

ELEMENTS D'INFORMATION DU PÔLE RISQUES

(Equipes « inondation » et « séisme - mouvements de terrain »)

A l'attention de Magali Chatzopoulos
Service Territorial d'Arles – Pôle Politiques urbaines
Affaire suivie par :
Marc Rapa « *risque inondation* »
Serge Terramorsi « *risques séisme et mouvements de terrain* »

20 janvier 2015

Commune d'Arles

Porter à connaissance : Risques Naturels

C:\Documents and Settings\serge.terramorsi\Mes documents\TERRA\Porter A Connaissance\PAC Arles\EtudeImpact.doc



I Inondation

1. Généralités sur le risque inondation

a) Types d'inondation

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Qu'elle soit le résultat d'un phénomène de débordement de cours d'eau, de submersion marine, de ruissellement ou encore de remontée de nappe, elle est la conséquence d'un phénomène naturel **inévitable**.

Le territoire français est largement exposé au risque d'inondation qui constitue le risque majeur le plus coûteux pour la société dans son ensemble. Les Bouches-du-Rhône font partie des départements les plus fortement impactés, avec des inondations de 4 grands types :

- **Les inondations de plaine** : les inondations de plaine se produisent lorsque **la rivière sort lentement** de son lit mineur et **inonde la plaine alluviale** pendant une période relativement longue. Dans le département, la Rhône et la Durance sont concernés. Comme le montrent les crues historiques marquantes (mai 1856, octobre 1993, janvier 1994 et décembre 2003 sur le Rhône ; crues exceptionnelles du 19^{ème} siècle et plus récemment 1994 sur la Durance), ces inondations sont très souvent accompagnées de ruptures de digues qui rendent très vulnérables des habitations et activités installées dans des espaces pourtant considérés comme protégés.
- **Les crues dites « rapides »**, également appelées crues **torrentielles**, caractérisées par la rapidité de montée des eaux, et souvent des vitesses d'écoulement élevées, facteur de danger important tant pour les personnes que les biens. Elles sont le résultats d'intenses précipitations (orages cévenoles caractéristiques du pourtour méditerranéen) sur une partie ou la totalité d'un bassin versant, et charrient souvent de grandes quantités des matériaux divers (sédiments, bois mort, voitures, etc.). Dans le département les principaux cours d'eau concernés sont la Touloubre, l'Arc, la Cadière, les Aygalades, et l'Huveaune.

Toutefois, il est primordial de noter que de nombreux cours d'eau de moindre importance (bassins versants de petites tailles), à écoulements permanents ou non, sont touchés par ce risque. Ces affluents non pérennes, nommés « vallon », « vallon », « thalweg », « gaudre », secs la grande majorité du temps peuvent de fait faire l'objet de débordements tant violents que dévastateurs. Ces inondations dites par ruissellement sont extrêmement dommageables.

- **Le ruissellement pluvial en secteur urbain** : ces inondations sont provoquées par les seules précipitations tombant sur l'agglomération, et/ou sur les bassins périphériques naturels ou ruraux de faibles tailles dont les ruissellements empruntent un réseau hydrographique naturel pour rapidement atteindre le système d'assainissement de l'agglomération ou les voiries qui constituent alors les axes d'écoulement.
- **Les submersions marines** : les submersions marines sont des **inondations temporaires** de la zone côtière **par la mer** dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques provoquant des **ondes de tempêtes**.

Enfin, quel que soit le type d'inondation considéré, certaines zones sont de plus soumises au risque de **rupture d'ouvrage**. En effet, les terrains situées à l'arrière d'ouvrages de protection ou de remblais linéaires (routes, voies ferrées, etc.) empêchant l'expansion des crues dans le lit majeur, peuvent subir des inondations soudaines et brutales en cas de brèche ou de surverse.

b) L'aléa :

L'aléa est la survenue d'un événement qui est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique. Dans le cas de l'inondation, il s'agit de la probabilité d'occurrence et l'intensité du phénomène causé par l'augmentation du débit dans un cours d'eau, ou dans le cas d'une submersion marine, par l'augmentation du niveau de la mer et de l'effet des vagues.

Le caractère aléatoire des pluies et des crues impose une analyse de leur probabilité d'occurrence : la période de retour permet d'apprécier le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement. Une crue de période de retour 10 ans (la crue « décennale ») a une chance sur 10 d'être atteinte ou dépassée chaque année. De la même façon, **la crue de période de retour 100 ans (la crue « centennale ») a une chance sur 100 d'être atteinte ou dépassée chaque année.**

La prise en compte du risque inondation dans l'aménagement du territoire repose sur l'analyse **de la crue de référence**, définie comme étant **la plus forte crue historique connue ou, si cette crue était plus faible qu'une crue de période de retour 100 ans, cette dernière.**

c) Connaissance et études des phénomènes d'inondation

Les zones inondables, quel que soit le type d'inondation qui en sont la cause, sont connues :

- soit car elles ont pu être observées dans le passé (témoignages d'inondations passées, repères, laisses de crues, etc)
- soit car elles ont fait l'objet d'études permettant de définir la nature des écoulements en crue et leurs emprises : celle-ci peuvent être **qualitatives** (approche hydrogéomorphologique) ou **quantitative** (études hydrauliques de détermination des aléas)

Approche hydrogéomorphologique : identification de l'enveloppe maximale des zones inondables.

Basée sur l'étude du fonctionnement naturel des cours d'eau et des formes fluviales mises en place lors des crues successives (analyse de terrain, photo-interprétation stéréoscopique, géologie, végétation, etc), elle permet de comprendre les facteurs déterminants du fonctionnement des cours d'eau et de délimiter précisément les unités géomorphologiques significatives du système alluvial :

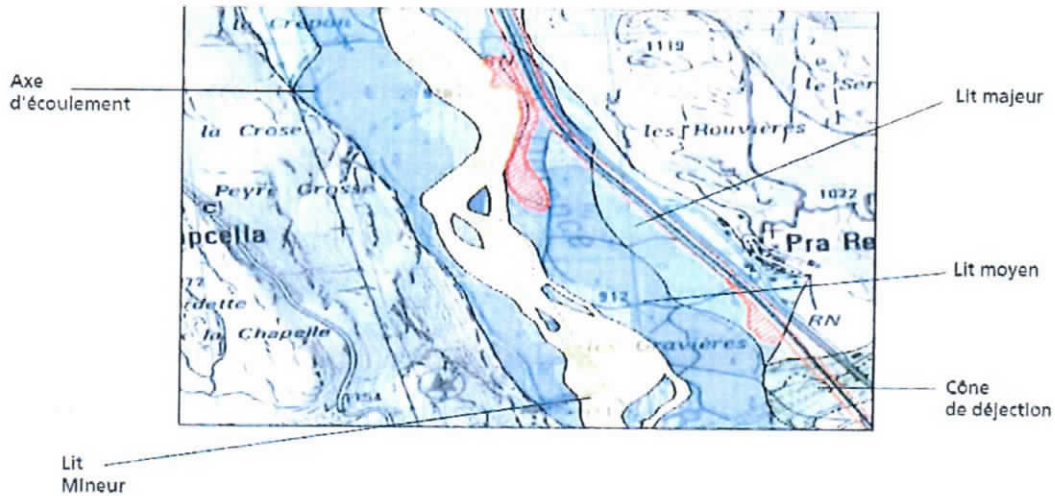
- le lit mineur (zone d'écoulement hors crue)
- le lit moyen (espace de divagation du lit mineur, façonné par les crues relativement fréquentes)
- le lit majeur (espace submersible façonné par les crues rares à exceptionnelles)
- les axes secondaires d'écoulement en crue où sont en général observés des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement plus importantes que dans le reste de la plaine alluviale.
- les zones de ruissellement sur les piémonts (où les écoulements peuvent se concentrer ou au contraire d'étaler en nappe) et les cônes de déjection

⇒ Cette méthode permet de délimiter l'enveloppe maximale du champ d'inondation, sans toutefois préciser les hauteurs, vitesses et périodes de retour associées.

Représentation de la Plaine alluviale



Exemple d'une cartographie hydrogéomorphologique



(pour plus de détails : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/L_approche_hydrogeomorphologique_cle71a4d9.pdf)

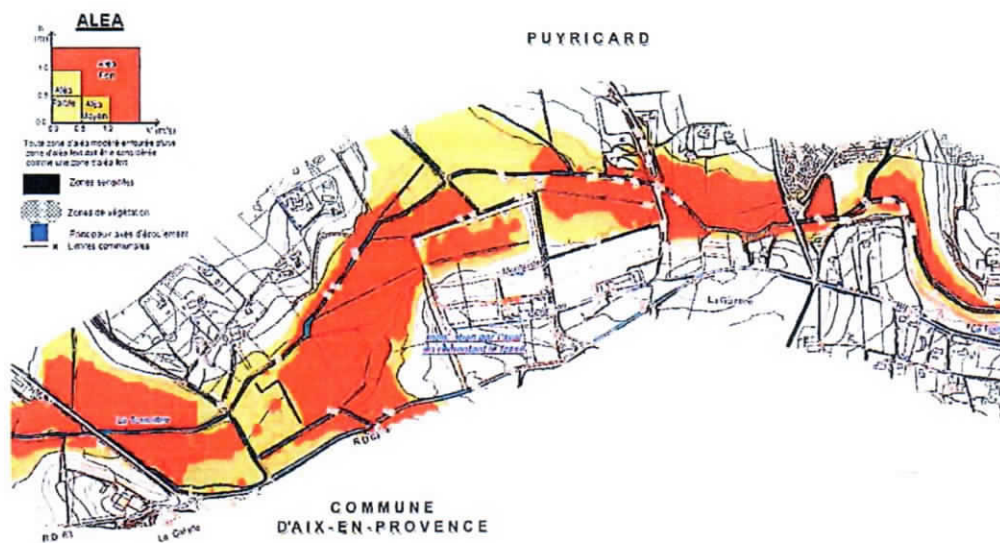
Approche hydrologique / hydraulique : quantification de l'aléa de référence

L'approche qualitative ne permettant pas de caractériser précisément les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement atteintes, l'emprise de la crue de référence, ou encore l'impact des ouvrages de protection, il est nécessaire dans les zones à enjeux (zones urbanisées ou à urbaniser), de mener des études quantitatives :

- L'étude **hydrologique** consiste à étudier les processus de transformation pluie-débit sur les bassins versants, de définir les volumes infiltrés et ruisselés, les apports, ce afin de définir les débits (m^3/s) associés à différentes périodes de retour (10 ans, 50ans, 100ans, exceptionnelle, ...).
- L'étude **hydraulique** consiste, pour un débit donné, en la modélisation des écoulements (dans le réseau hydrographique et dans le lit majeur qui lui est associé, ou dans un milieu urbain où l'inondation peut par exemple emprunter les voiries). Cette modélisation permet de caractériser l'étendue de la zone inondable associée, et de déterminer les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement atteintes. Elle permet également de définir la **cote de référence** en tout point de la zone inondable, qui correspond à l'altitude maximale atteinte par les eaux pour un évènement donné.

C'est la quantification et la représentation de ces paramètres qui permet de constituer ce que l'on appelle les **cartes d'aléas inondations**.

La distinction doit être faite entre les zones soumises à des aléas modérés (hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement modérées) et celles soumises à des aléas forts, dans lesquels les effets de l'inondation sur les personnes et les biens sont très importants.



Exemple de carte d'aléas (zones inondables de la Touloubre, SOGREAH 1991)

2. Politiques de prévention du risque d'inondation

a) Circulaires et textes nationaux / européens :

Les lignes directrices qui guident l'action de l'Etat dans le domaine de la prévention du risque inondation sont fondées en grande partie sur les circulaires interministérielles suivantes :

- 24 janvier 1994 (prévention des inondations et la gestion des zones inondables)
- 2 février 1994 (cartographie des zones inondables)
- 24 avril 1996 (dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zone inondable)
- 30 avril 2002 (zones endiguées soumises à un risque inondation)
- 21 janvier 2004 (maîtrise de l'urbanisme et adaptation des constructions en zones inondables)

Ces circulaires reposant notamment sur les lois du 13 juillet 1982 (mise en place du système de solidarité nationale et des plans d'exposition aux risques), du 22 juillet 1987 (relative à la prévention des risques majeurs, au droit à l'information du citoyen et à la maîtrise de l'urbanisation), du 3 février 1995 (dite « loi Barnier » qui instaure les PPR), du 30 juillet 2003 (dite « loi Bachelot » qui vise à développer la conscience du risque par l'information du public et la concertation).

Plus récemment, la Directive européenne sur les Inondations du 23 octobre 2007, qui marque une inflexion importante au niveau européen, a été transposée en droit français par la loi du 12 juillet 2010 (loi d'Engagement National pour l'Environnement), dans l'objectif de réduire les conséquences dommageables des inondations, sur la base d'une stratégie de gestion des risques reposant sur 3 étapes :

- Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (**EPRI**)

- cartographie des Territoires à Risques Importants d'Inondation (**TRI**) pour 3 événements de périodes de retour croissantes (fréquent, moyen et extrême)
- élaboration du Plan de Gestion des Risques d'Inondation (**PGRI**) qui permettra de définir à l'échelle du district hydrographique les objectifs en matière de risque inondation et de mesures à mettre en œuvre pour les atteindre. A noter que lorsqu'il sera approuvé (fin 2015), le PGRI imposera un rapport de compatibilité au PLU.

(pour plus de détails : <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/>)

b) SDAGE Bassin Rhône Méditerranée Corse

Il convient également de prendre en compte les dispositions du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (**SDAGE**) du bassin Rhône Méditerranée Corse, approuvé le 20 novembre 2009, qui définit pour 6 ans les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité des milieux aquatiques et de quantité des eaux à maintenir ou à atteindre dans le bassin.

Le SDAGE a une portée juridique qui impose aux documents d'urbanisme et, notamment aux SCOT et aux PLU, un rapport de compatibilité avec ses orientations fondamentales. Le SDAGE, dans son orientation fondamentale n°8, comprend 11 dispositions pour gérer le risque d'inondation en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau et notamment des mesures visant à préserver les zones d'expansions de crues, et préconise de contrôler les remblais en zone inondable et d'orienter l'urbanisation en dehors des zones à risques. (=> cf PAC du 6 juillet 2010 et envoi complémentaire DDTM du 27 janvier 2011).

3. Prise en compte du risque dans le PLU

Les règles de maîtrise de l'urbanisation en zone inondable et la prise en compte du risque dans les décisions d'aménagement et de développement reposent sur la cartographie des zones inondables issue d'études. Lorsque cette connaissance n'est pas disponible, il est nécessaire de mener des études d'aléas afin de déterminer les zones inondables pour **l'événement de référence**. L'enveloppe hydrogéomorphologique (emprise maximale des inondations) doit également être analysée.

En application des principes nationaux relatifs à la gestion de l'urbanisation dans les zones inondables, les objectifs à rechercher sont principalement les suivants :

- Non augmentation des enjeux exposés,
- Préservation des champs d'expansion de crues,
- Réduction de la vulnérabilité de l'existant,
- Achèvement du renouvellement urbain en fonction du degré d'aléa.

De manière globale, la traduction réglementaire de ces principes dans le PLU, qui varie en fonction du type de zones, sera la suivante :

Tout type de zone (zone urbanisée ET zone peu ou pas urbanisée) :

- **IMPORTANT** : Par principe de précaution, en l'absence de connaissance de l'aléa de référence, la totalité de l'emprise de la zone hydrogéomorphologique (l'emprise maximale des zones inondables) doit être considérée comme potentiellement soumise à un aléa fort, et de fait fermée à toute construction nouvelle.

- Les établissements dits « sensibles » (i.e. qui reçoivent un public sensible au titre de la gestion de crise : jeunes enfants, personnes âgées, dépendantes, etc) et les établissements nécessaires à la gestion de crise (caserne de pompier, commissariat, etc) doivent être implantés en dehors de la zone inondable définie par l'événement de référence.

- La création de sous-sols est interdite en zone inondable

- Dans les secteurs d'aléa résiduel (zone comprise entre l'enveloppe de l'événement de référence et l'enveloppe hydrogéomorphologique) :
 - S'agissant d'une zone dans laquelle l'aléa n'est pas quantifié, les constructions autorisées doivent intégrer des mesures constructives forfaitaire, notamment les planchers doivent être surélevés à 0,50 m au-dessus du terrain naturel.
 - Les établissements utiles à la gestion de crise y sont interdits.

- Une zone de sécurité sera délimitée à l'arrière immédiat des ouvrages de protection afin de prendre en compte le risque de défaillance.

- En ce qui concerne les travaux de sécurisation des ouvrages de protection, ils permettent de protéger les constructions existantes. Toutefois, toute urbanisation nouvelle restera interdite dans les zones protégées non urbanisées et dans les zones à risques (bande de sécurité et axes d'écoulements des déversoirs de sécurité).

Zone peu ou pas urbanisée :

Dans l'enveloppe de la crue de référence : l'extension de l'urbanisation sera proscrite dans les secteurs peu ou pas urbanisés (notamment les zones naturelles, zones agricoles, zones d'habitat diffus anciennement NB, etc) dans la mesure où ils constituent des zones d'expansions des crues qui doivent être préservées.

Dans ces secteurs, seules les constructions nécessaires à l'activité agricole, ainsi que les extensions limitées et les surélévations de bâtiments existants peuvent être autorisées à condition d'intégrer toutes les mesures constructives liées au niveau de risque (planchers calés au-dessus de la cote de référence, matériaux résistants...).

Zone urbaine :

- Dans les secteurs d'**aléa fort**
 - Les constructions nouvelles sont interdites.
 - Les extensions, les surélévations et les aménagements **limités** des constructions existantes peuvent être autorisés, ainsi que le changement de destination, à condition qu'ils soient accompagnés d'une réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens exposés au risque. Cela concerne également les bâtiments à usage d'activité.
 - Dans les **centres urbains denses** (qui se distinguent en fonction de 4 critères : leur histoire, une occupation du sol de fait importante, une continuité bâtie et la mixité des usages entre logements, commerces et services) **uniquement**, ces règles peuvent être assouplies, à la condition d'intégrer les règles de réduction de vulnérabilité adaptées (accès à un niveau refuge, calage des planchers au dessus de la cote de référence ...), afin d'y permettre une continuité de vie et d'activité ainsi que le renouvellement urbain.

- Dans les secteurs d'**aléa faible à modéré** :
 - un développement compatible avec le degré d'exposition est envisageable. Les constructions neuves y sont autorisées à condition d'intégrer toutes les mesures constructives permettant de limiter les impacts d'une crue (**notamment les planchers habitables doivent se situer 0,2m minimum au-dessus de la cote de référence**).
 - Les établissements utiles à la gestion de crise et les établissements recevant du public sensible de grande catégorie demeurent interdits.

Risque « érosion de berges »

La prise en compte de cet aléa vient se superposer à la prise en compte des aléas débordement de cours d'eau et ruissellement pluvial afin de prendre en compte les risques d'érosion de berges. Cette disposition permet par ailleurs de faciliter l'entretien du chevelu hydrographique, et de répondre aux exigences de création d'une trame verte et bleu conformément au Grenelle de l'environnement.

Des francs bords de 6 m doivent être appliqués à partir du haut des berges, de part et d'autre de l'ensemble du chevelu hydrographique répertorié : ils représentent une bande de précaution par rapport aux phénomènes d'érosion lors des fortes pluies. Les zones constituant les francs bords doivent être totalement inconstructibles, et sont classées zones non aedificandi.

4. Intégration dans les documents constituant le PLU

Le PLU doit intégrer les prescriptions relatives à la prise en compte du risque. Cette intégration devra être réalisée dans différentes pièces constitutives du PLU :

- Dans le rapport de présentation, par un chapitre rappelant le risque, le cas échéant l'historique des crues, la nature de l'étude relative au risque inondation sur le territoire

communal, et la justification des mesures prescriptibles du PLU relatives à la prise en compte du risque.

- Dans le document graphique, en délimitant les secteurs soumis au risque inondation et leur niveau de risque.
- Dans le règlement, en rappelant le risque dans le caractère de la zone, et en intégrant des prescriptions réglementaires, différentes selon l'aléa ou le niveau du risque, visant à limiter les conséquences d'une crue.
- Dans les servitudes d'utilité publique annexées au PLU s'il y a lieu d'être.

Il est important de noter que dans l'attente de l'intégration du risque inondation dans le PLU, des mesures conservatoires devront être prises notamment dans l'instruction des certificats d'urbanisme et des autorisations d'occuper et d'utiliser le sol. Ainsi, en fonction de l'état des connaissances au moment de l'instruction de ces autorisations, il devra être fait usage de l'article R.111.2 du code de l'urbanisme (prévention de la sécurité publique). A défaut, l'état utilisera cet article dans le cadre de l'exercice de ses responsabilités (contrôle de légalité).

5. Contexte communal

a) Cours d'eau et axes d'écoulement

La commune d'Arles est la plus vaste de France métropolitaine, avec une superficie de 760 km², et correspond à une grande part du delta majeur du Rhône.

Le centre historique de la ville d'Arles a été construit à la défluence du Grand et du Petit Rhône sur un relief dominant la rive gauche du Grand Rhône. Son développement s'est ensuite poursuivi à l'ouest, sur la rive droite (quartier de Trinquetaille) puis au sud (quartiers du Vieux-Bourg, de la Roquette et de Barriol) et au nord (quartiers Montplaisir et du Trébon). La commune d'Arles comprend une zone d'activité, la zone de Fourchon, particulièrement vulnérable aux inondations. Outre la ville proprement dite située au nord du territoire, la commune d'Arles inclut de nombreux bourgs et hameaux éloignés, notamment Albaron, Gimeaux, le Sambuc, Mas-Thibert, Moulès, Raphèle-lès-Arles, Saliers et Salin-de-Giraud. De par l'historique de cette constitution qui se situe en grande partie dans le lit majeur du Rhône, ce territoire est fortement impacté par le risque inondation.

La commune est principalement exposée aux risques inondation par débordement du Rhône et par submersion marine.

- Concernant le risque inondation par **débordement du Rhône** :

L'atlas paléo-environnemental (réalisé en partenariat par l'Université Lumière Lyon 2, l'Université de Provence et l'Université Paris Diderot pour la DIREN de bassin en juillet 2007) donne des informations sur la caractérisation de la morphologie du Rhône, et sur les zones inondables mobilisables en cas de très forte crue. Une des informations essentielles sur les dynamiques de propagation des inondations du Rhône est incontestablement sa configuration de lit en toit. Cette morphologie explique que toutes les crues importantes, accompagnées de ruptures de digues en général imprévues et assez aléatoires, ont généré le

déversement de volumes importants dans le delta du Rhône et des temps de ressuyage importants (plusieurs semaines).

- Concernant le risque inondation par submersion marine :

Le territoire, dont la limite sud est constituée d'une frange littorale, est également soumis au phénomène de submersion marine : inondations temporaires de la zone littorale par la mer dans des conditions météorologiques défavorables. La submersion peut avoir lieu soit par débordement lorsque le niveau marin est supérieur au terrain naturel ou au-delà de la crête des ouvrages, soit par franchissement de paquets de mer et/ou par rupture du système de protection lorsque les terrains à l'arrière sont sous le niveau marin

- Risque inondation lié aux canaux ou à l'impluvium local :

Le territoire communal est aussi traversé par de nombreux canaux et roubines (servant soit à l'assainissement soit à l'irrigation) dont les principaux sont :

- en rive gauche du Rhône : la Calade, le canal de vidange, le canal de Craponne, le canal des Marais des Baux, le canal du Vigueirat, le canal de navigation d'Arles à Port-de-Bouc, la roubine de la Flèche, la roubine du Roy.

- en rive droite : la roubine de la Triquette, le canal du Fourchon, le canal du pont de Rousty, le canal de la grand Mar, le canal de Flumemorte, portion du vieux Rhône (Bras de Fer).

Un certain nombre de légers reliefs peut également induire des risques liés à des problématiques de ruissellement (réaction de petits bassins versants).

b) Historique des phénomènes d'inondation connus

Ci-dessous la liste des événements de catastrophes naturelles recensées sur le territoire communal.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
Raz-de-marée	05/08/1985	06/08/1985	24/04/1986	10/05/1986
Inondations et coulées de boue	14/10/1988	15/10/1988	20/04/1989	13/05/1989
Inondations et coulées de boue	13/09/1990	14/09/1990	25/01/1991	07/02/1991
Inondations et coulées de boue	07/10/1993	19/10/1993	29/11/1993	15/12/1993
Inondations et coulées de boue	06/01/1994	18/01/1994	26/01/1994	10/02/1994
Inondations et coulées de boue	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994

Inondations et coulées de boue	18/09/1995	19/09/1995	08/01/1996	28/01/1996
Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	16/12/1997	19/12/1997	09/04/1998	23/04/1998
Inondations et coulées de boue	04/09/1998	05/09/1998	23/02/1999	10/03/1999
Inondations et coulées de boue	08/08/1999	08/08/1999	02/05/2000	19/05/2000
Inondations et coulées de boue	20/10/1999	21/10/1999	03/03/2000	19/03/2000
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2002	30/06/2002	18/04/2008	23/04/2008
Inondations et coulées de boue	08/09/2002	09/09/2002	19/09/2002	20/09/2002
Inondations et coulées de boue	17/11/2002	19/11/2002	24/02/2003	09/03/2003
Inondations et coulées de boue	25/11/2002	28/11/2002	24/02/2003	09/03/2003
Inondations et coulées de boue	22/09/2003	22/09/2003	03/12/2003	20/12/2003
Inondations et coulées de boue	01/12/2003	04/12/2003	12/12/2003	13/12/2003
Inondations et coulées de boue	07/09/2010	08/09/2010	02/12/2010	05/12/2010
Inondations et coulées de boue	04/11/2011	07/11/2011	18/11/2011	19/11/2011

c) Connaissance disponible sur les zones inondables

Un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles inondation (PPRi) a été prescrit le 21 juin 2000. Certaines mesures du projet de PPRi ont été rendues applicables par anticipation par arrêté préfectoral en date du 22 Février 2012 (arrêté approuvant le « PPRi anticipé »).

Le projet finalisé a été mis à l'enquête publique en juin 2014 et a reçu un avis favorable avec réserves du commissaire enquêteur. Il sera très prochainement approuvé par arrêté préfectoral. **[Le PPRi a été approuvé par arrêté préfectoral du 03/02/2015, ultérieurement à la rédaction de la présente note].**

Il traite du risque inondation par débordement du Rhône et par submersion marine, et est donc basé sur la connaissance de zones inondables associées à ces deux aléas :

- pour le débordement du Rhône : cartographies établies sur la base de l'étude de « Détermination de l'aléa de référence pour les crues du Rhône en aval de Beaucaire », mars 2009, EGIS EAU (portée à connaissance le 20 juillet 2010). Cette étude a permis la détermination de façon homogène à l'échelle du delta du Rhône de l'aléa de référence en vue d'établir les PPRi, sur la base de la modélisation dans les

conditions actuelles d'écoulement du débit de la crue de 1856.

- pour la submersion marine : définition des niveaux de référence sur la base de l'étude « Elaboration d'un PPR submersion marine en Camargue : état des lieux des données existantes » menée par le CETE Méditerranée en 2007 et complétée en 2010 (portée à connaissance le 20 août 2010).

Cette connaissance, ainsi que sa transcription en principes réglementaires de prise en compte du risque sont détaillées dans les documents du PPRi.

A noter également que du fait de la complexité de son fonctionnement hydraulique et de l'impact des inondations sur ce territoire, de nombreuses études hydrauliques ont été réalisées sur le bassin du Rhône aval (voir tableau ci-dessous).

Date	Bureau d'études	Maître d'ouvrage	Descriptions sommaires des études réalisées à ce jour
1997	HORIZONS	Arles	« Etude hydraulique de la plaine de Camargue ». Objectifs : déterminer les risques encourus pour les infrastructures implantées à proximité des digues et établir des règles simples d'urbanisme à intégrer dans le POS. Tient compte des risques de rupture sur le Grand Rhône et le Petit Rhône.
2000	SAFEGE CETIIS	DDE13	« Modélisations hydrauliques de la rupture de la digue du Rhône au droit de Mas Thibert et de Salin de Giraud ». Etude de l'inondabilité de ces deux hameaux.
2002	BCEOM	Arles	« Etude globale du bassin du Vigueirat » pour répondre à trois problématiques récurrentes : <ul style="list-style-type: none"> • La protection contre les inondations, • La modernisation du réseau et des ouvrages, • La valorisation de l'environnement et des paysages.
2002	BCEOM	EPTB Territoire Rhône	Etude globale Rhône (EGR) à partir d'un modèle à casiers. Cette étude avait pour objet de définir une stratégie de réduction des risques à l'échelle du bassin du Rhône français. Cette étude analyse les conditions d'inondabilité du delta du Rhône en fonction de la taille et de la position de différentes brèches.
2007	BCEOM	SYMADREM	Etude « protection des quartiers nord d'Arles contre les inondations ».
2009	GINGER	DDE13	Etude historique et analyse de l'inondation de 1856. Analyse des lieux inondés et caractérisation des inondations (débordement du Rhône, influence des brèches, impluvium local).
2009	EGIS	DIREN Rhône Alpes	Modélisation pour le débit de la crue de référence de 1856 en aval de Beaucaire. Réutilisation des casiers de l'EGR. Porte essentiellement sur le secteur d'Arles et la Camargue insulaire.
2009	CNR Ingénierie	SYMADREM	Etude « plan Rhône pré schéma sud, étude de calage précis entre Beaucaire et Arles ». L'étude porte sur un périmètre qui couvre la rive gauche du Rhône mais avec un objectif de dimensionnement des ouvrages et des limites d'études fixées à proximité des ouvrages de protection.
2007	CETE Méditerranée	DDE 13	Elaboration d'un PPR submersion marine en Camargue : état des lieux des données existantes.

2010	CETE Méditerranée	DDE 13	Elaboration d'un PPR submersion marine en Camargue : acquisition de données supplémentaires.
2013	EGIS EAU	SYMADREM	Etude relative à la gestion et au ressuyage des eaux déversées en rive gauche du Rhône entre Arles et Tarascon.

Enfin, la commune d'Arles est incluse dans la cartographie du Territoire à Risques importants d'Inondation (TRI) Delta du Rhône approuvée le 20 décembre 2013 par le Préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée.

Lien : « <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/cartes.php> »

d) Connaissance à acquérir

Contrairement aux inondations liées au débordement du Rhône et à la submersion marine, peu d'études semblent avoir été réalisées sur les problématiques liées aux ruissellements pluvial.

La réalisation du schéma directeur de gestion des eaux pluviales (cf ci-dessous) peut être l'occasion d'identifier les secteurs potentiellement soumis à ce risque, et par voie de conséquence de définir l'emprise des zones inondables pour l'évènement de référence afin de la prendre en compte dans le cadre de l'élaboration du document d'urbanisme.

Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales

Conformément aux dispositions prévues à l'article L.2224-10 du CGCT, repris dans l'article L.123-1 du Code de l'Urbanisme, la commune se doit de délimiter un zonage d'assainissement qui comporte un volet pluvial. Lorsqu'il n'a pas déjà été élaboré dans le cadre d'une démarche spécifique, il est valable de coupler la démarche avec celle d'élaboration ou de révision du PLU. Dans ce cas, il est possible de soumettre les deux démarches à une enquête publique conjointe.

L'élaboration du zonage pluvial peut valablement être intégrée dans une démarche plus opérationnelle visant à élaborer un outil d'aide à la décision : la définition d'un **schéma directeur**.

Un Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales (SDGEP), ou Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial (SDAP), permet de fixer les orientations fondamentales en terme d'investissement et de fonctionnement, à moyen et à long termes, d'un système de gestion des eaux pluviales en vue de répondre au mieux aux objectifs de gestion de temps de pluie de la collectivité. Ce schéma s'inscrit dans une logique d'aménagement et de développement de territoire tout en répondant aux exigences réglementaires en vigueur, notamment sur la préservation des milieux aquatiques.

Le SDGEP permet de définir les limites de fonctionnement des systèmes de collecte et de traitement prévus pour prendre en charge et maîtriser les eaux de ruissellement.

Au-delà de ces limites, le SDGEP est l'occasion de mener une étude d'inondabilité afin de qualifier l'aléa inondation par ruissellement pour des événements d'ampleurs supérieures à la

capacité des ouvrages d'assainissement et jusqu'à des pluies centennales (**l'événement de référence**).

L'étude peut être plus ou moins précise en fonction des enjeux : zones urbanisées, zones à urbaniser, zone sans enjeu d'urbanisation. L'objet de cette étude est d'identifier précisément les zones de génération, les axes d'écoulement et les zones d'accumulation pour en dégager les perspectives d'aménagement et définir les mesures et prescriptions nécessaires pour limiter (zones non urbanisables) et/ou adapter (zones de prescriptions) l'urbanisation au degré de risque. Elle peut donc s'articuler en deux temps :

1. une cartographie **hydrogéomorphologique** des zones inondables des thalwegs doit être réalisée :

Elle permettra d'identifier les zones **potentiellement inondables**, en l'état naturel du cours d'eau ou vallats, avec des intensités plus ou moins importantes suivant le type de zone décrite.

2. dans les secteurs urbanisés ou à enjeux d'urbanisation, une **modélisation hydraulique** de l'événement de référence doit être réalisée afin de définir précisément l'emprise de la zone inondable associée et de qualifier les aléas (distinction entre aléas modéré et fort).

Cette étude, réalisée par un bureau d'études, devrait être reportée graphiquement et réglementairement dans le document d'urbanisme.

Enfin, dans les zones non étudiées que ce soit par approche hydrogéomorphologique ou par modélisation (alinéa 1 et 2 ci-avant), une zone non aedificandi de 10 mètres de part et d'autre de l'axe du thalweg devra être définie. A cette fin, il est nécessaire d'identifier et de reporter graphiquement **le réseau hydrographique de la commune.**

II Remarques générales sur les risques Séisme et mouvements de terrain.

A/- Aspects réglementaires de la prise en compte des risques sismique et mouvements de terrain

La commune d'Arles est localisée selon le nouveau zonage sismique de la France dans une **zone de sismicité 2** c'est à dire **de sismicité faible**.

(il y a 5 niveaux >> 1 = Très faible, 2 = Faible, 3 = Modéré, 4 = Moyen et 5 = Fort (Antilles))

Se référer aux :

- *Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique.*
- *Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.*
- *Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » modifié par les Arrêtés du 19 juillet 2011, 25 octobre 2012 et 15 septembre 2014.*
- *Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumise à autorisation, section II ajoutée par l'Arrêté du 24 janvier 2011 fixant les règles parasismiques applicables à certaines ICPE, modifiée par l'Arrêté du 13 septembre 2013, applicable aux installations existantes et aux installations nouvelles autorisées après le 1^{er} janvier 2013.*
- *Arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal », en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2012.*
- *Arrêté du 5 mars 2014 définissant les modalités d'application du chapitre V du titre V du Code de l'Environnement et portant règlement de la sécurité des canalisations de transport de gaz naturel ou assimilé, d'hydrocarbures et de produits chimiques, en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2014 (à l'exception des dispositions relatives à la maîtrise de l'urbanisation entrées en vigueur au lendemain de la publication).*

** Pour plus d'information se reporter à la plaquette « *La nouvelle réglementation applicable aux bâtiments* » éditée en janvier 2011 par le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement téléchargeable sur Internet.

Sur l'ensemble du territoire communal sont applicables :

Les nouvelles règles de construction applicables seront celles des normes NF EN 1998-1 septembre 2005, NF EN 1998-3 décembre 2005, NF EN 1998-5 septembre 2005 dites « règles Eurocode 8 » accompagnées des documents dits « annexes nationales » des normes NF EN 1998-1/NA décembre 2007, NF EN 1998-3/NA janvier 2008, NF EN 1998-5/NA octobre 2007 s'y rapportant.

Les dispositifs constructifs non visés dans les normes précitées font l'objet d'avis techniques ou d'agréments techniques européens.

Les bâtiments appartenant à la catégorie d'importance II (cas les plus simples) qui remplissent les conditions du paragraphe 1.1 « Domaine d'application » de la norme « NF P 06-014 mars 1995 amendée A1 février 2001- construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés, règles PS-MI 89 révisées 92 », qui sont situés en zone de sismicité 3 et 4 sont dispensés, sous réserve de l'application de la norme précitée ci-dessus, de l'application des règles Eurocode 8.

Pour la définition des classes de bâtiments (I, II, III et IV) et l'application des normes à ces bâtiments se référer aux décrets et arrêté ci-dessus mentionnés.

B/- Plan de Prévention des Risques Naturels

Il n'existe pas de PPR séisme et mouvements de terrain pour la commune d'Arles.

C/- Mouvements de terrains

L'inventaire des mouvements de terrain réalisé en 2005 (actualisé en 2013) réalisé par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) signale l'occurrence de mouvements *d'érosion de berges* au niveau du Grand et du Petit Rhône (voir carte n°1 en Annexe 1 ci-dessous).

Par contre cet inventaire **ne signale pas l'occurrence** de mouvements du type *chutes de blocs, glissement ou effondrement*.

L'étude de cartographie régionale des mouvements de terrain (échelle de validité au 1/100 000) réalisée en 2007 par le BRGM, indique que certaines formations géologiques affleurant sur la partie nord de la commune (centre ville), constituées essentiellement par des terrains de nature calcaire et calcaréo-marneuse datés de l'Hauterivien (notés n3b sur la carte géologique d'Arles au 1/50 000 éditée par le BRGM), sont **susceptibles d'être affectées** par des phénomènes du type *effondrement* lié à la présence éventuelle de zone fracturées et karstifiées (voir carte n° 2 en Annexe 1).

L'inventaire départemental des cavités souterraines (*mines et carrières*) réalisé par la DRIRE-BRGM en 2000 **ne signale pas** la présence de vide de ce type sur la commune.

Cependant, dans la partie nord-est du territoire, l'étude du BRGM 2007 citée ci-dessus, **signale également la présence de formations susceptibles d'être affectées** par des phénomènes du type *effondrement* lié à la présence éventuelle de carrières anciennes non répertoriées (carrières antiques ?) par le BRGM (voir carte n° 2 en Annexe 1).

La commune d'Arles a été reconnue en état de catastrophe naturelle lié au phénomène de *retrait-gonflement des argiles* (arrêté du 18 avril 2008). La quasi-totalité du territoire communal est exposé (faiblement à moyennement) à ce phénomène.

Ce mécanisme peut induire des *tassements différentiels* au droit de certaines constructions et/ou équipements et engendrer localement et/ou ponctuellement différents types de désordres (fissuration plus ou moins importante) (voir carte n°3 en Annexe 1).

D/- Principes et dispositions techniques générales d'aménagement

Concernant le phénomène d'effondrement :

Dans les secteurs calcaires exposés au phénomène d'*effondrement* lié à la présence éventuelle de **zones karstifiées** (centre ville), une reconnaissance géologique-géotechnique (surface et souterraine (si nécessaire)) devra être réalisée afin de s'assurer de l'absence de cavité « instable » (risque de rupture de ponts rocheux proches de la surface par exemple) avant la réalisation de projet.

Dans les secteurs situés au nord-est du territoire, exposé au phénomène d'*effondrement* lié à la présence éventuelle de **carrières souterraines anciennes (antiques) non répertoriées** par le BRGM, une enquête auprès des « services archéologiques » pourrait être entreprise dans un premier temps. Si un doute devait subsister, il serait nécessaire de réaliser alors une campagne de reconnaissance géologique-géotechnique afin de s'assurer de l'absence de vide au droit de projets.

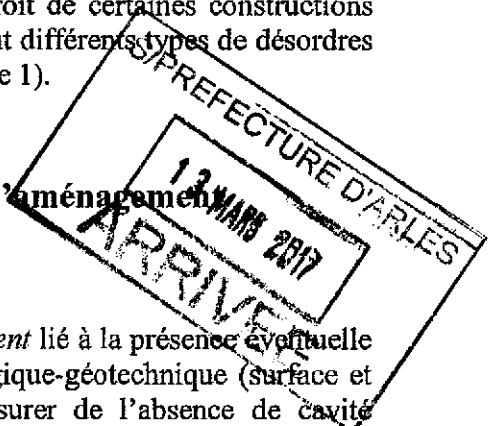
Dans le cas où des cavités (puits, aven, galeries, boyaux, grottes, carrières souterraines etc.) seraient identifiées, dés déplacements de projets seraient à envisager ou, si cela s'avérait impossible, des travaux de mise en sécurité (comblement, confortement, adaptation des fondations etc.) devraient être mis en œuvre en fonction de l'importance (profondeur, géométrie, volume, présence de niveaux d'eau etc.) de ces cavités (voir Annexe 2).

Concernant le phénomène de « retrait-gonflement » des argiles

Le phénomène de *retrait-gonflement* des argiles ne génère pas d'inconstructibilité particulière sur le territoire communal, mais des prescriptions constructives (aménagement, fondations par ex...) et environnementales peuvent être mises en œuvre.

Par exemple, l'évacuation et la gestion des rejets d'eaux (usées, pluviales, drainage), devraient s'effectuer de préférence dans les réseaux collectifs.

De plus, un certain nombre de règles, simples, à prendre en compte au niveau de la construction permettront d'éviter les désordres consécutifs au *retrait-gonflement* des argiles (voir recommandations du BRGM en Annexes 3 et 4 ci-dessous et sur le site internet « argiles.fr » du BRGM).



E/- Informations générales « internet »

Quelques sites « internet » pour obtenir des informations générales sur les risques naturels « séisme, mouvements de terrain et inondation » :

Portail pour la prévention des risques majeurs : <http://www.prim.net>,

Site de la DREAL PACA (risques naturels et miniers) : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr>

Sites sur les inondations : <http://www.ineris.fr/aida/> et <http://www.cepri.net/>

Site sur les mouvements de terrain en général : <http://www.bdmvt.net>

Site de données publiques des utilisations du sous-sol : <http://carol.brgm.fr>

Site sur l'aléa retrait-gonflement des sols argileux : <http://www.argiles.fr>

Sites sur les cavités souterraines : <http://www.bdcavite.net> et <http://www.ineris.fr>

Sites sur les séismes : <http://www.sisfrance.net>, <http://www.seisme-1909-provence.fr>,

<http://www.planseisme.fr>, <http://www.paca.ecologie.gouv.fr> et <http://renass.u-strasbg.f>

ANNEXE 1

CARTES MOUVEMENTS DE TERRAIN

* Carte n°1 « Phénomènes reconnus » (BRGM)

* Carte n°2 « Aléa / Susceptibilité » (BRGM)

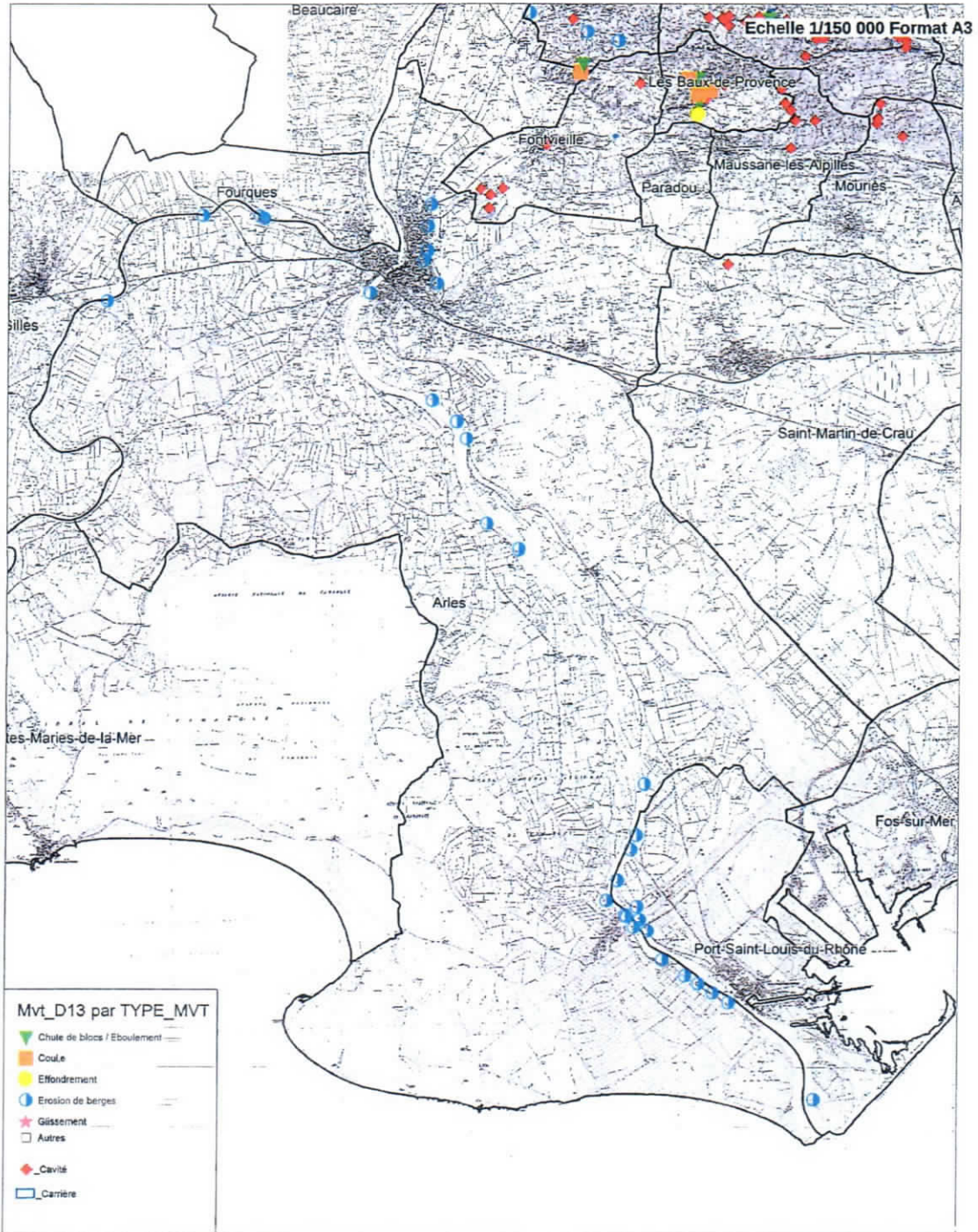
* Carte n°3 « Aléa retrait-gonflement » des argiles
(BRGM)



PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Commune d'Arlès Phénomènes reconnus Cavités - Carrières souterraines

nord
Source :
BDTopo®-IGN
Scan258-IGN
BRGM, Décembre 2007
DOTM 13, Janvier 2015



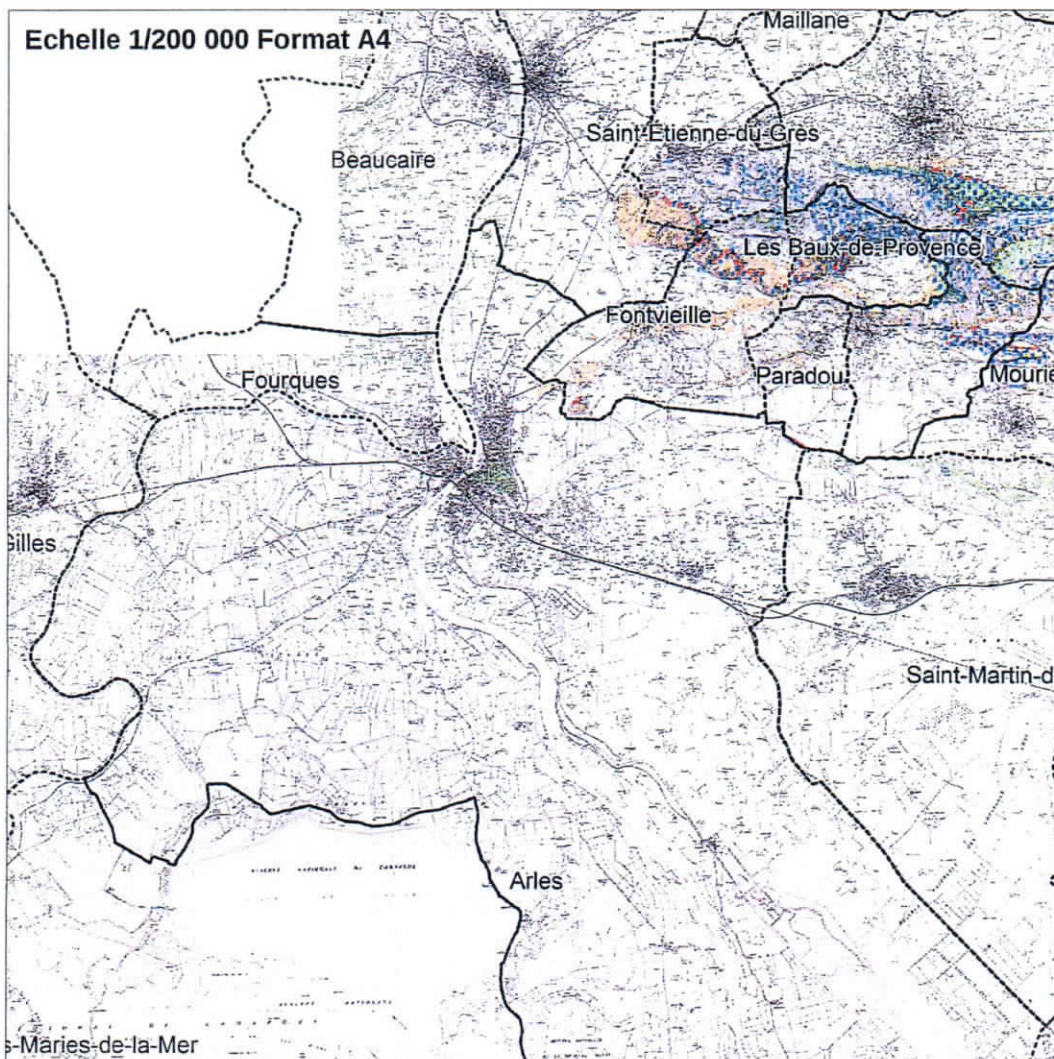


PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Commune d'Arles - Nord Susceptibilité Mouvements de terrain



Source :
BdTopo®-IGN
Scan25®-IGN
BRGM, Decembre 2007
DDTM 13, Janvier 2015



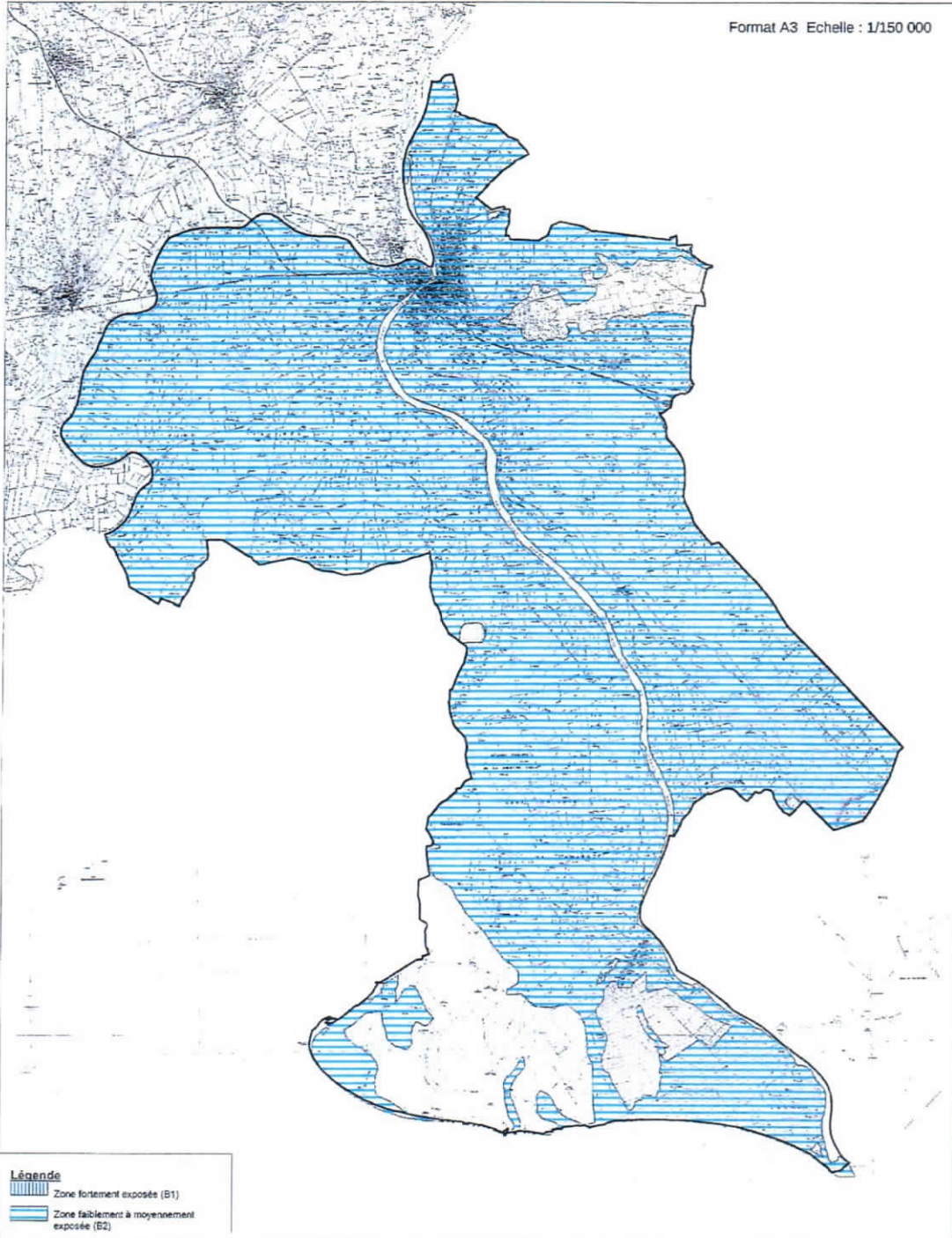
Susceptibilité mouvements de terrain

Echelle de validité 1/100 000

	Zone potentiellement exposée aux chutes de blocs		Zone potentiellement exposée aux coulées boueuses et charriages torrentiels
	Effondrement (Karst)		Glissement de terrain
	Effondrement (gypse)		Glissement et chutes de bloc éventuelles
	Effondrement (carrières)		

Commune d'Arles Retrait gonflement des argiles

Format A3 Echelle : 1/150 000



ANNEXE 2

MOUVEMENTS DE TERRAIN

Exemples de moyens techniques de protection contre les effondrements

Il convient de rappeler que ces exemples ne sont pas limitatifs des moyens à mettre en œuvre qui devront être définis par des études techniques spécifiques adaptées à chaque contexte.

AFFAISSEMENT / EFFONDREMENT

Étude portant sur la caractérisation de l'aléa, en particulier sur la mise en évidence de roches susceptibles de générer des cavités par dissolution et sur celle de cavités déjà formées. L'étude portera en particulier, en cas de mise en évidence de ce type de vides, sur leur géométrie et les traitements adaptés qui pourront être du type:

- comblement, remblaiement, injection de remplissage et de consolidation de la cavité,
- report de fondation,
- fondations monolithiques adaptées, renforcement des structures,
- collecte des eaux de ruissellement et autres ainsi que l'interdiction de leur rejet dans le sol et le sous-sol, etc. ...

ANNEXE 3

Principales dispositions générales permettant de résister au phénomène de tassement différentiel lié au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Si une étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site n'est pas réalisée, certaines dispositions peuvent être mises en œuvre afin d'éviter ou du moins limiter les effets du phénomène géologique concerné:

1/ en matière de fondations:

- * la profondeur minimum des fondations peut être fixée à 0,80 m dans les zones faiblement à moyennement exposées et 1,20 m dans les zones fortement exposées, sauf rencontre de sols durs non argileux à une profondeur inférieure,
- * sur terrain en pente et pour les constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité d'ancrage,
- * les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 (règles pour le calcul des fondations superficielles).

2/ en matière de conception et de réalisation des constructions:

- * toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la longueur de la construction,
- * les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme DTU 20-1 (règles de calcul et dispositions constructives minimales),
- * la réalisation d'un plancher sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est recommandée. A défaut, le dallage sur terre plein doit faire l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations,
- * la mise en place d'un dispositif d'isolation thermique le long des murs extérieurs en cas de source de chaleur en sous-sol.

De plus, afin de limiter les variations hydriques au droit des constructions, certaines précautions pourront être prises, il s'agit essentiellement :

- * du respect d'une distance minimale entre la construction projetée et toute nouvelle plantation d'arbres ou d'arbustes égale au moins à la hauteur à maturité de ces plantations (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et toute construction existante.
- * du raccordement des rejets d'eaux usées ou pluviales (eau de drainage, eau de vidange de piscine) au réseau collectif:
 - immédiatement lorsqu'il existe
 - dans un délai de 1 an à compter de la mise en service d'un nouveau réseau.

En cas d'absence ou d'insuffisance de ces réseaux, la zone d'épandage de l'assainissement autonome pour les eaux usées et/ou l'exutoire des rejets des eaux pluviales doivent être situés à une distance minimale de 15 mètres de toute construction. Si le respect de cette distance s'avérait impossible, il sera nécessaire de déterminer par une étude, confiée à un bureau compétent, les conditions d'épandage ou de rejets (stockage à la parcelle par exemple) afin que ceux-ci soient sans conséquence néfaste sur la construction projetée. En tout état de cause, le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière du système et à une vérification périodique de son bon fonctionnement,

* de la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples, ne pas bloquer la canalisation dans le gros œuvre, éviter les canalisations qui longent les bâtiments...),

* de la récupération des eaux de ruissellement et leur évacuation des abords de la construction par un dispositif d'évacuation type caniveau éloigné d'une distance minimale de 1,5 mètre,

* de la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur de 1,5 mètre, s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse), dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif d'évacuation par caniveau; il peut être dérogé à cette prescription en cas d'impossibilité matérielle (maison construite en limite de propriété, par exemple),

* du captage des écoulements épidermiques, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique à une distance minimale de 2 mètres de toute construction,

* pour les arbres existants situés à une distance inférieure à leur hauteur à maturité de l'emprise de la nouvelle construction et pour limiter l'action des végétaux sur les terrains sous-jacents des fondations de cette dernière, la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres entre l'arbre et la construction nouvelle ou la réalisation des fondations à une profondeur où les racines n'induisent plus de variation en eau.

*** de ne pas pomper pour usage domestique, entre les mois de mai et d'octobre, dans un puits qui serait situé à moins de 10 m de toute construction et où la profondeur du niveau de l'eau est inférieure à 10 mètres (par rapport au terrain naturel).**

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

ANNEXE 4

Illustration des principales dispositions de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Une période de sécheresse provoque le retrait qui peut aller jusqu'à la fissuration du sol. Le retour à une période humide se traduit alors par une pénétration d'autant plus brutale de l'eau dans le sol par l'intermédiaire des fissures ouvertes, ce qui entraîne des phénomènes de gonflement. Le bâtiment en surface est donc soumis à des mouvements différentiels alternés dont l'influence finit par amoindrir la résistance de la structure. Contrairement à un phénomène de tassement des sols de remblais, dont les effets diminuent avec le temps, les désordres liés au retrait-gonflement des sols argileux évoluent d'abord lentement puis s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

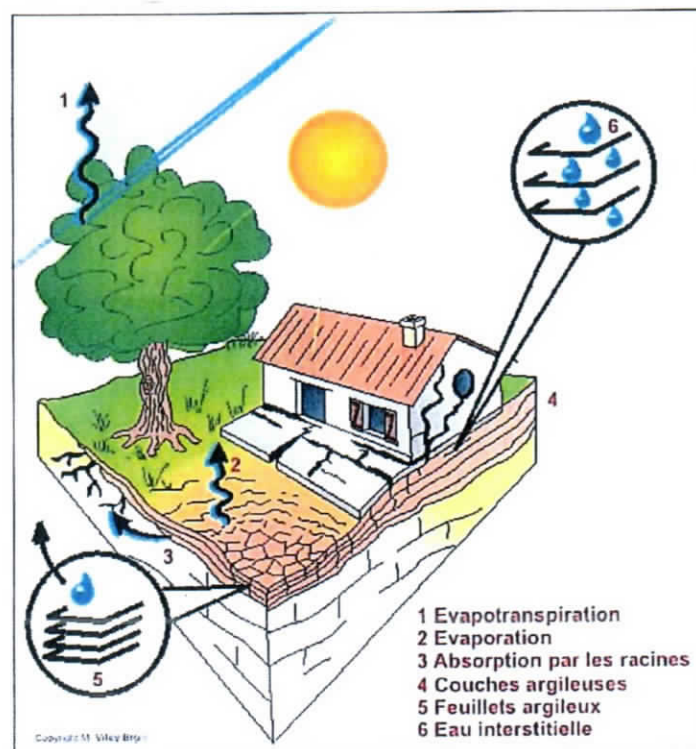
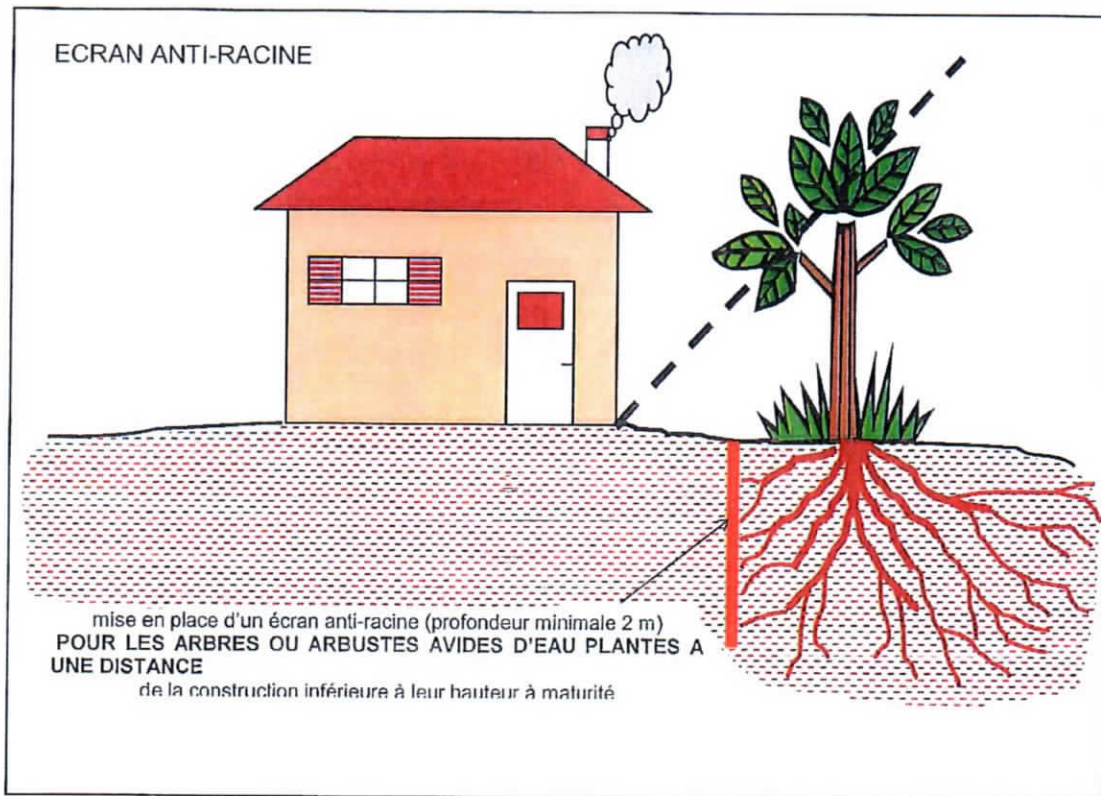
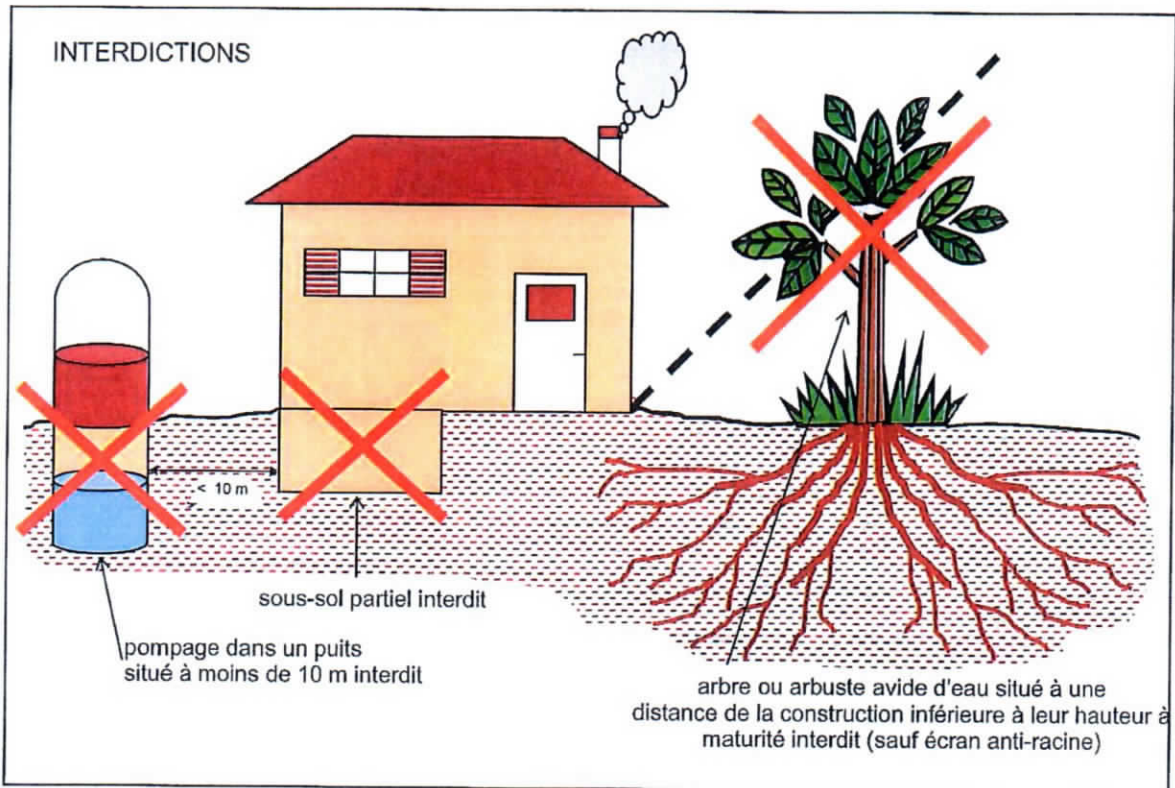
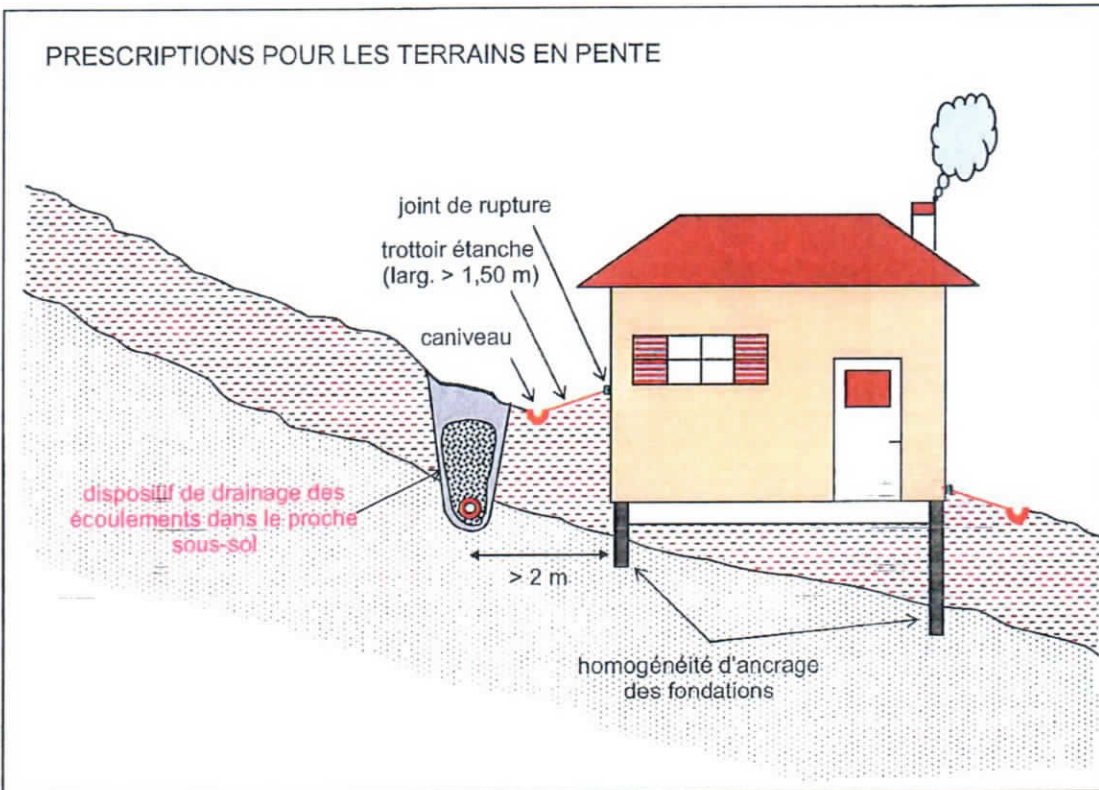
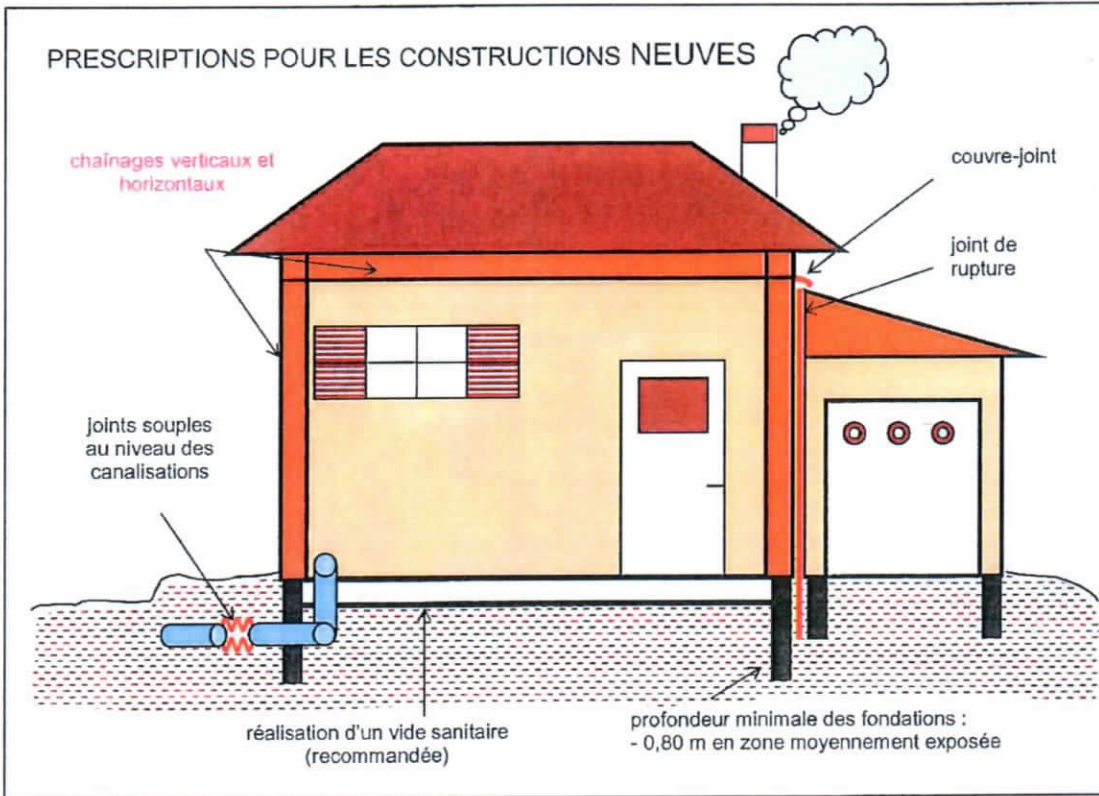


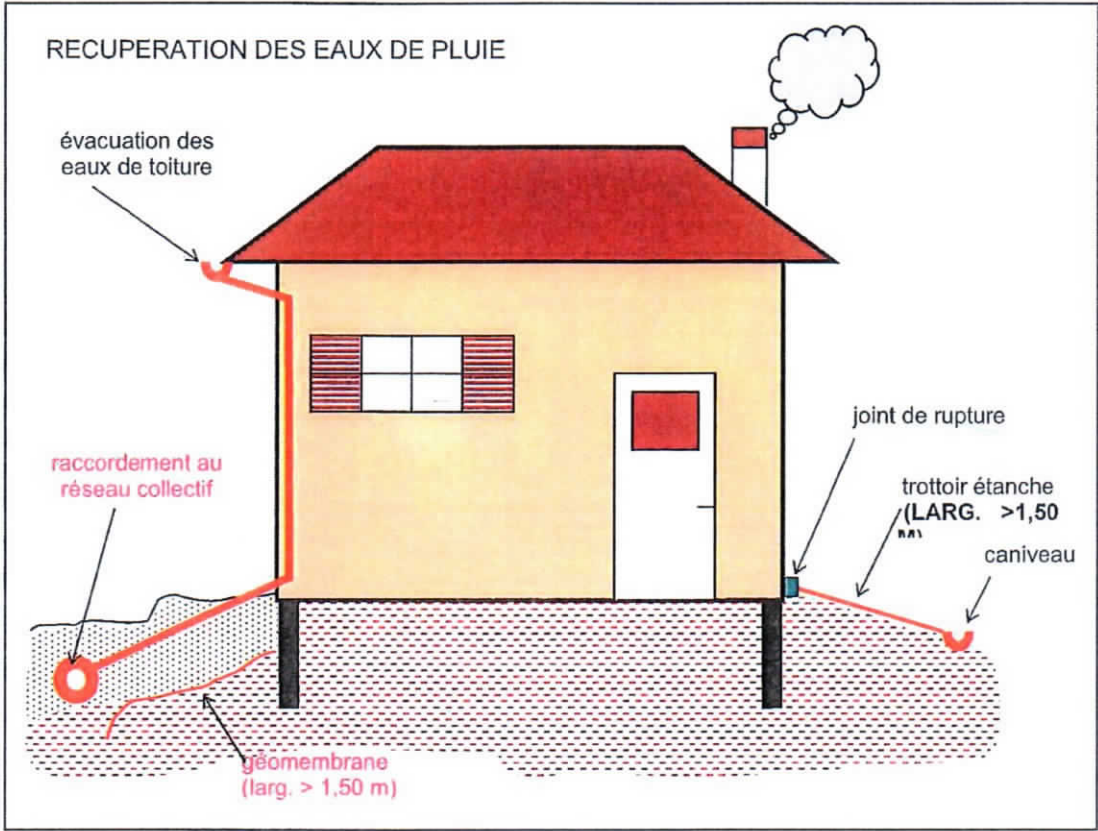
Illustration du mécanisme de dessiccation

Sous une maison, l'évaporation ne peut se produire qu'en périphérie. Il apparaît un gradient (variation d'intensité d'un phénomène par unité de distance entre deux points) entre le centre du bâtiment et les façades, et par suite des mouvements différentiels.

Contrairement aux phénomènes de tassement par consolidation, les effets ne s'atténuent pas avec le temps mais augmentent quand la structure perd de sa rigidité.







S/PREFECTURE D'ARLES
19 MARS 2017
ARRIVEE

