



# Cartographie des ardoisières du pourtour d'Angers : Appui technique aux actions du Porter à connaissance et identification des secteurs où l'évaluation des aléas est justifiée (49)

Rapport final

BRGM/RP-62687-FR

Septembre 2013



*Vue générale d'Angers. Gravure aquarellée par Houfnaglius, 1561.*

(Source : Collection iconographique J-L Kerouanton. Centre de ressources régionales, Nantes)



Direction  
Départementale  
des Territoires  
MAINE-ET-LOIRE



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



# Cartographie des ardoisières du pourtour d'Angers : Appui technique aux actions du Porter à connaissance et identification des secteurs où l'évaluation des aléas est justifiée (49)

Rapport final

**BRGM/RP-62687-FR**

Septembre 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2013 RIS2078

**PLAT E.**

**Vérificateur :**

Nom : VANOUDHEUSDEN E.

Date : signé le 27/09/2013

**Approbateur :**

Nom : CONIL P.

Date :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

**Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.**

**Mots clés** : ardoisière, cavité souterraine, aléa, porter à connaissance, Maine-et-Loire, Angers, Avrillé, Saint-Barthélémy-d'Anjou, Les Ponts de Cé, La Daguenière

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : Plat E. (2013) - Cartographie des ardoisières du pourtour d'Angers : Appui technique aux actions du Porter à connaissance et identification des secteurs où l'évaluation des aléas est justifiée (49). BRGM/RP-62687-FR, 45 p., 33 ill.

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

L'exploitation de gisements ardoisiers en Anjou a débuté au Moyen-Age. De nombreuses communes (Angers, Trélazé, Saint Barthélémy d'Anjou, etc.) ont fait l'objet de travaux d'extraction de ce matériau, dans des carrières soit à ciel ouvert, soit souterraines. Pour les travaux souterrains plusieurs méthodes ont pu être employées donnant ainsi des cavités plus ou moins volumineuses. La méthode d'exploitation "en remontant" ne laissant généralement des vides qu'en partie supérieure des chambres ; celle dite "en descendant" pouvait par contre engendrer des vides très conséquents. Par ailleurs les anciens travaux à ciel ouvert, plus ou moins bien remblayés, peuvent être le siège de phénomènes d'instabilité de type tassements et glissements.

Dans un but de prévention, la DDT49 et la DREAL ont souhaité disposer sur les communes du centre Angers-Trélazé (Angers, Trélazé, Saint Barthélémy d'Anjou, les Ponts de Cé, La Daguenière) d'une cartographie de l'emprise des anciens travaux liés aux exploitations ardoisières et notamment des travaux souterrains. Une première étude qui s'est déroulée entre août 2011 et décembre 2012 a consisté à localiser les ouvrages souterrains susceptibles de générer des désordres de surface, et les reporter sur un fond cartographique à une échelle adéquate permettant de se repérer au mieux par rapport aux différents bâtiments et parcelles et à fournir une cartographie réutilisable pour les différents projets d'aménagements envisagés.

Dans sa continuité, la présente étude avait pour objectif, d'une part, d'apporter un appui technique à la DDT49 aux actions de Porter à connaissance de l'étude « inventaire des ouvrages et cartographie informative pour les exploitations ardoisières des communes des pourtours d'Angers », et, d'autre part, d'identifier les secteurs où il serait justifié de faire une évaluation des aléas au regard des enjeux potentiellement exposés.

Pour cela, un croisement entre l'emprise des anciens travaux ardoisiers et les enjeux définis en collaboration avec la DDT49 a été réalisé. Les enjeux pris en compte sont les zones urbaines et à urbaniser des différents PLU (approuvés ou non) ainsi que deux terrains identifiés par Angers Loire Métropole. Les zones forestières ou agricoles des PLU n'ont pas du tout été étudiées dans le cadre de la présente étude. A noter que la majorité des PLU pris en compte sont en cours de refonte, qu'ils sont susceptibles d'évoluer et que, par ailleurs, les zones forestières ou agricoles pourraient, en cas de révision du PLU, changer d'affectation. Par ailleurs, la présente étude s'est focalisée sur le bassin de Trélazé (zone d'extraction principale). En effet, les autres secteurs sont principalement concernés :

- soit par de petites exploitations qui ont déjà été l'objet de préconisations dans le cadre de la précédente étude (Plat et Brument, 2012) et qui ne nécessitent pas, selon nous, de calcul d'aléa à proprement parlé ;
- soit par des anciennes petites carrières à ciel ouvert, comme dans le cas des Ponts-de-Cé, qui peuvent uniquement être à l'origine de tassements et dont la prise en compte ne nécessite pas non plus d'évaluation de l'aléa.

Les différents secteurs identifiés dans le cadre du croisement entre l'emprise des anciens travaux ardoisiers et les enjeux ont été plus spécifiquement étudiés au regard de la connaissance des travaux ardoisiers (tous les travaux ont été pris en compte : puits, chambres, galeries et fonds) et des études d'aléa disponibles. A noter que pour l'étude des enjeux potentiellement affectés, l'emprise des travaux a été élargie de 20 m puis 50 m pour tenir compte de la propagation éventuelle de mouvements en surface ainsi que de l'incertitude de positionnement des travaux. Bien entendu, ces valeurs seront affinées si une ré-évaluation des aléas est réalisée.

Afin d'identifier les secteurs où une évaluation de l'aléa est nécessaire, une attention particulière a été portée à regarder la pertinence des études d'aléa existantes sur les différents secteurs afin notamment de mettre en évidence des travaux ardoisiers qui n'auraient pas été pris en compte dans le cadre de ces études. Ainsi, aucun calcul d'aléa n'a été réalisé et il est probable que, dans le cadre d'une éventuelle réévaluation de l'aléa, les niveaux d'aléa identifiés par les précédentes études ainsi que l'emprise cartographique de l'aléa évoluent.

Il ressort de cette analyse que sur plusieurs secteurs (notamment les secteurs « de la Paperie », « de la Masse », « de Grand'Maison » et « de Monthibert »), des ouvrages susceptibles de générer des désordres en surface (puits, chambres en descendant, etc.) n'ont pas été pris en compte dans les précédentes études d'aléa. Il conviendrait donc d'y actualiser la cartographie de l'aléa.

Toutefois, une analyse plus globale du bassin ardoisier de Trélazé pourrait être également envisagée dans la mesure où elle permettrait d'avoir une donnée actualisée et homogène de l'aléa sur l'ensemble du secteur à partir de la connaissance disponible (plus aucun travaux ardoisiers n'ayant lieu sur le secteur). Ainsi, en cas de révision du PLU avec des modifications envisagées sur des secteurs actuellement non urbanisés ou urbanisables, les zonages d'aléa seraient disponibles et pourraient être pris en compte sans qu'il soit nécessaire de réaliser une nouvelle étude.

## Sommaire

<b>1. Contexte et objectif .....</b>	<b>9</b>
1.1. CONTEXTE.....	9
1.2. OBJECTIF .....	9
<b>2. Participation à l'animation de réunions dans le cadre du Porter à connaissance .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Identification des secteurs où l'évaluation des aléas est justifiée .....</b>	<b>13</b>
3.1. DONNEES PRISES EN COMPTE.....	13
3.1.1. Cartographie des anciens travaux ardoisiers.....	13
3.1.2. Enjeux.....	14
3.1.3. Cartographie des aléas .....	16
3.2. CROISEMENT DE L'EMPRISE DES TRAVAUX ET DES ENJEUX ETUDIES	24
3.3. ANALYSE PAR SECTEURS .....	28
3.3.1. Zones urbaines .....	29
3.3.2. Zones à urbaniser – Champ Robert .....	39
3.3.3. Terrain à étudier spécifiquement .....	42
3.3.4. Récapitulatif .....	45
3.4. PROPOSITIONS .....	45
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>47</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>49</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 – Emprise des travaux inventoriés dans le cadre de l'étude Plat et Brument (2012).....	14
Illustration 2 – Zonage simplifié du PLU utilisé dans le cadre de la présente étude combinant le PLU approuvé de La Daguenière et le PLU non encore approuvé à ce jour des autres communes .....	15
Illustration 3 – Terrains à étudier spécifiquement dont l'emprise (en rouge) a été fournie par la DDT49 .....	16
Illustration 4 – Extension des études d' « aléa » prise en compte .....	17
Illustration 5 – Cartographie de l'aléa réalisé par le CETE (1994) et légende de cette carte .....	19
Illustration 6 - Cartographie de l'aléa réalisé par l'INERIS (2001) et légende de cette carte .....	21
Illustration 7 – Cartographie de l'aléa réalisé par Antea (2008) à partir de la carte du CETE et légende de cette carte .....	23
Illustration 8 – Emprise générale des travaux (élargie de 20 m), bâti et routes superposés aux zonages du PLU.....	25
Illustration 9 - Résultats du croisement des zonages des PLU avec les travaux élargis de 20 m – zoom sur le bassin de Trélazé.....	26
Illustration 10 – Superficie concernée en fonction des zonages des PLU sur zones de travaux élargies de 20 m .....	26
Illustration 11 - Résultats du croisement des zonages des PLU avec les travaux élargis de 50 m – zoom sur le bassin de Trélazé.....	27
Illustration 12 - Superficie concernée en fonction des zonages des PLU sur zones de travaux élargies de 50 m .....	27
Illustration 13 – Localisation des grands secteurs étudiés dans le cadre de la présente étude.....	28
Illustration 14 – Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau de Villechien.....	29
Illustration 15 - Localisation du site dit urbanisé de Villechien par rapport à la cartographie du CETE .....	30
Illustration 16 - Localisation du site dit urbanisé de Villechien par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers.....	30
Illustration 17 - Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau des Fresnais .....	31
Illustration 18 - Localisation du secteur « Paperie » par rapport aux cartographies disponibles.....	32
Illustration 19 - Localisation du secteur « Paperie » par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers .....	32
Illustration 20 – Zoom sur des puits non pris en compte sur la cartographie de l'INERIS car non connus lors de la réalisation de la carte d'aléa .....	33

Illustration 21 - Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau de la Masse .....	34
Illustration 22 - Localisation du secteur de « la Masse » par rapport aux cartographies disponibles (a : sur la cartographie de l'INERIS, b : sur celle du CETE) .....	35
Illustration 23 - Localisation du secteur « de la Masse » par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers .....	36
Illustration 24 - Zoom sur des chambres non pris en compte .....	36
Illustration 25 - Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau des travaux de Grand'Maison et Monthibert .....	37
Illustration 26 - Localisation du secteur « de Grand'Maison et Monthibert » par rapport aux cartographies disponibles .....	38
Illustration 27 - Localisation du secteur « de Grand'Maison et Monthibert » par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers .....	38
Illustration 28 – Exemple de puits non pris en compte sur la cartographie du CETE (seule disponible dans le secteur) dans le secteur de Grand'Maison .....	39
Illustration 29 – Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau des travaux Champ Robert .....	40
Illustration 30 - Localisation du secteur à urbaniser par rapport à la cartographie d'INERIS .....	41
Illustration 31 - Positionnement du terrain à urbaniser (PLU non approuvé) par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers .....	41
Illustration 32 – Localisation de la parcelle AZ85 par rapport à la cartographie d'ANTEA .....	42
Illustration 33 – Positionnement de la parcelle AZ85 par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers .....	43
Illustration 34 - Localisation de la parcelle AI55 par rapport à la cartographie d'INERIS .....	44
Illustration 35 - Positionnement de la parcelle AI55 par rapport aux anciens travaux ardoisiers .....	44
Illustration 36 - Synthèse de l'analyse réalisée dans les paragraphes précédents .....	45



# 1. Contexte et objectif

## 1.1. CONTEXTE

L'exploitation de gisements ardoisiers en Anjou a débuté au Moyen-Age. De nombreuses communes (Angers, Trélazé, Saint Barthélémy d'Anjou, etc.) ont fait l'objet de travaux d'extraction de ce matériau, dans des carrières à ciel ouvert ou souterraines.

Pour les travaux souterrains plusieurs méthodes ont pu être employées donnant ainsi des cavités plus ou moins volumineuses. La méthode d'exploitation "en remontant" ne laissant généralement des vides qu'en partie supérieure des chambres ; celle dite "en descendant" pouvait par contre engendrer des vides très conséquents. Par ailleurs les anciens travaux à ciel ouvert, plus ou moins bien remblayés, et les parcelles de stockage des déblais résultant de l'extraction, peuvent être le siège de phénomènes d'instabilité de type tassements et glissements. Il y a donc, lié aux anciennes exploitations ardoisières, un ensemble d'aléas potentiels.

Dans un but de prévention, la DDT49 et la DREAL ont souhaité disposer sur les communes du centre Angers-Trélazé (Angers, Trélazé, Saint Barthélémy d'Anjou, les Ponts de Cé, La Daguenière) d'une cartographie de l'emprise des anciens travaux liés aux exploitations ardoisières et notamment des travaux souterrains. Une première étude qui s'est déroulée entre aout 2011 et décembre 2012 a consisté à localiser les ouvrages souterrains susceptibles de générer des désordres de surface, les reporter sur un fond cartographique à une échelle adéquate permettant de se repérer au mieux par rapport aux différents bâtiments et parcelles et à fournir une cartographie réutilisable pour les différents projets d'aménagements envisagés.

## 1.2. OBJECTIF

La présente étude vise, d'une part, à apporter un appui technique à la DDT49 aux actions de Porter à connaissance de l'étude « inventaire des ouvrages et cartographie informative pour les exploitations ardoisières des communes des pourtours d'Angers », et, d'autre part, à identifier les secteurs où il serait justifié de faire une évaluation des aléas au regard des enjeux potentiellement exposés, de la connaissance des anciens travaux liés à l'exploitation de l'ardoise et des études d'aléa existantes.



## **2. Participation à l'animation de réunions dans le cadre du Porter à connaissance**

L'inventaire des travaux ardoisiers sur l'agglomération, réalisé par le BRGM en 2012, a été communiqué, sous la forme de réunions de présentation, aux services de l'Etat (03/12/2012), à l'exploitant actuel (01/03/2013), aux personnes ayant fourni des informations (25/03/2013) et aux services des collectivités (22/04/2013).



## **3. Identification des secteurs où l'évaluation des aléas est justifiée**

### **3.1. DONNEES PRISES EN COMPTE**

Pour cette analyse, les données prises en compte sont :

- la cartographie des anciens travaux ardoisiers sur le pourtour d'Angers réalisée lors de la précédente étude (cf. contexte) ;
- les enjeux potentiellement exposés ;
- les études d'aléa existantes.

#### **3.1.1. Cartographie des anciens travaux ardoisiers**

Les anciens travaux ardoisiers pris en considération sont ceux inventoriés dans le cadre de l'étude Plat et Brument (2012) sur les communes du pourtour d'Angers, à savoir : Angers, Avrillé, Saint-Barthélémy-d'Anjou, Les Ponts de Cé, La Daguenière (Illustration 1). Les objets inventoriés, constitués en une base de données, sont de plusieurs types :

- les travaux à ciel ouverts (nommés « fond ») ;
- les puits débouchant au jour et les puits souterrains (souvent dénommés « bures ») ;
- les chambres exploitées en descendant ou en remontant ;
- les galeries et plans inclinés.

Outre le fait de mettre à disposition une information numérique, cette étude a permis, compte tenu de la méthodologie mise en œuvre (à travers notamment l'historique détaillé des exploitations), de compléter les cartographies disponibles jusqu'à présent en ajoutant notamment des puits et des informations relatives aux chambres.

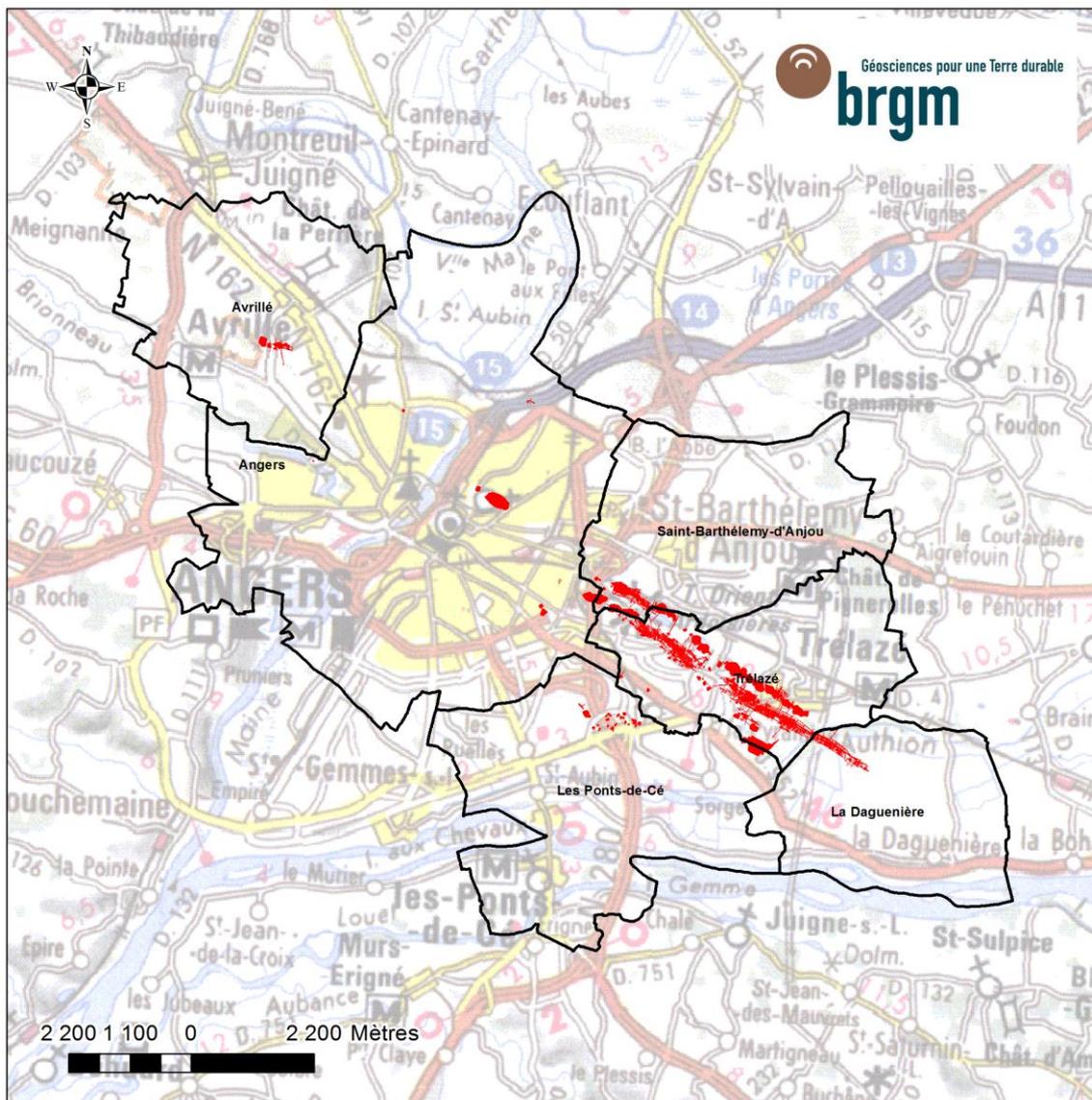


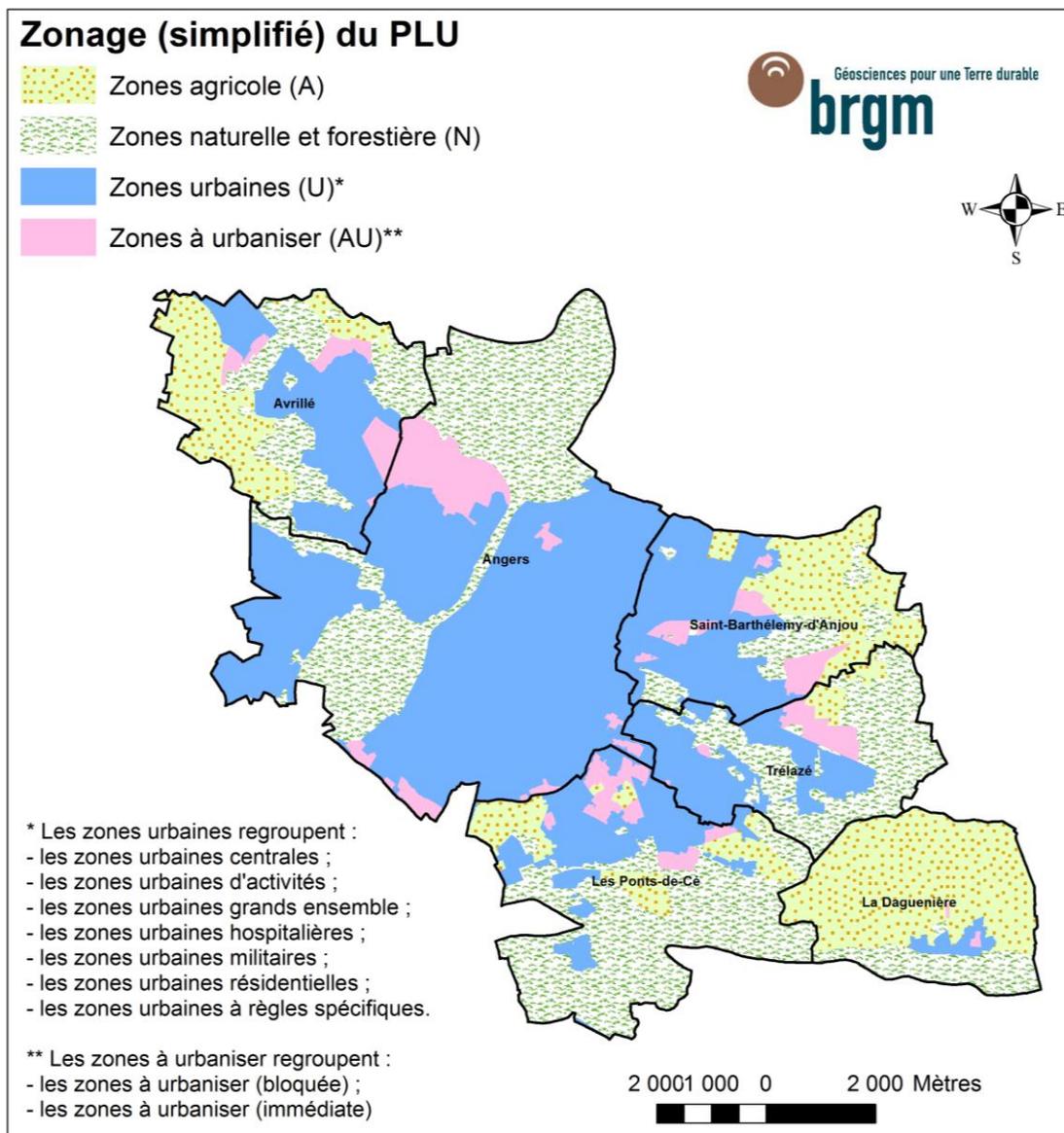
Illustration 1 – Emprise des travaux inventoriés dans le cadre de l'étude Plat et Brument (2012)

### 3.1.2. Enjeux

Les enjeux potentiellement exposés sont appréhendés à partir des PLU des différentes communes. En effet, en concertation avec la DDT49, il a semblé pertinent de s'intéresser en priorité aux zones à urbaniser et aux zones urbanisées des PLU.

Pour les communes d'Avrillé, Angers, Saint-Barthélemy, Trélazé et les Ponts-de-Cé, la DDT49 a mis à disposition un PLU en cours d'élaboration, non approuvé à ce jour. D'après la DDT49, ce PLU est donc susceptible d'évoluer à la marge mais il semble peu probable que le zonage soit fondamentalement modifié. Pour la commune de La

Daguenière, c'est le PLU approuvé, disponible sur SIGLOIRE qui a été utilisé. L'illustration suivante présente la compilation des différents zonages utilisés dans le cadre de la présente étude.



*Illustration 2 – Zonage simplifié du PLU utilisé dans le cadre de la présente étude combinant le PLU approuvé de La Daguenière et le PLU non encore approuvé à ce jour des autres communes*

Ces données de PLU ont été complétées par la BDTOP0 de l'IGN (couches bâti et route), des orthophotographies mais également par deux secteurs que la DDT49 nous a proposé d'étudier spécifiquement suite à une demande d'Angers Loire Métropole (Illustration 3).



Illustration 3 – Terrains à étudier spécifiquement dont l'emprise (en rouge) a été fournie par la DDT49

### 3.1.3. Cartographie des aléas

Sur le bassin de Trélazé, différentes études d'aléa ont d'ores et déjà été réalisées :

- la cartographie des aléas du site ardoisier de Trélazé et Saint Barthélemy par le CETE d'Angers (étude de 1991/1992 actualisée en 1994) ;
- l'évaluation et l'actualisation des aléas géotechniques du site ardoisier de Trélazé dans son ensemble compte tenu des travaux miniers effectués depuis 2001 (étude ANTEA de 2008 réalisée à la demande d'Angers Loire Métropole) ;

- la cartographie des aléas géotechniques d'une partie du site ardoisier pour l'élaboration d'un dossier de demande d'abandon (étude réalisée par l'INERIS à la demande des ardoisières d'Angers, 2001).

Ces trois cartes ont été numérisées puis géoréférencées. Leur extension par rapport à l'emprise des travaux est présentée sur l'illustration 4. Les illustrations 5 à 7 présentent les trois cartes respectivement élaborées par le CETE (1994), Antea (2008) et l'INERIS (2001).

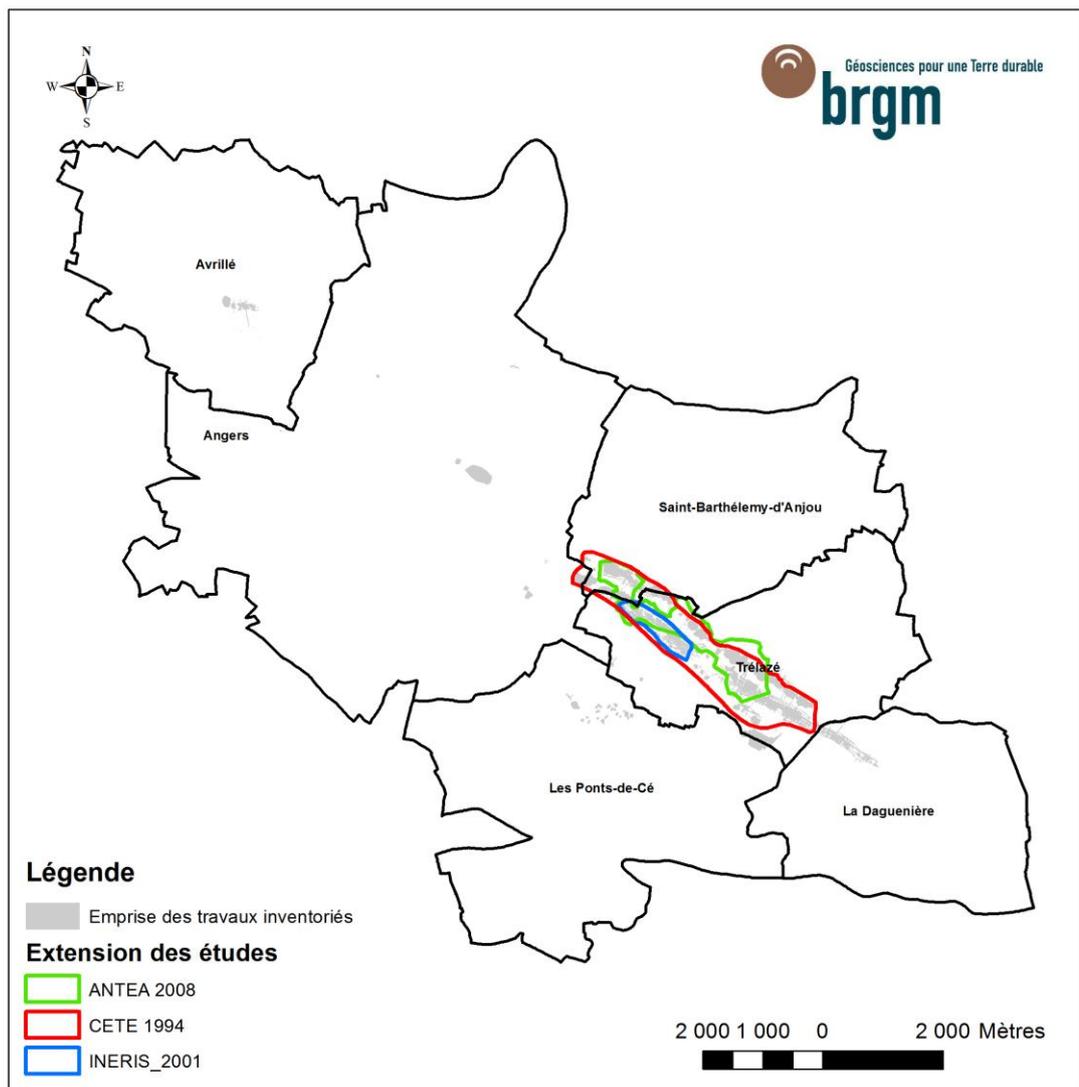


Illustration 4 – Extension des études d' « aléa » prise en compte

### **Cartographie du CETE (1994)**

Dans le cadre de la révision du Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) des communes de Saint-Barthélémy et de Trélazé, le CETE a réalisé en 1991 une reconnaissance sur le site ardoisier afin d'établir une évaluation des aléas pouvant exister, consécutifs aux différentes exploitations ardoisières passées et/ou actuelles, et de les traduire sous forme cartographique. La méthodologie mise en œuvre est sommairement décrite dans le rapport 12.91.49.23. Pour appréhender le problème de la cartographie des aléas, une première tâche a consisté à évaluer la trace des différentes veines en plan, à partir des documents de la société des ardoisières d'Angers. A partir des projections orthogonales en plan et compte tenu des pendages déduits des coupes d'exploitation, et de la structure géologique, la trace des veines a été reportée. Sur la base des accidents survenus sur le site ardoisier (notamment la Poueze), jugés peu nombreux par le CETE à la date de la réalisation de l'étude en 1991, deux types d'évènements ont été considérés (affaissement—tassements et effondrements). Ensuite, pour l'évaluation de l'aléa, les facteurs suivants ont été considérés par le CETE :

- « l'éventualité de la présence des vides résiduels importants compte tenu du mode d'exploitation ;
- dans le cas de vides résiduels importants, la profondeur à laquelle ils se trouvent et de leur position par rapport aux autres travaux (il a été considéré qu'un puits isolé, loin de vieux travaux, ne présentait pas de danger) ;
- la géométrie des veines. »

Pour le CETE et compte tenu des éléments considérés mis à disposition par les Ardoisières d'Angers, « sur le site de Trélazé, les exploitations ont été réalisées par la méthode en montant, avec des vides résiduels de l'ordre de quelques mètres (3-4 au maximum). Dans le secteur de Grand Maison, l'extraction se faisait par la méthode montante par bancs de 6 m, ce qui implique des vides résiduels de 5-6 m. »<sup>1</sup>

Le rapport 12.91.49.23 présente notamment une description des travaux considérés selon les différents niveaux d'aléa.

Cette cartographie a été actualisée en 1994 pour prendre en compte les compléments d'informations fournies par la Société des Ardoisières d'Angers (et des travaux de sécurisation du site) (Zumbo, 1994). Quelques difficultés/incertitudes pour la réalisation de cette actualisation ont été relevées par le CETE :

- « le manque d'éléments sur la pathologie des accidents dans ce secteur de la société des Ardoisières ;
- la qualité de la mise à jour repose pour l'essentiel sur la qualité des informations fournies par la Société des Ardoisières d'Angers ;
- l'existence de lacunes dans les archives concernant notamment l'inventaire de tous les vieux fonds qui peut être incomplet. »

---

<sup>1</sup> L'inventaire des travaux réalisés en 2012 (Plat et Brument, 2012) montre que cette affirmation concernant Grand'Maison n'est pas vérifiée mais qu'elle résulte d'un défaut de connaissance dans ce secteur.

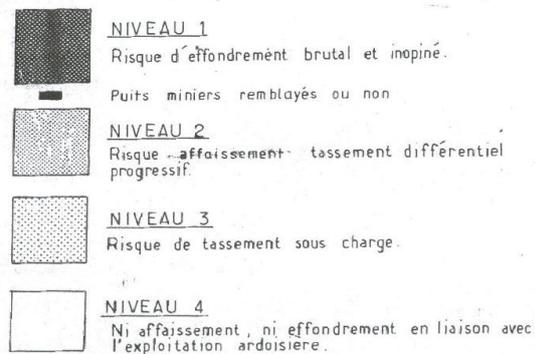
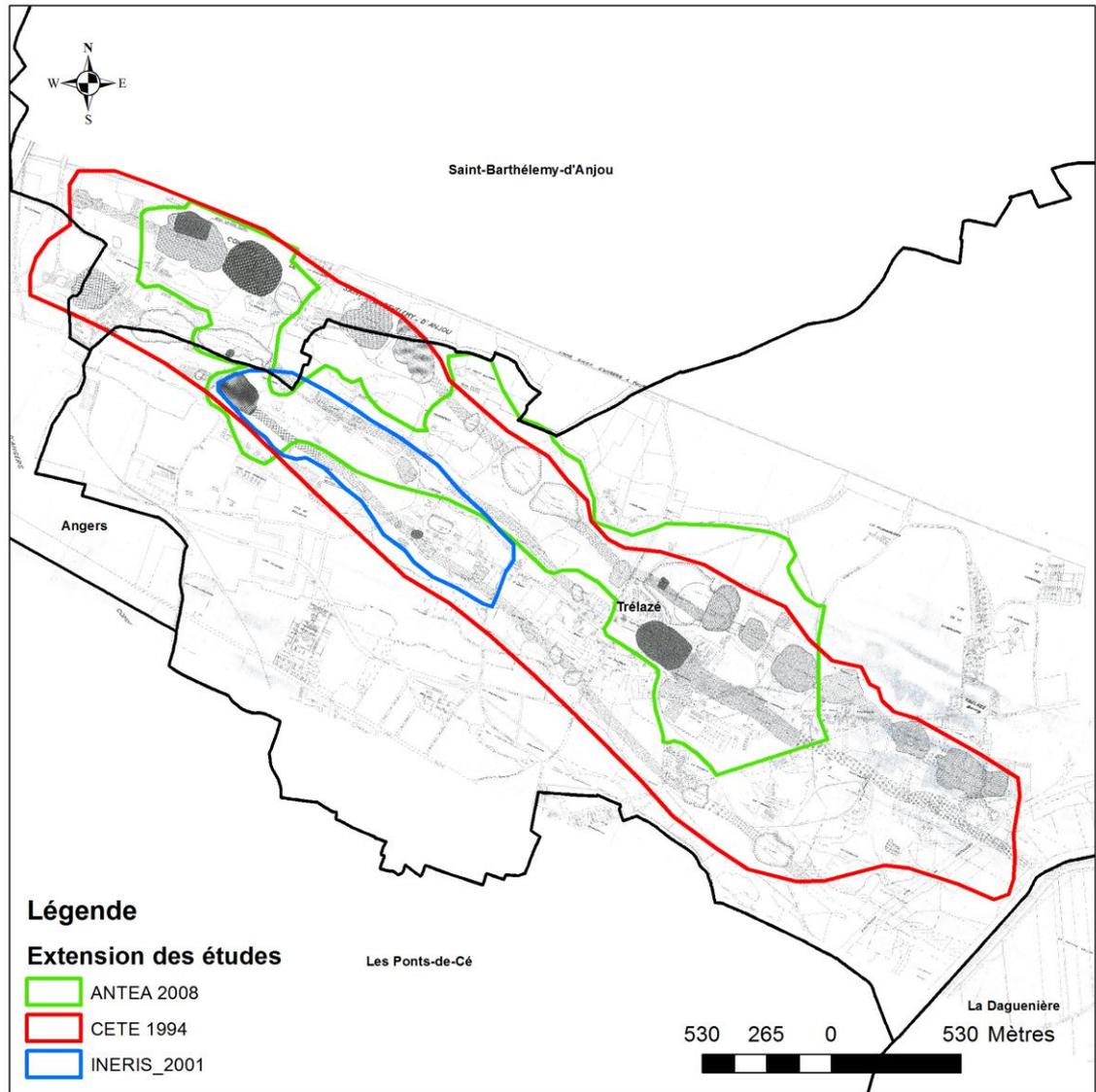


Illustration 5 – Cartographie de l'aléa réalisé par le CETE (1994) et légende de cette carte

### ***Cartographie de l'Ineris (2001)***

En 2001, la Société des Ardoisières d'Angers a chargé l'Ineris d'analyser les aléas géotechniques d'une partie du site ardoisier pour l'élaboration d'un dossier de demande d'abandon du site des Fresnais. Le secteur d'étude concernait uniquement les veines sud et extrême sud. Un extrait du rapport d'étude (INERIS DRS-02-29081/R01) a pu être consulté car fourni en annexe du rapport d'Antea (cf. paragraphe suivant).

Une importante recherche bibliographique sur les accidents a été réalisée par Ineris conduisant à l'élaboration de tableaux de typologie des principaux scénarii accidentels dans les ardoisières et à une description fine des mécanismes de rupture symptomatiques des ardoisières. Ensuite, des « configurations types » d'exploitation conduisant à différents modes de rupture symptomatiques ont été identifiées pour l'exploitation des Fresnais sud.

La comparaison sur le secteur des Fresnais Sud de la carte d'aléa obtenue par Ineris avec celle du CETE montre que le zonage de l'INERIS est beaucoup plus précis compte tenu de la connaissance des travaux, et en particulier au niveau des chambres exploitées en descendant et au niveau des puits (qui n'ont pas été conservés dans la cartographie du CETE, cf. paragraphe précédent).

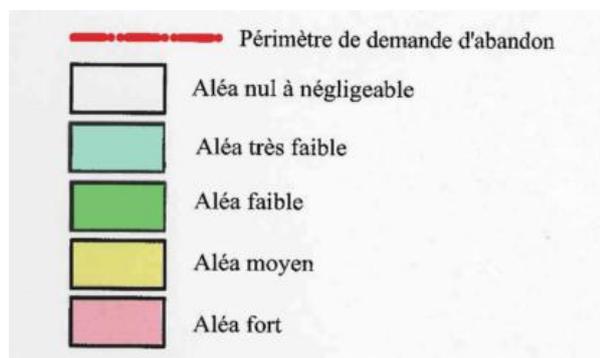
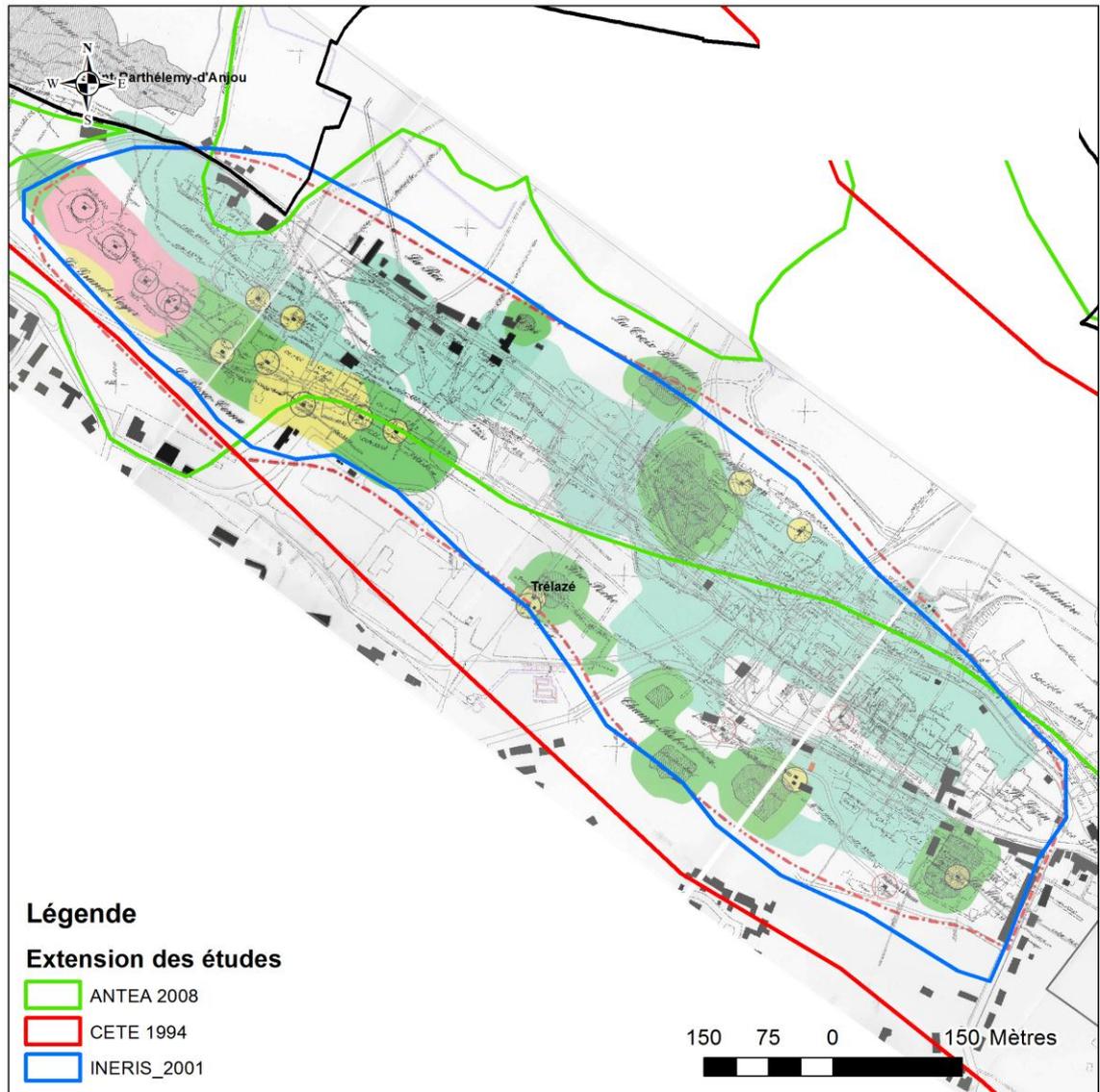


Illustration 6 - Cartographie de l'aléa réalisé par l'INERIS (2001) et légende de cette carte

### **Cartographie d'Antea (2008)**

Angers Loire Métropole (ALM) a acquis en 2002 une partie des terrains situés sur les anciennes ardoisières à Trélazé. La mission d'Antea a consisté à évaluer et actualiser les aléas géotechniques du site ardoisier de Trélazé dans son ensemble, compte tenu des travaux effectués depuis 2001. Il s'agissait par ailleurs d'étudier la faisabilité de différents projets d'aménagements envisagés par ALM afin de valoriser cette friche industrielle.

Pour l'élaboration de sa carte, la méthodologie employée par ANTEA fut la suivante :

- « lecture et analyse de tous les documents remis par Angers Loire Métropole et les Ardoisières d'Angers + enquête documentaire sur internet ;
- report de ces observations acquises sur site sur la carte des risques éditée par le CETE d'Angers en 1994 ;
- comparaison entre les données récentes et celles de 1994 à l'aide de la carte obtenue ci-avant et des plans et coupes des veines nord, sud et extrême sud ;
- analyse détaillée et classification des vieux fonds et des puits répertoriés sur la base de tableaux proposés par l'étude de l'Ineris (cf. pages 21 et 22 de l'annexe A du rapport Antea) ;
- création d'une maquette géotechnique des aléas à partir des éléments ci-avant ;
- mise au net de la maquette à l'aide des logiciels Microstation 8 et AutoCad LT2000. »

Il est important de remarquer que le zonage considéré reprend quasiment systématiquement les emprises du zonage du CETE et ce, même dans la zone traitée par l'INERIS, plus précise. Ainsi, comme pour la cartographie du CETE, plusieurs puits et chambres en descendant notamment n'ont pas été considérés.

### **Première conclusion sur les cartes d'aléa existantes**

Il apparaît à première vue que, à l'exception peut-être du secteur des Fresnais sud traité par l'INERIS dans le cadre du dossier d'abandon des Fresnais, les cartes d'aléa disponibles sur l'ensemble du site de Trélazé sont incomplètes au regard de la méthodologie mise en œuvre (non prise en compte des puits isolés notamment) et des nouvelles connaissances acquises dans le cadre de l'étude de Plat et Brument (2012). Pour exemple, le secteur de Grand Maison, exploité par la société des Ardoisières d'Anjou, n'a pas été réellement traité dans les précédentes cartographies car les plans de ces ardoisières figuraient très sommairement sur la cartographie des ardoisières d'Angers utilisée par le CETE puis repris par ANTEA pour l'élaboration de leur carte d'aléa.

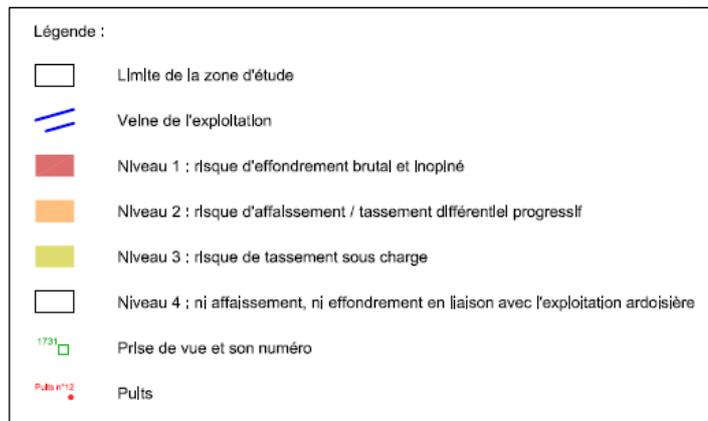
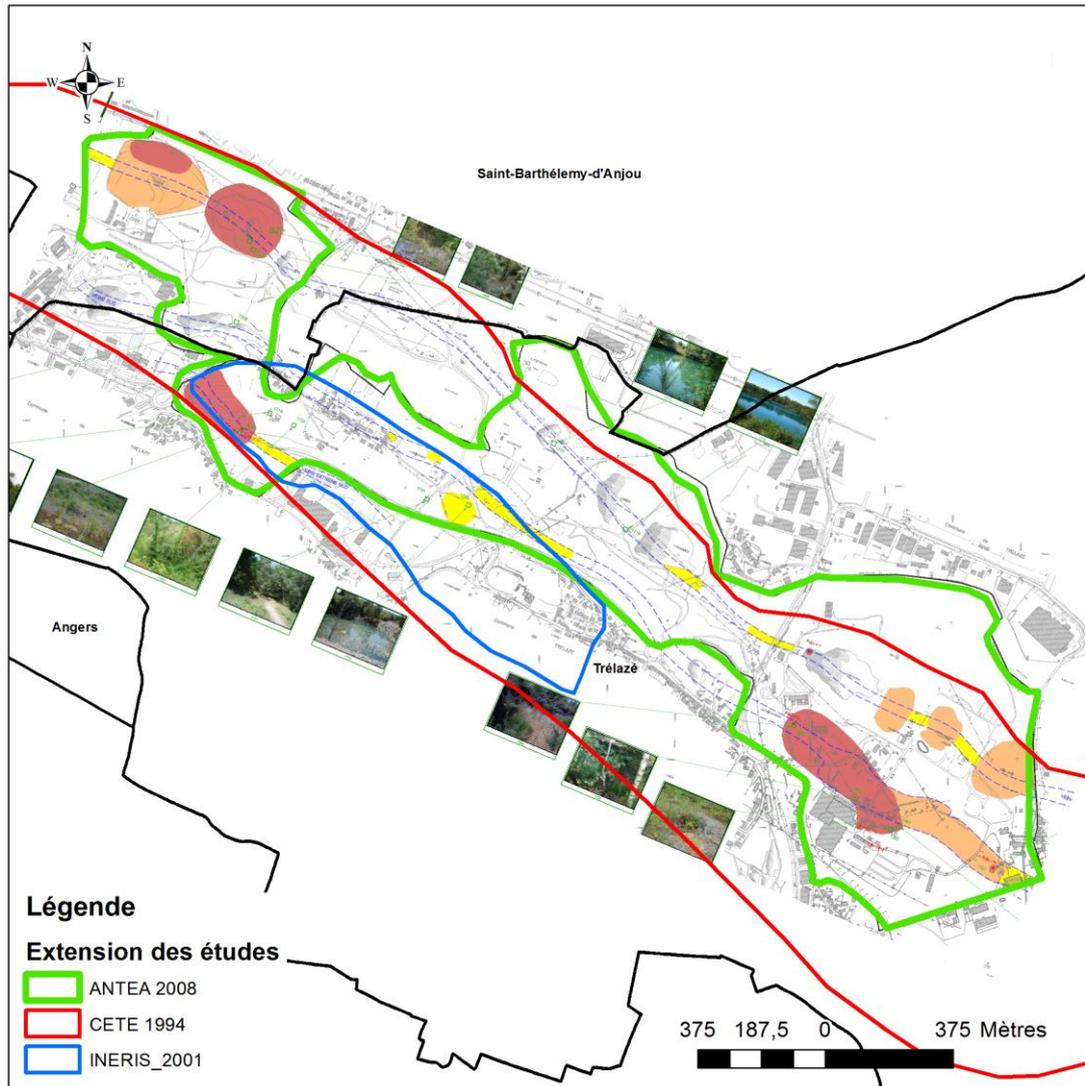


Illustration 7 – Cartographie de l'aléa réalisé par Antea (2008) à partir de la carte du CETE et légende de cette carte

### **3.2. CROISEMENT DE L'EMPRISE DES TRAVAUX ET DES ENJEUX ETUDIÉS**

Afin de déterminer les secteurs où l'évaluation des aléas paraîtrait justifiée, une première étape a consisté à réaliser un croisement entre l'emprise des travaux ardoisiers inventoriés (paragraphe 3.1.1) et les enjeux exposés (paragraphe 3.1.2).

**Considérant que l'ensemble des anciens travaux (fonds, puits, chambres et galeries) sont susceptibles de générer un ou plusieurs aléas (effondrements, glissements, affaissement, tassements), l'ensemble de ces travaux ont, dans une première approche, été pris en compte.**

Par ailleurs, dans le cadre de la présente étude, **nous nous sommes focalisés sur l'exploitation principale dans le bassin de Trélazé. En effet, les autres zones exploitées en souterrain ont fait l'objet de préconisations spécifiques dans le cadre de l'étude de Plat et Brument (2012). De plus, au niveau des Ponts de Cé, plusieurs petits fonds à ciel ouvert ont été exploités au niveau des Rivettes (Petites Perrières) et de Belle Poule. Ces petites exploitations à ciel ouvert ne sont pas localisées avec grande précision et sont susceptibles d'engendrer un aléa tassement faible uniquement. Il ne semble donc pas nécessaire de réaliser une qualification de l'aléa sur ces secteurs.**

Ensuite, une zone tampon a été créée autour des travaux afin de prendre en compte à la fois les incertitudes de positionnement des travaux et une éventuelle influence latérale des mouvements (propagation des mouvements au-delà des limites des travaux). Etant donné la diversité des objets étudiés et des mouvements qu'ils sont susceptibles d'engendrer, il n'est pas possible d'estimer précisément, sans analyse fine, la valeur de la largeur à considérer. Dans le cadre de la présente étude, dans une première approche, deux valeurs de cette zone tampon ont été considérées, égales à 20 m et 50 m. Cela permet, pour chacune de ces valeurs de connaître les superficies concernées.

Ces zones tampons ont ensuite été croisées avec les zonages des PLU (Illustration 8).

L'Illustration 8 présente la superposition de l'emprise générale des travaux au niveau du bassin de Trélazé, du bâti existant (BDTOPO) et du réseau routier (BDTOPO) sur les zonages des PLU pour la zone d'exploitation principale (bassin de Trélazé).

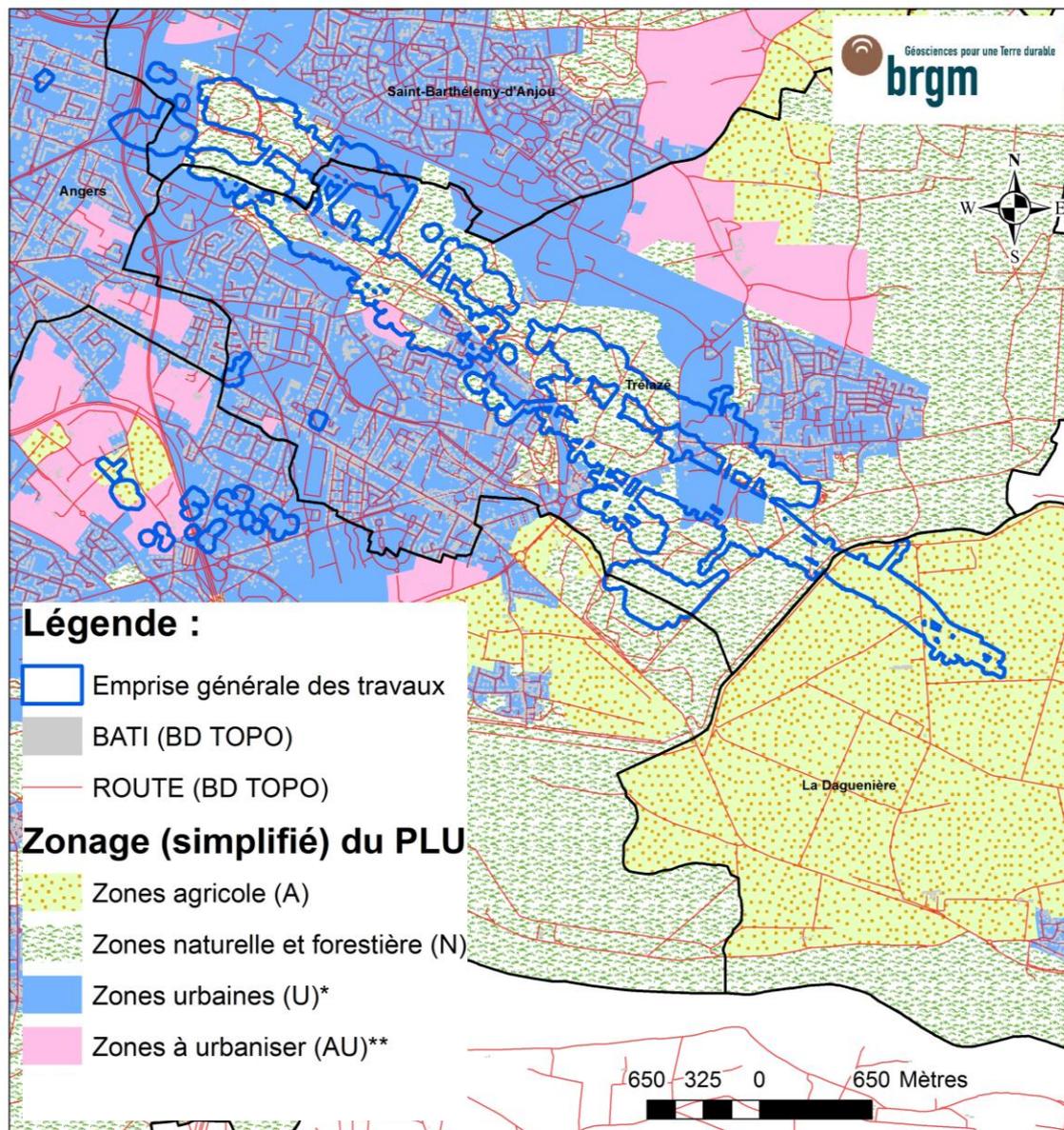


Illustration 8 – Emprise générale des travaux (élargie de 20 m), bâti et routes superposés aux zonages du PLU (\* et \*\* : cf. Illustration 2)

A noter que quelques bâtiments de la BDTPO sont localisés sur les zones naturelles et forestières mais ceux-ci sont vraisemblablement d'anciens bâtiments liés à l'exploitation de l'ardoise, non utilisés actuellement.

Les illustrations 9 et 11 présentent les résultats du croisement sur ce secteur du PLU avec les travaux élargis de respectivement 20 et 50 m. Par ailleurs, les illustrations 10 et 12 présentent les superficies concernées pour les communes d'Angers, Trélazé, Saint-Barthélemy-d'Anjou.

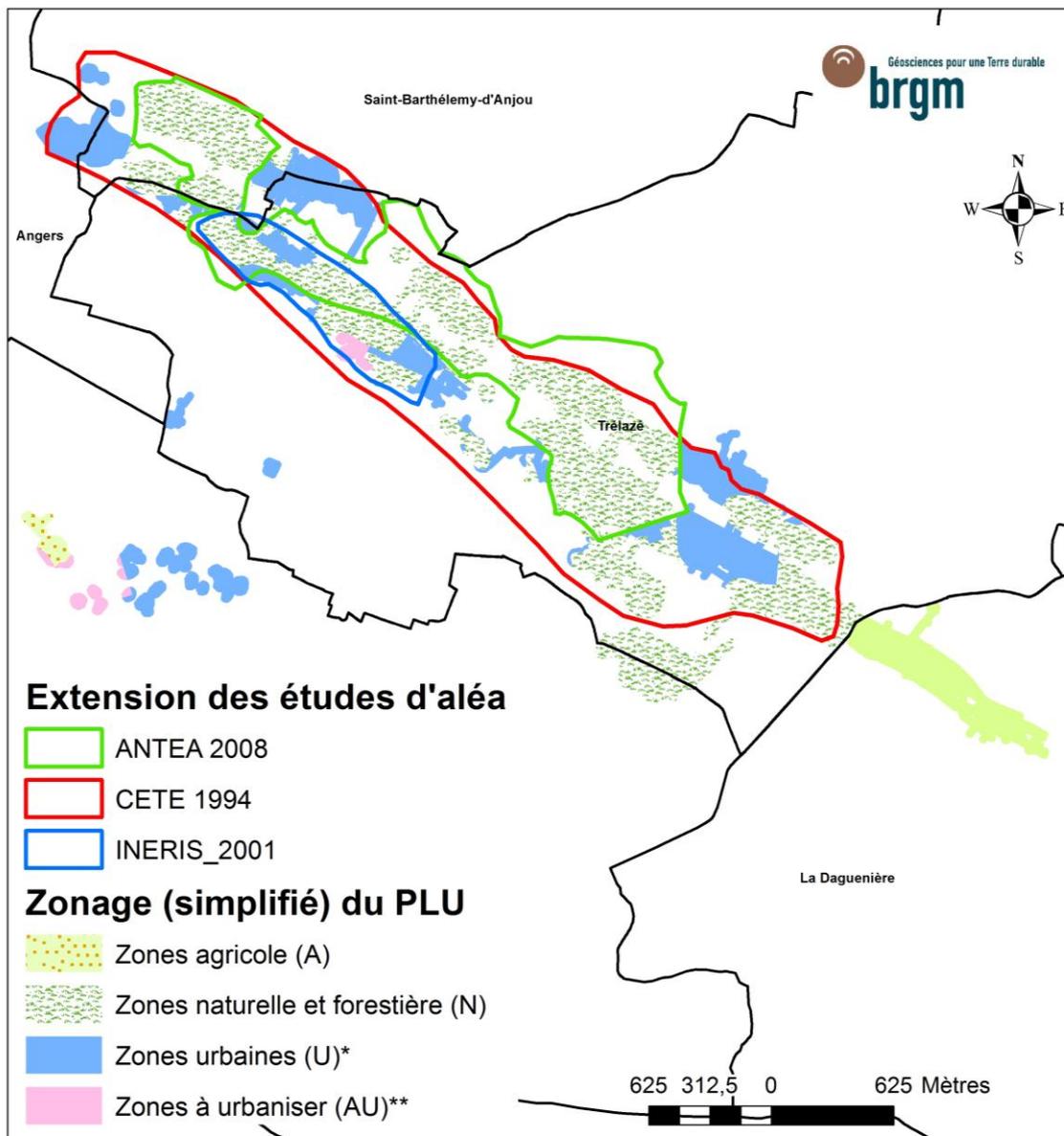


Illustration 9 - Résultats du croisement des zonages des PLU avec les travaux élargis de 20 m – zoom sur le bassin de Trélazé (\* et \*\*: cf. Illustration 2)

Zonage PLU	Superficie (ha)	Pourcentage
Zone naturelle et forestière	183,10	72,5%
Zone à urbaniser (bloquée)	2,14	0,8%
Zones urbaines	67,46	26,7%
Total	252,70	100,0%

Illustration 10 – Superficie concernée en fonction des zonages des PLU sur zones de travaux élargies de 20 m

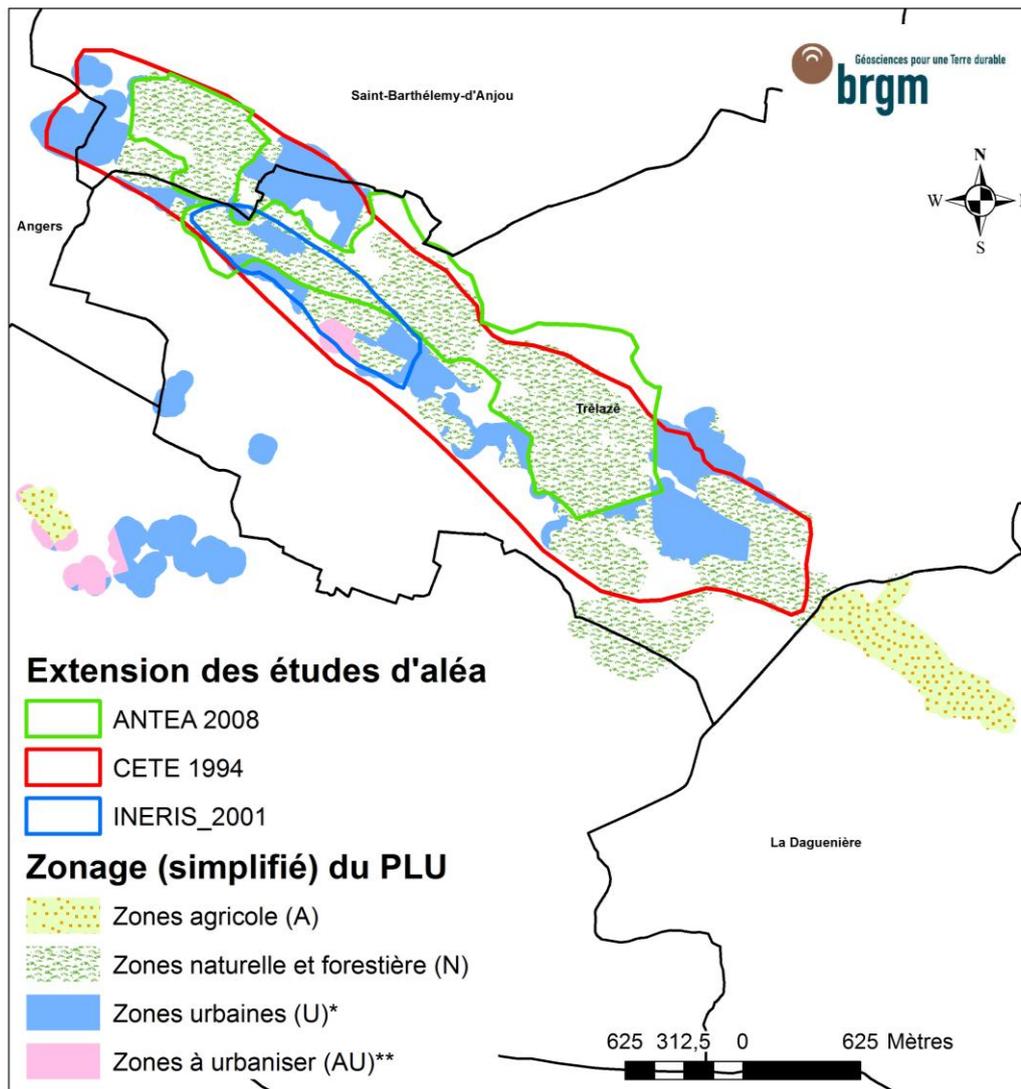


Illustration 11 - Résultats du croisement des zonages des PLU avec les travaux élargis de 50 m – zoom sur le bassin de Trélazé (\* et \*\* : cf. Illustration 2)

Zonage PLU	Surface (ha)	Pourcentage
Zone naturelle et forestière	246,88	70,8%
Zone à urbaniser (bloquée)	3,37	1,0%
Zones urbaines	98,24	28,2%
Total	348,49	100,0%

Illustration 12 - Superficie concernée en fonction des zonages des PLU sur zones de travaux élargies de 50 m

Les zones urbaines et à urbaniser représentent ainsi environ un quart à près d'un tiers des zones concernées par les anciens travaux (élargies de 20 ou 50 m).

### 3.3. ANALYSE PAR SECTEURS

Chaque secteur à enjeu (zones urbaines, à urbaniser ou terrains AZ85 et AI55) a été analysé. Afin d'identifier les secteurs où une évaluation de l'aléa est nécessaire, une attention particulière a été portée à **regarder la pertinence des études d'aléa préexistantes sur les différents secteurs afin notamment de mettre en évidence des travaux ardoisiers qui n'auraient pas été pris en compte dans le cadre de ces études**. Ainsi, aucun calcul d'aléa n'était prévu et n'a été réalisé dans le cadre de la présente évaluation préliminaire. **Il est probable que, dans le cadre d'une éventuelle réévaluation de l'aléa, les niveaux d'aléa identifiés par les précédentes études ainsi que l'emprise cartographique des aléas évoluent.**

Pour chacun des secteurs, sont présentés une carte de l'emprise de la zone à enjeu croisée avec l'extension des anciens travaux (élargie de 20 m), une carte de cette emprise sur les cartes d'aléa disponibles et une carte avec les caractéristiques des anciens travaux ardoisiers.

Les zones étudiées ont été regroupées en grands secteurs (auquel on a donné le nom d'une des exploitations pour faciliter la lecture. Ceux-ci figurent sur l'illustration 13. L'analyse a d'abord porté sur les zones urbaines (figurant en bleu) qui ont été présentées d'ouest en est, puis, sur la zone à urbaniser (représentée en rose), et enfin, sur les terrains identifiés par Angers Loire Métropole (AI55 et AZ85).

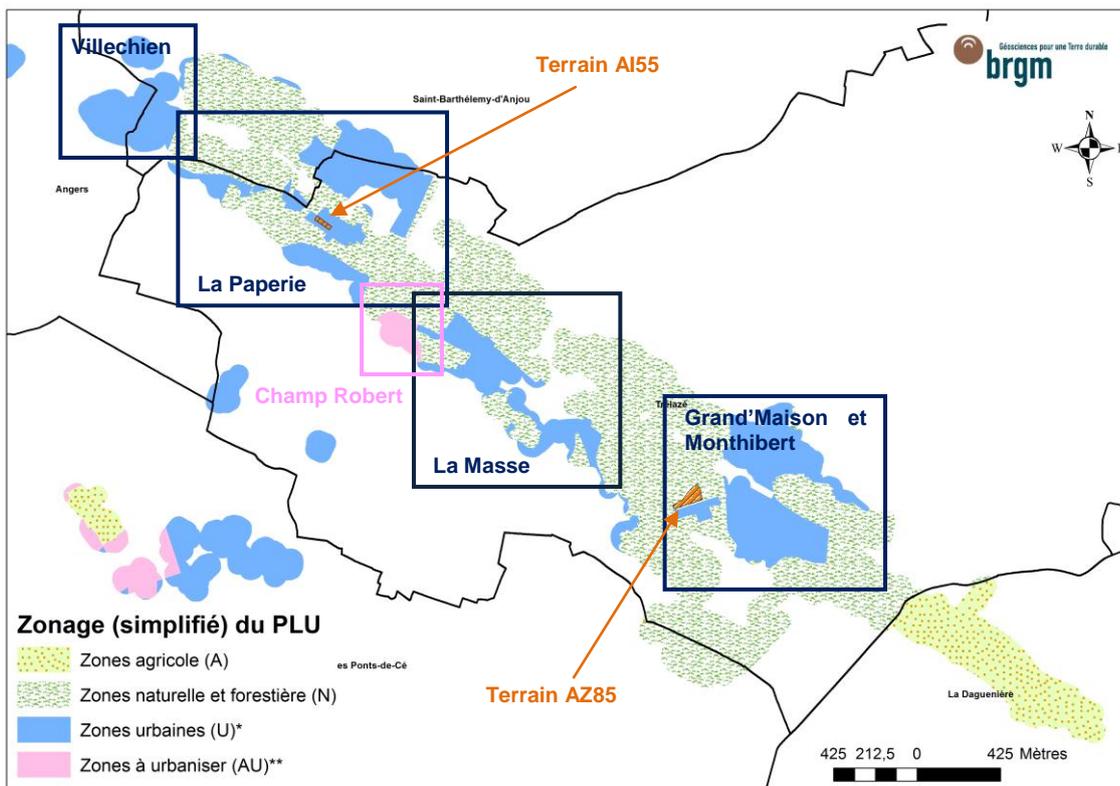


Illustration 13 – Localisation des grands secteurs étudiés dans le cadre de la présente étude

### 3.3.1. Zones urbaines

#### Villechien

La première zone est située dans le secteur de Villechien, à l'extrémité ouest du bassin de Trélazé. Seule la cartographie du CETE concerne cette zone et classe cette zone en niveau 2 ou 3 (risque affaissement : tassements différentiels progressifs ou risque de tassement sous charge, cf. paragraphe 3.1.3). Les fonds, chambres et puits présents dans ce secteur sont, d'après les éléments retrouvés (Plat et Brument, 2012), tous comblés. Ainsi, ces travaux ne devraient pas être de nature à générer d'importants désordres en surface dans ce secteur et il n'apparaît pas indispensable de réaliser d'étude d'aléa. Toutefois, seule une étude plus précise permettrait de s'assurer du comblement total de ces cavités.

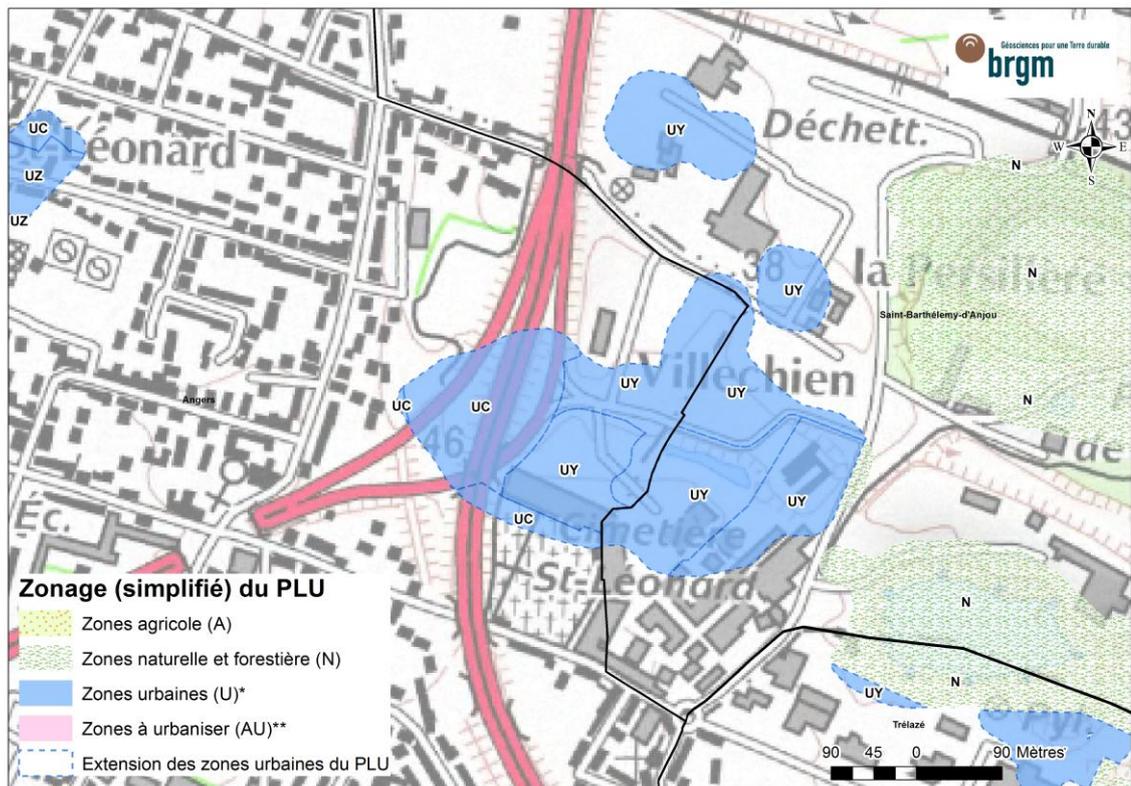


Illustration 14 – Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau de Villechien



Illustration 15 - Localisation du site dit urbanisé de Villechien par rapport à la cartographie du CETE



Illustration 16 - Localisation du site dit urbanisé de Villechien par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers

## La Paperie

La deuxième zone est située à l'est de la Paperie au niveau de la Gravelle et du Lapin (veine nord) et au sud de la Paperie (cadre rouge de l'illustration 17).

Pour le secteur le plus étendu, en veine nord, la carte du CETE, seule carte disponible, mentionne un aléa de niveau 2 (risque affaissement : tassements différentiels progressifs). Ce secteur présente outre un ancien fond remblayé, d'anciens travaux souterrains partiellement remblayés à environ 190 m de profondeur, ainsi que l'ancienne descenderie des Fresnais. Peu de renseignements ont été collectés concernant l'état de remblaiement de la descenderie dans le cadre de la précédente étude mais les travaux prévus dans le cadre de la fermeture des Fresnais consistaient au comblement des 40 premiers mètres de la descenderie. Il est possible que cette descenderie génère un aléa non négligeable qui serait à étudier.

Pour les autres secteurs, en veine sud et extrême sud, ils sont situés en grande partie sur l'emprise de la cartographie de l'Ineris (à l'exception de la partie la plus à l'ouest localisée sur la carte du CETE). Nous avons visualisé au moins un puits de recherche non pris en compte sur la carte de l'INERIS (Illustration 20) et une chambre en descendant non remblayée non prise en compte sur la cartographie du CETE. Ces petits secteurs nécessiteraient d'être reconsidérés.

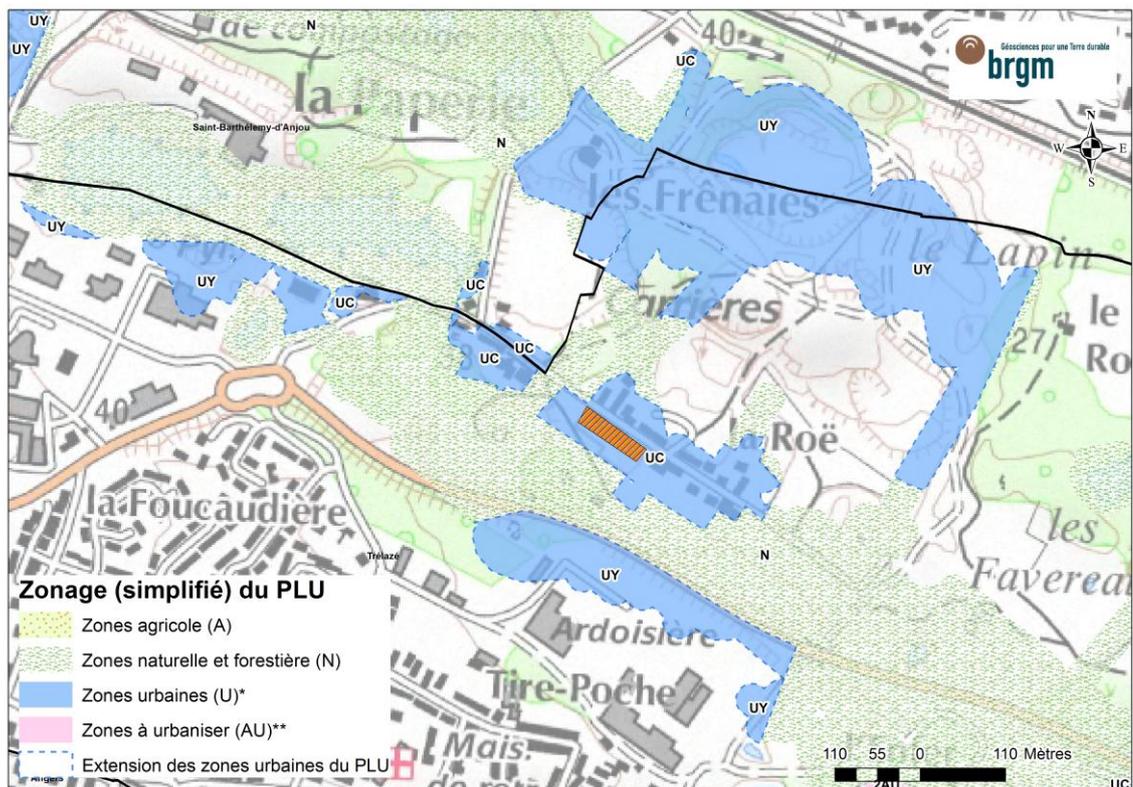


Illustration 17 - Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau des Fresnais

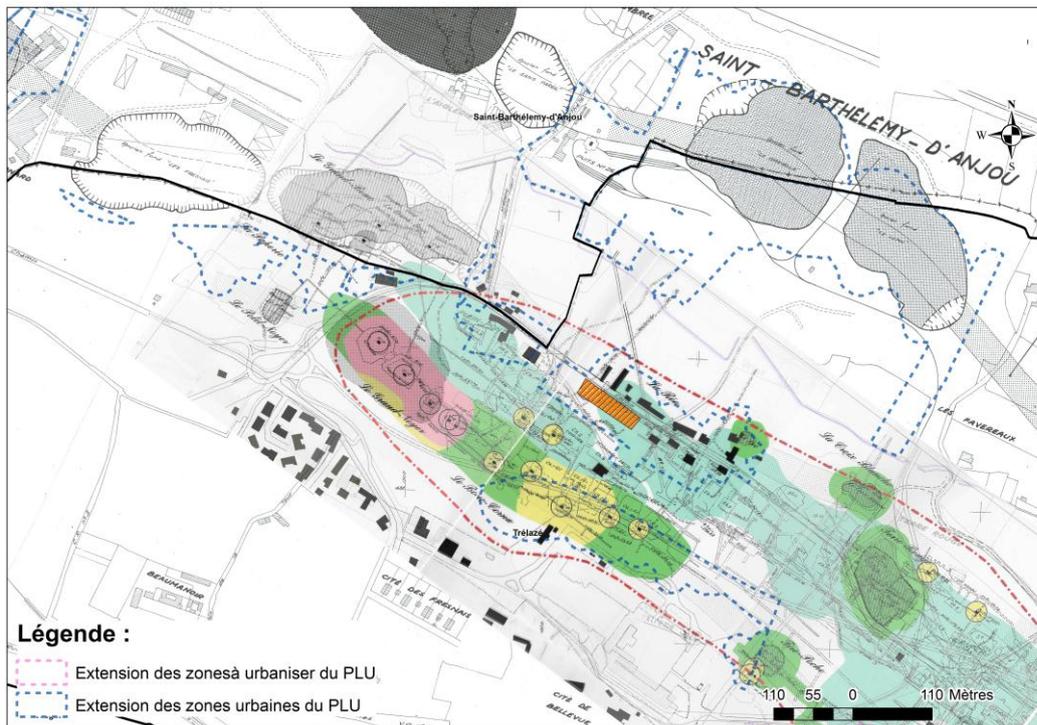


Illustration 18 - Localisation du secteur « Papierie » par rapport aux cartographies disponibles

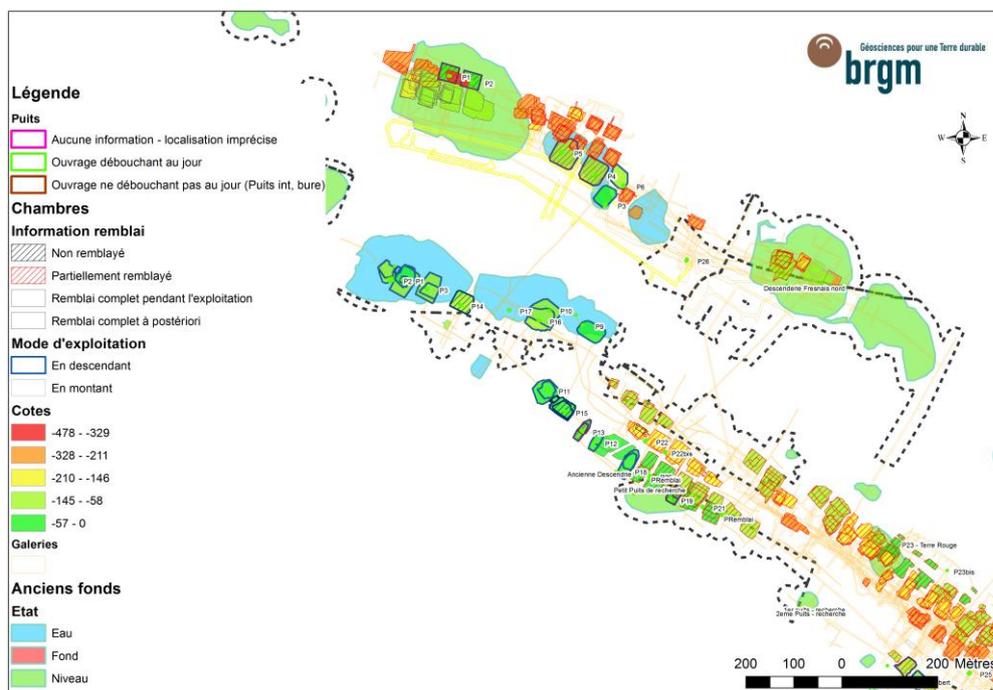


Illustration 19 - Localisation du secteur « Papierie » par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers

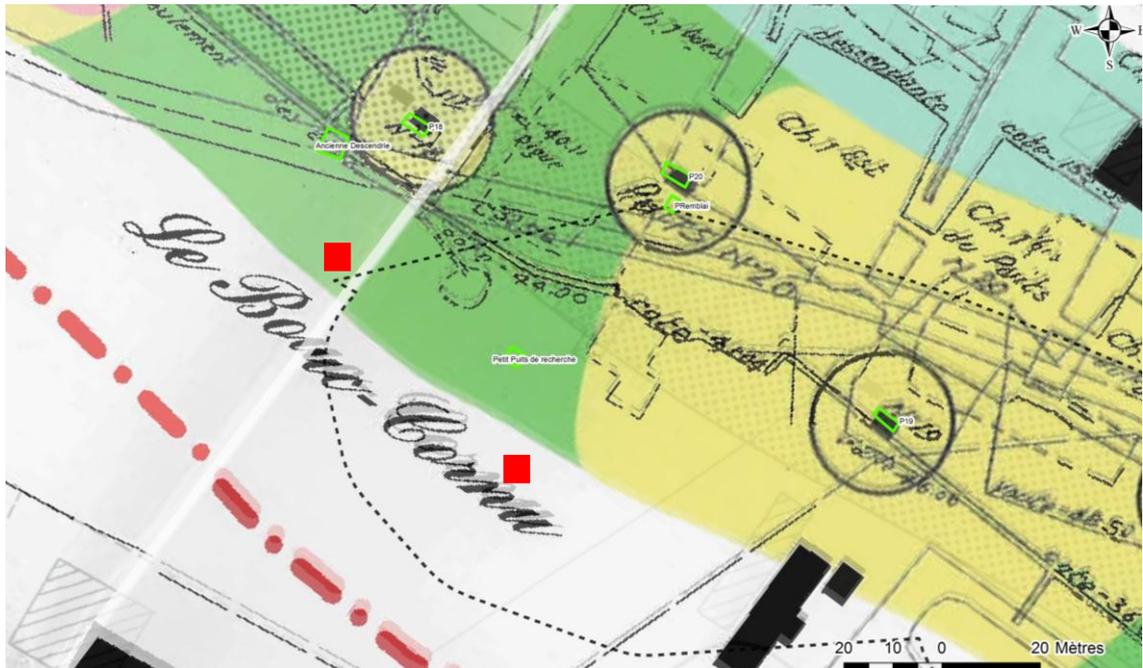


Illustration 20. Zoom sur des puits non pris en compte sur la cartographie de l'INERIS car non la réalisation de la carte d'aléa

■ Puits non pris en compte

### La Masse

Sur ce secteur situé au niveau de la Masse (Illustration 21), de nombreux cas de figure semblent représentés. La majorité de la zone est sur l'emprise de la cartographie de l'INERIS mais pas exclusivement. A minima une ancienne chambre exploitée par la méthode montante et peu profonde, se trouve sur ce secteur et n'a pas été prise en compte par la cartographie du CETE. Ainsi, il conviendrait de redéfinir les niveaux d'aléa sur ce secteur.

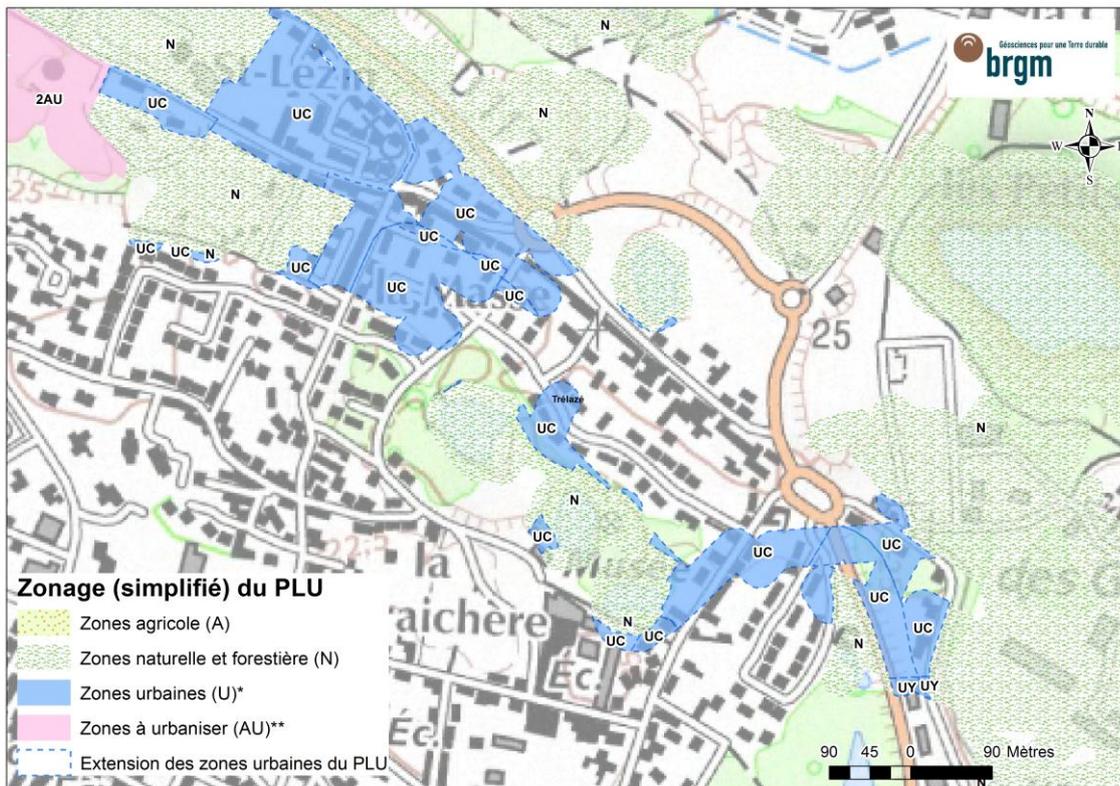


Illustration 21 - Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau de la Masse

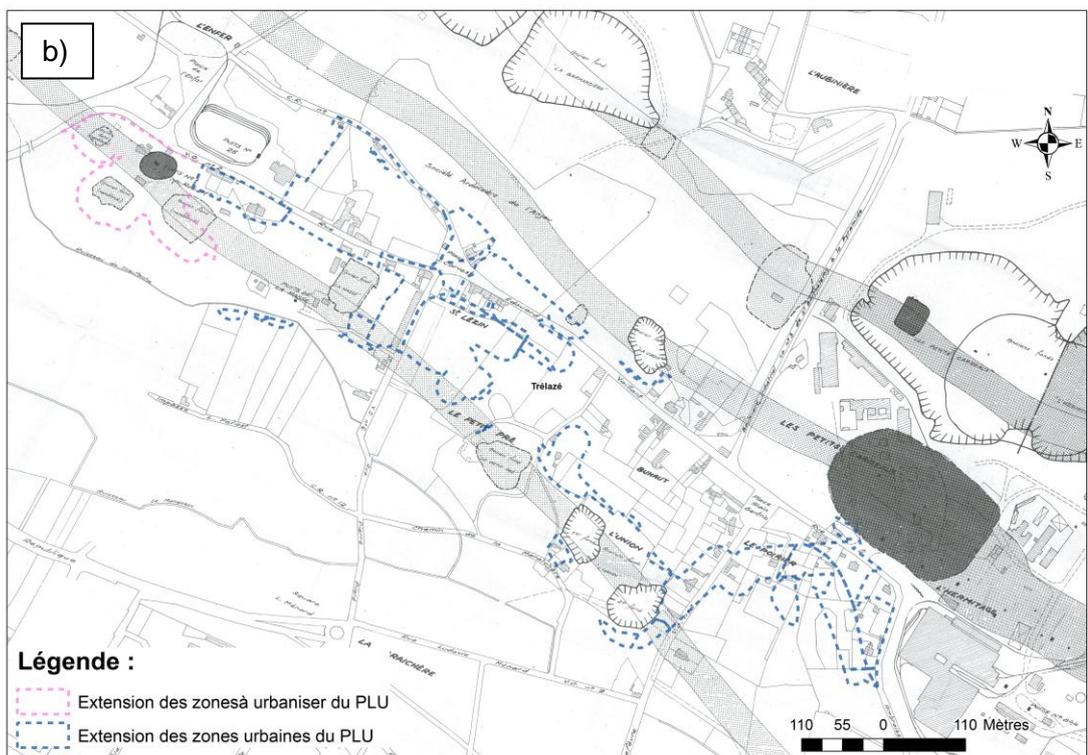
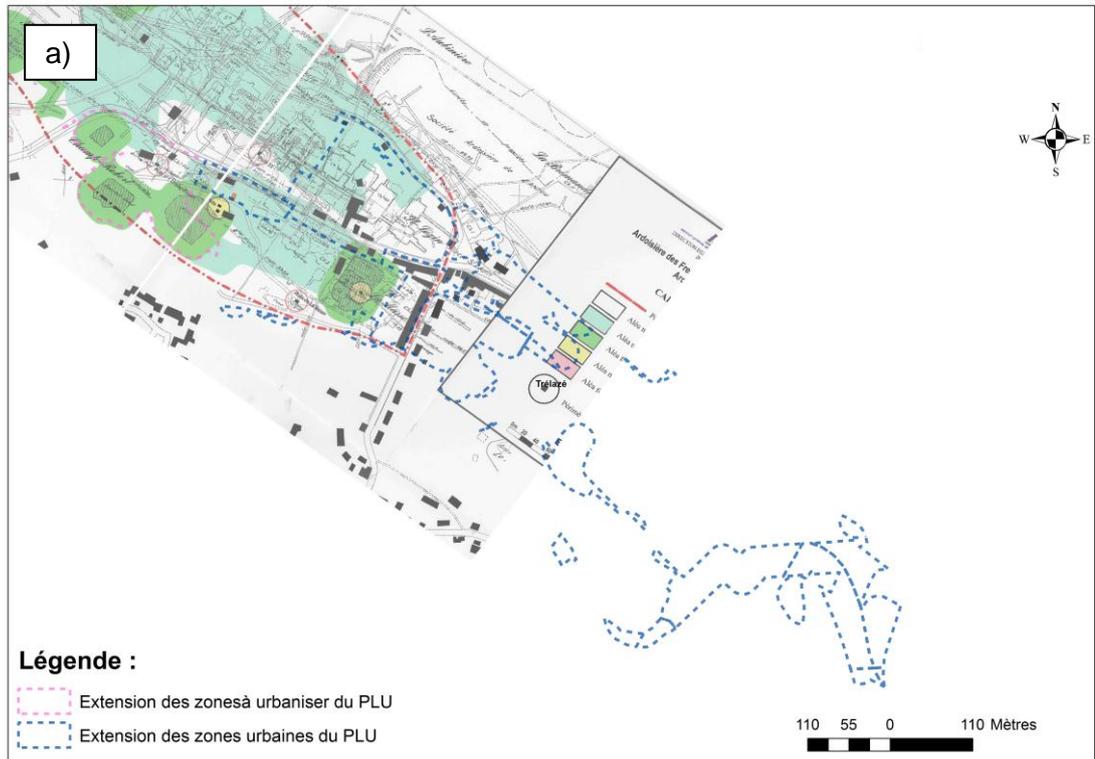


Illustration 22 - Localisation du secteur de « la Masse » par rapport aux cartographies disponibles (a : sur la cartographie de l'INERIS, b : sur celle du CETE)



Illustration 23 - Localisation du secteur « de la Masse » par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers

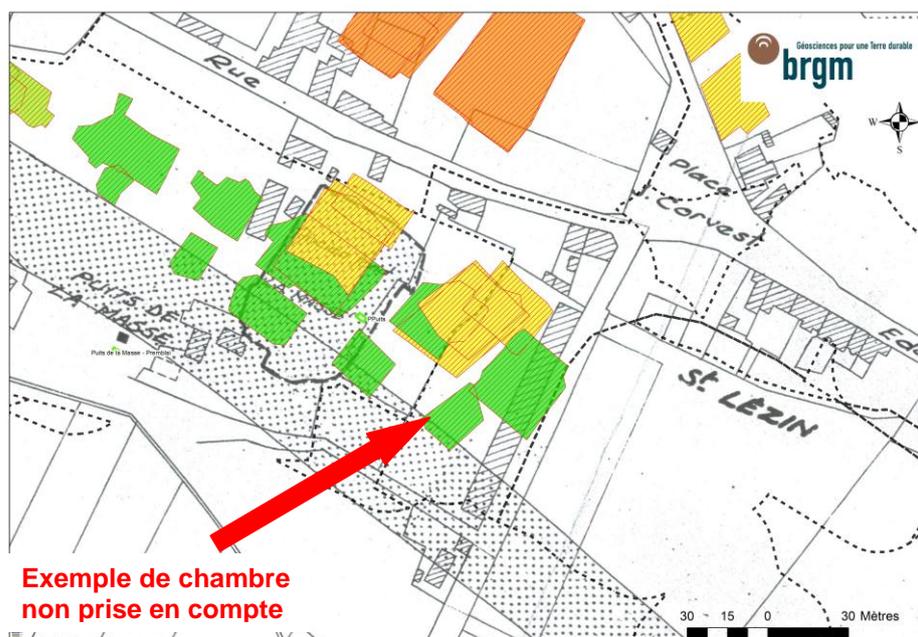


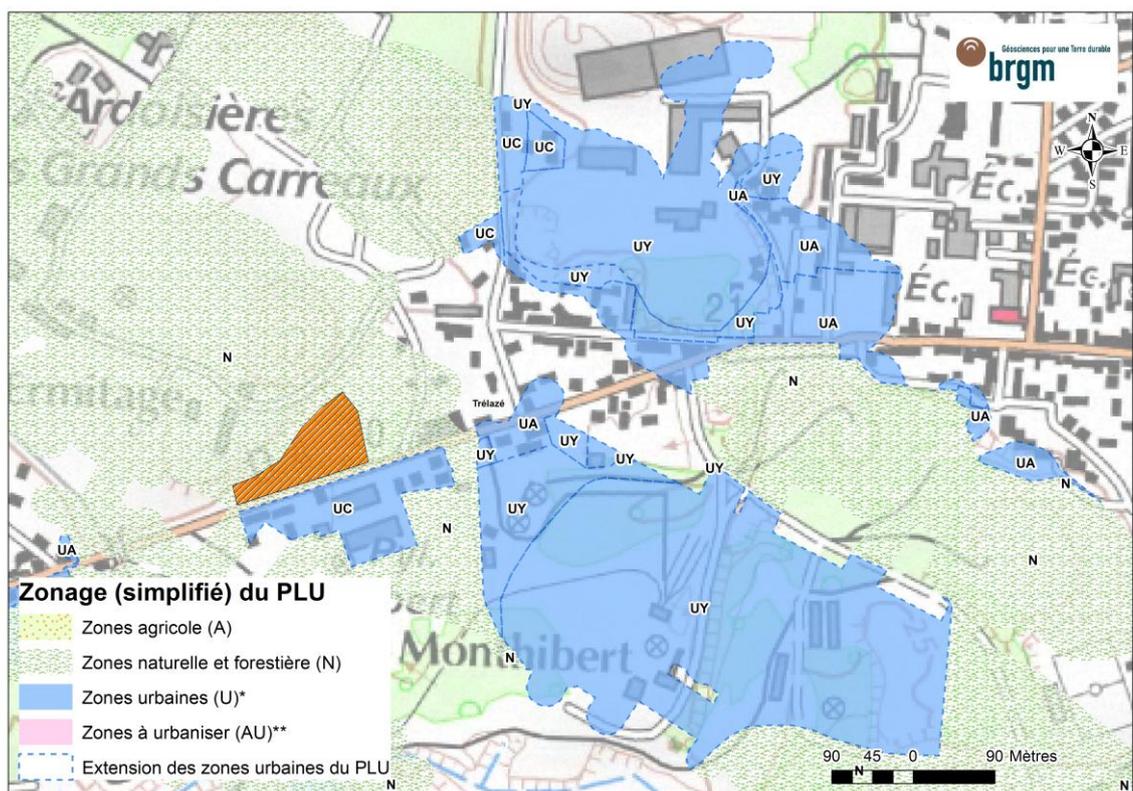
Illustration 24 - Zoom sur des chambres non pris en compte

### **Grand'Maison et Monthibert**

Ces deux secteurs se trouvent à l'est des anciens travaux du Bassin de Trélazé. Ces secteurs sont uniquement concernés par la cartographie du CETE.

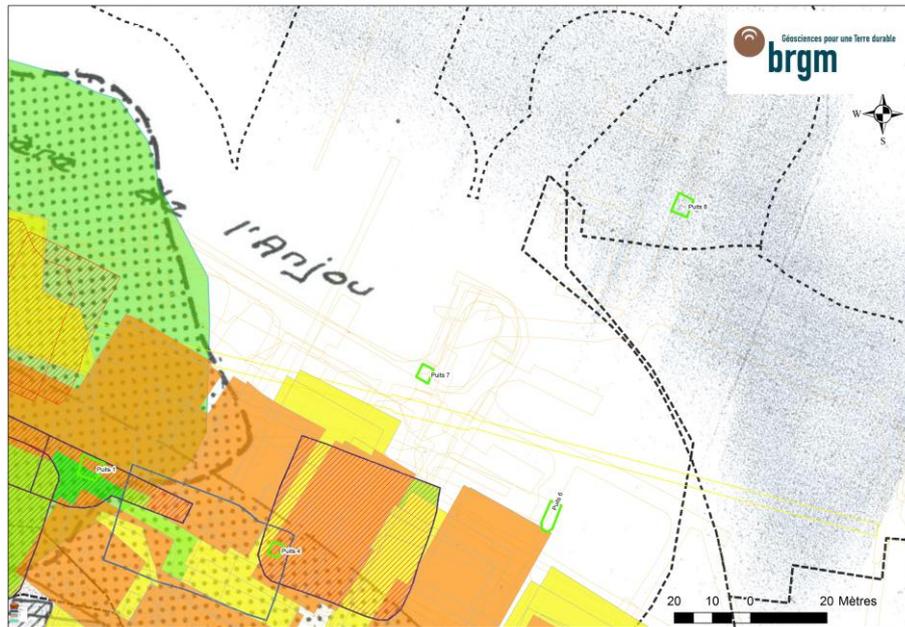
Comme mentionné dans Plat et Brument (2012), sur le secteur de Grand'Maison, cette cartographie est très incomplète. En effet, les plans des travaux de cette ardoisière (dirigée par la société des ardoisières d'Anjou) ne figuraient pas sur les plans de 1994 fournis par les ardoisières d'Angers alors que ces derniers ont servi de base aux trois études citées précédemment. Ainsi, les niveaux d'aléa résultant de ces dernières sous-estiment les niveaux d'aléa de Grand-Maison. Il existe notamment de nombreux puits (Illustration 28), chambres en descendant, etc. Compte tenu des enjeux actuels ou prévisibles (zone en cours d'aménagement) et de notre connaissance actuelle de l'exploitation du site, il serait important de réévaluer les aléas de ce secteur.

Pour le site de Monthibert, il semble également important de réétudier les niveaux d'aléa jugé nul sur la cartographie du CETE au niveau de puits et chambres partiellement remblayées.



*Illustration 25 - Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau des travaux de Grand'Maison et Monthibert*





*Illustration 28 – Exemple de puits non pris en compte sur la cartographie du CETE (seule disponible dans le secteur) dans le secteur de Grand'Maison*

### **3.3.2. Zones à urbaniser – Champ Robert**

Une seule zone à urbaniser (bloquée) figure sur le PLU de Trélazé (Illustration 29).

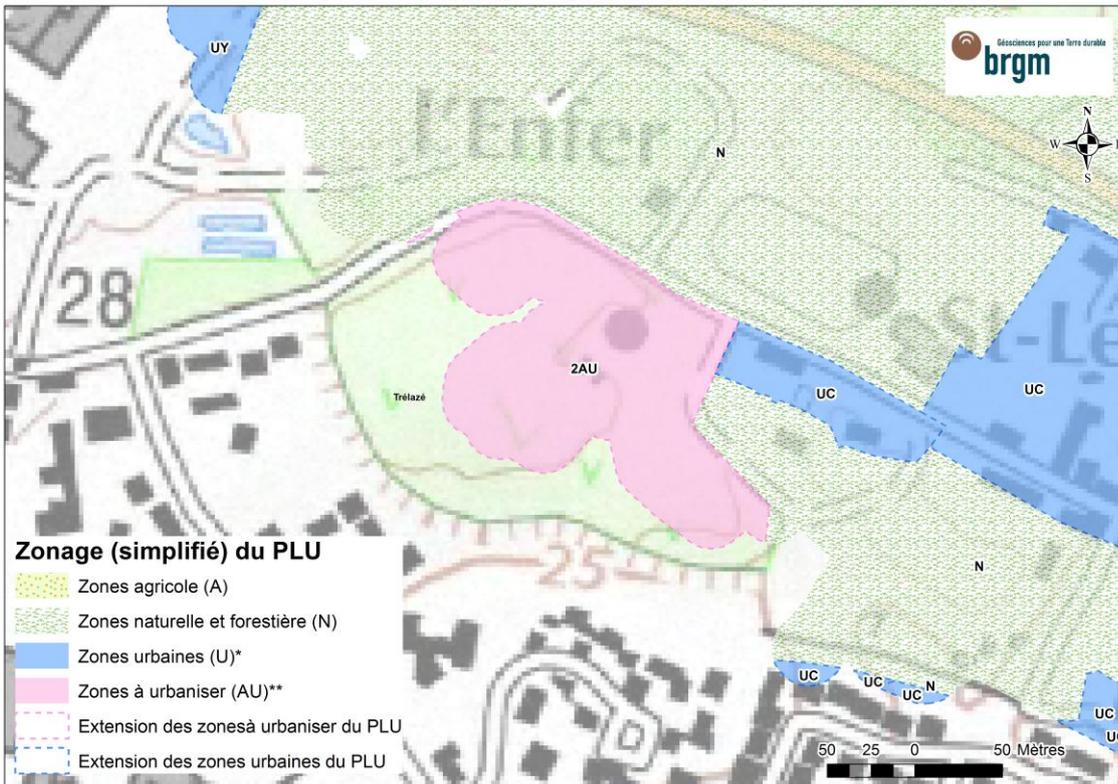


Illustration 29 – Nature de l'affectation des terrains (d'après le PLU non approuvé) sur l'emprise des travaux élargie de 20 m au niveau des travaux Champ Robert

Cette zone est située sur l'emprise de la cartographie de l'INERIS. L'emprise de cette zone figure en hachurée sur les illustrations suivantes qui présentent respectivement une superposition de la zone avec la cartographie de l'INERIS et avec les travaux ardoisiers recensés par Plat et Brument (2012). Aucun aléa n'a été attribué au puits 1 Champs Robert, dont le chevalement est encore présent sur site, qui est grillagé et donc non accessible au public. Par ailleurs, il est à noter qu'aucun aléa ne figure dans le secteur nord-est de cette zone. Or, d'après la cartographie informative réalisée en 2012, ce secteur présente les chambres 1 E et 1 O exploitées en descendant autour de la cote -110 m et dont l'état de remblaiement n'est pas connu avec précision pour l'une des deux (chambre 1 E). Même s'il est vraisemblable que, du fait de leur profondeur, ces chambres ne génèrent pas un aléa très important, ce dernier mériterait d'être calculé compte tenu de l'enjeu envisagé pour ce secteur.



Illustration 30 - Localisation du secteur à urbaniser par rapport à la cartographie d'INERIS



Illustration 31 - Positionnement du terrain à urbaniser (PLU non approuvé) par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers

### 3.3.3. Terrain à étudier spécifiquement

Deux terrains font actuellement l'objet d'un intérêt particulier par ALM (Illustration 3).

#### **Terrain 1 – parcelle AZ85**

Le premier est localisé au niveau de la veine sud à proximité des puits 7 et 8 des Grands Carreaux (Illustration 32). D'après les cartographies du CETE et d'ANTEA, ce site est situé en aléa nul. Pourtant, ce site est au-dessus d'anciennes galeries et chambres d'exploitation relativement profondes mais surtout, il jouxte une chambre exploitée en descendant (chambre 6 sous voûte). Cette dernière, partiellement remblayée était exploitée entre les cotes -142 et -30 m (soit à une profondeur d'environ 50 m). A première vue, celle-ci serait susceptible de générer des désordres en surface au-delà de sa seule emprise et l'aléa ne peut être considéré comme nul dans ce secteur.

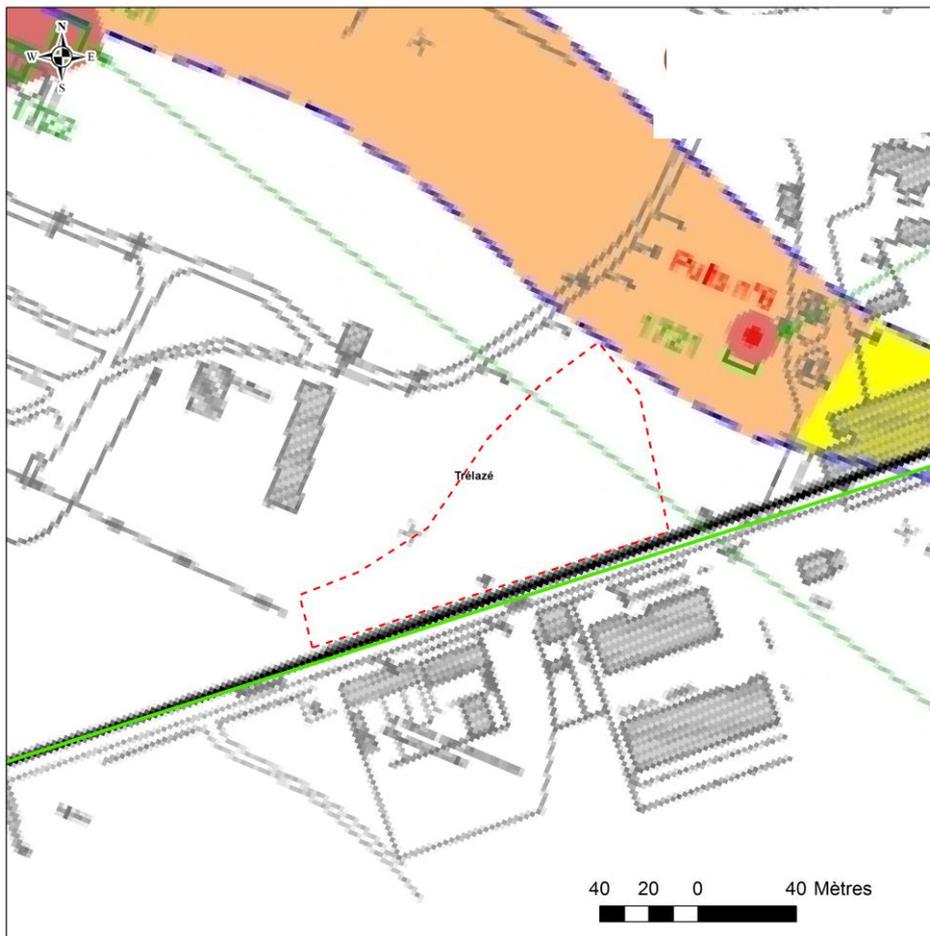


Illustration 32 – Localisation de la parcelle AZ85 par rapport à la cartographie d'ANTEA



Illustration 33 – Positionnement de la parcelle AZ85 par rapport aux caractéristiques des anciens travaux ardoisiers

### Terrain 2 – parcelle AI55

Le second terrain est localisé au nord-ouest du terrain des Fresnais sud, sur l'emprise de la cartographie des aléas réalisée par l'INERIS. D'après cette cartographie, le terrain est situé sur de l'aléa nul et de l'aléa très faible. Par rapport aux travaux ardoisiers, ce terrain est au-dessus d'anciennes galeries et à moins de 15 m d'une chambre située à environ 180 m de profondeur. Bien qu'aucun calcul d'aléa n'ait été réalisé par nos soins dans le cadre de la présente étude, cette chambre ne devrait pas être de nature à générer d'importants désordres en surface compte tenu de cette profondeur. Toutefois, il est vraisemblable que le nord-ouest du terrain 2 puisse être concerné par un aléa non nul (vraisemblablement faible ou très faible) du fait de la proximité de la chambre.



Illustration 34 - Localisation de la parcelle AI55 par rapport à la cartographie d'INERIS



Illustration 35 - Positionnement de la parcelle AI55 par rapport aux anciens travaux ardoisiers

### 3.3.4. Récapitulatif

Le tableau suivant fournit une synthèse de l'analyse réalisée dans les paragraphes précédents.

Appellation de la présente étude		Actualisation de l'aléa jugé nécessaire	Actualisation de l'aléa non prioritaire
Secteurs urbanisés	Secteur de Villechien		X
	Secteur de la Paperie	X	
	Secteur de La Masse	X	
	Gd'Maison/Monthibert	X	
Secteurs à urbaniser (bloqués) – Champs Robert			X
Terrain à étudier spécifiquement (ALM)	Parcelle AZ85	X	
	Parcelle AI55		X

*Illustration 36 - Synthèse de l'analyse réalisée dans les paragraphes précédents*

### 3.4. PROPOSITIONS

La présente analyse a mis en évidence que, dans de nombreux secteurs à enjeux (urbanisés ou à urbaniser du PLU notamment), les cartes d'aléa disponibles ne sont plus satisfaisantes au regard de la connaissance acquise dans le cadre de l'étude Plat et Brument (2012). Ainsi, sur plusieurs secteurs, des puits ou chambres en descendant notamment n'ont pas été jusqu'à présent pris en compte. Il conviendrait alors de réactualiser la cartographie a minima sur les secteurs identifiés, à savoir les zones urbanisés des secteurs de la Paperie, de la Masse, de Gd'Maison, de Monthibert et le terrain 1 à étudier spécifiquement (Illustration 36).

Toutefois, une analyse plus globale du bassin ardoisier de Trélazé pourrait être également envisagée dans la mesure où elle permettrait d'avoir une donnée actualisée et homogène de l'aléa sur l'ensemble du secteur à partir de la connaissance disponible, plus aucun travaux ardoisiers n'ayant lieu sur le secteur.



## 4. Conclusion

Il ressort de cette analyse que sur plusieurs secteurs (notamment les secteurs « de la Papeterie », « de la Masse », « de Grand'Maison » et « de Monthibert »), des ouvrages susceptibles de générer des désordres en surface (puits, chambres en descendant, etc.) n'ont pas été pris en compte dans les précédentes études d'aléa. Il conviendrait donc d'y actualiser la cartographie de l'aléa.

Toutefois, une analyse plus globale du bassin ardoisier de Trélazé pourrait être également envisagée dans la mesure où elle permettrait d'avoir une donnée actualisée et homogène de l'aléa sur l'ensemble du secteur à partir de la connaissance disponible (plus aucun travaux ardoisiers n'ayant lieu sur le secteur). Ainsi, en cas de révision du PLU avec des modifications envisagées sur des secteurs actuellement non urbanisés ou urbanisables, les zonages d'aléa seraient disponibles et pourraient être pris en compte sans qu'il soit nécessaire de réaliser une nouvelle étude.



## 5. Bibliographie

Fructuoso A., Richard S., Labey D., (2008) - Etude d'évaluation et d'actualisation des risques géotechniques du site ardoisier de Trélazé (Maine et Loire). Rapport d'étude ANTEA – A51685B.

INERIS (2001) - référence : DRS-02-29081/R01 (référence complète non retrouvée)

Plat E. et Brument L. avec la collaboration de Baudouin V. (2012) - Inventaire des ouvrages et cartographie informative pour les exploitations ardoisières des communes des pourtours d'Angers (49)

Zumbo V. (1992) - Cartographie des risques du site ardoisier de Trélazé et St Barthélémy. Rapport CETE d'Angers n° 12.91.49.23, 16 p.

Zumbo V. (1994) - Cartographie des risques du site ardoisier de Trélazé et St Barthélémy recensés au 1er avril 1994. Rapport CETE d'Angers n° 12.91.49.23 (2), 5 p.



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional “des Pays de la Loire**  
1, rue des Saumonières  
BP 92342  
44323 - Nantes Cedex3 - France  
Tél. : 02 51 86 01 51