite en partenariat étroit (groupement de commande) entre l'EPTB et l'État, dans un souci de transparence, compte tenu des enjeux existants notamment en matière d'aménagement du territoire, d'urbanisme et de développement local. Il a été retenu pour cela de mener cette étude sous l'autorité d'un comité de pilotage co-présidé par l'État et l'Établissement public, regroupant les différents niveaux de collectivités concernées, les services de l'Etat et de l'Agence de l'eau, selon des modalités précisées dans le cadre d'une convention.

L'étude a été confiée à la société Hydratec - Lyon (2006-2008).

Deux étapes importantes ont été réalisées :

- la construction du modèle hydraulique lui-même, selon les données de terrain actuelles,
- le recueil et la critique des données historiques disponibles sur les crues passées, notamment celle de 1840 (analyse hydrologique).

4.5. La construction du modèle hydraulique

Les modèles hydrauliques effectuent rapidement la résolution de plusieurs milliers d'équations, écrites en chaque point de calcul et à chaque temps (équations de Saint Venant de conservation de la masse et de la quantité de mouvement, régissant les écoulements à surface libre). Le résultat d'un modèle est généralement le débit et le niveau de l'eau en chaque point de calcul, mais peut également concerner d'autres grandeurs comme les vitesses.

Ces équations peuvent être résolues, moyennant certaines simplifications :

- soit en considérant que l'écoulement présente une direction privilégiée le long du cours d'eau (monodimensionnel ou 1D),
- soit en considérant éventuellement un réseau maillé de casiers communiquant entre eux le long de cet axe (1D à casiers, également appelés « pseudo 2D » lorsque le réseau de casier est très fin), soit en considérant que l'écoulement ne présente pas de direction privilégiée (bidimensionnel ou 2D).

Les modèles bidimensionnels sont plus lourds à mettre en œuvre et onéreux, mais présentent l'avantage indiscutable de fournir les directions et vitesses d'écoulement en chaque point, ainsi que de pouvoir simuler plus facilement des phénomènes complexes de contraction de l'écoulement au passage d'un ouvrage ou de fluctuation des directions d'écoulement au niveau d'une confluence par exemple.

Pour l'étude hydraulique de la Saône aval, le modèle retenu est mixte (1D / casier / 2D) sur les 125 km de cours d'eau entre Chalon et Couzon, selon les caractéristiques hydrauliques et les enjeux de chaque tronçon. Il comprend 1250 « casiers » et 5 600 « pavés » de calcul 2D.

Il permet ainsi de calculer rapidement, en chaque point de la vallée, les hauteurs, durées de submersion et vitesses d'écoulement, à partir de plusieurs données d'entrée : le débit injecté en amont et à chaque confluence, ainsi que le niveau ou la courbe niveau / débit en aval.

Ce modèle est ensuite calé en se basant sur des crues récentes pour lesquelles on dispose de données suffisantes (débits, laisses de crues). Lors de cette opération, il s'agit d'ajuster les lois qui régissent l'écoulement dans le modèle (rugosité, coefficients de déversement par-dessus les digues, etc.) afin que celui-ci reproduise fidèlement la réalité.

Le modèle développé a été calé sur les crues présentant une topographie récente et des données hydrologiques suffisantes (2001, 2004 et 1983) avec une précision (moyenne des écarts en enlevant les points aberrants) inférieure à 15 cm sur l'ensemble du modèle.

4.6. Analyse hydrologique : reconstitution de la crue de 1840

4.6.1. Données historiques

Reconstituer l'hydrologie de la crue de 1840 implique de connaître les débits de la Saône et de ses affluents, ainsi que leur évolution sur la totalité de la crue. Une investigation a donc été nécessaire pour reconstituer ces données.

De nombreux repères de crue existent (environ 150 sur le tronçon pour la crue de 1840), et la carte des zones inondées établie en 1860 a servi de base à l'Atlas des Zones Inondables (2006). Cependant, l'évolution de la topographie du lit mineur et du lit majeur, qui n'est pas assez bien connue, ne permet pas de reconstituer les conditions d'écoulement « de l'époque » et de « caler » le modèle en altimétrie.

Pour reconstituer la crue de novembre 1840, les seules données exploitables sont donc :

- les nombreux écrits de l'époque, permettant de connaître les dates et heures de passage de la crue au niveau des villages, et l'importance relative de celle-ci compte tenu des dégâts occasionnés,
- les hauteurs observées heure après heure aux principaux points de la vallée ou sur les affluents,
- les analyses qui ont été réalisées ultérieurement pour estimer le débit de pointe (jaugeages et travaux de Maurice Pardé entre 1925 et 1942).

4.6.2. Hypothèses de base et inconnues

La forme des courbes de débit dans le temps est connue avec une bonne précision. Ce qui l'est moins, c'est le débit maximum atteint par la Saône et ses affluents.

Les données de départ sont constituées par les valeurs de débit de pointe proposées par Maurice Pardé, éminent hydrologue du début du XX^e siècle, sur la base des jaugeages qu'il avait effectués à l'époque, puis critiqués et extrapolés. Cependant, lors de sa carrière consacrée à l'étude du régime des rivières en France, il avancera plusieurs estimations (en 1925 puis en 1942) pour cette crue qu'il qualifie lui-même de « cataclysme ».

Ces estimations varient de 3 240 à 3 380 m³/s à Chalon et de 3 700 à 4 300 m³/s à l'entrée de Lyon.

Comme on le sait maintenant, une très grande partie de cette incertitude provient du fait que l'écoulement à Lyon a été fortement impacté d'une part par des embâcles, des ponts et des quais sous-dimensionnés, et d'autre part par les crues exceptionnelles des affluents aval, de la Seille à l'Azergues.

L'importance relative de chacun de ces facteurs est inconnue, en particulier la nature et l'impact réel des embâcles. Sur les affluents, on dispose rarement de jaugeages de l'époque, parfois seulement de quelques données de pluies, et M. Pardé avance donc très prudemment quelques valeurs de débit qu'il convient de vérifier (700 m³/s sur l'Azergues, 520 m³/s pour la Seille, 200 à 250 m³/s sur la Grosne).

Pour critiquer les valeurs avancées, plusieurs outils sont disponibles :

- la vérification de la conservation du volume global de la crue d'amont en aval,
- la vérification du débit spécifique (c'est-à-dire rapporté à la superficie du bassin versant) fourni par les affluents,
- le respect de la chronologie des pluies,
- la propagation d'ondes de crues à l'aide du modèle.

4.6.3. Levée des incertitudes

Si le modèle hydraulique ne permet pas de calculer les hauteurs exactes atteintes en 1840 (puisqu'il prend en compte la topographie actuelle) il permet cependant de propager avec une bonne fiabilité les hydrogrammes de crue (courbes de débit en fonction du temps).

En effet, l'impact de la topographie du lit majeur (pertes de charges, remblais) peut être important sur les hauteurs maximales atteintes, mais est relativement neutre sur le temps de propagation d'un volume de crue d'une dizaine de milliards de mètres cubes étalé sur plusieurs semaines.

Ainsi, il est possible de propager des ondes de crues simulées, afin de calculer, par soustraction, le volume des apports des affluents non connus et de tester l'impact des variables suivantes :

- les heures exactes des maximums atteints sur les affluents (notamment Seille et Azergues),
- les débits maximums atteints par les affluents et par la Saône en amont de Chalon.

Il ressort de ces tests successifs que les différentes incertitudes sur les affluents (débit et horaires de passage des pointes de crue) sont prépondérantes sur les autres facteurs. Il s'ensuit que l'estimation du débit de la crue de 1840 ne peut pas être connue avec précision. Elle se situe dans une fourchette d'une amplitude de l'ordre de 140 m³/s à l'amont et 580 m³/s à l'aval, centrée sur des valeurs de débit de 3 300 m³/s à Chalon et 3 970 m³/s à Couzon. Trois hypothèses de débit (basse, moyenne et haute) étaient ainsi proposées par le bureau d'étude.

Quelle que soit l'hypothèse retenue l'étendue des surfaces submersibles variait peu, en revanche l'influence sur les hauteurs de submersion était sensible. Le préfet coordonnateur du bassin Saône, préfet de région Bourgogne, en lien avec les préfets des départements de Saône et Loire, du Rhône et de l'Ain, a décidé le 29 août 2008 de retenir l'hypothèse basse, à savoir les débits de référence suivants : **Chalon-sur-Saône : 3 240 m³/s, Mâcon : 3 480 m³/s, Couzon : 3 660 m³/s.**

Ils ont en effet considéré les points suivants :

- ce choix ne remet pas en cause le principe de retenir la référence à la plus forte crue connue,
- il permet de préserver les zones d'expansion des crues de la Saône,
- il maintient la référence à une occurrence importante (environ 100 ans à Chalon, 300 ans à Couzon),
- il assure une continuité acceptable avec la référence retenue sur les PPR du Grand Lyon,
- il répond à la demande de l'ensemble des élus, permettant ainsi d'assurer la concertation nécessaire au début de la démarche.

4.7. Cartographie de l'aléa

Le bureau d'études a ensuite produit la cartographie de l'aléa. Celle-ci repose d'une part sur des données topographiques décrivant la plaine inondable, d'autre part sur des niveaux d'eau et sur des vitesses calculés en tout point à partir d'une modélisation mathématique reconstituant les conditions actuelles d'écoulement des crues de la Saône.

Concernant les données topographiques de la plaine, il s'agit entre Ormes et Couzon de levés photogrammétriques réalisés en 2005 à l'échelle du 1/2000^{ème}, soit un point coté tous les 50 mètres environ ; la précision altimétrique est de 16 centimètres.

La modélisation des écoulements en crue de la Saône conduit à obtenir en tout point de la plaine, la cote d'eau attendue pour une crue donnée ainsi que la vitesse du courant.

Ce calcul est lui-même entaché d'une incertitude liée aux imperfections d'une telle modélisation. Après calage du modèle (comparaison des résultats du modèle avec les cotes réellement atteintes pour les crues réelles de 2001, 2004 et 1983), l'incertitude de niveaux pour les crues largement débordantes a été estimée à 15 cm.

Les cotes d'eau calculées représentent l'état d'inondation lié au passage de la crue de 1840 dans les conditions actuelles d'écoulement dans la vallée.

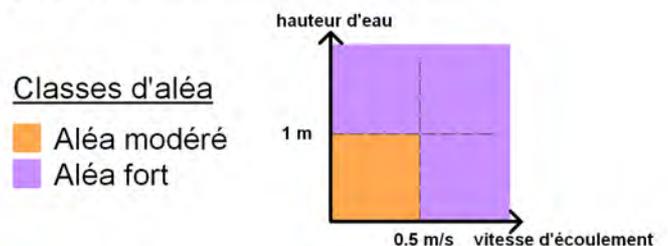
Il s'en suit des différences entre les cotes d'eau calculées et les cotes d'eau observées à l'époque.

L'aléa cartographié est donc qualifié pour les débordements de la Saône elle-même, et localement, les affluents pourraient induire un aléa d'un niveau différent non représenté sur le plan.

La cartographie présentée pour chaque commune est établie à l'échelle du 1/5 000^{ème}.

Elle représente l'aléa d'inondation sur 87 communes de Saint-Loup de Varennes (Saône-et-Loire) à Quincieux (Rhône), pour la crue de référence, c'est-à-dire la crue de 1840 modélisée dans les conditions actuelles d'écoulement dans la plaine de Saône.

L'aléa est défini suivant une grille croisant les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement. Cette grille, conforme à la doctrine commune pour l'élaboration des PPRi du Rhône et de ses affluents à crue lente, est illustrée ci-contre :



Dans les faits, le paramètre vitesse intervient très peu dans la définition de l'aléa, les zones à plus fortes vitesses (vitesse > 0.5 m/s) étant très souvent déjà inondées sous plus d'un mètre d'eau. Voir la carte de l'aléa inondation de la Saône pour la crue de référence sur la carte des aléas hors texte.



Crue de 2001 (crue d'occurrence trentennale, c'est-à-dire qui a une probabilité d'1/30 de se produire chaque année)

5. L'aléa inondation du Formans

5.1. Contexte géographique

Le Formans est un affluent de la Saône, drainant un bassin versant total de 9 685 ha. Son principal affluent, le Morbier, draine à lui seul 3 981 ha. Le linéaire total du Formans est d'environ 45 km.

Le Formans prend naissance sur le plateau de la Dombes où les pentes sont très faibles (inférieures à 5%), et rejoint la Saône après avoir traversé la Côtière, où les pentes ne sont guère supérieures à 5%. La plaine alluviale de la Saône est limitée à l'aval de l'ouvrage V2 (pont sur la RD6).

5.2. Contexte géologique

Le Formans s'écoule dans sa partie haute sur les limons de la Dombes recouvrant des formations morainiques de l'âge du Riss.

En traversant la Côtière, il recoupe de la même façon la formation des "Cailloutis de le Dombes", alluvions fluviales villafranchiennes qui repose en discordance sur les sables de Trévoux datés du Pliocène et qui n'apparaissent qu'en pied de Côtière.

Le Formans finit son cours en méandrant dans ses alluvions fluviales récentes et celles de la Saône.

5.3. Contexte hydrologique et hydraulique

5.3.1. Hydraulique

Les risques d'inondations, compte-tenu de la géomorphologie du lit majeur, semblent concentrés le long du lit mineur jusqu'au bas de la Côtière. Cependant la zone industrielle de Trévoux située au débouché de la traversée de la Côtière, dans la plaine alluviale entre Saint Bernard et la ville de Trévoux est le secteur le plus menacé. De plus cette zone est exposée aux crues de la Saône.

Les conditions de ruissellement sur le bassin versant du Formans sont modifiées par les pratiques culturelles de l'agriculture et l'augmentation des surfaces imperméabilisées.

En conséquence les événements pluviométriques intenses ont des suites localement catastrophiques.

C'est la cas de la pluie du 5 juillet 1993 qui a vu des hauteurs d'eau de 119 mm en 2 heures sur Misérieux (cf carte page ci-contre).

D'autres crues historiques se sont produites en 1908 et 1956.

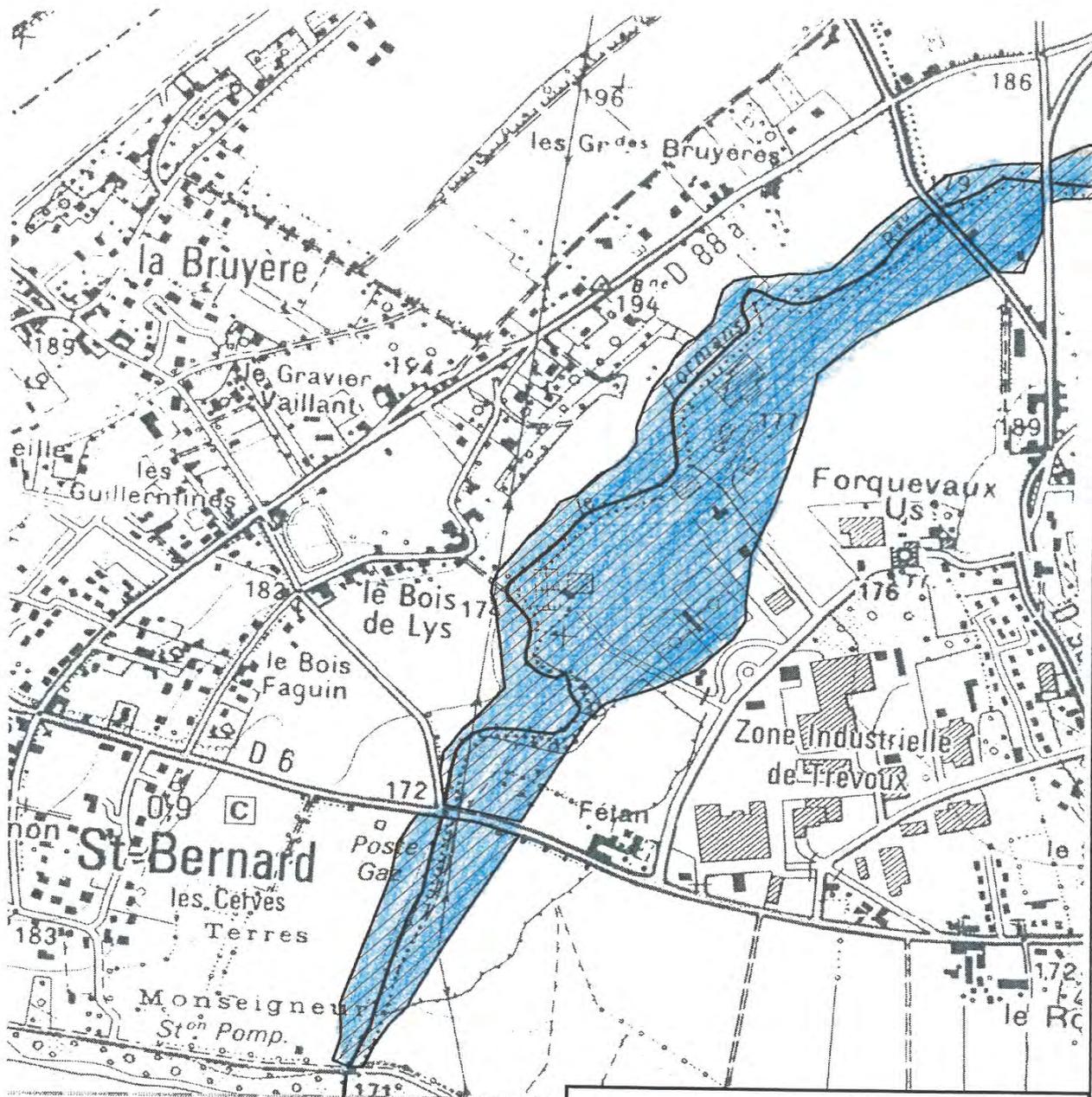
5.3.2. Etudes hydrologiques

Les débits obtenus par les études sont les suivants :

- débit décennal : 30 m³/s
- débit centennal : **55,30 m³/s**

La crue de juillet 1993 est à comparer à un épisode de crue de période de retour 50-70 ans pour le Formans.

Zone inondée par la crue du 5 juillet 1993



BURGEAP
19, rue de la Villette
69 425 LYON CEDEX 03
TEL : 04 37 91 20 50
FAX : 04 37 91 20 69

**ATLAS DES ZONES INONDABLES
LE FORMANS - LE MORBIER - LE CHANAY**

St Bernard et Trévoux

5.4. Modélisations

5.4.1. Le modèle

La modélisation des écoulements a été effectuée à l'aide du logiciel TALWEG-FLUVIA développé par le CEMAGEF. 60 profils en travers le long du Formans ont été levés par le bureau d'études Burgeap. Le modèle a été calé sur les laisses de crues de l'épisode de juillet 1993. La cartographie issue du modèle a été réalisée pour deux épisodes de crues :

- l'épisode de crue de période de retour 10 ans,
- un épisode exceptionnel de crue correspondant à un épisode de retour 100 ans.

5.4.2. Les résultats de la modélisation (cf. carte ci-après)

En amont du pont de la RD28 les inondations sont limitées latéralement. Le pont de la RD28 à double arche est obturé en partie. Des inondations diffuses peuvent se produire et l'eau vient inonder la zone inscrite dans le "Y" dessiné avec la RD933.

De la même façon, à l'aval du pont de la RD933 (ouvrage V3), une inondation diffuse en arrière de la digue existante est possible, aggravée par le non raccordement de la digue au pont.

Plus en aval, la modélisation ne montre pas d'inondation directe due au Formans sauf en amont immédiat de la RD6. Le pont de la RD6 est en charge et l'aval de celui-ci constitue le champ d'inondation de la Saône.

5.5. Crue de référence

La crue de référence du PPRi est selon les textes, soit la crue centennale (Q100), soit la plus forte crue connue si cette dernière est supérieure à la crue centennale. L'analyse hydrologique montre que les crues connues ne sont pas des événements supérieurs à la crue centennale. Les débits de référence de ce présent PPRi pour le Formans sont donc ceux d'**une crue centennale (Q100 = 55,3 m³/s)**. Il faut noter que la crue de référence n'est pas la plus forte crue qui pourra être observée. Une plus importante peut survenir sur la commune.

Les différentes approches (par calcul et par investigation de terrain, hydrologique et géomorphologique, convergent et sont cohérentes avec les champs d'inondation observés le 5 juillet 1993. De même pour les hauteurs d'eau obtenues par le calcul et celles connues lors de cette crue.

Aux zones inondables liées directement au Formans (résultat des simulations numériques), les enquêtes auprès des riverains et élus ont permis d'ajouter les zones inondées lors de la crue de juillet 1993 par ruissellement (crue observée indiquée sur la carte précédente).

5.6. Zonage de l'aléa

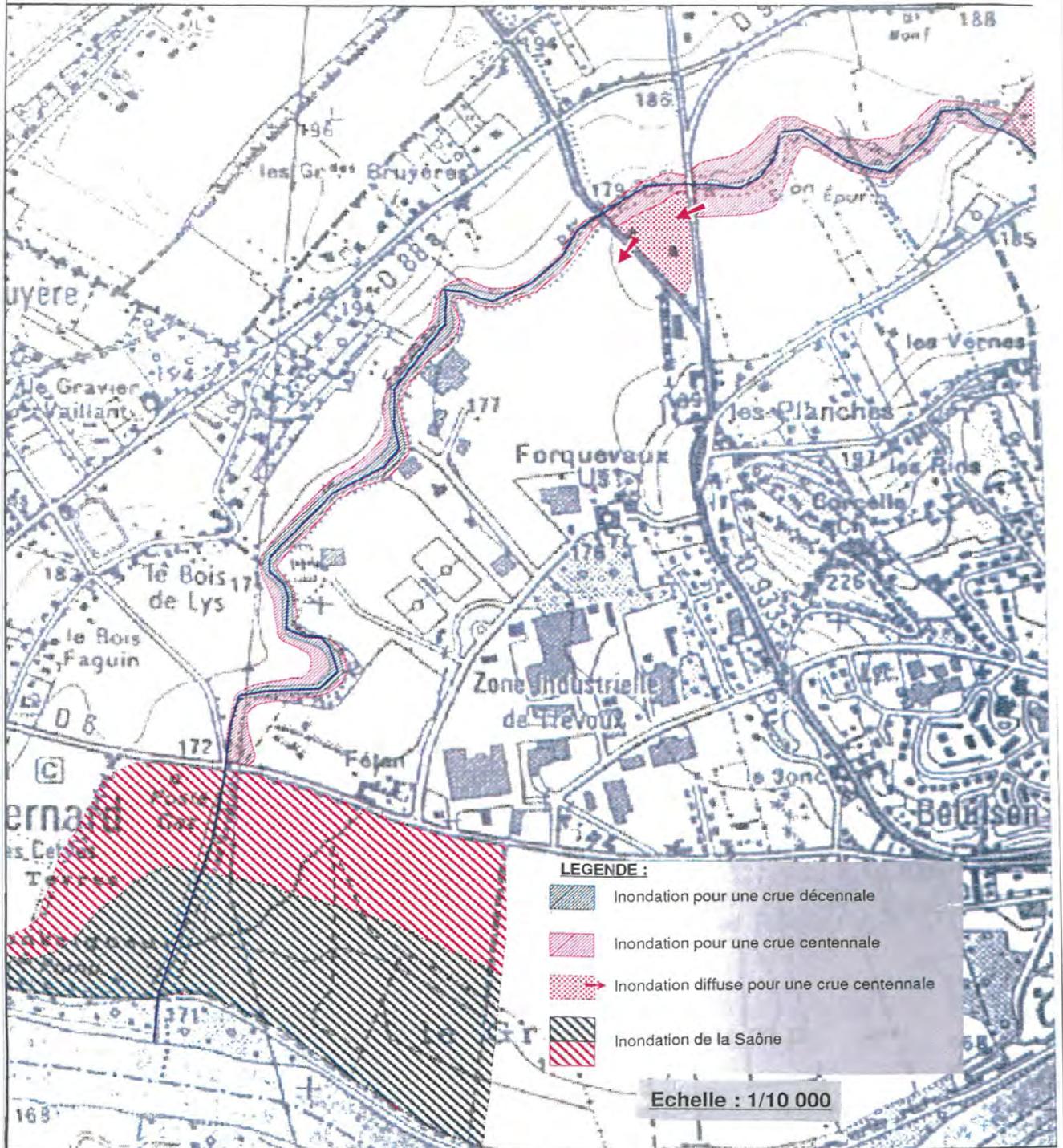
Le zonage de l'aléa est réalisé en fonction de sa gravité, résultat du croisement des vitesses d'écoulement et des hauteurs d'eau (crue centennale) :

Grille de qualification des aléas crues du Formans

	Hauteur $H < 0,5$ m	Hauteur $0,5 \leq H < 1$ m	Hauteur $H \geq 1$ m
Vitesse $V < 0,5$ m/s	Faible	Modéré	Fort
Vitesse $0,5 \leq V < 1$ m/s	Modéré	Modéré	Fort
Vitesse $V \geq 1$ m/s	Fort	Fort	Fort

La nature des crues et les grilles d'aléas sont différentes suivant qu'il s'agit de la Saône ou du Formans. De plus, certains secteurs sont concernés à la fois par l'un et l'autre aléas. C'est le niveau d'aléa le plus élevé qui l'emporte. Mais les niveaux d'aléa ne s'ajoutent pas : deux aléas modérés ne font pas un aléa fort.

La carte des aléas du Formans figure sur la carte des aléas hors texte.



**ATLAS DES ZONES INONDABLES
LE FORMANS - LE MORBIER - LE CHANAY**

Rly.326b

A. 5237

LE FORMANS - Crues décennale et centennale

BURGEAP

Zone de Trévoux

6. Identification et caractérisation des enjeux

6.1. Définition

Les enjeux regroupent les personnes, biens, activités, équipements et éléments du patrimoine susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Ils concernent également les espaces, appelés zones d'expansion des crues, où se répandent les eaux lors de débordements des cours d'eau dans leur lit majeur. Le stockage momentané des eaux y écrête la crue en étalant ses écoulements dans le temps.

Leur vulnérabilité exprime le niveau de conséquences prévisibles, dommages matériels et préjudices humains, d'un phénomène naturel sur ces enjeux.

Leur identification, leur qualification sont une étape indispensable de la démarche qui permet d'assurer la cohérence entre les objectifs de la prévention des risques et les dispositions qui seront retenues.

Ces objectifs consistent à :

- prévenir et limiter le risque humain, en n'accroissant pas la population dans les zones soumises à un risque grave et en y améliorant chaque fois qu'il sera possible la sécurité,
- prévenir et limiter les atteintes aux biens et à l'organisation économique et sociale, afin d'assurer un retour aussi rapide et aisé que possible à une vie normale,
- favoriser les conditions d'un développement local durable tout en n'accroissant pas les aléas à l'aval.

6.2. Méthodologie et résultats

La détermination des enjeux, sur les zones exposées aux inondations précédemment définies, a pris en compte l'occupation du sol existante et les projets communaux. Elle s'est appuyée sur les photographies aériennes, le PLU de la commune, des réunions avec les élus, et des vérifications de terrain.

La cartographie des enjeux exposés aux risques est présentée sur fond cadastral à l'échelle 1/5 000.

6.2.1. Typologie des enjeux exposés

La typologie suivante a été adoptée, suivant les notes de méthodologie et de doctrine en vigueur :

- **zone d'habitation** : distinction entre le **centre urbain** et les autres secteurs habités relativement denses (lotissement par exemple, hameau suffisamment conséquent) ;
- **habitat ou bâti isolé** : identifié à part car assez fréquent dans le cas de la Saône et de ses affluents (habitat dispersé sous forme de moulins ou de fermes par exemple). Les bâtiments agricoles voués à l'exploitation et non à l'habitation ont été classés dans cette catégorie ;
- **zone d'activité économique** : zone industrielle, commerciale ou artisanale, usine ;
- **zone de loisirs** : terrain de sport, étang aménagé, camping ;
- **zone urbanisable** : extension potentielle de l'urbanisation selon les projets communaux ;
- **champ d'expansion des crues à préserver** : zone inondable à conserver pour son rôle dans la propagation des crues ;
- **établissement recevant du public (ERP)** : mairie, école, maison de retraite, salle ouverte au public, etc. ;
- **équipement sensible** : équipement des collectivités pour l'assainissement, l'eau potable, etc. ;
- **voiries** : distinction entre voirie principale (réseau départemental) et voirie secondaire (locale).

6.2.2. Analyse communale des enjeux

Sur la base de la typologie décrite ci-dessus, les enjeux ont été analysés dans les 2 communes

Trévoux :

Les principales observations relevées sont les suivantes :

- le centre-ville historique de Trévoux s'est implanté hors zone inondable de la Saône. Les extensions urbaines ont gagné une grande part du territoire communal, sur la côtère, le rebord du plateau, et aussi la partie basse inondable par la Saône au cours des dernières décennies.
- la crue centennale touche quelques maisons et bâtiments (camping, entre la route de Lyon et l'avenue des Tuileries au nord du lieu-dit "Au Combard" notamment), mais assez peu les parties urbanisées (hors camping) pour les crues plus fréquentes.
- la crue de 1840 modélisée aux conditions actuelles inonderait :
 - tout le secteur du Combard,
 - une partie du lotissement "Les Mouchettes",
 - les maisons le long de la route de Lyon au nord de celle-ci,
 - une partie des installations du centre "Arc en Ciel",
 - une partie de la zone industrielle,
 - le château de Fétan.
- les débordements du Formans ne concernent que des zones agricoles en amont du pont de la RD28.

Sur une superficie communale de 571 ha, on estime la partie inondable par la Saône (crue de 1840) à 124,3 ha, et par le Formans (crue centennale) à 5 ha. Les deux zones se recouvrent partiellement, la totalité représente 130 ha, soit le quart environ du territoire communal.

La population exposée à une crue centennale est estimée à environ 1 070, personnes, et à 1 720 personnes pour une crue de 1840 modélisée (estimation DREAL sur la base d'une population 1999 de 5 338 habitants).

Pour le Saône, le nombre de bâtiments exposés à une crue centennale est estimé à environ 30, et à environ 60 pour une crue de 1840 modélisée.

Saint-Bernard :

Les principales observations relevées sont les suivantes :

- le centre-ville historique de Saint Bernard s'est implanté dans la zone inondable de la Saône. Les extensions urbaines se sont développées en bordure de côtère hors zones inondables. La crue de 1840 modélisée aux conditions actuelles inonderait :
 - le centre village et en particulier le restaurant et ses dépendances,
 - quelques villas au nord et au sud du village,
 - deux cabanons au sud du village,
 - quelques garages et locaux divers le long du chemin de halage,
 - le terrain de football.

7. De l'aléa inondation au zonage réglementaire

Le plan de zonage basé essentiellement sur les principes des circulaires des 24 janvier 1994 et 24 avril 1996, résulte du croisement de la carte des aléas et de la carte des enjeux.

Les principes de base sont les suivants :

- Toutes les zones d'aléas sont a priori inconstructibles pour les raisons suivantes :
 - l'aménagement en zone d'aléa fort serait de nature à augmenter directement les risques pour les biens et les personnes,
 - l'aménagement en aléas moyen et faible (qui constituent des zones d'expansion des crues) serait de nature par effet cumulatif à aggraver les risques pour les habitations situées à l'aval.
- Des exceptions à ces principes peuvent être envisagées en zone aléa modéré et faible notamment en zone urbanisée, et en aléa fort dans les secteurs fortement urbanisés, tels les centres-villes ou à proximité des centres-villes pour des projets structurants ou dans des zones de renouvellement urbain.

Des aménagements peuvent être admis sous réserve que :

- la superficie de la zone soit limitée,
- l'impact sur le volume d'expansion de crue soit limité,
- les remblais soient limités aux bâtiments et à leurs accès, et soient compensés,
- l'impact sur les écoulements des eaux soit nul et le remblai envisagé ne compromette pas le ressuyage des terrains,
- l'accessibilité aux terrains se fasse hors d'eau (projet situé à la limite de la zone inondable).

Ces exceptions ont fait l'objet d'un examen au cas par cas dans le cadre des rencontres préalables avec les communes.

7.1. Principes de définition du zonage

Le zonage réglementaire est défini comme le croisement des aléas et des enjeux cartographiés selon la superposition suivante :

Aléas	Espaces boisés ou agricoles	Espaces prévus à l'urbanisation dans le PLU	Espaces urbanisés	
			Centre urbain	Zone moins densément bâtie
Fort	Zone rouge inconstructible	Zone rouge inconstructible	Zone violette intermédiaire	Zone rouge inconstructible avec gestion de l'existant
Modéré ou faible	Zone rouge inconstructible	Zone rouge inconstructible ou bleue constructible avec prescriptions	Zone bleue constructible avec prescriptions	Zone bleue constructible avec prescriptions

Tableau de définition du zonage réglementaire

Sauf les centres urbains pour lesquels il est nécessaire de conserver une possibilité de renouvellement et une continuité de vie et de services, **les espaces soumis à un aléa fort sont classés en zone rouge inconstructible** en raison de l'intensité des paramètres physiques (hauteur d'eau). En l'état actuel de nos connaissances, il n'existe pas de mesure de protection et de prévention efficaces et économiquement supportables pour y implanter de nouvelles constructions sans mettre en péril les biens et les personnes.

L'intégralité des espaces agricoles ou boisés soumis aux aléas (quelle que soit leur intensité) est classée en zone rouge inconstructible puisque ces zones constituent des champs d'expansion des crues utiles à la régulation de ces dernières au bénéfice des zones déjà urbanisées en aval. Leur urbanisation reviendrait par effet cumulatif à aggraver les risques à l'amont ou à l'aval et notamment dans les zones urbanisées déjà fortement exposées.

Il convient de rappeler ici que l'objectif de préservation des champs d'expansion de crues est valide sur l'ensemble de la vallée. Ainsi le territoire de Trévoux est contraint sur ce plan au profit d'autres communes à l'aval, mais il bénéficie de la même mesure appliquée sur l'amont.

7.2. Principes de délimitation à l'échelle du parcellaire

7.2.1. Dans les espaces urbanisés

- Le zonage est tracé par croisement de l'aléa et des enjeux, en suivant autant que possible les limites de l'aléa mais également celles du parcellaire ou du bâti. Lorsqu'une construction est située à cheval sur deux zones d'aléas différents, la limite du zonage réglementaire a été tracée pour placer la construction dans une seule zone réglementaire, celle recouvrant le plus de surface bâtie. Ce choix doit permettre de faciliter l'instruction des actes d'urbanisme.
- La totalité de la parcelle est classée à partir du moment où une portion importante est exposée à un aléa, afin d'éviter toute ambiguïté lors de l'instruction de permis de construire ou de travaux.
- Si une faible partie d'une parcelle est exposée (un morceau de jardin par exemple), elle seule sera classée, afin d'éviter de classer une maison alors qu'elle n'est pas exposée et de ne pas pénaliser inutilement le propriétaire lors d'aménagements futurs.

7.2.2. Dans les espaces non urbanisés

- Le zonage est calqué sur les limites des zones d'aléas.
- Si une parcelle non bâtie est exposée à deux aléas, la distinction est faite entre deux zones.

7.2.3. A la limite de la zone inondable

La limite de la zone réglementée par le PPRi est tracée en suivant la limite de la zone d'aléa. Si une construction est située sur la limite entre zone réglementée et zone blanche, le règlement applicable est celui de la zone bleue ou rouge.

8. Description du règlement de chaque zone

Les principes ci-dessus (voir chapitre précédent) ont permis de délimiter quatre types de zones :

- les **zones rouges** inconstructibles à l'exception de certains types d'aménagement légers ;
- les **zones bleues** et les **zones violettes**, constructibles sous réserve du respect d'un certain nombre de règles ;
- les **zones blanches** où aucune règle supplémentaire aux règles de l'art ne s'applique.

Pour chacune des zones le règlement précise les aménagements qui sont interdits ou autorisés et, pour les aménagements autorisés, les règles d'urbanisme, de construction et d'exploitation qui doivent être respectées.

8.1. En zone ROUGE

Le règlement limite les aménagements :

- aux infrastructures d'intérêt général,
- aux espaces verts ou aux aires de loisirs ne créant aucun remblai,
- aux aménagements et aux extensions limitées du bâti existant,
- aux activités nécessitant la proximité des terrains inondables (agriculture notamment).

Ils doivent en outre ne générer ni impact sur les écoulements, ni aggravation des dommages pour les biens.

8.2. En zone BLEUE

Outre les aménagements prévus en zone rouge, le règlement admet les nouveaux aménagements sous réserve que leur cote plancher soit calée au-dessus de la cote de référence.

8.3. En zone VIOLETTE

Cette zone doit permettre le renouvellement du centre-ville sur lui-même, et de certains quartiers structurants (renouvellement urbain) y compris en zone d'aléa fort.

8.4. En zone BLANCHE

Le règlement ne prévoit aucune disposition contraignante mais recommande de prendre en compte les nappes d'eaux souterraines pour les garages enterrés, et de prévoir des mesures de limitation des rejets d'eaux pluviales pour tout nouvel aménagement.

Le volet mouvements de terrain

Cette partie du plan est une reprise sans modification notable du PPR mouvement de terrain de Trévoux approuvé le 30 août 2001.

9. Présentation du site

9.1. Limites

Les limites du volet mouvements de terrain du PPR sont les suivantes :

- au nord, le chemin d'Arras (VC4), frontière avec la commune de Saint-Didier-de-Formans,
- à l'est, la rue Carriat (VC16) frontière avec la commune de Reyrieux,
- au sud-est, la route de Reyrieux (RD6),
- au sud, la promenade du quai de Saône (RD933) puis ensuite l'avenue du Docteur Bollet,
- au sud-ouest, la route de Jassans (RD933),
- au nord-ouest le chemin des Pins, suivi du chemin des Corbettes (VC6),

Ces limites sont indiquées sur la figure 1 p.43.

9.2. Caractéristiques du site

9.2.1. Nature des terrains et drainage

La "côtière" de Saône ou coteaux limite à l'ouest et au sud le vaste plateau de la Dombes, qui appartient à l'extrémité méridionale de la grande dépression tertiaire de la Bresse.

Ce plateau et les versants le ceinturant au sud, au niveau de Trévoux, sont constitués d'une ossature caillouteuse continue (cailloutis et sables ferrugineux des Dombes) reposant sur des sables pliocènes (sables de Trévoux) eux-mêmes reposant en profondeur sur les marnes de Bresse du Mio-pliocène (voir la coupe géologique de la côtière, figure 2 page 44).

En plusieurs endroits, le plateau est couvert de limons (limon des Dombes) ou d'alluvions fluviales anciennes. Sur les versants, et au pied, les colluvions prennent plus ou moins d'importance selon les secteurs.

Les sables de Trévoux, où s'inscrivent les coteaux, constituent une épaisse série d'apparence molassique. Ce sont des sables fluviaux fins ou grossiers, jaunâtres à "fauve", offrant des niveaux gréseux consolidés irréguliers, mais aussi quelques rares lentilles graveleuses et lits argileux discontinus.

Nommés par les gens du pays "sables à lapins", ils sont observables en plusieurs endroits dans les coteaux de Trévoux, et notamment dans les falaises à l'entrée de la rue des lapins. Ils ont généralement une bonne tenue, en dehors de l'effritement ou de l'affouillement des bancs en surface, ou de quelques petits éboulements, lot habituel de toute évolution de falaises.

Les marnes de Bresse n'affleurent nulle part de façon certaine dans la région de Trévoux. Mais depuis 1983, elles ont été reconnues formellement dans 7 sondages, sous la ville ancienne de Trévoux, à une cote voisine du niveau de la Saône (vers 170 m, aux erreurs de nivellement près) ou légèrement inférieure.

Le toit de ces marnes semble très irrégulier et présente une pente générale vers l'ouest. On a pu craindre un moment qu'elles ne participent aux désordres constatés en surface, du fait de la discontinuité induite entre une roche plastique imperméable et sa couverture perméable sableuse. Cette surface draine également les eaux infiltrées dans les sables, formant une nappe profonde qui se raccorde à l'aval à la Saône.

Les colluvions ou dépôts de pentes, enfin, ont des caractéristiques particulières qui sont fonction de leur emplacement sur les versants. Sous la terre végétale, des colluvions limoneuses et sableuses,

parfois caillouteuses, sont plaquées sur les pentes, même très fortes.

D'une épaisseur moyenne de 0,50 à 1,50 mètre, elles reposent sur une frange altérée, ameublie et humide, des sables de Trévoux, qui, reconnue en sondage, varie entre 3 et 4 mètres de profondeur.

Mais ce schéma habituel est localement modifié par l'existence dans le coteau de micro-thalwegs, à l'origine de versants convexes qui disparaissent aujourd'hui sous la végétation ou les jardins en terrasse. Or, par expérience, on sait qu'à ces endroits, sortes de " vallons fossiles ", l'épaisseur des colluvions et des matériaux altérés est plus importante qu'ailleurs. Ce sont aussi des lieux privilégiés du drainage des eaux superficielles, d'où une vulnérabilité plus élevée à des mouvements de terrain, touchant ainsi des volumes de matériaux plus grands.

En résumé, parmi ces trois formations géologiques de base, nous observerons par la suite que la plupart des désordres constatés concernent en priorité les dépôts de pentes superficiels (terre végétale, colluvions et zone altérée des sables de Trévoux). Les quelques autres, recensés dans les formations de Trévoux, n'ont lieu que lorsque la masse des sables, saine et compacte, affleure en falaise, d'où l'éventualité de petits éboulements.

9.2.2. Occupation du sol et historique du bâti

La ville ancienne de Trévoux s'est implantée et développée sur un site difficile à la fois par le relief et par la nature des terrains.

Afin de bénéficier de l'exposition au midi, de la proximité de la rivière, et d'un point de passage obligé au pied de la côtière de Saône, les bâtisseurs ne possédaient pas une grande superficie utile pour créer cette cité qui allait devenir, en 1402, la capitale de la principauté de Dombes.

Aujourd'hui, le centre de Trévoux se répartit entre zone construite, zone de jardins, zone de friches, zone de taillis et de bois. Ces dernières (taillis, bois et friches) se répartissent essentiellement dans la partie supérieure des versants ou des falaises, en bordure du plateau, mais aussi au creux des vallées sèches (montée de la rue des Lapins, montée du Bois...).

Les jardins, la majorité en terrasses et s'appuyant sur les sables, mais également les friches, se situent dans la moitié inférieure des versants. Ils s'imbriquent étroitement avec les constructions de toutes sortes (habitat, garages, remises) implantés au pied des pentes, mais montant parfois à l'assaut de celles-ci (quartier de l'Orme).

Dans l'ancienne ville, les constructions s'étirent le long de la Grande-Rue et possèdent toutes, à l'arrière, un jardin qui peut s'étendre sur plusieurs niveaux communiquant par des escaliers. Des murs de soutènement et des murs de refend consolident le tout, c'est-à-dire indifféremment les terres de remblai et de déblai, les colluvions de pente et la terre végétale, les sables altérés, etc., mais aussi les talus naturels ou taillés dans les sables de Trévoux.

En effet, dans ce dernier cas, le mur est monté contre le talus vertical et supporte au sommet les terres de remblai : on parlera alors de " mur de confinement ou mur d'appui ", mais dans la suite de notre développement, nous retiendrons le terme général de " mur de soutènement ".

Vers l'aval, les habitations se poursuivent jusqu'en bordure de Saône, sans rupture de pente sauf au niveau de l'église et de la place de la Terrasse, cette dernière dominant le quai de Saône par un talus de près de 20 mètres de haut.

10. Rappel des événements d'avril 1983

On trouvera en annexe 1 page 47 des extraits du rapport BRGM précité relatifs aux événements d'avril 1983. Les indices de désordres relevés à cette époque sont localisés sur les documents figurant également en annexe 1 à la suite du rapport.

En résumé, on peut indiquer que tous les désordres observés se situaient précisément dans la côte de Saône et au pied de celle-ci. Il s'agissait :

- soit des éboulements atteignant directement la falaise des sables de Trévoux ;
- soit des glissements superficiels (fissures, tassements) affectant les dépôts de pente (terre végétale, colluvions, frange altérée des sables) ;
- soit des écroulements des murs d'appui (contre les sables plus ou moins entaillés) ou de soutènement retenant indifféremment du remblai, de la terre végétale ou des colluvions sableuses.

En complément à ce qui est indiqué dans ces extraits, il convient de signaler qu'à la suite des mouvements de 1983, des travaux importants ont été réalisés sur les ouvrages de soutènement de la place de la Terrasse au centre de la commune. En outre, une instrumentation a été mise en place en différents points du coteau pour suivre les mouvements résiduels qui pouvaient éventuellement se développer. Les résultats obtenus à la suite d'une série de mesures sur une année ont été publiés en 1984 (voir bibliographie), ils ont montré une stabilisation assez nette pour l'ensemble des points mais ont souligné tout de même la fragilité de l'ensemble du site. Un extrait du résumé du document est reproduit ci-dessous :

“ Si le suivi des déformations par inclinomètres permet d'écarter l'hypothèse de mouvements profonds, en revanche le suivi des fissuromètres, nivelles, et potences, confirme l'existence de zones déstabilisées, provenant en général de la faiblesse relative des ouvrages de soutènement et de la dégradation des conditions d'équilibre de la côte (végétation envahissante, infiltrations et écoulements d'eau non maîtrisés) ”.

Des mouvements se sont produits ultérieurement de façon localisée, c'est le cas montée des Corbettes où à l'occasion de travaux d'aménagements, la sensibilité s'est révélée.

11. Caractérisation de l'aléa

La cartographie de base effectuée en 1989 a été complétée en 1995 par toute une série d'observations et d'examen de photographies aériennes, ce qui a permis de différencier un zonage de l'aléa qui comporte les niveaux suivants (voir figures 3a et 3b p 45 et suivante) :

11.1. Aléa élevé : A1

Ce niveau est lui-même scindé en plusieurs sous niveaux :

11.1.1. Aléa élevé : A1₁

Caractéristiques générales : ces secteurs sont essentiellement situés dans les quartiers du Centre et des Ursules, de part et d'autre de la montée des Corbettes et des Lapins, ils sont caractérisés par :

- un relief de falaise ou de talus très raide, généralement dépourvu de végétation, dont la hauteur n'excède pas dix à quinze mètres de haut. Les falaises sont constituées de sables plus ou moins consolidés, elles sont recouvertes de cailloutis ou de colluvions ;
- l'apparition de mouvements actifs réguliers à chaque épisode pluvieux notable, ce fut le cas notamment en 1983, 1991 et 1994 ;
- l'absence de tout aménagement. On notera cependant que les terrains concernés se trouvent à l'arrière d'un habitat ancien qui a été fortement sollicité au cours des désordres de 1983.

Extension : limitées aux secteurs de falaises ou de parois abruptes, les instabilités sont généralement constituées de volumes de plusieurs mètres cubes qui se déversent sous forme de boue assez fluide.

Occurrence : des mouvements se sont produits en 1983, 1991, 1994 et vraisemblablement à d'autres périodes sans que les autorités publiques en soient averties. On peut constater que lors de chaque épisode pluvieux notable les parties hautes des falaises, c'est-à-dire celles qui se trouvent le plus en relief peuvent se détacher sous l'effet d'une sursaturation des matériaux.

Intensité : en 1991, une dizaine de mètres cubes se sont détachés, des volumes du même ordre se sont libérés en 1983, les effets peuvent être mortels pour les personnes situées directement sous l'impact, en revanche, ces ruptures se produisent à l'arrière des maisons et les désordres sont généralement limités. Le coût de la prévention pour ces habitations est parfois proche de celui des constructions elles-mêmes.

11.1.2. Aléa élevé : A1₂

Caractéristiques générales : ce secteur très spécifique correspond aux habitations riveraines côté nord de la rue de l'Industrie et de la Grand Rue, à l'amont desquelles se trouvent les falaises décrites précédemment. Il s'agit d'un habitat le plus souvent ancien, associé à des ouvrages de soutènement ou de confinement directement adossés aux falaises évoquées précédemment. Ces ouvrages ont été sollicités au moment des événements de 1983.

Extension : L'extension des mouvements est limitée ici le plus souvent à l'implantation des ouvrages

Occurrence : les désordres qui se sont produits en 1983 sont les mieux connus. Cependant, l'état du bâti et les fissures observées sur les soutènements montrent que dans le passé soit des mouvements soudains identiques à ceux de 1983, soit des mouvements plus lents sont apparus.

Intensité : Des désordres de très grande ampleur ne sont pas connus. Le site et les ouvrages se révèlent cependant fragiles (voir rapport 1984). Une prévention efficace nécessiterait de mettre en œuvre des ouvrages d'un coût relativement important au regard de celui des habitations.

11.1.3. Aléa élevé : A1₃

Caractéristiques générales : cela concerne pour l'essentiel des terrains de pente élevée, non urbanisés, situés sur les versants de la rue des Lapins, de la rue des Bois, de la montée de Préondes et à l'amont de la rue l'Industrie au droit du quartier des Ursules.

Les formations géologiques de surface sont souvent représentées par des cailloutis et par des colluvions. Le substratum est constitué de sables consolidés, ce qui arme le relief et permet la tenue de pentes relativement soutenues.

Généralement, aucun désordre n'est visible en dehors de traces d'érosion, les versants sont boisés et la pente apparaît telle que seules de très rares habitations se sont implantées (rue des Bois) dans le passé.

Extension : la pente est élevée, les mouvements qui se produisent peuvent se propager assez loin dans le versant. Des phénomènes régressifs sont éventuellement associés lorsqu'il y a déstabilisation.

Occurrence : il n'y a pas de mouvement d'ampleur connu sur ces secteurs, en revanche la pente est telle que tout aménagement ou toute modification importante dans les écoulements ou dans la répartition des masses peut générer des désordres d'envergure si les travaux ne sont pas engagés avec précaution.

Intensité : des désordres importants incompatibles avec des aménagements courants peuvent se produire.

11.1.4. Aléa élevé : A1₄

Caractéristiques générales : cela concerne les terrains limités à une bande d'une vingtaine de mètres de largeur en bordure des secteurs de plateau à la limite de la rupture de pente.

Extension : La zone d'épandage peut être importante selon la fluidité des matériaux et recouvrir les secteurs d'aléa A1₁ ou A1₃ et des ruptures peuvent régresser en tête des arrachements.

Occurrence : peu de mouvements sont observés en dehors de traces d'érosion limitées.

Intensité : des mouvements importants peuvent se produire et menacer éventuellement certaines habitations si des aménagements ou des modifications importantes sont apportées sans précaution, les moyens à mettre en œuvre seront alors importants au regard de la valeur des habitations elles-mêmes.

11.2. Aléa moyennement élevé : A2

Caractéristiques générales : les pentes représentatives de ces secteurs sont encore localement soutenues, elles correspondent, pour le secteur de Château-Gaillard, le quartier de la Montée des Bois et de la Montée de Chante-Grillet, aux terrains situés à la rupture de pente immédiatement sous le plateau.

Il existe de nombreuses constructions dans ces secteurs, les ouvrages de soutènement et les terrassements sont très fréquents. Aucun mouvement significatif d'envergure n'est observé dans ces terrains, en revanche, il n'est pas rare d'observer des ruptures ou des fissures importantes sur les ouvrages de soutènement. Les formations affleurantes sont généralement des cailloutis ou des colluvions sensibles à l'érosion mais de bonne tenue d'une façon générale.

Extension : des mouvements notables ne sont pas connus et en cas de désordres leur extension serait vraisemblablement limitée à l'emprise même des constructions sollicitées.

Occurrence : si des mouvements rapides ne sont pas observés, en revanche, des déformations dans les ouvrages de soutènement sont visibles ce qui traduit des sollicitations excessives ou des sous-dimensionnements assez réguliers.

Intensité : les désordres affectent essentiellement les ouvrages de soutènement, lorsque ceux-ci sont associés à des constructions ; les dommages peuvent être plus importants, ils sont à l'échelle d'une construction.

11.3. Aléa faiblement élevé mais non négligeable : A3

Caractéristiques générales : Il s'agit pour l'essentiel de terrains situés soit à l'aval de toutes les pentes décrites précédemment, (c'est le cas pour le quartier de la Villarde, ou celui de la ville basse), soit à l'amont, juste en bordure de plateau (Chante-Grillet).

- Les pentes sont les plus faibles, aucun désordre significatif n'est observé en dehors de traces d'érosion et de fissuration des murs de soutènement.
- L'urbanisation est généralement dense et ancienne.

Extension : les mouvements de référence sont ici d'extension limitée, le plus souvent circonscrits à des ouvrages de soutènement (place de la Terrasse).

Occurrence : des désordres se sont produits en 1983, depuis, aucun mouvement notable n'a été signalé. On note cependant dans les ouvrages des traces de déformations significatives qui tendent à montrer que des sollicitations importantes se produisent.

Intensité : ce sont essentiellement les ouvrages de soutènement qui sont affectés et éventuellement les constructions associées. L'extension compte tenu de la pente reste donc limitée à l'emprise de ces éléments.

11.4. Aléa nul ou négligeable, impliquant cependant des contraintes d'aménagement : A4

Sur ces secteurs aucun mouvement significatif n'est noté, en revanche des contraintes d'aménagement doivent être imposées afin de préserver la sécurité des secteurs voisins. Ils sont individualisés dans le découpage de l'aléa afin de mieux identifier les secteurs réglementaires.

11.5. Aléa nul ou négligeable : A5

Ce sont des secteurs généralement situés sur des pentes très faibles où aucun mouvement significatif n'est signalé. Danger pour les vies humaines.

12. Identification et caractérisation des enjeux

12.1. Danger pour les vies humaines

D'une façon générale, les phénomènes observés à Trévoux ont une extension limitée. Ils se produisent au cours d'un épisode météorologique notable où la population se trouve naturellement en situation de préalerte. Les expériences passées montrent par ailleurs qu'ils ne se déclenchent pas subitement et laissent apparaître des signes annonciateurs.

La **gravité** des phénomènes vis-à-vis de l'occupation humaine peut donc être qualifiée de moyenne à élevée pour les situations courantes qui ont été vécues jusqu'à maintenant, avec des mouvements de référence qui sont ceux de 1983.

Il n'est cependant pas exclu, face à une situation météorologique encore plus défavorable, d'imaginer l'apparition de mouvements de plus grande ampleur. Ceux-ci ont été redoutés en 1983 tant le nombre de désordres ponctuels était important. Si l'habitat de la vieille ville âgée de plusieurs siècles n'a pas connu d'événements dramatiques, la crainte de voir apparaître des glissements plus profonds reste justifiée. Dans ce cas, la soudaineté des ruptures et leur extension peuvent représenter un facteur de danger significatif et conduire à des situations très graves.

12.2. Principaux biens exposés

D'une façon générale, l'urbanisation de Trévoux dans les secteurs intéressés par le PPR est calqué sur la morphologie du site :

- sur les pentes basses du centre ville un habitat continu collectif avec quelques commerces et services côté rue.
- sur le versant est, un habitat pavillonnaire moyennement dense.
- sur le plateau et sur les rebords du versant ouest, un habitat pavillonnaire assez dense.
- sur le plateau est, un habitat dispersé.

En dehors de l'habitat pavillonnaire et des immeubles d'habitation avec commerces côté rue du centre ville, on ne trouve dans ce périmètre que quelques équipements de service public (collège, réservoirs...),

Face à des menaces graves, c'est donc surtout l'habitat à usage individuel qui serait concerné, et dans une moindre mesure certains commerces et services.

13. De l'aléa mouvement de terrain au zonage réglementaire

Trois principaux types de secteurs ont été retenus, ceux sur lesquels :

- les constructions ne sont pas autorisées.
- les constructions sont autorisées moyennant certaines précautions d'aménagement.
- les constructions sont autorisées dans le simple respect des règles de l'art.

La correspondance entre aléa et zonage réglementaire est la suivante :

Zonage aléa	Caractérisation de l'aléa	Zonage réglementaire	Caractérisation du zonage réglementaire
A1 ₁	aléa élevé	R (rouge)	non constructible
A1 ₂		V (violette)	constructible
A1 ₃			
A1 ₄			
A2	aléa moyennement élevé	B1 (bleue)	sous
A3	aléa faiblement élevé mais non négligeable	B2 (bleue)	conditions
A4	aléa nul ou négligeable impliquant cependant des contraintes d'aménagement	B2 (bleue)	
A5	aléa nul ou négligeable	G (grise)	constructible

Les **limites** correspondant à ce zonage sont reportées sur les plans de zonage du dossier.

14. Bibliographie

- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et Ministère de l'Équipement du Transport et du Logement - Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles :
 - Guide général - La Documentation Française - 1997 ;
 - Guide méthodologique : risques d'inondation - La Documentation Française - 1999 ;
 - Mesures de prévention : risques d'inondation - La Documentation Française – 2002;
 - [Doctrine commune pour l'élaboration des Plans de prévention des risques inondation du Rhône et de ses affluents à crue lente](#), Comité de bassin Rhône, juin 2006;
 - [Étude Saône aval](#) (Hydratec 2008 ; DIREN Bourgogne - EPTB Saône et Doubs);
 - [Atlas des zones inondables](#) – le Formans – le Morbier – le Chanay (Burgeap 1999).Le volet mouvements de terrain
-
- BRGM (1984) - Désordres du printemps 1983 sur la commune de Trévoux (01). Bilan d'une année de suivi des déformations par nivelles, fissuromètres, potences et inclinomètres.
 - BRGM (1989) - Eléments techniques pour l'établissement d'un PER sur le territoire de la commune de Trévoux (01).
 - BRGM (1991) - Eboulement du 6 novembre 1991 à Trévoux. Constat initial des désordres.

Périmètre d'étude de l'aléa mouvements de terrain sur Trévoux



Figure 2 : coupe géologique interprétative de la Côtère au niveau de Trévoux

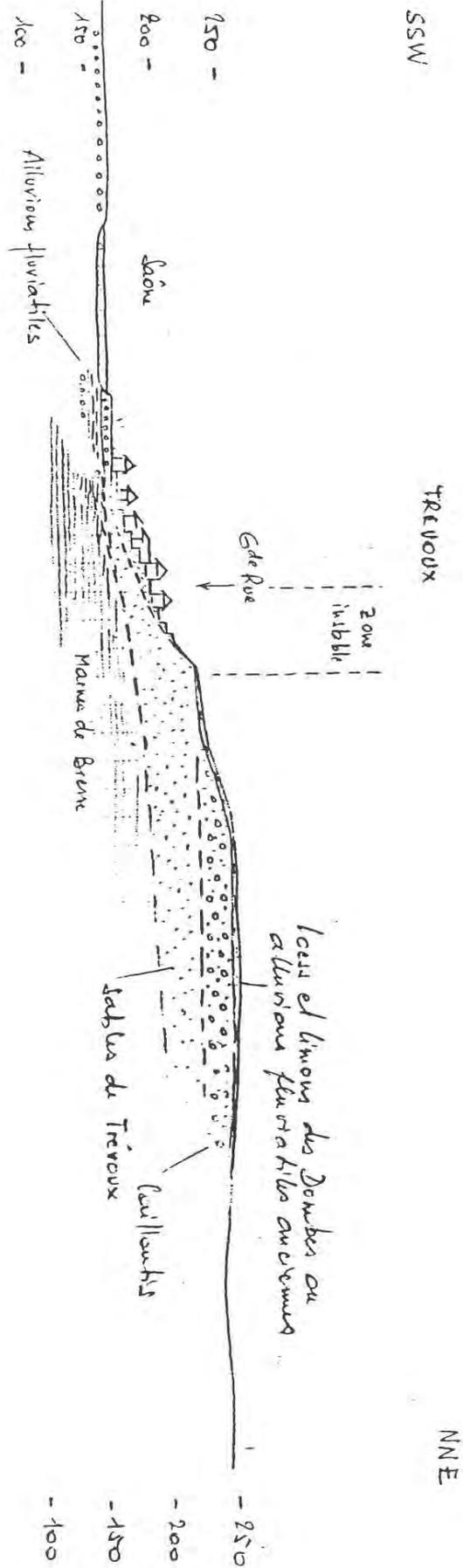


Figure 3a : aléas mouvements de terrain
commune de Trévoux - partie ouest

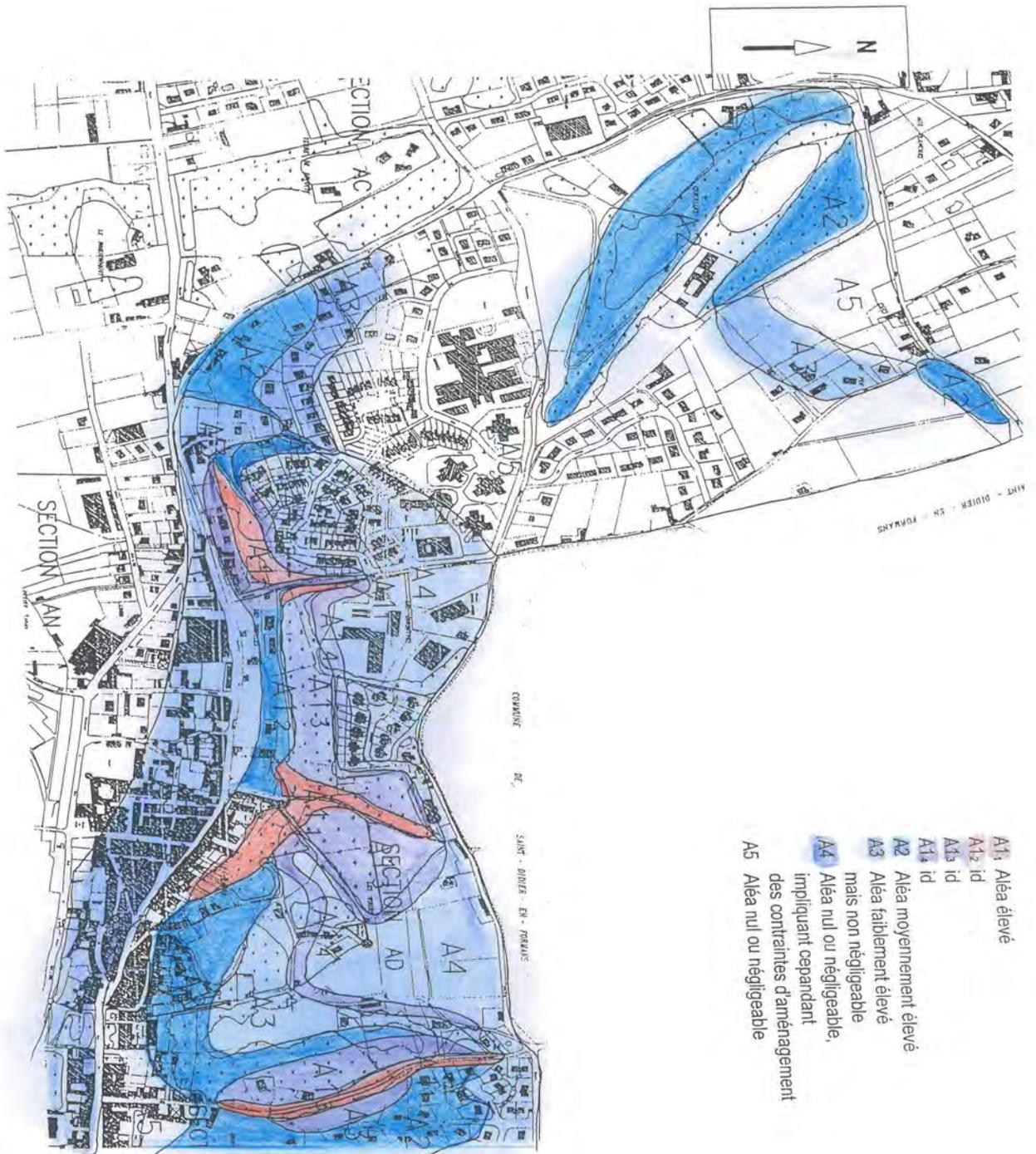
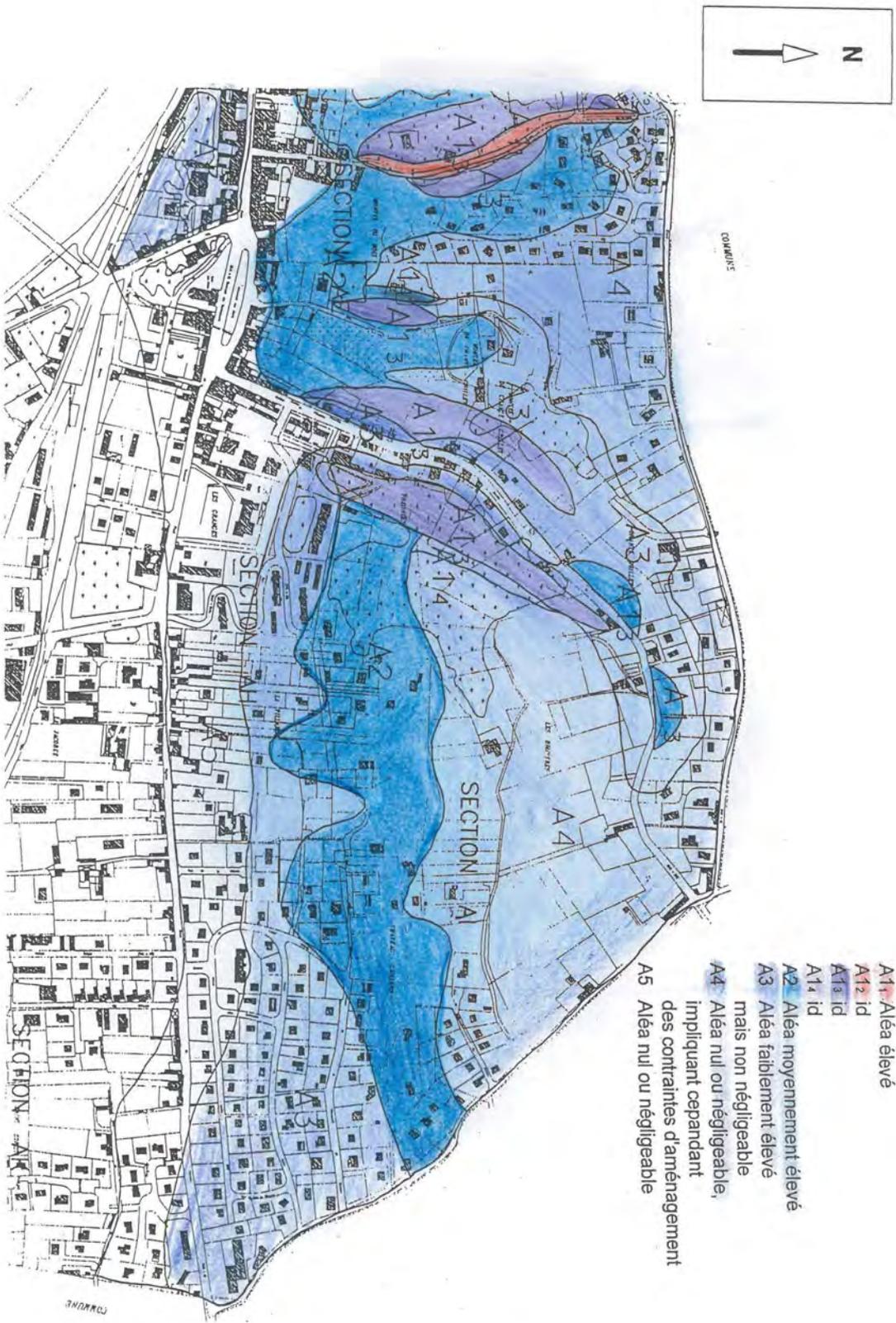


Figure 3b : aléas mouvements de terrain
commune de Trévoux - partie est



- A1 Aléa élevé
- A12 id
- A13 id
- A14 id
- A2 Aléa moyennement élevé
- A3 Aléa faiblement élevé
mais non négligeable
- A4 Aléa nul ou négligeable,
impliquant cependant
des contraintes d'aménagement
- A5 Aléa nul ou négligeable

Annexe 1 : rapport BRGM R 30151 RHA 4S89 relatif aux événements de 1983 (extraits)

“ Les désordres de 1983 se sont produits après une longue période de précipitations importantes qui s'est échelonnée durant les mois de mars, avril et mai 1983.

Les données de la météorologie nationale indiquent qu'il est tombé durant cette période près de 500 mm d'eau, quantité à peu près voisine (550 mm) de celle mesurée sur toute une année pour 1984 par exemple.

L'alerte a été donnée le 27 avril 1983 au matin, lorsque "du bruit et des craquements" furent perçus derrière un bâtiment situé au n°40 (parcelle 133 du cadastre) de la Grande-Rue : peu de temps après, le mur de soutènement situé à l'arrière de ce bâtiment s'écroulait sous la poussée des terres.

Dans la matinée également, un peu plus à l'ouest, derrière les maisons n°48-50 (parcelle 137), un éboulement avait lieu dans la falaise sablo-gréseuse (sables de Trévoux), haute à cet endroit de près de 30 mètres, ne causant pas de dégâts aux bâtiments.

En cours de journée, d'autres mouvements étaient signalés. Au boulevard de l'Industrie, derrière la propriété NOVEY, des fissures successives se sont développées dans les jardins situés dans la pente (parcelle 210), sur une superficie assez importante.

Un peu plus à l'ouest encore, dans la montée de Béluisson, avait lieu un tassement de quelques décimètres, accompagné de fissures de décompression. La masse de terrain ainsi déstabilisée menaçait une maison à l'aval (parcelle 48).

En fin de journée, un nouveau secteur était atteint, puisque des fissures importantes s'étaient ouvertes au niveau du chemin piétonnier qui gravit l'imposant talus en bordure de Saône (et de la D.933) vers la place de la Terrasse (ou du kiosque) en face de l'église.

Face à cette situation préoccupante, les observations (AM. MALATRAIT, inédit, 1983) ont donc été étendues aussitôt à l'ensemble de la côtière et les données recueillies ont confirmé les précédentes. En effet, des indices d'instabilité ont été notés dans le coteau et à l'arrière des maisons, entre la place de l'Horloge et la rue des Lapins.

Ainsi, en dessous du belvédère de l'Orme, dans le taillis et les friches, sur des pentes voisines de 30-35°, de nombreuses petites fissures superficielles ont été relevées, témoignant d'une instabilité superficielle de l'horizon – terre végétale et colluvions limono-sablo-caillouteuses, de 0,5 à 1,5 m d'épaisseur.

Un mur de soutènement avec ses remblais s'est également écroulé, tandis qu'on note quelques arrachements et écroulements anciens.

Dans la montée des Lapins, les mêmes phénomènes s'observent, à savoir des petits glissements de talus dans les colluvions sableuses, et des petites fissures, indices de zones déstabilisées, en surface.

En se dirigeant vers le chemin des Corbettes, quelques indices ont encore été observés, mais sans grande gravité. Mais au-delà, dans le secteur déjà évoqué plus haut (entre les Corbettes et le chemin de Béluisson), la situation s'aggrave, avec de nombreux murs fissurés, des zones déstabilisées, etc.

Comme on l'a constaté précédemment, les désordres se situent dans un périmètre bien précis, lié au relief et à la nature des terrains de la " côtière de Saône ", qui offre à la fois de fortes pentes (avec parfois des falaises), des colluvions s'épaississant au pied des versants (ou à l'occasion de micro-thalwegs), et un bâti important.

A ces facteurs (relief, nature des terrains) qualifiés de permanents, s'ajoute naturellement le facteur déterminant et " déclenchant " qui est l'eau, dit encore facteur " occasionnel ", au même titre que l'occupation du sol susceptible d'évoluer avec le temps.

Ayant précédemment distingué trois principaux types de mouvements, il s'avère nécessaire, pour chacun d'entre eux, d'examiner les éléments permanents qui participent à leur apparition, lorsque existent des circonstances pluviométriques exceptionnelles.

- **Les talus de sable et leurs rebonds**, constitués d'un horizon supérieur de limons sablo-caillouteux sont donc affectés par des éboulements touchant plus fréquemment la couverture sommitale que la masse de sable elle-même.

En effet, les talus de sable, armés par des couches consolidées ou cimentées de sable et de grès ont, quand ils affleurent, une bonne tenue. Leur verticalité, même sur de grandes hauteurs, n'est guère compromise. Seuls quelques petits réajustements sur les parois, à la faveur d'affouillements ou de diaclases, peuvent mettre en jeu de très faibles volumes de matériaux, assimilables à des " chutes de blocs de sable ", qui se désorganisent totalement au point d'impact.

En revanche, très différents sont les éboulements et les arrachements qui se produisent au sommet de ces talus, dans la tranche plus ou moins épaisse des formations superficielles. Gorgées d'eau en période de pluies exceptionnelles, surchargées parfois par des arbres, sollicitées par la pesanteur lorsque la topographie s'y prête, des volumes importants de matériaux peuvent être mis en mouvement. Leurs chutes, à la base des falaises, comme derrière la Grande-Rue, sont source de danger ou de dégâts.

En résumé, la morphologie particulière de certains secteurs (falaises ou talus subverticaux avec leurs rebords couverts de limons ou de colluvions) constitue l'élément prédominant dans l'apparition de mouvements gravitaires tels que chutes de " blocs de sables ", éboulements et arrachements de surface. Il faudra tenir compte dans le zonage des risques. En revanche, des écroulements en grande masse des parois des sables de Trévoux ne sont pas à craindre.

- **Les versants rectilignes, très rarement concaves** qui se développent dans les sables de Trévoux sont, comme décrits précédemment, le siège de fissurations, d'arrachements, de glissements et de ravinements superficiels. En effet, ces mouvements se localisent dans la tranche des colluvions et des sables altérés qui varient, selon l'importance de l'un ou l'autre horizon, entre 0,50 et 3 mètres

Ces horizons meubles tapissent des pentes très fortes, de 35 à 40) en moyenne. Dans ce cas, la tranche de matériaux mobilisable par les eaux météoriques est faible, de 0,5 à 1,5 m, et correspond à l'épaisseur des colluvions sableuses. En période de forte pluviométrie, les eaux saturent ces matériaux et provoquent des mouvements gravitaires superficiels, malgré la présence d'une végétation (taillis, petits bois) qui, en période normale, ralentit l'érosion des terres.

Lorsque le profil des versants est légèrement concave et quand la valeur des pentes est plus faible, de l'ordre de 25 à 35° comme c'est le cas à l'ouest du chemin des Corbettes (boulevard de l'Industrie), l'épaisseur des colluvions sableuses et de la frange altérée des sables de Trévoux est plus élevée, de l'ordre de 3 à 4 m (reconnue en sondage). Le volume de matériaux mobilisable est donc plus important. Et si, comme on le suppose, ces secteurs correspondent à des micro-thalwegs, c'est-à-dire offrant un drainage privilégié aux eaux de surface, ils sont donc davantage vulnérables à des instabilités semi-profondes.

En résumé, matériaux meubles, eaux et fortes pentes, sont les éléments qui sont à l'origine des mouvements superficiels observés en période de crise dans les versants de la " côtière de Saône " au pied desquels s'étirent les jardins en terrasse et les habitations de la ville ancienne de Trévoux. Malgré les faibles volumes de matériaux susceptibles d'être mis en jeu, ils peuvent menacer directement l'arrière de certaines maisons, trop proches des talus tapissés de colluvions plus ou moins épaisses.

- **Les bas de versants ou zones de piémont** sont, enfin, le dernier secteur préoccupant. Ils abritent en effet la plupart des jardins en terrasse, des hangars, des maisons où s'imbriquent de nombreux type de murs en arrière de la Grande-Rue et du boulevard de l'Industrie.

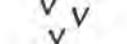
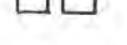
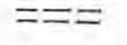
Ici, les mouvements observés ne sont pas, comme précédemment, ceux du terrain naturel, mais essentiellement les déformations des murs s'appuyant parfois sur des talus de sables de grandes hauteurs ou retenant des remblais, de la terre végétale, des colluvions.

Par la même occasion, ces murs mal drainés et souvent vétustes retiennent les eaux qui, en période de pluies prolongées ou d'orage exceptionnel, n'ont plus la faculté de s'infiltrer dans les terrains sous-sous-jacents déjà saturés.

En résumé, l'occupation des sols de cette zone de piémont, en l'occurrence les nombreux murs de soutènement anciens nécessaires à la création et à la stabilisation des jardins, est un élément déterminant à l'origine des désordres observés. L'eau drainée par les versants s'est mise en charge dans les importantes quantités de terre, de remblai et de colluvions retenues par les ouvrages, qui ont localement cédé. "

Légende

LEGENDE DES CARTES DE LOCALISATION ET EVENEMENTS D'AVRIL 1983

-  *Rebord de talus ou de falaise*
-  *Niche d'arrachement*
-  *Terrain déstabilisé*
-  *Mur fissuré*
-  *Mur écroulé*
-  *Mur déformé (compression dans le sens de la pente)*
-  *Mur bombé*
-  *Fentes de tension*
-  *Corps de glissement*
-  *Poutre déstabilisée*
-  *Caves creusées dans le talus sableux ; voutées et empierrées (sauf école : sable affleurant), sèches, de 6 à 8 m de profondeur*
-  *Galerie horizontale (N°50), profonde de 25 m, creusée dans les sables, effondrée en bout*

Carte de localisation I

a/GRANDE RUE

CARTE DE LOCALISATION ET EVENEMENTS D'AVRIL 1983

