

Projet de Fin d'Etudes

SEMILOGIE GRAPHIQUE EXPERIMENTALE

POUR UNE CARTOGRAPHIE DU RISQUE D'INONDATION PLUS ADAPTEE AUX BESOINS ET ATTENTES DES DESTINATAIRES



2009-2010

**Directeur de recherche
SERRHINI Kamal**

PALKA Gaëtan

**Sémiologie graphique
expérimentale,**

**Pour une cartographie du risque
d'inondation plus adaptée aux
besoins et attentes des
destinataires**

2009-2010

**Directeur de recherche
SERRIHINI Kamal**

PALKA Gaëtan

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

Développer tout une partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement

Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

REMERCIEMENTS

Je tiens ici à m'acquitter d'une dette en remerciant tous ceux sans qui ce mémoire de recherche n'aurait pu aboutir.

Je remercie en premier lieu Monsieur Kamal SERRHINI pour le temps qu'il m'a consacré, les conseils qu'il m'a prodigués et toutes les discussions que nous avons eues et qui m'ont permis de terminer ce travail.

Je remercie également Madame Christine SERRHINI pour le temps qu'elle m'a consacré, son aide technique sur le vidéo-oculographe ainsi que le service d'Explorations Fonctionnelles Ophtalmologiques et Strabologie de l'Hôpital Bretonneau du CHRU de Tours pour le prêt du matériel.

Je remercie le jury des soutenances intermédiaires pour leurs critiques :

- Monsieur Hervé BAPTISTE
- Madame Nadine POLOMBO

Enfin, grand merci à ceux qui se sont portés volontaires :

- Monsieur Frédéric TALLOIS, Directeur du SMAT
- Madame Rachel VERNA, Capitaine au SDIS 37

- Amélie BESSON, DA5
- Samantha DELLAL, DA5
- Rebecca-Valérie DORCEUS, DA5
- Aurélie GINESTE, DA5
- Laura RICHARD, DA5
- Camille VIVER, DA5

Et Laura ROCHE, DA5 pour son aide et les résultats de son questionnaire.

ABBREVIATIONS

DCE	Directive Cadre Européenne
DCS	Dossier Communal de Sauvegarde
DDRM	Dossier Départemental des Risques Majeurs
DDT	Direction Départementale du Territoire
DICRIM	Dossier d'Information Communal des RISques Majeurs
PAZ	Plan d'Aménagement de Zone
PER	Plan d'Exposition aux Risques
PFE	Projet de Fin d'Etude
PLU	Plan Local d'Urbanisme
POS	Plan d'Occupation du Sol
PPR	Plan de Prévention des Risques
PPRN	Plan de Prévention des Risques Naturels
PSS	Plan des Surfaces Submersibles
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SCoT	Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE	Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours

SOMMAIRE

AVERTISSEMENT	4
FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES	5
REMERCIEMENTS	6
ABREVIATIONS	7
INTRODUCTION	10
UNE STRUCTURE INSTITUTIONNELLE A DEUX NIVEAUX	12
1. UNE ORGANISATION DESCENDANTE REMITTENTE	13
2. LA CARTOGRAPHIE DANS LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION : UN OUTIL PERTINENT MAIS QUI MANQUE DE MATURITE TECHNICO-SOCIALE	25
3. CONCLUSION : LES ATTENTES ET BESOINS DES DESTINATAIRES DE LA CARTOGRAPHIE DU RISQUE.....	28
LA PERCEPTION DE L'IMAGE VISUELLE	30
1. INTRODUCTION : LA PERCEPTION DE L'IMAGE, UN MECANISME AU CŒUR D'UN CONTEXTE.....	31
2. LA PERCEPTION DE LA CARTE : UN PROCESSUS PERCEPTUEL ET COGNITIF	32
3. TESTS D'ACUITE VISUELLE ET DE PERCEPTION DE LA COULEUR : SUPPRESSION DES INTERFERENCES OCULAIRES.....	40
4. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ENQUETE COGNITIVE DE L'OCULOVISIOMETRIE.....	41
CARTE IDEALE : ANALYSE	56
1. TAILLE ET ORIENTATION : DEUX CARACTERISTIQUES SECONDAIRES.....	58
2. POSITION ET TAILLE DES ELEMENTS.....	59
CONCLUSION : RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION D'UNE CARTE PLUS ADAPTEE AU DESTINATAIRE	64
1. UNE STRUCTURE GENERALE SIMILAIRE ENTRE LES DESTINATAIRES	65
2. LES SPECIFICITES DES DIFFERENTS DESTINATAIRES	66
3. CRITIQUE SUR LA METHODE	68
BIBLIOGRAPHIE	70
TABLE DES ILLUSTRATIONS	73
ANNEXE 1 : PROTOCOLE	75
ANNEXE 2 : TESTS PRELIMINAIRES, FEUILLE DE RESULTATS	78
ANNEXE 3 : CARTES ET ENQUETE COGNITIVE ASSOCIEE	80
ANNEXE 4 : PUZZLE CARTOGRAPHIQUE	91
TABLE DES MATIERES	104

INTRODUCTION

Le risque d'inondation est une menace permanente avec laquelle vivent les habitants d'un tiers des communes françaises. Ceux-ci sont généralement conscients du risque sans toutefois en prendre la pleine mesure. Cette situation a encore été mise en évidence avec la tempête Xynthia en février 2010 qui a causé de nombreuses inondations. Il s'en est ensuivi de nombreuses controverses relatives à la constructibilité des zones inondables qui ont mis en évidence les lacunes en termes de communication et d'information sur les risques en cas d'inondation.

Cette situation montre la portée d'une recherche sur le sujet de la communication du risque entre les acteurs locaux, notamment la communication graphique particulièrement adaptée à la représentation de phénomènes spatiaux.

Problématique :

Peut-on établir un modèle cartographique adapté à chaque catégorie de destinataires de la carte du risque d'inondation et leur permettre de mieux appréhender le risque ?

L'individu est plus réceptif à un message ciblé. Cette technique, utilisée dans le marketing, ne peut-elle pas être employée dans le cadre de la communication territoriale. C'est en tout cas ce qu'ambitionne l'Union Européenne comme le montre certaines directives cadres et programmes de recherche lancés ces dernières années. Pour atteindre son ambition, l'Europe a mis en place des réseaux d'échanges entre pays tels que EXCIFF ou EXIMAP.

Ces réseaux sont arrivés à une même constatation : il faut améliorer la communication cartographique du risque, la prise en compte du destinataire est indispensable. Cette prise en compte peut revêtir différentes formes telles que savoir quelles informations communiquer ou comment les communiquer.

Cette seconde possibilité est celle retenue par les programmes RiskCatch et RiskMap du projet ERANET-CRUE. Ceux-ci se focalisent sur la communication graphique du risque et notamment la communication cartographique. Une entrée utilisée se trouve être la sémiologie graphique. La sémiologie graphique, ou sémiotique graphique, est l'ensemble des règles qui définissent l'utilisation de signes graphiques afin de transmettre de l'information. Ces règles ont été formalisées par Jacques BERTIN.

Hypothèses :

Les préférences de chaque catégorie de destinataires sont différentes.

Chaque individu possède des compétences et des connaissances qui lui sont propres. Ainsi par rapport à une situation donnée, les attentes et besoins de chaque individu varient. Dans le cas du risque d'inondation, les différents destinataires ne souhaitent pas obtenir la même information de la même manière. Ils sont sensibles aux détails de la façon dont est transmise l'information.

La lecture d'une carte est un processus modélisable

Comme toute action, la lecture d'une carte est la réponse à des stimuli qui induisent une suite de réactions. Ces réactions forment un comportement qui, comme la plupart des comportements, est standardisé par la société.

Afin de répondre à cette problématique dans la situation précise qu'est la représentation du risque d'inondation, il convient de caractériser le contexte dans lequel les cartes d'inondation sont conçues et utilisées. Pour cela, le rôle et la place des principaux acteurs intervenant dans la gestion du risque d'inondation sera définie et conduira à la définition des acteurs destinataires de la carte ainsi que de leurs attentes et besoins en termes d'information.

Dans une deuxième partie, le processus de perception et une méthode pour l'analyser seront détaillés. Grâce à l'explication de ce processus, nous déterminerons les leviers d'action sur lesquels il est possible d'influer afin de rendre plus la carte plus efficace pour les catégories d'acteurs définies dans la partie précédente.

Après avoir défini les leviers permettant de rendre la carte plus efficace, une mise en relation avec les préférences des lecteurs visera à définir quelle structure globale de la carte est à privilégier.

En se basant sur les résultats des précédentes parties, une organisation de la carte sera proposée pour les destinataires identifiés.

NOTE : lorsque que la source n'est pas précisée, la réalisation du graphique, tableau, illustration est une réalisation personnelle.

PARTIE 1

UNE STRUCTURE INSTITUTIONNELLE A DEUX NIVEAUX

L'organisation **centrale** du système politique et institutionnel français conduit de la part de celui-ci à une gestion descendante des risques naturels. C'est à partir de cette situation que l'Etat a construit sa politique relative aux risques naturels. L'Etat définit les grandes orientations et établit la législation qu'il fait appliquer grâce à ses services déconcentrés.

1. Une organisation descendante rémittente

11. L'échelle nationale et européenne : une prise en compte globale d'un risque local

a) L'Etat, un acteur présent à tout moment au niveau national pour une gouvernance paternaliste

Au niveau national, la gestion du risque d'inondation est divisée en trois pôles :

- La prévention assurée par le ministère de l'écologie ;
- La sécurité civile assurée par le ministère de l'intérieur ;
- La réparation assurée par le ministère de l'économie et des finances ;

Par ce fait, l'Etat assure sur l'ensemble du territoire national :

- la diffusion de la connaissance
- la surveillance
- la réglementation via le contrôle préfectoral
- la diffusion de l'information préventive
- le pilotage des plans de secours sur l'ensemble de la zone sinistrée

b) Une gouvernance théorique descendante ad hoc ...

La politique actuellement menée en France tend à privilégier la prévention à la protection et à la réparation pour faire progresser la gestion de la crise¹. Sa construction s'est faite en plusieurs étapes, apportant chacune un élément supplémentaire dans la gestion du risque avec une prise en compte du risque dans l'urbanisme à partir de la deuxième moitié du 20ème²

¹ DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17

² Ibid.

Jusqu'à la loi du 22 juillet 1987 relative au droit à l'information préventive des citoyens³, seule la relation des biens au risque d'inondation est réellement abordée par la réglementation. Ce rapport est limité, avant la loi 82-600 du 13 juillet 1982, à un **simple aspect urbanistique**. Les Plans de Surfaces Submersibles (PSS)⁴ qui résultent du décret-loi de 1935, l'article R111-3 du Code de l'Urbanisme de 1955 qui définit les périmètres de risque et les Plans d'Exposition aux Risques (loi de juillet 1982) considèrent les biens (bâtiments, aménagements) sur le plan matériel et géographique – les bâtiments ne devant pas faire obstacle au libre écoulement de l'eau. La loi de 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, ajoute un **aspect financier**. La loi de 1995 offre une avancée supplémentaire en prenant en compte la **sécurité des personnes**. Elle impose aux constructions nouvelles et existantes en zone inondable de posséder un espace de repli hors eau dans lequel les habitants peuvent se diriger en cas de crue. **Ainsi à partir des années 1980, la politique de gestion des risques est basée sur la prévention et la cartographie réglementaire**⁵.

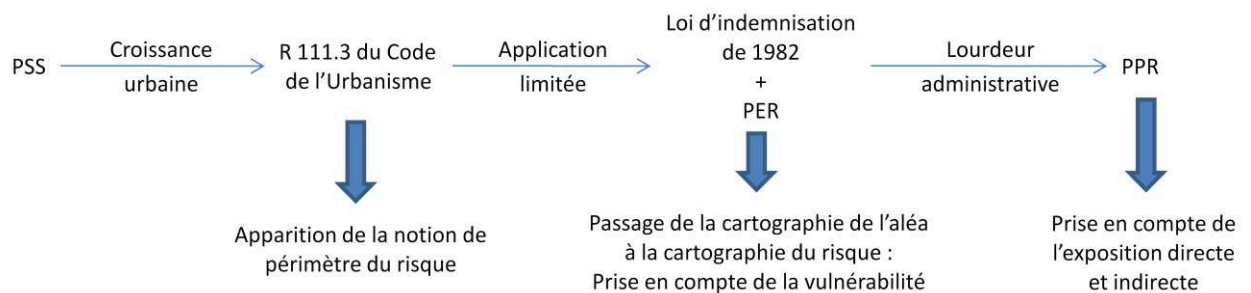


Figure 1: Evolution de la prise en compte du risque à travers les principaux documents réglementaires⁶

A cela s'ajoute la loi de 2003 visant à développer la culture du risque par une information aux citoyens réalisée par les communes soumises au PPRN au moins une fois tous les deux ans sur les dispositions du PPRN, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, la couverture assurancielle⁷ et la loi sur la modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004.

Cependant toutes ces avancées réglementaires font suite au coût de plus en plus important qu'engendrent les réparations suite à une crue plus qu'à une volonté de prévoir les manques de la politique existante.

³ GARRY G., VEYRET Y. – La prévention du risque d'inondation : l'exemple français est-il transposable aux pays en développement ?. – Cahier des Sciences Humaines, 1996, vol. 32, num. 2. – pp. 432-443

⁴ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

⁵ POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne. – Evaluation de la politique publique de prévention des risques naturels, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 46-67

⁶ Op.cit. SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard, 2004

⁷ Op.cit. POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne, 2004

Année	Localisation	Dégâts	Victimes
Inondations majeures en France			
1910	Paris (débordements de la Seine)		
1930	Montauban et Moissac (Tarn-et-Garonne)	3 000 maisons détruites, 11 grands ponts détruits. Crue la plus dommageable du XX ^e siècle en France	Plus de 200 morts
1940	Pyrénées-Orientales	Destructions généralisées	50 morts
1987	Grand-Bornand (Haute-Savoie)		23 morts
1988	Nîmes (Gard)	500 millions d'euros	10 morts
1992	Vaucluse (Vaison-la-Romaine), mais aussi Ardèche et Drôme	Plus de 500 millions d'euros	47 morts, dont 34 à Vaison
1995	43 départements touchés	610 millions d'euros	15 morts
Inondations récentes les plus graves			
1999	Crues dans l'Aude, le Tarn, l'Hérault, les Pyrénées-Orientales et l'Aveyron	533 millions d'euros	15 morts
2001	Somme, Oise et Eure		
2002	Gard et départements limitrophes	1,2 milliard d'euros	23 morts

Figure 2: Impact humain et financier des inondations majeures en France⁸

Depuis 1995, la gouvernance du risque naturel se déprend d'une approche sectorielle au profit d'une politique « intégrée »⁹ dont les principes sont :¹⁰

- Une approche par bassin versant
- Une étude qualitative pour la cartographie réglementaire
- Une meilleure prise en compte des caractéristiques socio-économiques
- Un dialogue continu entre service d'Etat et acteurs locaux
- La déconcentration de la procédure d'élaboration des PPRN

Cette approche montre la volonté de l'Etat d'associer les acteurs¹¹ de la gestion du risque mais tout en les responsabilisant comme semble l'indiquer la modulation des indemnités « Catastrophes Naturelles » à partir du 01 janvier 2001 pour inciter la mise-en-œuvre de mesures de prévention¹².

Il est à constater que la portée des éléments pris en compte dans la réglementation et les documents d'urbanisme s'est élargie et qu'avec elle se sont diversifiés les documents d'urbanisme relatifs au risque d'inondation. C'est pourquoi en sus de la prise en compte des habitants, la loi de 1995 réduit le nombre de documents traitant de la gestion de la crise à un seul : le Plan de Prévention des Risques (PPR). Ceci permettant de simplifier la discussion et de compenser la complexification du jeu d'acteurs que cette nouvelle gouvernance a induit.

⁸ http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/introinondation.htm [17 octobre 2009]

⁹ DOURLENS Christine. – *La question des inondations au prisme des sciences sociales, un panorama de la recherche publique*, In *2001 PLUS ... Synthèses et recherches*. – PARIS : Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, 2003. – pp.15-49

¹⁰ Op.cit. POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne, 2004

¹¹ DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In *Risques naturels et aménagement en Europe*, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17

¹² VINET Freddy. – *Crues et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999*. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

c) ... mais une politique limitée dans la pratique

Même si l'Etat intègre les acteurs subsidiaires dans sa politique, la prise en compte d'un événement local par un acteur national conduit à une gestion du risque d'inondation qui ne peut être que **correctrice**. Au cours du XX siècle, un certain nombre de lois, décrets, arrêtés et circulaires ont modifié le rapport des acteurs de l'urbanisme au risque d'inondation suite à des grandes crues telles que celle de Vaison-la-Romaine en 1992 (voir précédemment). Ces réglementations résultent d'un changement de rapport de la société au risque d'inondation et ont conduit à la modification de certains documents d'urbanisme et de planification (Plan d'Occupation des Sols puis Plan Local d'Urbanisme) par la création de nouveaux documents réglementaires (Plan de Prévention des Risques) en remplacement de certains documents obsolètes dans leur portée (Plan de Surface Submersible, Plan d'Exposition aux Risques) sans pleinement intégrer ce changement sociétal. Ainsi, bien que l'Etat remplisse son obligation de diffusion il n'a pas d'obligation de résultat et cela se traduit par la faible implication des acteurs étatiques subsidiaires¹³ dans l'élaboration des documents :

- DDRM établis dans tous les départements depuis 1998
- DCS finis sur 6386 communes en 2002 et DICRIM élaborés sur 1608 communes en 2002

Cette évolution montre également que la politique étatique ne s'est pas entièrement affranchie de l'idée reçue selon laquelle la technique supprime le risque¹⁴ comme l'indique la prépondérance du PPR dans l'organigramme des documents de gestion du risque d'inondation.

d) L'Union Européenne : conforter la bonne communication entre acteurs

Il convient également de préciser le rôle de l'Union Européenne dans la prise en compte du risque d'inondation. Bien que celui-ci ne soit pas directement perceptible au niveau local, il a des incidences au niveau national, et par conséquent des répercussions aux niveaux subsidiaires, en raison de la transcription des directives en droit français.

Son rôle dans la prise en compte du risque devient important à partir des années 2000 grâce notamment à la promulgation de deux directives cadres et d'une communication. La première directive est la DCE 2000/60/CE dite « Directive cadre sur l'eau ». Bien que ne traitant pas directement du risque d'inondation, elle fait apparaître le classement en bassin hydrographique¹⁵. La seconde est la DCE 2007/60/CE spécifique au risque d'inondation. Elle définit les nouveaux objets et caractéristiques de la prise en compte du risque d'inondation.

Elle met notamment l'accent sur :

- l'échelle du risque
- la méthodologie de gestion des risques et la procédure

¹³ Op.cit. POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne, 2004

¹⁴ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

¹⁵ LABORDE Virginie. – La coopération transfrontalière en matière de lutte contre les inondations. – 5 p.

Note documentaire : Administration et échange internationaux, Coopération transfrontalière. – Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2007

- la nécessité de la communication et de la prise en compte de tous les acteurs (nationaux, territoriaux, civiles)

En plus des directives, l'Union Européenne s'appuie sur trois autres outils :

- Le Fond de Solidarité Européenne (FSUE) pour apporter un soutien aux pays ayant subi des dégâts supérieurs à trois milliards d'euros de dégâts¹⁶
- La communication « Gestion des risques liés aux inondations – prévention, protection et mitigation des inondations » adoptée en juillet 2004 par la Commission Européenne qui « met l'accent sur la nécessité de mettre en place une législation communautaire dans ce domaine. »¹⁷
- Le financement de recherches tels que ERA-NET Crue « RiskCatch » et « RiskMap »

Grâce à ces textes et outils qui s'engagent **vers une cohérence et une complémentarité des approches**¹⁸ tout en privilégiant la subsidiarité¹⁹, l'échelon européen cherche à **apporter le caractère coopératif** qui manque entre les acteurs de la gestion du risque d'inondation ainsi qu'une base commune (atlas cartographique) mais aucune prescription n'est donnée sur l'adaptation au destinataire.

12. La vacuité de l'échelon supra-départemental

- a) Le bassin hydrologique : une échelle jugée pertinente mais tributaire de son statut

Il existe cependant une échelle considérée comme étant un **optimum décisionnel**²⁰ de la gestion du risque d'inondation : le bassin hydrographique (ou hydrologique). En effet, la gestion du risque d'inondation se trouve tant dans la politique intégrée de la gestion de l'eau que dans la politique d'aménagement durable du territoire²¹. Cela s'est traduit dans les années 1990 par la création des SDAGE et des SAGE (loi sur l'eau du 03 janvier 1992). Ces documents apportent une réflexion sur l'articulation avec les territoires politico-administratifs²² et « une nouvelle conception de la gestion des territoires [qui] s'impose hors des limites communales »²³. Il faut cependant bien mesurer la question de

¹⁶ http://ec.europa.eu/regional_policy/funds/solidar/solid_fr.htm#eusf [22 avril 2010]

¹⁷ LABORDE Virginie. – La coopération transfrontalière en matière de lutte contre les inondations. – 5 p.

Note documentaire : Administration et échange internationaux, Coopération transfrontalière. – Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2007

¹⁸ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

¹⁹ DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17

²⁰ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

²¹ Ibid.

²² SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p. : les PER puis les PPR permettent de s'affranchir des limites administratives et de travail à l'échelle du bassin de risque

²³ Op.cit. POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne, 2004

l'articulation entre bassin versant et les autres cadres territoriaux pour aboutir à une meilleure appropriation par les acteurs de cet espace²⁴ afin que le problème de coopération territoriale ne soit pas seulement déplacé.

Christine DOURLENS écrit « *que le seul bon niveau pour une action cohérente est celui du bassin hydraulique au sein duquel s'exerce la solidarité entre l'amont et l'aval au-delà des limites administratives* »²⁵. Cette opinion, bien que fortement partagé est assujetti à une contrainte institutionnelle : **la limite administrative qu'il est difficile de dépasser**²⁶ comme l'a montré l'exemple de la Cesse en 1999. Alors que ce cours d'eau est situé sur deux départements, mais un seul bassin versant, une mauvaise annonce des crues en raison des limites administratives a conduit à de nombreux dégâts en aval. La question de l'articulation entre bassin versant et les autres cadres territoriaux pour aboutir à une meilleure appropriation par les acteurs de cet espace²⁷ passe par une redéfinition des rôles de chacun.

b) L'échelon régional : un acteur discret

Le fossé entre niveau optimal (bassin versant) et niveau administratif actuellement prépondérant (échelon départemental) semble aujourd'hui encore trop grand pour être franchit. Un intermédiaire pourrait être à envisager dans le but de rapprocher les acteurs de l'eau et les acteurs du territoire puisque « l'eau est indissociable de l'espace »²⁸. Cet intermédiaire pourrait être de donner un rôle plus important à l'échelon régional. Celui-ci est cantonné actuellement à **financer de programmes de recherches et d'éducation**²⁹.

²⁴ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

²⁵ DOURLENS Christine. – *La question des inondations au prisme des sciences sociales, un panorama de la recherche publique*, In 2001 PLUS ... Synthèses et recherches. – PARIS : Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, 2003. – pp.15-49

²⁶ VINET Freddy. – Crues et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

²⁷ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

²⁸ Ibid.

²⁹ DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17

13. Echelon départemental : la représentation de l'Etat au niveau local

Les rôles de cet échelon institutionnel sont de réaliser la surveillance des cours d'eau, s'assurer que la prévention est suffisamment développée grâce aux documents réglementaires et informatifs (DDRM et DCS notamment) et de financer les actions visant à réduire le risque (élaboration de l'atlas départemental des zones inondables, du PPR, travaux de renforcement de digue, ...).³⁰

Suite à la loi de décentralisation, l'approbation des documents relatifs à la gestion du risque d'inondation a été transférée au préfet de département. En partenariat avec les acteurs territoriaux et subsidiaires, il **établit les documents réglementaires** tels que le DDRM.

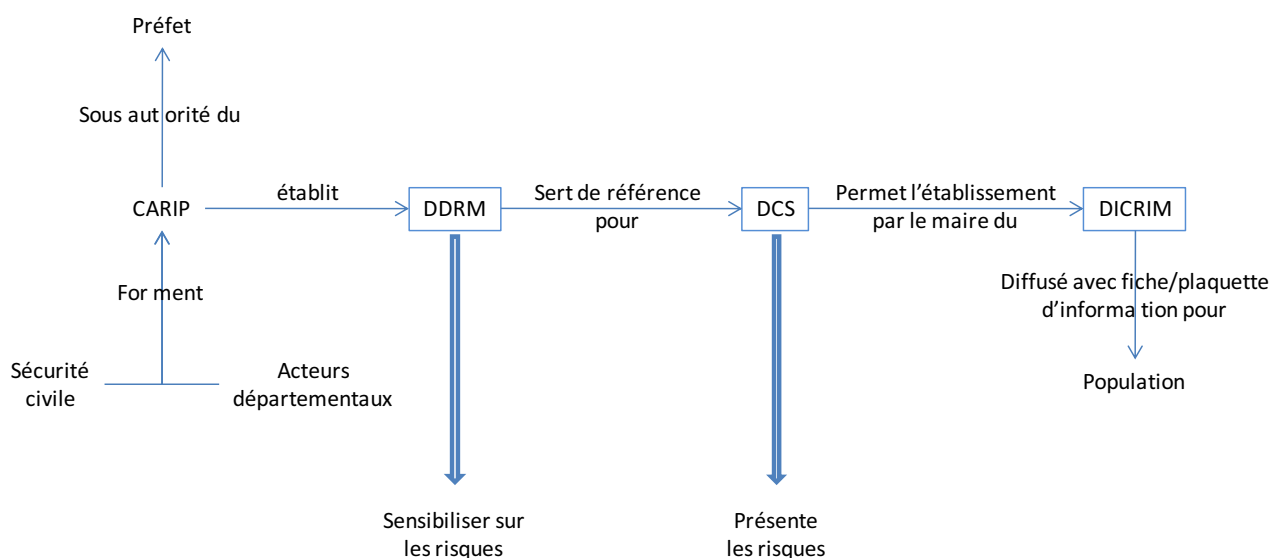


Figure 3: Chaîne d'élaboration synthétique des documents relatifs au risque d'inondation de l'échelon départemental vers l'échelon communal³¹

Ce système permet une relation logique entre les documents relatifs au risque d'inondation et une communication entre les différents acteurs. Cependant cette **communication est principalement unidirectionnelle or la prévention est plus efficace si elle est négociée ou compensée.**³²

³⁰ DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17

³¹ Op.cit. POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne, 2004

³² VINET Freddy. – Crues et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

14. Echelon infra-départemental

a) La société civile : de l'observateur à l'acteur

A mesure que les décrets, lois et directives amendent la réglementation relative aux risques naturels, ceux-ci octroient une **place de plus en plus importante à la société civile**. Cette importance se traduit par une plus grande prise en compte des attentes et comportements de la société civile à tout moment, que ce soit en amont, au moment ou en aval d'une crise. Cette implication se transcrit en aménagement du territoire principalement par deux grandes catégories de procédures : la concertation et la réglementation (développée précédemment).

La concertation est « *une action concrète organisée par ceux qui doivent prendre des décisions et souhaitent le faire avec les personnes qui sont destinataires de ces décisions* »³³ qui implique au préalable une communication sur le sujet traité. Dans le cas de la gestion du risque d'inondation, l'outil de communication comporte deux composantes³⁴ :

- Une composante textuelle comportant la note de présentation et le règlement
- Une composante graphique permettant une représentation rapide et efficace du phénomène

Cependant il n'existe **pas de pédagogie du risque** alors que « *la prévention du risque est plus efficace lorsque la population adhère aux mesures et se les approprie en tant que valeur ajoutée sécuritaire* »³⁵. Ainsi les opinions de la population sont prises en compte au moment de l'enquête publique, en fin d'élaboration du PPR. Or il a été montré que les citoyens souhaitaient être informés plus en amont dans la procédure. Cela s'est traduit en 2001/2002 dans les cas des PPR du Val –de-Marne et du Puy-de-Dôme par un regroupement des citoyens en association contre le PPR³⁶. Cette intégration tardive de la société civile dans la procédure provient majoritairement du fait que les citoyens sont considérés comme des victimes potentielles plutôt que des acteurs³⁷ et de « *la « judiciarisation » du risque [qui] limite l'intervention des particuliers ou des associations* »³⁸. Par exemple, on constate que l'existence des Atlas des zones inondables n'est pas connue des citoyens en général³⁹.

³³ RAYSSAC Gilles-Laurent, De la GUERONNIERE Christian. – Guide de la concertation. – Voiron : Territorial Editions, 2006.- 163 p.

³⁴ Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Ministère de l'équipement, des transports et du logement. – Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), guide général. – Paris : La Documentation Française, 1997. – 76 p.

³⁵ VINET Freddy. – Crues et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

³⁶ POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne. – *Evaluation de la politique publique de prévention des risques naturels*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 46-67

³⁷ Ibid.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid.

Comme le montre une recherche menée actuellement (Cf. PFE de Laura ROCHE 2009/2010), les informations relatives au risque d'inondation ont un **impact limité** malgré de nombreux moyens de diffusion.

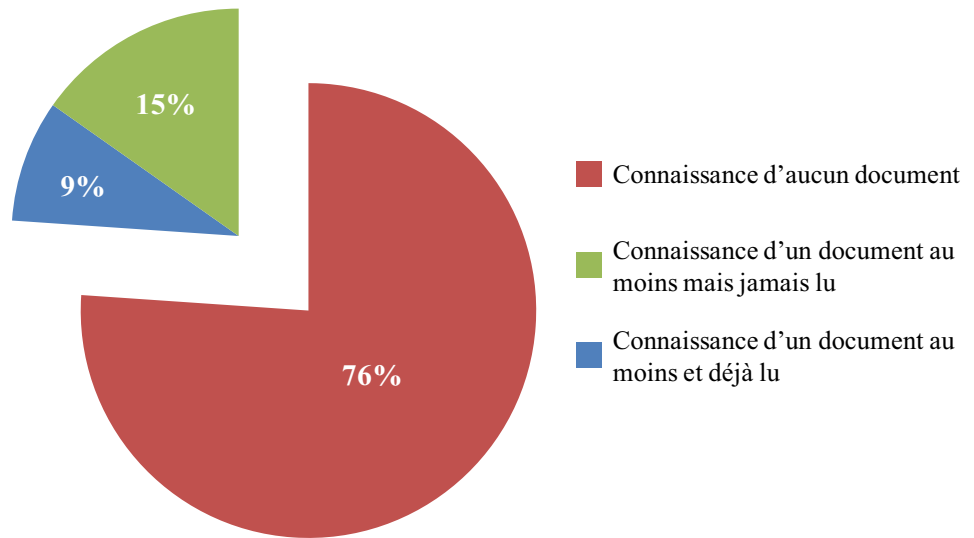


Figure 4: Intérêt de la population pour les documents d'information

Les documents d'information ont un impact très limité sur la population avec près de 76% des 138 sondés qui ne savent pas qu'il existe un tel document sur leur commune et moins de 10% qui l'ont déjà lu.

Cette situation s'explique par deux facteurs :

- Un manque de communication sur ces documents, premier facteur parmi ceux qui n'ont pas connaissance de l'existence des documents d'information
- Une absence d'intérêt pour ces documents

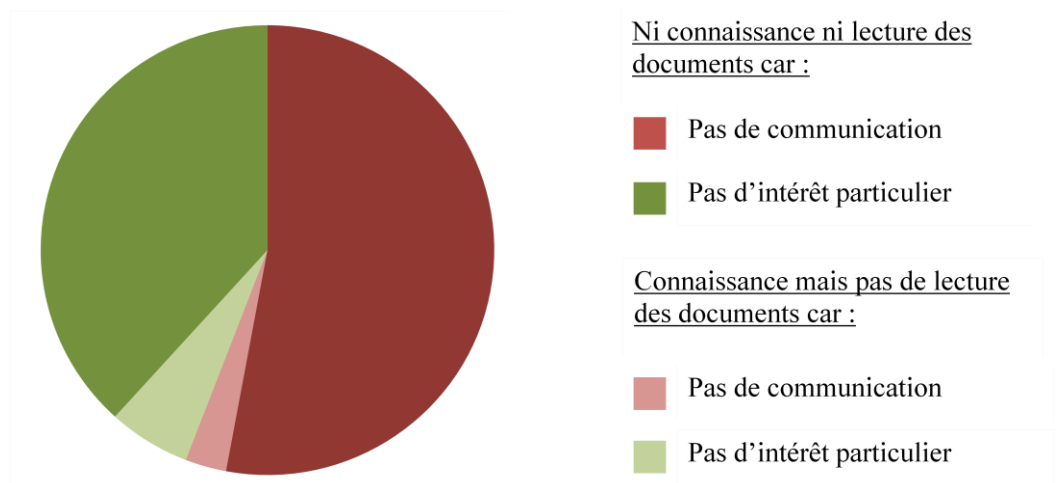


Figure 5: Facteurs de non lecture des documents d'information

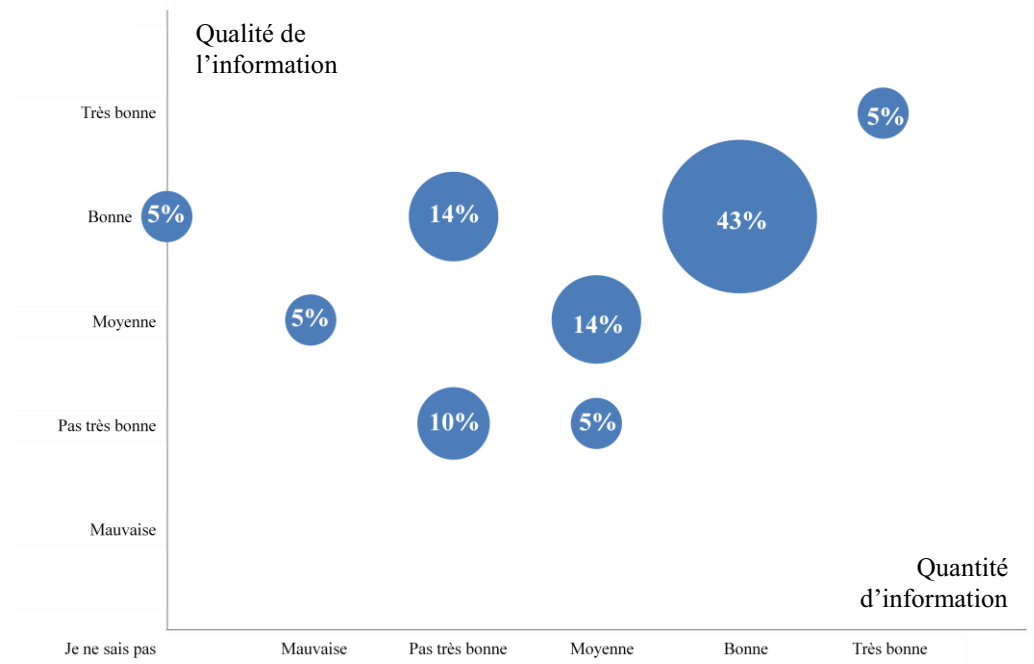


Figure 6: Estimation de la qualité et de la quantité d'information dans les documents d'information émis par les communes

D'un autre côté, ceux qui ont lu les documents (21 sur 138 interrogés) considèrent que l'information qui y est présente est de bonne qualité mais que la quantité de celle-ci pourrait être plus importante.

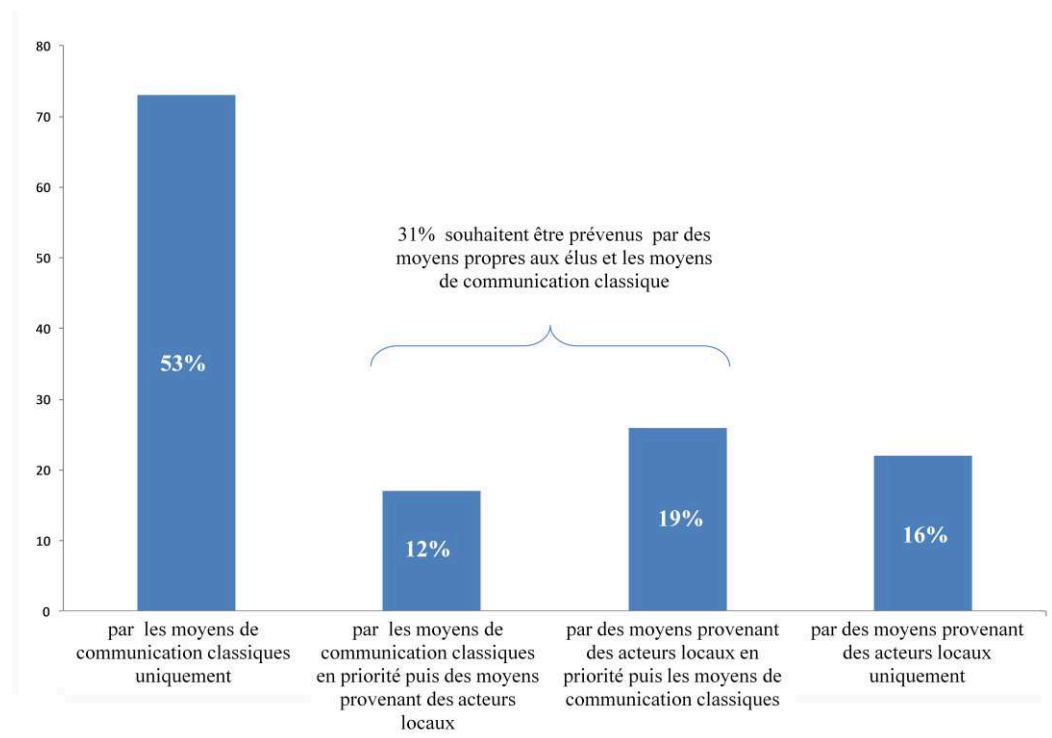


Figure 7: Supports d'informations privilégiés

Sont regroupés sous la dénomination « moyens de communication classiques » :

- La télévision
- La radio
- Les journaux
- Internet

qui ne sont pas des moyens de communication spécifiques aux acteurs de la gestion du risque et sont regroupés sous le terme « moyens provenant des acteurs locaux » :

- Les plaquettes
- Les réunions publiques
- La participation aux exercices de secours

Un couplage entre diffusion classique et communication par les acteurs locaux semble la méthode de communication la plus adaptée pour toucher une plus grande part de la population. Ceci peut s'expliquer par **l'adaptation de l'image** réalisée par les diffuseurs qui simplifient l'objet graphique afin de le rendre esthétique et compréhensible par tous.

Il est également à noter qu'un acteur important, les assureurs, est absent de la prévention du risque et que ceux-ci communiquent peu sur les données relatives aux dommages⁴⁰. La place et le rôle des industriels ne sont pas développés dans ce mémoire bien que ceux-ci ont une relation étroite avec la gestion du risque par l'intermédiaire du PPI qui est élaboré pour toute installation sensible (installation nucléaire, SEVESO, stockage de produits dangereux).

b) La véritable échelle d'action

La gestion du risque d'inondation est réalisée au niveau communal et intercommunal par :

- la gestion de l'urbanisme grâce aux POS, PLU, PAZ, SCoT, Dans la logique institutionnelle descendante, ces documents sont soumis à la servitude d'utilité publique qu'est le PPR dès son approbation. Son annexion devant se faire dans les trois mois (art L 126.1 du Code de l'Urbanisme)⁴¹.
- le pouvoir de police détenu par le maire⁴², avec notamment le permis de construire, le droit de préemption et le droit d'expropriation.

Cependant l'efficacité de cette logique est considérée comme limitée. En effet, « *les élus jugent que l'approche de l'Etat est trop coercitive car elle impose de suivre des prescriptions élaborées à des échelons supérieurs et pas toujours adaptées à*

⁴⁰ VINET Freddy. – Crues et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

⁴¹ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

⁴² DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17

l'application locale à laquelle elles sont destinées. »⁴³. Ainsi, VINET Freddy explique que⁴⁴ :

- Si le but est de limiter les morts alors le PCS est plus efficace ;
- Si le but est de diminuer le coût du risque, l'absence d'association des assureurs est un handicap.

C'est également à ce niveau que la fonction des documents relatifs au risque d'inondation change. Alors qu'au niveau sus-jacent, les documents produits sont principalement réglementaires, ceux produits au niveau communal ou intercommunal sont principalement d'information réglementaire (DIDRIM, DCS) ou de gestion (PCS).

On constate que le **maire est le chaînon qui relie deux entités séparées** dans cet état de séparation entre société civile et institutions de gouvernance du risque. Ceci pouvant conduire à un clivage élus/habitants contre Etat⁴⁵.

⁴³ DOURLENS Christine. – *La question des inondations au prisme des sciences sociales, un panorama de la recherche publique*, In 2001 PLUS ... Synthèses et recherches. – PARIS : Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, 2003. – pp.15-49

⁴⁴ VINET Freddy. – Crués et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crués torrentielles des 12 et 13 novembre 1999. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

⁴⁵ Op.cit. POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne, 2004

2. La cartographie dans la gestion du risque d'inondation : un outil pertinent mais qui manque de maturité technico-sociale

Après l'organisation institutionnelle de la gouvernance du risque d'inondation, une approche sociale de l'outil de communication prépondérant utilisé s'avère nécessaire pour analyser les besoins et attentes des différents acteurs par rapport à cet outil.

21. La carte : un outil de communication polyvalent et pertinent ...

Il convient en premier lieu de définir pourquoi la « *la cartographie [qui] constitue un document de référence spatiale indispensable, tant pour renseigner sur les caractéristiques des risques, que pour informer les différents acteurs concernés et réglementer* »⁴⁶.

L'un des critères repose sur la **multiplicité des usages** de la cartographie.⁴⁷ Elle peut être :

- technique en servant de document de référence sur la manifestation possible des phénomènes (Atlas des Zones Inondables)
- informative en transmettant des éléments de connaissance aux différents acteurs de la réduction des risques
- réglementaire en prenant en compte les risques dans l'aménagement des territoires (PPR)

Un deuxième critère est que la carte permet une **approche plus ciblée**⁴⁸ dans un contexte qui justifie l'utilisation d'un outil de gestion en raison de l'importance du risque et à la pression urbaine⁴⁹. Grâce à ces caractéristiques présentées dans la partie suivante, la carte permet d'occulter certaines informations inutiles afin de mettre en évidence l'information spatiale importante.

Un troisième repose sur la capacité de la carte à **embrasser l'espace de la réflexion et construire l'état des lieux**⁵⁰. Cette capacité à afficher, occulter et mettre en relation diverses informations spatiales permet au destinataire mettre en évidence les forces et faiblesses d'un territoire.

⁴⁶ GARRY Gérald, GAUME Eric, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – *Cartographie et outils de gestion des risques naturels en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 18-45

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ LEDOUX Bruno, BONNEFOT Jean-Luc. – Deux approches du risque d'inondation en France. – MAPPEMONDE, Vol.4/94, 1994. – pp.23-26

⁴⁹ GARRY Gérald, GAUME Eric, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – *Cartographie et outils de gestion des risques naturels en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 18-45

⁵⁰ VANIER M., DEBARBIEUX B. – *Cartes, schémas et modèles au service du projet et de la prospective territoriale*, In L'espace à repenser. – La Tourf d'Aigues : Editions de l'Aube, 2002. – 17p.

22. ... mais non exempt de limites

Si l'on recherche l'intérêt que procure la carte, il convient également de questionner ses limites.

Le principal inconvénient de la carte réside dans son mode de production. Réalisée par des spécialistes de la géomatique ou de l'hydrologie qui ne sont pas ou peu en contact avec les acteurs locaux, la carte apparaît comme la transmission d'une information scientifique à un public sans compétence dans les domaines de la cartographie et des risques naturels⁵¹. De ce fait, « *certaines cartes peuvent être difficiles à lire et à interpréter par le grand public* »⁵². Il faut de plus souligner que **l'information présentée est temporaire** et par conséquent à réviser en permanence⁵³.

Ce **manque de relation entre les concepteurs et les destinataires de la carte**, conjugué au manque de prise en compte du niveau subsidiaire lors de l'élaboration des documents relatifs à la gestion du risque, a conduit au rejet des solutions techniciennes, rejet intégré dans la remise en cause des politiques de gestion des risques⁵⁴. En effet, comme l'explique Jacques COMBY⁵⁵, « *la production même des savoirs scientifiques et techniques (cartographie, modèles, ...) est elle-même dépendante d'un contexte professionnel, social, politique, économique, juridique, etc.* ».

C'est là tout le paradoxe de la carte : il s'agit d'un outil considéré comme idéal mais elle reste un outil techniciste qui remplace des outils technicistes critiqués⁵⁶ sans en corriger tous les défauts.

⁵¹ POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne. – *Evaluation de la politique publique de prévention des risques naturels*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 46-67

⁵² Ibid.

⁵³ Ibid.

⁵⁴ COMBY Jacques. – *La mise en carte et risques de dérives technocratiques dans la prévention des risques*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 79-85

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Ibid.

23. La cartographie du PPR

La cartographie du PPR ne déroge pas aux constatations précédentes. En effet le PPR, bien que consultable par la société civile (affichage en mairie, consultation à la DDT), reste principalement un document à destination des gestionnaires et décideurs tant par sa forme, que la communication réalisée ou que l'organisation même du document.

Dans sa partie graphique (recueil de document cartographique) le PPR a pour but de :⁵⁷

- préciser les aléas considérés dans le plan
- déterminer le zonage réglementaire pour visualiser les servitudes d'utilité publique

« Cette nouvelle cartographie définit des prescriptions réglementaires basées à la fois sur les aléas et les enjeux »⁵⁸. Comme on le constate, le recueil correspond plus à l'illustration d'un document technique et réglementaire qu'à un outil de communication. Ainsi, les documents cartographiques actuels « ne sont en rien des documents d'information à destination des populations locales »⁵⁹

⁵⁷ SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.

⁵⁸ Ibid.

⁵⁹ Ibid.

3. Conclusion : les attentes et besoins des destinataires de la cartographie du risque

Comme il a été montré précédemment, les acteurs à l'extrémité de la chaîne de diffusion des documents relatifs au risque d'inondation sont **les élus locaux et la population riveraine du risque**. En effet les autres acteurs sont soit producteurs de cartes (DDT, établissement public), soit intermédiaires (préfet de département, préfet de région) dans la diffusion de la cartographie du risque constituant les documents réglementaires et/ou informatifs.

document	émetteur	destinataire principal
PPR	préfecture	acteurs municipaux et population locale
DDRM	préfecture	acteurs départementaux consultable par tous
PCS	maire	population locale
DCS	préfecture	maire
DICRIM	maire	population locale

Figure 8: Principaux émetteurs et destinataires des documents de gestion du risque d'inondation⁶⁰

Dans le but de concevoir des représentations pertinentes, il est indispensable de préciser les attentes et besoins de chaque catégorie de destinataires.

Dans ce but, les destinataires sont regroupés en trois catégories :

- Les acteurs locaux (élus, gestionnaires)
- La population avertie du risque (représentée par les élèves-ingénieurs et les enseignants-chercheurs) représentant les associations
- La population non avertie (ou témoin)

⁶⁰ Tableau établi à partir des sources suivantes :

<http://www.anena.net/>

<http://www.prim.net/>

<http://www.mementodumaire.net/>

% de réponses à la question

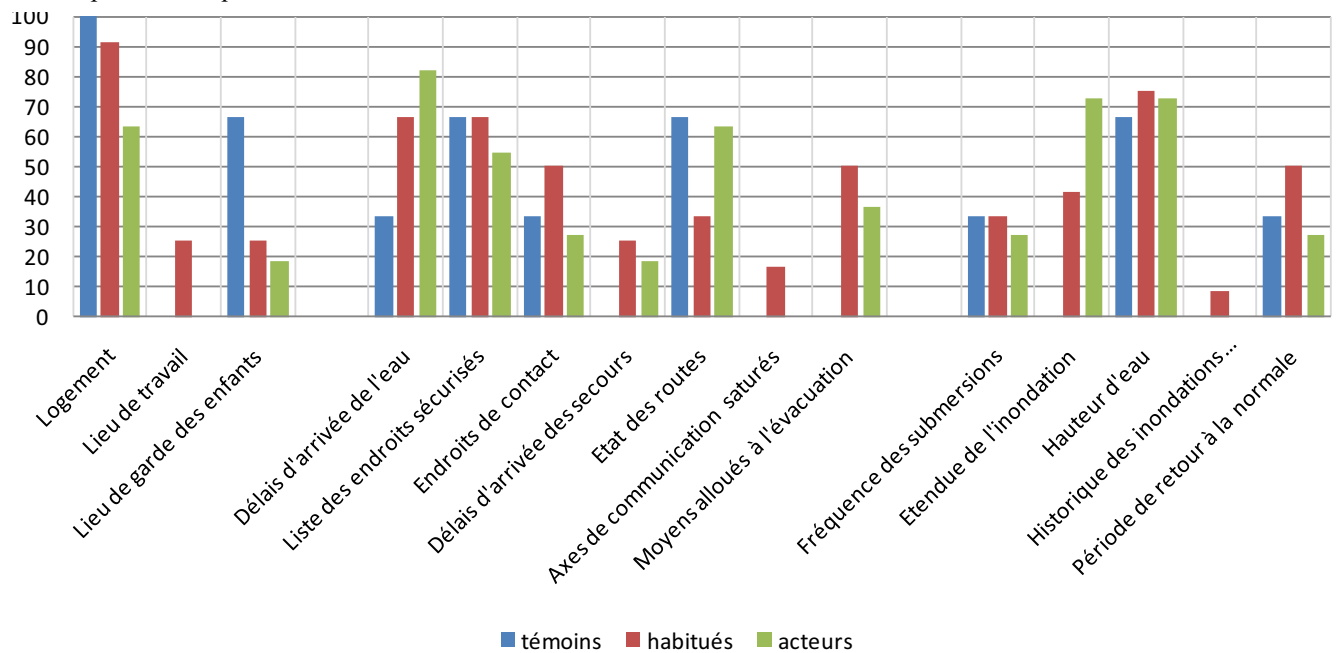


Figure 9: Attentes des différentes catégories d'acteurs⁶¹

Il apparaît que les besoins varient entre ces trois catégories :

- **La population non avertie est principalement intéressée par des éléments personnels** : lieux vécus comme le logement, le lieu de garde des enfants, les lieux sécurisés et l'état des routes pour l'évacuation. Elle est aussi attentive à la hauteur d'eau, sans doute pour évaluer l'impact sur leurs lieux vécus.
- **La population avertie est vigilante sur l'ensemble des lieux vécus mais sa vision de la crise est plus large.** Elle attend également des informations plus globales telles que le délai d'arrivée d'eau et la période de retour à la normale, les moyens mis en place pour assurer la mise en sécurité des personnes
- **Les acteurs locaux ont des attentes doubles.** Ils cherchent à connaître l'impact de la crue sur des éléments personnels (logement notamment) et aussi des informations globales (délai d'arrivée de l'eau, étendue de l'inondation, hauteur d'eau, ...). Ils sollicitent des informations qui montrent l'impact de l'inondation avant que celle-ci n'ait lieu : ils sont demandeurs d'informations leur permettant de faire de la prévention.

Les attentes et besoins des différents acteurs montrent l'intérêt de la carte dans la gestion du risque d'inondation pour sa représentation. La pertinence de cet outil est entière pour les acteurs locaux mais n'est que partielle pour la population riveraine. Celle-ci ressent le besoin de mettre en place une communication basée sur des outils qu'elle a l'habitude d'utiliser (télévision, radio, ...).

⁶¹ graphique réalisé à partir de données du projet de fin d'étude de ROCHE Laura, 2010.

PARTIE 2

LA PERCEPTION DE L'IMAGE VISUELLE

Après l'approche sociale de la gestion du risque d'inondation qui a permis de définir les destinataires de la carte, leurs attentes et leurs besoins. Il est nécessaire de définir comment les transcrire dans la cartographie du risque. Pour cela, il est fondamental de comprendre comment est lue la carte dans le but de définir la carte-type la plus adaptée à chaque catégorie de destinataires.

1. Introduction : la perception de l'image, un mécanisme au cœur d'un contexte

Alors que la plupart des études sur la perception de la carte sont réalisées hors contexte, il est mis en évidence que la place de ce dernier dans la perception de l'image n'est pas sans importance.

La lecture d'une image est comprise dans un ensemble défini comme un circuit visuel à quatre composantes :

- Le contexte d'élaboration : « rendre intelligible les conditions sociales et historiques dans lesquelles un dispositif visuel est mis en place » ;
- La production : procédure d'encodage de l'information ;
- L'usage : décodage, comment est perçue l'image par différents types de lecteurs. C'est à ce niveau que sont faites les évaluations avec les nouvelles technologies et que des innovations techniques en matière de visualisation sont possibles ;
- La matérialisation : transposition sur le territoire réel, conditions dans lesquelles les dispositifs visuels sont conçus.

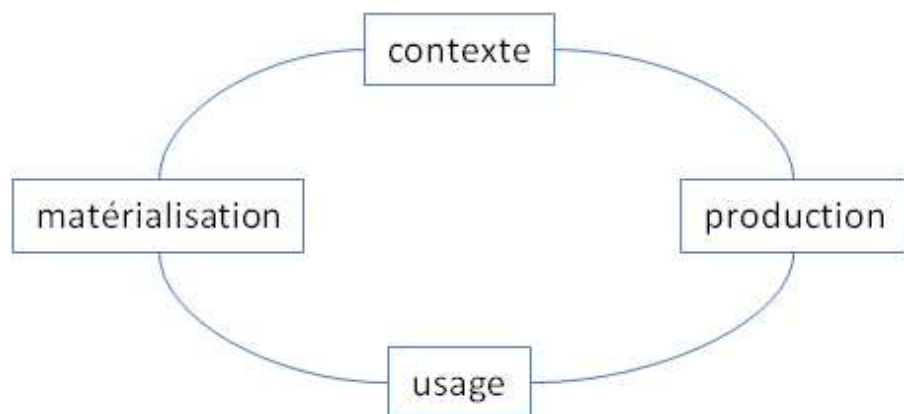


Figure 10: Circuit visuel⁶²

C'est à l'élément « usage » que s'intéresse cette recherche puisque c'est à cette étape qu'il est possible de définir les caractéristiques qui influent sur la lecture de l'image.

⁶² SÖDERSTRÖM Olga. – Des images pour agir, le visuel en urbanisme. – LAUSANNE : Payot, 2000. – 139p.

2. La perception de la carte : un processus perceptuel et cognitif

La carte est une image et, comme telle, sa perception suit un processus.

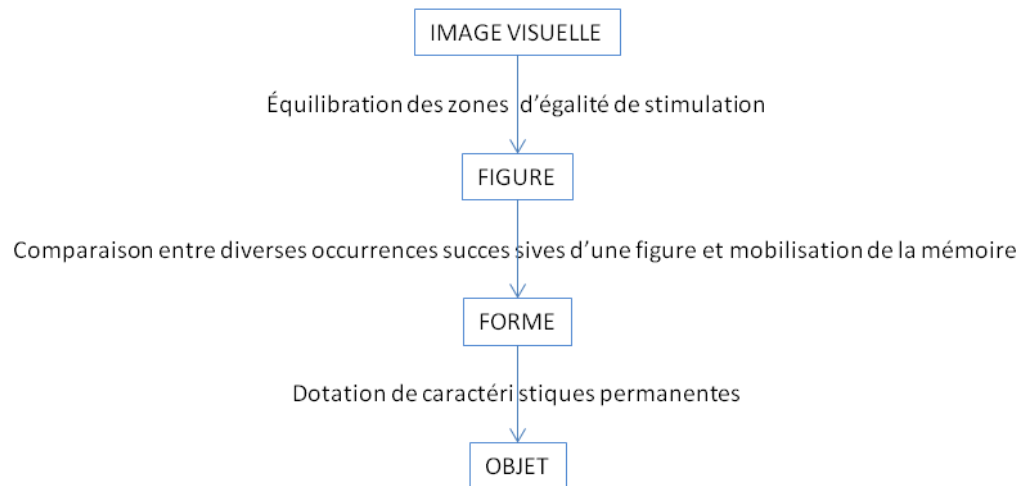


Figure 11: Modèle de perception d'une image visuelle⁶³

Cependant les modèles de perception ne sont adaptés qu'à un cas précis⁶⁴. Il faut par conséquent définir celui qui est le plus adapté à la carte.

21. Le processus de lecture de la carte : un processus complexe

a) Un processus au centre de l'ontologie cartographique

Avant de définir les étapes du processus de perception de la carte, il convient de le positionner dans celui de la conception et de l'utilisation de la carte (encadré en rouge dans le graphe suivant).

⁶³ MEUNIER Jean-Pierre, PERAYA Daniel. – *Sémiotique et cognition : voyage autour de quelques concepts*, In *L'image mentale I*. – 1988. – pp. 16-28

⁶⁴ SALVUCCI Dario D., ANDERSON John R. – *Tracing Eye Movement Protocols with Cognitive Process Models*, In *Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. – pp. 923-928

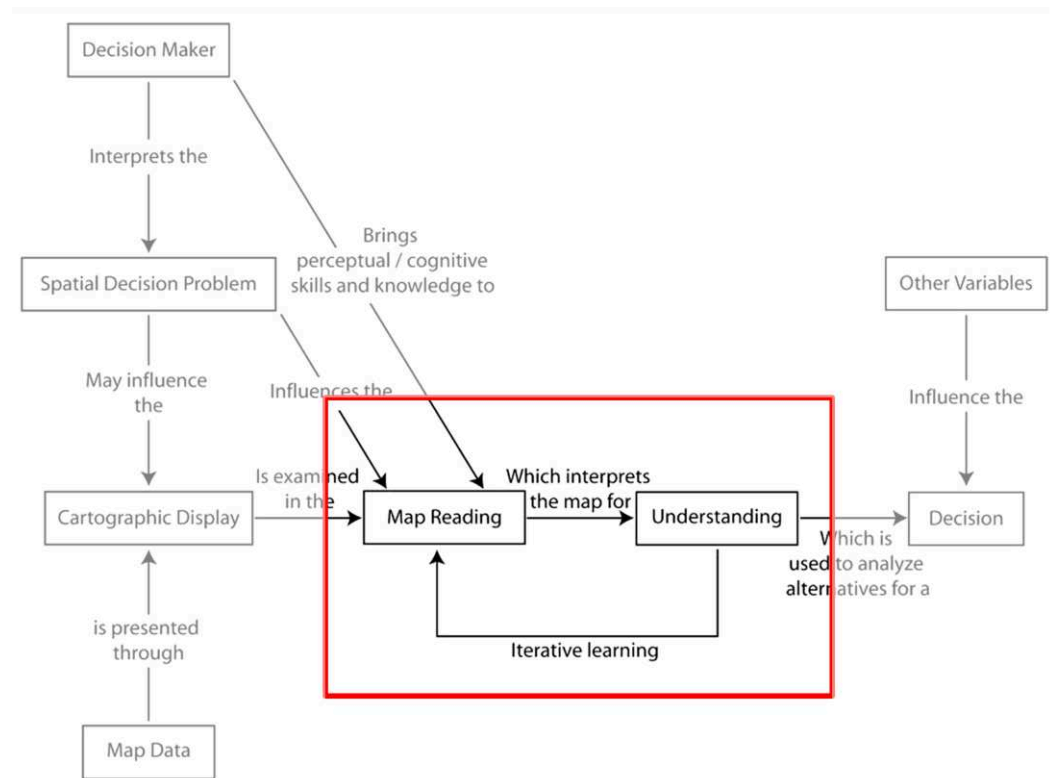


Figure 12: Position de la perception visuelle dans l'ontologie cartographique⁶⁵

Selon le graphe de MCKENDRY, il est possible de mettre en évidence deux types de facteurs qui influent sur le processus de lecture de la carte :

- Des facteurs externes à la carte comme la problématique transcrite ou les compétences et connaissance du « *decision maker* »
- Des facteurs internes à la carte qui impliquent un phénomène d'itération lors du processus de lecture.

Il est à remarquer que le seul intervenant défini ici est le « *decision maker* ». Le concepteur est ici représenté par l'intermédiaire de la représentation des données. En fait, grâce à ce schéma, MCKENDRY met en avant la nécessité de prendre en compte le destinataire de la carte car certaines caractéristiques propres à celui-ci conditionnent le processus de lecture de la carte.

Dans la suite de cette section, l'attention sera portée sur les mécanismes internes du processus de lecture de carte afin de mettre en évidence les facteurs qui conditionnent l'adaptabilité de la carte au lecteur.

⁶⁵ MCKENDRY J. E., MACHLIS G. E. – Cartographic design and quality of climate change maps. – Springer Science, 12 p.

b) Un processus double

Dans son article RATWANI Raj M. se base sur deux modèles fondés sur les théories des tâches analytiques :

- Un modèle théorique datant des années 1990⁶⁶
- Un modèle pratique datant des années 2000⁶⁷

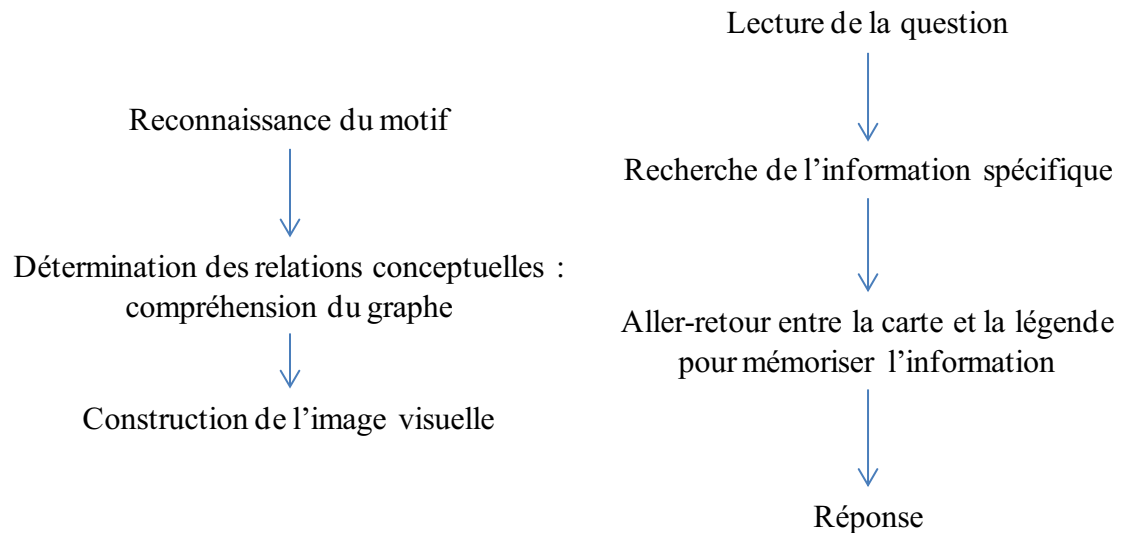


Figure 13: Modèle théorique (à gauche) et modèle pratique (à droite) du processus de compréhension de la carte⁶⁸

On constate que ces deux modèles ont des approches différentes :

- Le premier adopte une approche purement cognitive, sans prise en compte des mouvements oculaires
- Le second intègre la dimension perceptuelle en l'intégrant dans la dimension cognitive

Cependant le processus de perception visuelle et le processus de perception cognitive peuvent-ils être réunis en un seul processus ou doivent-ils rester distincts ?

Cette réponse peut probablement être apportée par l'analyse neuronale. En effet, l'activité neuronale des mouvements de saccade se situe dans le tronc cérébral et l'activité de codage est réalisée par les « *burst* » *cells* situées dans les régions périphériques du tronc cérébral.⁶⁹ Il semble au premier abord que ces deux processus soient distincts. Cependant il a été constaté que le codage des caractéristiques spatiales des saccades (OU) et le déclenchement du mouvement (QUAND) est initié par des

⁶⁶ Ce modèle est construit par partir des travaux de KOSSLYN (1989), LOHSE (1993) et PINKER (1990)

⁶⁷ L'élaboration de ce modèle résulte de l'analyse des travaux de CARPENTER & SHAZH (1998), LOHSE (1993), PEEBLES & CHENG (2003), PINKER (1990), TRAFTON & al. (2002)

⁶⁸ RATWANI. Raj M., REAFTON Gregory J., BOEHM-DAVIS Deborah A. – Thinking Graphically: Connecting Vision and Cognition During Graph Comprehension. – Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 14, No. 1, 2008. – pp. 36-49

⁶⁹ LIVERSEDGE Simon P., FINDLAY John M. – Saccadic eye movements and cognition. – L'année psychologique, Volume 85, Numéro 1, 1985. – pp. 101 - 135

cellules différentes⁷⁰. Or ces deux caractéristiques sont incluses dans le même processus et sont traitées en parallèle.

Il semble par conséquent adéquat de considérer le processus de perception visuelle et le processus de perception cognitive comme des processus réalisés en parallèle, inclus dans un processus plus global qu'est la lecture de la carte.

c) Un processus itératif et agrégatif

En plus du caractère double de la perception, RATWANI définit la perception comme un processus itératif.

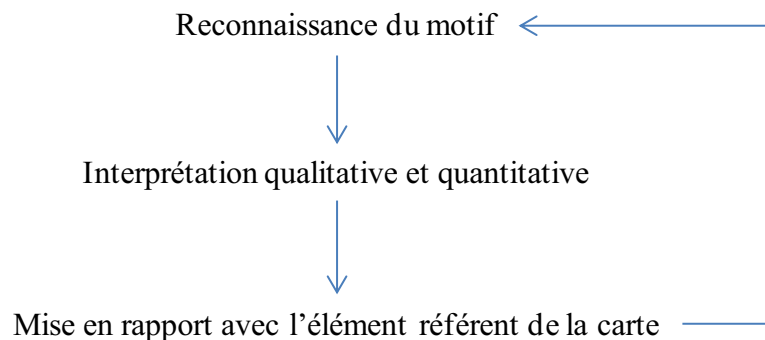


Figure 14: Modélisation itérative de la perception d'après CARPENTER & SHAH (1998)

Après avoir identifié les éléments et avoir donné une valeur quantitative et qualitative aux caractères visuels, les éléments du graphique sont reliés aux caractères visuels pour construire l'image du graphique grâce aux caractéristiques de l'image définies par Bertin⁷¹ :

- « *l'image se crée sur trois dimensions homogènes et ordonnées* » : la géométrie euclidienne
- « *l'image accepte tous les niveaux de lecture* » : possibilité de regroupement
- « *l'image accepte une très grande quantité d'information* » : nécessité de regroupement basée sur la proximité spatiale et/ou perceptuelle
- « *l'image peut se simplifier sans perdre une parcelle de l'information originale* » : efficacité du regroupement en cluster
- « *sa structure naturelle (x, y, z) [...] ne peut être transgressée* » : le processus de regroupement est similaire pour chaque lecteur.

Cependant la complexité ne se définit pas seulement par la difficulté à analyser un élément de l'image. Elle est aussi fonction du nombre d'itérations nécessaire pour former un *cluster* adapté à l'information recherchée : c'est le phénomène d'agrégation. Cependant ce phénomène n'est observé qu'à partir d'un certain éloignement des objets. En effet, pendant une fixation, plusieurs objets (8 à 10) sont traités en parallèle⁷² en

⁷⁰ LIVERSEDGE Simon P., FINDLAY John M. – Saccadic eye movements and cognition. – L'année psychologique, Volume 85, Numéro 1, 1985. – pp. 101 - 135

⁷¹ BERTIN Jacques.- « *La Graphique* ».-Communications, vol. 15, n°1, 1970.-p.169-185

⁷² LIVERSEDGE Simon P., FINDLAY John M. – Saccadic eye movements and cognition. – L'année psychologique, Volume 85, Numéro 1, 1985. – pp. 101 - 135

raison de l'existence de la vision périphérique : les objets situés dans un certain rayon angulaire sont traités pendant le processus de lecture de l'élément regardé.

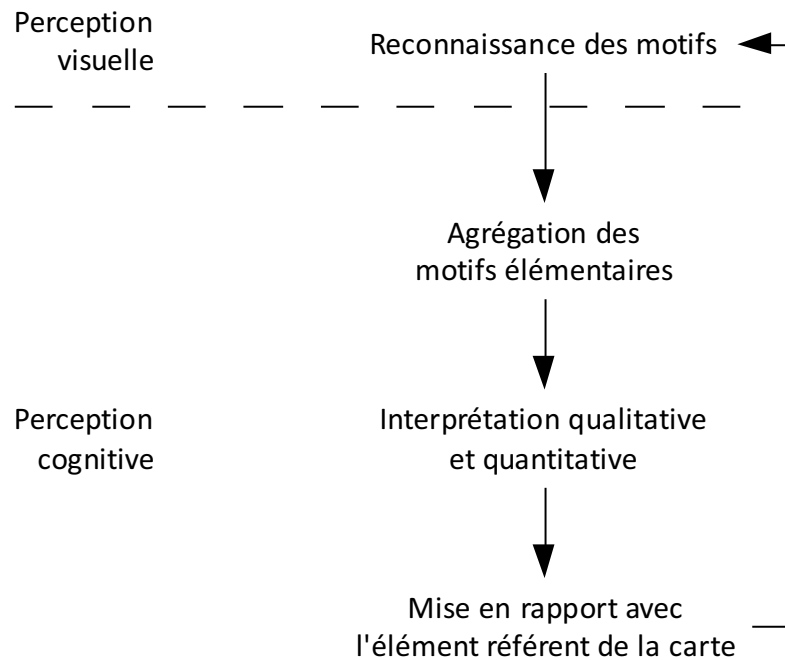


Figure 15: Modélisation itérative et agrégative de la perception d'après CARPENTER & SHAH (1998)

Ainsi le nombre de cycles de traitement augmente avec la complexité (c'est-à-dire le nombre de clusters : zones homogènes de l'image) : le nombre d'allers-retours entre clusters et entre un cluster et la légende augmente.⁷³ Ce phénomène d'itération permet alors de définir la complexité de la carte : plus une carte est complexe plus le nombre d'itération devra être important. Cela se traduit par une durée de fixation accrue⁷⁴.

Il en résulte qu'une image est plus complexe lorsque la proximité spatiale et/ou perceptuelle diminue : c'est le « *proximity compatibility principle* »⁷⁵.

En se basant sur ces constats (principe de proximité, agrégation et itération) et l'existence d'une interaction entre le décodage perceptuel du graphe et le jugement que le lecteur tente d'élaborer⁷⁶, RATWANI R. M. conclut :

- « *To facilitate visual integration, graphs should be designed such that clusters of information can be easily formulated.* »
- « *To facilitate integration, graphs should be designed to reduce the amount of processing needed to reason with the visual clusters during visual integration* »

⁷³ RATWANI. Raj M., REAFTON Gregory J., BOEHM-DAVIS Deborah A. – Thinking Graphically: Connecting Vision and Cognition During Graph Comprehension. – Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 14, No. 1, 2008. – pp. 36-49

⁷⁴ LOFTUS G. R. – Tachistosopic Simulations of Eye Fixations of Pictures. – Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory. – vol. 5, issue 7, 1981 – pp. 369-376

⁷⁵ RATWANI. Raj M., REAFTON Gregory J., BOEHM-DAVIS Deborah A. – Thinking Graphically: Connecting Vision and Cognition During Graph Comprehension. – Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 14, No. 1, 2008. – pp. 36-49

⁷⁶ Ibid.

22. L'eye-tracking, un outil d'estimation quantitative et qualitative de la carte

Afin de qualifier et quantifier la complexité d'une carte, il est possible d'utiliser la technique de l'*eye-tracking* ou suivi des mouvements oculaires. Cette technique permet d'informer sur certaines variables de la stratégie du regard (nombre de fixations, durée de fixation, nombre de saccades, amplitude de saccade) et de définir les zones de force (construite de telle sorte qu'elle favorise la lecture et la compréhension de la carte) ou de faiblesse (élaborée de telle manière qu'elle rend plus compliquées la lecture et la compréhension) d'une carte. Ces deux variables peuvent également être analysées à deux niveaux différents (macro ou micro).

a) Deux niveaux d'analyse possible

Le niveau macro d'analyse s'attache à définir les caractéristiques globales des mouvements oculaires⁷⁷. Il permet d'avoir une première approche de la difficulté à lire et comprendre une image. A ce niveau, les caractéristiques généralement étudiées sont :

- Le temps de fixation total⁷⁸
- Le nombre de fixation⁷⁹
- La durée des saccades

Ce niveau d'étude permet d'analyser l'image dans son intégralité. Dans le cas où l'analyse porte sur un critère particulier, l'analyse doit être réalisée au niveau micro.

Au niveau micro, les caractéristiques généralement étudiées sont⁸⁰ :

- La durée de la première fixation
- La *first pass gaze duration* : la durée des fixations lors du premier regard dans une zone
- La *second pass gaze duration* : la durée des fixations lors du deuxième regard dans une zone

b) Des critères de variation des fixations et saccades de deux origines

Après avoir détaillé les analyses généralement utilisées dans la technique de l'*eye-tracking*, il semble nécessaire de définir comment évoluent les caractéristiques des saccades et fixations en fonction du lecteur. Dans les prochains paragraphes seront expliqués les principales relations qui existent entre l'objet regardé, le comportement oculaire du lecteur et le niveau de compétence et de connaissance de ce dernier.

⁷⁷ DUCHOWSKI Andrew T. – A Breadth-First Survey of Eye Tracking Applications. – Behavior Research Methods. – vol. 34, 2002. – pp. 455-470

⁷⁸ Ibid.

⁷⁹ SALVUCCI Dario D., ANDERSON John R. – Tracing Eye Movement Protocols with Cognitive Process Models, In Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Cognitive Science Society. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. – pp. 923-928

⁸⁰ DUCHOWSKI Andrew T. – A Breadth-First Survey of Eye Tracking Applications. – Behavior Research Methods. – vol. 34, 2002. – pp. 455-470

Dans leur étude, KURLAND Laure & al. montrent l'existence d'une relation entre le niveau de connaissance et de compétence et la longueur moyenne des saccades et la durée moyenne de fixation

	durée de fixation	longueur moyenne des saccades	fréquence moyenne de fixation
experts	189 ms	52 mm	189
novices	260 ms	65 mm	187

Figure 16: Comparaison des caractéristiques des mouvements oculaires entre experts et novices⁸¹

Les novices ont des durées de fixations plus importantes, qui s'expliquent par un traitement de l'information (décodage, comparaison et mise en relation) plus lent (en raison de l'écart de connaissance) et des amplitudes de saccades plus importantes (stratégie de recherche plus confuse due à la différence de compétences).

Les experts regardent plus vite et ont des saccades plus petites : ils ont construit au cours de leurs précédentes expériences professionnelles un modèle de recherche plus efficace⁸².

En plus de l'expérience du destinataire, les caractéristiques intrinsèques de la carte influent sur les mouvements oculaires.

Il a été précisé précédemment que le processus de lecture et de compréhension résulte du nombre d'itérations pour agréger des objets proches. Ainsi, la durée de fixation augmente lorsque diminue la lisibilité qui est fonction⁸³ :

- De l'encombrement du dessin (densité graphique) ;
- Du rapport entre les deux dimensions du plan (lisibilité angulaire) : trois formes peuvent-être distinguées (point, croix, trait). L'utilisation d'une représentation stéréo-typique permet une reconnaissance plus aisée⁸⁴ ;
- De la mise en valeur de la variable de la troisième dimension (lisibilité rétinienne) : « *la forme doit être séparée du fond* ». Ce facteur de lisibilité a été étudié par Elisabeth CHESNEAU qui a montré l'importance du contraste de couleur⁸⁵.

⁸¹ KURLAND Laura et al. – Using Cognitive Task Analysis and Eye Tracking to Understand Imagery Analysis. – 2005. – 4 p.

⁸² Ibid.

⁸³ BONIN Serge. – Initiation à la graphique. – Annales. Economie, Sociétés, Civilisations, 1978, Vol. 33, Num. 4. – pp.743-745

⁸⁴ MEUNIER Jean-Pierre, PERAYA Daniel. – Sémiotique et cognition : voyage autour de quelques concepts, In L'image mentale I. – 1988. – pp. 16-28

⁸⁵ CHESNEAU Elisabeth. – Propositions méthodologiques pour l'amélioration automatique des contrastes de couleur - application aux cartes de risque. – Cybergeog : Revue européenne de géographie, N° 360, 2006. – 13 p.

En plus d'influer sur la durée des fixations, les caractéristiques intrinsèques de la carte peuvent influencer sur leur nombre ou sur les saccades (nombre, amplitude). Ainsi le nombre de saccades avant une décision augmente comme une fonction linéaire de la taille de l'écran et un élément textuel modifie le comportement oculaire ⁸⁶ :

- Fixations de 60 à 500 ms (250 ms en moyenne)
- 85% des saccades se font de gauche à droite
- Saccades de 7 à 9 lettres de longueur

Ces facteurs ont été étudiés par GENELOT Emilie et GRAZIANO Maxime dans leur projet de fin d'étude 2008/2009 en se basant sur plusieurs critères :

- Les caractéristiques intrinsèques des cartes (positions des éléments constitutifs de la carte, complexité de ces éléments, ...)
- Les compétences et connaissances des lecteurs :
 - Témoins : peu ou pas de compétences et connaissances
 - Utilisateurs
 - Concepteurs

La même approche sera réalisée mais elle sera placée dans le contexte de la gestion du risque d'inondation. Pour cela, les caractéristiques des cartes ne seront pas modifiées (utilisation du même jeu de cartes) mais l'échantillonnage des sujets testés sera changé de la manière suivante :

- Population témoin : peu ou pas de compétences et connaissances ;
- Population habituée : habitude plus ou moins importante de la lecture de carte et des grands principes de l'urbanisme ;
- Gestionnaires du risque : acteurs locaux de la gestion du risque d'inondation.

⁸⁶ LIVERSEDGE Simon P., FINDLAY John M. – Saccadic eye movements and cognition. – L'année psychologique, Volume 85, Numéro 1, 1985. – pp. 101 – 135

3. Tests d'acuité visuelle et de perception de la couleur : suppression des interférences oculaires

Afin de limiter les interférences inhérentes à la vision du lecteur, deux tests sont ajoutés au protocole utilisé par GENELOT Emilie et GRAZIANO Maxime. Ces tests ont été sélectionnés pour leur rapidité de réalisation (moins de 4 minutes pour les deux tests) et parce qu'ils décèlent les deux interférences les plus couramment rencontrées.

Cette première phase se base sur :

- Le **test d'acuité visuelle** qui permet de vérifier que le lecteur est apte à voir suffisamment de détails sur les cartes projetées. Ce test, dit test de **Parinaud 2**, est réalisé grâce à une plaque murale et complété par la lecture d'une planche de texte normalisé.
- Le **test d'Ishihara** qui permet de déceler si un lecteur est atteint de cécité chromatique, partielle ou totale, aussi appelé daltonisme. Cette cécité est la forme la plus commune de cécité congénitale des couleurs. Il est privilégié au test FARNSWORTH 15 HUE (standard ou désaturé) en raison de sa rapidité de réalisation et d'analyse. Ce test permet d'éliminer des paramètres extérieurs qui altéreraient les résultats ou de prendre en compte cette différence dans l'interprétation des résultats. Il est composé de 25 planches colorées représentant ou non des nombres. Le nombre perçu dépend de la nature de la cécité chromatique.

Ces deux tests sont effectués par une orthoptiste diplômée, Mme Christine SERRHINI.

Les sujets testés ont tous une acuité visuelle de 10/10 à chaque œil et aucun ne souffre de cécité chromatique. Aucun prétraitement des données pour prendre en compte une quelconque interférence visuelle n'est nécessaire.

4. Analyse des résultats de l'enquête cognitive de l'oculovisiométrie

L'échantillon utilisé pour cette partie de l'expérience comprend 31 sujets test répartis de la manière suivante :

- 5 sujets témoins : orthoptistes ou élèves-orthoptistes
- 16 sujets habitués : élèves-ingénieurs et enseignants-chercheurs
- 10 gestionnaires : directeurs de service, pompiers du SDIS 37, ...

41. La qualité globale de la carte : une appréciation homogène pour les différents destinataires

Après chacune des neuf cartes, chaque sujet évalue cinq composantes :

- La complexité : difficulté à lire et comprendre la carte, la valeur est ici inversée c'est-à-dire que plus une carte est facile à lire, plus sa note est élevée ;
- La densité d'information : la quantité d'information, la valeur est ici également inversée c'est-à-dire que plus une carte est sobre d'informations plus la note est haute ;
- L'innovation : la nouveauté de la carte tant dans l'information représentée que dans la façon de la représenter ;
- L'esthétisme : la qualité graphique (contrastes, position des éléments, ...) ;
- L'utilité : la qualité de l'information par rapport au thème de la carte.

Contrairement à l'approche utilisée par GENELOT Emilie et GRAZIANO Maxime, l'analyse n'est pas réalisée par carte mais par critère. Cette approche permet de définir plus clairement les facteurs qui influent sur les critères. Plutôt que de rechercher les critères dont les notes sont les extrema, ceux-ci sont recherchés pour chaque critère.

Les tableaux suivants représentent la somme des notes décernées par l'ensemble du panel puis de chaque catégorie de destinataires pour chaque critère et chaque carte avec la typologie suivante :

100	Note maximale pour la catégorie étudiée
10	Note minimale pour la catégorie étudiée
100	Note maximale pour l'ensemble du panel
10	Note minimale pour l'ensemble du panel

La présentation des résultats se fait dans l'ordre suivant :

- Ensemble du panel
- Gestionnaires
- Population habituée
- Population témoin

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité	
carte 1	88	54	62	89	82	375
carte 2	107	81	58	84	89	419
carte 3	80	74	77	83	93	407
carte 4	87	68	81	90	122	448
carte 5	120	115	81	99	101	516
carte 6	101	98	80	92	119	490
carte 7	87	66	83	89	107	432
carte 8	92	82	94	106	111	485
carte 9	122	96	84	94	116	512
	884	734	700	826	940	

Figure 17: Synthèse de l'appréciation de la carte par l'ensemble du panel

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité
complexité	1,00	0,81	0,02	0,33	0,16
densité d'info.		1,00	0,34	0,46	0,34
innovation			1,00	0,70	0,75
esthétisme				1,00	0,42
utilité					1,00

Figure 18: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour l'ensemble du panel

Pour l'ensemble du panel :

- La complexité augmente avec la quantité ET la diversité de l'information comme le montre les cas de la carte 1 et 3. La carte 1 présente le plus d'aplots mais la carte 3 paraît plus complexe (carte en deux langues, légende sur trois colonnes, différents types de figurés).
- L'utilité de la carte est légèrement influencée par son caractère innovant et dans une moindre mesure par son esthétisme.
- La carte 4 apparaît comme la carte la mieux conçue.

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité	
carte 1	27	18	21	27	28	121
carte 2	27	23	20	27	29	126
carte 3	24	21	29	29	31	134
carte 4	30	24	29	34	37	154
carte 5	38	35	28	32	32	165
carte 6	34	34	24	31	39	162
carte 7	26	23	25	33	34	141
carte 8	29	26	35	36	34	160
carte 9	38	31	30	32	39	170
	273	235	241	281	303	

Figure 19: Synthèse de l'appréciation de la carte par les gestionnaires

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité
complexité	1,00	0,89	0,24	0,30	0,57
densité d'info.		1,00	0,27	0,38	0,62
innovation			1,00	0,81	0,44
esthétisme				1,00	0,63
utilité					1,00

Figure 20: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour les gestionnaires

Pour les gestionnaires :

- La complexité augmente avec la quantité ET la diversité de l'information comme le montre les cas de la carte 1 et 3. La carte 1 présente le plus d'aplats mais la carte 3 paraît plus complexe (carte en deux langues, légende sur trois colonnes, différents types de figurés).
- L'utilité de la carte est légèrement influencée par son esthétique et dans une moindre mesure par son côté innovant.
- La carte la plus adaptée semble être la carte 9 : fond de carte simplifié, fort contraste de couleurs, légende visible
- La carte la moins pertinente est la carte 1 Elle présente les caractères opposés de la carte 8 : fond de carte chargé, légende peu visible.

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité	
carte 1	45	29	31	48	39	192
carte 2	62	43	28	43	46	222
carte 3	44	44	36	36	44	204
carte 4	48	36	38	40	66	228
carte 5	68	67	40	50	51	276
carte 6	54	51	45	47	63	260
carte 7	49	33	43	41	56	222
carte 8	48	43	45	50	60	246
carte 9	69	51	42	45	59	266
	487	397	348	400	484	

Figure 21: Synthèse de l'appréciation de la carte par la population avisée

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité
complexité	1,00	0,74	0,05	0,36	0,12
densité d'info.		1,00	0,32	0,38	0,16
innovation			1,00	0,25	0,75
esthétisme				1,00	0,07
utilité					1,00

Figure 22: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour la population avisée

Pour la population avisée:

- La complexité augmente avec la quantité ET la diversité de l'information comme le montre les cas de la carte 1 et 3. La carte 1 présente le plus d'aplots mais la carte 3 paraît plus complexe (carte en deux langues, légende sur trois colonnes, différents types de figurés). Cependant la corrélation entre complexité et densité d'information est moins élevée que pour les gestionnaires.
- L'utilité de la carte est légèrement influencée par son côté innovant.
- La carte la plus adaptée semble être la carte 5 : fort contraste de couleurs, légende simple.
- Les cartes les moins pertinentes sont les cartes à l'échelle nationale (cartes 1 à 3).

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité	
carte 1	16	7	10	14	15	62
carte 2	18	15	10	14	14	71
carte 3	12	9	12	18	18	69
carte 4	9	8	14	16	19	66
carte 5	14	13	13	17	18	75
carte 6	13	13	11	14	17	68
carte 7	12	10	15	15	17	69
carte 8	15	13	14	20	17	79
carte 9	15	14	12	17	18	76
	124	102	111	145	153	

Figure 23: Synthèse de l'appréciation de la carte par la population témoin

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité
complexité	1,00	0,54	-0,64	-0,15	-0,81
densité d'info.		1,00	-0,14	0,12	-0,19
innovation			1,00	0,52	0,66
esthétisme				1,00	0,53
utilité					1,00

Figure 24: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour la population témoin

Pour la population témoin:

- L'utilité est inversement croissante à la complexité de la carte
- La diversité de figurés et d'aplats semble être secondaire dans la complexité.
- La carte la plus adaptée semble être la carte 8 : fort contraste de couleurs, légende simple, structure organisée de haut en bas (titre, élément graphique, légende)
- La carte la moins pertinente est la carte 1. Bien que n'étant pas considérée comme complexe, la densité d'information est trop importante.

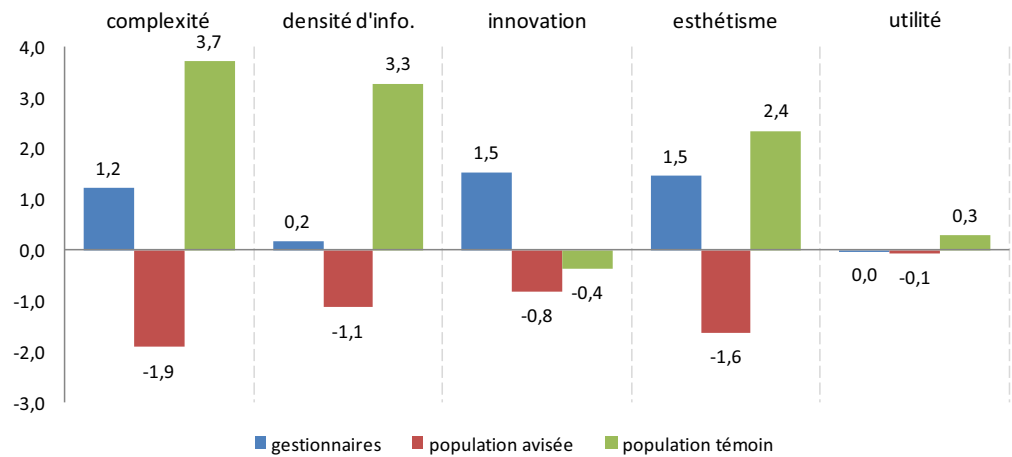


Figure 25: Ecart de la note à la moyenne pour chaque catégorie de destinataires⁸⁷

La population témoin (en vert sur le graphique) est **plus sensible à la complexité, à la densité d'informations de la carte et à l'esthétisme** (note plus basse de 2,4 à 3,7 points) que la population avisée et les gestionnaires. Elle est également un peu plus critique quant à l'utilité des cartes. Cela peut s'expliquer par l'importance de la complexité, de la densité d'information et de l'esthétisme pour la population témoin qui est plus sensible à ces critères (somme des notes moyennes plus basse) comme le montre le tableau suivant.

La population avisée est la moins sensible aux différents critères. Cela peut s'expliquer par une compétence et une connaissance de la carte plus développées que la population témoins et un point de vue plus critique (opposition société civile – services publiques).

Les gestionnaires se situent entre les deux autres catégories, excepté pour le critère innovation. Cela montre leur sensibilité à **explorer d'autres représentations** afin d'arriver à une représentation plus pertinente que celle utilisée aujourd'hui, sans doute en raison de leur place charnière dans l'échelonnement de la gestion du risque.

	complexité	densité d'info.	innovation	esthétisme	utilité
ensemble du panel	28,5	23,7	22,6	26,6	30,3
gestionnaires	27,3	23,5	24,1	28,1	30,3
population avisée	30,4	24,8	21,8	25,0	30,3
population témoins	24,8	20,4	22,2	29,0	30,6

Figure 26: Somme des notes moyennes de chaque critère pour chaque catégorie

Après l'analyse globale de la carte, l'étude de quelques facteurs tels que l'échelle, le fond de carte, la complexité de la légende et la position relative des éléments va permettre d'affiner l'impact de ceux-ci sur la compréhension de la carte.

⁸⁷ Ce graphique représente pour chacun des critères l'écart entre la note de l'ensemble du panel avec la note moyenne de chaque catégorie.

Pour les critères complexité et densité d'information, les écarts ont été corrigés par l'opposé de l'écart à la moyenne du panel afin d'annuler la correction utilisée pour l'analyse précédente. Ainsi une valeur positive de l'écart à la moyenne du panel signifie pour tous les critères que la catégorie d'acteurs est plus sensible à ce critère.

42. L'échelle de la carte : la pertinence du zoom

Afin d'estimer l'influence de l'échelle sur les critères étudiés, les cartes sont regroupés en trois groupes :

- Les cartes à petite échelle : cartes 1 à 3, elles permettent une vue très globale du phénomène cartographié.
- Les cartes à échelle intermédiaire : cartes 4, 5 et 7, elles permettent d'avoir une vision large du phénomène tout en acceptant une information affinée
- Les cartes à grande échelle : cartes 6, 8 et 9, elles montrent le phénomène de façon précise avec une finesse de détails supérieure aux autres échelles.

Certaines cartes ne présentent pas d'échelle précise. Le regroupement des cartes est fait de la manière suivante :

- Un groupe comportant les trois cartes à l'échelle nationale
- Un groupe comportant les deux cartes à l'échelle locale (communale et intercommunale) et la carte au 1/5000
- Un groupe comportant des cartes aux échelles 1/25 000 et 1/75 000

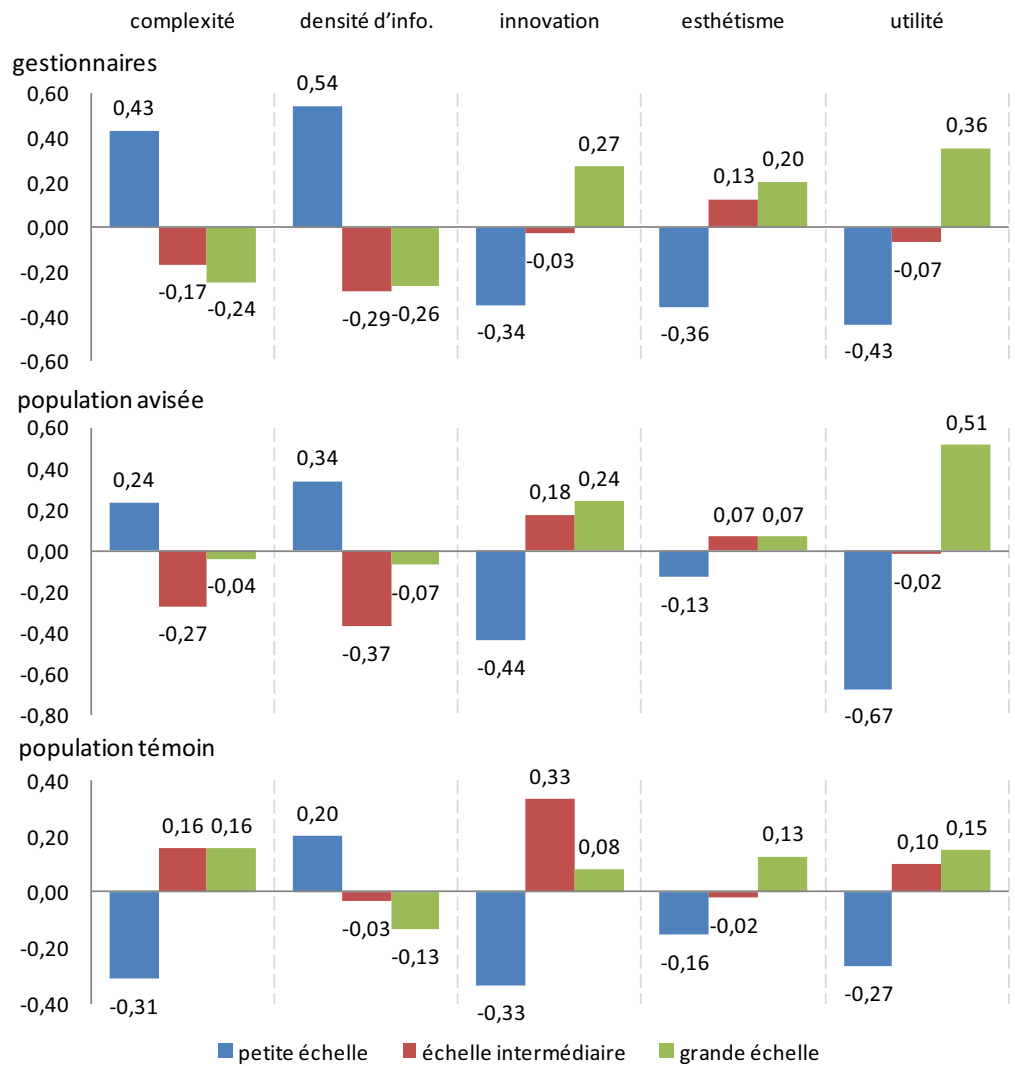


Figure 27: Influence de l'échelle de la carte⁸⁸

L'échelle la plus pertinente pour rendre une carte utile est une **grande échelle** c'est-à-dire une échelle représentant un territoire proche de celui que vit le lecteur.

Le constat est similaire pour l'esthétique.

Il ne semble pas exister de lien fort entre innovation et échelle excepté qu'une carte à petite échelle n'est pas considérée comme innovante.

La densité d'information semble avoir plus d'importance dans les cartes à petite échelle, surtout pour les acteurs habitués aux cartes.

Un contraste est observable pour la complexité entre la petite échelle et les autres échelles. Pour les acteurs habitués (gestionnaires et population avisée), la complexité est plus importante lorsque l'échelle est petite. Le résultat est inverse pour la population témoin. Cela pourrait s'expliquer par le référentiel (le territoire national) facilement reconnaissable.

⁸⁸ Ce graphique représente pour chacun des critères l'écart entre la moyenne sur l'ensemble des cartes et la moyenne sur les cartes regroupées par échelle.

Pour les critères complexité et densité d'information, les écarts ont été corrigés par l'opposé de l'écart à la moyenne du panel afin d'annuler la correction utilisée pour l'analyse précédente. Ainsi une valeur positive de l'écart à la moyenne du panel signifie pour tous les critères que la catégorie d'acteurs est plus sensible à ce critère.

43. Le fond de carte : l'efficacité dans la sobriété

Afin d'estimer l'influence du fond de carte sur les critères étudiés, les cartes sont regroupés en deux groupes :

- Les cartes à fond chargé : cartes 1, 2, 3, 5 et 7, elles présentent un fond coloré.
- Les cartes à fond simple : cartes 4, 6, 8 et 9, elles ont un fond de carte avec peu ou pas de couleurs.

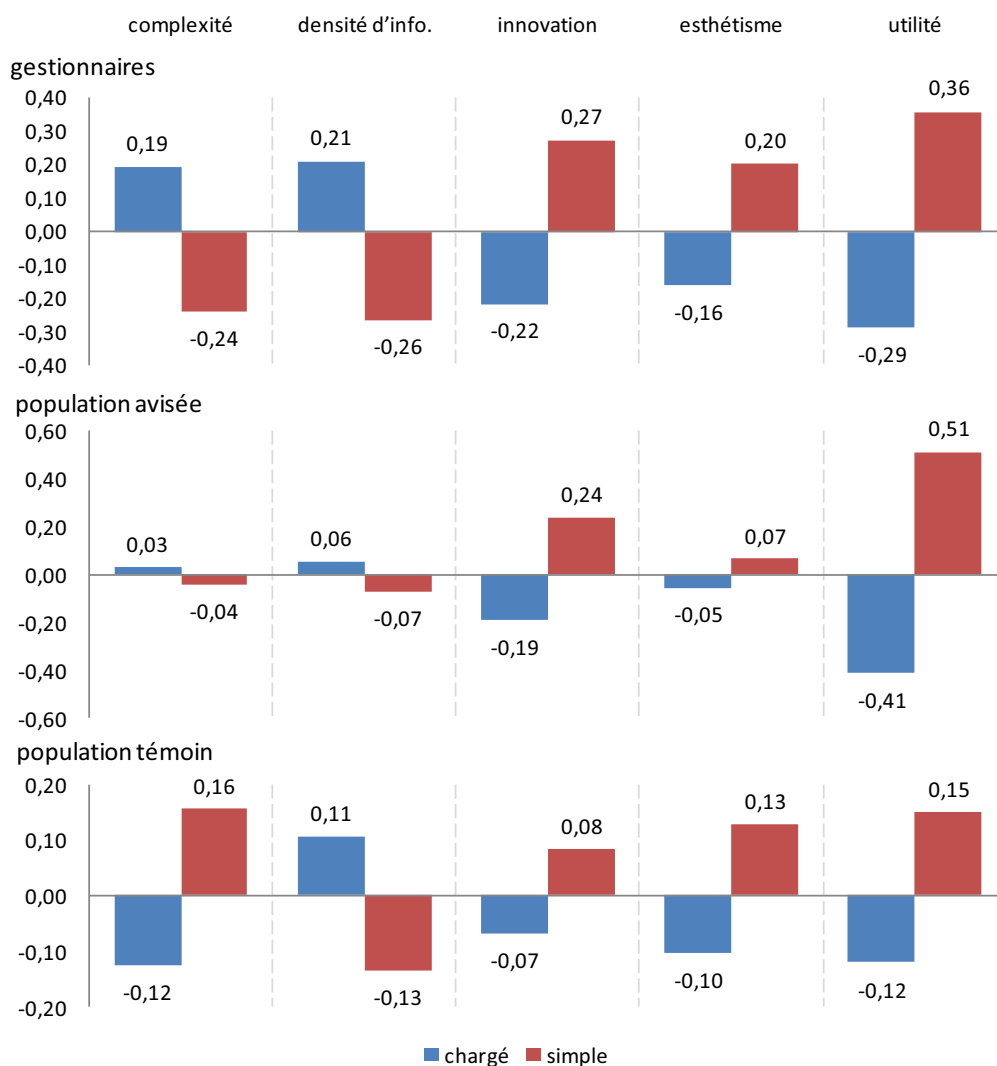


Figure 28: Influence du fond de carte⁸⁹

Un fond de carte simple est préférable à un fond de carte chargé car il est permet d'avoir un jugement plus favorable de la part du lecteur (critères innovation, esthétique, utilité supérieurs et complexité et densité d'information plus faible). Il faut cependant laisser suffisamment d'informations auxiliaires comme les limites de territoire ou des lieux de référence afin de faciliter la localisation du phénomène cartographié.

⁸⁹ Ce graphique représente pour chacun des critères l'écart entre la moyenne sur l'ensemble des cartes et la moyenne sur les cartes regroupées par échelle.

Pour les critères complexité et densité d'information, les écarts ont été corrigés par l'opposé de l'écart à la moyenne du panel afin d'annuler la correction utilisée pour l'analyse précédente. Ainsi une valeur positive de l'écart à la moyenne du panel signifie pour tous les critères que la catégorie d'acteurs est plus sensible à ce critère.

Il faut cependant modérer les résultats pour la densité d'informations qui dépend principalement du nombre d'information de la légende.

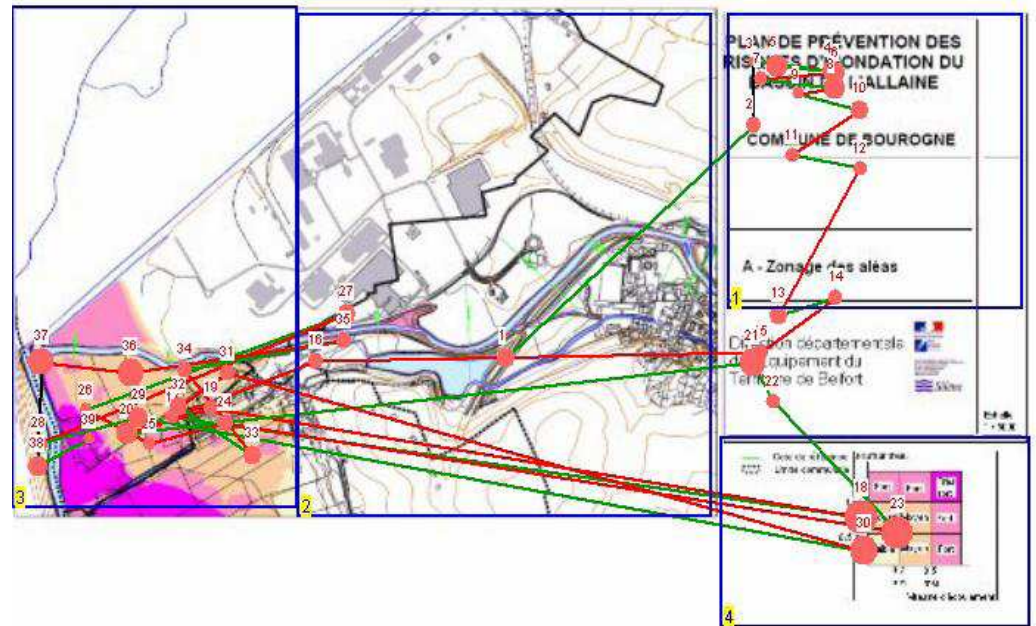


Figure 29: Mouvements oculaires sur la carte 6

La carte 6 se caractérise par un contraste fort entre le fond de carte et les informations représentées. Le regard est par conséquent attiré vers les zones très colorées (zones inondées), délaissant les zones inintéressantes de la carte.

Ce phénomène n'est pas tributaire de l'échelle car le même constat est observé sur d'autres cartes :

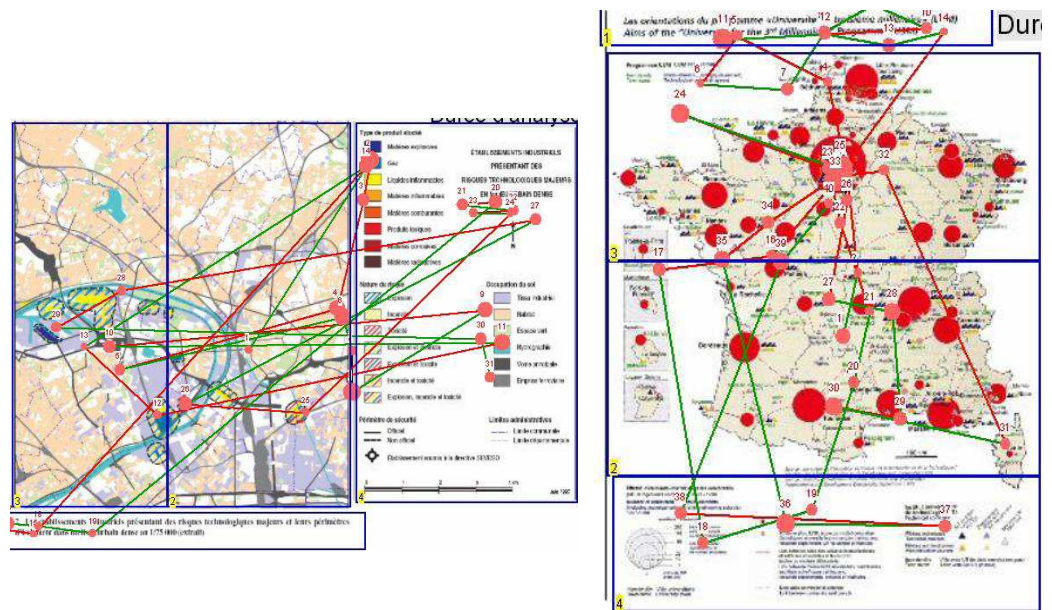


Figure 31: Fixations sur les cartes 7 (à gauche) et 2 (à droite)

Les fixations sont centralisées sur les cercles rouges dans la carte de droite tandis qu'elles sont dispersées sur la carte de gauche.

44. La complexité de la légende :

Afin d'estimer l'influence de la complexité sur les critères étudiés, les cartes sont regroupées en trois groupes :

- Les cartes à légende peu complexe : cartes 9, 5 et 6
- Les cartes à légende moyennement complexe : cartes 4, 3 et 2
- Les cartes à légende très complexe : cartes 1, 8 et 7

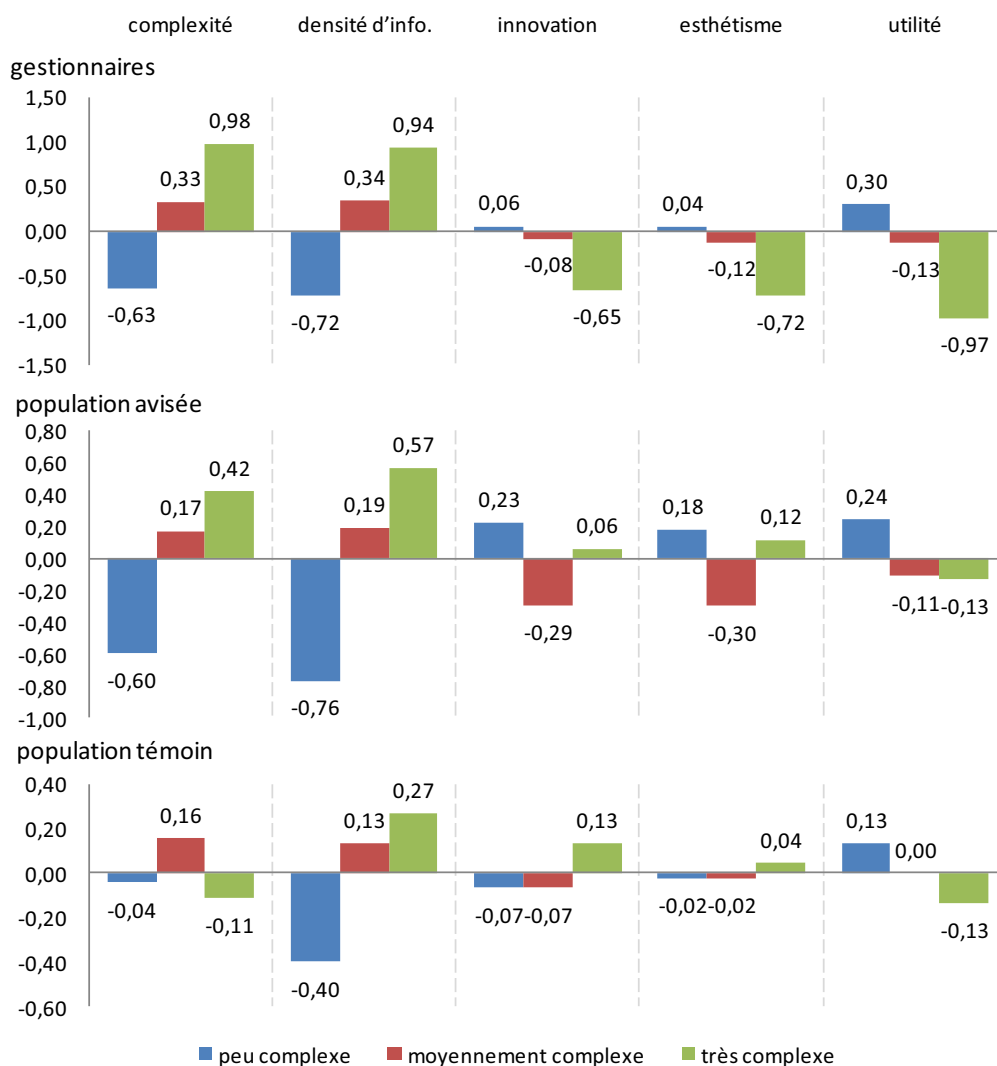


Figure 32: Influence de la complexité de la légende⁹⁰

La complexité globale de la carte augmente en fonction de la complexité de la légende excepté pour la population témoin. Ceci peut s'expliquer par le fait que la population témoin se concentre sur la lecture d'une partie seulement de la légende. Une carte avec une légende complexe limite l'utilité de la carte.

⁹⁰ Ce graphique représente pour chacun des critères l'écart entre la moyenne sur l'ensemble des cartes et la moyenne sur les cartes regroupées par échelle.

Pour les critères complexité et densité d'information, les écarts ont été corrigés par l'opposé de l'écart à la moyenne du panel afin d'annuler la correction utilisée pour l'analyse précédente. Ainsi une valeur positive de l'écart à la moyenne du panel signifie pour tous les critères que la catégorie d'acteurs est plus sensible à ce critère.

45. La localisation relative des éléments de la carte responsable d'une attractivité parasite

Outre leurs caractéristiques intrinsèques qui influent sur la stratégie du regard, la position des éléments les uns par rapport aux autres affecte les zones regardées tant spatialement que temporellement.

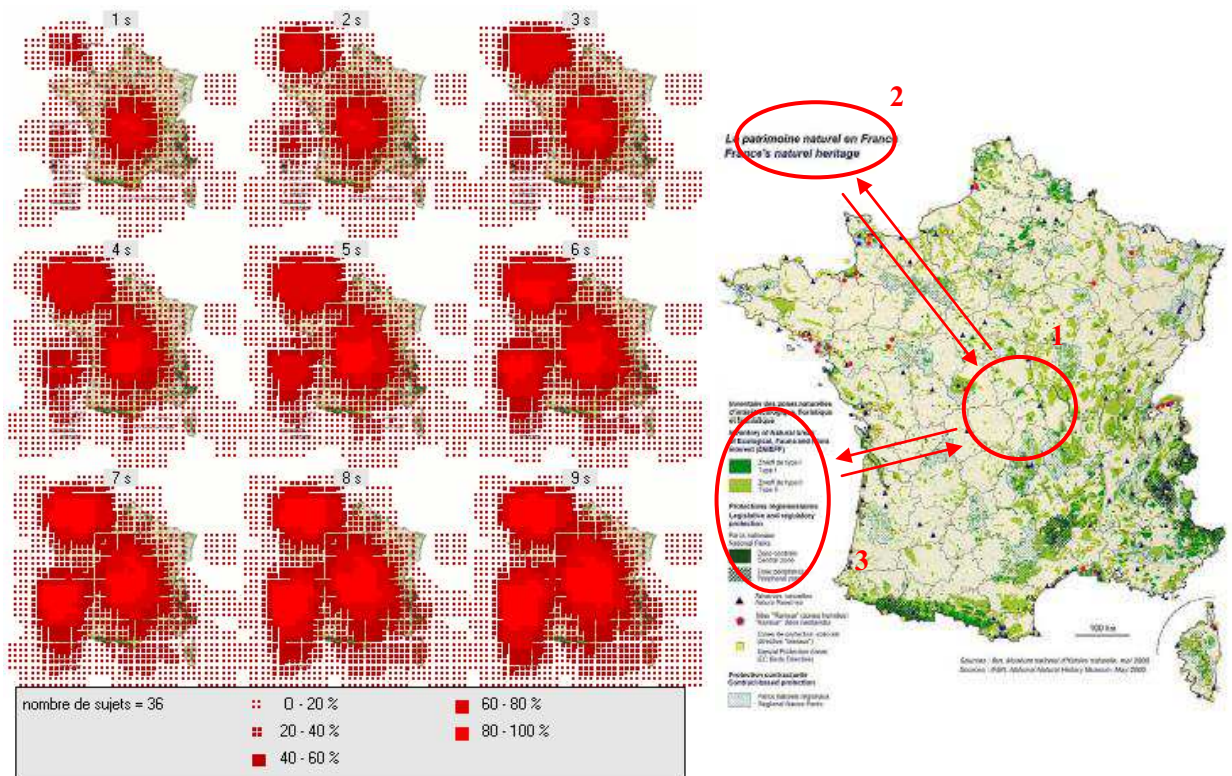


Figure 33: Centres d'intérêt durant les 9 premières secondes

L'analyse des zones d'intérêt montre que la stratégie du regard des lecteurs est généralement du type : zone graphique – titre – zone graphique – légende – zone graphique.

A l'attrait conscient des éléments qui induit une attractivité temporelle s'ajoute un attrait inconscient qui conduit à une attractivité spatiale.

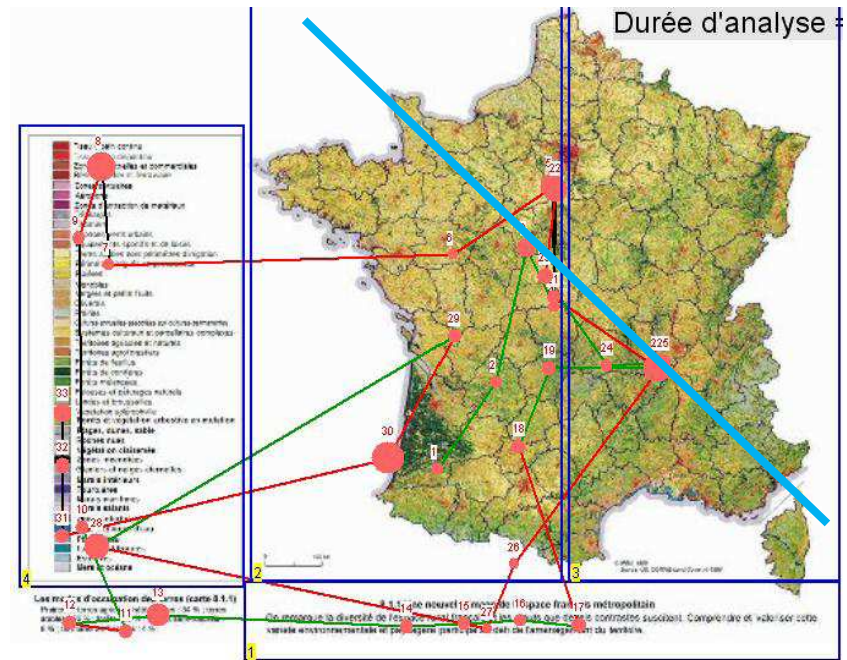


Figure 34: Mouvements oculaires sur la carte 1

Sur la carte 1 la légende et à gauche et le titre en bas. Les fixations sur l'élément graphique sont majoritairement situées sous la diagonale qui va du coin en haut à gauche vers le coin en bas à droite. La même constatation est réalisée sur une carte où la légende et le titre sont du même côté de la carte.

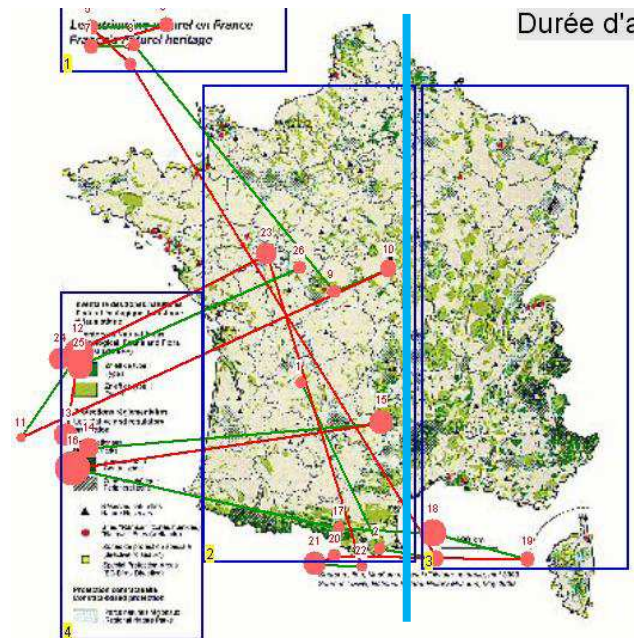


Figure 35: Mouvements oculaires sur la carte 1

Cependant une analyse statistique des mouvements oculaire couplée à une enquête cognitive ne permet pas de définir certains paramètres tels que l'organisation privilégiée de la carte.

PARTIE 3

CARTE IDEALE : ANALYSE

Bien que analyse statistique de l'enquête cognitive mette en évidence les principaux facteurs influençant positivement ou négativement la lecture et la compréhension de la carte, il convient de définir directement avec le lecteur ses préférences. Afin de rester dans la continuité de l'examen oculométrique, l'enquête prend la forme d'un puzzle. Il va permettre, à partir d'éléments préconçus grâce aux résultats des recherches de GENELOT Emilie et GRAZIANO Maxime, de construire la carte avec l'organisation que le volontaire préfère. Ces résultats seront mis en relation avec les propositions réalisées par GENELOT Emilie et GRAZIANO Maxime afin de les affiner.

Cette phase de l'expérience de déroule en deux étapes :

- La réalisation d'une **carte schématique** en représentant les contours des éléments constitutifs de la carte. Des informations sur la position et la taille des éléments sont ici recherchées.

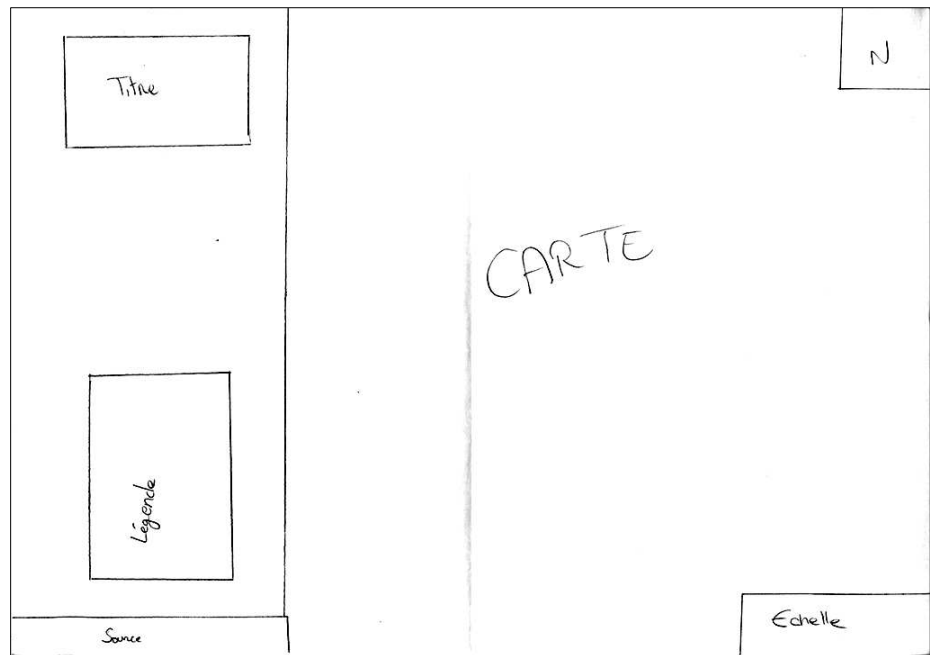


Figure 36: Exemple de carte schématisée

- La création d'une **carte avec des éléments préconçus (dite puzzle)**. Des informations sur la couleur, le type d'information, la quantité d'information, ... sont étudiées avec ce test.



Figure 37: Exemple de puzzle

1. Taille et orientation : deux caractéristiques secondaires

Avant de définir avec plus de précision les éléments constitutifs de la carte, il peut-être intéressant de définir l'importance de la taille et de l'orientation de la page.

Il apparaît que ces deux caractéristiques n'ont que peu d'influence et ne sont pas un facteur discriminant. En effet aucune tendance ne se dégage quant à l'orientation et à la taille.

<i>orientation</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>taille</i>	<i>nombre de volontaires</i>
portrait	4	A4	4
paysage	4	A3	4

Figure 38: Orientation et taille de la carte

On constate cependant un phénomène de standardisation puisqu'aucun volontaire n'a choisi une taille de page « batarde ».

2. Position et taille des éléments

21. Le titre : une entrée dans la carte toujours placée en haut

Le titre est la première entrée dans la carte. Il se doit d'être soigné.

Le premier constat en rapport avec le titre est sa position : le titre est à placer en haut et de préférence au centre.

<i>position</i>	<i>nombre de volontaires</i>
centré en haut	6
en haut à gauche	2

Figure 39: Position du titre

Il apparaît préférable d'avoir un titre compact, suffisamment lisible tout en restant sobre.

<i>nombre de lignes</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>taille</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>couleur du fond</i>	<i>nombre de volontaires</i>
1	1	petit	0	blanc	6
2	7	moyen	1	bleu	2
		grand	4		
		très grand	3		

Figure 40: Caractéristiques du titre

Le titre doit être succinct mais aussi permettre de définir en quelques mots le contenu représenté. Un titre trop long ou trop général ne facilite pas la compréhension de la carte.

22. La légende : une clé de lecture qui doit être simple

<i>position</i>	<i>nombre de volontaires</i>
en bas à gauche	5
en bas à droite	1
à gauche à mi-hauteur	1
à droite à mi-hauteur	1

Figure 41: Position de la légende

La légende, élément regardé en deuxième ou troisième après le titre puis l'élément graphique, est préférée positionnée en bas et sur la gauche de la page. Ceci peut sans doute s'expliquer par le sens de lecture occidental de gauche à droite et de bas en haut,

ce qui évite de croiser les mouvements oculaires et de perdre du temps lors de la lecture de la carte.

On observe également deux types d'organisation de la légende : horizontale et verticale.

<i>organisation</i>	<i>nombre de volontaires</i>
verticale	6
horizontale	2

Figure 42: Position du titre

Les deux légendes avec une organisation horizontale sont situées en bas et sur des pages au format portrait. Cette structure permet de minimiser l'espace vide sur la carte.

La complexité de la légende doit être limitée. L'expérience laissait la possibilité de placer trois informations différentes sur la carte, or la majorité des lecteurs a préféré n'en choisir que deux. Le même choix a été laissé sur le nombre de nuances pour un dégradé. Un faible nombre de nuance est également privilégié.

<i>nombre d'info. différentes</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>nombre de nuances</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>nature du figuré</i>	<i>nombre de volontaires</i>
2	7	3	5	linéaire	4
3	1	4	3	ponctuel	5
		5	0	surfacique	9
		6	0		

Le figuré de surface est présent dans toutes les cartes car celui-ci représente les zones inondées, élément de référence.

Figure 43: Complexité de la légende

La nature des figurés ne semble pas être prédominante tant que ceux-ci restent en nombres restreints et avec de **fortes différences** (entre nuances d'un dégradé, de forme, ...).

23. L'élément graphique :

L'élément graphique est l'**élément central** de la carte. Sa taille préférée est en moyenne de 51% de la carte et le ratio entre la largeur et la hauteur ne dépasse pas 3/2. On remarque également ici l'influence de la standardisation : les formats européens de papier de type A étant du ratio 3/2.

<i>couleur des limites</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>échelle</i>	<i>nombre de volontaires</i>
noir	4	Tours	3
gris	4	SCoT	5
		Département	0

Figure 44: Caractéristiques de l'élément graphique

L'échelle favorisée est une échelle qui permet au lecteur de **se repérer facilement** sur la carte par rapport à des référentiels connus voir vécus. Elle ne correspond pas forcément à une échelle territoriale mais avant tout à une échelle d'action (de chez soi vers le lieu pour se loger, qui permet de localiser du premier coup d'œil les établissements à évacuer, les routes inondées).

Le fond de carte doit être « *en retrait mais suffisamment lisible* » et « *pas trop chargé d'informations* ».

Plus que ces caractéristiques, ce sont les relations avec les autres éléments de la carte qui sont importantes.

24. Les éléments annexes

Les éléments annexes étudiés sont le nord, l'échelle et les sources. Ces éléments sont privilégiés sobres et peu visibles au premier regard. Cela permet de limiter les effets d'attraction des éléments moins pertinents au profit des informations principales.

<i>nombre de lignes</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>taille</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>couleur du fond</i>	<i>nombre de volontaires</i>
en bas en gauche	1	très petit	1	gris	6
en bas à droite	7	petit	5	noir	2
		moyen	2		
		grand	0		

Figure 45: Caractéristiques des sources

Les sources sont préférées en bas à droite et peu visibles. Cet élément est **secondaire** et ses caractéristiques privilégiées par les volontaires le confirment. Elles sous-entendent plus précisément qu'il s'agit de l'élément peu voire pas déterminant lors de la lecture de la carte. Seules les personnes très couramment confrontées aux cartes lui octroient une visibilité plus importante.

<i>esthétisme</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>taille</i>	<i>nombre de volontaires</i>
minimaliste	1	petit	0
simple	6	moyen	6
complexe	1	grand	2

<i>lettre « N »</i>	<i>nombre de volontaires</i>	<i>position</i>	<i>nombre de volontaires</i>
avec	7	en haut à droite	5
sans	1	en haut à gauche	1
		en bas à droite	2

Figure 46: Caractéristiques du Nord

Le nord est un élément qui doit être **aisément repérable et sans ambiguïté**. Pour cela la présence de la lettre N est préférable et sa position doit être suffisamment excentrée tout en restant dans la zone graphique.

Les volontaires privilégient l'**échelle graphique sous forme de barre** à placer dans la zone graphique dans une zone sans information. La perception des distances et la transposition du phénomène dans la réalité sont favorisées.

25. La position relative des éléments de la carte : mise en évidence des relations de complémentarité

Après avoir analysé les préférences des lecteurs pour chaque élément étudié séparément, il est important de définir l'organisation privilégiée de ces éléments entre eux.

Le tableau suivant montre le nombre de volontaires qui ont associé les éléments constitutifs de la carte, c'est-à-dire qui ont jugé préférable de grouper ces éléments pour une meilleure lecture de la carte.

	élément graphique	titre	légende	source	échelle	nord
élément graphique		1	2	3	8	8
titre						
légende				1		
source						1
échelle						2
nord						

Figure 47: Association des éléments de la carte

La recherche d'association entre éléments confirme le caractère central de la zone graphique, non plus spatialement mais en termes de relations avec les autres éléments. Un lien important est mis en évidence entre la zone graphique et l'échelle et le Nord.

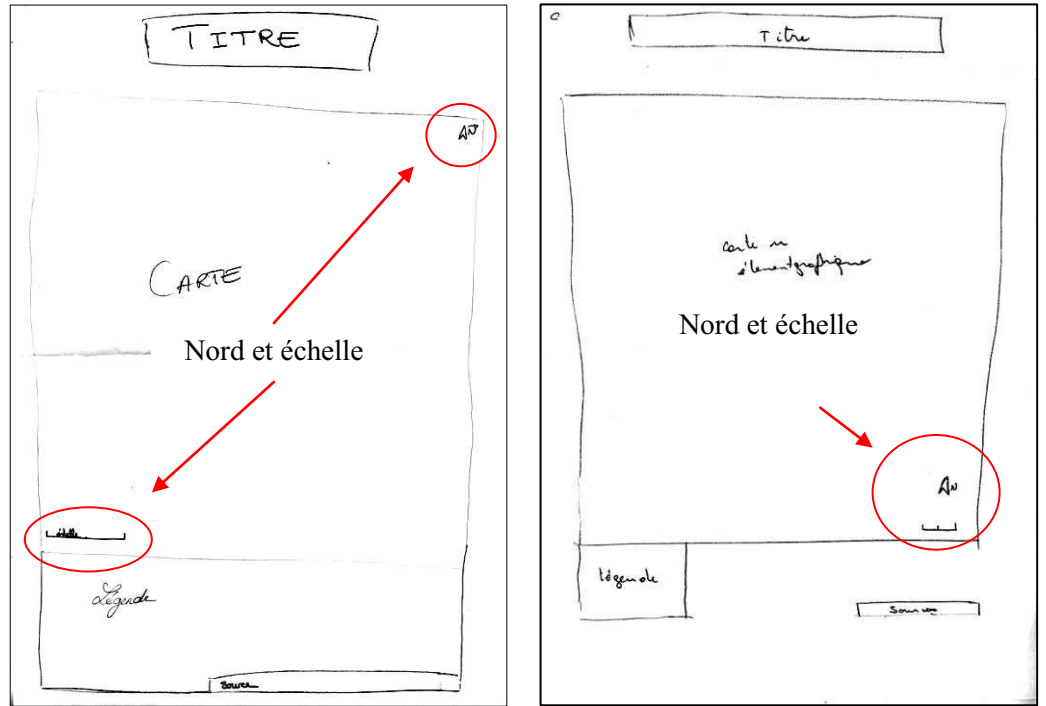


Figure 48: Exemples de cartes schématisées

CONCLUSION : RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION D'UNE CARTE PLUS ADAPTEE AU DESTINATAIRE

Les constatations réalisées dans les parties précédentes vont être compilées afin de proposer des recommandations pour la conception de cartes plus adaptées aux différents destinataires. Dans un premier temps, les caractéristiques communes aux trois catégories de destinataires seront listées puis un modèle de carte spécifique à chaque catégorie sera proposé.

1. Une structure générale similaire entre les destinataires

Les différents destinataires de la carte relative au risque d'inondation ont des attentes similaires sur de nombreux points :

- **Le format de la carte ne doit pas être atypique.** Le format du document dans lequel la carte est présente est sans doute le plus adapté : homogénéité avec le reste du document.
- **Le titre doit être lisible, concis et refléter le contenu de la carte.** Un titre trop générique comme « enjeux humains majeurs » ne permet pas au lecteur d'effectuer une lecture rapide et efficace. Un titre plus précis comme « établissements recevant du public situés en zone inondable » guidera le lecteur vers les éléments importants. La police utilisée doit être de grande taille.
- **La légende doit être simple** tant qualitativement (diversité des figurés limitée) que quantitativement (nombre de figurés restreint). La nature du figuré n'a pas ou peu d'importance tant que la différenciation entre les nuances d'une même série de figurés et la différenciation entre deux séries de figurés ne nécessite pas d'analyser ces figurés pour les différencier. Il est aussi préférable d'avoir les symboles simples (rond, carré, ligne, ...) ou symbolique (avion pour les aéroports par exemple).
- Un **fort contraste de couleur** permet de concentrer le regard sur les zones importantes en termes d'informations.
- Une **échelle suffisamment grande** est nécessaire pour représenter le phénomène avec suffisamment de détails.
- Il est préférable de placer les **informations les plus importantes à proximité de la légende et du titre** car ces éléments ont un caractère attractif.
- Les zones de texte, particulièrement attractives, doivent être en **nombre restreint** et placées de manière à guider le lecteur. En effet, la stratégie de regard conduit en premier lieu vers les éléments typographiques, sans doute en raison de notre culture.

2. Les spécificités des différents destinataires

21. Les spécificités des gestionnaires

Les gestionnaires ont un besoin particulier : celui d'appréhender à la fois le phénomène de manière globale et précise. Pour répondre à leurs besoins, deux possibilités existent :

- Réaliser **deux cartes** pour un même phénomène : une carte globale qui permet d'appréhender la situation dans son ensemble et une carte sur un élément ou une zone particulière.
- Réaliser **une carte à deux zones graphiques** : la première permet d'apprécier le phénomène dans son ensemble et une deuxième zone graphique, située à proximité d'une zone à faible densité d'information, permet d'appréhender un détail. Cette mise en page peut être réalisée lorsque le phénomène est concentré dans une aire précise. En cas de phénomène diffus (hôpitaux dans une ville par exemple), la première solution est à favoriser.

TITRE : centré en haut, grande police, concis

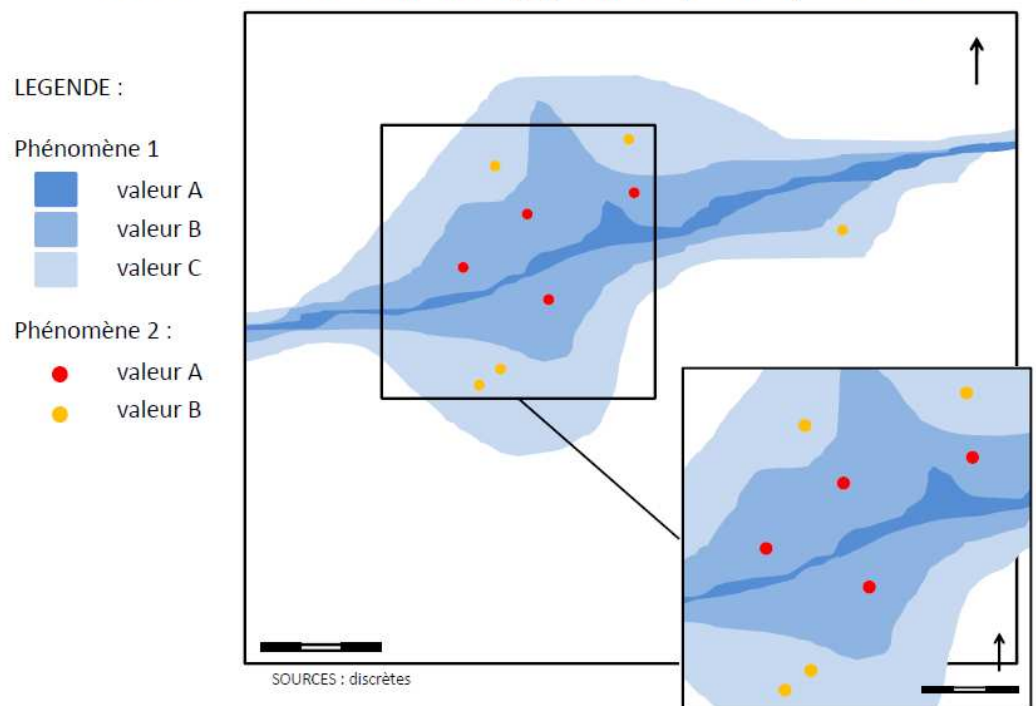


Figure 49 : Proposition de carte destinée aux gestionnaires

22. Les spécificités de la population avertie

La population avisée présente des besoins similaires aux gestionnaires mais reste un destinataire préoccupé par des besoins similaires à ceux de la population témoin. L'utilisation du modèle proposé pour la population témoin complétée par des cartes basées sur le modèle destiné aux gestionnaires pour des éléments importants peut être une solution pour éviter de multiplier le nombre de cartes produites.

23. Les spécificités de la population témoin

La particularité de la population témoin est le **besoin de repères connus**. Cela leur permet de s'affranchir de l'échelle de représentation mais contraint la représentation possible d'un phénomène.

Il est indispensable de synthétiser le phénomène au maximum afin de limiter le nombre de figurés dans une même série. Cependant il est possible d'avoir plusieurs séries (mais en nombres limités) de figurés tant que celles-ci représentent des phénomènes complémentaires mais de façon suffisamment distincte comme par exemple les centres de secours symbolisés par des carrés et les établissements à évacuer par des triangles.

Le titre doit guider le lecteur dans son analyse.

La proposition de carte émise par GRAXIANO Maxime et GENELOT Emilie est une possibilité de mise en page qui convient au lecteur non initié. Cependant les préférences des lecteurs conduisent à proposer quelques modifications :

- Regrouper le nord et l'échelle dans la zone graphique
- Placer la légende à gauche

TITRE : centré en haut, grande police, concis

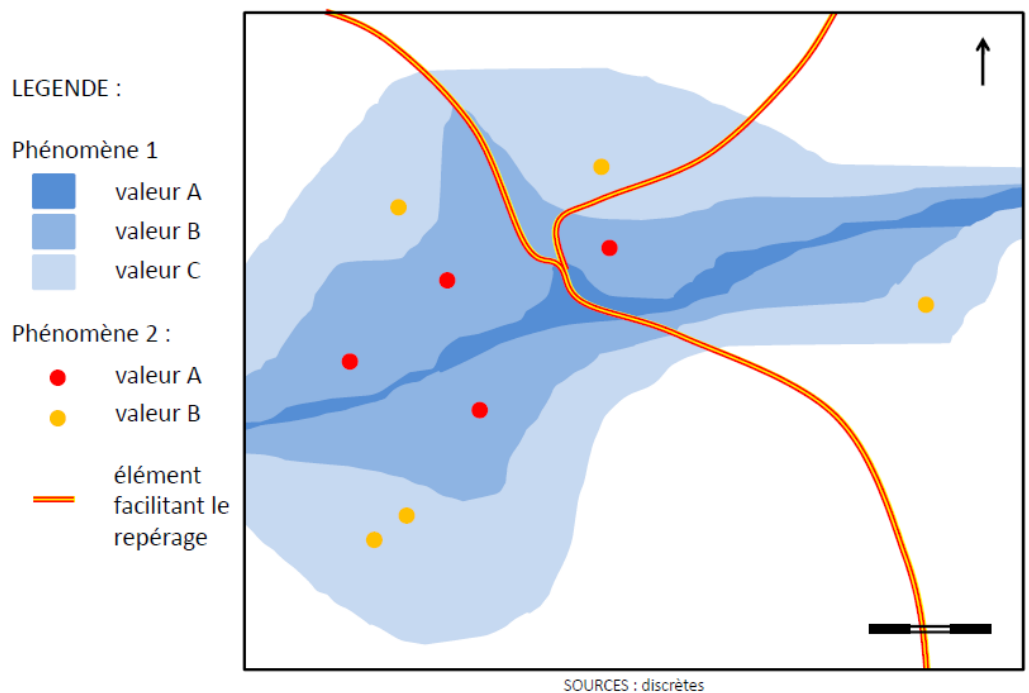


Figure 50 : Proposition de carte destinée à la population

Dans le cas où le format est à la française, la légende sera placée sous la zone graphique et les sources sous la légende.

3. Critique sur la méthode

Afin de faire progresser cette recherche, il convient de critiquer les résultats obtenus et la méthode utilisée.

Les résultats obtenus ont permis de confirmer ou nuancer les résultats obtenus par Maxime GRAZIANO et Emilie GENELOT grâce à un complément au protocole initial qui a permis de corriger le manque de prise en compte de la sensibilité du lecteur.

Cependant tous les défauts relevés par mes prédécesseurs sur le sujet n'ont pu être corrigés :

- La représentativité du panel reste très critiquable puisque la majorité des sujets testés sont des élèves-ingénieurs ou des enseignants-chercheurs. Ceux-ci ne peuvent pleinement représenter une population avertie qui serait composée dans la réalité d'une plus grande diversité d'origines.
- La taille du panel bien qu'augmentée de 8 volontaires reste faible (31 sujets) et ne permet pas de véritablement différencier les préférences et besoins des différentes catégories. Le test du puzzle n'ayant été réalisé que sur 8 volontaires.
- L'organisation reste très difficile à gérer : appropriation du matériel, contrainte horaire de mise à disposition, durée de l'expérience, disponibilité des acteurs de la gestion du risque (deux sur quatre ont accepté puis décliné l'invitation deux semaines avant les tests)
- L'automatisation de l'extraction des résultats n'est pas existante mais serait un avantage car cette étape est chronophage.

Outre ces difficultés, ce travail de recherche m'a permis d'approfondir mes connaissances en matière de risque, de besoins en matière de cartographie et de consolider des connaissances dans le domaine de la sémiologie.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTIN Jacques.- *La Graphique.-Communications*, vol. 15, n°1, 1970.-p.169-185
- BIGNARD A. - Cartographie du risque d'inondation : perception et aide à la décision en aménagement
Mémoire du Projet de Fin d'Études, sous la direction de K. Serrhini, Département Génie de l'Aménagement, École Polytech'Tours, 2008, 139 pages.
- BONIN Serge. – Initiation à la graphique. – Annales. Economie, Sociétés, Civilisations, 1978, Vol. 33, Num. 4. – pp.743-745
- CHESNEAU Elisabeth. – Propositions méthodologiques pour l'amélioration automatique des contrastes de couleur - application aux cartes de risque. – Cybergeo : Revue européenne de géographie, N° 360, 2006. – 13 p.
- COMBY Jacques. – *La mise en carte et risques de dérives technocratiques dans la prévention des risques*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 79-85
- DOUARD Pascal. – *La politique de prévention des risques en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 14-17
- DOURLENS Christine. – *La question des inondations au prisme des sciences sociales, un panorama de la recherche publique*, In 2001 PLUS ... Synthèses et recherches. – PARIS : Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, 2003. – pp.15-49
- DUCHOWSKI Andrew T. – A Breadth-First Survey of Eye Tracking Applications. – Behavior Research Methods. – vol. 34, 2002. – pp. 455-470
- GARRY G., VEYRET Y. – La prévention du risque d'inondation : l'exemple français est-il transposable aux pays en développement ?. – Cahier des Sciences Humaines, 1996, vol. 32, num. 2. – pp. 432-443
- GARRY Gérald, GAUME Eric, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – *Cartographie et outils de gestion des risques naturels en France*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 18-45
- GENELOT Emilie. - Sémiologie graphique expérimentale pour une cartographie efficace du risque d'inondation
Mémoire du Projet de Fin d'Études, sous la direction de K. Serrhini, Département Génie de l'Aménagement, École Polytech'Tours, 2008, 139 pages.

- GRAZIANO Maxime. – Sémiologie graphie expérimentale pour une cartographie efficace du risque d'inondation
Mémoire du Projet de Fin d'Études, sous la direction de K. Serrhini, Département Génie de l'Aménagement, École Polytech'Tours, 2008, 139 pages.
- KURLAND Laura et al. – Using Cognitive Task Analysis and Eye Tracking to Understand Imagery Analysis. – 2005. – 4 p.
- LABORDE Virginie. – La coopération transfrontalière en matière de lutte contre les inondations. – 5 p.
Note documentaire : Administration et échange internationaux, Coopération transfrontalière. – Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2007
- LEDOUX Bruno, BONNEFOT Jean-Luc. – Deux approches du risque d'inondation en France. – MAPPEMONDE, Vol.4/94, 1994. – pp.23-26
- LIVERSEDGE Simon P., FINDLAY John M. – Saccadic eye movements and cognition. – L'année psychologique, Volume 85, Numéro 1, 1985. – pp. 101 – 135
- LOFTUS G. R. – Tashitoscopic Simulations of Eye Fixations of Pictures. – Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory. – vol. 5, issue 7, 1981 – pp. 369-376
- MACEACHREN Alan M. – How maps work: representation, visualization, and design. – London: Guilford Press, 1995. – 513p.
- MCKENDRY J. E., MACHLIS G. E. – Cartographic design and quality of climate change maps. – Springer Science, 12 p.
- MEUNIER Jean-Pierre, PERAYA Daniel. – *Sémiotique et cognition : voyage autour de quelques concepts*, In L'image mentale I. – 1988. – pp. 16-28
- Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Ministère de l'équipement, des transports et du logement. – Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), guide général. – Paris : La Documentation Française, 1997. – 76 p.
- POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne. – *Evaluation de la politique publique de prévention des risques naturels*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 46-67
- POTTIER Nathalie, VEYRET Yvette, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy, HUBERT Gilles, RELIANT Claire, DUBOIS-MAURY Jocelyne. – *Evaluation de la politique publique de prévention des risques naturels*, In Risques naturels et aménagement en Europe, ss. Dir. VEYRET Yvette, GARRY Gérald, MESCHINET DE RICHEMONT Nancy. – PARIS : Armand Colin, 2004. – pp. 46-67
- RATWANI. Raj M., REAFTON Gregory J., BOEHM-DAVIS Deborah A. – Thinking Graphically: Connecting Vision and Cognition During Graph

Comprehension. – Journal of Experimental Psychology: Applied, Vol. 14, No. 1, 2008. – pp. 36-49

- RAYSSAC Gilles-Laurent, De la GUERONNIERE Christian. – Guide de la concertation. – Voiron : Territorial Editions, 2006.- 163 p.
- SALVUCCI Dario D., ANDERSON John R. – *Tracing Eye Movement Protocols with Cognitive Process Models*, In Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Cognitive Science Society. – Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. – pp. 923-928
- SCARWELL Helga-Jane, LAGANIER Richard. – Risque d'inondation et aménagement durable du territoire. – VILLENEUVE D'ASQ : Presses universitaires du Septentrion, 2004. – 239 p.
- SÖDERSTRÖM Olga. – Des images pour agir, le visuel en urbanisme. – LAUSANNE : Payot, 2000. – 139p.
- VANIER M., DEBARBIEUX B. – *Cartes, schémas et modèles au service du projet et de la prospective territoriale*, In L'espace à repenser. – La Tourf d'Aigues : Editions de l'Aube, 2002. – 17p.
- VINET Freddy. – Crues et Inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999. – NANTES : Editions du Temps, 2003. – 224 p.

- <http://www.anae.net/jurisque/thesaurus/texte/PPR.htm>
[17 novembre 2009]

- <http://www.anae.net/jurisque/thesaurus/texte/DDRM.htm>
[17 novembre 2009]

- http://www.prim.net/professionnel/procedures_regl/p_ddrm.html
[13 octobre 2009]

- <http://www.mementodumaire.net/04responsabilites/R7.htm>
[17 octobre 2009]

- <http://www.anae.net/jurisque/thesaurus/texte/DCS.htm>
[17 novembre 2009]

- <http://www.anae.net/jurisque/thesaurus/texte/DICRIM.htm>
[16 novembre 2009]

- http://ec.europa.eu/regional_policy/funds/solidar/solid_fr.htm#eusif
[22 avril 2010]

- http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/introinondation.htm
[17 octobre 2009]

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Evolution de la prise en compte du risque à travers les principaux documents réglementaires	14
Figure 2: Impact humain et financier des inondations majeures en France	15
Figure 3: Chaîne d'élaboration synthétique des documents relatifs au risque d'inondation de l'échelon départemental vers l'échelon communal	19
Figure 4: Intérêt de la population pour les documents d'information	21
Figure 5: Facteurs de non lecture des documents d'information.....	21
Figure 6: Estimation de la qualité et de la quantité d'information dans les documents d'information émis par les communes	22
Figure 7: Supports d'informations privilégiés.....	22
Figure 8: Principaux émetteurs et destinataires des documents de gestion du risque d'inondation.....	28
Figure 9: Attentes des différentes catégories d'acteurs.....	29
Figure 10: Circuit visuel.....	31
Figure 11: Modèle de perception d'une image visuelle	32
Figure 12: Position de la perception visuelle dans l'ontologie cartographique.....	33
Figure 13: Modèle théorique (à gauche) et modèle pratique (à droite) du processus de compréhension de la carte	34
Figure 14: Modélisation itérative de la perception d'après CARPENTER & SHAH (1998)	35
Figure 15: Modélisation itérative et agrégative de la perception d'après CARPENTER & SHAH (1998)	36
Figure 16: Comparaison des caractéristiques des mouvements oculaires entre experts et novices.....	38
Figure 17: Synthèse de l'appréciation de la carte par l'ensemble du panel.....	42
Figure 18: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour l'ensemble du panel	42
Figure 19: Synthèse de l'appréciation de la carte par les gestionnaires	43
Figure 20: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour les gestionnaires.....	43
Figure 21: Synthèse de l'appréciation de la carte par la population avisée.....	44
Figure 22: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour la population avisée.....	44
Figure 23: Synthèse de l'appréciation de la carte par la population témoin.....	45
Figure 24: Coefficient de corrélation entre les différents critères pour la population témoin.....	45
Figure 25: Ecart de la note à la moyenne pour chaque catégorie de destinataires	46
Figure 26: Somme des notes moyennes de chaque critère pour chaque catégorie	46
Figure 27: Influence de l'échelle de la carte	48
Figure 28: Influence du fond de carte.....	49
Figure 29: Mouvements oculaires sur la carte 6.....	50
Figure 30: Mouvements oculaires sur la carte 1	51
Figure 31: Fixations sur les cartes 7 (à gauche) et 2 (à droite).....	52
Figure 32: Influence de la complexité de la légende.....	53
Figure 33: Centres d'intérêt durant les 9 premières secondes	54
Figure 34: Mouvements oculaires sur la carte 1	55
Figure 35: Mouvements oculaires sur la carte 1	55
Figure 36: Exemple de carte schématisée	57
Figure 37: Exemple de puzzle	57
Figure 38: Orientation et taille de la carte	58
Figure 39: Position du titre.....	59

Figure 40: Caractéristiques du titre	59
Figure 41: Position de la légende	59
Figure 42: Position du titre.....	60
Figure 43: Complexité de la légende.....	60
Figure 44: Caractéristiques de l'élément graphique	61
Figure 45: Caractéristiques des sources	61
Figure 46: Caractéristiques du Nord.....	62
Figure 47: Association des éléments de la carte.....	62
Figure 48: Exemples de cartes schématisées.....	63
Figure 49 : Proposition de carte destinée aux gestionnaires.....	66
Figure 50 : Proposition de carte destinée à la population.....	67

ANNEXE 1 : PROTOCOLE

Le protocole expliqué ci-après est divisé en trois parties :

- La première vise à limiter l'impact de deux interférences inhérentes au sujet test : la perception de la couleur et l'acuité visuelle ;
- La deuxième consiste en l'analyse technique de la perception visuelle de la carte ;
- La dernière est l'analyse socio-psychologique de cette perception.

1. Méthode

11. Contrôle des caractéristiques de perception

Cette première partie se base sur :

- Le test d'acuité visuelle qui permet vérifier que le lecteur est apte à voir suffisamment de détails sur les cartes projetées. Ce test, dit test de Parinaud 2, est réalisé grâce à une plaque murale (dimension ou nom) et complété par la lecture d'une planche de lecture.
- Le test d'Ishihara qui est utilisé permet de détecter si un lecteur est atteint de cécité chromatique, partielle ou totale, aussi appelé daltonisme. Cette cécité est la forme la plus commune de cécité congénitale des couleurs. Il est privilégié au test FARNSWORTH 15 HUE (standard ou désaturé) en raison de sa rapidité de réalisation et d'analyse. Ce test permet d'éliminer des paramètres extérieurs qui altéreraient les résultats ou de prendre en compte cette différence dans l'interprétation des résultats. Il est composé de 25 planches colorées représentant ou non des nombres. Le nombre perçu dépend de la nature de la cécité chromatique.

Ces deux tests sont effectués par une orthoptiste diplômée, Mme Christine SERRHINI-MARY.

12. Suivi des mouvements oculaires et enquête cognitive

Ce test permet de suivre les mouvements oculaires et de réaliser différentes analyses :

- Temporelle : zones de la cartes regardées en fonction temps
- Fréquentielle : nombre d'entrées et de sorties des mouvements sur des zones prédéterminées (élément graphique, titre, légende, ...)
- Spatiale : direction des mouvements oculaires

Le matériel utilisé est un visio-oculographe de la société Métrovision qui « *utilise le principe de Hirschberg (position du reflet cornéen par rapport au centre de la pupille)* ». ⁹¹

Le test permet d'avoir une approche ascendante de la carte (du mouvement oculaire vers les caractéristiques de chaque élément puis les caractéristiques globales de la carte). Comme précisé dans la partie précédente, les mouvements oculaires renseignent sur la complexité de la carte.

⁹¹ BIGNARD Aude. – Cartographie du risque d'inondation : perception et aide à la décision en aménagement

13. Construction de la carte idéale

A l'opposé du test précédent, l'approche utilisée pour ce test est une approche descendante, c'est-à-dire de la carte dans sa globalité vers des caractéristiques précises de certains éléments constitutifs. Ce test se décompose en deux phases :

- La première vise à définir la place et la taille des différents éléments de la carte. Le sujet testé dessine de façon schématique les éléments (sous forme de quadrilatères). La place au sein de la carte et relative aux autres objets est ensuite étudiée. Au cours de cette phase, le sujet testé agit sans autre contrainte que le format maximal A3.
- La seconde phase aborde de manière plus précise les caractéristiques des différents éléments (cf. annexe 4)

2. Sujets testés

Les sujets testés appartiennent aux deux catégories de population définies comme destinataires finaux de la carte : la société civile et les acteurs locaux (décisionnels et gestionnaires). Ces deux catégories sont subdivisées en deux : les destinataires habitués à la lecture de carte et les non-initiés.

Ce panel comprend des sujets testés entre le 19 mars 2010 et le 30 avril 2010 et des sujets testés l'année précédente afin d'obtenir un panel 33 personnes. Ce panel est constitué d'acteurs locaux (membres du SDIS, directeurs de service) et de riverains (étudiants, enseignants-chercheurs, orthoptistes, personnels administratifs). L'intégration des résultats des sujets testés de l'année précédente est possible car le protocole utilisé est le même que celui de l'année précédente mais complété par deux tests annexes. Le traitement des résultats obtenus tiendra compte de ce facteur.

L'analyse des mouvements oculaires est réalisée sur le panel constitué de 33 personnes, tandis que les mises en relation entre caractéristiques visuelles – mouvements oculaires et carte idéale – mouvements oculaires sont réalisées sur un panel de huit personnes. L'augmentation de ce dernier panel par la réalisation du test de construction de la carte idéale par les sujets de l'année précédente n'a pas été retenue. Les deux raisons sont que tous les volontaires de l'année précédente ne sont pas disponibles pour réaliser ce test et que les conditions de réalisation ne sont pas identiques.

3. Cartes utilisées

Les cartes utilisées sont celles employées dans le projet de recherche de GENELOT Emilie et GRAZIANO Maxime pour les raisons citées précédemment.

« Le nombre de cartes testées s'élève à 9. L'ensemble des cartes ne traite pas directement du risque d'inondation cependant, comme nous l'avons vu lors de la partie 2, l'élaboration d'un PPRi, se fait à partir de cartes aux thématiques variées notamment sur l'aléa et les enjeux. Les cartes retenues l'ont été car ces dernières possèdent diverses variables visuelles intéressantes à étudier telles que la position du titre et de la légende, la composition de la légende, la nature de l'arrière-plan, la complexité générale de la carte, etc. »⁹²

Les caractéristiques de ces cartes sont précisées dans l'annexe 3.

⁹² GRAZIANO Maxime. – Sémiologie graphique expérimentale, pour une cartographie efficace du risque d'inondation

ANNEXE 2 : TESTS PRELIMINAIRES, FEUILLE DE RESULTATS

Nom : _____ Lunettes :)
 Prénom : _____ Lentilles :)
 Statut : _____ Sans :)
 Acuité visuelle : _____

image	normal	Rouge-vert	vert	rouge	aveugle
1					
2	8	3			DIF
3	6	5			DIF
4	29	70			DIF
5	57	35			DIF
6	5	2			DIF
7	3	5			DIF
8	15	17			DIF
9	74	21			DIF
10	2				DIF
11	6				DIF
12	97				DIF
13	45				DIF
14	5				DIF
15	7				DIF
16	16				DIF
17	73				DIF
18	NEANT	5			NEANT
19	NEANT	2			NEANT
20	NEANT	45			NEANT
21	NEANT	73			NEANT
22	26	26	2	6	NEANT
23	42	42	4	2	NEANT
24	35	35	3	5	NEANT
25	96	96	9	6	NEANT

DIF : le lecteur voit difficilement ce qui est affiché

NEANT : le lecteur ne lit rien sur l'image

: le cas n'est pas définit pour l'image

Feuille de réponse pour le puzzle cartographique :

	Noir	Gris	
Tours			
SCoT			
Département			

Aléa R		
Aléa B		
Réseau		
Enjeux majeurs		

Titre

petit		Fond blanc		1 ligne	
moyen		Fond bleu			
grand			2 lignes		
Très grand					

Légende

3 nuances		Enjeux majeurs			
4 nuances		Routes			
5 nuances					
6 nuances					

Nord

	Avec N	Sans N	
simple			
standard			
complexe			

Sources

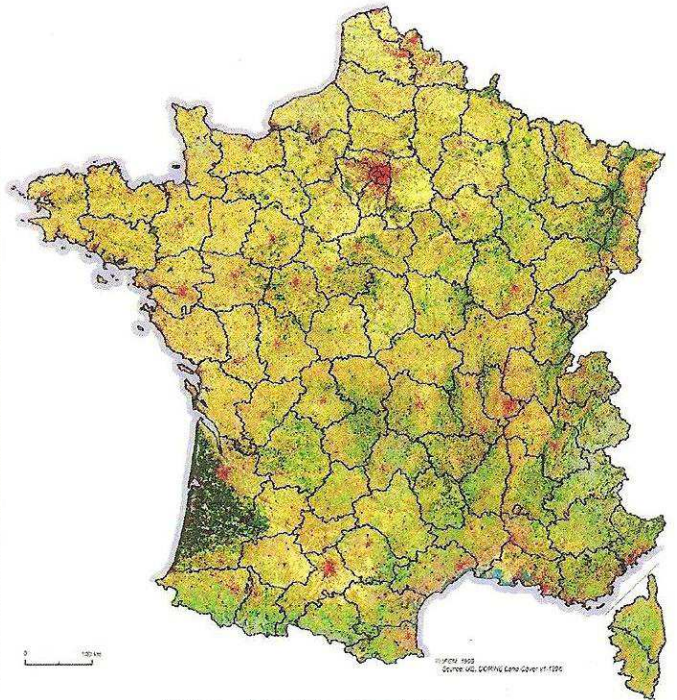
	gris	noir	
très petit			
petit			
moyen			
grand			

ANNEXE 3 : CARTES ET ENQUETE COGNITIVE ASSOCIEE

Le contenu de cette annexe est un extrait du Projet de Fin d'Etude d'Emilie GENELOT qui regroupe les pages 107 à 117.

Carte 1 (S1C1) :
Une nouvelle image de l'espace français métropolitain

Source : IFEN



Les modes d'occupation des terres (carte 8.1.1)
Plaines et terres agricoles hétérogènes : 36 % ; Terres arables : 26 % ; forêts : 25 % ; milieux semi-naturels : 8 % ; territoires artificialisés : 4 %.

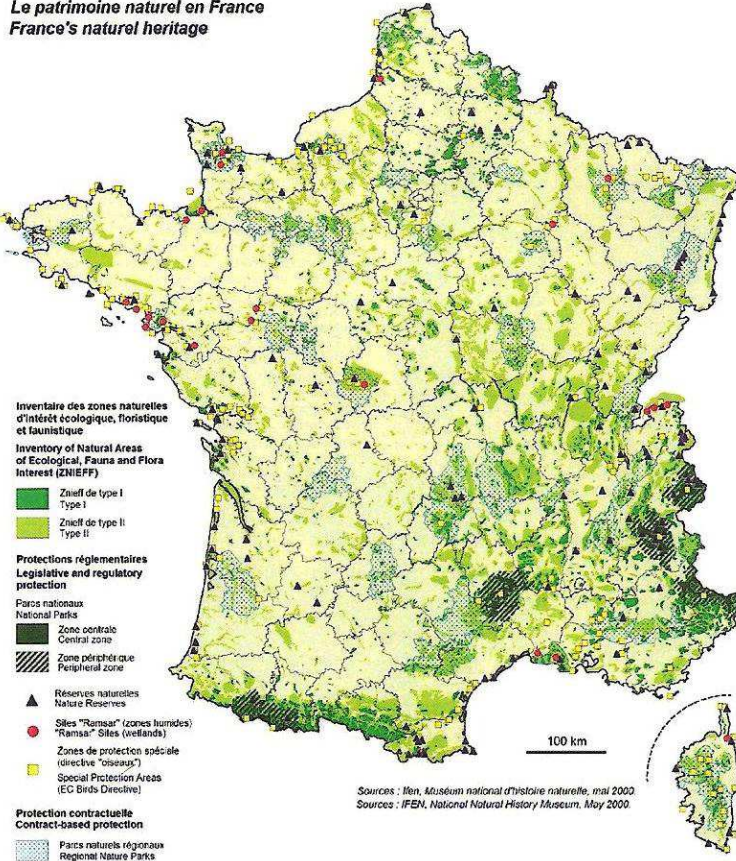
8.1.1 Une nouvelle image de l'espace français métropolitain
On remarque la diversité de l'espace rural français et les atouts que de tels contrastes suscitent. Comprendre et valoriser cette variété environnementale et paysagère participe au défi de l'aménagement du territoire.

Le patrimoine naturel en France France's natural heritage

Le patrimoine naturel en France
France's natural heritage

Carte 2 (S1C2) :
Le patrimoine naturel en France

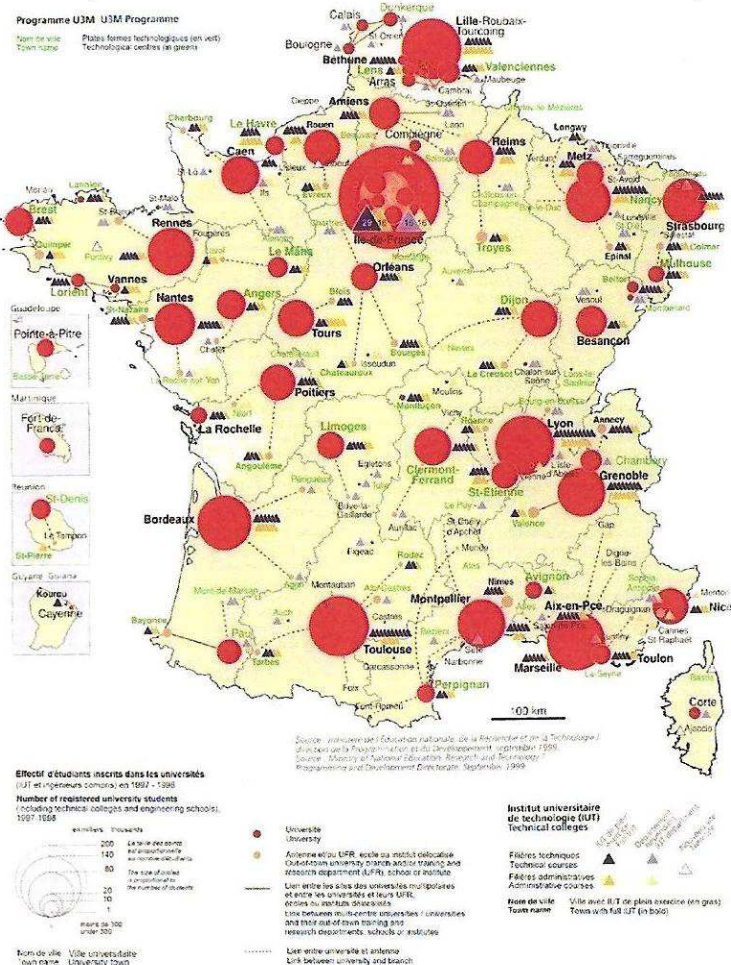
Source : IFEN



Les orientations du programme « Université du troisième millénaire » (U3M)
Aims of the "University for the 3rd Millennium" Programme (U3M)

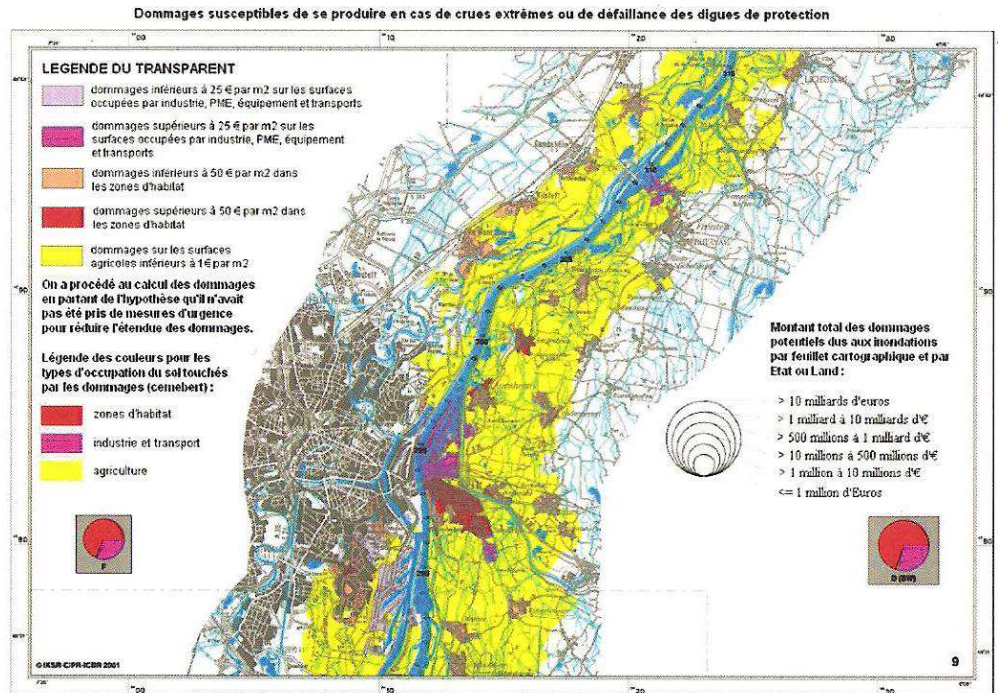
Carte 3 (S1C3) :
Les orientations du programme « université du troisième millénaire »

Source : Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie



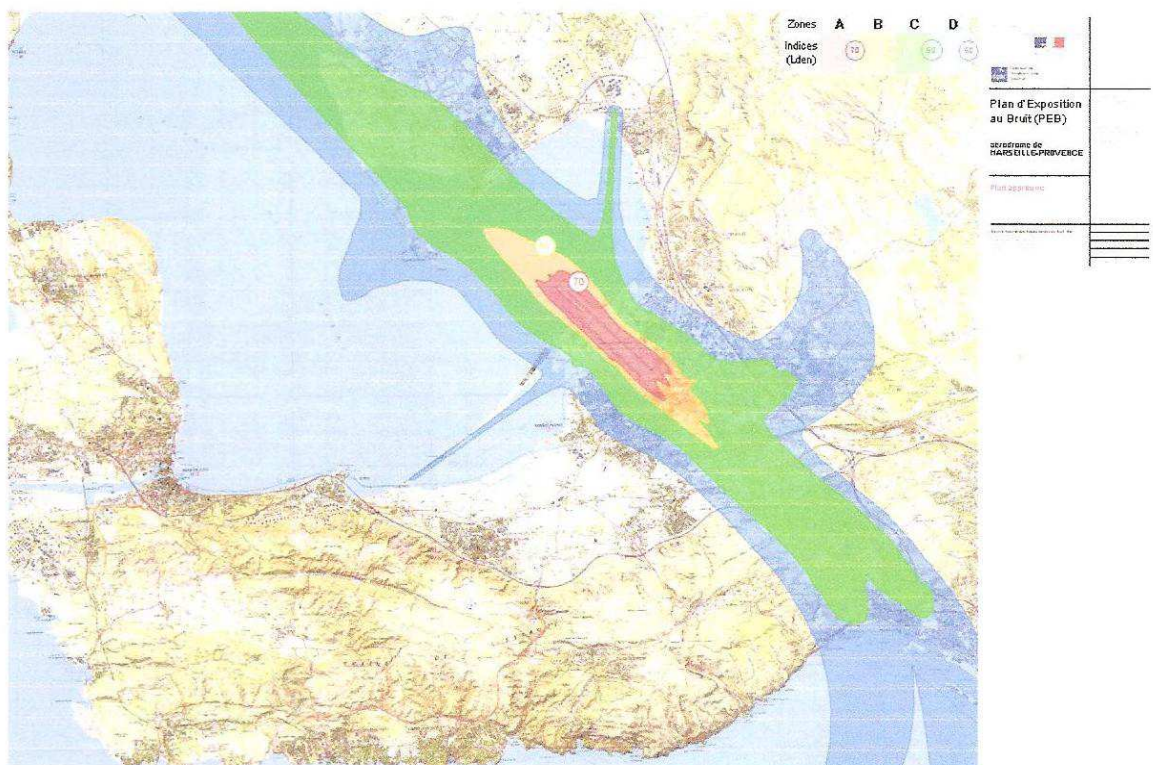
Carte 4 (S2C1) :
**Dommmages susceptibles de se
 produire en cas de crue
 extrême ou de défaillance des
 digues de protection**

Source : IKSR-CIPR-ICBR
 modifications Kamal Serrhini



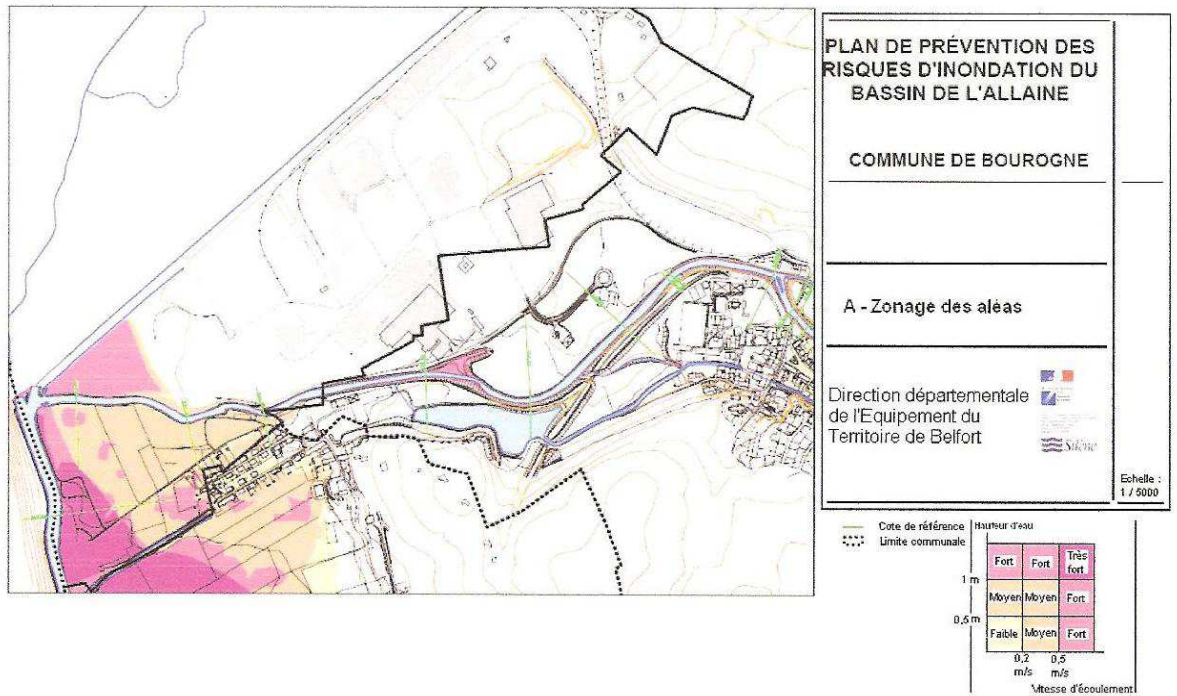
Carte 5 (S2C2) :
**Plan
 d'Exposition
 aux bruits**

Source : Services
 de l'Etat
 (Marseille-
 Provence)



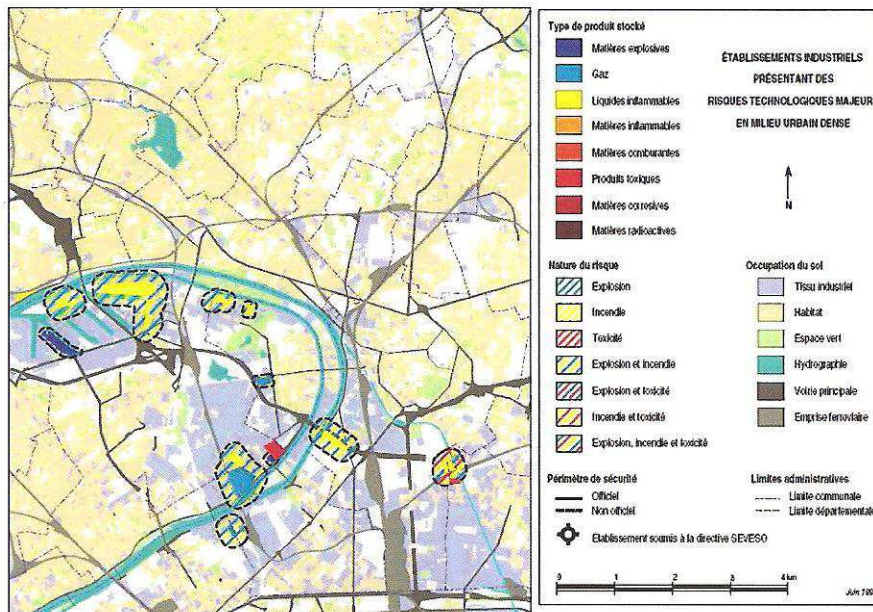
Carte 6 (S2C3) :
Plan de
prévention des
risques
d'inondation du
bassin de l'Allaine

Source : DDE du
territoire de Belfort



Carte 7 (S3C1) :
Les établissements industriels
présentant des risques
technologiques majeurs et leur
périmètre d'isolement dans un
tissu urbain dense

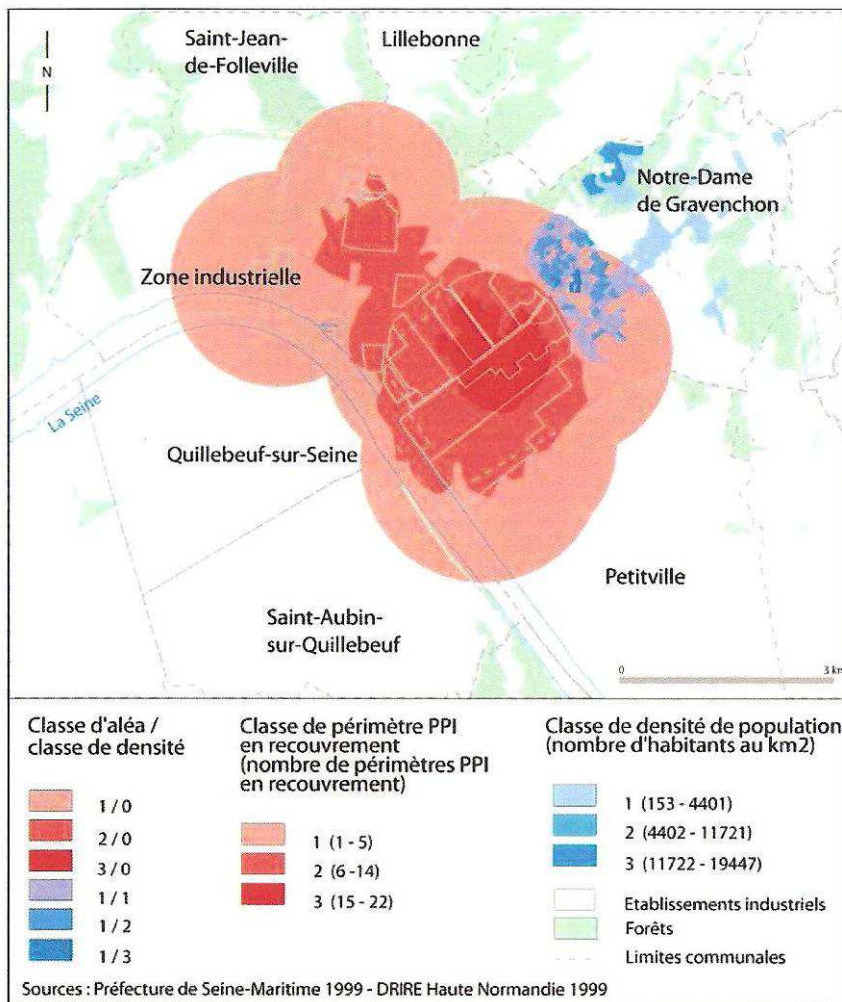
Source :



2. Les établissements industriels présentant des risques technologiques majeurs et leurs périmètres d'isolement dans un tissu urbain dense au 1/75 000 (extrait)

Carte 8 (S3C2) :
**Spatialisation du risque :
 Conjonction Aléas /
 Vulnérabilité**

Source : Préfecture de Seine
 Maritime, DDRE Haute Normandie

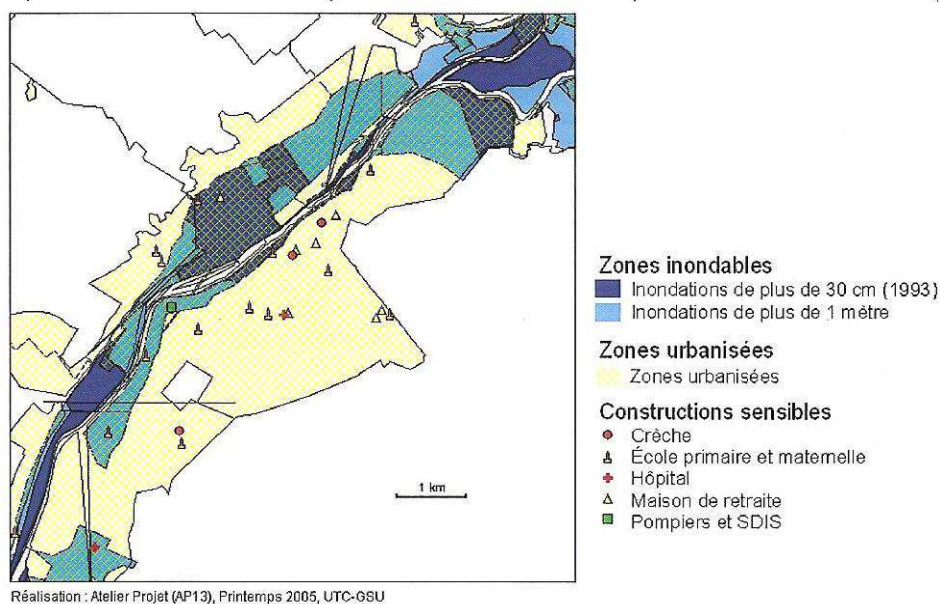


Spatialisation du risque : Conjonction Aléas / vulnérabilité

**Le risque d'inondation et infrastructures sensibles sur la
 commune de Compiègne**

Carte 9 (S3C3) :
**Le risque d'inondation et
 d'infrastructures sensibles sur
 la commune de Compiègne**

Source : Atelier Projet (AP13) UTC



ANALYSE EXPLORATOIRE DE LA PERCEPTION VISUELLE DE CARTES ENVIRONNEMENTALES

I. Etat civil

Sexe : féminin masculin
Tranche d'âge : 20-30 ans 30-40 ans 40-50 ans 50-60 ans

Quel est votre niveau d'études le plus élevé ? Dans quel établissement scolaire l'avez-vous obtenu ?

.....

Activité : Chercheur ou enseignant
 Etudiant
 Autre :

II. Utilisation des cartes

II.1) À quelle fréquence utilisez-vous des cartes dans votre activité professionnelle ?

moins d'une fois par an	une fois par an	une fois par mois	une fois par semaine	plus d'une fois par semaine
-------------------------	-----------------	-------------------	----------------------	-----------------------------

II.2) Les cartes que vous utilisez dans votre profession sont :

- généralement réalisées par vous
- généralement réalisées par votre équipe ou service
- généralement réalisées par des unités externes
- seulement issues de sources externes
- autre :

II.3) Dans votre profession, les cartes sont principalement :

- une illustration
- un outil de recherche
- un outil pour la décision
- autre :

II.4) Qu'attendez-vous d'une carte traitant des inondations ?

Pour chacune des neuf cartes, répondez aux questions suivantes :



COMPLEXE

Facile Difficile

--	--	--	--	--	--	--	--

DENSE EN INFORMATIONS

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

INNOVANTE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

ESTHETIQUE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

POLITIQUEMENT UTILE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

SIC1



COMPLEXE

Facile Difficile

--	--	--	--	--	--	--	--

DENSE EN INFORMATIONS

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

INNOVANTE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

ESTHETIQUE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

POLITIQUEMENT UTILE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

SIC2



COMPLEXE

Facile Difficile

--	--	--	--	--	--	--	--

DENSE EN INFORMATIONS

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

INNOVANTE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

ESTHETIQUE

Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

POLITIQUEMENT UTILE

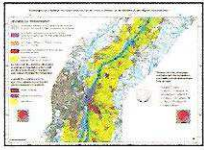
Faible Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

SIC3



COMPLEXE

Difficile

--	--	--	--	--	--	--	--

DENSE EN INFORMATIONS

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

INNOVANTE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

ESTHETIQUE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

POLITIQUEMENT UTILE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

S2C1



COMPLEXE

Difficile

--	--	--	--	--	--	--	--

DENSE EN INFORMATIONS

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

INNOVANTE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

ESTHETIQUE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

POLITIQUEMENT UTILE

Faible

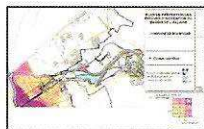
Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

S2C2



COMPLEXE

Difficile

--	--	--	--	--	--	--	--

DENSE EN INFORMATIONS

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

INNOVANTE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

ESTHETIQUE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

POLITIQUEMENT UTILE

Faible

Fort

--	--	--	--	--	--	--	--

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

S2C3



COMPLEXE

Facile Difficile

DENSE EN INFORMATIONS

Faible Fort

INNOVANTE

Faible Fort

ESTHETIQUE

Faible Fort

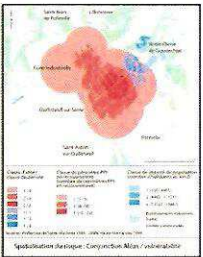
POLITIQUEMENT UTILE

Faible Fort

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

S3C1



COMPLEXE

Facile Difficile

DENSE EN INFORMATIONS

Faible Fort

INNOVANTE

Faible Fort

ESTHETIQUE

Faible Fort

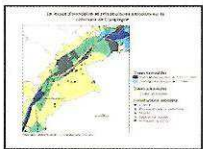
POLITIQUEMENT UTILE

Faible Fort

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

Autres commentaires ?

S3C2



COMPLEXE

Facile Difficile

DENSE EN INFORMATIONS

Faible Fort

INNOVANTE

Faible Fort

ESTHETIQUE

Faible Fort

POLITIQUEMENT UTILE

Faible Fort

Qu'avez vous compris du message de la carte ?

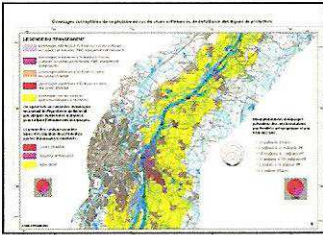
Autres commentaires ?

S3C3

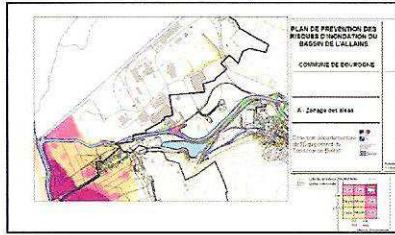
IV. Comparaison entre cartes de même thématique

IV.1. Parmi les cartes représentant des risques d'inondation, laquelle préférez-vous ?

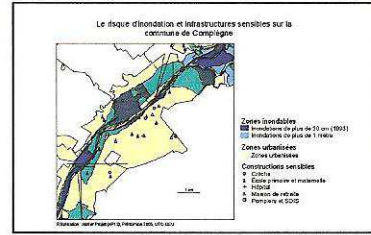
S2C1



S2C3



S3C3



Numéro :
 Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

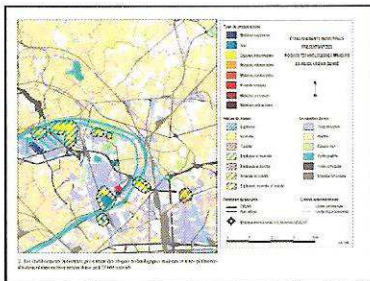
.....

.....

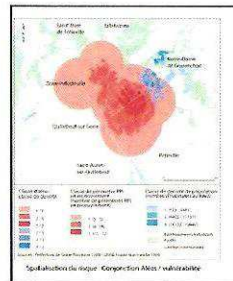
.....

IV.2. Parmi les cartes représentant des risques industriels, laquelle préférez-vous ?

S3C1



S3C2



Numéro :
 Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

V. Parmi les propositions suivantes, qu'attendez-vous le plus d'une carte du risque d'inondation ?

Etre informé du risque :

- Pour mon logement
- Pour mon lieu de travail
- Pour le lieu de « garde » (école, crèche, ...) de mes enfants
- Autres :

Etre informé pour évacuer de(s):

- Délais d'arrivée de l'eau
- Liste des endroits sécurisés (non inondés)
- Endroits de contact (avec les secours, les forces de l'ordre, les réseaux de communication en fonctionnement)
- Délais d'arrivée des secours
- Les routes fréquemment
 - Coupées
 - Accessibles (non inondés)
- Axes de circulation saturés
- Moyens alloués à l'évacuation (trains, bus,...)
- Autres :

Obtenir des informations précises sur :

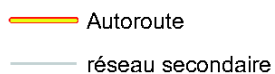
- La fréquence des submersions (décennale, centennale...)
- L'étendue de l'inondation
- La hauteur de l'eau (1m, 2m...)
- L'historique des inondations antérieures
- La période de retour à la normale
- Autres :

ANNEXE 4 : PUZZLE

CARTOGRAPHIQUE

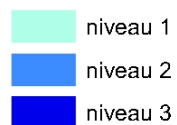
Dans cette annexe sont regroupés tous les éléments du puzzle, le logigramme des caractéristiques étudiées et le support de réponses.

niveau d'impact sur le commune

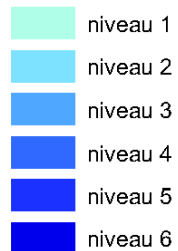


- enjeu majeur

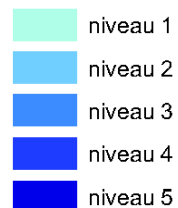
niveau d'impact sur le commune



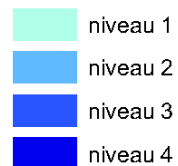
niveau d'impact sur le commune



niveau d'impact sur le commune



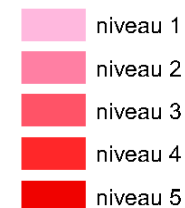
niveau d'impact sur le commune



niveau d'impact sur le commune

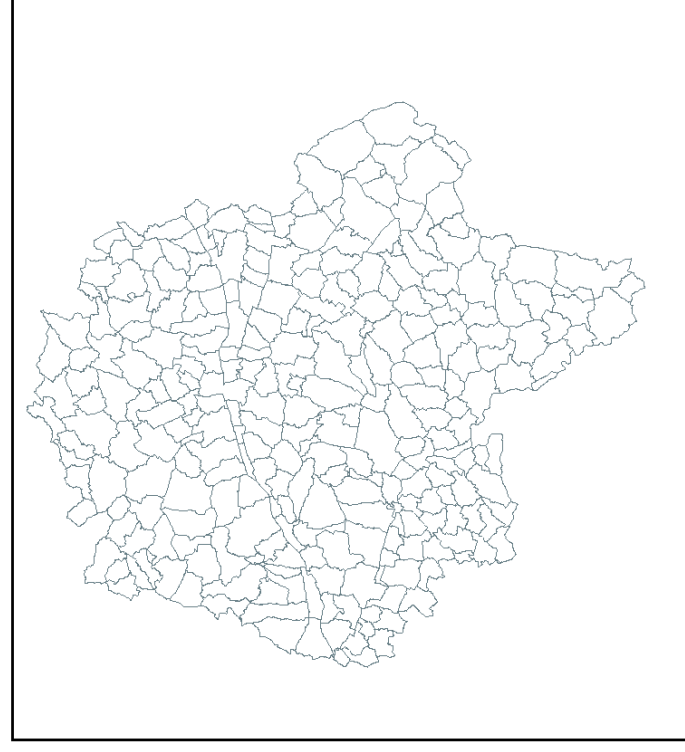
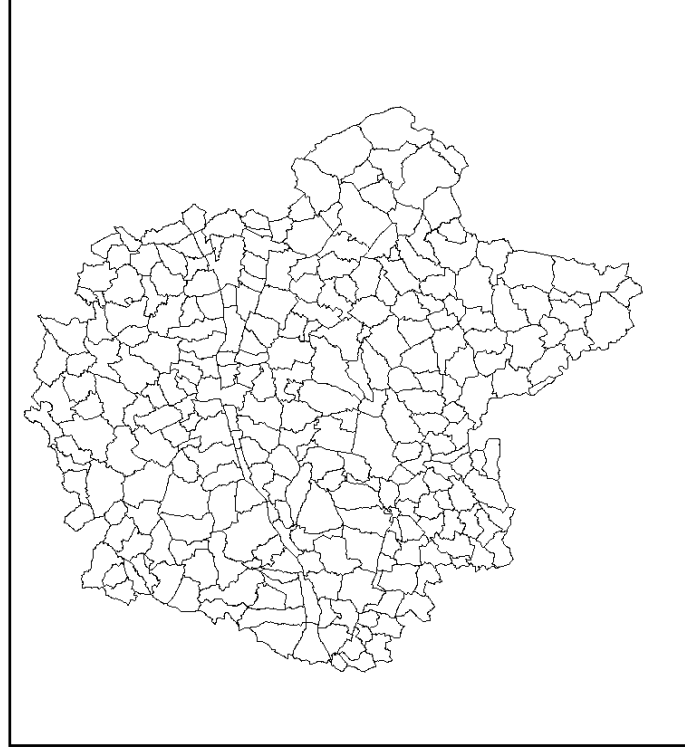
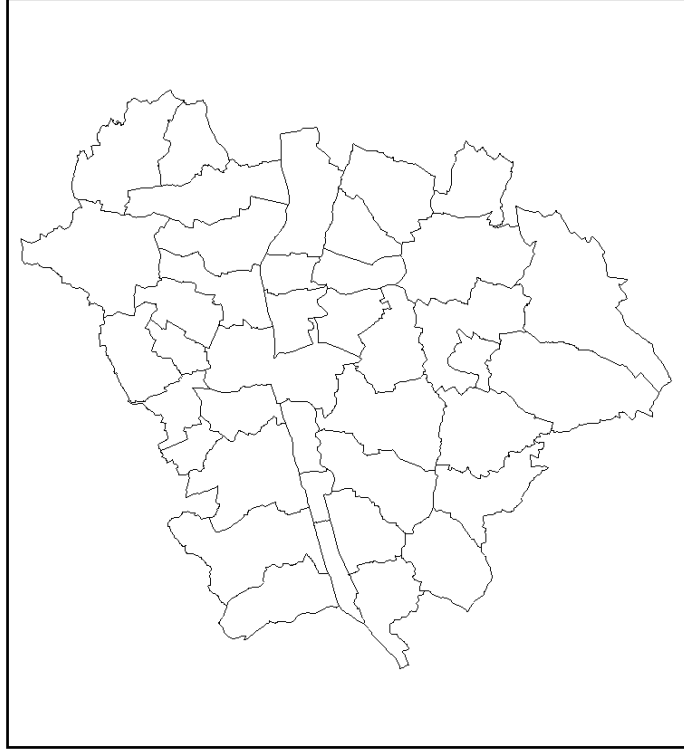


niveau d'impact sur le commune



niveau d'impact sur le commune





Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

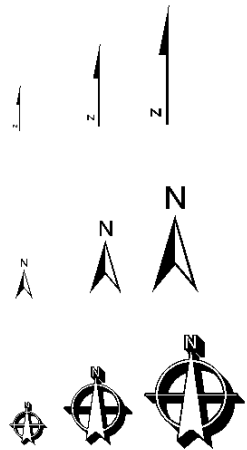
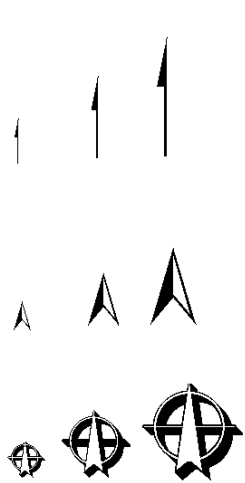
Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan

Source : données PolytechTours, département Aménagement, 2010
Réalisation : PFE Sémiologie Graphique Expérimentale 2009/2010, PALKA Gaétan



Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

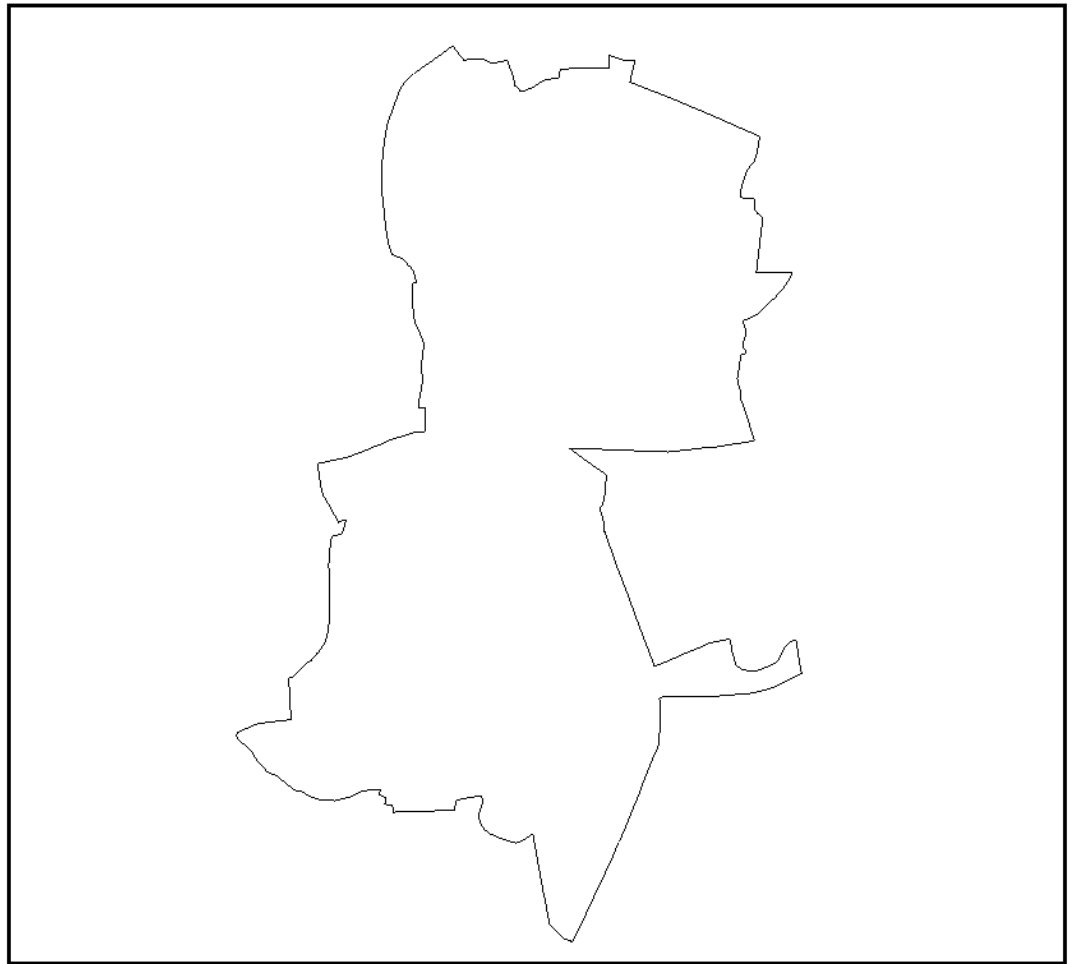
Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

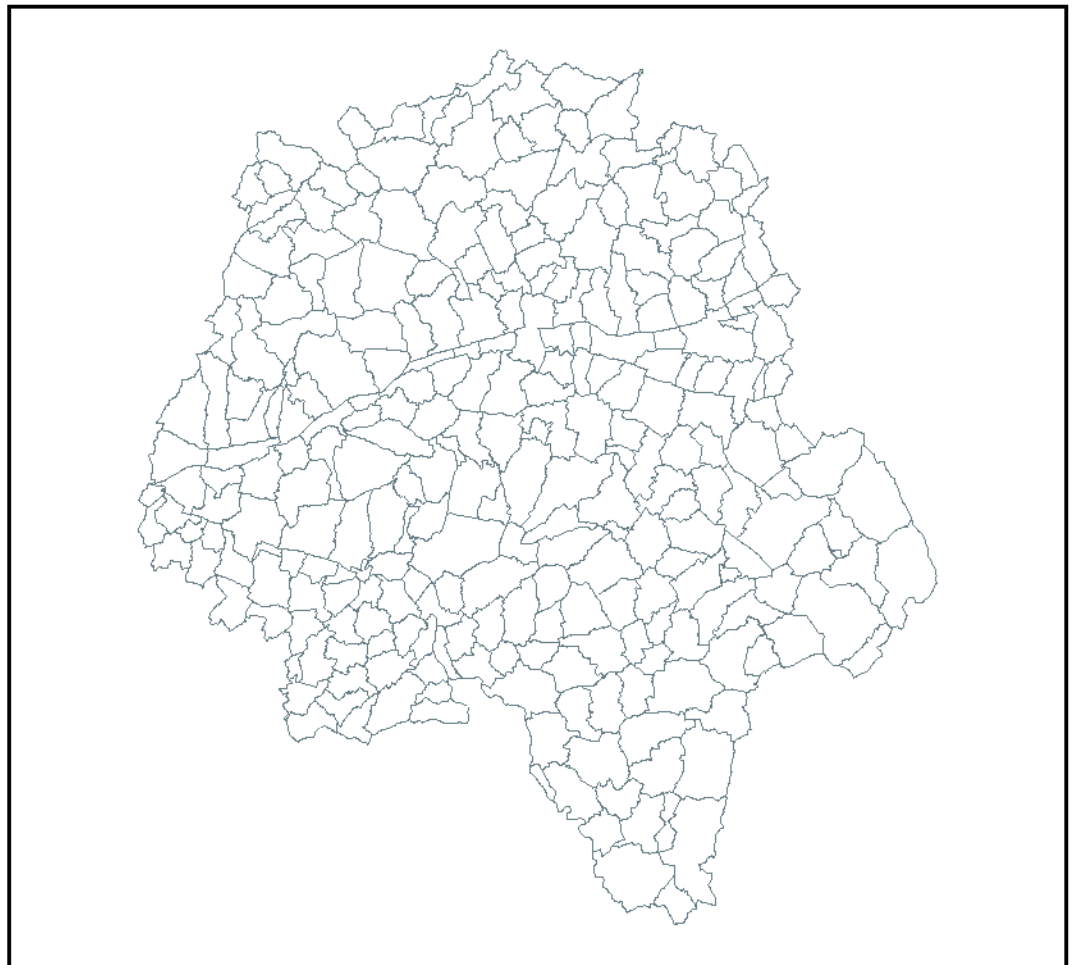
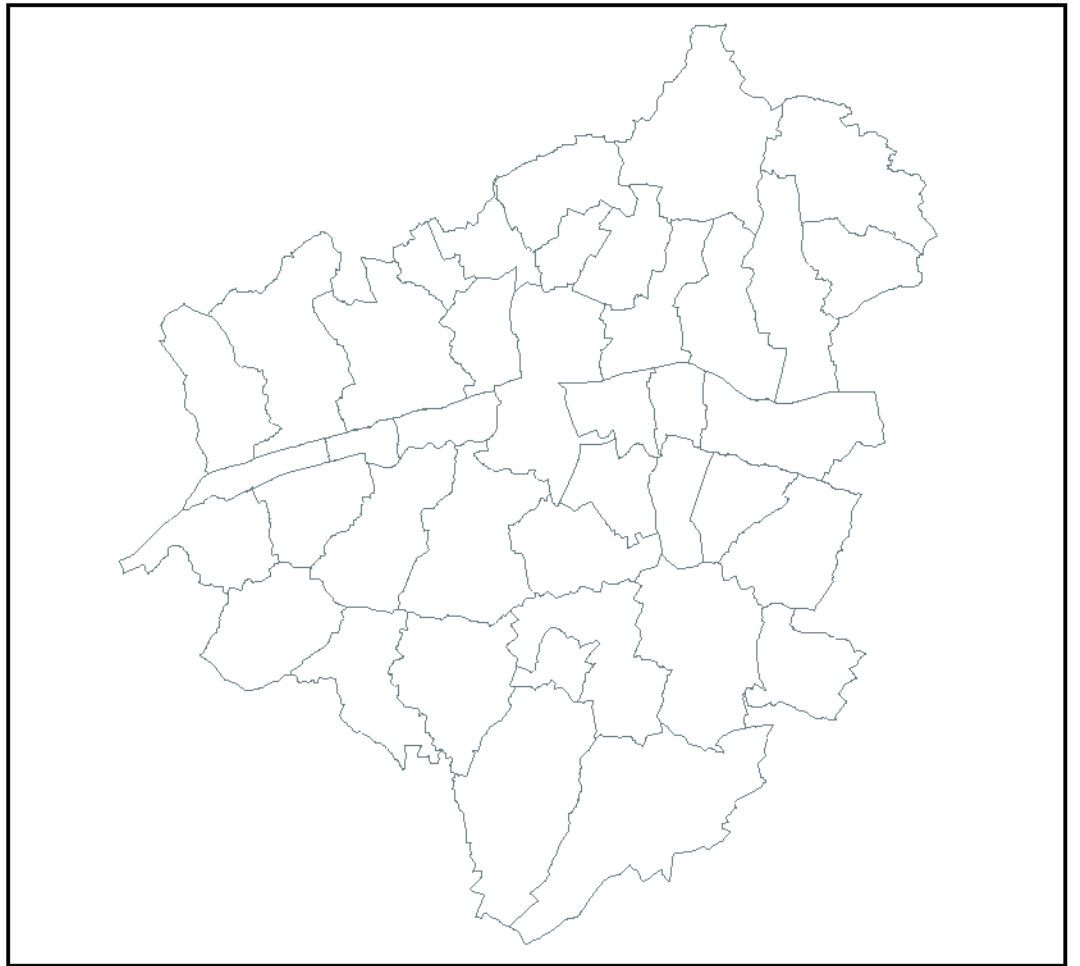
Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

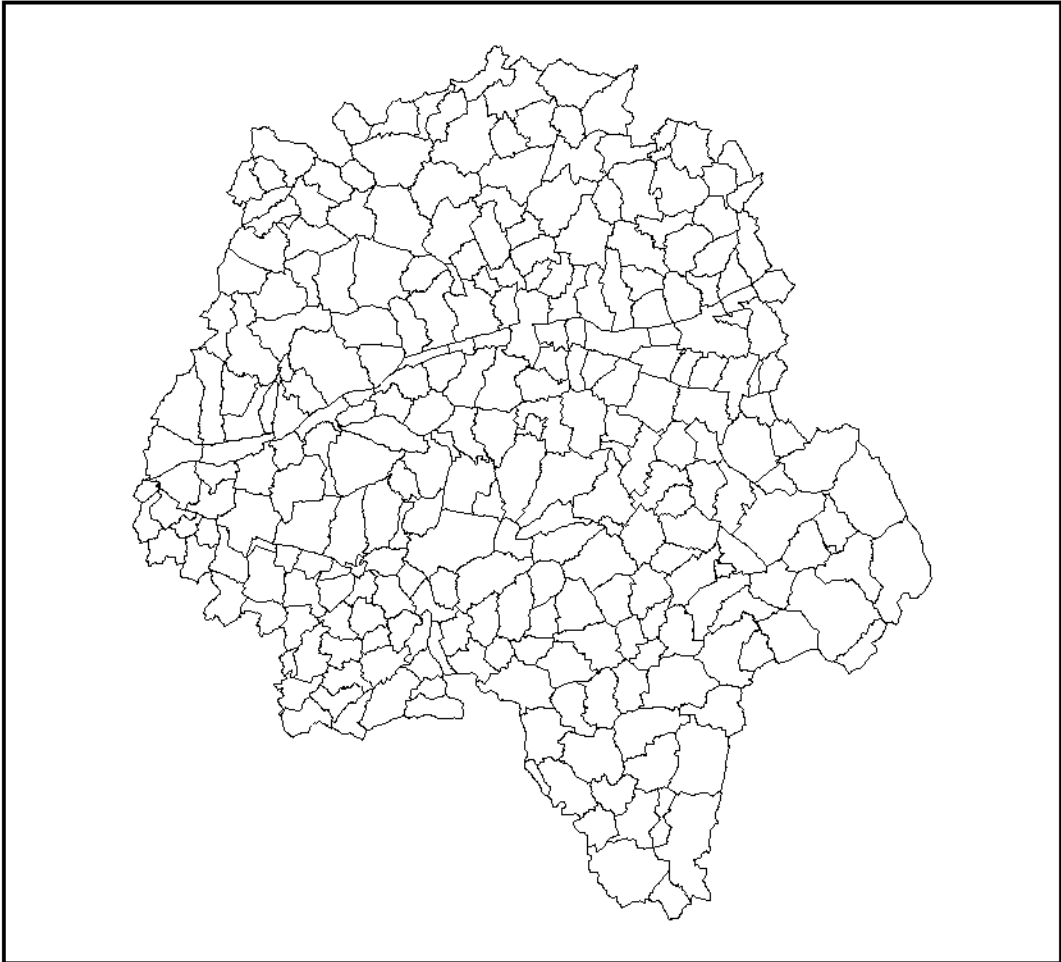
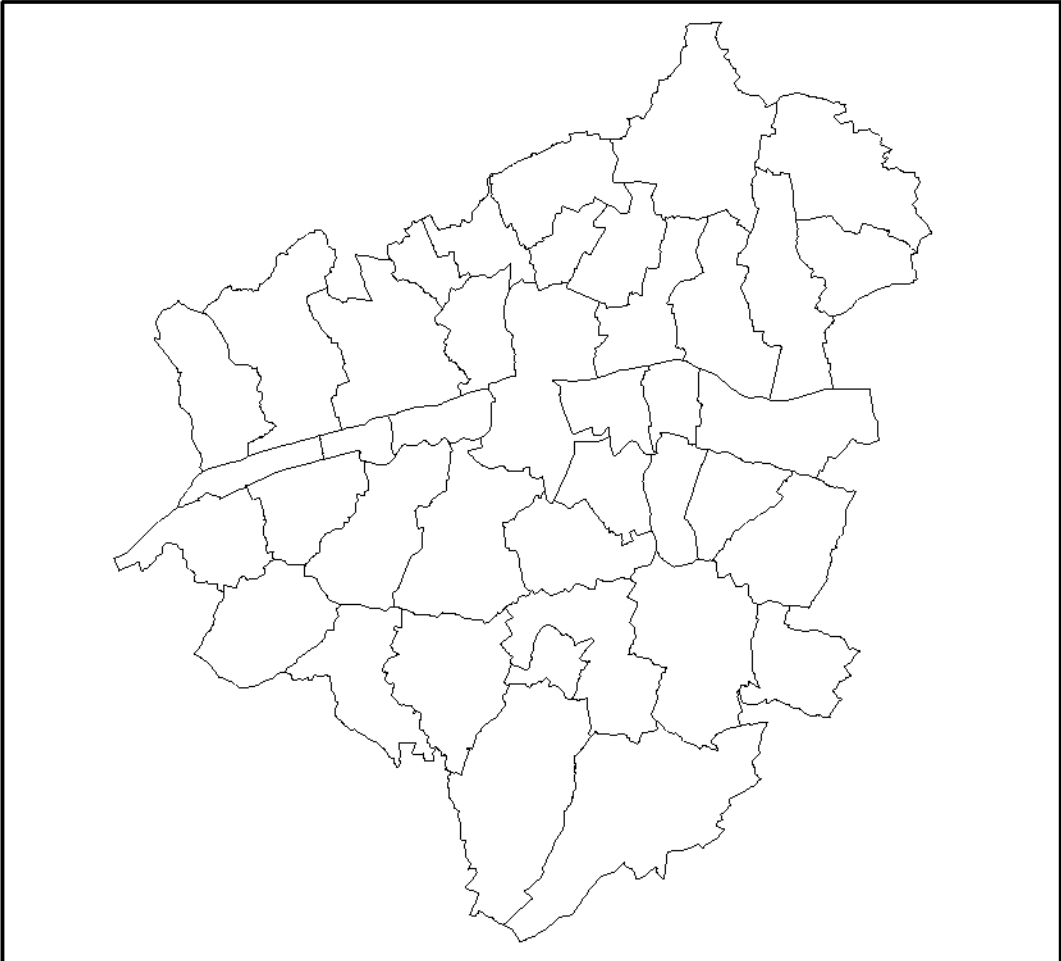
Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

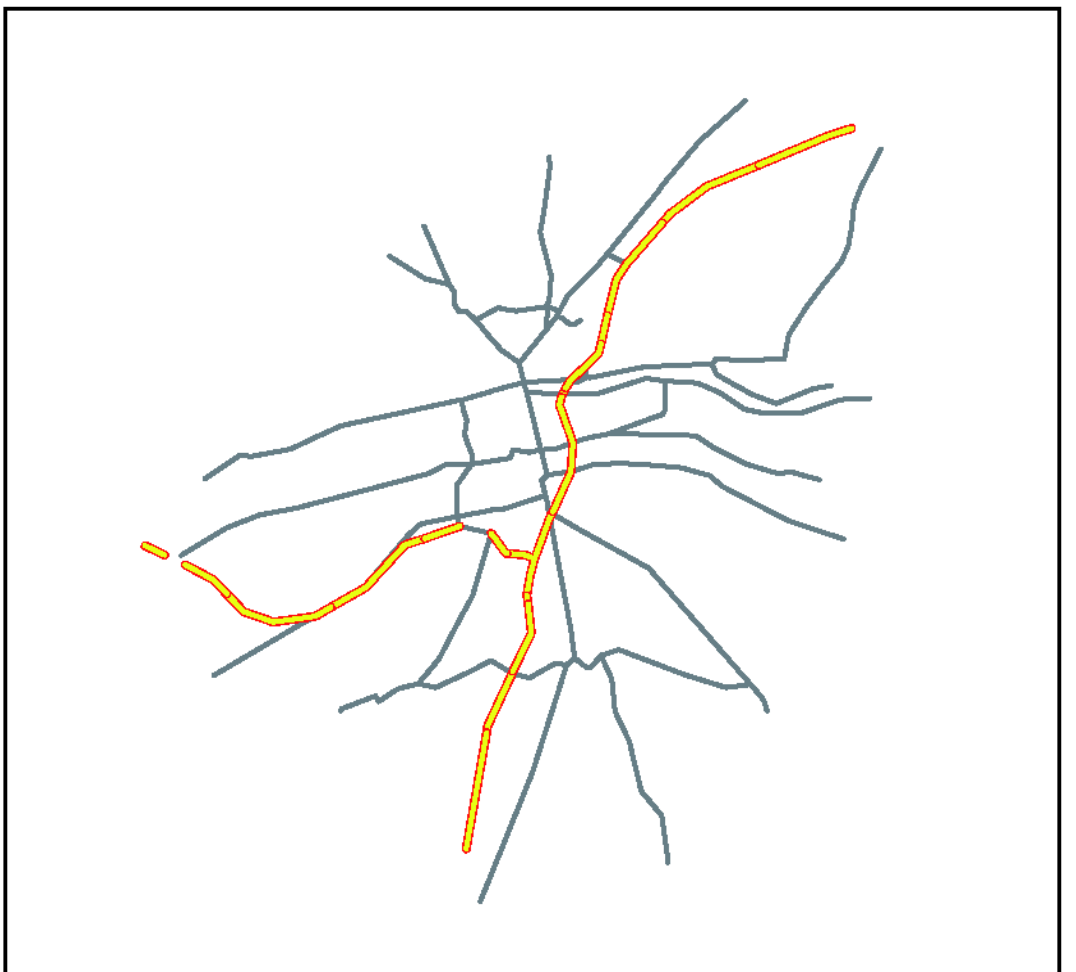
Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

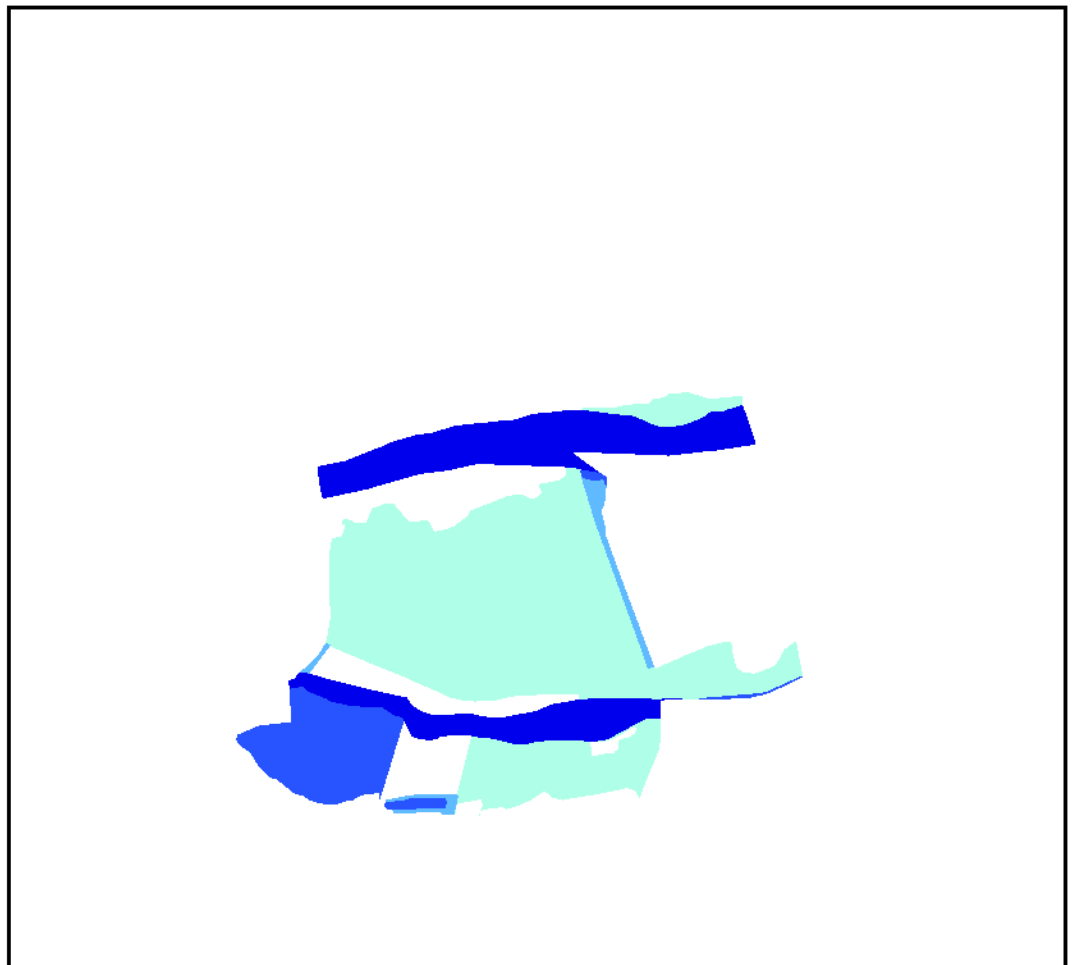
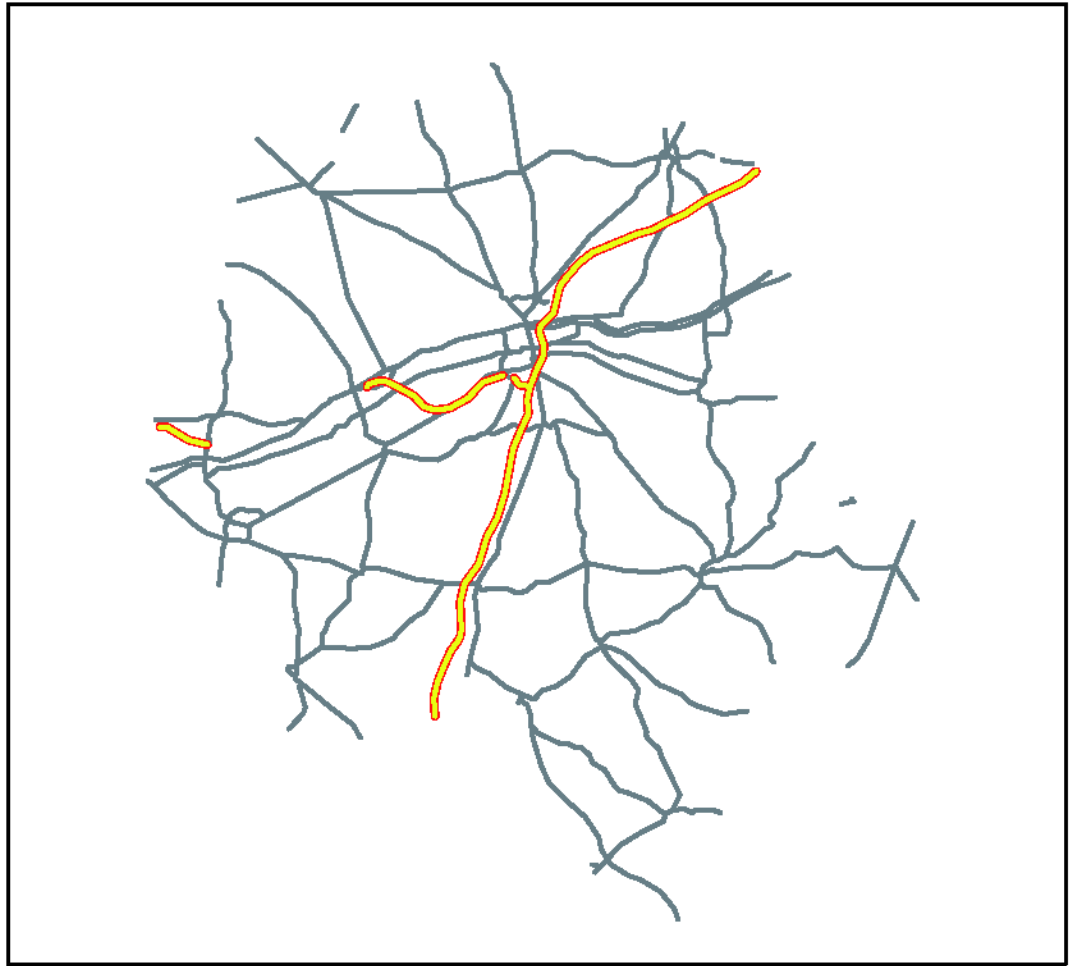
Vulnérabilité du territoire (enjeux humains, économiques et matériels) lors du crue centennale

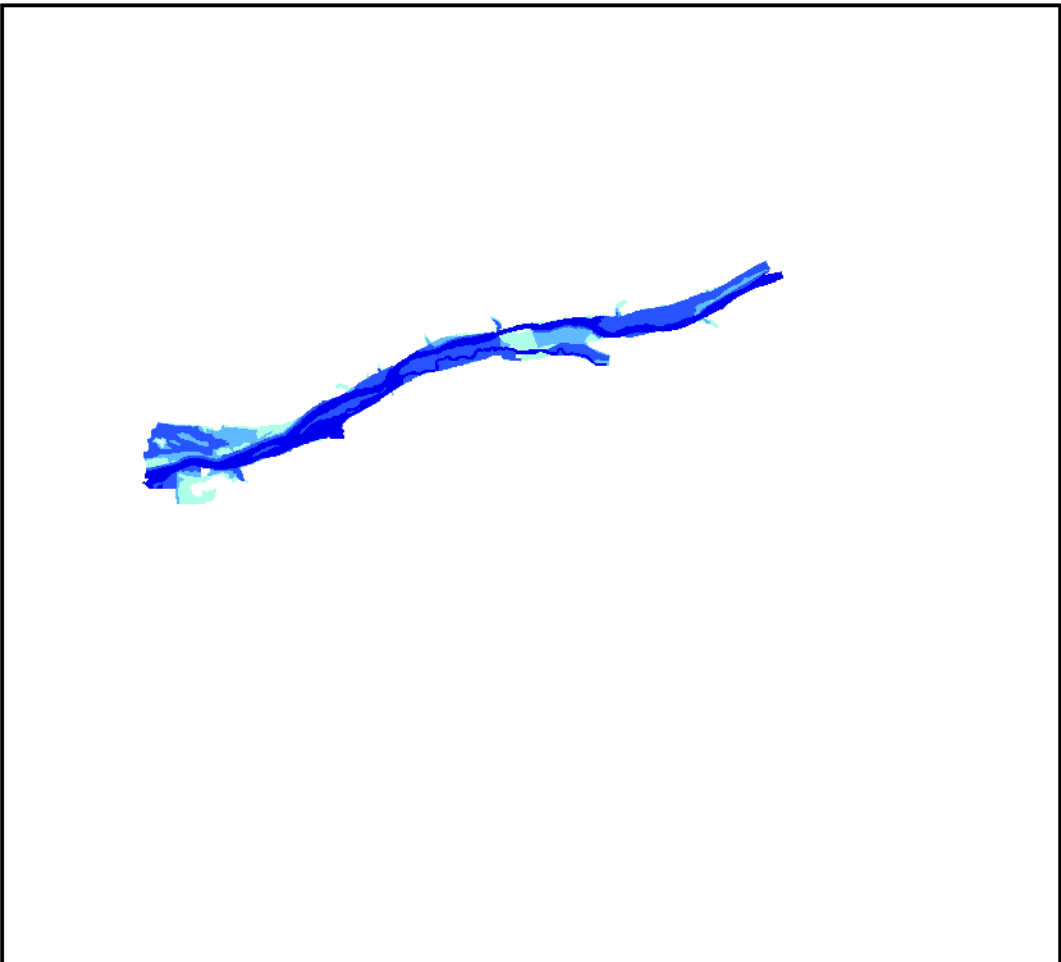
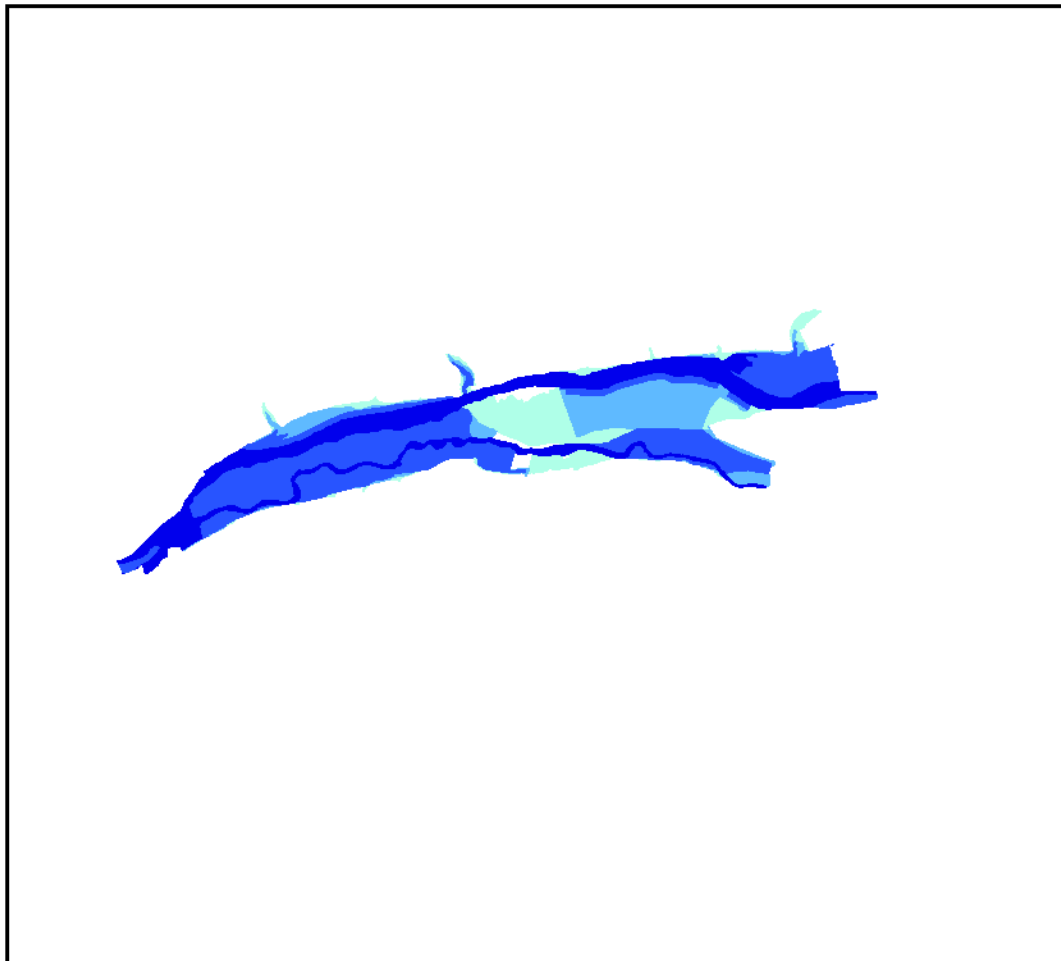


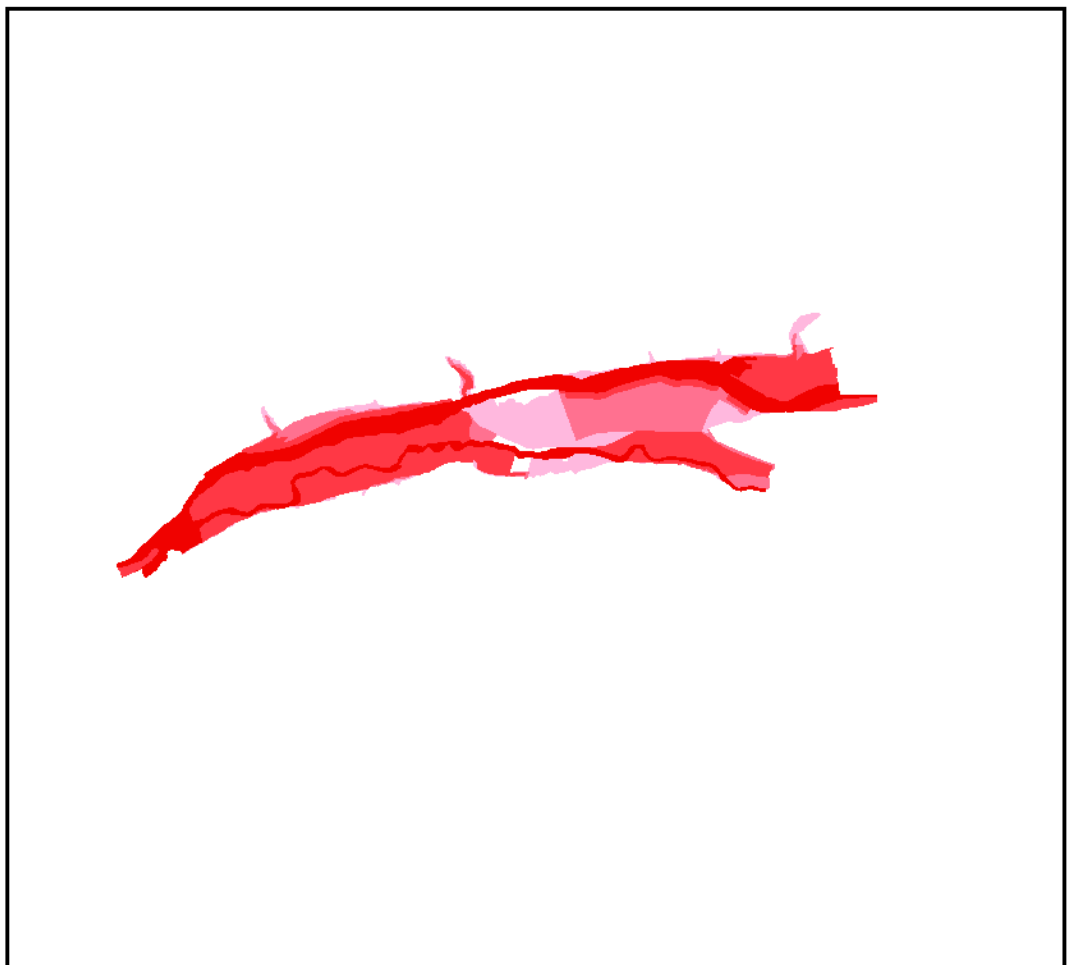
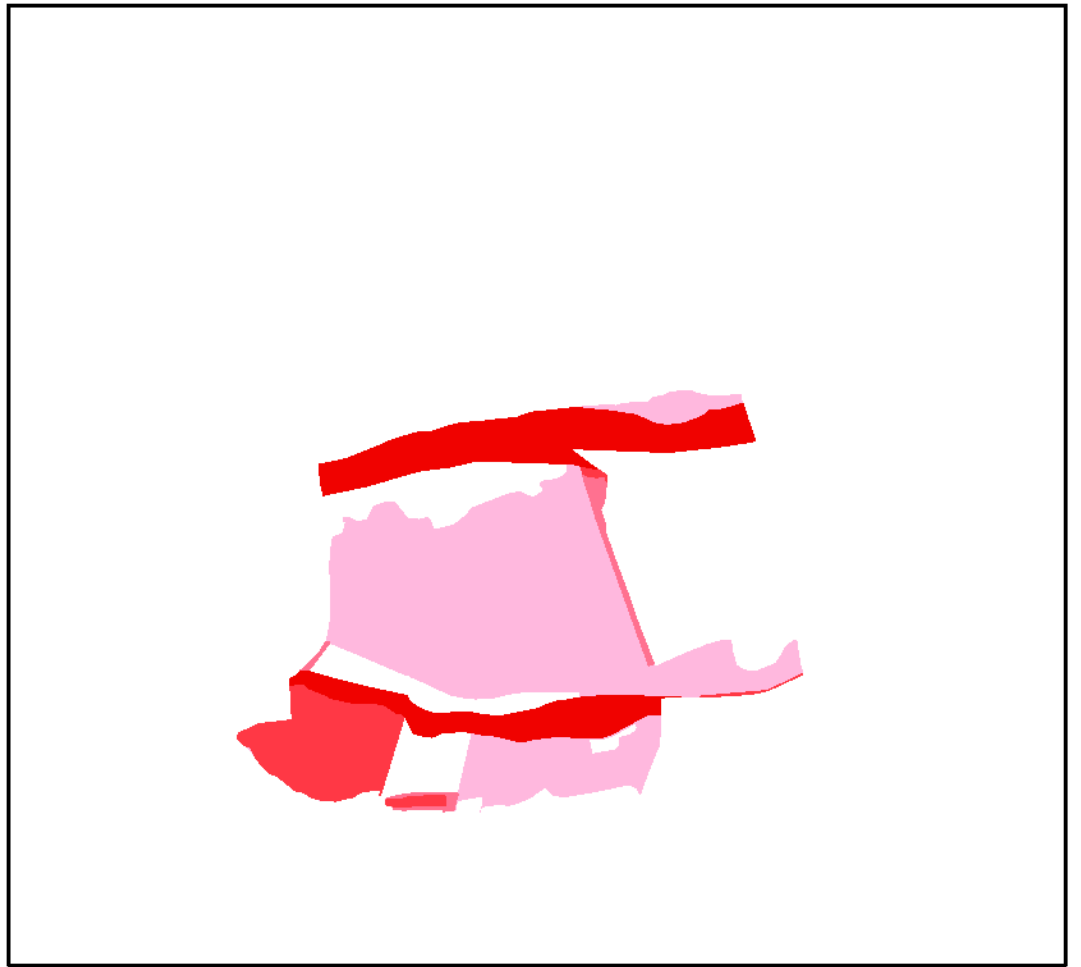


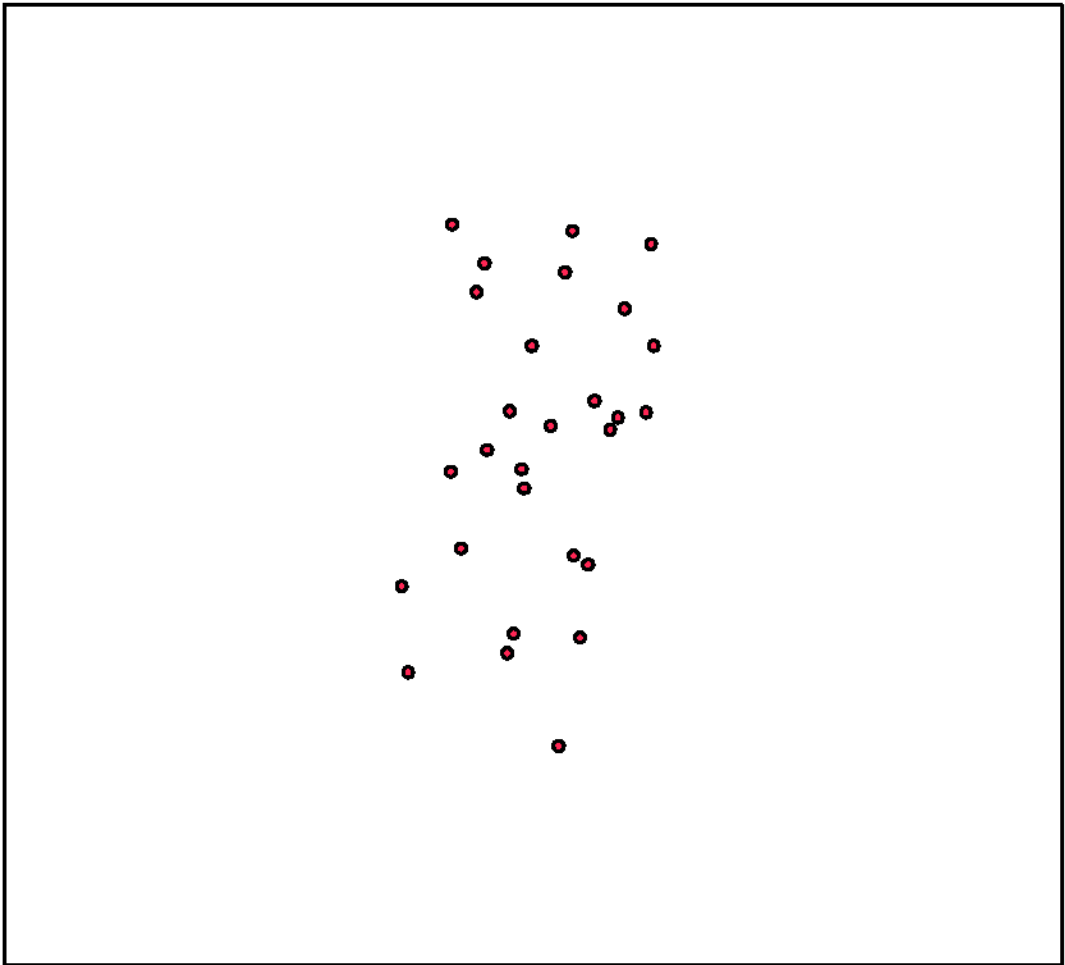
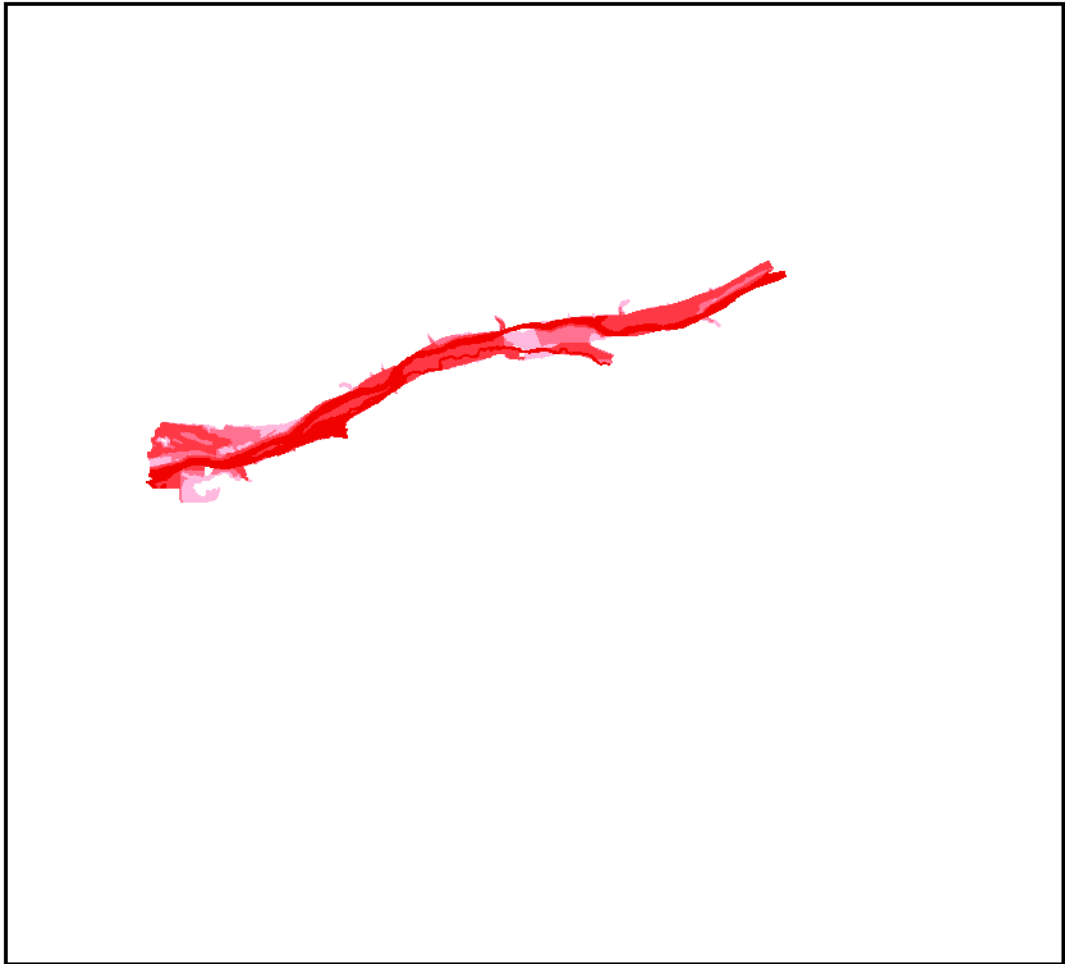












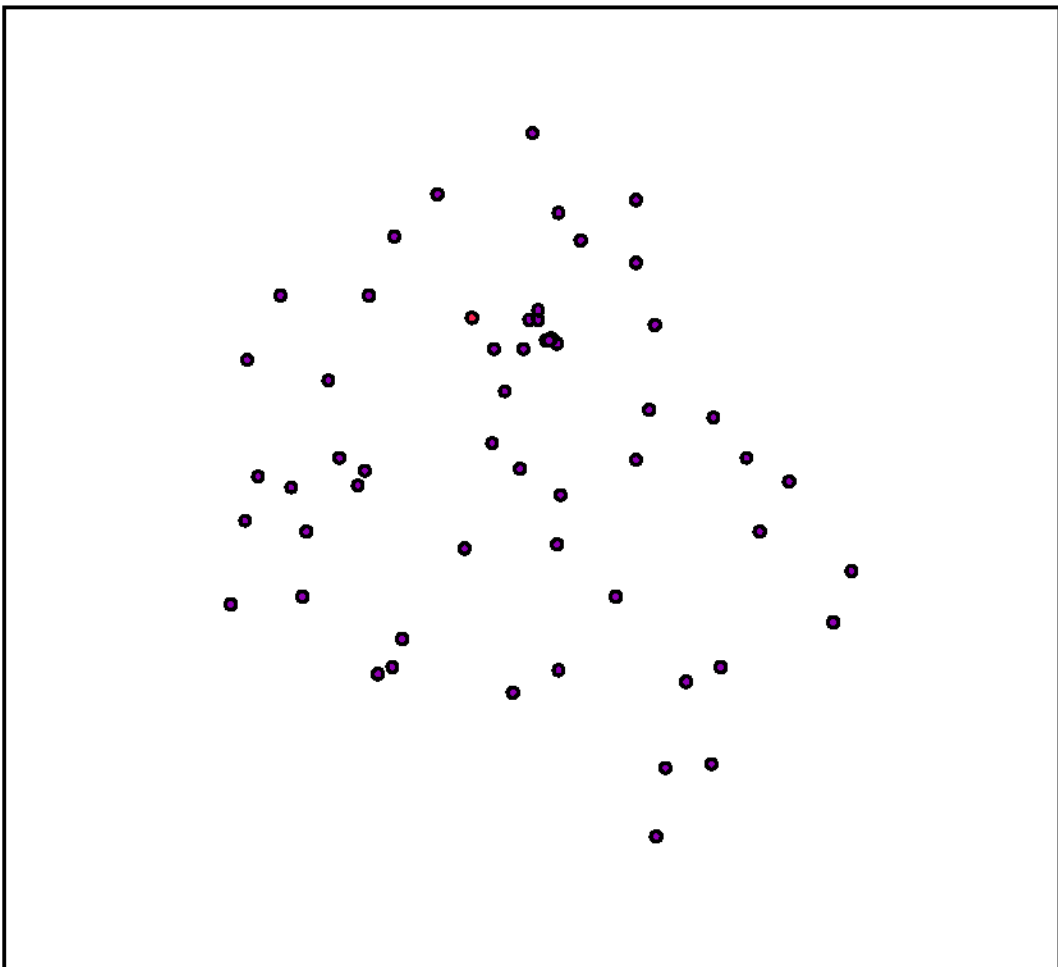
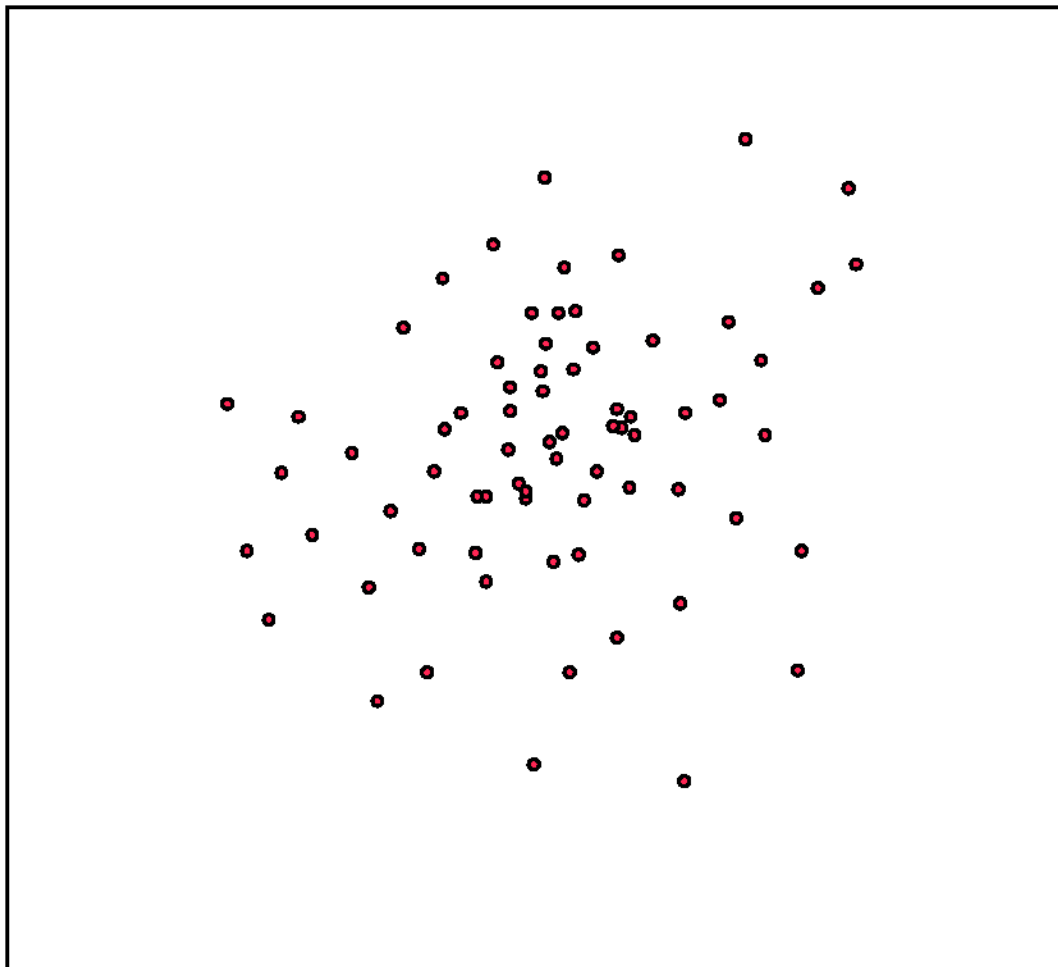


TABLE DES MATIERES

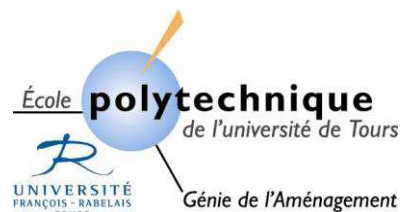
AVERTISSEMENT	4
FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES	5
REMERCIEMENTS	6
ABREVIATIONS	7
INTRODUCTION	10
UNE STRUCTURE INSTITUTIONNELLE A DEUX NIVEAUX	12
1. UNE ORGANISATION DESCENDANTE REMITTENTE	13
11. <i>L'échelle nationale et européenne : une prise en compte globale d'un risque local.</i> ..	13
a) L'Etat, un acteur présent à tout moment au niveau national pour une gouvernance paternaliste	13
b) Une gouvernance théorique descendante ad hoc	13
c) ... mais une politique limitée dans la pratique.....	16
d) L'Union Européenne : conforter la bonne communication entre acteurs.....	16
12. <i>La vacuité de l'échelon supra-départemental.</i>	17
a) Le bassin hydrologique : une échelle jugée pertinente mais tributaire de son statut.....	17
b) L'échelon régional : un acteur en retrait	18
13. <i>Echelon départemental : la représentation de l'Etat au niveau local</i>	19
14. <i>Echelon infra-départemental</i>	20
a) La société civile : de l'observateur à l'acteur.....	20
b) La véritable échelle d'action.....	23
2. LA CARTOGRAPHIE DANS LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION : UN OUTIL PERTINENT MAIS QUI MANQUE DE MATURETE TECHNICO-SOCIALE	25
21. <i>La carte : un outil de communication polyvalent et pertinent</i>	25
22. <i>... mais non exempt de limites</i>	26
23. <i>La cartographie du PPR</i> :.....	27
3. CONCLUSION : LES ATTENTES ET BESOINS DES DESTINATAIRES DE LA CARTOGRAPHIE DU RISQUE.....	28
LA PERCEPTION DE L'IMAGE VISUELLE	30
1. INTRODUCTION : LA PERCEPTION DE L'IMAGE, UN MECANISME AU CŒUR D'UN CONTEXTE.....	31
2. LA PERCEPTION DE LA CARTE : UN PROCESSUS PERCEPTUEL ET COGNITIF	32
21. <i>Le processus de lecture de la carte : un processus complexe</i>	32
a) Un processus au centre de l'ontologie cartographique.....	32
b) Un processus double	34
c) Un processus itératif et agrégatif	35
22. <i>L'eye-tracking, un outil d'estimation quantitative et qualitative de la carte</i>	37
a) Deux niveaux d'analyse possible	37
b) Des critères de variation des fixations et saccades de deux origines	37
3. TESTS D'ACUITE VISUELLE ET DE PERCEPTION DE LA COULEUR : SUPPRESSION DES INTERFERENCES OCULAIRES.....	40
4. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ENQUETE COGNITIVE DE L'OCULOVISOMETRIE.....	41
41. <i>La qualité globale de la carte : une appréciation homogène pour les différents destinataires</i>	41
42. <i>L'échelle de la carte : la pertinence du zoom</i>	47
43. <i>Le fond de carte : l'efficacité dans la sobriété</i>	49
44. <i>La complexité de la légende</i> :.....	53
45. <i>La localisation relative des éléments de la carte responsable d'une attractivité parasite</i>	54

CARTE IDEALE : ANALYSE	56
1. TAILLE ET ORIENTATION : DEUX CARACTERISTIQUES SECONDAIRES.....	58
2. POSITION ET TAILLE DES ELEMENTS.....	59
21. <i>Le titre : une entrée dans la carte toujours placée en haut</i>	59
22. <i>La légende : une clé de lecture qui doit être simple</i>	59
23. <i>L'élément graphique</i> :.....	61
24. <i>Les éléments annexes</i>	61
25. <i>La position relative des éléments de la carte : mise en évidence des relations de complémentarité</i>	62
CONCLUSION : RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION D'UNE CARTE PLUS ADAPTEE AU DESTINATAIRE	64
1. UNE STRUCTURE GENERALE SIMILAIRE ENTRE LES DESTINATAIRES	65
2. LES SPECIFICITES DES DIFFERENTS DESTINATAIRES	66
21. <i>Les spécificités des gestionnaires</i>	66
22. <i>Les spécificités de la population avertie</i>	66
23. <i>Les spécificités de la population témoin</i>	67
3. CRITIQUE SUR LA METHODE	68
BIBLIOGRAPHIE.....	70
TABLE DES ILLUSTRATIONS	73
ANNEXE 1 : PROTOCOLE	75
1. METHODE.....	75
11. <i>Contrôle des caractéristiques de perception</i>	75
12. <i>Suivi des mouvements oculaires et enquête cognitive</i>	75
13. <i>Construction de la carte idéale</i>	76
2. SUJETS TESTES	76
3. CARTES UTILISEES	77
ANNEXE 2 : TESTS PRELIMINAIRES, FEUILLE DE RESULTATS	78
ANNEXE 3 : CARTES ET ENQUETE COGNITIVE ASSOCIEE.....	80
ANNEXE 4 : PUZZLE CARTOGRAPHIQUE	91
TABLE DES MATIERES	104

CITERES
UMR 6173
Cités, Territoires,
Environnement et
Sociétés

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement,
Paysage,
Environnement

Directeur de recherche :
SERRHINI Kamal



Département Aménagement
35 allée Ferdinand de Lesseps
BP 30553
37205 TOURS cedex 3

PALKA Gaëtan
Projet de Fin d'Etudes
DA5
2009-2010

Titre : Sémiologie graphique expérimentale pour une cartographie du risque plus adaptée aux besoins et attentes des destinataires

Résumé :

En France, la gestion du risque d'inondation se base sur une chaîne institutionnelle productrice de divers documents utilisant notamment les cartes comme support de communication. Ces documents sont destinés à différentes catégories de destinataires qui n'ont ni les mêmes compétences ou connaissances en matière de cartographie et d'inondation ni les mêmes attentes et besoins.

Ces cartes sont conçues par des techniciens qui ne prennent pas en compte le destinataire du document pour lequel ils produisent la carte. De ce fait, les informations contenues dans ces productions n'ont pas la portée que devrait avoir le document.

Cette recherche n'a pas pour but de remettre en cause les règles de sémiologie graphique existantes mais d'apporter des recommandations pour la conception des cartes relatives au risque d'inondation, premier risque naturel en France.

Mots clés :

Sémiologie graphique expérimentale, besoins et attentes, perception visuelle et cognitive, risque d'inondation, catégories de destinataires

(TOURS, Indre-&-Loire, Centre, 37)