

DOSSIER APPROUVE

PLAN DE
PRÉVENTION DES
RISQUES NATURELS

***EFFONDREMENTS DES
BERGES EN AMONT DU
BARRAGE DE RIVIÈRES***

NOTE DE PRÉSENTATION

ppramap2.doc

SOMMAIRE

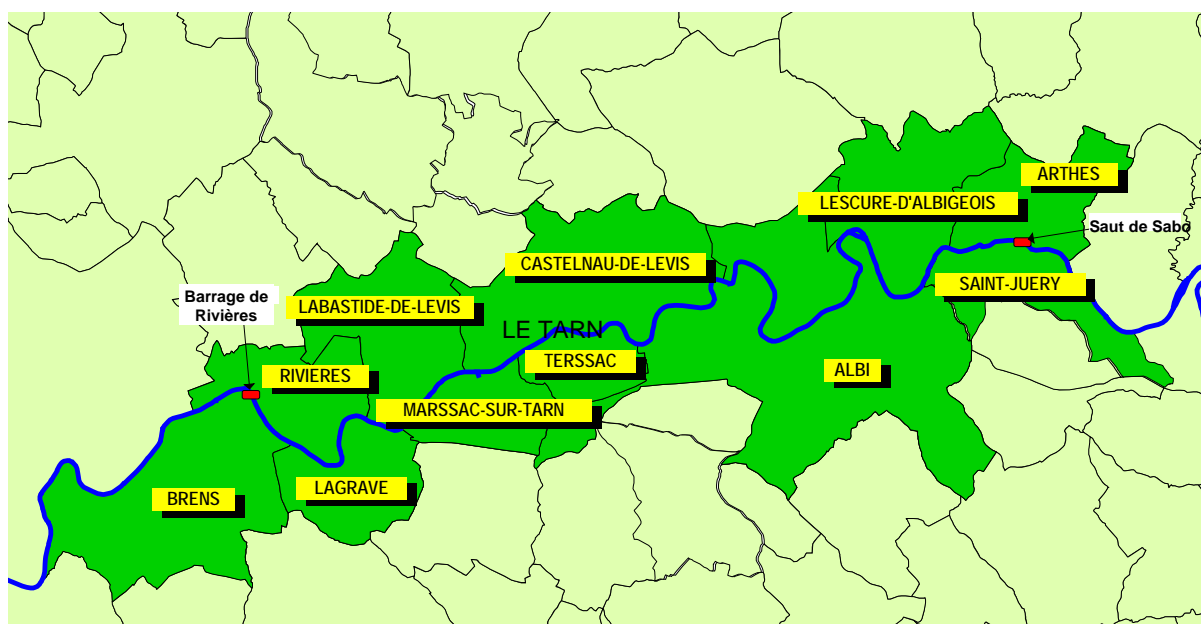
1. CONTEXTE GENERAL	3
<hr/>	
1.1. LES LIMITES ADMINISTRATIVES	3
1.2. LE CADRE GEOLOGIQUE	3
1.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	4
1.3.1. PLUVIOMETRIE	4
1.3.2. REGIME HYDRAULIQUE DU TARN	5
2. LES CAUSES DU PHENOMENE	6
<hr/>	
2.1. HYDROGEOLOGIE	6
2.2. HYDRODYNAMIQUES - EROSION DE TYPE FLUVIATILE	6
2.3. INSTABILITES LIEES AU DEBIT DU TARN	7
2.4. FACTEURS ANTHROPIQUES	7
3. L'ALEA	9
<hr/>	
3.1. GENERALITES	9
3.2. INSTABILITE SUPERFICIELLE	9
3.2.1. EFFONDREMENTS ET AFFOUILLEMENTS DES FORMATIONS SUPERFICIELLES	9
3.2.2. PHENOMENE DE SAPE DES BERGES SABLEUSES	10
3.2.3. INSTABILITES DES FALAISES DE NATURE MOLASSIQUE	11
3.3. MOUVEMENTS PROFONDS	12
3.4. INSTABILITES DES REMBLAIS ET DES DEPOTS SAUVAGES	14
3.5. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA	14
4. DEFINITION DES RISQUES NATURELS	16
<hr/>	
4.1. METHODOLOGIE DE DEFINITION DU RISQUE	16
4.2. EVOLUTION HISTORIQUE DES BERGES DU TARN ENTRE 1948 ET 1986	16
4.2.1. SECTEUR N° 1: LIEU DIT « LESTEL », AU DROIT DU GOLF « LES BORDES » - COMPARAISON DES MISSIONS 1964 ET 1986	16
4.2.2. SECTEUR N° 2: EN AVAL DE LA POINTE DE CANAVIERES - COMPARAISON ENTRE 1948 ET 1986	16
4.2.3. SECTEUR N° 3: RIVE DROITE, DU « MAS DE RASQUE » A « FONVIALANE » - COMPARAISON DES MISSIONS 1948, 1964 ET 1986	17
4.2.4. SECTEUR N° 4: POINTE DE « LA MADELEINE » - COMPARAISON DES MISSIONS 1964 ET 1986	17
4.2.5. SECTEUR N° 5: POINTE DU GO - COMPARAISON DES MISSIONS 1948, 1950 ET 1986	17
4.2.6. SECTEUR N° 6: EN AMONT DU VILLAGE DE LESCURE D'ALBIGEOIS JUSQU'A LA POINTE DE LA RENAUDIE - COMPARAISON DES MISSIONS 1948 ET 1986	17
4.2.7. CONCLUSION	17
4.3. APPROCHE GEOMETRIQUE	18
4.4. CONCLUSION	19
5. ANNEXE : PETIT LEXIQUE RISQUES MAJEURS	20
<hr/>	

1. CONTEXTE GENERAL

1.1. LES LIMITES ADMINISTRATIVES

Le secteur pris en compte par le Plan de Prévention des Risques majeurs naturels prévisibles (PPR) s'étend le long des berges de la rivières Tarn entre le "Saut de Sabo" (situé sur les communes de Saint-Juéry et d'Arthès) et le barrage de Rivières.

Le territoire concerné par le PPR s'étend donc administrativement sur les communes d'Albi, Arthès, Brens, Castelnau-de-Lévis, Labastide-de-Lévis, Lagrave, Lescure-d'Albigeois, Marssac-sur-Tarn, Rivières, Saint-Juéry et Terssac. Pour les communes de Brens et Rivières ne sont traitées que les berges situées en amont du barrage de Rivières. Pour Saint-Juéry et Arthès ne sont concernées que celles situées en aval du Saut de Sabo.



1.2. LE CADRE GEOLOGIQUE

La configuration de la vallée du Tarn est issue des modelages fluviaux datant de l'époque Quaternaire. Les variations latérales du lit ont provoqué la formation de plusieurs terrasses alluviales, bien représentées sur la zone d'étude.

Le Tarn est fortement encaissé dans ses alluvions et dans la formation molassique. Les marnes et la couverture superficielle alluviale affleurent donc régulièrement sur les berges de la rivière.

La formation molassique est complexe, car elle est constituée de faciès argileux (marnes), carbonatés (bancs calcaires) et détritiques (horizons sablo-graveleux).

L'hydrogéologie est caractérisée par une nappe superficielle contenue dans les alluvions de basse plaine ou de basse terrasse, et par de petits réservoirs aquifères se situant au sein des horizons sablo-graveleux. Ces aquifères sont alimentés respectivement par les eaux pluviales et par les infiltrations.

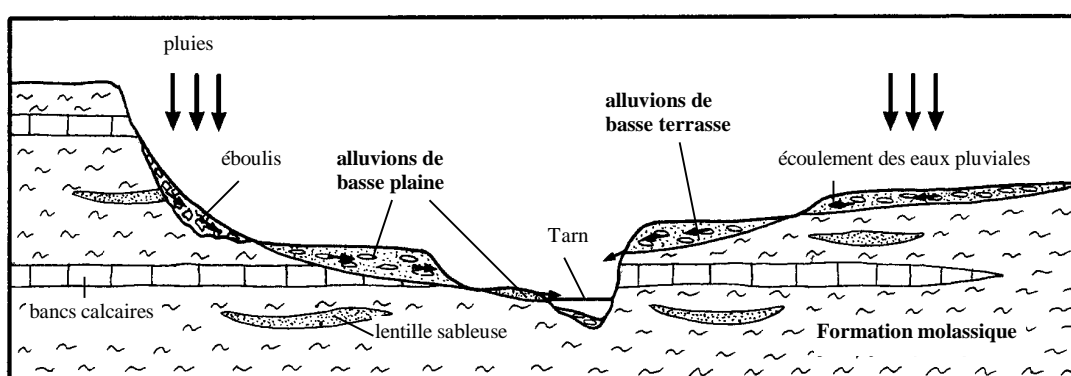


Figure n° 1: Coupe géologique schématisée de la vallée du Tarn.

1.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

1.3.1. Pluviométrie

Une étude de la pluviométrie sur la commune d'Albi a été réalisée sur une période de 10 ans, de janvier 1987 à juillet 1997. Elle met en évidence :

- une moyenne annuelle des précipitations sur cette décennie supérieure à 800 mm,
- une sécheresse ayant affecté les années 1987, 1989, 1990 et 1991,
- les années exceptionnellement pluvieuses de 1988 et de 1992 à 1996.

Les plus fortes précipitations enregistrées se retrouvent fréquemment durant les mois printaniers (de mars à juin). La crue de 1992 est bien caractérisée par un pic atteignant plus de 250 mm d'eau (mois d'avril), soit près du quart des précipitations annuelles.

Les mois de septembre et d'octobre restent relativement pluvieux (pluies d'équinoxe), notamment au cours des dernières années 1994, 1995 et 1996.

De plus, les épisodes pluvieux de la saison hivernale ne font pas l'objet du phénomène d'évapotranspiration, réservé aux périodes estivale et printanière. L'infiltration des eaux météoriques dans le sol est donc très importante en hiver, ce qui a pour effet une alimentation discontinue des nappes phréatiques.

1.3.2. Régime hydraulique du Tarn

Le débit moyen du Tarn est de l'ordre de $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. En période de basses eaux, le débit peut chuter à environ $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (valeur quinquennale du seuil minimal non dépassé pendant 5 jours consécutifs). Les débits maxima instantanés en période de crues, mesurés à la station de jaugeage de PECOTTE, peuvent dépasser $3500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (crue de 1930 et de 1982). Cependant, la valeur maximale du débit moyen journalier sur une période de retour de 10 ans est de l'ordre de $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le débit de crue millénaire est estimé à $4500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Le Tarn est donc caractérisé par des crues très violentes, où la montée et la baisse du niveau d'eau se réalisent sur une durée très courte.

2. LES CAUSES DU PHENOMENE

Dans ce chapitre, on distinguera successivement trois familles de facteurs (hydrogéologique, hydrodynamique et anthropique) intervenant soit dans la gravité, l'intensité, soit dans l'occurrence du phénomène.

2.1. HYDROGEOLOGIE

Les formations superficielles constituant la basse plaine ou la basse terrasse peuvent contenir des aquifères ponctuels (parfois exploités), alimentés uniquement par la pluviométrie. Le niveau alluvial étant très rarement en contact avec le cours d'eau, l'aquifère n'est pas subordonné au niveau du Tarn. De nombreuses résurgences ou des traces de ravinements ont ainsi été observées à l'interface du substratum molassique et de la couverture alluviale.

La puissance de cette nappe superficielle est estimée à 2 mètres, avec des fluctuations suivant les périodes de crues ou d'étiages ne dépassant pas 1 mètres (pour des zones alimentées constamment).

Les formations molassiques sont dans leurs ensembles imperméables ou semi-perméables (le coefficient de perméabilité K connu est d'environ 10^{-6} m.s^{-1}). Cependant, les horizons détritiques perméables rencontrés au sein du substratum, alimentés par les infiltrations ou par le Tarn, peuvent constituer de petits réservoirs aquifères. Les exutoires sont toutefois peu nombreux et généralement de faible débit.

De plus, il faut souligner que le régime hydraulique des formations molassiques (perméabilité, degré de saturation, niveaux piézométriques) a été fortement modifié depuis la mise en eau du barrage de Rivières: les terrains affleurant autrefois en pied de berge étant à présent immergés.

2.2. HYDRODYNAMIQUES - EROSION DE TYPE FLUVIATILE

La géométrie des berges est liée aux déplacements latéraux du lit de la rivière. Les érosions naturelles les plus importantes de la rivière sont principalement localisées en pied de berges concaves. La berge convexe opposée est une zone de dépôts d'alluvions, qui subit une très faible érosion (excepté en période de crue).

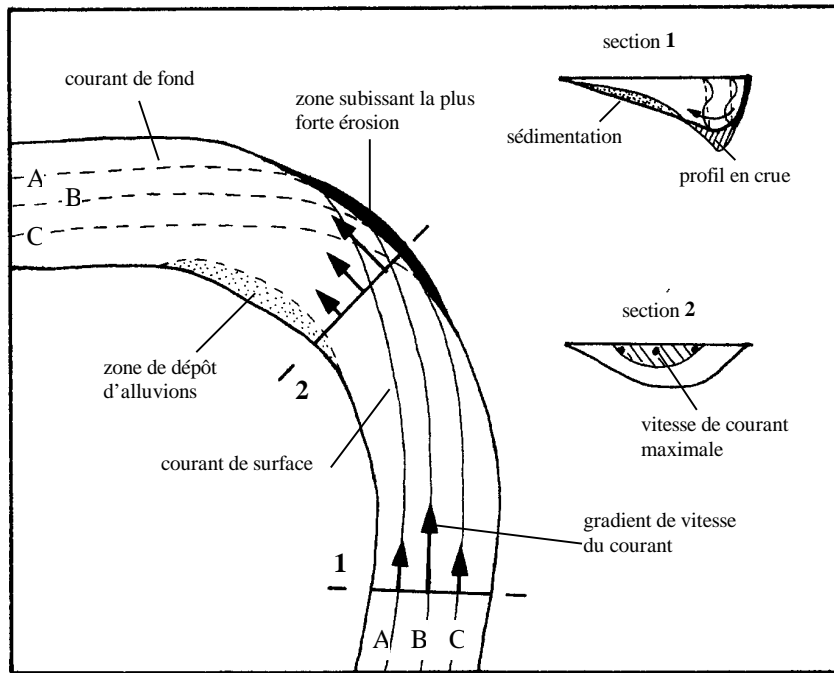


Figure n° 7: Ecoulement dans un coude et évolution du fond du lit.

2.3. INSTABILITES LIEES AU DEBIT DU TARN

En période de crues, la montée des eaux entraîne un changement de direction du gradient hydraulique, qui est orienté du Tarn vers le talus. Ce phénomène ponctuel favorise la stabilité des berges.

Cependant, en phase de décrue, le sens d'écoulement de l'aquifère s'oriente de nouveau vers le Tarn. L'augmentation des pressions interstitielles dans les terrains entraîne alors le fluage du talus. Ce phénomène, appelé couramment « vidange rapide », n'est pas considéré comme une érosion de la berge, mais comme le résultat d'une dégradation causée par le sens d'écoulement des eaux et par l'incidence des pressions résiduelles.

Les problèmes de fluage des berges en phase de décrue ne devront être pris en compte sur la zone d'étude qu'en amont de la retenue d'eau, c'est à dire à partir de la commune d'Albi.

2.4. FACTEURS ANTHROPIQUES

A l'état naturel, toute rivière tend vers une stabilité du fond du lit et des berges. Ce profil d'équilibre est atteint lorsque les paramètres hydrauliques du cours d'eau ne sont plus soumis à d'importantes modifications.

Le barrage de Rivières et le Saut de Sabo, qui constitue les deux extrémités de la zone d'étude, ont contribué entre autres à rompre l'état stable du Tarn. Le cours d'eau recherche de nouveau un profil d'équilibre en catalysant de nouvelles érosions et de nouvelles zones de sédimentations.

➤ Le barrage de Rivières

La mise en eau du barrage de Rivières en 1952 a entraîné la modification des paramètres hydrogéologiques de la formation molassique sur tout le linéaire de la retenue d'eau (environ 18 km).

En effet, la remontée du niveau d'eau d'environ 10 mètres au droit de la retenue a provoqué l'immersion des marnes, affleurant initialement en pied de berge. La partie superficielle de la formation, soumise à l'érosion continue du cours d'eau, subit une altération accélérée.

Cette baisse des caractéristiques mécaniques peut être à l'origine d'effondrements localisés des berges, notamment à l'aplomb du village de Lagrave. De plus les matériaux éboulés ou glissés constituant autrefois le pied de la berge agissait en butée sur la paroi. A présent les matériaux issus d'effondrements se déposent au fond du lit et ne peuvent plus tenir le rôle de butée de pied.

L'entretien du barrage demande un marnage régulier d'une amplitude maximale de 0,5 mètres (données E.D.F.). Etant donné la baisse relativement lente du niveau d'eau, ce phénomène a peu d'influence sur la stabilité des berges en général.

➤ les extractions dans le lit du Tarn

Les extractions de sable ou de graviers peuvent entraîner des désordres sur les berges lorsque le site est surexploité. Ces désordres peuvent se manifester plusieurs années après l'exploitation. L'équilibre entre le volume de matériaux extraits et le volume de sédiments qui se déposent doit être respecté, en vue d'éviter un creusement dangereux du fond du lit.

En effet, l'évolution de la géométrie du lit a une influence sur la stabilité des berges, issues de l'érosion régressive du cours d'eau.

Cependant, l'absence de données précises concernant ce type d'exploitation n'a pas permis d'établir une relation de causes à effet sur la zone d'étude (seuls quelques témoignages oraux ont confirmés la réalisation d'extractions au droit de zones montrant à présent des signes d'instabilités).

➤ Exemple d'affouillement au droit d'une zone aménagée

Un affouillement est survenu lors de la crue de novembre 1996 au lieu dit "Fontanelles".

Il semble que le mur bâti à 2 m en aval de la zone affectée a pu entraîner la formation d'une zone de remous pendant la montée des eaux, induisant par la suite un affouillement généralisé de la berge sur un linéaire de 25 mètres.

La rive concave d'un méandre est amenée à reculer, notamment sous l'effet érosif des crues. La présence d'un mur peut donc être un facteur aggravant à l'instabilité des berges. Ce type de désordres n'a été rencontré qu'une seule fois sur le secteur étudié, mais montre les conséquences provoquées par la présence d'un aménagement dans l'extrados d'un méandre.

➤ Rejet des eaux usées et des eaux pluviales en crête

De nombreux rejets d'eaux usées ou pluviales en crête de talus ont été observés le long de la zone d'étude. Ces écoulements artificiels entraînent un phénomène naturel d'érosion, qui se traduit par un creusement des terrains au droit du rejet et une abrasion continue en aval.

De plus, plusieurs évacuations d'eau sont à présent détériorées (manque d'entretien) ou mal canalisées. Les eaux peuvent donc s'infiltrer dans les discontinuités de la formation ou percoler le long des berges, en provoquant une érosion discontinue et localisée.

L'effondrement constaté, par exemple, au lieu dit "Saint Pierre" (commune de Castelnaud-de-Lévis) est la conséquence de ce phénomène de rejet des eaux en crête.

3. L'ALEA

3.1. GENERALITES

L'étude des risques de mouvements de terrains sur les berges du Tarn a conduit à la réalisation de plusieurs types de reconnaissance:

- En premier lieu, quatre visites ont été menées par voie d'eau, avec la contribution des personnels d'E.D.F. et de la D.D.E. du Tarn. Ces visites ont permis de définir et d'analyser les phénomènes d'instabilité affectant les berges.

- Une campagne de reconnaissance a été effectuée à partir de la rive au droit des sites soumis aux risques d'instabilité (déterminés lors des visites en bateau), en vue de recenser les enjeux éventuels présents sur la rive. Une attention plus particulière a été portée aux sites habités ou aménagés.

En complément de ces travaux de terrain, une recherche documentaire a été réalisée auprès des archives départementales du Tarn, auprès du B.R.G.M. Midi-Pyrénées et auprès du Groupe Régional de Production Hydraulique « Languedoc ».

L'objectif principal a été de cerner la dynamique actuelle des versants de berges, en particulier du point de vue des profondeurs et des volumes instabilisés et de la vitesse de l'évolution des zones instables. Ces éléments orientent en effet l'évaluation des risques et in fine, la fixation d'une distance de sécurité pour la gestion de l'urbanisation des berges du Tarn.

Le diagnostic porté sur la dynamique de l'instabilité des berges peut être résumé en trois points principaux:

L'essentiel des phénomènes d'instabilité intéressent les formations superficielles les berges sableuses et superficiellement le substrat molassique.

Les mouvements de terrains qui affectent profondément le substrat molassique sont relativement rares. Cependant, il s'agit de la catégorie de phénomènes la plus préoccupante en matière de prévention des risques car ils peuvent, le cas échéant, générer des reculs de berges brutaux et menacer les biens et les personnes.

Le facteur humain apparaît en tous cas comme défavorable voire initiateur des mouvements de versants. Ce facteur humain a déjà été signalé sous l'angle de l'aménagement ou de l'usage dans le lit. Mais des interventions humaines ponctuelles en haut de berge et à l'intérieur des terres. Les remblais et dépôts sauvages peuvent également avoir des conséquences importantes. L'analyse de l'ensemble des conséquences a guidé les principes générateurs du règlement.

3.2. INSTABILITE SUPERFICIELLE

3.2.1. *Effondrements et affouillements des formations superficielles*

Ce type d'instabilité affecte les berges du Tarn sur tout le linéaire de la zone d'étude. Il s'agit le plus souvent d'effondrements superficiels localisés dans les alluvions meubles affleurant en partie haute de talus. Ces désordres peuvent atteindre des longueurs supérieures à 10 mètres mais ne dépassent pas 5 mètres de hauteur (épaisseur maximale de la couche graveleuse). Le recul de crête maximum est d'environ 2 à 3 mètres.

Ces effondrements sont en grande partie liés à l'eau et à la forte pente de talus. Les charges hydrauliques défavorables induites par l'aquifère contenu dans le niveau alluvial provoquent une

diminution des propriétés mécaniques du sol. Les petits affouillements au droit des résurgences phréatiques ou les simples suintements à l'interface alluvions / molasse entraînent alors l'effondrement des graves.

Ces phénomènes provoquent une régression cyclique de la crête de talus, caractéristique de l'évolution normale de la géométrie des rives. Cependant, les nombreux rejets en crête des eaux usées, constatés le long des berges, constituent un facteur important d'instabilisation. De plus, le ruissellement et les infiltrations des eaux pluviales favorisent les effondrements de la couche graveleuse en générant l'érosion de surface.

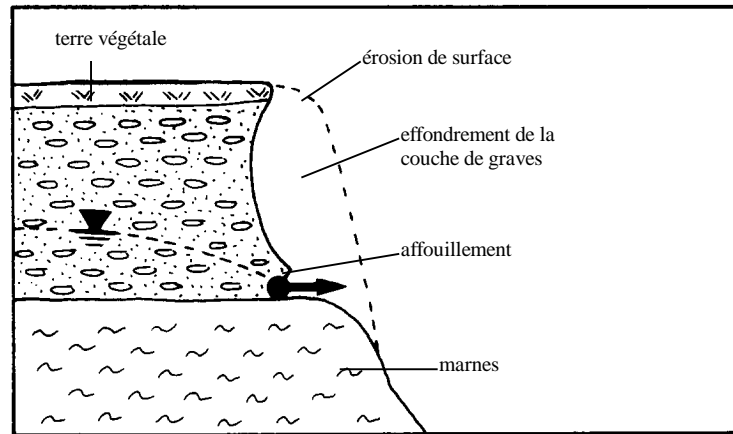


Figure n° 2: Description des effondrements affectant la couche graveleuse

3.2.2. Phénomène de sape des berges sableuses

Les petites berges de nature sableuses constituent le palier inférieur des dépôts alluvionnaires de basse plaine. Une légère fraction argileuse et les tensions capillaires donnent à ces matériaux une cohésion permettant d'obtenir des pentes de talus sub-verticales.

Ce type de berges, rencontré entre autres au droit du golf « Les Bordes » ainsi que sur la commune de Arthès au lieu dit « La Sérigné », caractérise les anciens méandres du Tarn.

Les berges sableuses sont affectées par un recul progressif et continu de la crête provoqué par l'érosion en pied du Tarn. La sape est donc rythmée par les différents débits du fleuve (débits d'étiage et de crues).

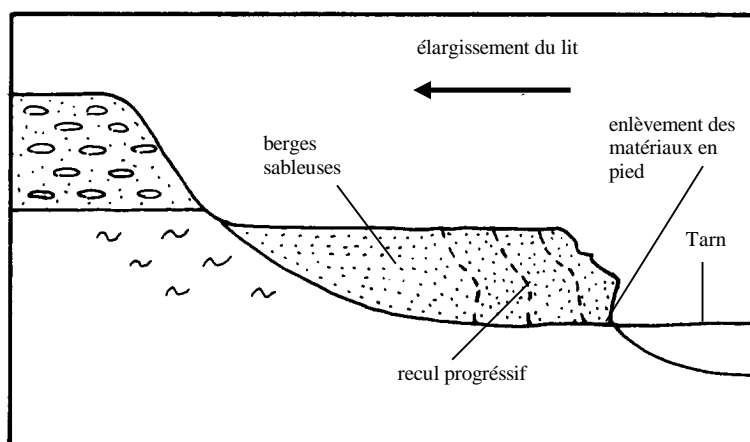


Figure n° 3: Sape des berges de nature sableuse

3.2.3. *Instabilités des falaises de nature molassique*

➤ Chute de blocs, rupture de pans de paroi

Les marnes plus ou moins sableuses constituent 70 à 75% de l'ensemble de la formation molassique affleurant sur la zone d'étude. Ces matériaux, considérés comme évolutifs, sont très sensibles aux variations climatiques ainsi qu'à tout changement de l'état hydrique.

L'évolution des marnes se caractérise par un degré de fissuration plus ou moins important, induit des phénomènes de gélifraction (gel/dégel) et de dessiccation. Les discontinuités naturelles peuvent être accentuées par des charges hydrauliques importantes (résurgences, ruissellements et infiltrations des eaux de surface), pouvant entraîner la formation de fissures ouvertes, néfastes à la stabilité des parois. De nombreux blocs en état d'équilibre limite ont ainsi été constatés sur les berges, à l'exemple de la paroi marneuse située au droit de la « Jardinerie Tarnaise » (commune d'Albi).

Ces désordres se traduisent par des chutes de blocs ou, à plus grande échelle, par des ruptures de pans entiers de la paroi.

➤ Soucavement en pied de berge

L'érosion fluviale en pied de berge, accentuée principalement dans les extrados des méandres, se caractérise par la formation de soucavements au niveau du fil d'eau. Ces désordres ont été constatés lors de la visite en bateau après baisse du plan d'eau d'environ - 1 mètre. Les soucavements rencontrés restent le plus souvent superficiels, mais peuvent atteindre plus de 1 mètre de recul.

Il faut noter que ce phénomène naturel d'érosion peut être fortement accentué par le batillage, notamment au niveau du plan d'eau d'Aiguelèze. Plusieurs effondrements de berge ont ainsi été catalysés par les activités nautiques (les vagues provoqués par les bateaux motorisés sont supérieures à 0,5 mètre).

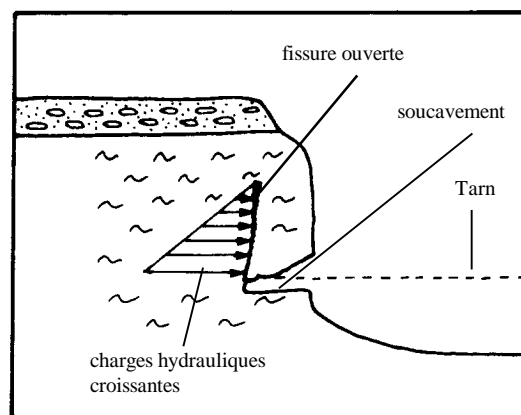


Figure n° 4: Instabilité des berges liée au phénomène de soucavement

➤ Surplomb au droit des horizons perméables

Les lentilles sablo-graveleuses présentes au sein de la formation molassique constituent de petits horizons perméables, pouvant contenir des aquifères captifs ponctuels. Les résurgences et ravinements rencontrés sur les berges mettent en évidence ces réservoirs de faible capacité.

Les écoulements d'eau à l'aplomb de ces passées sablo-graveleuses peuvent provoquer de petits affouillements, pouvant déstabiliser à long terme les terrains supérieurs. Ces phénomènes restent cependant très localisés et de petites échelles.

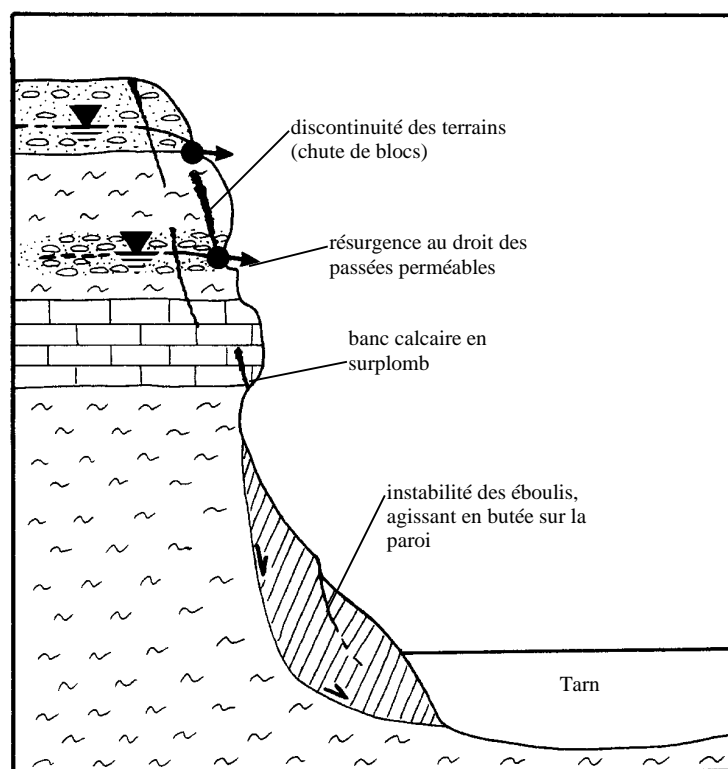


Figure n° 5: Description des phénomènes d'instabilité affectant les berges du Tarn.

3.3. MOUVEMENTS PROFONDS

Le nombre de glissements profonds reste très faible proportionnellement au nombre d'effondrements superficiels constatés sur la zone d'étude, mais leur analyse est indispensable à la définition des risques naturels.

Deux anciens glissements profonds, à présent végétalisés, ont été constatés sur la zone d'étude: le plus important se situe au lieu dit « Les Salvats » (commune de Lescure d'Albigeois), l'autre se situe au droit du lieu dit « Canavières Haut » (commune de Albi). Ces glissements, affectant les berges sur plus de 30 mètres, révèlent d'importants changements dans la géométrie des rives et notamment dans le lit du Tarn. Au lieu dit « Les Salvats », le bourrelet de pied se retrouve dans le cours d'eau sur une longueur de 10 mètres et semble à présent stabilisé.

A signaler aussi le glissement de La Favarié sis commune de Terssac.

La description de ces glissements est synthétisée sur les fiches sectorielles n° 32, 57 et 60 dont les extraits figurent ci-après :

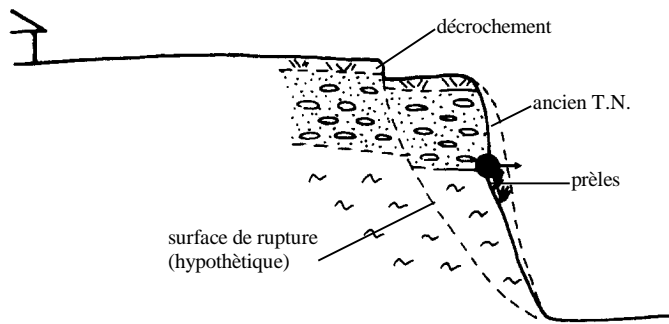
• SITE N° 32

➤ **Situation géographique:** - rive droite gauche

- commune: **Terssac**

- lieu dit: **La Favarié**

➤ **Géométrie de la berge:**



- linéaire affectée: 10 m - linéaire concerné et menacé: 200 m

- hauteur estimée: 12 m - pente moyenne: > 45°

• **SITE N° 57**

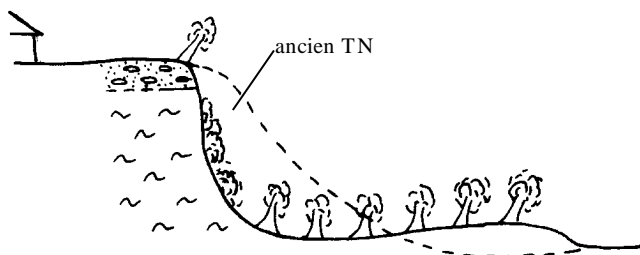
➤ **Situation géographique:** - rive droite gauche

- commune: **Lescure d'Albigeois**

- lieu dit: **les**

Salvats

➤ **Géométrie de la berge:**



- linéaire affectée: 60 m - linéaire concerné et menacé: / - hauteur estimée: 20 à 25 m - pente moyenne: < 45°

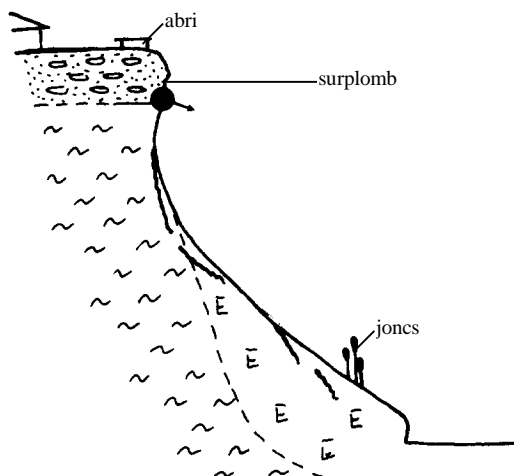
• **SITE N° 60**

➤ **Situation géographique:** - rive droite gauche

- commune: **Albi**

- lieu dit: **Canavière-Haut**

➤ **Géométrie de la berge:**



- linéaire affectée: 12 m - linéaire concerné et menacé: / - hauteur estimée: 25 m - pente moyenne: > 45°

3.4. INSTABILITES DES REMBLAIS ET DES DEPOTS SAUVAGES

Une quinzaine de dépôts sauvages de matériaux divers (matériaux de démolition, gravats...) ont été cartographiés de la retenue de Rivières jusqu'au « Saut du Sabo ». Plusieurs de ces dépôts montrent des signes d'instabilités, ou ont déjà évolué vers la rupture.

Plusieurs mécanismes de rupture sont issus de ces dépôts:

- le blocage des exutoires naturels de la nappe entraîne une poussée hydrostatique en arrière du remblai,
- le poids des matériaux met en charge le sol support (la berge) et peut donc provoquer des désordres au sein de celui-ci,
- l'enlèvement des matériaux en pied à chaque crue du Tarn met en état d'équilibre instable la partie supérieure du remblai (avec de plus le phénomène déstabilisateur de « vidange rapide »).

A l'ouest du lieu dit « La Fondue », une décharge de matériau de démolition est glissée dans sa partie médiane sur toute la longueur du remblai (environ 20 mètres). Il est évident que la prochaine crue pourrait emporter une partie ou la totalité du dépôt.

Les anciens dépôts situés à l'est du lieu dit « Touni » (commune de Lagrave) et en bordure du chemin du Gô (commune de Albi) se sont déstabilisés et ont entraîné la rupture du sol support. C'est pourquoi il convient de surveiller ces remblais, parfois néfastes à la stabilité des berges.

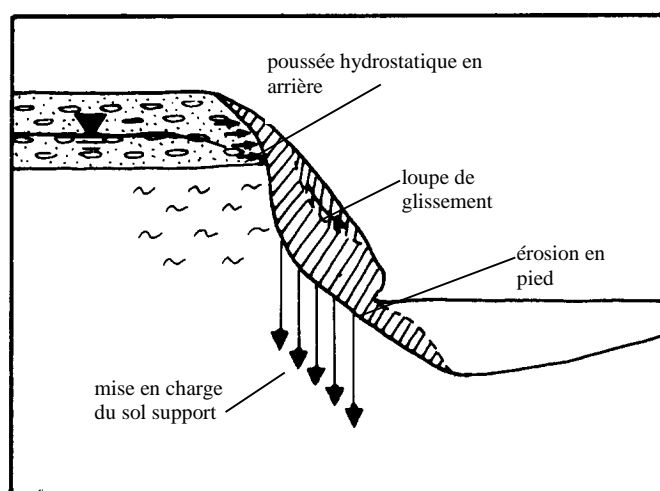


Figure n° 6: Instabilité des dépôts sauvages

3.5. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

Les travaux de reconnaissance ont permis d'établir un constat de l'état actuel des berges du Tarn. **Cette analyse est représentée dans un document annexé à la présente note.** La cartographie des aléas précise d'une part le type d'instabilité affectant les berges et d'autre part les critères de reconnaissances hydrologique et géologique.

L'analyse sectorielle révèle que les secteurs les plus menacés sont souvent les zones urbanisées (notamment sur les communes de Albi et de Terssac).

Y sont distingués trois types de terrains : les terrains molassiques, les alluvions actuelles, les schistes et les quartzites.

Les premiers incluent les formations superficielles de versants qui dérivent du substrat molassique. La couverture alluviale de la basse terrasse et de la basse plaine n'a pas été représentée.

Le type de l'instabilité permet de distinguer les mouvements affectant les formations superficielles de versant et ceux concernant le substrat molassique. On considère d'une part les glissements superficiels, "Glissement" dans la légende, qui concernent essentiellement les formations superficielles y compris les alluvions actuelles, d'autre part les glissements profonds qui affectent effectivement le substrat molassique.

Par ailleurs, les éboulements concernent préférentiellement les affleurements molassiques.

L'instabilité révélée par l'étude de terrains est représentée soit par un figuré propre pour les mouvements de terrains suffisamment important pour l'échelle de la cartographie (linéaire de plus de 20m) ou par un trait continu délimitant un secteur intégrant de multiples points d'instabilité trop "petits" pour être individuellement représentés ou présentant une instabilité homogène et quasi-continue.

Les secteurs cartographiés comme "zone d'instabilité potentielle" ne présentent pas de problèmes d'instabilité révélés. Mais leurs caractéristiques géomorphologiques étant analogues aux zones actuellement instables, il convient effectivement de considérer que des mouvements de terrains peuvent tôt ou tard s'y manifester.

4. DEFINITION DES RISQUES NATURELS

4.1. METHODOLOGIE DE DEFINITION DU RISQUE

Il convient d'interpréter les données de l'analyse des aléas dans la perspective de l'établissement de la cartographie des zonages du PPR. Il s'agit donc de déterminer les zones de risques soumises à prescriptions pour garantir la sécurité. Dans le cas présent, ce zonage va se traduire par des bandes de terrain situées à partir de la crête de talus.

L'objectif fixé est de garantir, dans les limites de l'état actuel de la connaissance, la pérennité de nouvelles constructions à proximité des berges, et ce pour une durée d'environ 100 ans.

Il s'agit de déterminer, si possible, la vitesse d'évolution des berges. Deux approches ont été confrontées : une analyse diachronique portant sur l'évolution des limites des rives et des berges d'une part, une approche géométrique d'autre part.

4.2. EVOLUTION HISTORIQUE DES BERGES DU TARN ENTRE 1948 ET 1986

L'évolution historique des berges du Tarn du « Saut de Sabo » au barrage de Rivières a été déterminée à partir des jeux de photographies aériennes de **1948** (mission Saint Juéry - Albi), de **1963** (mission Marssac ^{s/} Tarn - Gaillac), de **1964** (mission Albi - Marssac ^{s/} Tarn) et de **1986** (mission Albi - Gaillac).

Les comparaisons faites entre ces documents de différentes époques ont permis de caractériser l'évolution naturelle du lit du Tarn et de ces berges sur une période de 38 années. Cependant, l'échelle de ces photos n'a pas permis de réaliser une analyse précise, c'est pourquoi seul les grands changements ont pu être aperçus.

4.2.1. Secteur n° 1: lieu dit « Lestel », au droit du golf « Les Bordes » - comparaison des missions 1964 et 1986

La zone concernée se situe dans l'extrados d'un méandre et à la limite des paliers inférieur et moyen, constituant les alluvions de basse plaine. La petite dépression sur la berge du palier inférieur, visible sur les photos aériennes de 1948, a nettement évolué vers une dépression plus importante, qui affecte la rive sur plus de 60 mètres. Etant donné la faible hauteur des berges à cet endroit, il semble que ces désordres sont issus de l'érosion fluviale en pied, responsable des phénomènes de sapes.

Les remous provoqués dans ces zones par les débits élevés du Tarn peuvent donc entraîner des reculs importants de la crête, estimés dans le cas présent à 10 m.

4.2.2. Secteur n° 2: en aval de la pointe de Canavières - comparaison entre 1948 et 1986

Le lit du Tarn présentait autrefois dans cette zone deux courbes qui ont à présent évoluées vers un tracé rectiligne. Cette zone montre donc les modifications du lit consécutives à la mise en eau du barrage de Rivières et aux aménagements sur le Tarn (centrale électrique en amont par exemple). Le secteur, situé sur la queue de la retenue a été ennoyé par la montée des eaux et présente maintenant un lit beaucoup plus large.

4.2.3. *Secteur n° 3: rive droite, du « Mas de Rasque » à « Fonvialane » - comparaison des missions 1948, 1964 et 1986*

La géométrie de la rive droite du Tarn du Mas de Rasque à Fonvialane a fortement évolué depuis une cinquantaine d'années. Le lit du Tarn continue son érosion et creuse progressivement la rive concave, qui est affectée de nombreux effondrements (notamment en période de crue).

Les reculs maxima de la berge sont supérieurs à 15 mètres au droit de la route de Cordes. Cependant, de telles évolutions n'ont été rencontrées que sur cette zone, c'est pourquoi l'interprétation des données concernant la régression des rives ne tiendra pas compte de ce cas particulier, considéré comme « extrême ».

Des désordres récents ont affecté ce secteur. La berge n'est donc toujours pas stabilisée et il faut s'attendre à un recul progressif de la crête dans les prochaines années.

4.2.4. *Secteur n° 4: pointe de « La Madeleine » - comparaison des missions 1964 et 1986*

Ce secteur est caractéristique d'un rétrécissement du lit induit des dépôts d'alluvions localisés dans l'intrados du méandre. La zone de sédimentation s'est donc stabilisée pour former une berge contemporaine (atterrissement). L'extension latérale de la rive varie de 5 à 10 mètres (estimée).

4.2.5. *Secteur n° 5: pointe du Gô - comparaison des missions 1948, 1950 et 1986*

Les nombreuses extractions localisées sur la pointe du Gô et la chaussées au droit du village de Lescure d'Albigeois ont provoqué le creusement accéléré du lit et le glissement des berges. L'îlot constituant autrefois la quasi-totalité du méandre a disparu mais s'est reconstitué en partie dans l'intrados. Le lit du Tarn est donc toujours divisé en deux bras (Ces bras sont à présent inversés puisque l'écoulement préférentiel du Tarn se situe côté rive droite).

Les comparaisons entre les photos aériennes ne montrent pas d'évolution caractéristique des berges (à l'exception du grand glissement au droit du lieu dit "Les Salvats"), c'est pourquoi le problème concerne uniquement le lit de la rivière.

4.2.6. *Secteur n° 6: en amont du village de Lescure d'Albigeois jusqu'à la pointe de la Renaudie - comparaison des missions 1948 et 1986*

Les dépôts d'alluvions constituant autrefois des atterrissements ou des bancs ont été exploités et ont à présent disparu. Le lit du Tarn s'est donc élargi dans ces zones.

L'évolution des berges n'est pas visible sur les photos aériennes, mais il est certain que les extractions et l'élargissement du lit ont eu une grande influence sur la stabilité des berges en général.

4.2.7. *Conclusion*

Les berges du Tarn du Saut de Sabo au barrage de Rivières sont affectées par des instabilités essentiellement de type superficielles localisées dans la partie supérieure du talus.

L'étude des différents jeux de photographies aériennes ont permis de quantifier l'évolution des berges du Tarn dans le temps. Cependant, les imprécisions et l'échelle des photographies n'ont pas permis de déterminer exactement les reculs de la crête sur l'ensemble des berges. Ils demeurent, toutefois, faibles excepté pour le lieu-dit "Les Fontanelles.", commune d'Albi.

4.3. APPROCHE GEOMETRIQUE

Cette approche consiste à s'intéresser ici à l'évaluation du recul de la berge dans le cas d'un mouvement de terrain profond au sein du substrat molassique. Ce type d'instabilité est rare.

Cependant, il s'agit du phénomène le plus redoutable car il détermine une évolution brutale et une grande ampleur de la berge pouvant être destructrice tant pour les biens que pour les personnes.

L'importance de la largeur de terrain instabilisée dépend de 4 facteurs principaux :

- la géologie des terrains (lithologie + structure)
- le contexte hydrogéologique
- la pente du versant
- la hauteur du versant

Les facteurs géologiques et hydrogéologiques ne peuvent pas être différenciés finement dans une approche générale et nécessitent des investigations au cas par cas pour être utilisables. Néanmoins ils sont suffisamment proches pour pouvoir être considérés comme constants sur le secteur concerné, et donc peu influents sur la gravité du risque. Le facteur "hauteur" apparaît comme le plus pertinent, compte-tenu du fait que la pente apparente des versants est souvent déterminée par la couverture de formations superficielles et ne correspond pas à la pente du versant molassique.

Le principe retenu consiste à considérer le rapport L/H (Largeur de la zone instable / Hauteur de versant) sur les sites d'instabilité profonde répertoriés. Cette méthode s'appuie sur les résultats d'une étude de Olivier Maquaire et Patrick Gigot "Reconnaissance par sismique réfraction de la décompression et de l'instabilité des falaises vives du Bessin (Normandie, France)", publiée dans la revue Géodynamica Acta en 1988.

Les falaises du Bessin présentent en effet une bonne analogie avec les "falaises" des berges du Tarn quant à la lithologie (marnes surmontées d'une dalle calcaire d'épaisseur variable) et à la morphologie des versants (hauteur maximale de 70m environ). Le grand intérêt de cette étude réside dans l'estimation de la largeur de la zone décomprimée à l'arrière de la falaise afin de mieux prévoir l'extension de futurs glissements de terrains de grande ampleur tels que celui de 1981, dit du Bouffay, d'un volume de 1 500 000 m³ et qui a occasionné un recul de quelques 50m du bord de falaise. On voit donc tout l'intérêt de ce travail de recherche dont l'utilisation suppose cependant de faire l'hypothèse que les données géomécaniques sont analogues. Les données géométriques du glissement du Bouffay ont été utilisées pour compléter les données de l'étude sismique.

Sur le Tarn, les valeurs obtenues sont entre 0,4 et 0,5 pour les sites certainement instables.

Cas particulier n° 1 :

L'étude des différents jeux de photographies aériennes a fait ressortir une zone où la crête de berge a reculé sur plus de 15 mètres en 40 ans. Ce cas exceptionnel est localisé sur un linéaire de 500 mètres au droit du lieu dit « Les Fontanelles » (commune de Albi).

Les hauteurs de berges varient sur ce secteur de 7 à 20 m. En considérant une hauteur moyenne de l'ordre de 10 mètres, le rapport L / H serait égal à **1,5**.

Cas particulier n° 2 :

Les berges en aval du Saut de Sabo sont constituées, sur un linéaire de 200 mètres, d'une quartzite métamorphisée peu fracturée. Cette roche siliceuse est très peu assujettie aux phénomènes d'érosions fluviale et de surface. La zone soumise aux risques d'instabilité est très faible.

Cas particulier n° 3 :

Dans le cas des berges de faibles hauteurs (inférieures à 10 m) le critère L/H peut paraître insuffisant.

4.4. CONCLUSION

De ces diverses analyses visant à estimer la largeur d'une zone de sécurité à l'arrière des berges, il ressort que les données historiques enregistrent davantage l'évolution des rives du Tarn, intéressant principalement les formations superficielles, que celle des berges et plus précisément de la limite supérieure des berges.

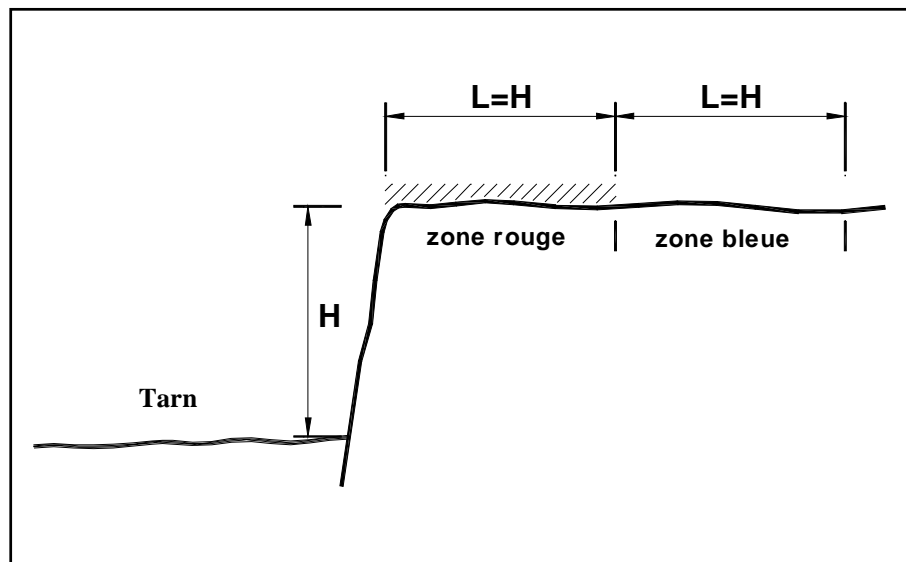
L'approche géométrique mettant en relation la largeur des terrains instabilisés par un mouvement profond et la hauteur de versant apparaît plus intéressante car elle permet une modulation selon les sites.

Pour aller dans le sens de la sécurité, ce qui est la finalité d'un PPR, en tenant compte tant de la difficulté à prévoir précisément l'évolution des berges en cas de mouvements de terrains de grande ampleur que de la pérennité à long terme de futurs aménagements, mais aussi de la facilité d'application et de compréhension d'un règlement, la largeur de la zone d'aléa fort (zone rouge) sera prise égale à la hauteur du versant considérée depuis le niveau d'étiage moyen du Tarn, soit $L/H = 1$.

Le PPR indiquera donc deux types de zones :

1) **une zone rouge d'aléa fort.**

2) **une zone bleue**, de largeur égale à la zone rouge, correspondant aux secteurs qui ne sont pas directement exposés au risque mais où la construction et l'aménagement doivent être maîtrisés afin de ne pas contribuer à augmenter le risque en zone rouge.



Pour les cas particuliers, les largeurs seront les suivantes :

- lieu dit "Les Fontanelles" la largeur de la bande soumise aux risques d'instabilité sera le **double** de la hauteur de berge ($L/H = 2$).
- en aval du Saut de Sabo sur un linéaire de 200 m la **largeur de 5 m** sera appliquée sur ce secteur, en considérant que certains surplombs pourraient éventuellement se désolidariser de la paroi à long terme.
- dans le cas des berges de faibles hauteurs (inférieures à 10 m) la bande de sécurité minimale de **10 m** sera appliquée, à l'exception de 2 secteurs situés sur Rivières et Lagrave où les hauteurs sont négligeables et pour lesquels il y a interruption du zonage.

5. ANNEXE : PETIT LEXIQUE RISQUES MAJEURS

Aléa

occurrence d'un phénomène naturel d'intensité donnée.

Bassin de risque

entité géographique homogène soumise à un même phénomène naturel.

Catastrophe naturelle

phénomène naturel ou conjonction de phénomènes naturels dont les effets sont particulièrement dommageables.

Danger

état qui correspond aux préjudices potentiels d'un phénomène naturel sur les personnes.

Désordres

expression des effets directs et indirects d'un phénomène naturel sur l'intégrité et le fonctionnement des milieux.

Domages

conséquences économiques défavorables d'un phénomène naturel sur les biens, les activités et les personnes. Ils sont généralement exprimés sous une forme quantitative et monétaire.

Endommagement

mesure d'un dommage sur un bien ou une activité.

Enjeux

personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Gravité

capacité plus ou moins grande d'un phénomène à provoquer des victimes.

Impact

terme qui recouvre généralement l'ensemble des effets d'un phénomène (préjudices, désordres, dommages).

Intensité d'un phénomène

expression d'un phénomène, évaluée ou mesurée par ses paramètres physiques.

Phénomène naturel

manifestation, spontanée ou non, d'un agent naturel.

Préjudice

conséquence néfaste, physique ou morale, d'un phénomène naturel sur les personnes.

Prévention

ensemble des dispositions visant à réduire les impacts d'un phénomène naturel: connaissance des aléas, réglementation de l'occupation des sols, mesures actives et passives de protection, information préventive, prévisions, alerte, plans de secours.

Prévision

estimation de la date de survenance et des caractéristiques (intensité, localisation) d'un phénomène naturel.

Risque majeur

risque lié à un aléa d'origine naturelle ou anthropique dont les effets prévisibles mettent en jeu un grand nombre de personnes, des dommages importants et dépassent les capacités de réaction des instances directement concernées.

Risque naturel

pertes probables en vie humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'un aléa naturel.

Risque naturel prévisible

risque susceptible de survenir à l'échelle humaine.

Centre urbain

ensemble qui se caractérise notamment par son histoire, une occupation du sol importante, une continuité du bâti et par la mixité des usages entre logements, commerces et services.

Vulnérabilité

au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux.
